

**FARKLI YAPIM TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN MASİF AHŞAP
PANELLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Kadir ÖZKAYA

**DOKTORA TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EKİM 2007
ANKARA**

Kadir ÖZKAYA tarafından hazırlanan FARKLI YAPIM TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN MASİF AHŞAP PANELLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. Mustafa ALTINOK

Tez Danışmanı,

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

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

Prof.Dr. Abdullah SÖNMEZ

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A.B.D., G.Ü.

Prof.Dr. Mustafa ALTINOK

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A.B.D., G.Ü.

Prof.Dr. Erol BURDURLU

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A.B.D., G.Ü.

Doç.Dr. Musa ATAR

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A.B.D., G.Ü.

Doç.Dr. İlker USTA

Ağaççşleri Endüstri Mühendisliğı A.B.D., H.Ü.

Tarih : 31 / 10 / 2007

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

Prof. Dr. Nermin ERTAN

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.

Kadir ÖZKAYA

**FARKLI YAPIM TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN MASİF AHŞAP
PANELLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ
(Doktora Tezi)**

Kadir ÖZKAYA

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ekim 2007**

ÖZET

Bu çalışma, farklı teknikler ile elde edilen ve piyasada mevcut bazı masif ahşap panellerin (MAP) teknolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunlarından düz, dişli ve üçgen biçimli çıtalar kleiberit – 303 ve dorus – MD073 tutkalları ile teğet ve radyal kesiş yönlü olacak şekilde yapıştırılarak en birleştirme metodu ile MAP elde edilmiştir. Elde edilen panellerden; TS 11971’e göre, liflere paralel ve dik yönde eğilme, liflere dik yönde çekme direnci örnekleri, TS 2470 ‘e göre yoğunluk, TS 4083 ve TS 4084’e göre daralma ve genişleme örnekleri hazırlanmıştır.

Liflere paralel ve dik yönde eğilme ve liflere dik yönde çekme deneylerinde TS 11971, ağaç malzemelerin yoğunluğu deneylerinde TS 2472, boyutsal değişim (daralma ve genişleme) deneylerinde TS 4083 ve TS 4084 esaslarına uyulmuştur,

Sonuç olarak; liflere dik yönde eğilme direncinde kayın – dişli – dorus etkileşimi ($119,40 \text{ N/mm}^2$), liflere paralel yönde eğilme direncinde kayın – radyal – dişli – dorus etkileşimi ($16,39 \text{ N/mm}^2$), liflere dik yönde çekme direncinde kayın – radyal – dişli etkileşimi ($5,06 \text{ N/mm}^2$) en iyi sonucu vermiştir. Boyutsal değişim deneylerinin sonuçlarına göre de; boyuna yönde genişlemede kayın – dişli – dorus etkileşimi (% 0,39), enine yönde genişlemede kayın – radyal – dorus etkileşimi (% 1,22), boyuna yönde daralmada kayın – dişli – kleiberit 303 etkileşimi (% 0,09), enine yönde daralmada kızılçam – radyal – üçgen etkileşimi (% 1,04) en iyi sonucu vermiştir.

Bilim Kodu : 711.3.023

Anahtar Kelimeler : Masif Ahşap Panel, Fiziksel Özellik, Mekanik Özellik

Sayfa Adedi : 179

Tez Yöneticisi : Prof.Dr. Mustafa ALTINOK

**DETERMINATION OF SOME PHYSICAL AND MECHANICAL
PROPERTIES OF EDGE GLUED WOODEN PANELS (EWP) PRODUCED
WITH VARIOUS MANUFACTURING TECHNIQUES
(Ph. D. Thesis)**

Kadir ÖZKAYA

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

October 2007

ABSTRACT

In this study, technical properties of Edge Glued Wooden Panels (EWPs) in the market which were made by different techniques were investigated. EWP's were made of the woods of Oriental Beech (*Fagus orientalis* L.), Douglas Fir (*Abies bornmülleriana* Mattf.) and Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.). Plain, triangular and finger edge joints and kleiberit-303 and dorus- MD073 glues were used in order to get edge glued wooden panels by considering radial and tangential grain directions. The samples used in bending and tensile strengths, density, shrinking and swelling tests were prepared in accordance with the standards of TS 11971, TS 2470, TS 4083 and TS 4084, respectively.

Bending and tensile tests in parallel and perpendicular to the grain direction were made in accordance with the TS 11971, density of the wooden materials were made in accordance with the TS 2472, dimensional changes (swelling, shrinking) were made in accordance with the TS 4083 and TS 4084.

The interaction beech – finger joint – dorus glue in bending strength in perpendicular to the grain direction (119,40 N/mm²), the interaction of beech – finger joint – dorus glue in bending strength in parallel to the grain direction (16,39 N/mm²) and the interaction of beech – radial direction – finger joint in

tensile strength in perpendicular to the grain direction (5,06 N/mm²) give the best results.

According to the results of dimensional changing, the interaction of beech – finger joint – dorus glue in swelling in the longitudinal direction (% 0,39), the interaction of beech – radial direction – dorus glue in swelling in transverse direction (% 1,22), the interaction of beech – finger joint – kleiberit 303 glue in shrinking in the longitudinal direction (% 0,09) and the interaction of Calabrian pine – radial direction – rectangular edge joint in shrinking in transverse direction gives the best results.

Science Code: 711.3.023

Key Words : Edge Glued Wooden Panels (Ewp), Manufacture Techniques, Physical Properties, Mechanical Properties.

Page Number: 179

Adviser : Prof.Dr. Mustafa ALTINOK

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla araştırmanın sonuçlandırılmasında beni yönlendiren başta tez danışmanım Prof.Dr. Mustafa ALTINOK olmak üzere Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof.Dr. Abdullah SÖNMEZ ve Doç.Dr. Erol BURDURLU ‘ya; çalışmamın gerçekleşmesinde yardımlarını hiçbir zaman unutamayacağım arkadaşlarım Arş.Gör. Suat AYAN, Utku SAĞIROĞLU ve Arş.Gör. A.Cemil İLÇE ‘ye; desteğini ve ilgisini esirgemeyen Prof.Dr. Velittin KALINKARA, Yrd.Doç.Dr. Ö.Altan DOMBAYCI ve Öğrt. İbrahim BAYAZİT ‘e; acısıyla tatlısıyla güzel günler geçirdiğimiz ve aramızdan zamansız ayrılan değerli arkadaşım Merhum Öğr.Gör. H.Erdem ÇOLAKOĞLU ‘na; istatistiksel analizlerin yapılmasında ve tezin taslağının oluşturulmasında yardımcı olan Doç.Dr. Musa ATAR ‘a; çalışmamın sayfa düzenlemesine yardımcı olan Öğr.Gör. Bedri BAHTİYAR ‘a; önerileri ile tezin taslağının şekillenmesinde katkı sağlayan Doç.Dr. İlker USTA ‘ya; şekilleri bilgisayarda çizen Mak.Müh. Abdullah GÜL ‘e; doktora programına başladığımdan itibaren bana yardımcı olan Yrd.Doç.Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ, Arş.Gör. Zafer DEMİRCİ, Arş.Gör. H.Özgür İMİRZİ ve tüm Gazi Üniversitesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü değerli Öğretim Elemanları ve Çalışanları ‘na; Yrd.Doç.Dr. A.Oben BALCE ‘ye; Doç.Dr. Hakan KESKİN ‘e; son olarak, beş yıllık çalışmam içerisinde bana sabırla katlanan ve zor durumlarımda moral ve destek olan sevgili eşim Esra ÖZKAYA ‘ya teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma, 07 / 2006 – 18 proje kodu ile bilimsel araştırma projesi olarak Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimi tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xix
RESİMLERİN LİSTESİ	xxv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xxvi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
3. GENEL BİLGİLER	12
3.1. Masif Ahşap Paneller (MAP) ve Teknolojisi	12
3.1.1. Masif ahşap panellerin özellikleri	12
3.1.2. Masif ahşap panellerin üretimi	13
3.1.3. Masif ahşap panelin boyutları	18
3.1.4. Masif ahşap panelin kullanım yerleri	19
3.1.5. Masif ahşap panellerin diğer panellere göre üstünlükleri	20
3.1.6. Ahşap esaslı diğer endüstriyel paneller	21
3.2. Kullanılan Ağaç Türleri	24
3.2.1. Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i> L.)	24
3.2.2. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.)	26
3.2.3. Gökmar (<i>Abies</i> Mill.)	28

	Sayfa
3.3. Yapıştırma Teorisi Ve Tutkallar	30
3.3.1. Yapışma direncine etki eden faktörler	31
3.3.2. Tutkallar	34
4. MATERYAL VE METOD	38
4.1. Materyal.....	38
4.1.1. Ağaç Malzeme	38
4.1.2. Tutkallar	38
4.2. Deney örneklerinin hazırlanması	39
4.2.1. Eğilme deney örneklerinin hazırlanması	45
4.2.2. Çekme deney örneklerinin hazırlanması	46
4.2.3. Yoğunluk deney örneklerinin hazırlanması.....	47
4.2.4. Boyutsal değişim deney örneklerinin hazırlanması	47
4.3. Metod.....	48
4.3.1. Eğilme Deneyi	48
4.3.2. Çekme deneyi	50
4.3.3. Yoğunluk tayini	52
4.3.4. Boyutsal değişim (genişleme ve daralma).....	53
4.3.5. Gözlem	54
4.4. Verilerin Değerlendirilmesi	55
5. BULGULAR	56
5.1. Eğilme Direnci.....	56
5.1.1. Liflere dik yönde eğilme direnci.....	57
5.1.2. Liflere paralel yönde eğilme direnci	69

	Sayfa
5.2. Çekme Direnci	84
5.3. Yoğunluk	96
5.3.1. Hava kurusu yoğunluk.....	97
5.3.2. Tam kuru yoğunluk	98
5.4. Boyutsal Değişim (Genişleme ve Daralma)	99
5.4.1. Genişleme miktarının tespiti.....	99
5.4.2. Daralma miktarının tespiti	121
5.4.3. Gözlemsel Değerlendirme	154
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	156
KAYNAKLAR.....	170
EKLER.....	175
EK-1 Firma kataloğu	176
ÖZGEÇMİŞ.....	178

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Masif ahşap panellerin avantaj ve dezavantajları.....	21
Çizelge 3.2. Kayın odununun mekanik özellikleri	25
Çizelge 3.3. Kızılçam odununun mekanik özellikleri.....	27
Çizelge 3.4. Uludağ göknarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.....	29
Çizelge 3.5. Kleiberit 303 tutkalı teknik özellikleri	34
Çizelge 3.6. Kleiberit 303 tutkalı uygulama özellikleri	35
Çizelge 3.7. Dorus MD073 tutkalı teknik özellikleri.....	36
Çizelge 3.8. Dorus D3 tutkalının uygulama özellikleri	36
Çizelge 4.1. Deney deneme deseni tablosu	39
Çizelge 4.2. Presleme cihazının teknik özellikleri	43
Çizelge 5.1. Eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm^2)	56
Çizelge 5.2. Liflerine dik yönde eğilme direncine ilişkin çoklu varyans analizi	57
Çizelge 5.3. Ağaç türü düzeyinde, liflere dik yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	58
Çizelge 5.4. Birleştirme tipi düzeyinde, liflere dik yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	59
Çizelge 5.5. Tutkal çeşidi düzeyinde, liflere dik yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	59
Çizelge 5.6. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	60
Çizelge 5.7. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	61
Çizelge 5.8. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	62
Çizelge 5.9. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	63

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.10. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	64
Çizelge 5.11. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	65
Çizelge 5.12. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	66
Çizelge 5.13. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	68
Çizelge 5.14. Liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin çoklu varyans analizi...	70
Çizelge 5.15. Ağaç türü düzeyinde, liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	71
Çizelge 5.16. Kesim yönü düzeyinde, liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	71
Çizelge 5.17. Birleştirme tipi düzeyinde, liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	72
Çizelge 5.18. Tutkal çeşidi düzeyinde, liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	73
Çizelge 5.19. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	74
Çizelge 5.20. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	75
Çizelge 5.21. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	76
Çizelge 5.22. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	77
Çizelge 5.23. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	78
Çizelge 5.24. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	79
Çizelge 5.25. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	80

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.26. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	81
Çizelge 5.27. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	83
Çizelge 5.28. Liflere dik yönde çekme direnci ortalama değerleri (N/mm^2).....	85
Çizelge 5.29. Liflere dik yönde çekme direnci deneyi varyans analizi değerleri.....	86
Çizelge 5.30. Ağaç türü düzeyinde, liflere dik yönde çekme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	87
Çizelge 5.31. Kesim yönü düzeyinde, liflere dik yönde çekme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	87
Çizelge 5.32. Birleştirme tipi düzeyinde, liflere dik yönde çekme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	88
Çizelge 5.33. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	89
Çizelge 5.34. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	90
Çizelge 5.35. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	91
Çizelge 5.36. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	92
Çizelge 5.37. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)	93
Çizelge 5.38. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2).....	95
Çizelge 5.39. Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri (g/cm^3).....	96
Çizelge 5.40. Ağaç türü düzeyinde hava kurusu yoğunluk değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi.....	97
Çizelge 5.41. Ağaç türü düzeyinde, hava kurusu yoğunluk değerine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g/cm^3).....	97
Çizelge 5.42. Ağaç türü düzeyinde tam kuru yoğunluk değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi	98

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.43. Ağaç türü düzeyinde, tam kuru yoğunluk değerine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g/cm^3).....	99
Çizelge 5.44. Genişleme miktarı aritmetik ortalama değerleri (%).....	100
Çizelge 5.45. Boyuna yönde genişleme miktarına ilişkin çoklu varyans analizi	101
Çizelge 5.46. Ağaç türü düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	102
Çizelge 5.47. Birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	102
Çizelge 5.48. Tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	103
Çizelge 5.49. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	104
Çizelge 5.50. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	105
Çizelge 5.51. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	106
Çizelge 5.52. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	107
Çizelge 5.53. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	109
Çizelge 5.54. Enine yönde genişleme miktarına ilişkin çoklu varyans analizi	111
Çizelge 5.55. Ağaç türü düzeyinde, enine yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	112
Çizelge 5.56. Kesim yönü düzeyinde, enine yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	112
Çizelge 5.57. Tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	113
Çizelge 5.58. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	114
Çizelge 5.59. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	115

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.60. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	116
Çizelge 5.61. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	117
Çizelge 5.62. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	118
Çizelge 5.63. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	119
Çizelge 5.64. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	120
Çizelge 5.65. Daralma miktarı aritmetik ortalama değerleri (%).....	122
Çizelge 5.66. Boyuna yönde daralma miktarına ilişkin çoklu varyans analizi	123
Çizelge 5.67. Ağaç türü düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	124
Çizelge 5.68. Birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	124
Çizelge 5.69. Tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	125
Çizelge 5.70. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	126
Çizelge 5.71. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	127
Çizelge 5.72. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	128
Çizelge 5.73. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	129
Çizelge 5.74. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	130
Çizelge 5.75. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	131

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.76. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	132
Çizelge 5.77. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	133
Çizelge 5.78. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	135
Çizelge 5.79. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	136
Çizelge 5.80. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	137
Çizelge 5.81. Enine yönde daralma miktarına ilişkin çoklu varyans analizi	139
Çizelge 5.82. Ağaç türü düzeyinde, enine yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	140
Çizelge 5.83. Kesim yönü düzeyinde, enine yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	140
Çizelge 5.84. Birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	141
Çizelge 5.85. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	142
Çizelge 5.86. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	143
Çizelge 5.87. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	144
Çizelge 5.88. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	145
Çizelge 5.89. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	146
Çizelge 5.90. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	147
Çizelge 5.91. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	148

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.92. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	150
Çizelge 5.93. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)	151
Çizelge 5.94. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).....	153

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Çeşitli tabakalı ahşap malzemeler, (a–c) değişik kontrplak malzemeler, (d–f) farklı yapıda masif ahşap tabakalı malzemeler	1
Şekil 1.2. Masif ahşap panelin görünümü	2
Şekil 2.1. PrimWood Metodu ‘nda kereste kesimi	11
Şekil 2.2. Üçgen çıtalı levhaların temel üretim şeması	11
Şekil 3.1. Masif ahşap panel üretim şeması	14
Şekil 4.1. Üretimi yapılacak olan masif panel örnekleri, (a) Düz (Dişsiz) en birleştirme, (b) Dişli en birleştirme, (c) Üçgen çıtalı en birleştirme	40
Şekil 4.2. Masif ahşap panel üretim şeması	41
Şekil 4.3. Liflere dik yönde eğilme direnci deney örnekleri, (a) teğet kesit yüzeyli, (b) radyal kesit yüzeyli	45
Şekil 4.4. Liflere paralel yönde eğilme direnci deney örnekleri, (a) teğet kesit yüzeyli, (b) radyal kesit yüzeyli	46
Şekil 4.5. Liflere dik yönde çekme direnci deney örnekleri, (a) teğet kesit yüzeyli, (b) radyal kesit yüzeyli	47
Şekil 4.6. Eğilme direnci deney düzeneği (ölçüler mm'dir), (a) liflere dik yönde eğilme deneyi, (b) liflere paralel yönde eğilme deneyi	49
Şekil 4.7. Liflere dik yönde çekme direnci deney düzeneği	51
Şekil 5.1. Ağaç türü düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	58
Şekil 5.2. Birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	59
Şekil 5.3. Tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	60
Şekil 5.4. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	61
Şekil 5.5. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	62
Şekil 5.6. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	63

Şekil	Sayfa
Şekil 5.7. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	64
Şekil 5.8. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	65
Şekil 5.9. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri	66
Şekil 5.10. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri.....	67
Şekil 5.11. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri.....	69
Şekil 5.12. Ağaç türü düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri	71
Şekil 5.13. Kesim yönü düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri	72
Şekil 5.14. Birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri	73
Şekil 5.15. Tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri	73
Şekil 5.16. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri.....	74
Şekil 5.17. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri.....	75
Şekil 5.18. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri	76
Şekil 5.19. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri	77
Şekil 5.20. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri.....	78
Şekil 5.21. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri.....	79
Şekil 5.22. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri	80

Şekil	Sayfa
Şekil 5.23. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri	82
Şekil 5.24. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri.....	84
Şekil 5.25. Ağaç türü düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri	87
Şekil 5.26. Kesim yönü düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri.....	88
Şekil 5.27. Birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri.....	89
Şekil 5.28. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri.....	90
Şekil 5.29. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri	91
Şekil 5.30. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri	92
Şekil 5.31. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri.....	93
Şekil 5.32. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri.....	94
Şekil 5.33. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri	96
Şekil 5.34. Ağaç türü düzeyinde hava kurusu yoğunluk değerleri.....	98
Şekil 5.35. Ağaç türü düzeyinde tam kuru yoğunluk değerleri.....	99
Şekil 5.36. Ağaç türü düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri.....	102
Şekil 5.37. Birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri	103
Şekil 5.38. Tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri	104
Şekil 5.39. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri	105
Şekil 5.40. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarı değerleri	106

Şekil	Sayfa
Şekil 5.41. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri	107
Şekil 5.42. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarı değerleri.....	108
Şekil 5.43. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarı değerleri	110
Şekil 5.44. Ağaç türü düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri.....	112
Şekil 5.45. Kesim yönü düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri	113
Şekil 5.46. Tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri	114
Şekil 5.47. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri.....	115
Şekil 5.48. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri	116
Şekil 5.49. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri	117
Şekil 5.50. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri	118
Şekil 5.51. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde genişleme miktarı değerleri.....	119
Şekil 5.52. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri.....	120
Şekil 5.53. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri	121
Şekil 5.54. Ağaç türü düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri.....	124
Şekil 5.55. Birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri.....	125
Şekil 5.56. Tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri	126
Şekil 5.57. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri	127
Şekil 5.58. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri	128

Şekil	Sayfa
Şekil 5.59. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri	129
Şekil 5.60. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri	130
Şekil 5.61. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri	131
Şekil 5.62. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri	132
Şekil 5.63. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri	133
Şekil 5.64. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri	134
Şekil 5.65. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri	135
Şekil 5.66. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri	136
Şekil 5.67. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri	138
Şekil 5.68. Ağaç türü düzeyinde enine yönde daralma miktarı değerleri	140
Şekil 5.69. Kesim yönü düzeyinde enine yönde daralma miktarı değerleri	141
Şekil 5.70. Birleştirme tipi düzeyinde enine yönde daralma miktarı değerleri	142
Şekil 5.71. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde enine yönde daralma miktarı değerleri	143
Şekil 5.72. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri	144
Şekil 5.73. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri	145
Şekil 5.74. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri	146
Şekil 5.75. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri	147

Şekil	Sayfa
Şekil 5.76. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri.....	148
Şekil 5.77. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri.....	149
Şekil 5.78. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri.....	150
Şekil 5.79. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri.....	152
Şekil 5.80. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri.....	154

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Kusur giderme ve budak çıkarma makinası.....	16
Resim 3.2. Masif panellerde uygulanan dişli boy birleştirme yöntemi	19
Resim 3.3. Masif panelden üretilmiş mobilya örnekleri.....	20
Resim 4.1. Dişli freze bıçakları ile şekillendirilmiş ahşap çıtalar	42
Resim 4.2. Daire testere makinasında üçgen çıta üretimi	42
Resim 4.3. Deney pres cihazı görünümü	43
Resim 4.4. Tutkallanmış çıtaların pres tablasına yerleştirilmesi.....	44
Resim 4.5. Boyutsal değişim deney örneği.....	48
Resim 4.6. Test düzeneğinde eğilme direnci deney parçaları	50
Resim 4.7. Universal test cihazında liflere dik yönde çekme direnci deney örneği	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

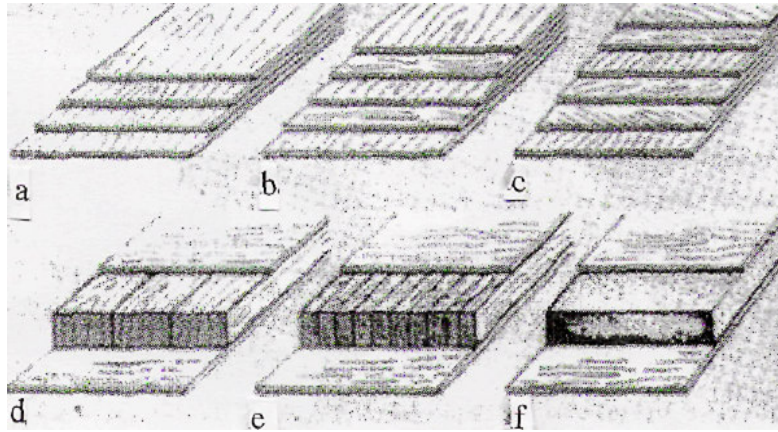
Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
$\bar{x}$	Aritmetik ortalama
$\alpha_{\perp}$	Liflere dik yönde genişleme
$\beta_{\perp}$	Liflere dik yönde daralma
$\beta_{//}$	Liflere paralel yönde daralma
$\alpha_{//}$	Liflere paralel yönde genişleme
A	Yapışma yüzeyi alanı (mm ²)
b	Deney örneğinin eni (mm)
cal	Kalori
σ_{ζ}	Liflere dik yönde çekme direnci (N/mm ²)
σ_e	Eğilme direnci (N/mm ²)
eş	Eşitlik
h	Deney örneğinin yüksekliği (mm)
Komp	Komponent
ℓ	Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)
L₁₂	% 12±0,5 rutubetli ölçü
L₂₁	% 21±0,5 rutubetli ölçü
L₇	% 7±0,5 rutubetli ölçü
P	Anlamlılık değeri
P_{max}	Kırılma yükü (N)
s	Standart sapma

Kısaltmalar	Açıklama
ANOVA	Varyans Analizi
AR-GE	Araştırma ve Geliştirme
EN	Avrupa Standardı
GLULAM	Lamine Kereste
HDF	Yüksek Yoğunlukta Lif Levha
HPL	Yüksek Basıncılı Laminant
İSO	İsosiyanat
LDF	Düşük Yoğunlukta Lif Levha
LSD	En Küçük Önemli Fark
MAP	Masif Ahşap Paneller
NDE	Tahribatsız İnceleme Metodu
OAE	Ormancılık Araştırma Enstitüsü
PEP	Polimer Emülsiyonlu Poliüretan
PFR	Fenol-Rezorsin Formaldehit
PVA	Polivinilasetat
RF	Rezorsin Formaldehit
RM	Rutubet Miktarı
VHDF	Çok Yüksek Yoğunlukta Lif Levha

1. GİRİŞ

Ahşap kullanımının önemi, özellikle I. Dünya Savaşı 'ndan sonra artmıştır. Ayrıca hammadde ve polimer sanayindeki gelişmelerle ortaya çıkan sıcak, soğuk ve her türlü iklim koşullarına dayanıklı olan polimer esaslı tutkallar, ahşaptan yararlanma yollarını artırmıştır [Ersoy, 2001]. Yapay ahşap kavramı içinde birçok malzeme geliştirilmiştir (Şekil 1.1). Bu yapay ahşap levhalara; yonga levhalar (genel amaçlı, kaplamalı, form verilmiş, etiket tipi, alçılı, çimentolu, OSB), lif levhalar (hafif – LDF, orta sert – MDF, sert – HDF, çok sert – VHDF), kontrplaklar, kontratablalar örnek verilebilir. Doğal ahşaptan daha ekonomik ve daha üstün fiziksel özellikler amaçlanarak üretilen bu yapay levhaların, günümüzde mobilya ve donatım malzemesi olarak yapılarda büyük kullanım alanı bulunmaktadır. Ancak çeşitli yöntemlerle iyileştirilmeye çalışılsa da, masif ahşap malzemenin bünyesinde bulunan budak, çatlak ve eğilme, çarpılma gibi kusurların tamamen giderilmesi mümkün olamamaktadır. Bu nedenle yapay ahşabın kullanımı sınırlı kalmaktadır.

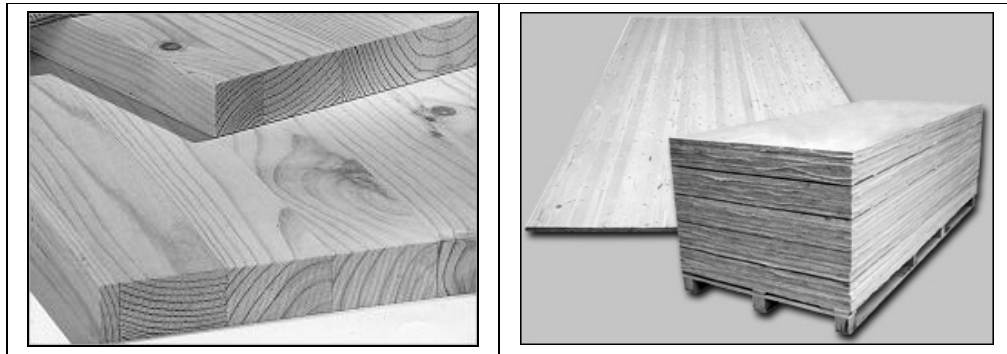


Şekil 1.1. Çeşitli tabakalı ahşap malzemeler, (a–c) değişik kontrplak malzemeler, (d–f) farklı yapıda masif ahşap tabakalı malzemeler [Ersoy, 2001]

Türkiye orman ürünleri ve mobilya sanayisi, imalat sanayi içerisinde % 4 'lük bir paya sahiptir. Ancak içerdiği her biri ülke sanayi için önem taşıyan alt sanayi dalları (kereste, yonga levha, kaplama, ambalaj, mobilya, kağıt - karton gibi) ile önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda Türkiye orman ürünleri dış ticaretinin önemli ölçüde artış göstermesine karşın, dış ticaret dengesi (İthalat – ihracat oranı) Türkiye aleyhine

gelişmiş ve son 5 yılda ithalatı karşılama oranı % 30 civarında gerçekleşmiştir. Son yıllardaki iyileşmeye rağmen, ülkemizde orman ürünleri ve mobilya endüstrisinin gelişimini olumsuz etkileyen ya da sınırlayan faktörleri; sektörün yapısal bozukluğu, işletmecilik alanındaki gelişmelere uyum sağlayamaması, teknik eleman istihdam politikası yanlışlıkları, teknolojik gelişimi sağlamaya yönelik Ar-Ge merkezlerinin bulunmaması, başta üniversiteler olmak üzere eğitim – araştırma ve sanayi kuruluşları arasındaki işbirliğinin yeterli bir etkinlik düzeyinde sağlanamaması şeklinde sıralayabiliriz [Gündüz ve ark., 2003].

Ahşabın ekonomik kullanılması ve yapay ahşabın özelliklerinin artırılması için çalışmalar sürekli devam etmekte ve en az doğal masif ahşabın kalitesi ve özelliğinde yeni malzemeler geliştirilmektedir. Bu çalışmanın da konusunu oluşturan masif ahşap paneller (MAP), çitalar halinde dilme işlemi yapılan ahşabın niteliksiz kısımları (lif bozukluğu, budaklılık, yarıлма, renk bozukluğu, mantarlaşma gibi) çıkarılarak ahşap malzemenin tekrar yapıştırılması ile elde edilmektedir (Şekil 1.2). Masif ahşap panellerin üretiminde, dilinmiş masif ahşap parçalar, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyen polimer esaslı bir yapıştırıcı kullanarak lif yönleri birbirlerine paralel olacak şekilde yan yana dizilip, belirli bir sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmaktadır. Böylelikle, daha büyük boyutlarda, budak, çürük, çatlak ve benzeri kusurlardan arındırılmış, yeniden işlenebilecek bir malzeme elde edilmektedir.



Şekil 1.2. Masif ahşap panelin görünümü

Son yıllarda ülkemizde de kullanımı yaygınlaşan masif ahşap paneller, ahşap malzemeden üretilmesi, kusurlarından arındırılmış olması, ekonomik ve doğal olması gibi özellikleri ile bu panellerde gerçek ahşap öne çıkmaktadır. Ayrıca kullanılan yapıştırıcılar, insan sağlığına ve çevreye zararsızdırlar. Bu avantajlarından dolayı özellikle Amerika ve Avrupa 'da son yıllarda mobilyaların büyük bir çoğunluğu bu malzemeden üretilmektedir. Bu ülkelerin mobilya ve orman ürünleri pazarında önemli paya sahip olan masif ahşap paneller, orman ürünleri üreticileri için önemli bir malzemedir [Akça, 2003].

Ülkemizde kullanımı giderek artan masif ahşap paneller, önümüzdeki yıllarda mobilya yapımında levha olarak öncelikle tercih edilen malzeme olacaktır. Halen ikisi büyük ölçekli, 12 'si orta ölçekli olmak üzere toplam 20 adet işletmede üretimi yapılmaktadır. Bu işletmeler, dış piyasaya ürün pazarlamakta; ancak teknolojik yapıları, pazarlama stratejileri, AR-GE birimi eksiklikleri nedeniyle dış piyasada yeteri kadar pazar payı alamamaktadırlar. Bu nedenlerle masif ahşap panellerin mevcut durumu irdelenmeli ve sorunlara teknolojik ve ekonomik olarak çözümler üretilmelidir.

Masif ahşap paneller, ülkemizde yeni yeni tanınmaya başlanmış yarı mamul bir malzeme olduğu için bununla ilgili yapılmış kapsamlı akademik bir araştırma bulunmamaktadır. Bu malzemenin, kusursuz ve sağlıklı bir malzeme olarak diğer ahşap esaslı levhalara alternatif olacağı yeteri kadar tartışılmamıştır. Ayrıca firmalarla yapılan görüşmelerde, işletmelerin bu malzemeyi tanımaları ve üretimine başlamaları yurtdışında çalıştıkları firmaların talepleri sonucu gerçekleştiği ortaya çıkmıştır. Üreticilerden sadece iki büyük ölçekli işletme, yurtdışından gelen talep üzerine üretimini yaptıkları malzemenin fiziksel ve mekanik deneylerini yapmışlardır. Ancak bu çalışmalar firma bazında ve üretim imkanları kapsamında yapılmıştır. Masif ahşap paneller, yeni bir malzeme olması ve ülkemizde yeteri kadar teknolojik araştırmasının yapılmamış olması nedeniyle bu çalışmanın konusu olarak seçilmiştir.

Bu çalışma ile masif ahşap panellerle ilgili kapsamlı bir akademik araştırma yaparak, orta ve küçük ölçekli işletmelerin ihracat yapabilmeleri için gerekli üretim standartlarını oluşturabilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak, mevcut üretim yöntemleri ile üretilen masif ahşap paneller ile bu çalışma bünyesinde önerilen üretim yöntemleri ile üretilen masif ahşap panellerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılıp, çevreye duyarlı ve ekonomik alternatif masif ahşap panellerin geliştirilmesi öngörülmüştür.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Masif ahşap panellerle ilgili ilk akademik araştırmalar, 1960 'lı yılların başlarında Kanada 'da ve orman ürünleri konusunda önemli ticaret yapan ülkelerde başlamıştır. Özellikle Hindistan 'da bölgesel yetiştirme özelliği gösteren teak (*Tectona grandis* L.) ve kauçuk (*Hevea brasiliensis* M.) ağaçlarının kullanım alanını genişletmek kapsamında geniş çalışmalar yapılmıştır [Shukla ve ark.,1999]. Yalnız, yapılan çalışmaların hepsi ticari amaçlı olmuş ve akademik bir değer oluşturmamıştır. Bu nedenle direkt masif panellerle ilgili akademik çalışmalara ulaşmak zor olmuştur. Ayrıca, masif panellerin uluslararası kabul gören bir literatürünün olmaması her araştırmada farklı isimler ve tanımlamalar almasına neden olmuştur. Bu nedenle literatür çalışmasında en birleştirmeli masif panelin yanı sıra benzer uygulamalar olan boy birleştirmeli uygulamalar ve endüstriyel kompozit malzemeler de incelenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan tutkal türleri, birleştirme türleri ve kesim yönleri ile ilgili araştırmalarda literatüre konulmuştur.

Örs, “Kama birleştirmeli masif ağaç malzemede mekanik özelliklerin belirlenmesi” konulu araştırmasında, polivinilasetat, fenol formaldehit tutkalları ile sarıçam, Doğu ladini, Doğu kayını ve Uludağ göknarı ağaç türlerinin kama birleştirmede mekanik özellikleri üzerine kullanılan tutkal, ağaç türü ve çeşitli ortam şartlarında bekletmenin etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, kullanılan tutkal türlerinin makaslama, eğilme ve çekme dirençlerine etkisinin olmadığı, ağaç türleri arasında görülen farklılığın ise değişik türlerdeki ağaçların mekanik özelliklerindeki farklılıktan kaynaklandığını belirlemiştir. Soğuk suda bekletilen örneklerde PVA tutkalı ile birleştirilen örneklerin kabul edilebilir minimum değerlerin altında olduğu, üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkalları ile hazırlanan örneklerin direnç değerleri ise standartlarda belirtilen değerlere göre kabul edilebilir olduğu, üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkalları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığını saptamıştır. 6 saat 100 °C kaldıktan sonra 2 saat süreyle 20 °C suda bekletilen örnekler üzerine yapılan deney sonuçlarına göre üre formaldehit tutkalı örneklerin direnç değerleri standartlarda belirtilen değerlerin altında bulunmuş, fenol formaldehit tutkalı örneklerin direnç değerlerinin ise standartlara

göre kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Sıralı kaynatma ortamında bekletilen örnekler üzerine yapılan deneyler sonucunda fenol formaldehit tutkalı ile yapıştırılmış örneklerin kohezyon ve adezyon kuvvetini kaybetmeyerek yeterli direnç gösterdikleri gözlenmiştir [Örs,1981].

Youngquist ve ark., lamine edilmiş Gökmar kirışlerde kat genişliği, kat kalınlığı, boy birleştirme şekli ve ağağ malzeme kalitesinin mekanik özellikler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, 2. ve 3. sınıf ağağ malzeme, 9 – 18 – 28 cm kat genişliği, 2,5 – 3,2 – 4,7 mm kat kalınlığı ve boy birleştirmelerde yatay – dikey kama dişli ile pahlı boy birleştirme uygulamışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, farklı kat kalınlığı ve farklı kaplama kalite sınıfındaki örneklerde, kat genişliğinin eğilme direnci, elastikiyet modülü üzerinde etkili olmadığı. 2. sınıf ağağ malzemeden hazırlanan örneklerin direnç değerinin, 3. sınıf malzemeli örneklerden daha fazla olduğu saptanmıştır. Pahlı boy birleştirme uygulanan örneklerin liflere paralel çekme direnci en yüksek olup, en düşük liflere paralel yönde çekme direnci kama dişli birleştirmenin yatay olarak uygulandığı örneklerde ortaya çıkmıştır. Ayrıca lamine kat kalınlığı arttıkça eğilme direnci azalmakta, elastikiyet modülü ise kat kalınlığından etkilenmemektedir [Youngquist ve ark., 1984].

River ve Arnold, masif ahşap panellerde lataların baş kısımlarında meydana gelen açılmalara rutubetin etkisini araştırmışlar ve sonuç olarak ağağ türü, tutkal viskozitesi ve presleme basıncı dışında rutubet miktarının da etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Ağacın rutubet miktarındaki küçük değişimler bile bu kusurda etkili olup, iyi takip edilmesi gerekmektedir. % 1 'lik değişimlerin üç farklı ağağ türünde (meşe, kıızılağağ, sarıçam) meydana getirdiği ölçü değişikliği analizine göre en çok değişim oranı sarıçamda, sonra kıızılağağ ve meşe ağacında görölmüştür [River ve Arnold, 1991].

Pellicane, Gutowski ve Jauslin, kama dişli boy birleştirmelerde olabilecek muhtemel hataların liflere paralel çekme direnci üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deney parametresi olarak, eksik dişli, düzensiz dişli, kısa dişli, ezik dişli, sürtünerek geçen dişli ile kısmı tutkallı, tutkala ağağ tozu katma ve birleştirmeden önce

örnekleri ıslatma gibi pratik uygulamalarda karşılaşılabilecek kusurları seçmişlerdir. Araştırma sonucunda, kısa ve eksiksiz dişli örnekler ile tutkalın kısmen sürüldüğü örneklerde elde edilen liflere paralel çekme direncinin, kusursuz olarak hazırlanan örneklerden daha az olduğu, diğer kusurların ise istatistiksel olarak önemli bir etki yapmadığı saptanmıştır [Şenay, 1996].

Beaulieu ve Samson tarafından yapılan “Yapısal parmak birleştirmeli kerestelerin çekme direnci üzerine uzunluğun etkisi” isimli çalışmada, 762 mm, 2286 mm ve 3048 mm uzunluğundaki masif parçalardan rezorsin formaldehit tutkalı kullanılarak yapılan parmak birleştirmelere çekme direnci deneyi yapılmıştır. Deney sonucunda, daha uzun olan parçaların tespit edilen liflere paralel çekme direnci değerleri kısa parçalara nazaran daha düşük bulunmuştur. 762 mm uzunluktakilere göre ortalama değerler 2286 mm uzunluğundaki parçalarda % 70 – 86 daha az, 3048 mm uzunluğundaki parçalarda ise liflere paralel çekme direncinin ortalama değerlere göre % 78 – 88 daha az olduğu belirlenmiştir [Dağlı, 2002].

Kılıç ve Güray, yaptıkları araştırmada, kama dişli birleştirmelerde diş konumu ve diş profilinin eğilme direnci üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında, sarıçamdan elde edilen örnekler kayından elde edilenlere göre, PVAc tutkalının suya dayanıklı türü (VB20) PVAc ‘ye göre, diş uzunluğu 12 mm olanlar 8 mm olanlara göre ve diş konumu yanda olanlar üstte olanlara göre eğilme direnci daha yüksek sonuçlar vermiştir [Kılıç ve Güray, 1999].

Örs ve ark., “Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper – Lackleim 308 Tutkallarının Yapışma Dirençleri” isimli çalışmalarında, ağaç işleri endüstrisinde kullanılmak üzere üretilmiş olan Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper – Lackleim 308 tutkallarının ağaç malzemelerden; Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarında yapışma dirençlerini araştırmışlar ve bunun için TS 5430 ‘a göre hazırlanmış deney örneklerine çekme direnci deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak; en yüksek çekme direnci Klebit 303 tutkalı ile Doğu kayını (8,980 N/mm²) ve sapsız meşe (8,950 N/mm²) ‘de ortaya çıkmıştır. En düşük çekme direnci ise super lackleim 308 tutkalı ile sapsız meşe

(5,018 N/mm²) ve klebit 303 tutkalı ile sarıçam (5,045 N/mm²) ağaçlarında tespit edilmiştir [Örs ve ark., 1999].

Shukla ve ark., yaptıkları çalışmada kauçuk ağacından (Rubber wood – *Hevea Brasiliensis* M.) ürettikleri masif panelleri kuru ve nemli hava şartlarında IS:1708 numaralı Hindistan standardı kullanılarak makaslama direnci testlerine tabi tutmuşlardır. Sonuçları kauçuk lamine kereste, masif kauçuk ağacı ve masif teak ağacı (*Tectona grandis* L.) ile karşılaştırmışlardır. Deney sonuçlarına göre, kauçuk masif panel (PSL), teak ve masif kauçuk ağacından çok az düşük değerlerde, kauçuk lamine keresteden oldukça düşük değerlerde direnç özellikleri göstermiştir. Bu sonuçlardan kauçuk masif paneller, kapı ve pencere doğraması, gemi, kiriş yapımı gibi farklı amaçlar için yapı malzemesi olarak kullanılabilir görüşü ortaya çıkmıştır [Shukla ve ark., 1999].

Altınok ve ark., araştırmalarında, kama dişli boy birleştirmelerde ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin eğilme direncine etkilerini incelemişlerdir. Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç türlerinden üretilmiş örnekler 10 mm ve 25 mm sivri diş, 10 mm trapez diş açılmış ve parçalar kleiberit 303 ve 305 tutkalları ile boy birleştirilmiştir. DIN 52186 'ya göre yapılan eğilme direnci deneylerinde en yüksek eğilme direncini kleiberit 303 tutkalı ile birleştirilmiş 25 mm sivri dişli meşe örnekler vermiştir [Altınok ve ark., 2000].

Ayarkwa ve ark. yaptıkları çalışmada, tropikal Afrika kökenli sert ağaçlardan (Obech, Makare, Maabi) elde edilmiş örneklerde dişli birleştirmelerin eğilme ve çekme direnci özellikleri üzerine tutkal tipinin etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, kullanılan (Resorsin formaldehit, Melamin formaldehit ve İsosianat) türünden tutkal tiplerinin üç farklı ağaç türünden hazırlanan örneklerde kama dişli birleştirmelerin eğilme ve çekme dirençleri üzerinde istatistiksel anlamda etkili olduğunu, üç tutkal tipinin eğilme ve çekme elastikiyet modülleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Obeche ağaç türünden üretilen parmak diş birleştirmeler için üç farklı tutkal türünün eğilme direnci üzerindeki etkisi birbirine

çok yakın çıkmıştır. Makore ve Moabi türlerinden üretilen parmak diş birleştirmelerin eğilme ve çekme dirençleri üzerinde melamin formaldehit tutkalı etkili olmuştur. Odunun kırılma oranı ve birleştirme etkinliği temel alındığından RF ve ISO tutkalı orta yoğunluktaki Makore ve yüksek yoğunluktaki Moabiden üretilen parmak diş birleştirmesinde yeterli bir yapışma etkinliği vermemiştir. Makore, Moabi ve Obeche ağaç türlerinden üretilmiş örneklerin dişli birleştirilmesinde yapışma dayanımı, ağaç türlerinin yoğunluğuna bağlıdır. Buna bağlı olarak düşük yoğunluktaki Obeche en yüksek, yüksek yoğunluktaki Moabi ise en düşük yapışma direncini göstermiştir. Yüksek yoğunluktaki Moabi melamin formaldehit ile parmak dişli birleştirmelerin odunda kırılma oranları üç ağaç türü için de en düşük olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda Makore ve Moabi ağaç türlerinin çekme direnci için Melamin formaldehit tutkalı, düşük yoğunluktaki Obeche ağaç türünden üretilen parmak diş birleştirmelerin üretiminde ise İsosiyanat tutkalı tavsiye edilmektedir [Dağlı,2002].

Dağlı, “Tutkal farkı ve bekletme ortamının kama dişli birleştirmede mekanik özellikler üzerine etkisi” isimli çalışmasında saplı meşe (*Quercus Robur* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapelli (*Entandropayma Cylindricum*) ağaç türleri ile PVA ve PVA – D4 tutkalları kullanarak elde ettikleri kama dişli boy birleştirme uygulanmış masif panellere mekanik deneyler uygulamıştır. Sonuç olarak uygun tutkal seçilmesi halinde kama dişli boy birleştirmeli masif panellerin, masif ağaç malzemeye göre aynı direnç özellikleri gösterdiği görülmüştür. Ayrıca çekme ve eğilme deneyleri üzerinde tutkal etkisinin olmadığı, eğilmede elastikiyet modülü tespitinde ağaç türünün önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir [Dağlı, 2002].

Albrektas ve Vobolis yaptıkları çalışmada, masif ahşap panellerden oluşan tutkallanmış ahşap parçalar grubunun mekanik sınırlarını ve bozukluklarını rezonans osilasyon frekansları yöntemiyle incelemişlerdir. Rezonans osilasyon frekansları yönteminde düz bir zeminde dört köşeden gönyeli yerleştirilen levhanın belirlenen dört noktadan altına yerleştirilen elektrik akımı değişimlerini ses titreşimlerine çeviren cihaz (loudspeaker) yerleştirilir. Cihaz içerisinde ses frekans değerini ölçen osiloskop, ölçüm aygıtları, faz ölçer (phasometer) ve elektrik osilasyon jeneratörü

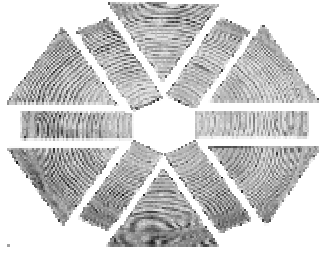
vardır. Levhanın üzerinde belirli bir noktaya yerleştirilen ölçüm aygıtı ile osilasyon genliği ve frekans değerleri ölçülmektedir. Sonuç olarak, liflere paralel yöndeki elastikiyet modülü liflere dik yöndekine göre yaklaşık 7,5 kat yüksek çıkmıştır. Ayrıca tutkal hattına paralel yönde kusur büyüklüğü artışı durumunda elastikiyet modülü değeri liflere dik yönde % 47 azalırken liflere paralel yönde % 8 azalma görülmüştür [Albrektas ve Vobolis, 2003].

Altınok ve Söğütü, “Kama dişli boy birleştirmelerde ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin çekme direncine etkileri” isimli çalışmada doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç türlerinden hazırlanan deney örneklerine 10 mm sivri diş, 10 mm trapez diş profiller açılarak, kleiberit 303 ve 305 tutkalları ile boy birleştirme uygulanmıştır. Yapılan çekme direnci deneylerinde en iyi direnci kleiberit 303 tutkalı ile yapıştırılan 10 mm sivri dişli birleştirme uygulanmış doğu kayını ağacından örnekler göstermiştir [Altınok ve Söğütü, 2003].

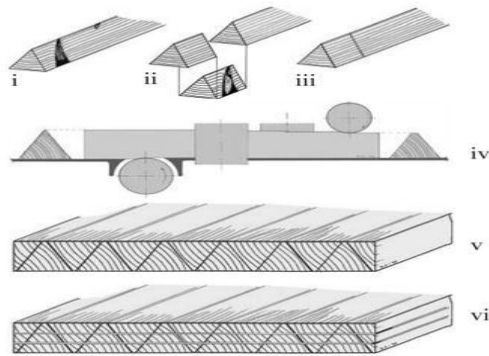
St – Pierre ve ark., yaptıkları çalışmada parmak birleştirme uygulanmış Ladin ağacına (*Picea mariana* Mill.) farklı sıcaklık ve rutubet miktarlarında çekme direnci uygulamış ve rutubet ile sıcaklığın etkilerini tespit etmişlerdir. Araştırmalarında tutkal olarak polimer emülsiyonlu poliüretan (PEP) ve fenol – rezorsin formaldehit (PFR) ‘in yeni hızlı sertleştiricili formülü kullanılmıştır. Farklı rutubet miktarlarında (% 12, % 16, % 20 ve % 28 üstü) 2 X 3 inch ölçülerinde ladin parçalara parmak birleştirme için önemli olan çeşitli sıcaklıklarda (-5 °C, 5 °C, 12 °C ve 20 °C) iklimlendirip tutkalı birleştirme işlemi yapılmıştır. Ardından 24 saat oda koşullarında bekletildikten sonra çekme direnci testi uygulanmıştır. Sonuç olarak; PFR tutkalının PEP tutkalına göre daha iyi yapıştığı ve PFR için en ideal rutubet miktarının %16 olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca PEP tutkalı için en uygun rutubet değerleri %12 - %16 arasında ve en iyi sıcaklık değerleri ise 5 °C ile 20 °C arasında olduğu tespit edilmiştir [St – Pierre ve ark., 2005].

Sandberg ‘in geliştirdiği “PrimWood Metodu” dikdörtgen ve üçgen enine kesitin her ikisiyle de kereste üretimi yapılan yıldız kesim adı verilen kesim şeklidir (Şekil 2.1).

Ağacın yaş kısmı kullanılmadan yıllık halkaların dikey yönde yönlendirildiği radyal kesiş yönlü kereste üretimi, bu metodun verimliliğini arttırmaktadır. PrimWood Metodu, düşey yıllık halkalı, budaksız masif ahşap panel üretiminde kullanılmıştır. Üretimin özelliği, budaksız üçgen çıtalar parmak birleştirme ile bir blok panel içinde tutkallanarak bir bütün oluşturmasıdır (Şekil 2.2). Sonra elde edilen blok parçalar, dikey yıllık halkalı ince paneller halinde istenen kalınlıklarına göre dilimlenir. PrimWood Metodu, endüstriyel fabrikada denenmiştir. Üretim sistemi, yıllık 16.800 m³ yıldız kesim keresteye karşılık gelen yaklaşık 30.000 m³ tomruk kesimi üzerine tasarlanmıştır [Sandberg, 2005].



Şekil 2.1. PrimWood Metodu 'nda kereste kesimi



Şekil 2.2. Üçgen çıtalı levhaların temel üretim şeması

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Masif Ahşap Paneller (MAP) ve Teknolojisi

Ahşabın kullanıldığı yerde yapısının mekanik veya kimyasal yolla bozulmadan, başka veya diğer ahşap malzemeler ile kesilip biçilip birleştirilmeden kullanılması ve boyutlarının fonksiyonunu tek başına göreceği halde olması durumuna “masif ahşap” denilmektedir.

Masif ahşap panel (MAP), aynı tür ve niteliğe sahip ağaç türünden elde edilen, kusurlarından arındırılmış çıta veya lata boyutlarındaki masif ahşap malzemelerin uç uca ekli ya da tek parça halindeyken tekniğine uygun olarak yan yana yapıştırılması ile elde edilen ahşap panellerdir.

3.1.1. Masif ahşap panellerin özellikleri

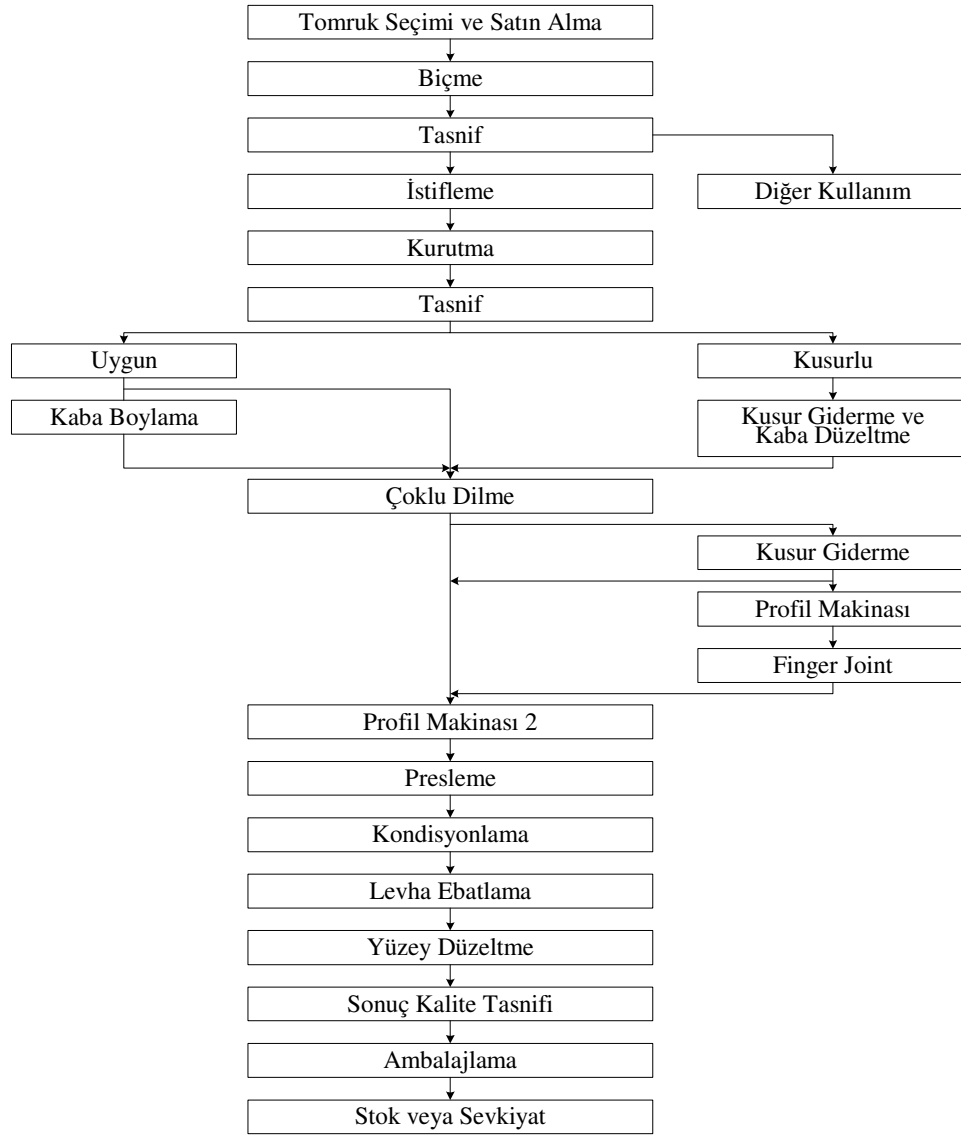
Masif ahşap paneller (MAP), daha çok iç mimari ve dekorasyon işleri ile mobilya üretiminde kullanılan, üstün kaliteli, sağlıklı, doğal, kullanımı kolay ve hızlı, modern, çağdaş yarı mamul üründür. Bu paneller, geniş yüzeylerde dekoratif görüntüsü, stabil ve dayanıklı olması özellikleri için kullanılır [Akca, 2003]. Özellikle yüzeyde düzgün ve temiz ahşap görüntüsü sağlaması diğer ahşap esaslı panellere göre avantaj olarak kabul edilmektedir. Ayrıca mobilya üretiminde kullanırken, yüzey ve kenar kaplama maliyeti yoktur. Masif ahşap panelin (MAP) mobilya endüstrisinde kullanım alanı bulabilmesine neden olan en önemli avantajlardan biri de ahşap esaslı panellerde panel boyutlarına göre ürün tasarlama zorunluluğuna karşın masif panellerde, özellikle genişlik yönündeki farklı ölçülerin ilave maliyet getirmeksizin rahatlıkla üretilebilmesi imkanındır. Bununla beraber isteğe göre farklı genişliklerde üretilebileceğinden fazla fire önlenmiş olur [Kahveci, 2003].

3.1.2. Masif ahşap panellerin üretimi

Mevcut bir tesis varsa MAP üretimi yapabilmek için yeniden planlanmalı, tesis yeni kurulacaksa fizibiliteden başlayan bir karar sürecinden geçilmelidir. Üretim aşamalarına geçmeden önce bilinmesi gerekli üretim parametrelerinden en önemlisi üretimin hemen her aşamasında hassasiyetin yüksek oluşudur. Basitçe çıtaların yan yana yapıştırılmasından ibaret olarak görülen bu konu, ağaç işleri sanayisindeki en hassas üretim sayılır. Preslenecek çıtalarındaki her bir parçanın genişlik ölçüsündeki değişimin 0,05 mm 'yi geçmemesi gereklidir [Kahveci, 2003].

Üretimden önce bilinmesi gereken bir diğer üretim parametresi de üretim yapılacak tesisin imkanlarıdır. Çoğunlukla kereste imal eden işletmelerin aday olduğu bu üretim için kurutma tesisi ve diğer makinaların teknik özellikleri bu imalata göre değerlendirilmelidir. Kereste fabrikasında sadece atıkların değerlendirilmesi için düşünüldüğünde bazı zorluklar ile karşılaşılacaktır. MAP üretiminde atıkların da değerlendirilmesi mümkün olmakla birlikte sadece atıklardan üretim yapmak ekonomik olmaz. MAP üretimi için mevcut fabrikalarda kullanılan işlem sırası kısaca; kurutma, dilme, kusur giderme, lata boylama, dört işlem, boyuna birleştirme, yanyana ekleme, ebatlama, kalibre ve ambalajlamadır.

MAP üretimine ilişkin iş akış şeması Şekil 3.1 'de verilmiştir [Kahveci, 2003].



Şekil 3.1. Masif ahşap panel üretim şeması

Tomruk (ağaç) seçimi

Masif panel üretiminde kullanılacak ağaçlar, üretim taleplerine göre tomruk halinde alınır. Kalite ve sınıf özelliklerine göre ön kontrolleri yapılan tomruklar tercih edilir. Masif ahşap panel üretiminde ağaç türü kısıtlaması yoktur. Her ağaç türü kullanılabilir.

Kereste kurutma

Masif panel üretimi için kullanılacak kereste % 10 ± 2 rutubet derecesine kadar kurutulmalıdır. Kurutma sonunda keresteler, rutubet dağılımı ve kurutma kalitesi açısından kontrol edilmelidir. Kurutulan keresteler, tercihen üstü kapalı bir ortamda istiflenmelidir [Kahveci, 2003].

Dilimleme

Kereste kurutulduktan sonra dört işlem öncesi boyutlara göre dilimlenir. Bu aşamada, bazı ağaç türlerinden yapılacak masif panellerde önemli olması nedeniyle elde edilen latanın geniş yüzeyinin görünüşüne göre (frezeli ve hareli) ve tam boy ya da kusurlardan arındırma işlemine göre gruplandırılır. Lata geniş yüzeyinin (masif panelin alt ve üst yüzeyi) görünüşüne göre teget yüzey (hareli) ve radyal yüzey (frezeli) olarak ayrılabilir. Bu gruplandırmanın amacı yüzey görünüşü ile ilgili piyasanın talebidir. Dilimleme işlemi için çoklu dilme makinası veya planya kombineli çoklu dilme kullanılabilir. Dilme işlemi sonrasında yapılacak sınıflandırma işin kalitesi ile bağlantılıdır. Renk sınıflandırması tam boylar için bu aşamadan başlatılır [Kahveci, 2003].

Kusur giderme ve budak çıkarma

Dilimleme işleminden çıkan lataların üzerlerindeki kusurların masif panel standartları dışında kalanlarının çıkarılması işlemidir. Bu işlemde tercih edilen makine bilgisayar kontrollü boylama ve kusur giderme makinasıdır [Kahveci, 2003]. İşlem başlangıcında kusurlu bölgeler renkli tebeşirlerle işaretlenir. Makinaya bağlantılı fotoseller sayesinde renkli işaretler algılanır ve o bölgelerden kesim yapılır. Kesimden sonra latalar uzunluklarına göre otomatik olarak sepetlere gönderilir (Resim 3.1).



Resim 3.1. Kusur giderme ve budak çıkarma makinası [Yongapan A.Ş., 2004].

Tutkallama ve boy ekleme

Masif panel üretimi için gerekli olan standartta boy ekleme için dişlerin açılarak tutkallanan malzemelerin preslenmesi işlemidir. Tutkallamada çoğunlukla PVA tutkalı tercih edilir. Boy eklemede kullanılan makinanın özellikleri ve gelen lataların kalınlık ya da genişlik değişimi dikkate alınarak boy eklemeye girecek lataların en az iki yüzeyi dört işlem makinasında işlem görmüş olması gerekebilir. Preslemede lata kesit birim alanına düşecek basınç, ağaç türlerine göre değişmektedir [Kahveci, 2003]. Lata boylarına dişli birleştirme yapabilmek için finger joint makinasında diş açılır. Burada açılan dişin sayısı, derinliği, biçimi ve yönü önemlidir. Dişli birleştirme, malzemenin dayanımını doğrudan etkilediği için çok hassasiyet gerektiren bir uygulamadır. Bununla ilgili sayısız çalışma ve araştırma yapılarak kullanım yerlerine göre istenilen dişin açılmasını sağlayan sistemler geliştirilmiştir.

Boylama

Boy eklemeli lataların boyları önceden boy ekleme makinasında istenilen ölçülere getirilmiştir. Bilgisayar kontrollü kusur giderme makinası ile işlem gören latalar ise istenilen boya göre boylanmışlardır. Dilimleme işleminde seçilen kusursuz tam boy latalar, boylanma işlemine sokulmamıştır [Kahveci, 2003].

Dört kenar işleme

Preslenecek lataların tutkallanacak yüzeyleri birbirine tam paralel ve latanın kesitine göre komşu kenarlar birbirine dik olmalıdır. Bu işlemi yapmak için dört işlem makinasına ihtiyaç vardır. Piyasada rabıta makinası olarak da bilinen hassasiyeti yüksek rabıta makinalarında işlenen lataların esas sınıflandırması bu aşamada yapılmaktadır [Kahveci, 2003].

Yan yana yapıştırma (presleme işlemi)

Yapıştırma işlemi iki farklı makinede yapılabilir. Bunlar tablalı ve sürekli preslerdir. Sınıflandırması yapılan latalar, presleme işlemine gelmiş olsa da presleme öncesi panelin son şekline göre dizilip görülmelidir. Ayrıca tam boy lata kullanılan panellerde lataların yan yana dizilişlerinde yıllık halkaların zıt yerleştirilmesi de sağlanmalıdır. Bu durum masif panel üretimi için son derece önemlidir. Lataların bir kenarı tutkallanarak presleme işlemine geçilir. Tutkal olarak farklı kullanım yerlerine göre farklı malzemeler kullanılsa da gerek insan sağlığına etkisinin olmaması gerekse yüksek ve esnek yapışması nedeniyle D3 veya D4 normunda PVA tutkalı tercih edilir. Tutkal türü, sıcaklık ve lata kalınlığına bağlı olarak presleme süresi tespit edilir. Yan yana eklemede pres basıncı ağaç türlerine göre değişmekle birlikte $8 - 16 \text{ kg/cm}^2$ arasındadır. Presten çıkan malzeme, levha halinde istiflenir ve ortam sıcaklığına bağlı olarak 2 – 4 gün tutkalın sertleşmesi ve iklimlendirme amacıyla bekletilir [Kahveci, 2003].

Ebatlama

İstiflerde bekletilmiş olan masif panellerin boyutları net ölçüsünden büyük ve kenarları düz değildir. Bu levhaları istenilen ölçülere ve gönyeye getirmek için ebatlama işlemi yapılır. Bu işlem her işlemde olduğu gibi kalite kontrol ve sınıflandırmanın bir parçasıdır. Presleme işleminden önce kaynamış gibi görülen bir budak çatlamış veya düşmüş olabilir. Bu durumda levhanın sınıfı değişebilir ya da budak yama işlemi yapılabilir [Kahveci, 2003].

Kalibre zımparalama işlemi

Masif panel ürünleri çoğunlukla mobilya imalatında kullanıldığından müşteriler, her iki yüzeyin birbirine paralel (kalibre edilmiş) ve orta düzeyde liflerinden arındırılmış olmasını beklerler. Bu nedenle her iki yüzey kalibre edilir ve talebe göre 100 veya 120 numara zımpara ile zımparalanır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, masif panelin bir masif malzeme olduğu, pres ve önceki makinalardaki hassasiyeti de dikkate alarak kaldırılması gerekli talaşın güçlü ve stabilitesi iyi bir makine ile zımparalanmasıdır. Kalibre zımparalama işlemi ile masif panelin yüzeyi net bir şekilde görülür ve sonuç kalite sınıflandırması burada kesinleşir [Kahveci, 2003].

Ambalaj

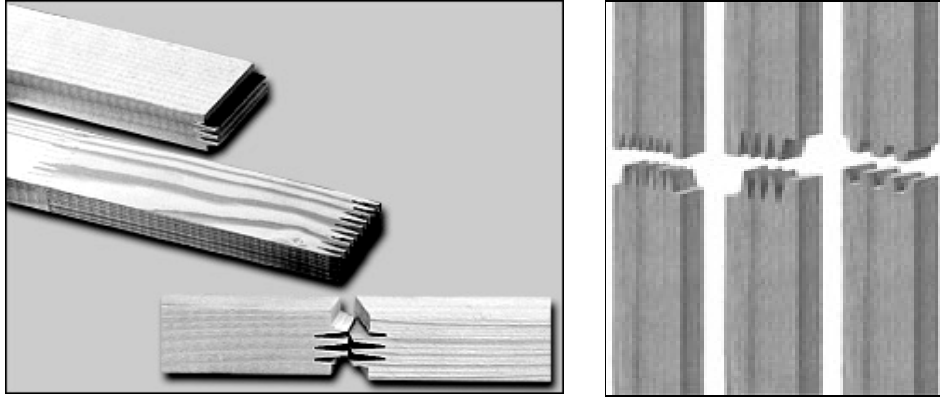
Masif panel bir masif ürün olduğu için ortamın bağıl nemi ve sıcaklığının etkisi altında masif ahşap gibi davranır. Bunun için depolama, sevkiyat ve kullanıcının depolamasındaki olumsuz şartların malzemeyi etkilememesi için ambalajlama işlemi yapılmalıdır. Genellikle ambalajlama şekli shrink naylonlamadır. Ambalajlanan ürün her durumda olduğu gibi istifleme kurallarına göre depolanır [Kahveci, 2003].

3.1.3. Masif ahşap panelin boyutları

MAP üretiminde ana kriterlerden biri pres boyudur. Dünyada bu amaçla üretilen pres boyları 2,5 – 3 – 3,5 – 4,2 – 4,5 m ve talep edildiğinde 6 m dir. Bu boylar ile bağlantılı olarak genişlikler 1 –1,3 m olarak standart üretilmektedir. Sürekli preslerde ve kombine preslerde daha fazla genişlikte MAP üretilebilir. Fakat günümüzde talep edilen MAP lar genellikle mobilya elemanı olarak kullanıldığından 45 –55 – 60 – 90 cm gibi genişliklerde talep edilmektedir [Kahveci, 2003].

Masif ahşap panel üretiminde kullanılan lata parçalar, % 8 – 12 oranında kurutulmuş kayın, çam, meşe, sapelli, ladin, kavak, köknar ağaçlarından elde edilmektedir. Masif ahşap paneller 10 mm kalınlıktan 60 mm kalınlığa kadar standart olarak üretilebilmektedir. Levha kalınlıkları 10, 12, 14, 16, 19, 20, 22, 25, 26, 27, 30, 32,

34, 40, 42 mm olarak, levha ebatları da 1220 x 1500, 1220 x 2000, 1220 x 2500, 1000 x 4100, 1300 x 1300, 1300 x 1500, 1300 x 2000, 1300 x 3000, 1300 x 3500, 1300 x 4000, 1300 x 4100 mm ölçülerinde olmak üzere, ülkemizde 5 farklı firma tarafından üretilmektedir. Ülkemizde en çok talep edilen kalınlıklar ise 16, 19, 30 ve 42 mm dir. Bu üretimlerde konstrüksiyon olarak genelde düz (cumba – cumba) ve parmak birleştirme kullanılmaktadır (Resim 3.2) [Kahveci, 2003].



Resim 3.2. Masif panellerde uygulanan dişli boy birleştirme yöntemi [Yongapan, 2003].

3.1.4. Masif ahşap panelin kullanım yerleri

Masif ahşap paneller günlük hayatımızda çevremizdeki çoğu eşyada kullanılan ve kullanılabilecek bir üründür. Son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde masif ahşap malzeme kullanımına büyük eğilim vardır. Avrupa da doğaya ve doğala, köy ve kasaba hayatına dönüş akımları ciddi boyutlardadır. Bu da zaten çok yaygın olan masif ahşap tüketimi daha da artırmakta plastik, çelik ve hatta ahşap yonga ve lif levhadan uzaklaştırmaktadır [Akca, 2003].

Masif panel levhalar, masif ahşabın ve diğer suni ahşap panellerin kullanılabileceği hemen her yerde rahatlıkla kullanılabilir. En birleştirme uygulaması nedeniyle mekanik direnç gerektiren yerlerde tercih edilir. Her türlü mobilya üretiminde kullanılmasının yanı sıra ev – ofis dekorasyonunda, taban ve tavan döşemelerinde, duvar ve bölücü panellerde, cephe kaplamalarında, yat güvertesi ve kamara

dekorasyonunda, oturma grupları iskeletinde, merdiven basamaklarında, spor salonları ve okul mobilyalarında kullanılabilmektedir (Resim 3.3) [Kahveci, 2003].



Resim 3.3. Masif panelden üretilmiş mobilya örnekleri [Yongapan, 2003].

Yukarıda tanımı ve özellikleri verilen “Masif Ahşap Panel (MAP)” , masif ahşap tanımına girmez. Ülkemizde üretici firmalarına göre; mobipan, turkpan, mapen gibi farklı şekillerde isimlendirilen masif panel, çalışmamızda “Masif Ahşap Panel (MAP)” adıyla kullanılacaktır. Masif ahşap panelin ingilizce adlandırılması birkaç şekilde olmakla birlikte en yaygın olanı “Edge Glued Massive Panel (EWP)” dir.

3.1.5. Masif ahşap panellerin diğer panellere göre üstünlükleri

Gelişen teknoloji ile üretilen yeni malzemelerde ana amaç, mevcut malzemelerin olumsuz özelliklerini olumlu hale getirmektir. Her yeni malzeme mükemmelliğe

biraz daha yaklaşabilmek için bir çaba demektir. Yapı sektöründe yeni yeni değer bulmaya çalışan masif ahşap panellerin de yukarıda yazdığımız levhalara göre bazı olumlu ve olumsuz özellikleri vardır. Bunların birkaçı Çizelge 3.1 ‘de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Masif ahşap panellerin avantaj ve dezavantajları

<u>Avantajları</u>	<u>Dezavantajları</u>
▪ Ahşap yapısal kusurlarından arındırılmış ve çalışması azaltılmıştır. ▪ Masif ahşabın tüm olumlu özelliklerini içerir (işlenebilmesi, çivi-vida tutması, ısı-ses izolasyonu gibi) ▪ Üretimi diğer ahşap esaslı panellere göre daha basittir. ▪ Atık masif ahşap değerlendirilebilir. ▪ Kaplama hazırlama – presleme, kenar bantlama gibi işlemlere gerek duyulmaz. ▪ Denge rutubetine getirilmiş kereste ile çalışılacağı için rutubet nedeniyle olabilecek olumsuzluklar görülmez. ▪ Özellikle genişlik yönünde farklı ölçülerde üretilebilme olanağı vardır. Bu durum işletmeye ek bir maliyet getirmez.	▪ Üretimde diğer panellere göre daha çok hassasiyet gerektirir. Pratik olarak lataları yanyana yapıştırma ile üretim yapılamaz. ▪ Latalar arasında rutubet dengesi olmalıdır. ▪ Ağacın tamamından yararlanmak mümkün değildir. ▪ Sadece atıkları değerlendirerek üretim yapmak ekonomik değildir. ▪ Olumsuz istifleme koşullarında diğer panellere göre şekil değişimine daha hassastır.

3.1.6. Ahşap esaslı diğer endüstriyel paneller

Endüstriyel ahşap paneller, özellikle ahşabın avantajlarını yapı sektöründe daha geniş bir alanda kullanabilmek için geliştirilmiş malzemelerdir. Ahşap paneller, doğal ahşabın yapısal özelliklerini bozmadan özellikleri artırılarak ve ihtiyaca göre biçimlendirilerek elde edilmiştir. Bu çalışmada “Endüstriyel Ahşap Panel” adıyla isimlendirdiğimiz malzemeler için genel olarak kabul görmüş isimlendirme ve alt

grupları yapılamamıştır. Aslında farklı isim ve gruplamalarla bahsedilen malzemeler genellikle aynı malzemeler olmaktadır.

Maloney, 1986’da yaptığı grupta genel isim olarak “Ahşap Esaslı Kompozitler” adını vermiştir ve gruplamayı aşağıdaki gibi yapmıştır [Forest Prod.Lab., 1999]:

1. Kaplama Esaslı Malzemeler

- a. Kontrplak
- b. Kaplamadan Yapılmış Lamine Kereste (LVL – Laminated Veneer Lumber)
- c. Paralel Yönlendirilmiş Lamine Kereste (PLV – Paralel Laminated Lumber)

2. Laminatlar

3. Kompozit Panel Malzemeler

- a. Selülozik Lif Paneller (MDF)
- b. Sert Lif Paneller (HDF)
- c. Yonga Paneller
- d. Etiket Yonga Paneller (Waferboard)
- e. Şerit Yongalı Paneller (Flakeboard)
- f. Yönlendirilmiş Yonga Panel (OSB)
- g. COM-PLY (Amerikan Endüstriyel Ahşap Birliği’ne tescilli malzeme)

4. Kenarları Tutkalla Yapıştırılmış Paneller

Masif Ahşap Paneller (Lumber Panels)

5. Parça Kirişler

- a. I Kirişler
- b. T Kiriş Paneller
- c. Basınç – Yüzey Paneller

6. Ahşap Türevi ve Ahşap Olmayan Kompozitler

- a. Ahşap Lifli Plastik Kompozitler
- b. İnorganik Yapıştırıcı Kompozitler
- c. Ahşap Lifi – Tarımsal Ürün Lifi Kompozitler

Breyer, 1998 yılında yaptığı grupta “Strüktürel Tasarlanmış Ahşap Malzemeler” adını vermiş ve gruplamayı şu şekilde göstermiştir [Breyer, 1998]:

1. Masif Kereste (Solid Sawn Lumber)
2. Strüktürel Tutkalı Lamine Kereste (GLULAM)
3. Strüktürel Kompozit Kereste (SCL)
 - a. Kaplamadan Yapılmış Lamine Kereste (LVL – Laminated Veneer Lumber)
 - b. Paralel Yönlendirilmiş Lamine Kereste (PLV – Paralel Laminated Lumber)
4. Tel Direkleri ve Deniz Kenarında Kullanmak İçin Özel Kereste (Round Timber)
5. Strüktürel Kullanım Panelleri
 - a. Kontrplak
 - b. Yönlendirilmiş Etiket Yonga Paneller (OSB)

Dinwoodie (2000), yaptığı çalışmada, bu malzemelere genel bir isimlendirme vermemiş ve “Kerestenin Mekanik İşlemleri” adı altında aşağıdaki şekilde gruplandırmıştır [Dinwoodie, 2000]:

1. Masif Kereste
2. Panel Malzemeler
 - a. Kontrplak
 - b. Yonga Paneller
 - c. Sert Lif Paneller (HDF – High Density Fiberboard)
 - d. Orta Yoğunlukta Lif Paneller (MDF – Medium Density Fiberboard)
 - e. Yönlendirilmiş Etiket Yonga Paneller (OSB – Oriented Strand Board)
 - f. Çimentolu Yonga Paneller
3. Lamine Edilmiş Keresteler
 - a. Tabakalanmış Ağaç Malzeme (GLULAM)
 - b. Tabakalanmış Kaplama Kereste (LVL)
 - c. Paralel Yönlendirilmiş Kereste (PSL)
 - d. Lamine Yönlendirilmiş Kereste (LSL)
 - e. Avustralya’da Üretilen Yeşil Tomruk (Scrimber)

Tabakalı kompozit malzemelerin yapıda başlıca kullanım alanlarından biri yüzey kaplama ve bölme uygulamalarıdır. Tabakalı kompozit malzemeler, yapıları bakımından bu alanda kullanıma son derece elverişli özelliklere sahiptirler. Yapılarda, duvar döşeme ve tavan yüzeylerinin kaplanması, başta ahşap olmak üzere alçı, çimento gibi

inorganik bağlayıcılar, metal ve polimer esaslı paneller, kağıt, karton gibi tabakalarla veya çeşitli liflerle donatılı tabakalarla güçlendirilmiş paneller gibi, değişik malzemelerin birleştirilmesiyle üretilen paneller kullanılmaktadır [Ersoy, 2001].

3.2. Kullanılan Ağaç Türleri

Masif ahşap panel üretiminde özellikle kullanılması gereken ağaç türleri gibi sınırlama yoktur. Kullanılan ağaç türleri piyasa ve müşteri gruplarının sıkça kullandığı ve istediği türlerdir. Buna göre, piyasada iki ana grupta panel üretilip kullanılmaktadır:

- *Geniş yapraklılar* : Meşe, kayın Akçaağaç, dişbudak, okume gibi türler.
- *İğne yapraklılar* : Çam, ladin, göknar.

Masif ahşap panel üretiminde ülkemizde ve bu araştırmada kullanılan bazı ağaçların genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

3.2.1. Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.)

Doğal yayılışı

Doğu kayını, Batıda Balkanlar'dan başlayarak Anadolu, Kafkasya, Kuzey İran üzerinden kuzeyde Kırım'a kadar uzanmaktadır [Aslan, 1994]. Anadolu'da kayın yoğun olarak Karadeniz kıyısı, Marmara çevresi ile yeter miktarda İç Karadeniz, Ege yöresi ve Doğu Akdeniz'de bulunur. Türkiye'de Doğu kayını esas olarak geniş saf ormanlar oluşturduğu gibi, aşağı zonlarda meşe ormanlarının yapısına iştirak eder. Doğu Karadeniz'de göknar (*Abies nordmanniana* S.) ve Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ile batıda Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.), Kazdağı göknarı (*Abies equi-trojani* ssp.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* A.) ve meşelerle (*Quercus* ssp.) karışıklık yapar [O.A.E.,1985; Kılıç, 2004].

Fiziksel özellikleri

Kayın odunu ağırdır. Yoğunluğu tam kuru halde $0,63 \text{ gr/cm}^3$, hava kurusu halde (% 12 rutubet) $0,66 \text{ gr/cm}^3$ tür. Kayın odunu taze kesilmiş halde ağırlığı 1000 kg/m^3 , yarı kuru halde (% 35 rutubet) 850 kg/m^3 tür. Taze kesilmiş halde, öz odunu % 47 – 58, diri odunu % 64 – 102 oranında su ihtiva etmektedir. Daralma yüzdeleri boyuna yönde % 0,5, radyal yönde % 5, teğet yönde % 10,5 ve hacim olarak % 15,5 tir [Bozkurt, 1986].

Mekanik özellikleri

Kayın odunun mekanik özellikleri Çizelge 3.2 ‘de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kayın odununun mekanik özellikleri [O.A.E;1985]

Liflere paralel çekme direnci	1350 kg/cm ²	Eğilmede elastikiyet modülü	125000 kg/cm ²
Liflere dik çekme direnci	70 kg/cm ²	Makaslama direnci	80 kg/cm ²
Liflere paralel basınç direnci	620 kg/cm ²	Brinell sertlik :	
Liflere dik basınç direnci	90 kg/cm ²	Liflere paralel yönde	7,2 kg/mm ²
Eğilme direnci	1070 kg/cm ²	Liflere dik yönde	3,4 kg/mm ²

Kullanım yerleri

Kayın odunu mobilya, kontrplak, lif-yonga, panel ve parke sanayilerinde; travers maden direği, ambalaj fiçileri ve sandıkları, ayakkabı topuğu fırın küreği ve taşıt araçları yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca, kağıt sanayinde nötral sülfite yarı kimyasal metodu ile değerlendirme imkanı vardır. Bu metotla elde edilecek selülozlar ambalajlık, oluklu mukavva, yüzey kağıdı ve özel kartonların yapımında üstünlüklere sahip bulunmaktadır. Yazı kağıdı imali için diğer soda ve sülfite selülozları ile karıştırılmalıdır [Aslan, 1994].

3.2.2. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)

Doğal yayılışı

Pinaceae familyasına dahil olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten; Syn: *Pinus pitsuya* Stev.) 20 – 25 m boy ve 60 cm 'ye kadar çap yapabilen, genel görünüm ile Halep çamına benzeyen, kalın dallı ve genellikle düzgün olmaya gövdeye sahip önemli bir ağacıdır. Diğer taraftan, boylu ve düzgün gövdeli ağaçlardan oluşan, kızılçam mescereleri de mevcuttur. Bu çam türünde genç sürgünler tüysüz, çoğunlukla önceleri kırmızımsı, daha sonraları ise, yeşilimsi – kahverengi renklidir. Bu tür, ismini taze sürgünlerinin kırmızı renginden almaktadır [Gökşin, 2001].

Kızılçam, asli ağaç türlerimizdendir. Büyümesi, gençlikte hızlı olup Güney Anadolu'da 1200 m 'ye kadar çıkabilir [Gökşin, 2001]. En geniş yayılışını Akdeniz çukurunun doğusunda ve özellikle de Anadolu'da gerçekleştirdiğinden Doğu Akdeniz'in bir türü olarak kabul edilmektedir. Ülkemizin Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinin özellikle kıyıya bakan yamaçlarında geniş ve saf ormanlar kurmuştur. Batı Karadeniz Bölgesinin Akdeniz iklimi özellikleri gösteren bazı mikroklima bölgelerinde küçük mescereler biçiminde doğal olarak bulunmaktadır [Neyişçi, 2001].

Yapısal özellikleri

Kızılçam odununun makroskopik yapısında, diri odun doğal halde kırmızımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımtırak kahverengidir. Yıllık halka sınırları belirgindir. Gövdenin alt kısımları genellikle oluklu bir yapıdadır. Kabuğu kalın ve derin yarıntılı, kırmızımsı kahverengidir. Mikroskopik yapısında, enine kesitte, yaz odunu tabakası yıllık halka içerisinde çok az bir yer kaplar. Reçine kanalları yıllık halkaların içerisinde dağınık vaziyette noktalar halinde görülürler. Radyal kesitte, traheidler arasında bordürlü geçitler yer alırlar. Bunlar ilkbahar odunu içerisinde büyük, yaz odunu içerisinde küçüktürler. Özışını paranşim hücreleri çok miktarda basit geçitler ihtiva ederler. Teğetsel kesitte özışınları tek sıralıdır. Ancak yatık

reçine kanalı ihtiva eden özışınları birkaç sıralıdır. Traheidlerin teğetsel çeperlerinde bordürlü geçitlere rastlanmaz. Odunun lif uzunluğu, 4,27 – 4,70 mm, lif genişliği 47,85 – 48,17 mikron, çeper kalınlığı 8,99 – 9,77 mikron ve lümen genişliği 28,14 – 30,34 mikrondur [Erten ve Önal, 2001].

Kızılçam odunu % 65 holoselüloz, % 27,5 lignin, %10 pentozan ve % 0,5 kül içermektedir. Eterde % 4,59 – 5,46, benzolde % 5,04 – 9,27, sıcak suda % 2,10 – 3,65 ve % 1 ‘lik NaOH ‘te % 8,40 – 17,04 oranında çözünür [Erten ve Önal, 2001].

Fiziksel özellikleri

Kızılçam ülkemizde yayılış gösteren çam türleri içerisinde odunu en ağır olanıdır. Özgül ağırlığı tam kuru halde $0,53 \text{ gr/cm}^3$, hava kurusu halde (%12 rutubet) $0,57 \text{ gr/cm}^3$ ve hacim yoğunluk değeri 478 kg/m^3 ‘tür. Diri odunu % 79 – 126 oranında rutubet içerir. Kızılçam odununun daralma yüzdeleri boyuna yönde % 0,5; radyal yönde % 4,9; teğet yönde % 6,8 ve hacim olarak % 12,2 ‘dir [Erten ve Önal, 2001].

Mekanik özellikleri

Kızılçam odununun mekanik özellikleri Çizelge 3.3 ‘de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kızılçam odununun mekanik özellikleri[Erten ve Önal, 2001]

Liflere paralel basınç direnci	447 kg/cm^2
Eğilme direnci	821,5 kg/cm^2
Eğilmede elastikiyet modülü	90000 kg/cm^2
Liflere dik çekme direnci	19,6 kg/cm^2
Yarılma direnci (Teğet yönde)	5,7 kg/cm^2
Yarılma direnci (Radyal yönde)	5,1 kg/cm^2

Kullanım yerleri

Kızılçam odunu, inşaat malzemesi, ambalaj sandığı, tarım aletleri, ağaç teldireği, maden direği, çit kazığı, deniz taşıtlarının yapımında kullanılır. Ayrıca kağıt

sanayisinde sülfat metodu ile değerlendirilir. Kızılçam kabukları ise tanen üretiminde kullanılır. Ağacın 0,30 metresindeki kabukta % 18,13; 1,30 metresinde % 13,45 ve 6,0 metresinde ise % 12,6 oranında tanen vardır [Erten ve Önal, 2001].

3.2.3. Gök nar (*Abies Mill.*)

Doğal yayılışı ve botanik özellikleri

Genç yaşlarda piramidal, daha sonraları konik bir tepe yapısı olan yeşil, dalları gövdeye çevrel dizili, boylu ağaçlardır. Gençlerde açık renkteki kabuk ince ve düzgün, yaşlılarda kalın, aynı zamanda çatlaklıdır. Enine kesitlerinde iki veya dört reçine kanalı vardır. İğne yaprakları ağaç üzerinde 8 – 11 yıl kalırlar. Düştüğü veya koparıldığı zaman sürgün üzerinde iz bırakırlar. Gök narın kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde 40 kadar türü vardır. Yurdumuzda doğal olarak Doğu Karadeniz Gök narı (*Abies nordmanniana* Spach.) Yeşilirmak ile Türk – Rus sınırı arasındaki Doğu Karadeniz Bölgesi ‘nde; Uludağ Gök narı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Kızılırmak ile Uludağ arasındaki bölgede; Kazdağı Gök narı (*Abies equitrojani* Aschers et Sinten) Kazdağları ‘nda ve Toros Gök narı (*Abies cilicica* Carr.) Toros, Antitoros ve Amanos dağlarında yayılış göstermektedir [Aslan, 1994].

Bu çalışmada gök nar türü olarak, Uludağ gök narı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) kullanılmıştır.

Uludağ Gök narı, çoğunlukla 30 40 metreye kadar boylanabilen birinci sınıf orman ağaçlarımızdandır. Doğu Karadeniz Gök narı ‘na benzer. Ancak genç sürgünlerin çıplak, tomurcuklarının da reçineli olması ile ayrılır. Uludağ gök narının yayılış sahası Kızılırmak ‘ın denize döküldüğü yer ile Uludağ arasındaki Batı Karadeniz Bölgesi ve Kocaeli havzasıdır. Doğuda en uzakta Bafra Büyük Çay mevkinde görülür. Buralarda dağlar Doğu Karadeniz ‘de olduğu gibi tipik sıra dağlar karakterinde olmadığından yayılışı sürekli değil yer yer ayrılmıştır. Bazen saf bazen de sarıçam, karaçam ve kayınla karışıklıklar yapar. Bu yörelerde 2000 metreye kadar yüksekliklere çıkabilmektedir [Aslan, 1994].

Anatomik özellikleri

Gökmarın odunları beyaz renkte, yumuşak ve hafiftir. Öz ışınları birer sıralıdır. Öz ışınları traheidleri (radyal kesitte) ve reçine kanalları yoktur. Gökmar odununda yıllık halkalar belirgindir. Öz ışınları ince olduğundan lupla bile görülmezler. Radyal kesitte öz ışını hücre yüksekliğinin fazla olması hücrelerin çıplak gözle bile görülmelerini sağlar. Ladinlerin tersine olarak öz ışınları mat bir yüzeyde parlak adacıklar halinde görülürler. Öz odunu ve diri odunu arasında renk farkı yoktur. Boyuna traheidlerde spiral kalınlaşma yoktur. Kenarlı geçitler arasında krasül adı verilen kalınlaşmalara rastlanmaktadır. Öz ışınları homojendir. Öz ışınları paranzim hücrelerinin çeperi kalındır. Enine traheidleri yoktur [Aslan, 1994].

Fiziksel ve mekanik özellikleri

Türkiye 'de yetişen gökmar ağacı türlerinden Uludağ gökmarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.4 'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Uludağ gökmarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri [Göker ve Bozkurt, 1996]

Özgöl Ağırlık (gr/cm ³)	R.M. : %0	0,400
	R.M. : %12	0,429
Daralma Yüzdeleri (%)	Paralel	0,6
	Radyal	4,3
	Teğet	8,6
	Hacmen	13,0
Basınç Direnci (kg/cm ²)	Liflere Paralel (R.M.:%12)	374,0
Eğilme Direnci	(kg/cm ²)	730,0
Çekme Direnci (kg/cm ²)	Liflere Paralel (R.M.:%12)	620,0
	Liflere Dik (R.M.:%12)	14,4
Elastikiyet Modülü	(kg/cm ²) (R.M.:%12)	83.000

Kullanım yerleri

Gökmar türlerimizin odunlarının çok geniş kullanım alanları vardır. Küçük gövdeli odunlar maden direği, tarım aletleri, telefon direği gibi yerlerde kullanılmaktadır. 35

– 40 cm çapındakiler sütun, bıçkı ve marangozlukta, çatı yapımında kullanılırlar. Müzik aletleri, ambalaj sandıkları, mobilyacılık, inşaat kerestesi, kağıt ve selüloz odunu olarak oldukça aranan bir oduna sahiptirler. Ayrıca lif levha, yonga levha ve kontrtabla sanayi gibi birçok sanayi dalında kullanılabilmektedir [Aslan, 1994].

3.3. Yapıştırma Teorisi Ve Tutkallar

Yapıştırıcılar; iki malzemeyi birbirine yapıştırmada kullanılan sıvı kıvamda metalik olmayan malzemelerdir. Ağaçışleri Endüstrisinde tutkallar ahşap-ahşap veya ahşap-bir başka malzeme yapıştırma amacıyla kullanılır. Bütün maddeler gibi; yapıştırıcılar hangi durumda bulunurlarsa bulunsun (katı-sıvı), kendi molekülleri arasında elektromanyetik ve elektrostatik kurallara bağlı olarak bir çekim kuvvetine sahiptir. Katı veya sıvı maddelerin kendi molekülleri arasındaki bu çekim kuvvetine “Kohezyon Kuvveti” denir. Kohezyon kuvvetinin türü ve büyüklüğü bir anlamda malzemenin fiziksel yapısına bağlı mekanik özelliklerini belirler. Bir yapıştırıcının kohezyon kuvvetinin büyüklüğü büyük oranda kimyasal yapısına bağlı olmaktadır. Kimyasal yapıya bağlı olarak kohezyon kuvvetini olumsuz olarak etkileyen en önemli faktörlerden biri ise, aşırı dolgu maddesi kullanımıdır [Burdurlu, 1994].

Her maddenin özellikleri, yapısına bağlı olarak değişir. Katı ve sıvı maddelerin içerisinde bulunan her bir molekül, diğer moleküllerle çevrilidir. Bu durumda, her bir molekül, her yönde olmak üzere diğer moleküllerin kohezyon kuvvetinin etkisine girmektedir. Malzemenin yüzeyinde gelişen serbest enerji, katı ve sıvıların üzerindeki doymamış molekülleri birbirine çekerek temas etmelerini sağlar. Bu oluşuma bağlı olarak, iki maddenin yüzey molekülleri arasındaki moleküler veya atomik çekim kuvvetine “ Adezyon kuvveti” denmektedir. Yapıştırma işleminde “mekanik adezyon” ve “özüml adezyon” olmak üzere iki adezyon kuvvetiyle karşılaşılır. Akışkanlığa (viskozite) bağlı olarak, yapıştırıcının ağaç içerisine nüfuz edip sertleşmesi ve bir bağ oluşturması “mekanik adezyon”, bu nüfuz olayında etkili olan ve elektrostatik kurallara bağlı olarak ortaya çıkan moleküler veya atomik çekim kuvvetine “özüml adezyon” denmektedir. Ancak her ikisi birbirinden bağımsız olmayıp, birbirini tamamlar [Burdurlu, 1994].

3.3.1. Yapışma direncine etki eden faktörler

Yüzey pürüzlülüğü

Odunun bir hammadde olarak en önemli özelliği, çeşitli karakterlerde hücre ve hücre gruplarından meydana gelmiş heterojen bir madde oluşudur. Bu bakımdan, odundan elde edilen levhaların çeşitli kısımları anatomik bakımdan farklılık göstermekte ve bu farklılık nedeniyle levha yüzeyi pürüzlü olmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü fazla olan parçalarda, yüzeyin tamamına tutkal sürülemeyeceğinden iyi bir yapıştırma sağlanamamaktadır. Ayrıca, pürüzlü yüzeyler tutkal katmanında kabarıklıklara neden olduğundan yapışmada zayıf olmaktadır [Ulupınar, 1998].

Rutubet miktarı

Tutkallanma anındaki odunun rutubet miktarı, bağ kalitesini ve tutkallanmış ürünün kullanım performansını etkilemesi bakımından önemlidir. Rutubet miktarı; birleştirmenin sonuç direnci ve dayanımını, odunda yüzey çatlaklarının oluşumunu ve yapıştırılmış ürünün boyutsal stabilitesini ciddi şekilde etkilemektedir. Sonuç olarak odunun rutubet miktarı, kullanılan tutkal türü ve yapıştırma şartları ile uyumlu olmayı gerektirir. Yapıştırılmış parçalarda rutubet miktarının fazla artması, hem odunu hem de yapışma direncini ciddi şekilde zayıflatan, çarpılma bükülme veya yüzey düzensizliklerine neden olabilecek genişleme veya daralma gerilimlerine neden olur. Bunun için yapıştırılmış malzemede rutubet artışı, kullanılan tutkaldaki su miktarından dolayı, belli bir oranı aşmamalıdır. Bu, yapışma direncinin düşmesine neden olur [Çolak, 2004]. Ağaç malzeme açık hava koşullarında kullanılacak ise rutubet miktarı % 16 – 19, yarı açık ortamda kullanılacak ise % 12 – 16, kapalı ortamda kullanılacak ise % 8 – 12 oranında rutubet içermelidir [Kılıç, 2004].

Yüzeydeki ilkbahar ve yaz odunu miktarları

Yıllık halkalardaki ilkbahar ve yaz odunları arasındaki oran farklılıkları yapışmayı her iki yönde (kolaylaştırma veya zorlaştırma) etkileyebilmektedir. Zira ilkbahar

odunu, yaz odununa göre daha düşük yoğunlukta ve porozitesi daha yüksektir. Bu sebeple, tutkalların ilkbahar odununa nüfuz etmesi, daha yoğun ve porozitesi az olan, kapalı yapıdaki yaz odununa göre daha kolaydır [Şahin, 2005].

Öz odun ve diri odun miktarları

Öz odunu ve diri odun miktarları da yapışma dayanımı üzerinde etkilidir. Yıllık halka içinde ilkbahar ve diri odun katılım oranı fazla olan odunların genellikle daha iyi yapışma göstermesine karşılık, yıllık halka içinde yaz odunu ve öz odun katılım oranı fazla olan odunlar daha zayıf yapışma özelliği göstermektedir [Kılıç, 2004].

Permeabilite (Geçirgenlik)

Ağaç malzemenin geçirgenliği (permeabilitesi), tutkal hattı dayanımı açısından önemlidir. Dağınık traheli (besin maddelerini yapraklara ileten elemanlar) ağaçların permeabilitesi, halkalı traheli ağaçlarınkinden daha yüksektir. Permeabilitenin yüksek değerde olması, ağaç malzemenin tutkal ile birleştirilmesinde tutkal hattı dayanımı yönünden önemlidir. Bundan dolayı, yapraklı ağaç odunları iğne yapraklı ağaç odunlarına nazaran daha iyi yapışma özelliği göstermektedir [Kılıç, 2004].

Ekstraktif maddeler

Ağaç malzemenin bünyesinde bulunan ekstraktif (yabancı) maddeler yapışma direnci üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Yapısında reçine, tanen, eterik yağ ve balsam bulunan ağaç ürünlerinin yapıştırılması oldukça güç olmaktadır. Ekstraktif maddelerin temizlenmesi ile odunun ıslanma yeteneği artar. Ağaç yüzeyinin kirliliği ve eskiliği tutkalın akışını ve nüfuz etme özelliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Yapıştırılacak yüzeydeki ekstraktif maddeler solvent, deterjan ya da kostik gibi kimyasal maddeler ile yok edildikten sonra yapıştırma yapılmalı ve soğuk olarak preslenmelidir. Eğer, sıcak olarak preslenir ise ekstraktif maddeler sıcaklığın etkisi ile çözülerek tutkal hattına sızarak yapıştırma işleminin zayıf olmasına neden olur [Kılıç, 2004].

Islanabilme özelliği

Birleşmenin gerilmeye karşı güçlü olması, tutkalın ağaç yüzeyini ıslatabilme ve hücre çeper boşluklarına nüfuz etme özelliğine bağlıdır. Ağaç malzemenin ıslanma özelliğinin iyi olması, yapışma direncini olumlu etkilemektedir [Burdurlu, 1994].

Tutkal katı kalınlığı

Tutkal ile yapıştırılmış iki parça arasındaki gerilmelerin tutkaldan kaynaklanmasından dolayı, güçlü bir bağlantı elde etmek için homojen kalınlıkta tutkal sürmek gerekmektedir. Tutkal katı azaldıkça, birleştirmenin dayanımının yükseldiği kabul edilir. Ancak, tutkallanacak yüzeyler arasında sürekli bir tutkal katmanı oluşturmak için en uygun miktarda tutkal kullanıldığı zaman optimum tutkallama şartlarının sağlanması gerekir. Sertleşmeden sonra yüzeyde 1/10 mm tutkal kalınlığı oluşturacak miktarda tutkal uygulanması yeterli kabul edilmektedir [Burdurlu, 1994]. Yapıştırmada ideal tutkal kalınlığını elde etmek için 120 - 160 gr/m² tutkal kullanılmalıdır [PrEN 386, 2002].

Pres basıncı

İki veya daha fazla ağaç malzemenin birbirine yapıştırılması sırasında uygulanacak basınç, parçaların her noktasında aynı oranda olmalıdır. Gerekli basınç miktarı ağaç türüne, yüzey özelliklerine ve tutkalın viskozitesine göre farklılık gösterir. Çam türü yumuşak ağaçlarda 4 kg/cm² basınç yeterli olurken, yumuşak ağaçlarda 8-10 kg/cm², sert ağaçlarda ise 16 kg/cm² 'ye kadar çıkmaktadır [Göker ve Bozkurt, 1996].

Tutkal türü

Piyasada, farklı özelliklere sahip çok çeşitli tutkal bulmak mümkündür. Kullanılması düşünülen tutkal, kullanım yerinde beklenen direnç ve performans özellikleri dikkate alınarak seçilmelidir. Örneğin, sıcağa, neme, kimyasallara ve mikroorganizmalara dayanıklılık gereken yerlerde dikkatli davranılmalıdır. Sadece tek bir tutkal çeşidi tüm yapısal işlemler için uygun değildir. Seçim bu nedenle performansı ve malzeme

tipi, üretim hızı ve maliyeti dikkate alınarak yapılmalıdır. Birleştirme işlemlerinde tutkalların kullanılmasıyla sağlanabilecek fayda ve avantajlar, dikkatli kullanım yapılmazsa istenilen performans sağlanamadığı gibi zarara dönüşebilir [Şahin, 2005].

3.3.2. Tutkallar

Masif ahşap panel üretiminde, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyen, suya dayanıklı PVAc (polivinilasetat) dispersiyon tutkalları kullanılmaktadır. BS EN 204 standardına göre D3 sınıfı tutkal türü olarak üretilmektedir. Piyasada “montaj tutkalı” adıyla satılmaktadır.

Masif ahşap panel üretiminde ülkemizde ve bu araştırmada kullanılan PVAc tutkal türlerinin genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

Kleiberit 303 tutkalı

Kleiberit 303 tutkalı; tek ve çift bileşenli, sıcak ve soğuk olarak uygulanabilen bir tutkaldır. Plastik fiçılarda 10 kg’lık ve 20 kg’lık karton içinde 12 adet yarım kiloluk plastik tüplerde piyasaya sürülmüştür [Altınok ve ark., 2000].

Tutkal özellikleri

Kleiberit 303 tutkalının özellikleri Çizelge 3.5 ‘de verilmiştir [Kleiberit, 2004].

Çizelge 3.5. Kleiberit 303 tutkalı teknik özellikleri

Türü	: PVAc Dispersiyon
Karışım Miktarı (Ağırlık ya da Hacim)	: Komp.A Komp.B = 20:1 (% 5 sertleştirici ilavesi oranı)
Özgül Ağırlık	: Komp.A = ~ 1,10 gr/cm ³ , Komp.B = ~ 1,13 gr/cm ³
pH Değeri / Donma Noktası	: ~ 3 / - 30 °C ‘den itibaren
Renk (A – B)	: Beyaz
Viskozite Değeri (20 °C)	: 13.000 + 2.000 mPas (Brookfield RVT sp. 6/20 rpm)
Kullanım Ömrü	: Sertleştirici ile ~ 24 saat
Açık Ömrü (20 °C)	: 6 – 10 dakika

Uygulama metodları

Fırça, spatula veya tutkal merdanesi, çerçeve preslerine veya lamba – zıvanaya uygun tutkal aparatları ile uygulanmalıdır.

Uygulama teknikleri

Tutkallanacak malzemeler yağ, kir ve tozdan arındırılmış olmalıdır. En ideal çalışma sıcaklığı 18 – 20 °C, ağacın ideal nem oranı % 10 – 14 arasındadır. +10 °C ‘nin altında yapıştırma yapılması tavsiye edilmemektedir (Çizelge 3.6). Genellikle tek bir yüzeye tutkal uygulanır. Çift yüzeye uygulama sert ve yabancı ağaç türleri için önerilmektedir.

Çizelge 3.6. Kleiberit 303 tutkalı uygulama özellikleri [Kılıç, 2004]

Uygulama Miktarı :	120 – 200 g/m ²		
Pres :	Laminat veya lamine ahşap yapışmasında 0,7 – 1 N/mm ²		
Presleme Süreleri :	Parça Yapıştırma	20 °C	15 dk.
	Parça Yapıştırma (Ön Isıtmalı)	50 °C	5 dk.
	Yüzey Yapıştırma (HPL Plaka)	20 °C	15 – 20 dk.
	Yüzey Yapıştırma (HPL Plaka)	50 °C	5 dk.

Çift bileşenli olarak kullanıldığında, verilen süreler % 50 arttırılmalıdır. Karışımın çok az miktarda köpürmesinin yapışma kalitesi üzerinde azaltıcı bir etkisi yoktur ve iyice karıştırılarak bu durum giderilebilmektedir. Pencere ve benzeri çerçeve konstrüksiyonlarda geçici çivilerle tutturularak malzeme presten hemen çıkarılmalıdır. BS EN 204 ‘de belirtilmiş olan dayanım grubuna ulaşmasını sağlayan son yapışma kuvvetine yaklaşık 7 gün içerisinde ulaşılmaktadır. Uygulama aparatları ve makineler su ile temizlenebilmektedir [Kılıç, 2004].

Dorus MD 073 tutkalı

Montaj için PVAc dispersiyonu özelliğine sahip, EN 204 standardına göre hazırlanmış suya dayanıklı D3 sınıfı tutkaldır. Orta viskozitede olması, hızlı

sertleşme özelliği, boşluk doldurma özelliği, açık zaman süresinin uzun olması ana karakteristik özellikleridir. Ayrıca şeffaf, sert – elastik tutkal bağı oluşturur.

Uygulama Alanları

Yüksek su dayanımının gerektirdiği yerlerde, masif ahşabın yapıştırılmasında, kapı ve merdivenlerde, düz ahşap plaka ve masif panellerin tutkallanmasında, pencere ve pencere parçalarının birleştirilmesinde kullanılmaktadır [Henkel, 2007].

Tutkal özellikleri

Dorus MD 073 tutkalının özellikleri Çizelge 3.7 'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Dorus MD073 tutkalı teknik özellikleri [Henkel, 2007]

Baz:	Polivinilasetat
Renk :	Beyaz, kuruduktan sonra şeffaf
Viskozite:	13.000 mPas (Brookfield, 20 rpm)
pH Değeri:	~ 3,5
Min. Film Oluşum Sıcaklığı:	+5 °C

Uygulama teknikleri

Tutkal kullanıma hazır olarak satılmaktadır. Gerekğinde su ile %3 'e kadar seyreltilebilir. Tutkalın ve malzemenin çalışma sıcaklığı en az +12 °C olmalıdır. Yapıştırılacak parçaların birbirlerine uygunluğu ve toz ve yağ içermemesi sağlanmalıdır.

Çizelge 3.8. Dorus D3 tutkalının uygulama özellikleri [Henkel, 2007]

	<u>Uygulanan Miktar</u>	<u>Süre</u>
Açık Zamanı (Kayın / Kayın) :	150 g/m ²	~ 11 dak.
	200 g/m ²	~ 21 dak.
Presleme Süresi :		
Yüzey Yapıştırma (Yonga Levha / HPL):	100 g/m ²	~ 10 dak.
	150 g/m ²	~ 17 dak.
Bağlantı Yapıştırma (Kayın / Kayın):	150 g/m ²	~ 22 dak.
	200 g/m ²	~ 30 dak

Çizelge 3.8 'de verilen yapıştırma değerleri için ağaç nemi % 8 – 12, oda ve malzeme sıcaklığı 20 °C, havanın bağıl nemi % 65 ve basınç 0,5 N/mm² olmalıdır. Gerçek açık ve katılaşma zamanları; sıcaklık, ağacın nemi ve absorpsiyonu, yüzeyin karakteri, tutkalın uygulama kalınlığı ve benzeri çalışma koşullarına bağlıdır.

Metal parçalar, ağacın taneni ile (özellikle meşe) reaksiyona girmesi nedeniyle renk solmasına neden olabilir. Asidik karakterinden dolayı D3 ve D4 dispersiyon tutkalı ile yapıştırma, aside duyarlı ağaç türlerinde (örneğin çam) renk solmasına neden olabilir. Genellikle, tutkalın sadece bir yüzeye uygulanması yeterlidir. İki yüzeye uygulanması, sert ağaçlar ve yapışması zor olan ağaçlarda yapışma kuvvetini arttırmak için yapılır. Ancak bu durum açık zamanı arttırmaktadır [Henkel, 2007].

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Materyal

4.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak yetişen ve ticari olarak önemli bir değere sahip Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçları kullanılmıştır. Deneysel çalışmaya uygun olması için keresteler birinci sınıf ve fırınlanmış şekilde firmalardan hazır olarak temin edilmiştir. Ağaç malzemenin seçiminde kerestenin, renginin doğal ve liflerinin düzgün olmasına, budaksız, normal büyüme göstermiş, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, reaksiyon odunu bulunmayan ve öz odundan uzak diri odun bölgesinden olmasına dikkat edilmiş ve keresteler, teğet ve radyal kesit yönlerine göre teker teker incelenerek seçilmiştir [TS 4176, 1984].

Kızılçam tomruklar Balıkesir İli Dursunbey İlçesi Orman İşletmesi 'ne bağlı Aktuzla Bölgesi 'nden, Uludağ göknarı Kastamonu İli Daday İlçesi Orman İşletme Deposu 'ndan, Kayın tomruklar ise Kütahya ili Simav İlçesi Orman İşletmesi 'ne bağlı Akçakoca Bölgesi 'nden sağlanmıştır.

4.1.2. Tutkallar

Deney örneklerinin hazırlanmasında, ağaçışleri endüstrisinde ve masif panel üretiminde yaygın olarak kullanılan, soğuk presleme işlemine uygun, insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyen PVA – D3 tutkallarından Kleiberit 303 ve Dorus – D3 tutkalları kullanılmıştır. Tutkallama işlemi, üretici firma önerilerine uygun olarak orta sertlikte fırça ile ortalama olarak 150 gr/m² miktarda uygulanarak yapılmıştır.

4.2. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örneklerinin hazırlanmasına panellerin üretimi ile başlanmıştır. Fırınlanmış keresteler işlenmeden önce açık havada üstleri örtülü ve hava alacak şekilde 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında istifte bekletilmiştir. Yapılan rutubet ölçümlerinde, ortalama rutubet miktarı $\% 12 \pm 0,5$ olarak belirlenmiştir [TS 2470, 19; TS 2471]. Kerestelerin denge rutubetine geldiği görüldükten sonra örneklerin alınacağı levhaların üretimine geçilmiştir.

Levhaların üretimi, Çizelge 4.1 'de verilen deneme desenine göre planlanmıştır.

Çizelge 4.1. Deney deneme deseni tablosu

		En Birleştirme Tipleri ve Tutkal Çeşidi						TOPLAM
		Düz		Dişli		Üçgen		
		Dorus D3	Kleiberit 303	Dorus D3	Kleiberit 303	Dorus D3	Kleiberit 303	
KESİM YÖNÜ	Teğet	Ç	Ç	Ç	Ç	Ç	Ç	6
		K	K	K	K	K	K	6
		G	G	G	G	G	G	6
	Radyal	Ç	Ç	Ç	Ç	Ç	Ç	6
		K	K	K	K	K	K	6
		G	G	G	G	G	G	6
TOPLAM ÖRNEKLEM SAYISI		6	6	6	6	6	6	36
TOPLAM PANEL SAYISI (x 5)		30	30	30	30	30	30	180

Ç : Kızılçam K : Kayın G : Gökmar

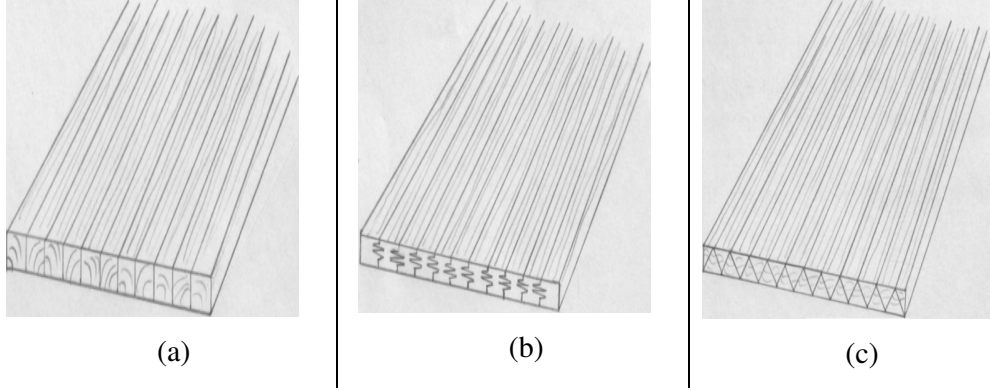
Buna göre örneklem sayısı;

2 Kesim Yönü x 3 Ağaç Türü x 2 Tutkal Çeşidi x 3 Birleştirme Tipi = Toplam 36 değişken olacak şekilde her örneklem çeşidinden 90 X 90 cm ebatlarında 5 'er ahşap panel yapılmıştır.

Sonuç olarak;

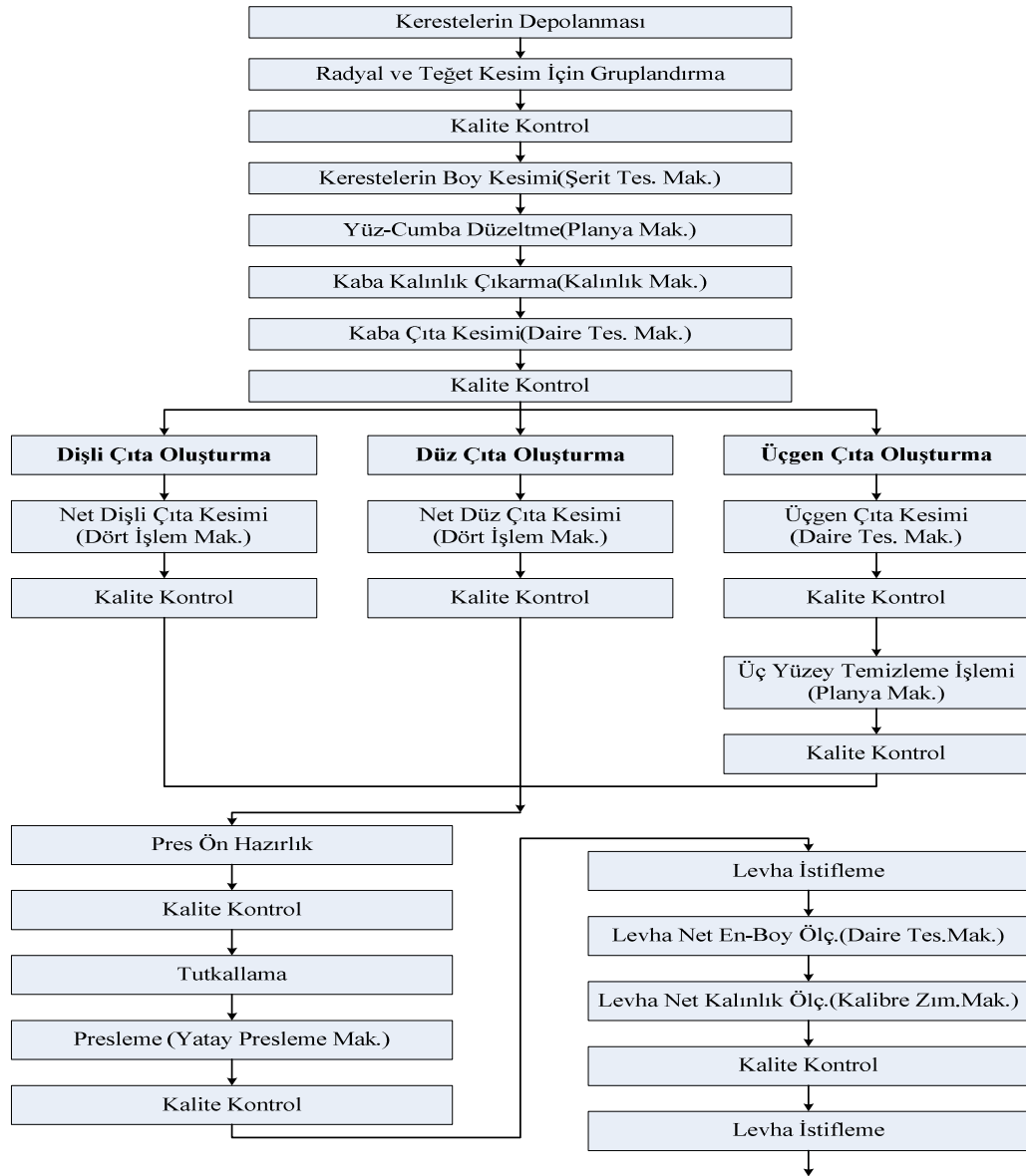
36 (Değişken Sayısı) x 5 (Tekerrür) = 180 adet Masif Ahşap Panel üretilmiştir.

Panelleri oluşturan ıtalaların yan yana getirilmesinde, düz, kama dişli ve üçgen ıtalı en birleştirme uygulanmıştır (şekil 4.1).



şekil 4.1. retimi yapılacak olan masif panel örnekleri, (a) Düz (Dişsiz) en birleştirme, (b) Dişli en birleştirme, (c) gen ıtalı en birleştirme

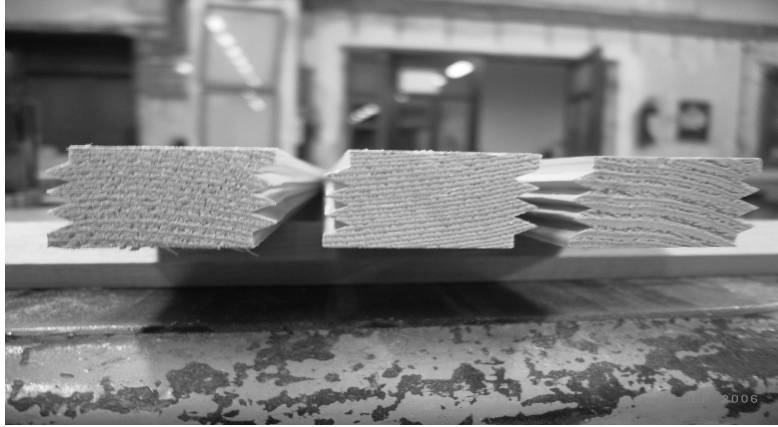
Deney rneklerinin hazırlanacağı paneller, şekil 4.2 'de verilen üretim şemasına göre elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Masif ahşap panel üretim şeması

Levhaların üretilmesinde öncelikle, keresteler teğet ve radyal kesim yönlerine göre seçilerek baş kesme makinasında boyları kesilmiştir. Ardından planya makinasında yüz – cumba yüzey düzeltme işlemi yapılmıştır. Kaba kalınlığını çıkarmak için kalınlık makinasında işlenen parçalara, daire testere makinasında kaba çıta kesim işlemi uygulanmıştır. Kaba halde teğet ve radyal özelliklerine göre kesilmiş çıtalar, panellerin özelliklerine göre düz, kama dişli ve üçgen biçimli olarak üretilmiştir.

Düz ve kama dişli çıtalar, dört işlem makinası kullanılarak 40 mm x 25 mm x 900 mm ölçülerinde teğet ve radyal yönlerine göre hazırlanmıştır. Dişli çıtalarda diş derinliği 5 mm olacak şekilde, dişlerin alt ve üstlerinde 3 mm temizleme boşluğu bırakılmıştır (Resim 4.1). Üçgen çıtalar, düz ve dişli çıtalardan farklı olarak daire testere makinasında oluşturulmuştur (Resim 4.2).



Resim 4.1. Dişli freze bıçakları ile şekillendirilmiş ahşap çıtalar [Özkaya, 2006]



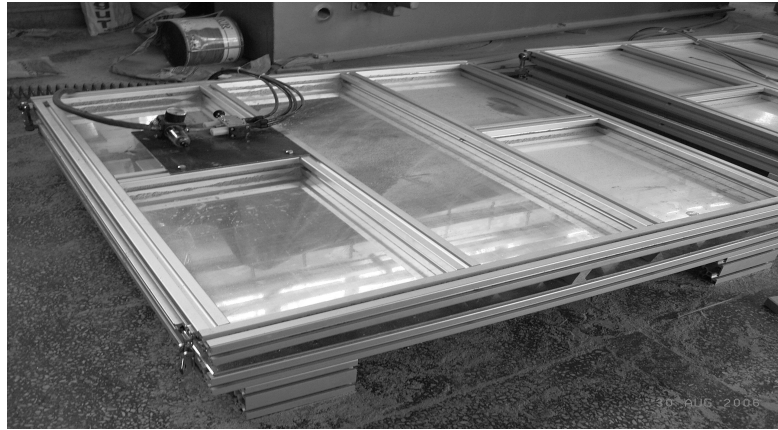
Resim 4.2. Daire testere makinasında üçgen çıta üretimi [Özkaya, 2006]

Elde edilen çıtalar, gruplandırıldıktan sonra presleme işlemine geçilmiştir. Presleme işlemi için, özel yatay pres cihazı tasarlanmış ve üç adet üretilmiştir (Resim 4.3). Çizelge 4.2 'de teknik özellikleri verilen yatay pres cihazı, hafif olması için

alüminyum çerçeve içerisine yerleştirilmiştir. Pres tablası, 5 mm kalınlığında sert sacdan hazırlanmıştır.

Çizelge 4.2. Presleme cihazının teknik özellikleri

Pres Yüzey Alanı :	900 x 900 mm
Piston Sayısı :	3
Presleme Basıncı :	Kompresör hava basıncı (~ 6 Bar = 3740 N)
Pres Baskı Yönü :	Yatay
Presleme Sıcaklığı :	Oda koşulları ($\sim 20 \pm 2$ °C sıcaklık ve $\sim \% 65 \pm 5$ bağıl nem)
Presleme Süresi :	~ 30 dk (Yaz mevsimi); ~ 90 dk (Kış mevsimi)
Panel Kalınlığı :	18 – 30 mm



Resim 4.3. Deney pres cihazı görünümü [Özkaya, 2006]



Resim 4.4. Tutkallanmış çıtaların pres tablasına yerleştirilmesi [Özkaya, 2006]

Hazırlanan çıtalar, özelliklerine, kesit yönlerine ve yıllık halka yönlerine göre yerleştirilmiş ve tutkal, TS 4315 ve prEN 386 standartlarına göre $150 - 160 \text{ g/m}^2$ miktarlarında fırça ile tek taraflı olarak yapışma yüzeyine eşit katman oluşturacak şekilde uygulanmıştır (Resim 4.4). Atölye koşullarında ($\sim 20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $\sim \% 65 \pm 5$ bağıl nem) soğuk presleme işlemi 30 dakika sürdürüldükten sonra sonlandırılmıştır. Presten çıkan masif ahşap paneller, enine ve boyuna yönde net ölçüye (900 mm x 900 mm) getirildikten sonra kalibre zımparalama makinasında tasarım kalınlıkları (22 mm) çıkarılmıştır.

Üretilen levhalar, gruplandırılarak istif edilmiş ve $\sim 20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında $\% 12 \pm 2$ denge rutubetine gelmesi için bekletilmiştir. Ardından her bir levhadan istenilen deney örnekleri TS 2756 – 0 (ISO 2859 – 0) ve TS 53 standartlarına uygun olarak alınmıştır. Deney örnekleri alınırken budak ve reçine bulunmaması, lif bozukluğu olmaması, yapışma yüzeyinin bozuk olmaması gibi deney sonuçlarını etkileyecek durumlar dikkate alınmıştır.

Masif ahşap paneller, Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Atölyesi 'nde üretilmiştir.

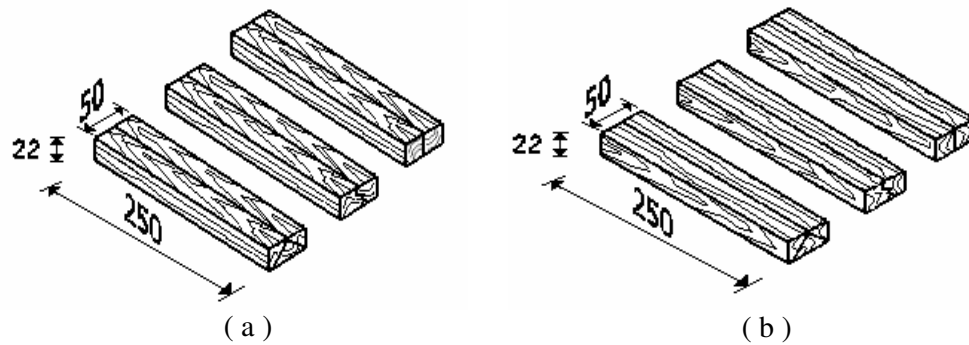
4.2.1. Eğilme deney örneklerinin hazırlanması

Eğilme direnci deneyleri, liflere dik ve paralel yönde uygulanmıştır. Deney örnekleri TS 11971 'e göre belirlenmiştir.

Liflere dik (radyal) yönde eğilme direnci deney örneklerinin hazırlanması

Liflere dik yönde eğilme direnci panellerin kesit yönlerine göre, teğet ve radyal kesit yüzeyli olarak iki grup oluşturulmuştur. Çalışmada, liflere dik yönde olarak isimlendirmede, oluşturulan panel örneklerine deney sırasında kuvvet uygulanırken kuvvetin yönü ve örneklerin eğilme konumu dikkate alınmıştır.

Bu deney, teğet ve radyal kesit yüzeyli panellere ayrı ayrı uygulanmıştır. Örnekler, 22 x 50 x 250 mm ölçüsünde ve birleşme yeri örnek ekseninde olacak şekilde hazırlanmıştır (Şekil 4.3). Her bir kabulden 10 adet olacak şekilde toplam 36 x 10 = 360 adet örnek hazırlanmıştır.



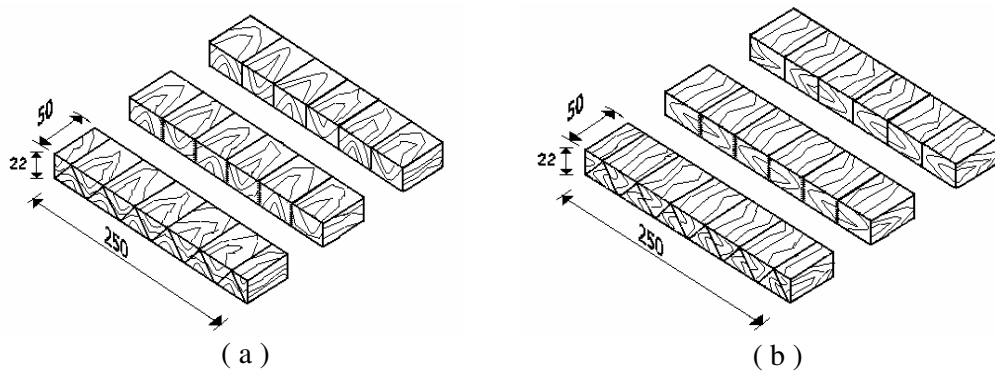
Şekil 4.3. Liflere dik yönde eğilme direnci deney örnekleri, (a) teğet kesit yüzeyli, (b) radyal kesit yüzeyli

Liflere paralel yönde eğilme direnci deney örneklerinin hazırlanması

Deney örnekleri kesit yönlerine göre, teğet ve radyal kesit yüzeyli olarak iki gruba ayrılarak hazırlanmıştır. Çalışmada, liflere paralel yönde olarak isimlendirmede,

oluşturulan levha örneklerine deney sırasında kuvvet uygulanırken kuvvetin yönü ve örneklerin eğilme konumu dikkate alınmıştır.

Liflere paralele yönde eğilme direnci deneyi, teğet ve radyal kesit yüzeyli panellere ayrı ayrı uygulanmıştır. Örnekler, 22 x 50 x 250 mm ölçüsünde ve kuvvet uygulanan orta ekseninde birleşme yeri olacak şekilde hazırlanmıştır (Şekil 4.4). Her bir kabulden 10 adet olacak şekilde toplam $36 \times 10 = 360$ adet örnek hazırlanmıştır.

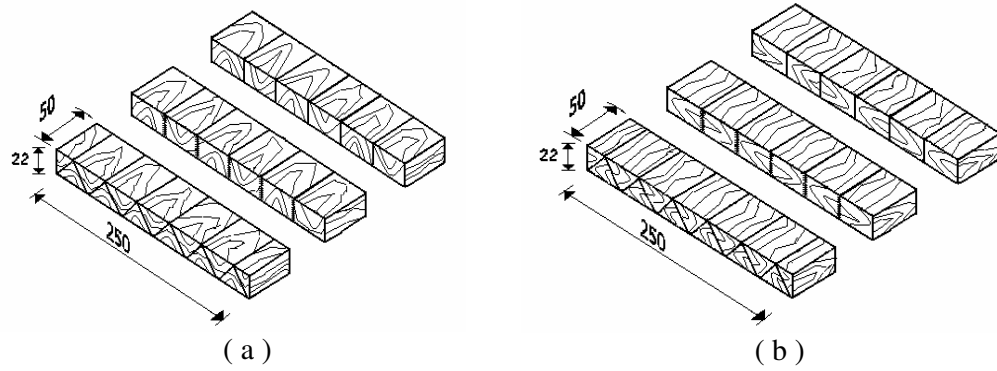


Şekil 4.4. Liflere paralel yönde eğilme direnci deney örnekleri, (a) teğet kesit yüzeyli, (b) radyal kesit yüzeyli

4.2.2. Çekme deney örneklerinin hazırlanması

Bu çalışmada çekme deneyi, liflere dik yönde uygulanmıştır. Deney örnekleri TS 11971 'e uygun olarak hazırlanmıştır. Örnekler kesit yönlerine göre, teğet ve radyal kesit yüzeyli olarak iki gruba ayrılarak hazırlanmıştır. Liflere dik yönde olarak isimlendirmede, örneklere deney sırasında uygulanan kuvvetin yönü ve kuvvet karşısında çekme konumu esas alınmıştır.

Çekme deneyi, teğet ve radyal kesit yüzeyli panellere ayrı ayrı uygulanmıştır. Örnekler, 22 x 50 x 250 mm ölçülerinde 360 adet hazırlanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Liflere dik yönde çekme direnci deney örnekleri, (a) teğet kesit yüzeyli, (b) radyal kesit yüzeyli

4.2.3. Yoğunluk deney örneklerinin hazırlanması

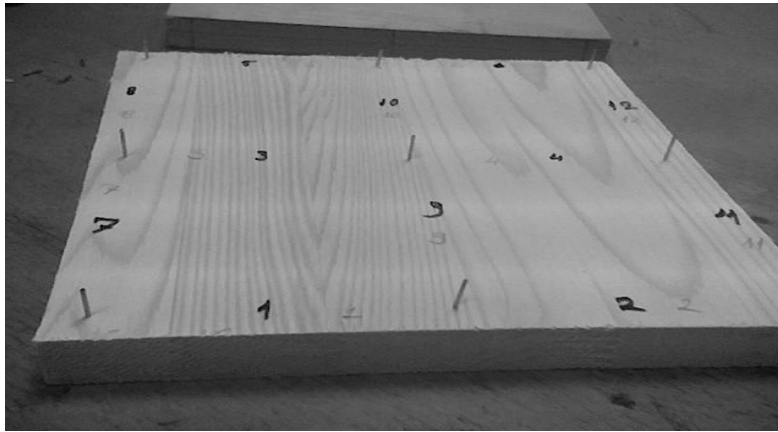
Yoğunluk tayininde kullanılan örnekler TS 2470 'e göre, 25 x 20 x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Yoğunluk belirlemede, TS 2472 esaslarına uyulmuştur. Tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değerleri için her ağaç türünden 20 adet olmak üzere toplam 60 adet örnek hazırlanmıştır.

4.2.4. Boyutsal değişim (genişleme ve daralma) deney örneklerinin hazırlanması

Sıcaklık sabit tutularak, bağıl nemi değiştirmek suretiyle, rutubet değişikliğinin ağaç malzemedeki sebep olduğu genişleme ve daralma miktarlarının tespiti için hazırlanan örnekler, TS 4084 ve TS 4083 esaslarına göre belirlenmiştir [Söğütü, 2004]. Bunun için, masif panellerden 200 x 200 mm ölçülerinde kare şeklinde örnekler alınmıştır. Örneklerin üzerinde boyuna ve enine yönde çalışmaları tespit edebilmek için eşit aralıklı 9 adet cam çivisi ile işaretlenmiştir (Resim 4.5). Deneyi yapabilmek için her bir kabulden 10 adet olacak şekilde toplam 360 adet örnek hazırlanmıştır.

Deney örnekleri, levhaları oluşturan çıtaların geniş yüzeylerinin lif durumlarına göre, teğet ve radyal kesitli levhalar olarak iki gruba ayrılmıştır. Buna göre daralma ve genişleme miktarlarının tespiti için yapılan çalışmaların sonuçları 4 gruba ayrılarak değerlendirilmiştir. Bunlar;

1. Genişleme miktarının tespiti
 - 1.1. Boyuna yönde genişleme miktarı
 - 1.2. Enine yönde genişleme miktarı
2. Daralma miktarının tespiti
 - 2.1. Boyuna yönde daralma miktarı
 - 2.2. Enine yönde daralma miktarı

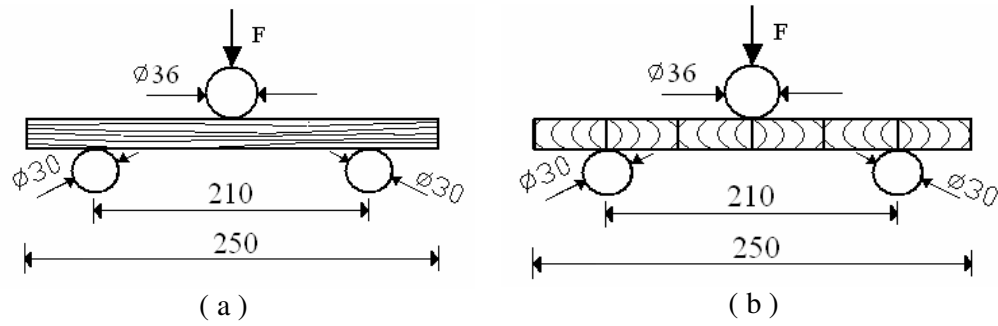


Resim 4.5. Boyutsal değişim deney örneği

4.3. Metod

4.3.1. Eğilme Deneyi

Liflere dik ve paralel yönde eğilme deneyi uygulanacak örnekler, iklimlendirme cihazında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem ortamında $\% 12 \pm 2$ denge rutubetine getirilerek rutubet ölçümleri yapıldıktan sonra, 0,01 mm hassaslıkta ölçüm yapabilen kumpas ile en kesit boyutları ölçülmüştür. Şekil 4.7 'de görüldüğü gibi, deney örnekleri hem liflere dik yönde hem de liflere paralel yönde eğilme deneyi için universal test cihazına yerleştirilerek TS 11971 'e göre testler yapılmıştır.



Şekil 4.6. Eğilme direnci deney düzeneği (ölçüler mm'dir), (a) liflere dik yönde eğilme deneyi, (b) liflere paralel yönde eğilme deneyi

Dayanak noktaları arasındaki mesafe 210 mm olarak belirlenmiş ve kuvvet dayanak noktalarının tam ortasından tutkal hattına dik olarak üzerinden 2×10^{-4} h mm/saniye hızla uygulanmıştır (Resim 4.6). Deney örneğinin kırıldığı andaki maksimum kuvvet test cihazının bağlı olduğu bilgisayar ekranında program üzerinden okunarak eğilme direnci, Eş. 4.1 'e göre belirlenmiştir.

$$\sigma_e = \frac{3 \cdot P_{\max} \cdot \ell}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad (4.1)$$

Burada;

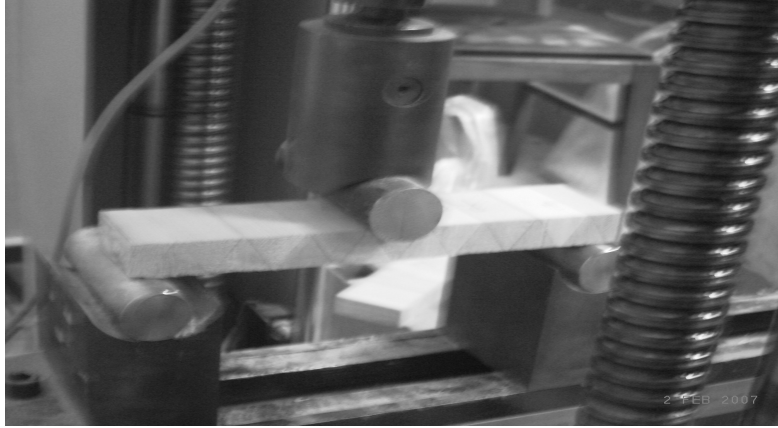
σ_e = Eğilme direnci (N/mm²),

$P_{\max}$ = Kırılma anında ölçülen en büyük kuvvet (N)

ℓ = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

b = Deney örneğinin eni (mm),

h = Deney örneğinin yüksekliği (mm)

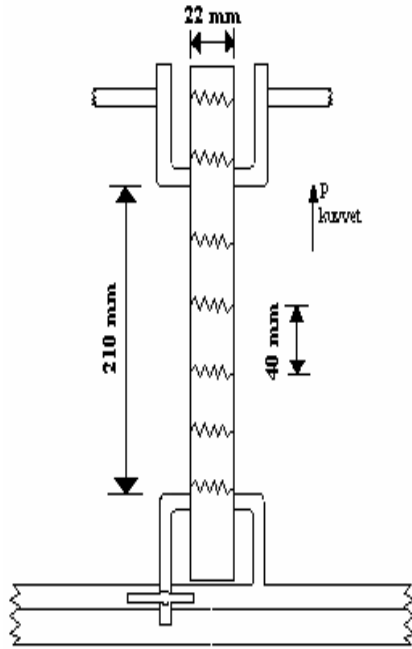


Resim 4.6. Test düzeneğinde eğilme direnci deney parçaları [Özkaya, 2006]

4.3.2. Çekme deneyi

Liflere dik yönde çekme deneyi uygulanacak örnekler, iklimlendirme cihazında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem ortamında $\% 12 \pm 2$ denge rutubetine getirilerek rutubet ölçümleri yapıldıktan sonra, 0,01 mm hassaslıkta ölçüm yapabilen kumpas ile en kesit boyutları ölçülmüştür.

Şekil 4.7. 'de görüldüğü gibi, deney örnekleri test cihazına yerleştirilerek TS 11971'e göre testler yapılmıştır.



Şekil 4.7. Liflere dik yönde çekme direnci deney düzeneği

Çekme direncini belirlemek için deney örneği, universal test cihazının çekme çeneleri arasına bağlanmıştır (Resim 4.7). Bağlama esnasında makina çeneleri arasında deney örneği genişliği 210 mm (9h) olarak bırakılmıştır. Çekme yüklemesi 5×10^{-5} h mm/saniye hızla uygulanarak deney örneğinin kırıldığı andaki maksimum kuvvet, test cihazının bağlı olduğu bilgisayar ekranında program üzerinden okunarak, liflere dik yönde çekme direnci Eş. 4.2 'ye göre belirlenmiştir.

$$\sigma_{\text{Ç}} = \frac{P_{\text{max}}}{A} \quad (4.2)$$

Burada;

$\sigma_{\text{Ç}}$: Liflere dik yönde çekme direnci (N/mm²),

P_{max} : Kopma anındaki ölçülen en büyük kuvvet (N)

A : Yapışma yüzeyi alanı (mm²)



Resim 4.7. Universal test cihazında liflere dik yönde çekme direnci deney örneği

4.3.3. Yoğunluk tayini

Yoğunluk tayininde, çalışmada kullanılan ağaç malzemelerin hava kurusu ve tam kuru anındaki değerleri belirlenmiştir.

Hava kurusu yoğunluk

Hava kurusu yoğunluk, TS 2472’de belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir. Bu amaçla deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar bekletilmiştir. Bu durumda, ağırlıkları $\pm 0,01$ g duyarlıklı hassas terazide tartılarak (M_{12}), boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı mikrometrik dijital kumpasla belirlendikten sonra hacimleri (V_{12}) hesaplanmıştır. Bu değerlere göre hava kurusu yoğunluk (δ_{12}), Eş. 4.3 ‘e göre belirlenmiştir.

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \quad \begin{array}{l} M_{12} : \text{Hava kurusu ağırlık (gr)} \\ V_{12} : \text{Hava kurusu hacim (cm}^3\text{)} \end{array} \quad (4.3)$$

Tam kuru yoğunluk

Tam kuru yoğunluk, TS 2472’de belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir. Bu amaçla deney örnekleri, havalandırılabilen kurutma dolabında 103 ± 2 °C sıcaklıkta ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma dolabından alınan örnekler, içerisinde P_2O_5 bulunan desikatörde soğutulduktan sonra $\pm 0,01$ g hassasiyetle ölçüm yapabilen hassas terazide tam kuru ağırlıkları tartılmıştır.

Örneklerin her üç yöndeki boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı mikrometrik dijital kumpas ile ölçülerek *stereometrik metot* ile hacimleri (V_0) belirlenmiştir. Tam kuru yoğunluk (δ_0), Eş. 4.4 ‘e göre belirlenmiştir.

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} \quad \begin{array}{l} M_0 : \text{Tam kuru ağırlık (gr)} \\ V_0 : \text{Tam kuru hacim (cm}^3\text{)} \end{array} \quad (4.4)$$

4.3.4. Boyutsal değişim (genişleme ve daralma)

Hazırlanan masif ahşap panellerin farklı rutubet miktarlarında boyutsal değişimi, ağaç malzemenin daralması – genişlemesi esaslarına göre belirlenmiştir. Bu değerler alınırken liflerin boyuna ve enine yönde çalışmalar ayrı ayrı incelenmiştir.

Boyutsal genişleme miktarı

Deney örneklerinin boyutsal genişleme miktarlarını tayin etmek için TS 4084 ’de belirtilen esaslara uyulmuştur. Örnekler, 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında $\% 12 \pm 2$ denge rutubetinde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilerek, işaretli noktalar arasındaki mesafe $\pm 0,01$ mm duyarlıklı mikrometrik dijital kumpasla boyuna yönde ve enine yönde ayrı ayrı ölçülmüştür (L_{I2}). Daha sonra, aynı örnekler, 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 90 \pm 5$ bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında $\% 21 \pm 2$ denge rutubetine ulaştığında, ilk ölçüm

yerlerinden tekrar ölçüm yapılmıştır (L_{21}) [Söğütü, 2004]. Hem boyuna yönde hem de enine yönde yapılan ölçümlerde, örneklerin ortasındaki ve kenarlarındaki noktalar arasından alınan değerlerin ortalamaları alınmıştır.

Boyutsal genişleme yüzdeleri ($\alpha_{//}$), Eş. 4.5 'e göre hesaplanmıştır.

$$\alpha_{//} = \frac{L_{21} - L_{12}}{L_{12}} \cdot 100 \quad \begin{array}{l} L_{12} : \% 12 \pm 0,5 \text{ rutubetli ölçü} \\ L_{21} : \% 21 \pm 0,5 \text{ rutubetli ölçü} \end{array} \quad (4.5)$$

Boyutsal daralma miktarı

Boyutsal daralma miktarları, TS 4083'de belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir. Bu amaçla 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 90 \pm 5$ bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında denge rutubetine ulaşıncaya kadar bekletilen örneklerin, işaretli noktaları arasındaki mesafe dijital kumpasla boyuna yönde ve enine yönde ayrı ayrı ölçülmüştür (L_{21}). Daha sonra, aynı örnekler, 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 30 \pm 5$ bağıl nem şartlarında $\% 7 \pm 2$ denge rutubetine ulaştığında, ilk ölçüm yerlerinden tekrar ölçüm yapılmıştır (L_7) [Söğütü, 2004]. Hem boyuna yönde hem de enine yönde yapılan ölçümlerde, örneklerin ortasındaki ve kenarlarındaki noktalar arasından alınan değerlerin ortalamaları alınmıştır.

Boyutsal daralma yüzdeleri ($\beta_{//}$), Eş. 4.6 'ya göre hesaplanmıştır.

$$\beta_{//} = \frac{L_{21} - L_7}{L_{21}} \cdot 100 \quad \begin{array}{l} L_{21} : \% 21 \pm 0,5 \text{ rutubetli ölçü} \\ L_7 : \% 7 \pm 0,5 \text{ rutubetli ölçü} \end{array} \quad (4.6)$$

4.3.5. Gözlem

Ağaç malzemenin daralması ve genişlemesi deneyleri sırasında masif panellerde gözlenen deformasyonlar ve farklılıklar da incelenmiş ve gözlemsel olarak

değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, herhangi bir standarda bağlı olarak yapılmayıp deney sırasında örneklerin davranışlarını tespit etmek açısından önemli görülmüştür.

4.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada kullanılan masif ahşap panel örneklerinde iki farklı kesit yönü (teğet, radyal), üç farklı ağaç türü (göknar, kayın, kızılçam), üç farklı birleştirme tipi (düz, dişli, üçgen) ve iki farklı tutkal çeşidi (kleiberit 303, dorus MD 073) için yapılan fiziksel ve mekanik testlerinin sonuçları “MSTAT-C” paket programında % 95 güven düzeyinde değerlendirilmiştir.

Elde edilen veriler, çoklu varyans analizi şeklinde düzenlenerek "ANOVA" (Analysis Of Variance) testi uygulanmıştır. Varyans analizi yapılmadan önce değerlerin normallik homojenliği sağlanmıştır. Bunun için, değerler arasından normallik dağılımını bozan sonuçlar çıkarılmıştır.

Varyans analizleri sonucunda, gruplar arası fark önemli çıktığında, grup içinde faktörlere Duncan testi ile ikili karşılaştırma yapılmıştır. Ardından, ortalama değerleri alınan faktörlerin birbirleri arasındaki başarı sıralamaları, *en küçük önemli fark (LSD)* kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılarak belirlenmiştir.

Son olarak; metin yazımında Microsoft Word, şemaların çizimlerinde Microsoft Visio, grafik çizimleri ve tablo oluşturmalarında Microsoft Excel, şekil çizimlerinde ise AutoCAD programları kullanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Eğilme Direnci

Eğilme deneyleri sonucunda liflere dik ve paralel yönde elde edilen eğilme direnci ortalama değerleri, Çizelge 5.1 'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

DEĞİŞKEN				EĞİLME DİRENCİ (N/mm ²)			
				Liflere Dik Yönde		Liflere Paralel Yönde	
Ağaç Türü	Kesim Yönü	Birleştirme Tipi	Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
Göknar (G)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	49,48	296,883	4,18	25,088
			Dorus MD073 (D)	62,25	373,496	3,67	22,008
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	62,88	377,286	3,81	22,865
			Dorus MD073 (D)	65,05	390,282	3,63	21,782
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	71,94	431,661	3,72	22,330
			Dorus MD073 (D)	69,63	417,806	3,95	23,678
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	63,15	378,920	4,02	24,111
			Dorus MD073 (D)	68,85	413,071	4,72	28,336
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	63,34	380,012	3,64	21,829
			Dorus MD073 (D)	64,83	388,982	3,43	20,598
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	70,43	422,551	4,62	27,746
			Dorus MD073 (D)	73,90	443,419	4,88	29,296
Kayın (K)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	107,63	645,772	8,44	50,609
			Dorus MD073 (D)	93,58	561,478	9,23	55,402
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	91,13	546,767	7,57	45,397
			Dorus MD073 (D)	96,16	576,963	9,73	58,395
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	112,18	673,054	11,13	66,791
			Dorus MD073 (D)	135,31	811,851	13,14	78,838
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	89,80	538,805	13,50	81,009
			Dorus MD073 (D)	94,08	564,479	10,51	63,084
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	82,88	497,284	7,06	42,386
			Dorus MD073 (D)	90,43	542,562	9,74	58,464
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	108,93	653,553	9,69	58,114
			Dorus MD073 (D)	103,54	621,257	16,39	98,366
Kızılçam (Ç)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	77,94	467,622	5,49	32,957
			Dorus MD073 (D)	81,41	488,479	4,72	28,325
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	86,82	520,911	6,94	41,659
			Dorus MD073 (D)	79,64	477,858	3,74	22,454
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	87,99	527,957	3,59	21,534
			Dorus MD073 (D)	89,77	538,635	6,31	37,874
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	81,52	489,122	4,37	26,213
			Dorus MD073 (D)	83,69	502,147	6,30	37,794
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	91,29	547,755	4,58	27,481
			Dorus MD073 (D)	90,29	541,749	4,55	27,301
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	99,29	595,739	6,97	41,788
			Dorus MD073 (D)	89,61	537,631	5,45	32,690

$\bar{X}$: Aritmetik Ortalama s : Standart Sapma

Deney sonuçlarına göre, liflere dik ve paralel yönde eğilme direncinde ağaç türü, kesim yönü, birleştirme tipi ve tutkal çeşidine ait aritmetik ortalamalarda farklılıklar görülmüştür. Farklılaşmada etkili olan değişkenleri belirlemek üzere eğilme direnci değerleri ayrı ayrı incelenmiştir.

5.1.1. Liflere dik yönde eğilme direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci deneylerinde farklılaşmaya neden olan değişkenleri belirlemek üzere çoklu varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 5.2 'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Liflerine dik yönde eğilme direncine ilişkin çoklu varyans analizi

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
AĞAÇ TÜRÜ (A)	44714,171	2	22357,085	1064,4188	0,0000
KESİM YÖNÜ (B)	19,998	1	19,998	0,9521	NS
BİRLEŞTİRME TİPİ (C)	7882,427	2	3941,214	187,6408	0,000
TUTKAL ÇEŞİDİ (D)	186,096	1	186,096	8,8600	0,0033
A x B	2965,528	2	1482,764	70,5943	0,0000
A x C	2901,134	4	725,283	34,5307	0,0000
B x C	243,052	2	121,526	5,7859	0,0037
C x D	9,853	2	4,926	0,2345	NS
A x D	350,907	2	175,454	8,3533	0,0003
B x D	43,901	1	43,901	2,0901	0,1500 ^{NS}
A x B x C	562,178	4	140,544	6,6913	0,0000
A x B x D	9,213	2	4,607	0,2193	NS
A x C x D	1081,470	4	270,368	12,8722	0,0000
B x C x D	622,264	2	311,132	14,8130	0,0000
A x B x C x D	1440,601	4	360,150	17,1467	0,0000
HATA	3780,726	180	21,004		
TOPLAM	66813,519	215			

(NS) P > 0,05 ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile ağaç türü, birleştirme tipi, tutkal çeşidi değişkenleri; *ağaç türü x kesim yönü*, *ağaç türü x birleştirme tipi*, *kesim yönü x birleştirme tipi*, *ağaç türü x tutkal çeşidi* ikili etkileşimleri; *ağaç türü x kesim yönü x birleştirme tipi*, *ağaç türü x birleştirme tipi x*

tutkal çeşidi, kesim yönü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi üçlü etkileşimleri ve *ağaç türü x kesim yönü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi* dördlü etkileşimi için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan değişkenlerden ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını belirlemek üzere, ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.3 'de verilmiştir.

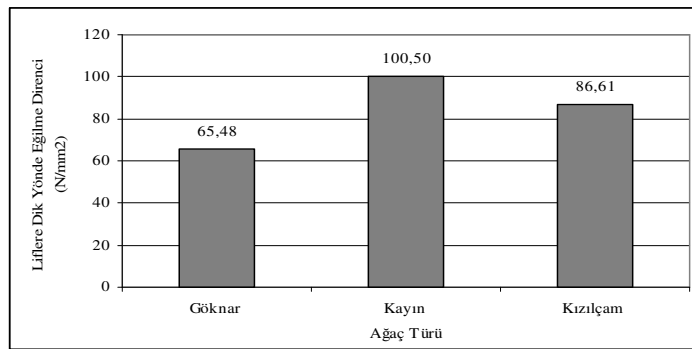
Çizelge 5.3. Ağaç türü düzeyinde, liflere dik yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	65,48	C**
Kayın (K)	100,50	A*
Kızılcıam (Ç)	86,61	B
LSD $\pm$ 1,506		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek kayında (100,50 N/mm²) en düşük göknarda (65,48 N/mm²) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.1 'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Ağaç türü düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Birleştirme tipi düzeyinde, eğilme direnci değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.4 'de verilmiştir.

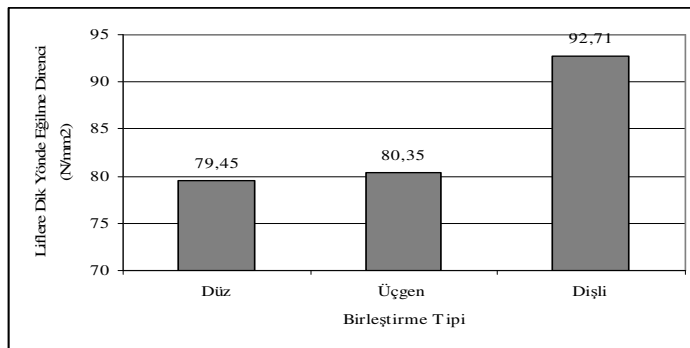
Çizelge 5.4. Birleştirme tipi düzeyinde, liflere dik yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Birleştirme Tipi	$\bar{X}$	HG
Düz (D)	79,45	B**
Üçgen (Ü)	80,35	B**
Dişli (K)	92,71	A*
LSD $\pm$ 1,506		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek dişli (92,71 N/mm²) en düşük üçgen (80,35 N/mm²) ve düz (79,45 N/mm²) birleştirmelerde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.2 'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Tutkal çeşidi düzeyinde, eğilme direnci değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.5 'de verilmiştir.

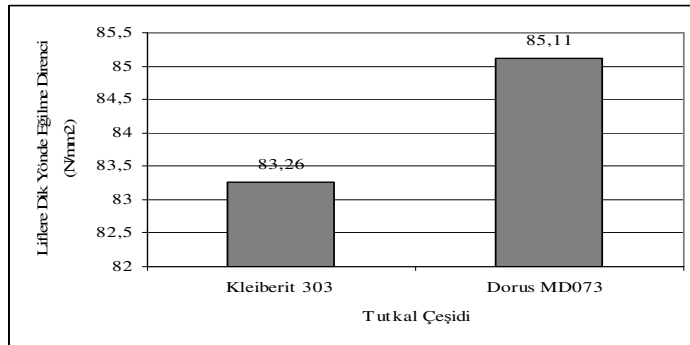
Çizelge 5.5. Tutkal çeşidi düzeyinde, liflere dik yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	HG
Kleiberit 303 (K)	83,26	B**
Dorus MD073 (D)	85,11	A*
LSD $\pm$ 1,229		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek dorus (85,11 N/mm²) en düşük kleiberit 303 (83,26 N/mm²) tutkallarında bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.3 'de verilmiştir.



Şekil 5.3. Tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.6 'da verilmiştir.

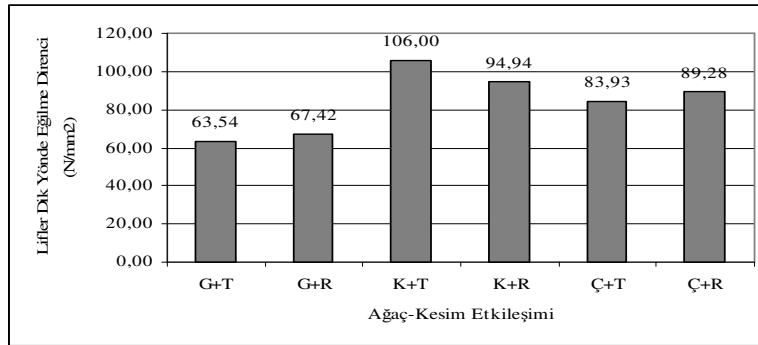
Çizelge 5.6. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Kesim Yönü		
G	T	63,54	F**
	R	67,42	E
K	T	106,00	A*
	R	94,94	B
Ç	T	83,93	D
	R	89,28	C
LSD $\pm$ 2,129			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – teğet (106,00 N/mm²) en düşük göknar – teğet (63,54 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.4 'de verilmiştir.



Şekil 5.4. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.7 'de verilmiştir.

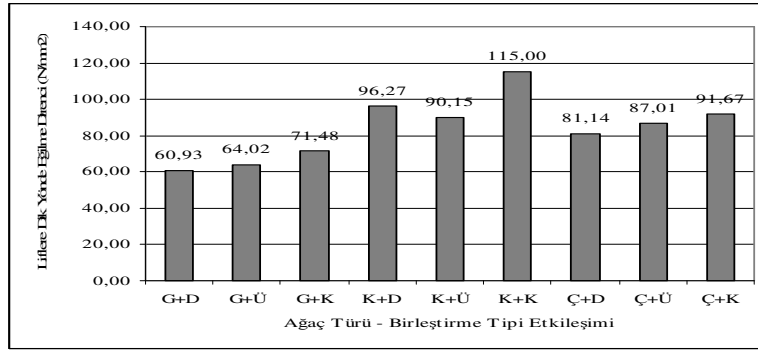
Çizelge 5.7. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Birleştirme Tipi		
G	D	60,93	H**
	Ü	64,02	G
	K	71,48	F
K	D	96,27	B
	Ü	90,15	C
	K	115,00	A*
Ç	D	81,14	E
	Ü	87,01	D
	K	91,67	C
LSD $\pm$ 2,608			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – dişli (115,00 N/mm²) en düşük göknar – düz (60,93 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.5 'de verilmiştir.



Şekil 5.5. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.8 'de verilmiştir.

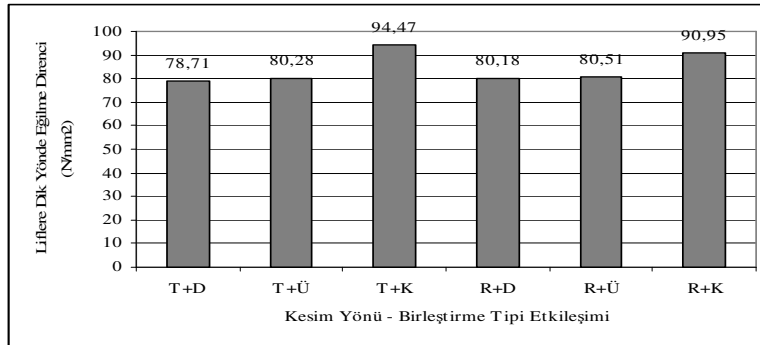
Çizelge 5.8. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Birleştirme Tipi		
T	D	78,71	C**
	Ü	80,28	C**
	K	94,47	A*
R	D	80,18	C**
	Ü	80,51	C**
	K	90,95	B
LSD $\pm$ 2,129			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek teğet – dişli (94,47 N/mm²) en düşük teğet – düz (78,71 N/mm²), teğet – üçgen (80,28 N/mm²), radyal – düz (80,18 N/mm²) ve radyal – üçgen (80,51 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.6 'da verilmiştir.



Şekil 5.6. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.9 'da verilmiştir.

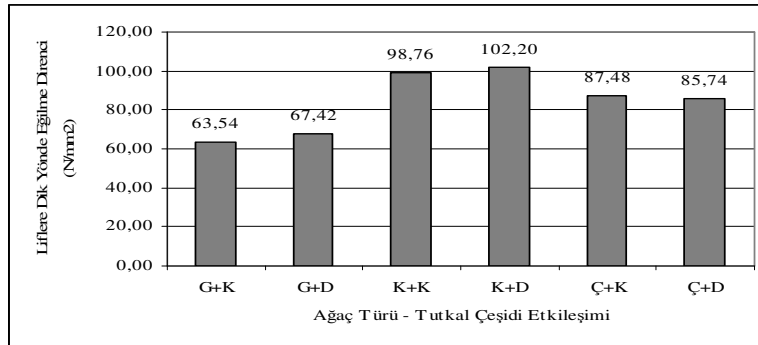
Çizelge 5.9. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi		
G	K	63,54	E**
	D	67,42	D
K	K	98,76	B
	D	102,20	A*
Ç	K	87,48	C
	D	85,74	C
LSD $\pm$ 2,129			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – dorus (102,20 N/mm²) en düşük göknar – kleiberit 303 (63,54 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.7 'de verilmiştir.



Şekil 5.7. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.10 'da verilmiştir.

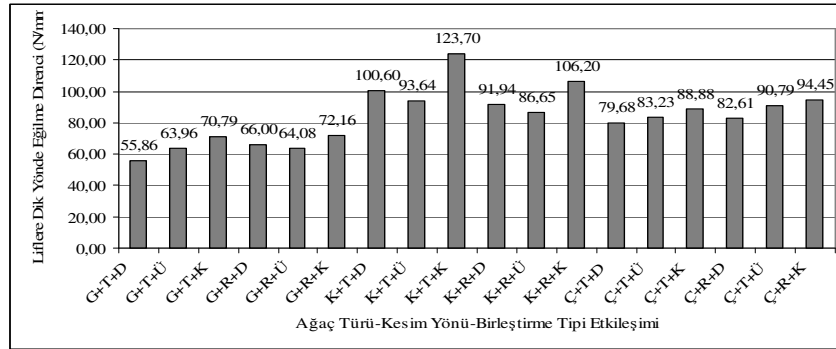
Çizelge 5.10. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Birleştirme		
G	T	D	55,86	K**
		Ü	63,96	J
		K	70,79	I
	R	D	66,00	J
		Ü	64,08	J
		K	72,16	I
K	T	D	100,60	C
		Ü	93,64	D
		K	123,70	A*
	R	D	91,94	DE
		Ü	86,65	FG
		K	106,20	B
Ç	T	D	79,68	H
		Ü	83,23	GH
		K	88,88	EF
	R	D	82,61	H
		Ü	90,79	DE
		K	94,45	D
LSD ± 3,688				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – teğet – dişli (123,70 N/mm²) en düşük göknar – teğet - düz (55,86 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.8 ‘de verilmiştir.



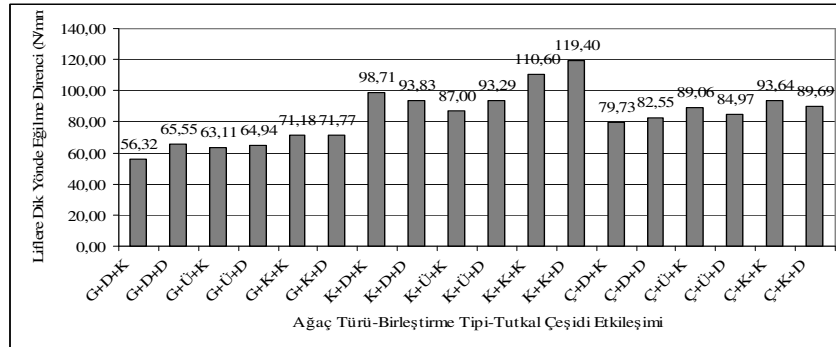
Şekil 5.8. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü– birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.11 ‘de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken			$\bar{x}$	HG
Ağaç	Birleştirme	Tutkal		
G	D	K	56,32	L**
		D	65,55	K
	Ü	K	63,11	K
		D	64,94	K
	K	K	71,18	J
		D	71,77	J
K	D	K	98,71	C
		D	93,83	D
	Ü	K	87,00	FG
		D	93,29	DE
	K	K	110,60	B
		D	119,40	A*
Ç	D	K	79,73	I
		D	82,55	HI
	Ü	K	89,06	F
		D	84,97	GH
	K	K	93,64	D
		D	89,69	EF
LSD ± 3,688				

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – dişli – dorus (119,40 N/mm²) en düşük göknar – düz – kleiberit 303 (56,32 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.9 ‘da verilmiştir.



Şekil 5.9. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.12 ‘de verilmiştir.

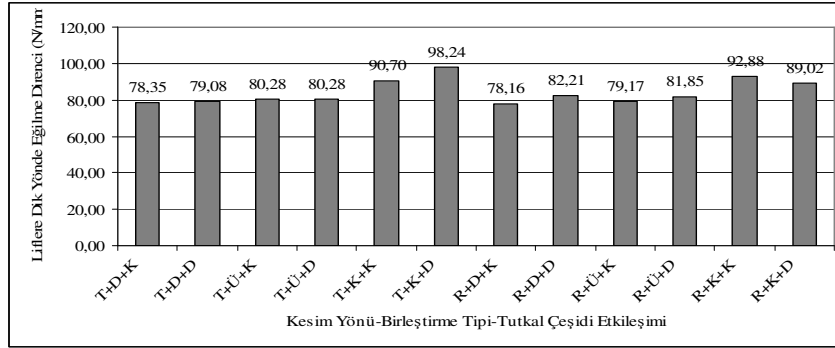
Çizelge 5.12. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Kesim	Birleştirme	Tutkal		
T	D	K	78,35	E**
		D	79,08	DE
	Ü	K	80,28	DE
		D	80,28	DE
	K	K	90,70	BC
		D	98,24	A*
R	D	K	78,16	E**
		D	82,21	D
	Ü	K	79,17	DE
		D	81,85	D
	K	K	92,88	B
		D	89,02	C
LSD $\pm$ 3,011				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek teğet – dişli – dorus ($98,24 \text{ N/mm}^2$) en düşük teğet – düz – kleiberit 303 ($78,35 \text{ N/mm}^2$) ve radyal – düz – kleiberit 303 ($78,16 \text{ N/mm}^2$) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.10 ‘da verilmiştir.



Şekil 5.10. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.13 ‘de verilmiştir.

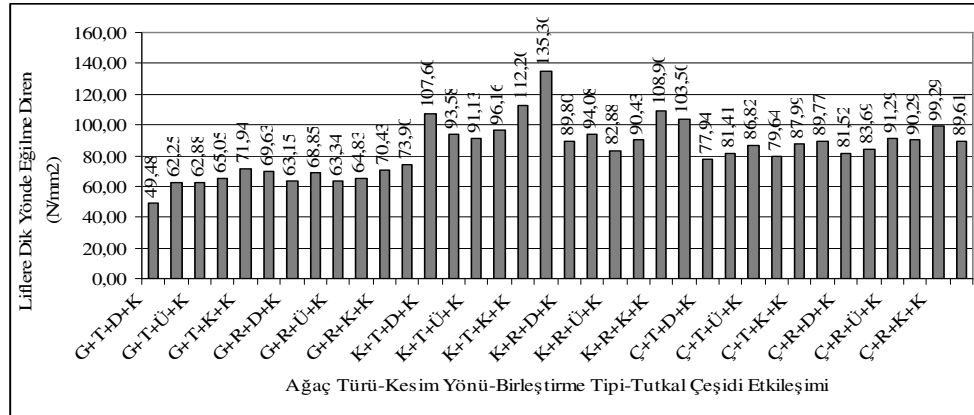
Çizelge 5.13. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

DEĞİŞKEN					
Ağaç	Kesim	Birleştirme	Tutkal	$\bar{X}$	HG
G	T	D	K	49,48	Q**
			D	62,25	P
		Ü	K	62,88	P
			D	65,05	NOP
		K	K	71,94	M
			D	69,63	MN
	R	D	K	63,15	OP
			D	68,85	MNO
		Ü	K	63,34	OP
			D	64,83	NOP
		K	K	70,43	MN
			D	73,90	LM
K	T	D	K	107,60	BC
			D	93,58	FG
		Ü	K	91,13	FGH
			D	96,16	EF
		K	K	112,20	B
			D	135,30	A*
	R	D	K	89,80	GH
			D	94,08	EFG
		Ü	K	82,88	IJK
			D	90,43	FGH
		K	K	108,90	BC
			D	103,50	CD
Ç	T	D	K	77,94	KL
			D	81,41	JK
		Ü	K	86,82	HIJ
			D	79,64	K
		K	K	87,99	GHI
			D	89,77	GH
	R	D	K	81,52	JK
			D	83,69	IJK
		Ü	K	91,29	FGH
			D	90,29	FGH
		K	K	99,29	DE
			D	89,61	GH
LSD ± 5,215					

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – teğet – dişli – dorus (135,30 N/mm²) en düşük göknar – teğet – düz – kleiberit 303 (49,48 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.11 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.11. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri

5.1.2. Liflere paralel yönde eğilme direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci deneylerinde farklılaşmaya neden olan değişkenleri belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.14 'de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin çoklu varyans analizi

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
AĞAÇ TÜRÜ (A)	1710,916	2	855,458	1093,2080	0,0000
KESİM YÖNÜ (B)	21,800	1	21,800	27,8581	0,0000
BİRLEŞTİRME TİPİ (C)	114,551	2	57,275	73,1934	0,0000
TUTKAL ÇEŞİDİ (D)	19,427	1	19,427	24,8259	0,0000
A x B	11,360	2	5,680	7,2583	0,0009
A x C	94,250	4	23,563	30,1110	0,0000
B x C	29,677	2	14,838	18,9622	0,0000
C x D	35,829	2	17,915	22,8934	0,0000
A x D	45,671	2	22,836	29,1823	0,0000
B x D	3,064	1	3,064	3,9156	0,0494
A x B x C	22,729	4	5,682	7,2614	0,0000
A x B x D	0,041	2	0,021	0,0264	NS
A x C x D	75,932	4	18,983	24,2588	0,0000
B x C x D	3,763	2	1,882	2,4046	0,0932 ^{NS}
A x B x C x D	103,400	4	25,850	33,0342	0,0000
HATA	140,854	180	0,783		
TOPLAM	2433,263	215			

(NS) P > 0,05 ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile tüm değişkenler ve ikili etkileşimler ile *ağaç türü x kesim yönü x birleştirme tipi*, *ağaç türü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi* üçlü etkileşimleri ve *ağaç türü x kesim yönü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi* dördü etkileşimi için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan değişkenlerden ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını belirlemek üzere, ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.15 'de verilmiştir.

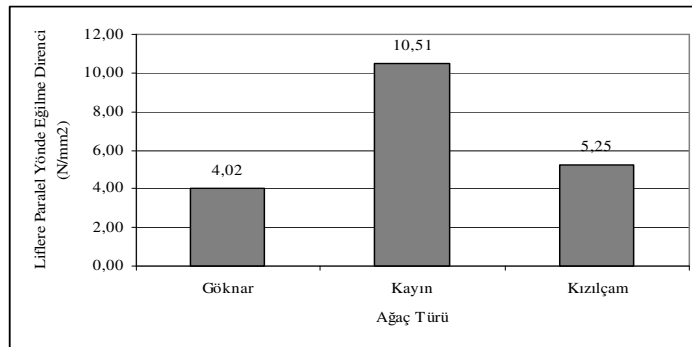
Çizelge 5.15. Ağaç türü düzeyinde, liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	4,02	C**
Kayın (K)	10,51	A*
Kızılcıam (Ç)	5,25	B
LSD $\pm$ 0,291		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek kayında (10,51 N/mm²) en düşük göknarda (4,02 N/mm²) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.12 'de verilmiştir.



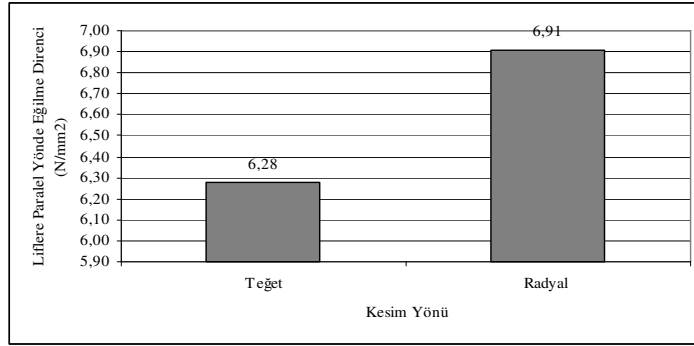
Şekil 5.12. Ağaç türü düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Kesim yönü düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere liflere paralel yönde eğilme direnci değerlerine yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.16 'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Kesim yönü düzeyinde, liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Kesim Yönü	$\bar{X}$	HG
Teğet (T)	6,28	B**
Radyal (R)	6,91	A*
LSD $\pm$ 0,237		

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek radyal kesimde (6,91 N/mm²) en düşük teğet kesimde (6,28 N/mm²) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.13 'de verilmiştir.



Şekil 5.13. Kesim yönü düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Birleştirme tipi düzeyinde, eğilme direnci değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.17 'de verilmiştir.

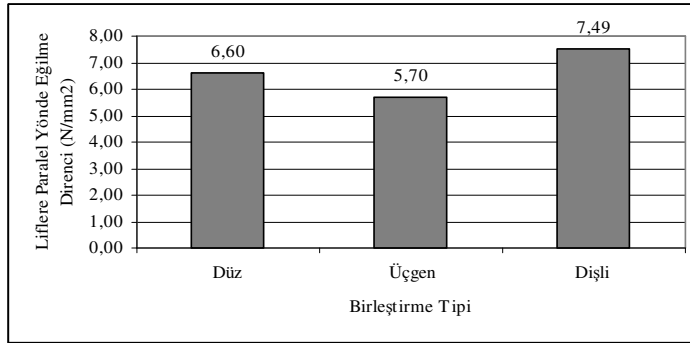
Çizelge 5.17. Birleştirme tipi düzeyinde, liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Birleştirme Tipi	$\bar{X}$	HG
Düz (D)	6,60	B
Üçgen (Ü)	5,70	C**
Dişli (K)	7,49	A*
LSD $\pm$ 0,291		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek dişli (7,49 N/mm²) en düşük üçgen (5,70 N/mm²) birleştirmelerde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.14 'de verilmiştir.



Şekil 5.14. Birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

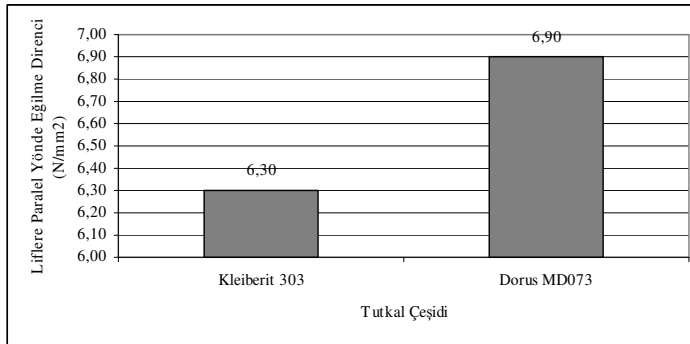
Tutkal çeşidi düzeyinde, eğilme direnci değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.18 'de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Tutkal çeşidi düzeyinde, liflere paralel yönde eğilme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	HG
Kleiberit 303 (K)	6,30	B**
Dorus MD073 (D)	6,90	A*
LSD $\pm$ 0,237		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu
 * : En yüksek yapışma direnci ** : En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek dorus (6,90 N/mm²) en düşük kleiberit 303 (6,30 N/mm²) tutkalarında bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.15 'de verilmiştir.



Şekil 5.15. Tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.19 'da verilmiştir.

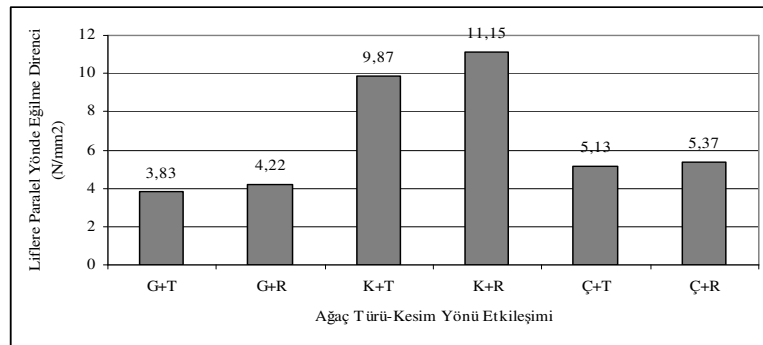
Çizelge 5.19. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Kesim Yönü		
G	T	3,83	D**
	R	4,22	D**
K	T	9,87	B
	R	11,15	A*
Ç	T	5,13	C
	R	5,37	C
LSD $\pm$ 0,411			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – radyal (11,15 N/mm²) en düşük göknar – teğet (3,83 N/mm²) ve göknar – radyal (4,22 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.16 'da verilmiştir.



Şekil 5.16. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.20 'de verilmiştir.

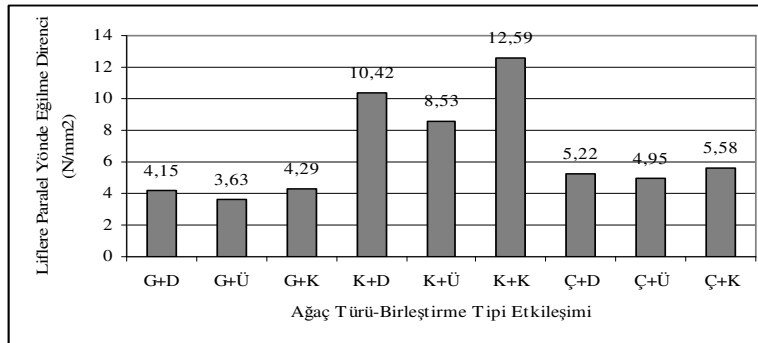
Çizelge 5.20. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Birleştirme Tipi		
G	D	4,15	F
	Ü	3,63	G**
	K	4,29	F
K	D	10,42	B
	Ü	8,53	C
	K	12,59	A*
Ç	D	5,22	DE
	Ü	4,95	E
	K	5,58	D
LSD $\pm$ 0,504			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – dişli (12,59 N/mm²) en düşük göknar – üçgen (3,63 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.17 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.17. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.21 ‘de verilmiştir.

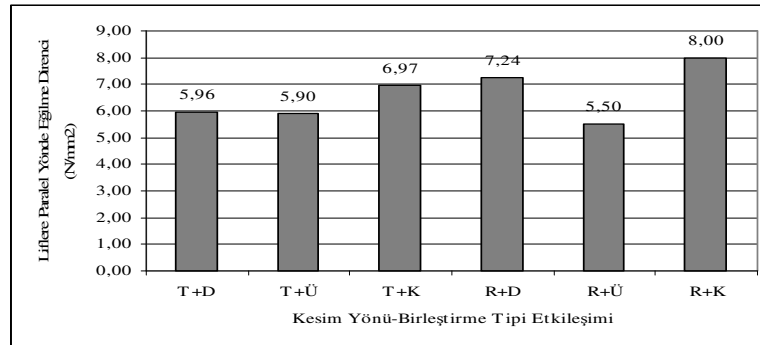
Çizelge 5.21. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Birleştirme Tipi		
T	D	5,96	C
	Ü	5,90	CD
	K	6,97	B
R	D	7,24	B
	Ü	5,50	D**
	K	8,00	A*
LSD $\pm$ 0,411			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek radyal – dişli (8,00 N/mm²) en düşük radyal – üçgen (5,50 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.18 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.18. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.22 ‘de verilmiştir.

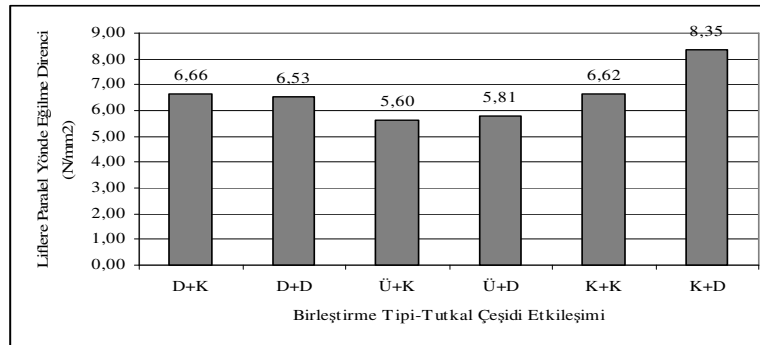
Çizelge 5.22. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Birleştirme Tipi	Tutkal Çeşidi		
D	K	6,66	B
	D	6,53	B
Ü	K	5,60	C**
	D	5,81	C**
K	K	6,62	B
	D	8,35	A*
LSD $\pm$ 0,411			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek dişli – doruk (8,35 N/mm²) en düşük üçgen – kleiberit 303 (5,60 N/mm²) ve üçgen – doruk (5,81 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.19 ‘da verilmiştir.



Şekil 5.19. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.23 ‘de verilmiştir.

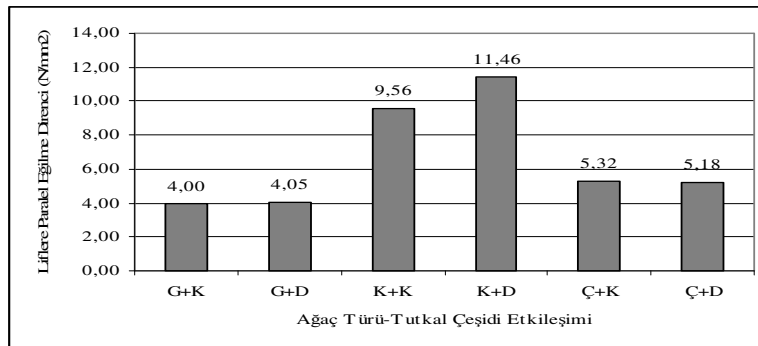
Çizelge 5.23. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi		
G	K	4,00	D**
	D	4,05	D**
K	K	9,56	B
	D	11,46	A*
Ç	K	5,32	C
	D	5,18	C
LSD $\pm$ 0,411			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – dorus (11,46 N/mm²) en düşük göknar – kleiberit 303 (4,00 N/mm²) ve göknar – dorus (4,05 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.20 'de verilmiştir.



Şekil 5.20. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Kesim yönü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.24 'de verilmiştir.

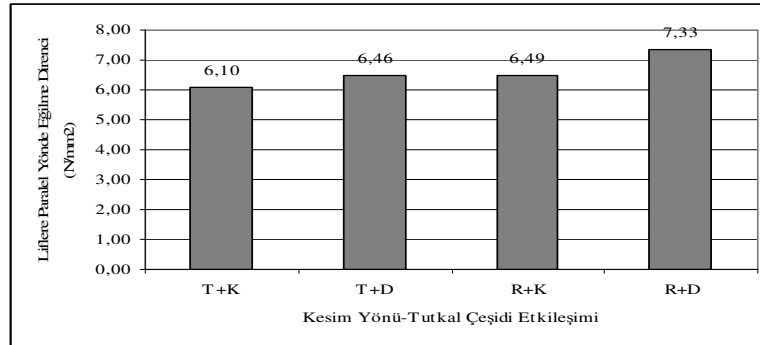
Çizelge 5.24. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Tutkal Çeşidi		
T	K	6,10	C**
	D	6,46	B
R	K	6,49	B
	D	7,33	A*
LSD $\pm$ 0,336			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek radyal – dorus (7,33 N/mm²) en düşük teğet – kleiberit 303 (6,10 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.21 'de verilmiştir.



Şekil 5.21. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.25 'de verilmiştir.

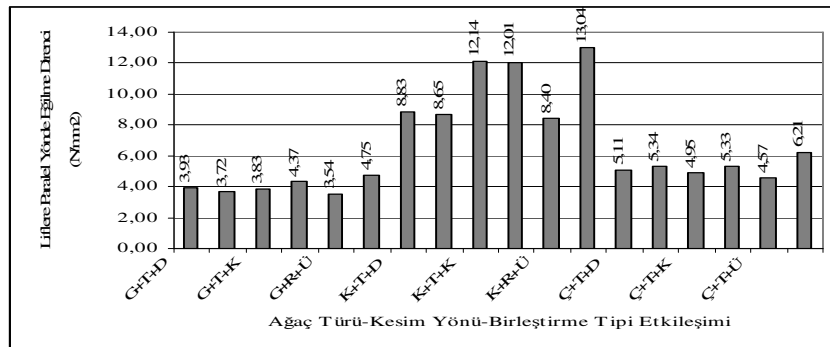
Çizelge 5.25. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken				
Ağaç	Kesim	Birleştirme	$\bar{X}$	HG
G	T	D	3,93	GHI
		Ü	3,72	HI
		K	3,83	GHI
	R	D	4,37	FGH
		Ü	3,54	I**
		K	4,75	EF
K	T	D	8,83	C
		Ü	8,65	C
		K	12,14	B
	R	D	12,01	B
		Ü	8,40	C
		K	13,04	A*
Ç	T	D	5,11	EF
		Ü	5,34	E
		K	4,95	EF
	R	D	5,33	E
		Ü	4,57	EFG
		K	6,21	D
LSD ± 0,712				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – radyal – dişli (13,04 N/mm²) en düşük göknar – radyal – üçgen (3,54 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.22 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.22. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü– birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.26 'da verilmiştir.

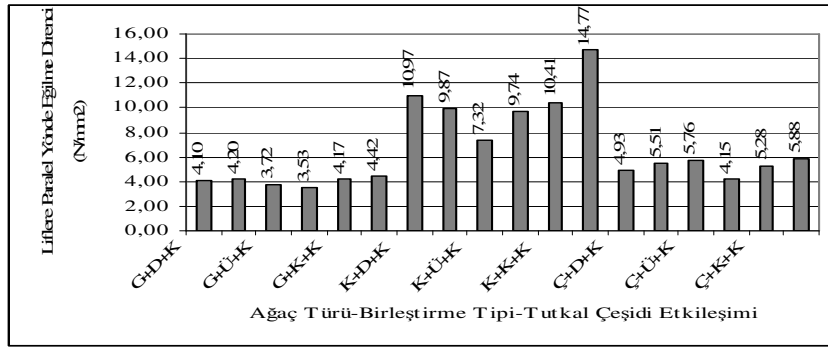
Çizelge 5.26. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Birleştirme	Tutkal		
G	D	K	4,10	HI
		D	4,20	GHI
	Ü	K	3,72	HI
		D	3,53	I**
	K	K	4,17	GHI
		D	4,42	GH
K	D	K	10,97	B
		D	9,87	C
	Ü	K	7,32	D
		D	9,74	C
	K	K	10,41	BC
		D	14,77	A*
Ç	D	K	4,93	FG
		D	5,51	EF
	Ü	K	5,76	E
		D	4,15	GHI
	K	K	5,28	EF
		D	5,88	E
LSD ± 0,712				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – dişli – dorus (14,77 N/mm²) en düşük göknar – üçgen – dorus (3,53 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.23 'de verilmiştir.



Şekil 5.23. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.27 'de verilmiştir.

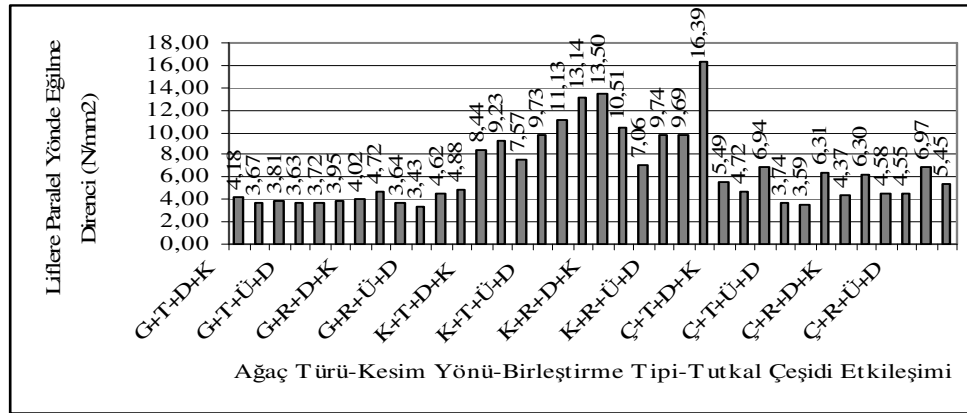
Çizelge 5.27. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

DEĞİŞKEN					
Ağaç	Kesim	Birleştirme	Tutkal	$\bar{X}$	HG
G	T	D	K	4,18	LMN
			D	3,67	LMN
		Ü	K	3,81	LMN
			D	3,63	MN
		K	K	3,72	LMN
			D	3,95	LMN
	R	D	K	4,02	LMN
			D	4,72	KLM
		Ü	K	3,64	MN
			D	3,43	N**
		K	K	4,62	KLMN
			D	4,88	KL
K	T	D	K	8,44	FG
			D	9,23	EF
		Ü	K	7,57	GH
			D	9,73	DE
		K	K	11,13	C
			D	13,14	B
	R	D	K	13,50	B
			D	10,51	CD
		Ü	K	7,06	HI
			D	9,74	DE
		K	K	9,69	DE
			D	16,39	A*
Ç	T	D	K	5,49	JK
			D	4,72	KLM
		Ü	K	6,94	HI
			D	3,74	LMN
		K	K	3,59	MN
			D	6,31	IJ
	R	D	K	4,37	KLMN
			D	6,30	IJ
		Ü	K	4,58	KLMN
			D	4,55	KLMN
		K	K	6,97	HI
			D	5,45	JK
LSD ± 1,007					

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere paralel yönde eğilme direnci, en yüksek kayın – radyal – dişli – dorus (16,39 N/mm²) en düşük göknar – radyal – üçgen – dorus (3,43 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.24 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.24. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde eğilme direnci değerleri

5.2. Çekme Direnci

Çekme deneyleri sonucunda liflere dik yönde elde edilen çekme direnci ortalama değerleri Çizelge 5.28 ‘de verilmiştir.

Çizelge 5.28. Liflere dik yönde çekme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

DEĞİŞKEN				LİFLERE DİK YÖNDE ÇEKME DİRENCİ (N/mm ²)	
Ağaç Türü	Kesim Yönü	Birleştirme Tipi	Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	s
Göknar (G)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,76	4,542
			Dorus MD073 (D)	0,74	4,432
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,65	3,880
			Dorus MD073 (D)	0,46	2,747
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	1,36	8,170
			Dorus MD073 (D)	1,42	8,489
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,84	5,048
			Dorus MD073 (D)	0,72	4,306
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,61	3,663
			Dorus MD073 (D)	0,71	4,229
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	0,96	5,747
			Dorus MD073 (D)	1,23	7,363
Kayın (K)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	2,56	15,353
			Dorus MD073 (D)	1,98	11,876
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	1,60	9,594
			Dorus MD073 (D)	1,45	8,721
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	3,46	20,759
			Dorus MD073 (D)	4,44	26,637
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	2,76	16,537
			Dorus MD073 (D)	2,66	15,963
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	1,65	9,922
			Dorus MD073 (D)	2,23	13,377
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	5,75	34,491
			Dorus MD073 (D)	4,37	26,191
Kızılçam (Ç)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	1,070	6,412
			Dorus MD073 (D)	1,03	6,187
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	1,45	8,723
			Dorus MD073 (D)	1,43	8,557
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	1,98	11,862
			Dorus MD073 (D)	2,72	16,322
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	1,48	8,884
			Dorus MD073 (D)	1,16	6,980
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	1,04	6,242
			Dorus MD073 (D)	1,54	9,256
		Kama Dişli (K)	Kleiberit 303 (K)	2,20	13,195
			Dorus MD073 (D)	1,98	11,855

$\bar{X}$: Aritmetik Ortalamas : Standart Sapma

Deney sonuçlarına göre, liflere dik yönde çekme direncinde ağaç türü, kesim yönü, birleştirme tipi ve tutkal çeşidine ait aritmetik ortalamalarda farklılıklar görülmüştür. Farklılaşmada etkili olan değişkenleri belirlemek üzere çoklu varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 5.29 'da verilmiştir.

Çizelge 5.29. Liflere dik yönde çekme direnci deneyi varyans analizi değerleri

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
AĞAÇ TÜRÜ (A)	153,962	2	76,981	607,5551	0,0000
KESİM YÖNÜ (B)	1,849	1	1,849	14,5949	0,0002
BİRLEŞTİRME TİPİ (C)	82,867	2	41,434	327,0057	0,0000
TUTKAL ÇEŞİDİ (D)	0,001	1	0,001	0,0079	NS
A x B	5,936	2	2,968	23,4238	0,0000
A x C	35,353	4	8,838	69,7542	0,0000
B x C	0,138	2	0,069	0,5427	NS
C x D	1,111	2	0,555	4,3823	0,0139
A x D	0,418	2	0,209	1,6482	0,1953 ^{NS}
B x D	0,365	1	0,365	2,8825	0,0913 ^{NS}
A x B x C	3,208	4	0,802	6,3299	0,0001
A x B x D	0,639	2	0,320	2,5230	0,0831 ^{NS}
A x C x D	0,809	4	0,202	1,5959	0,1773 ^{NS}
B x C x D	5,664	2	2,832	22,3506	0,0000
A x B x C x D	4,986	4	1,247	9,8382	0,0000
HATA	22,807	180	0,127		
TOPLAM	320,113	215			

(NS) P > 0,05 ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile *ağaç türü*, *kesim yönü*, *birleştirme tipi* değişkenleri; *ağaç türü x kesim yönü*, *ağaç türü x birleştirme tipi*, *birleştirme tipi x tutkal çeşidi* ikili etkileşimleri; *ağaç türü x kesim yönü x birleştirme tipi*, *kesim yönü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi* üçlü etkileşimleri ve *ağaç türü x kesim yönü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi* dördü etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan değişkenlerden *ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını belirlemek üzere*, *ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları* Çizelge 5.30 'da verilmiştir.

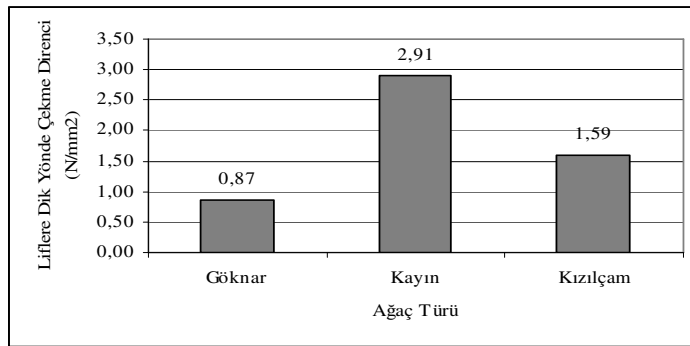
Çizelge 5.30. Ağaç türü düzeyinde, liflere dik yönde çekme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	0,87	C**
Kayın (K)	2,91	A*
Kızılcıam (Ç)	1,59	B
LSD $\pm$ 0,117		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek kayında (2,91 N/mm²) en düşük göknarda (0,87 N/mm²) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.25 'de verilmiştir.



Şekil 5.25. Ağaç türü düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

Kesim yönü düzeyinde, çekme direnci değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.31 'de verilmiştir.

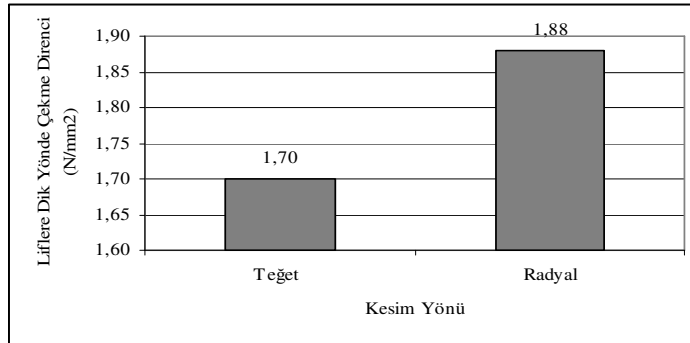
Çizelge 5.31. Kesim yönü düzeyinde, liflere dik yönde çekme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Kesim Yönü	$\bar{X}$	HG
Teğet (T)	1,70	B**
Radial (R)	1,88	A*
LSD $\pm$ 0,096		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek radyal kesimde ($1,88 \text{ N/mm}^2$) en düşük teğet kesimde ($1,70 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.26 'da verilmiştir.



Şekil 5.26. Kesim yönü düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

Birleştirme tipi düzeyinde, çekme direnci değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.32 'de verilmiştir.

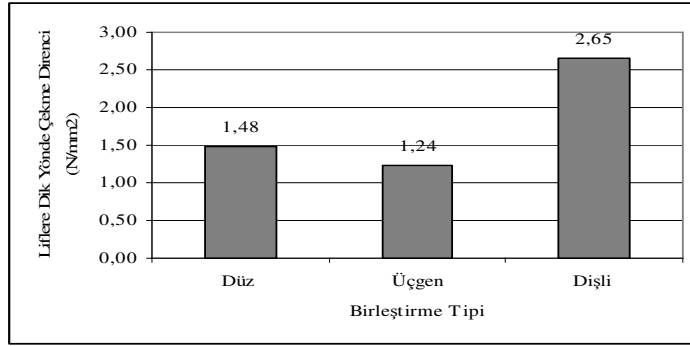
Çizelge 5.32. Birleştirme tipi düzeyinde, liflere dik yönde çekme direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm^2)

Birleştirme Tipi	$\bar{X}$	HG
Düz (D)	1,48	B
Üçgen (Ü)	1,24	C**
Dişli (K)	2,65	A*
LSD $\pm 0,117$		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek dişli ($2,65 \text{ N/mm}^2$) en düşük üçgen ($1,24 \text{ N/mm}^2$) ve düz ($1,48 \text{ N/mm}^2$) birleştirmelerde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.27 'de verilmiştir.



Şekil 5.27. Birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.33 'de verilmiştir.

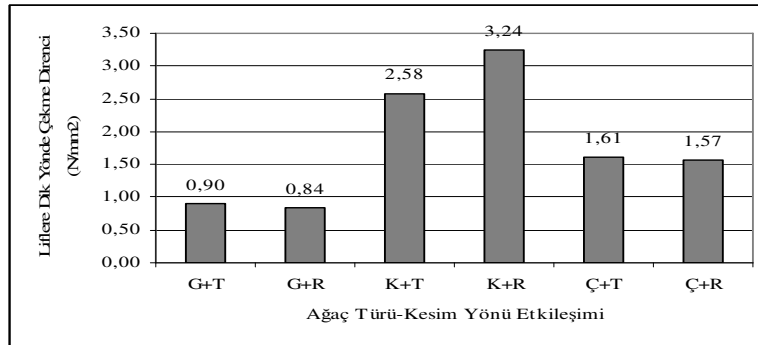
Çizelge 5.33. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Kesim Yönü		
G	T	0,90	D**
	R	0,84	D**
K	T	2,58	B
	R	3,24	A*
Ç	T	1,61	C
	R	1,57	C
LSD $\pm$ 0,059			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek kayın – radyal (3,24 N/mm²) en düşük göknar – teğet (0,90 N/mm²) ve göknar – radyal (0,84 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.28 'de verilmiştir.



Şekil 5.28. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.34 'de verilmiştir.

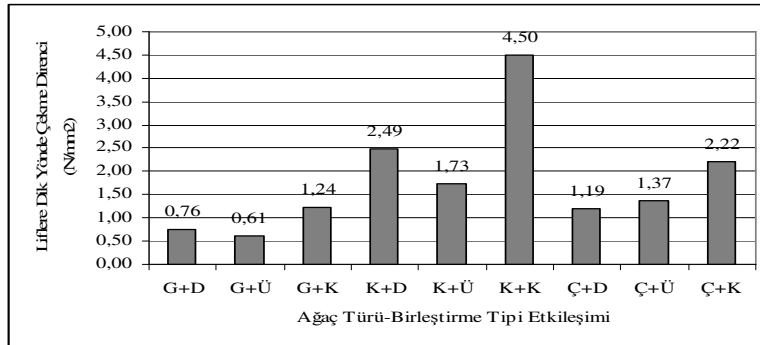
Çizelge 5.34. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Birleştirme Tipi		
G	D	0,76	F**
	Ü	0,61	F**
	K	1,24	E
K	D	2,49	B
	Ü	1,73	D
	K	4,50	A*
Ç	D	1,19	E
	Ü	1,37	E
	K	2,22	C
LSD $\pm$ 0,203			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek kayın – dişli (4,50 N/mm²) en düşük göknar – düz (0,76 N/mm²) ve göknar – üçgen (0,61 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.29 'da verilmiştir.



Şekil 5.29. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

Birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.35 'de verilmiştir.

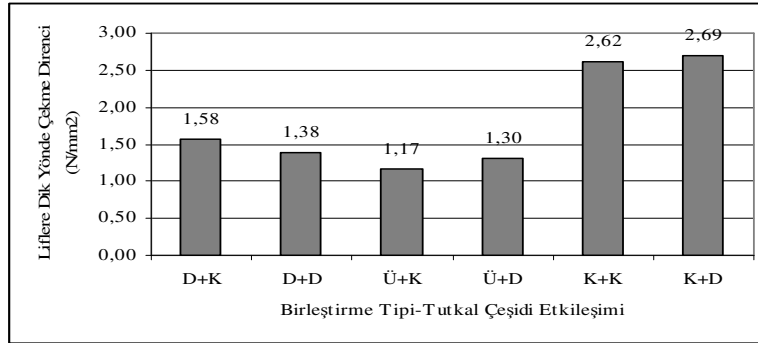
Çizelge 5.35. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Birleştirme Tipi	Tutkal Çeşidi		
D	K	1,58	B
	D	1,38	C
Ü	K	1,17	D**
	D	1,30	CD
K	K	2,62	A*
	D	2,69	A*
LSD $\pm$ 0,166			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En yüksek yapışma direnci **: En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek dişli – kleiberit 303 (2,62 N/mm²) ve dişli – dorus (2,69 N/mm²), en düşük üçgen – kleiberit 303 (1,17 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.30 'da verilmiştir.



Şekil 5.30. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.36 'da verilmiştir.

Çizelge 5.36. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

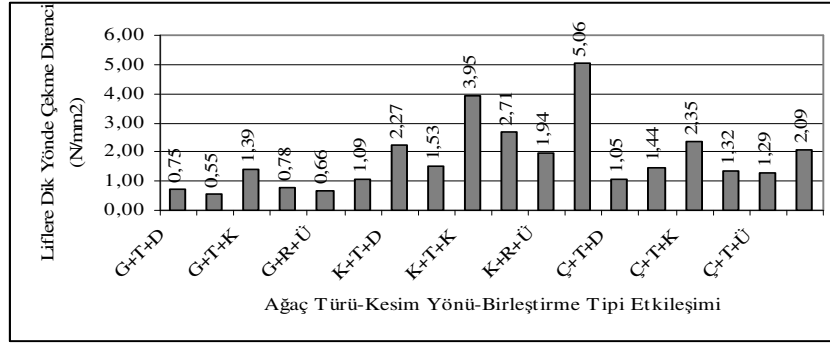
Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Birleştirme		
G	T	D	0,75	IJ
		Ü	0,55	J**
		K	1,39	FG
	R	D	0,78	IJ
		Ü	0,66	J**
		K	1,09	GH
K	T	D	2,27	D
		Ü	1,53	F
		K	3,95	B
	R	D	2,71	C
		Ü	1,94	E
		K	5,06	A*
Ç	T	D	1,05	HI
		Ü	1,44	F
		K	2,35	D
	R	D	1,32	FGH
		Ü	1,29	FGH
		K	2,09	DE
LSD ± 0,287				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek kayın – radyal – dişli (5,06 N/mm²) en düşük göknar – teğet - üçgen (0,55 N/mm²) ve göknar – radyal - üçgen (0,66 N/mm²)

etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.31 'de verilmiştir.



Şekil 5.31. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.37 'de verilmiştir.

Çizelge 5.37. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

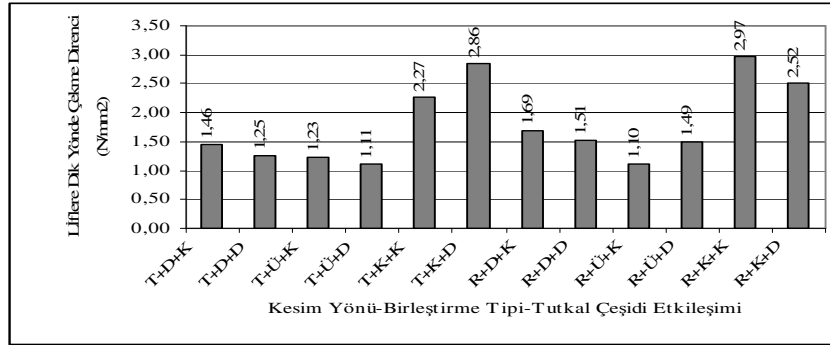
Değişken			$\bar{X}$	HG
Kesim	Birleştirme	Tutkal		
T	D	K	1,46	DEF
		D	1,25	EFG
	Ü	K	1,23	FG
		D	1,11	G**
	K	K	2,27	C
		D	2,86	A*
R	D	K	1,69	D
		D	1,51	D
	Ü	K	1,10	G**
		D	1,49	DE
	K	K	2,97	A*
		D	2,52	B
LSD $\pm$ 0,234				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek teğet – dişli – dorus (2,86 N/mm²) ve radyal – dişli – kleiberit 303 (2,97 N/mm²), en düşük teğet – üçgen – dorus (1,11

N/mm^2) ve radyal – üçgen – kleiberit 303 ($1,10 \text{ N/mm}^2$) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.32 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.32. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.37 ‘de verilmiştir.

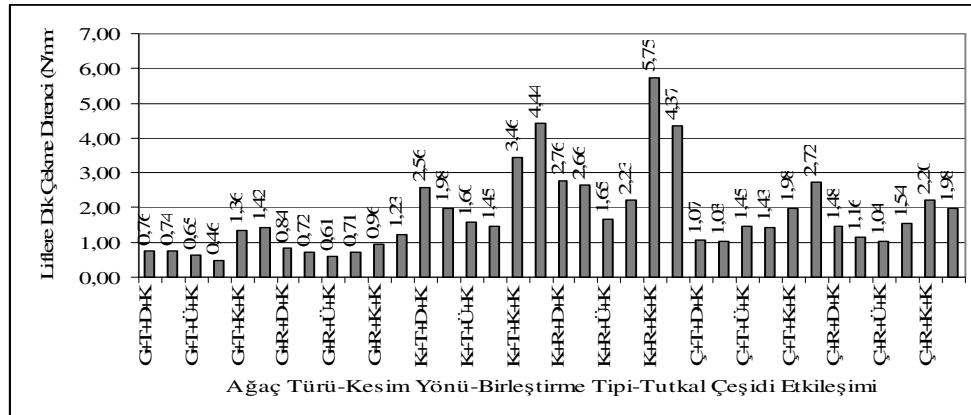
Çizelge 5.38. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm²)

DEĞİŞKEN				$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Birleştirme	Tutkal		
G	T	D	K	0,76	MNOP
			D	0,74	NOP
		Ü	K	0,65	OP
			D	0,46	P**
		K	K	1,36	HIJKL
			D	1,42	HIJKL
	R	D	K	0,84	MNOP
			D	0,72	NOP
		Ü	K	0,61	OP
			D	0,71	NOP
		K	K	0,96	LMNO
			D	1,23	HIJKLM
K	T	D	K	2,56	DE
			D	1,98	FG
		Ü	K	1,60	GHI
			D	1,45	HIJK
		K	K	3,46	C
			D	4,44	B
	R	D	K	2,76	D
			D	2,66	D
		Ü	K	1,65	GH
			D	2,23	EF
		K	K	5,75	A*
			D	4,37	B
Ç	T	D	K	1,07	JKLMNO
			D	1,03	KLMNO
		Ü	K	1,45	HIJK
			D	1,43	HIJKL
		K	K	1,98	FG
			D	2,72	D
	R	D	K	1,48	HIJK
			D	1,16	IJKLMN
		Ü	K	1,04	KLMNO
			D	1,54	GHIJ
		K	K	2,199	EF
			D	1,98	FG
LSD ± 0,406					

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yapışma direnci** : En düşük yapışma direnci

Liflere dik yönde çekme direnci, en yüksek kayın – radyal – dişli – kleiberit 303 (5,75 N/mm²), en düşük göknar – teget – üçgen – dorus (0,46 N/mm²) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.33 'de verilmiştir.



Şekil 5.33. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde çekme direnci değerleri

5.3. Yoğunluk

Çalışmada kullanılan ağaç türlerinin, hava kurusu ve tam kuru yoğunlukları Çizelge 5.39 'da verilmiştir.

Çizelge 5.39. Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri (g/cm^3)

Ağaç Türü	Yoğunluk Değerleri (g/cm^3)			
	Hava Kuru (%12)		Tam Kuru (% 0)	
	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
Göknar (G)	0,47	0,004	0,41	0,012
Kayın (K)	0,70	0,006	0,66	0,026
Kızılcıam (Ç)	0,65	0,013	0,59	0,010

$\bar{X}$: Aritmetik ortalama s : Standart sapma

Deney sonuçlarına göre, ağaç türlerine ait aritmetik ortalamalarda farklılıklar görülmüştür. Ağaç türlerindeki farklılıkları belirlemek üzere yoğunluk değerleri, hava kurusu ve tam kuru olarak ayrı ayrı incelenmiştir.

5.3.1. Hava kurusu yoğunluk

Hava kurusu yoğunluk değerlerine ağaç türü etkisine ilişkin çoklu varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 5.40 'da verilmiştir.

Çizelge 5.40. Ağaç türü düzeyinde hava kurusu yoğunluk değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Gruplar arası (Ağaç Türü)	0,578	2	0,289	4076,753	0,000
Grup içi (Tekerrür)	0,004	57	0,000		
Toplam	0,582	59			

(NS) $P > 0,05$ ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını belirlemek üzere, ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.41 'de verilmiştir.

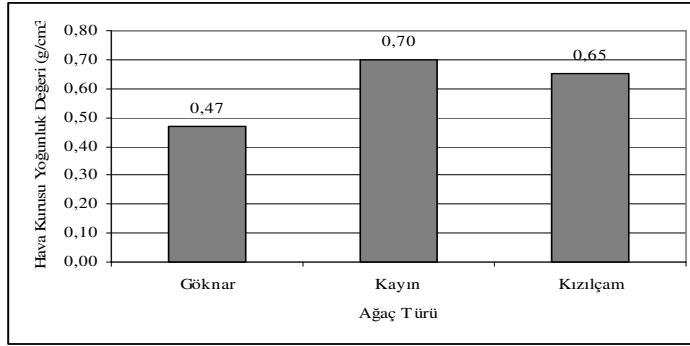
Çizelge 5.41. Ağaç türü düzeyinde, hava kurusu yoğunluk değerine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g/cm^3)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	0,47	C**
Kayın (K)	0,70	A*
Kızılcım (Ç)	0,65	B
LSD $\pm$ 0,043		

$\bar{X}$: Aritmetik ortalama HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yoğunluk değeri** : En düşük yoğunluk değeri

Hava kurusu yoğunluk değeri, en yüksek kayında ($0,70 \text{ g/cm}^3$) en düşük göknarda ($0,47 \text{ g/cm}^3$) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.34 'de verilmiştir.



Şekil 5.34. Ağaç türü düzeyinde hava kurusu yoğunluk değerleri

5.3.2. Tam kuru yoğunluk

Tam kuru yoğunluk değerlerine ağaç türü etkisine ilişkin çoklu varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 5.42 'de verilmiştir.

Çizelge 5.42. Ağaç türü düzeyinde tam kuru yoğunluk değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P ≤ 0,05
Gruplar arası (Ağaç Türü)	0,676	2	0,338	1099,742	0,000
Grup içi (Tekerrür)	0,018	57	0,000		
Toplam	0,693	59			

(NS) P > 0,05 ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını belirlemek üzere, ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.43 'de verilmiştir.

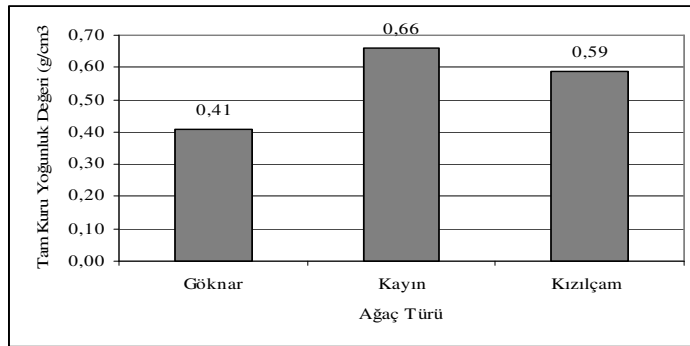
Çizelge 5.43. Ağaç türü düzeyinde, tam kuru yoğunluk değerine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g/cm³)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	0,41	C**
Kayın (K)	0,66	A*
Kızılcıam (Ç)	0,59	B
LSD $\pm$ 0,065		

$\bar{X}$: Aritmetik ortalama HG : Homojenlik Grubu

* : En yüksek yoğunluk değeri ** : En düşük yoğunluk değeri

Tam kuru yoğunluk değeri, en yüksek kayında (0,66 g/cm³) en düşük göknarda (0,41 g/cm³) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.35 'de verilmiştir.



Şekil 5.35. Ağaç türü düzeyinde tam kuru yoğunluk değerleri

5.4. Boyutsal Değişim (Genişleme ve Daralma)

Boyutsal değişim deneyleri değerlendirilirken, masif ahşap panellerin lif yönleri dikkate alınmıştır. Genişleme ve daralma miktarlarının tespiti, liflerin boyuna ve enine yönde ayrı ayrı incelenmiştir.

5.4.1. Genişleme miktarının tespiti

Genişleme miktarının tespiti deneyleri sonucunda, enine ve boyuna yönde elde edilen genişleme miktarı ortalama değerleri Çizelge 5.44 'de verilmiştir.

Çizelge 5.44. Genişleme miktarı aritmetik ortalama değerleri (%)

DEĞİŞKEN				GENİŞLEME MİKTARI (%)			
				Boyuna Yönde		Enine Yönde	
Ağaç Türü	Kesim Yönü	Birleştirme Tipi	Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
Gökna (G)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	1,09	6,543	2,04	12,234
			Dorus MD073 (D)	0,67	3,998	1,92	11,546
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,72	4,312	2,41	14,432
			Dorus MD073 (D)	0,59	3,566	2,17	13,025
		Kama Dışli (K)	Kleiberit 303 (K)	0,72	4,318	3,35	20,104
			Dorus MD073 (D)	0,67	4,007	2,02	12,125
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,70	4,208	1,15	6,885
			Dorus MD073 (D)	0,77	4,647	2,25	13,489
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,45	2,721	1,43	8,599
			Dorus MD073 (D)	0,82	4,927	1,29	7,759
		Kama Dışli (K)	Kleiberit 303 (K)	0,68	4,067	1,72	10,315
			Dorus MD073 (D)	0,42	2,542	1,38	8,289
Kayın (K)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,39	2,329	2,12	12,701
			Dorus MD073 (D)	1,36	8,252	1,29	7,715
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,99	5,948	1,97	11,814
			Dorus MD073 (D)	1,31	7,882	1,84	11,051
		Kama Dışli (K)	Kleiberit 303 (K)	0,45	2,725	2,02	12,142
			Dorus MD073 (D)	0,61	3,660	1,68	10,077
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,96	5,740	1,42	8,498
			Dorus MD073 (D)	0,78	4,693	2,02	12,143
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,97	5,802	0,70	4,180
			Dorus MD073 (D)	0,91	5,484	0,36	2,158
		Kama Dışli (K)	Kleiberit 303 (K)	0,72	4,312	1,57	9,390
			Dorus MD073 (D)	0,73	4,372	1,24	7,440
Kızılçam (Ç)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,99	5,925	3,74	22,447
			Dorus MD073 (D)	0,37	2,223	1,79	10,748
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	1,12	6,737	2,66	15,955
			Dorus MD073 (D)	0,45	2,670	2,79	16,753
		Kama Dışli (K)	Kleiberit 303 (K)	0,65	3,879	1,98	11,878
			Dorus MD073 (D)	0,39	2,330	1,95	11,661
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,82	4,932	0,90	5,408
			Dorus MD073 (D)	0,79	4,729	1,10	6,616
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,92	5,513	0,89	5,346
			Dorus MD073 (D)	0,60	3,599	1,25	7,519
		Kama Dışli (K)	Kleiberit 303 (K)	1,13	6,775	1,08	6,473
			Dorus MD073 (D)	0,71	4,277	1,17	6,995

$\bar{X}$: Aritmetik Ortalama s: Standart Sapma

Deney sonuçlarına göre, boyuna ve enine yönde genişleme miktarında ağaç türü, kesim yönü, birleştirme tipi ve tutkal çeşidine ait aritmetik ortalamalarda farklılıklar görülmüştür. Farklılaşmada etkili olan değişkenleri belirlemek üzere genişleme yüzde değerleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Boyuna yönde genişleme miktarının tespiti

Boyuna yönde genişleme miktarı deneylerinde farklılaşmaya neden olan değişkenleri belirlemek üzere çoklu varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 5.45 'de verilmiştir.

Çizelge 5.45. Boyuna yönde genişleme miktarına ilişkin çoklu varyans analizi

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
AĞAÇ TÜRÜ (A)	1,484	2	0,742	10,4078	0,0001
KESİM YÖNÜ (B)	0,019	1	0,019	0,2692	NS
BİRLEŞTİRME TİPİ (C)	1,215	2	0,607	8,5213	0,0003
TUTKAL ÇEŞİDİ (D)	0,369	1	0,369	5,1763	0,0241
A x B	0,121	2	0,060	0,8465	NS
A x C	1,636	4	0,409	5,7372	0,0002
B x C	0,522	2	0,261	3,6608	0,0276
C x D	0,098	2	0,049	0,6867	NS
A x D	2,281	2	1,140	15,9957	0,0000
B x D	0,002	1	0,002	0,0293	NS
A x B x C	0,391	4	0,098	1,3709	0,2458 ^{NS}
A x B x D	2,941	2	1,471	20,6290	0,0000
A x C x D	0,313	4	0,078	1,0974	0,3594 ^{NS}
B x C x D	0,242	2	0,121	1,7003	0,1855 ^{NS}
A x B x C x D	1,920	4	0,480	6,7341	0,0000
HATA	12,832	180	0,071		
TOPLAM	26,387	215			

(NS) P > 0,05 ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile *ağaç türü, birleştirme tipi, tutkal çeşidi* değişkenleri ve *ağaç türü x birleştirme tipi, kesim yönü x birleştirme tipi, ağaç türü x tutkal çeşidi* ikili etkileşimleri ile *ağaç türü x kesim yönü x tutkal çeşidi* üçlü etkileşimi ve *ağaç türü x kesim yönü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi* dördü etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan değişkenlerden ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını belirlemek üzere, ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.46 'da verilmiştir.

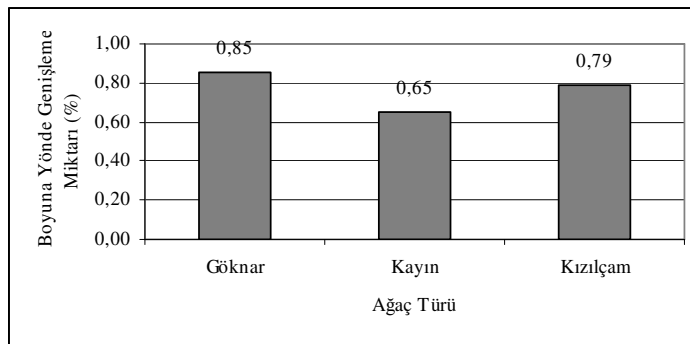
Çizelge 5.46. Ağaç türü düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	0,85	B**
Kayın (K)	0,65	A*
Kızılcām (Ç)	0,79	B**
LSD $\pm$ 0,088		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Boyuna yönde genişleme miktarı, en düşük kayında (% 0,65) en yüksek göknarda (% 0,85) ve kızılçamda (% 0,79) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.36 'da verilmiştir.



Şekil 5.36. Ağaç türü düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Birleştirme tipi düzeyinde, genişleme miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.47 'de verilmiştir.

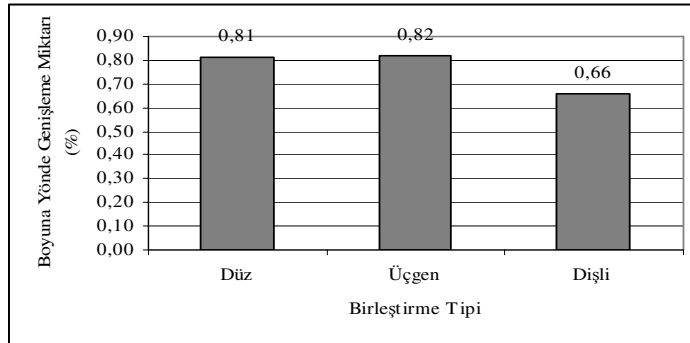
Çizelge 5.47. Birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Birleştirme Tipi	$\bar{X}$	HG
Düz (D)	0,81	B**
Üçgen (Ü)	0,82	B**
Dişli (K)	0,66	A*
LSD $\pm$ 0,088		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Boyuna yönde genişleme miktarı, en düşük dişli (% 0,66) en yüksek üçgen (% 0,82) ve düz (% 0,81) birleştirmelerde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.37 'de verilmiştir.



Şekil 5.37. Birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Tutkal çeşidi düzeyinde, genişleme miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.48 'de verilmiştir.

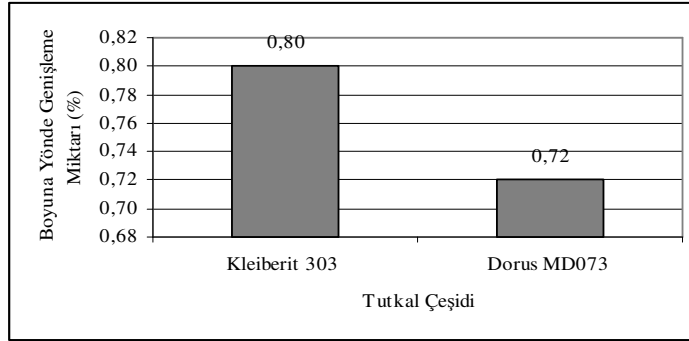
Çizelge 5.48. Tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	HG
Kleiberit 303 (K)	0,80	B**
Dorus MD073 (D)	0,72	A*
LSD $\pm$ 0,072		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Boyuna yönde genişleme miktarı, en düşük dorus (% 0,72) en yüksek kleiberit 303 (% 0,80) tutkallarında bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.38 'de verilmiştir.



Şekil 5.38. Tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, genişleme miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.49 'da verilmiştir.

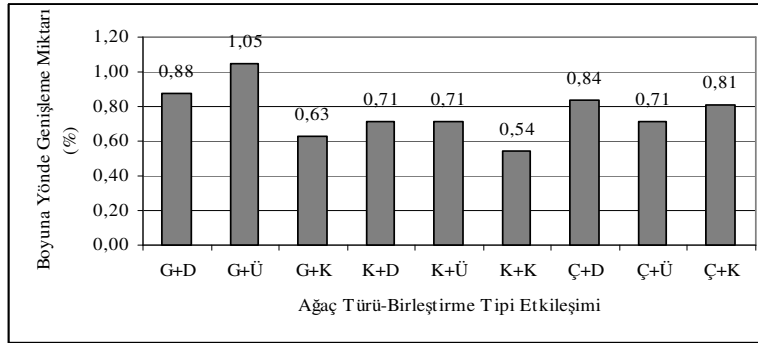
Çizelge 5.49. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Birleştirme Tipi		
G	D	0,88	D
	Ü	1,05	E**
	K	0,63	AB
K	D	0,71	BC
	Ü	0,71	BC
	K	0,54	A*
Ç	D	0,84	CD
	Ü	0,71	BC
	K	0,81	CD
LSD $\pm$ 0,152			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Boyuna yönde genişleme miktarı, en düşük kayın – dişli (% 0,54) en yüksek göknar – üçgen (% 1,05) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.39 'da verilmiştir.



Şekil 5.39. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.50 'de verilmiştir.

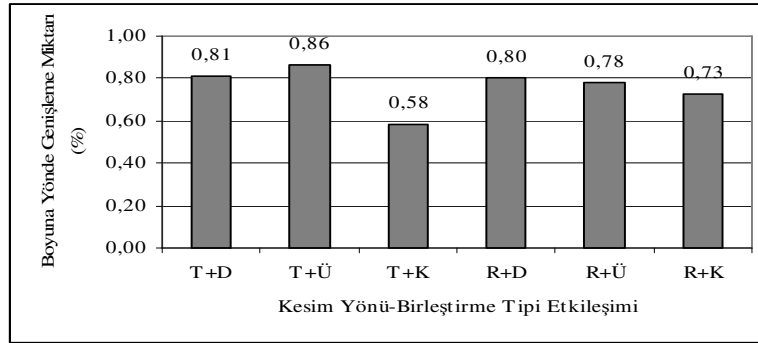
Çizelge 5.50. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Birleştirme Tipi		
T	D	0,81	B**
	Ü	0,86	B**
	K	0,58	A*
R	D	0,80	B**
	Ü	0,78	B**
	K	0,73	B**
LSD $\pm$ 0,124			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Boyuna yönde genişleme miktarı, en düşük teget – dişli (% 0,58) etkileşiminde bulunurken, diğer etkileşimler arasında anlamlı fark çıkmamıştır. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.40 'da verilmiştir.



Şekil 5.40. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.51 'de verilmiştir.

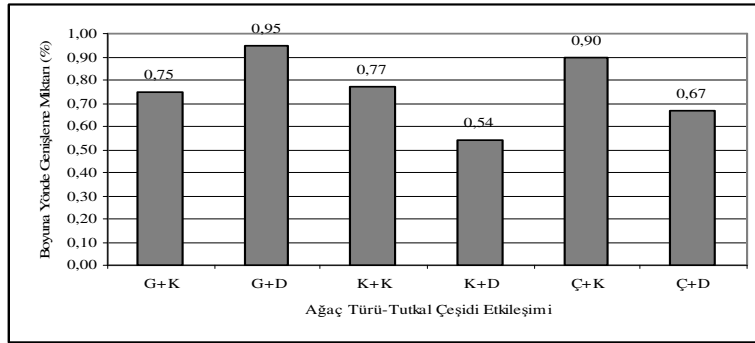
Çizelge 5.51. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi		
G	K	0,75	B
	D	0,95	C**
K	K	0,77	B
	D	0,54	A*
Ç	K	0,90	C**
	D	0,67	B
LSD $\pm$ 0,124			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Boyuna yönde genişleme miktarı, en düşük kayın – dorus (% 0,54) en yüksek göknar – dorus (% 0,95) ve kızılçam – kleiberit 303 (% 0,90) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.41 'de verilmiştir.



Şekil 5.41. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü– kesim yönü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.52 'de verilmiştir.

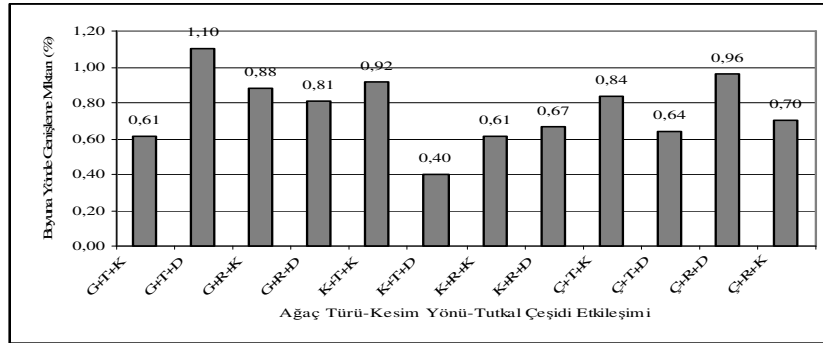
Çizelge 5.52. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Tutkal		
G	T	K	0,61	B
		D	1,10	G**
	R	K	0,88	EF
		D	0,81	CDEF
K	T	K	0,92	FG
		D	0,40	A*
	R	K	0,61	B
		D	0,67	BCD
Ç	T	K	0,84	DEF
		D	0,64	BC
	R	D	0,96	FG
		K	0,70	BCDE
LSD $\pm$ 0,175				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Boyuna yönde genişleme miktarı, en düşük kayın – teğet – dorus (% 0,40) en yüksek göknar – teğet – dorus (% 1,10) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.42 'de verilmiştir.



Şekil 5.42. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.53 'de verilmiştir.

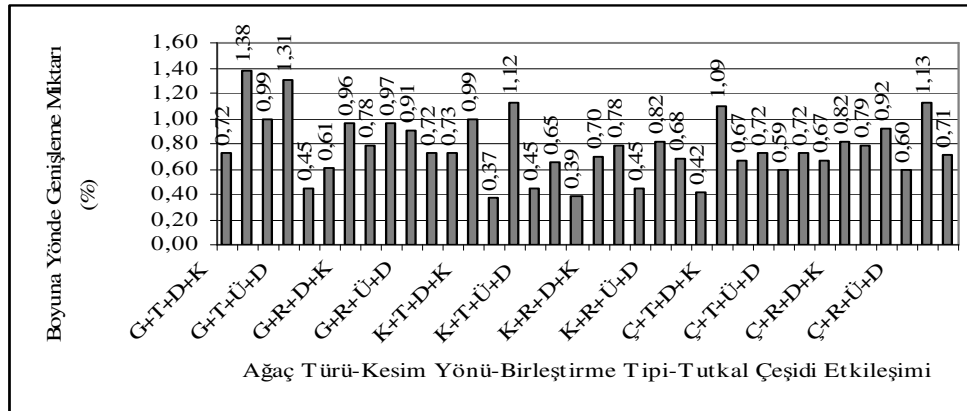
Çizelge 5.53. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

DEĞİŞKEN				$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Birleştirme	Tutkal		
G	T	D	K	0,72	EFGHI
			D	1,38	J**
		Ü	K	0,99	EFGHI
			D	1,31	IJ
		K	K	0,45	ABC
			D	0,61	ABCDE
	R	D	K	0,96	DEFGH
			D	0,78	BCDEFGH
		Ü	K	0,97	DEFGHI
			D	0,91	DEFGH
		K	K	0,72	ABCDEF
			D	0,73	ABCDEFGF
K	T	D	K	0,99	EFGHI
			D	0,37	A*
		Ü	K	1,12	HIJ
			D	0,45	ABC
		K	K	0,65	ABCDEF
			D	0,39	A*
	R	D	K	0,70	ABCDEF
			D	0,78	BCDEFGH
		Ü	K	0,45	ABC
			D	0,82	CDEFGH
		K	K	0,68	ABCDEF
			D	0,42	AB
Ç	T	D	K	1,09	GHIJ
			D	0,67	ABCDEF
		Ü	K	0,72	ABCDEF
			D	0,59	ABCD
		K	K	0,72	ABCDEF
			D	0,67	ABCDEF
	R	D	K	0,82	CDEFGH
			D	0,79	BCDEFGH
		Ü	K	0,92	DEFGH
			D	0,60	ABCD
		K	K	1,13	HIJ
			D	0,71	ABCDEF
LSD ± 0,303					

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Boyuna yönde genişleme miktarı, en düşük kayın – teğet – düz – dorus (% 0,37) ve kayın – teğet – dişli – dorus (% 0,39), en yüksek göknar – teğet – düz – dorus (% 1,38) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.43 'de verilmiştir.



Şekil 5.43. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Enine yönde genişleme miktarının tespiti

Enine yönde genişleme miktarı deneylerinde farklılaşmaya neden olan değişkenleri belirlemek üzere çoklu varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 5.54 'de verilmiştir.

Çizelge 5.54. Enine yönde genişleme miktarına ilişkin çoklu varyans analizi

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
AĞAÇ TÜRÜ (A)	6,170	2	3,085	11,3299	0,0000
KESİM YÖNÜ (B)	47,139	1	47,139	173,1131	0,0000
BİRLEŞTİRME TİPİ (C)	1,026	2	0,513	1,8834	0,1551 ^{NS}
TUTKAL ÇEŞİDİ (D)	2,178	1	2,178	8,0001	0,0052
A x B	6,631	2	3,316	12,1767	0,0000
A x C	5,591	4	1,398	5,1331	0,0006
B x C	4,142	2	2,071	7,6064	0,0007
C x D	0,979	2	0,490	1,7980	0,1686 ^{NS}
A x D	0,023	2	0,011	0,0416	NS
B x D	6,107	1	6,107	22,4278	0,0000
A x B x C	7,339	4	1,835	6,7379	0,0000
A x B x D	0,455	2	0,227	0,8350	NS
A x C x D	8,687	4	2,172	7,9751	0,0000
B x C x D	6,087	2	3,043	11,1768	0,0000
A x B x C x D	1,270	4	0,318	1,1661	0,3274 ^{NS}
HATA	49,014	180	0,272		
TOPLAM	152,839	215			

(NS) P > 0,05 ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile *ağaç türü, kesim yönü, tutkal çeşidi* değişkenleri ve *ağaç türü x kesim yönü, ağaç türü x birleştirme tipi, kesim yönü x birleştirme tipi, kesim yönü x tutkal çeşidi* ikili etkileşimleri ile *ağaç türü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi, kesim yönü x birleştirme tipi x tutkal çeşidi* üçlü etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan değişkenlerden ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını belirlemek üzere, ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.55 'de verilmiştir.

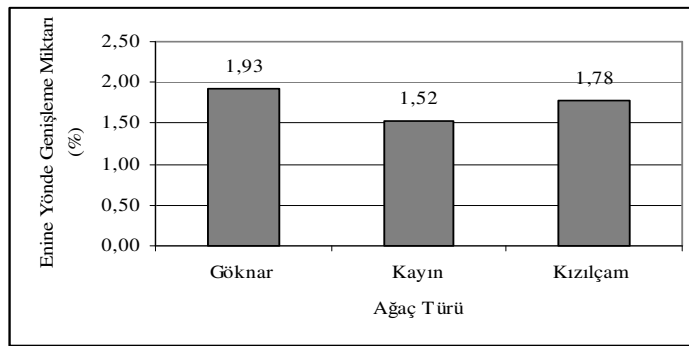
Çizelge 5.55. Ağaç türü düzeyinde, enine yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	1,93	B**
Kayın (K)	1,52	A*
Kızılcıam (Ç)	1,78	B**
LSD $\pm$ 0,171		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük kayında (% 1,52) en yüksek göknarda (% 1,93) ve kızılçamda (% 1,78) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.44 'de verilmiştir.



Şekil 5.44. Ağaç türü düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

Kesim yönü düzeyinde, genişleme miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.56 'da verilmiştir.

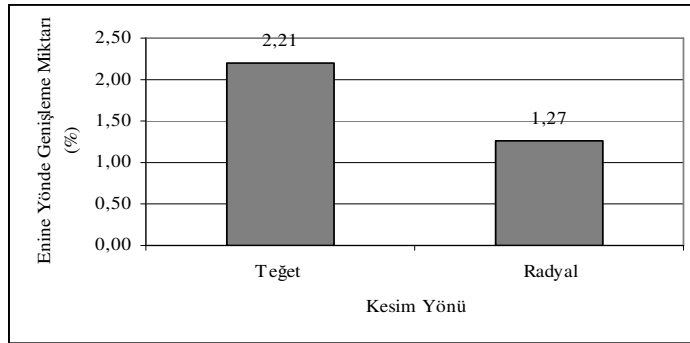
Çizelge 5.56. Kesim yönü düzeyinde, enine yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Kesim Yönü	$\bar{X}$	HG
Teğet (T)	2,21	B**
Radyal (R)	1,27	A*
LSD $\pm$ 0,140		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük radyal (% 1,27) en yüksek teğet (% 2,21) yönlerde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.45 'de verilmiştir.



Şekil 5.45. Kesim yönü düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

Tutkal çeşidi düzeyinde, genişleme miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.57 'de verilmiştir.

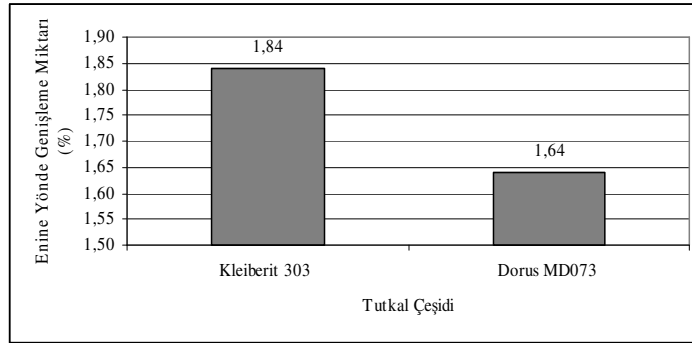
Çizelge 5.57. Tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde genişleme miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	HG
Kleiberit 303 (K)	1,84	B**
Dorus MD073 (D)	1,64	A*
LSD $\pm$ 0,140		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük durus (% 1,64) en yüksek kleiberit 303 (% 1,84) tutkallarında bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.46 'da verilmiştir.



Şekil 5.46. Tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü etkileşimi düzeyinde, genişleme miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.58 'de verilmiştir.

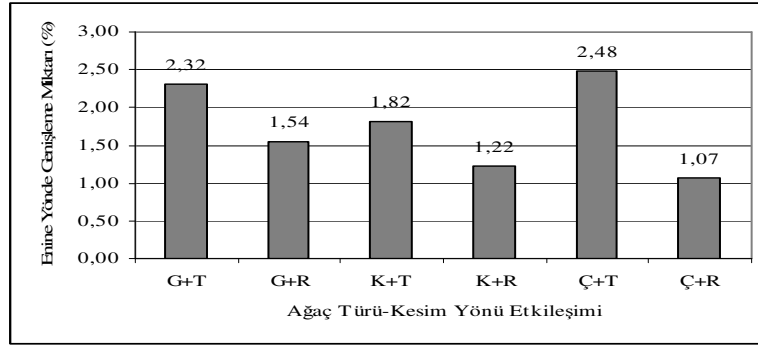
Çizelge 5.58. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Kesim Yönü		
G	T	2,32	D**
	R	1,54	B
K	T	1,82	C
	R	1,22	A*
Ç	T	2,48	D**
	R	1,07	A*
LSD $\pm$ 0,242			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük kayın – radyal (% 1,22) ve kızılçam – radyal (% 1,07), en yüksek göknar – teğet (% 2,32) ve kızılçam – teğet (% 2,48) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.47 'de verilmiştir.



Şekil 5.47. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, genişleme miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.59 'da verilmiştir.

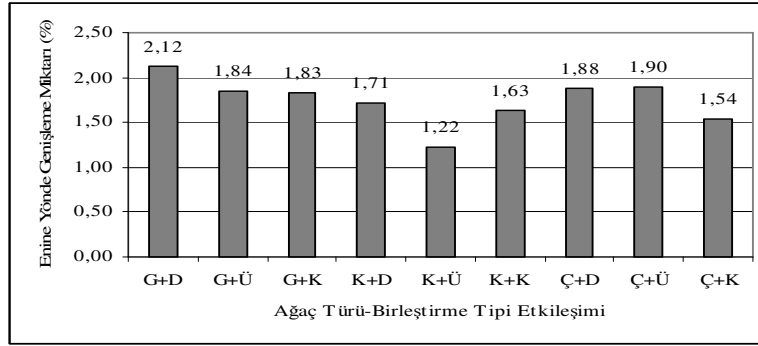
Çizelge 5.59. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Birleştirme Tipi		
G	D	2,12	D**
	Ü	1,84	BCD
	K	1,83	BCD
K	D	1,71	BC
	Ü	1,22	A*
	K	1,63	BC
Ç	D	1,88	CD
	Ü	1,90	CD
	K	1,54	B
LSD $\pm$ 0,297			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük kayın – üçgen (% 1,22) en yüksek göknar – düz (% 2,12) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.48 'de verilmiştir.



Şekil 5.48. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.60 'da verilmiştir.

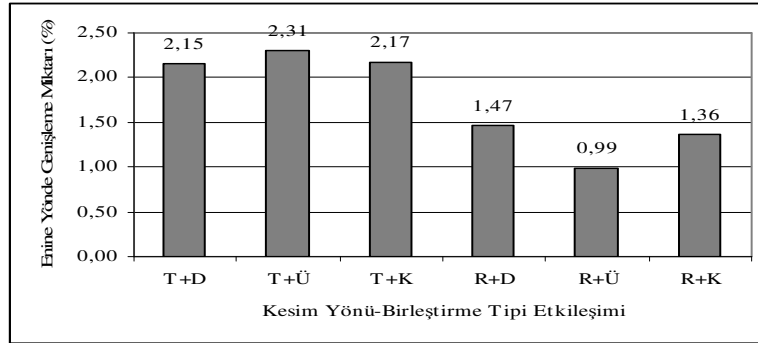
Çizelge 5.60. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Birleştirme Tipi		
T	D	2,15	C**
	Ü	2,31	C**
	K	2,17	C**
R	D	1,47	B
	Ü	0,99	A*
	K	1,36	B
LSD $\pm$ 0,242			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük radyal – üçgen (% 0,99) en yüksek teğet – düz (% 2,15), teğet – üçgen (%2,31) ve teğet – dişli (% 2,17) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.49 'da verilmiştir.



Şekil 5.49. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

Kesim yönü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.61 'de verilmiştir.

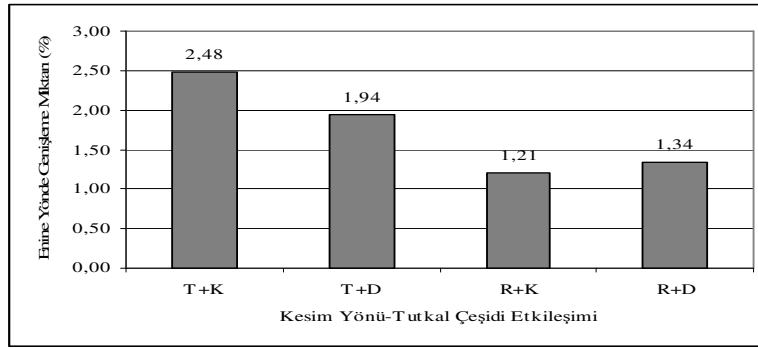
Çizelge 5.61. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Tutkal Çeşidi		
T	K	2,48	C**
	D	1,94	B
R	K	1,21	A*
	D	1,34	A*
LSD $\pm$ 0,198			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük radyal – kleiberit 303 (% 1,21) ve radyal – dorus (% 1,34) en yüksek teget – kleiberit 303 (% 2,48) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.50 'de verilmiştir.



Şekil 5.50. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.62 'de verilmiştir.

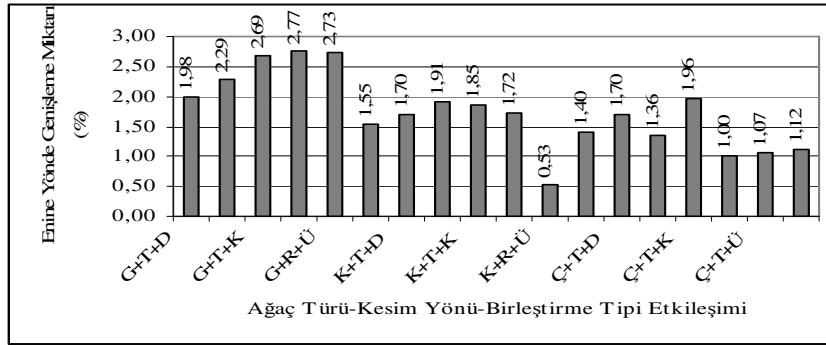
Çizelge 5.62. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Birleştirme		
G	T	D	1,98	FG
		Ü	2,29	GH
		K	2,69	HI
	R	D	2,77	I**
		Ü	2,73	HI
		K	1,55	CDEF
K	T	D	1,70	DEF
		Ü	1,91	FG
		K	1,85	EFG
	R	D	1,72	DEF
		Ü	0,53	A*
		K	1,40	BCDE
Ç	T	D	1,70	DEF
		Ü	1,36	BCD
		K	1,96	FG
	R	D	1,00	B
		Ü	1,07	B
		K	1,12	BC
LSD ± 0,420				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük kayın – radyal – üçgen (% 0,53) en yüksek göknar – radyal – düz (% 2,77) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.51 ‘de verilmiştir.



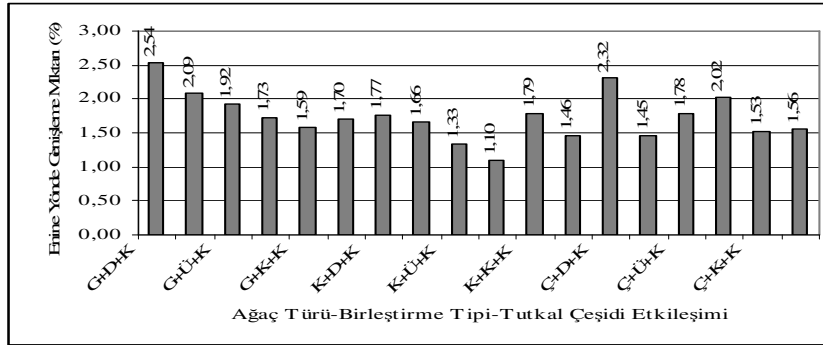
Şekil 5.51. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.63 ‘de verilmiştir.

Çizelge 5.63. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Birleştirme	Tutkal		
G	D	K	2,54	G**
		D	2,09	EF
	Ü	K	1,92	CDEF
		D	1,73	BCDE
	K	K	1,59	BCDE
		D	1,70	BCDE
K	D	K	1,77	BCDE
		D	1,66	BCDE
	Ü	K	1,33	AB
		D	1,10	A*
	K	K	1,79	BCDE
		D	1,46	ABC
Ç	D	K	2,32	GF
		D	1,45	ABC
	Ü	K	1,78	BCDE
		D	2,02	DEF
	K	K	1,53	ABCD
		D	1,56	ABCD
LSD ± 0,420				

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük kayın – üçgen – dorus (% 1,10) en yüksek göknar – düz – kleiberit 303 (% 2,54) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.52 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.52. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.64 ‘de verilmiştir.

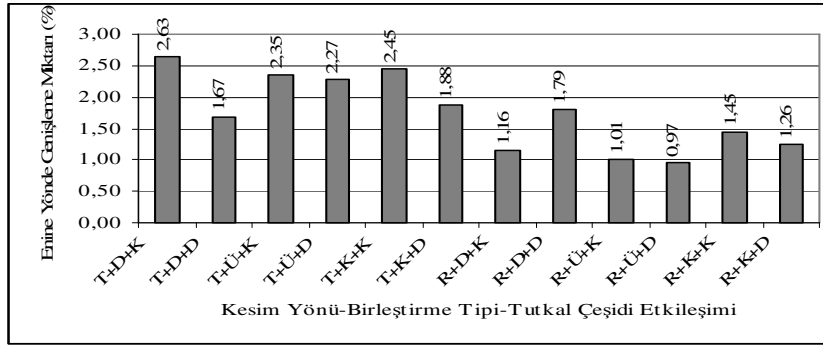
Çizelge 5.64. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Kesim	Birleştirme	Tutkal		
T	D	K	2,63	E**
		D	1,67	CD
	Ü	K	2,35	E**
		D	2,27	E**
	K	K	2,45	E**
		D	1,88	D
R	D	K	1,16	AB
		D	1,79	CD
	Ü	K	1,01	A*
		D	0,97	A*
	K	K	1,45	BC
		D	1,26	AB
LSD $\pm$ 0,343				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük genişleme miktarı **: En yüksek genişleme miktarı

Enine yönde genişleme miktarı, en düşük radyal – üçgen – kleiberit 303 (%1,01) ve radyal – üçgen – dorus (% 0,97) en yüksek teğet – düz – kleiberit 303 (% 2,63), teğet – üçgen – kleiberit 303 (% 2,35), teğet – üçgen – dorus (% 2,27) ve teğet – dışlı – kleiberit 303 (% 2,45) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.53 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.53. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde genişleme miktarı değerleri

5.4.2. Daralma miktarının tespiti

Daralma miktarının tespiti deneyleri sonucunda, enine ve boyuna yönde elde edilen daralma miktarı ortalama değerleri Çizelge 5.65 ‘de verilmiştir.

Çizelge 5.65. Daralma miktarı aritmetik ortalama değerleri (%)

DEĞİŞKEN				DARALMA MİKTARI (%)			
				Boyuna Yönde		Enine Yönde	
Ağaç Türü	Kesim Yönü	Birleştirme Tipi	Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
Gökna (G)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,13	0,753	2,86	17,141
			Dorus MD073 (D)	0,09	0,509	2,00	12,015
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,12	0,709	1,97	11,831
			Dorus MD073 (D)	0,11	0,640	1,59	9,513
		Kama Dışlı (K)	Kleiberit 303 (K)	0,08	0,487	2,51	15,079
			Dorus MD073 (D)	0,08	0,464	2,24	13,418
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,14	0,861	1,70	10,215
			Dorus MD073 (D)	0,91	5,460	1,69	10,148
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,27	1,605	2,60	15,570
			Dorus MD073 (D)	0,36	2,185	1,77	10,640
		Kama Dışlı (K)	Kleiberit 303 (K)	0,16	0,987	2,18	13,049
			Dorus MD073 (D)	0,13	0,788	2,48	14,891
Kayın (K)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,08	0,486	1,46	8,785
			Dorus MD073 (D)	0,09	0,532	2,13	12,788
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,15	0,877	1,22	7,290
			Dorus MD073 (D)	0,38	2,273	0,96	5,785
		Kama Dışlı (K)	Kleiberit 303 (K)	0,13	0,769	1,26	7,583
			Dorus MD073 (D)	0,11	0,648	1,24	7,449
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,07	0,415	1,11	6,636
			Dorus MD073 (D)	0,09	0,510	1,97	11,830
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,07	0,398	1,01	6,028
			Dorus MD073 (D)	0,18	1,073	1,23	7,387
		Kama Dışlı (K)	Kleiberit 303 (K)	0,08	0,502	1,57	9,388
			Dorus MD073 (D)	0,08	0,464	1,02	6,099
Kızılçam (Ç)	Teğet (T)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,22	1,290	1,56	9,337
			Dorus MD073 (D)	0,31	1,842	1,62	9,707
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,18	1,048	1,64	9,850
			Dorus MD073 (D)	0,17	1,045	1,38	8,276
		Kama Dışlı (K)	Kleiberit 303 (K)	0,24	1,449	1,40	8,403
			Dorus MD073 (D)	0,11	0,642	1,81	10,831
	Radyal (R)	Düz (D)	Kleiberit 303 (K)	0,09	0,562	1,27	7,615
			Dorus MD073 (D)	0,12	0,694	0,97	5,824
		Üçgen (Ü)	Kleiberit 303 (K)	0,14	0,855	1,08	6,506
			Dorus MD073 (D)	0,08	0,471	1,00	5,999
		Kama Dışlı (K)	Kleiberit 303 (K)	0,11	0,629	1,02	6,110
			Dorus MD073 (D)	0,11	0,642	1,06	6,337

$\bar{X}$: Aritmetik Ortalama s: Standart Sapma

Deney sonuçlarına göre, boyuna ve enine yönde daralma miktarında ağaç türü, kesim yönü, birleştirme tipi ve tutkal çeşidine ait aritmetik ortalamalarda farklılıklar görülmüştür. Farklılaşmada etkili olan değişkenleri belirlemek üzere daralma yüzde değerleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Boyuna yönde daralma miktarının tespiti

Boyuna yönde daralma miktarı deneylerinde farklılaşmaya neden olan değişkenleri belirlemek üzere çoklu varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 5.66 'da verilmiştir.

Çizelge 5.66. Boyuna yönde daralma miktarına ilişkin çoklu varyans analizi

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
AĞAÇ TÜRÜ (A)	0,303	2	0,152	14,4401	0,0000
KESİM YÖNÜ (B)	0,032	1	0,032	3,0679	0,0816 ^{NS}
BİRLEŞTİRME TİPİ (C)	0,242	2	0,121	11,5352	0,0000
TUTKAL ÇEŞİDİ (D)	0,178	1	0,178	16,9463	0,0001
A x B	1,165	2	0,583	55,4832	0,0000
A x C	0,449	4	0,112	10,6832	0,0000
B x C	0,103	2	0,052	4,9121	0,0084
C x D	0,281	2	0,140	13,3695	0,0000
A x D	0,184	2	0,092	8,7389	0,0002
B x D	0,104	1	0,104	9,9299	0,0019
A x B x C	0,368	4	0,092	8,7536	0,0000
A x B x D	0,293	2	0,147	13,9522	0,0000
A x C x D	0,393	4	0,098	9,3669	0,0000
B x C x D	0,184	2	0,092	8,7449	0,0002
A x B x C x D	0,479	4	0,120	11,3932	0,0000
HATA	1,890	180	0,011		
TOPLAM	6,648	215			

(NS) P > 0,05 ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile *ağaç türü, birleştirme tipi, tutkal çeşidi* değişkenleri ile bunların ikili, üçlü ve dörtlü etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan değişkenlerden *ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını* belirlemek üzere, *ağaç türü* düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.67 'de verilmiştir.

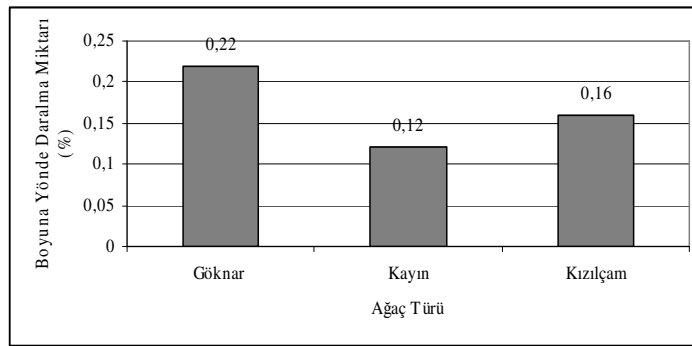
Çizelge 5.67. Ağaç türü düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	0,22	B**
Kayın (K)	0,12	A*
Kızılçam (Ç)	0,16	A*
LSD $\pm$ 0,035		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük kayında (% 0,12) ve kızılçamda (% 0,16) en yüksek göknarda (% 0,22) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.54 'de verilmiştir.



Şekil 5.54. Ağaç türü düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Birleştirme tipi düzeyinde, daralma miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.68 'de verilmiştir.

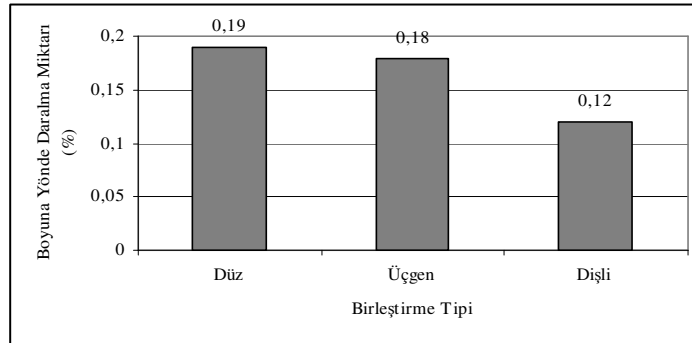
Çizelge 5.68. Birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Birleştirme Tipi	$\bar{X}$	HG
Düz (D)	0,19	B**
Üçgen (Ü)	0,18	B**
Dişli (K)	0,12	A*
LSD $\pm$ 0,035		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük dişli (% 0,12) en yüksek üçgen (% 0,18) ve düz (% 0,19) birleştirmelerde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.55 'de verilmiştir.



Şekil 5.55. Birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Tutkal çeşidi düzeyinde, daralma miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.69 'da verilmiştir.

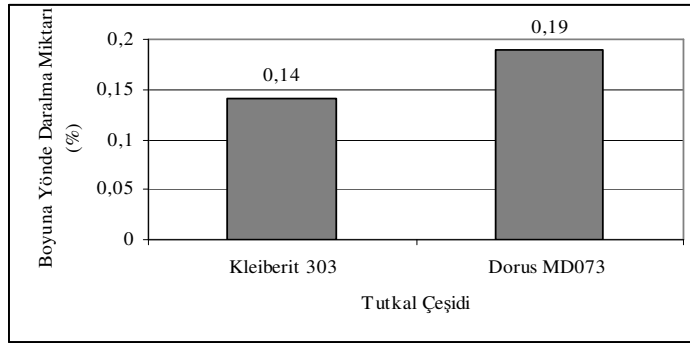
Çizelge 5.69. Tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Tutkal Çeşidi	$\bar{X}$	HG
Kleiberit 303 (K)	0,14	A*
Dorus MD073 (D)	0,19	B**
LSD $\pm$ 0,028		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük kleiberit 303 (% 0,14) en yüksek dorus (% 0,19) tutkallarında bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.56 'da verilmiştir.



Şekil 5.56. Tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde genişleme miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü etkileşimi düzeyinde, daralma miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.70’de verilmiştir.

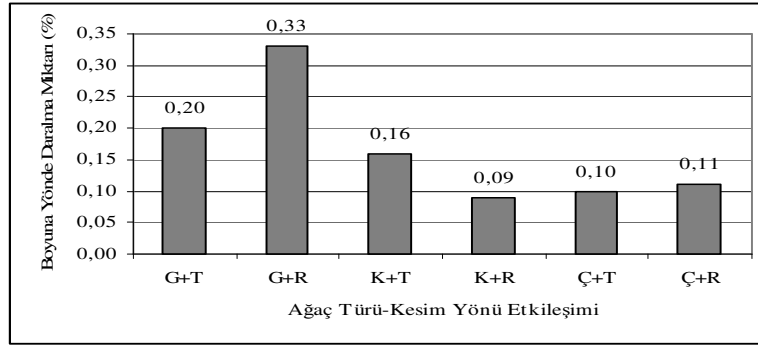
Çizelge 5.70. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Kesim Yönü		
G	T	0,20	C
	R	0,33	D**
K	T	0,16	BC
	R	0,09	A*
Ç	T	0,10	A*
	R	0,11	AB
LSD $\pm$ 0,049			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük kayın – radyal (% 0,09) ve kızılçam – teğet (% 0,10) en yüksek göknar – radyal (% 0,33) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.57 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.57. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, daralma miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.71 'de verilmiştir.

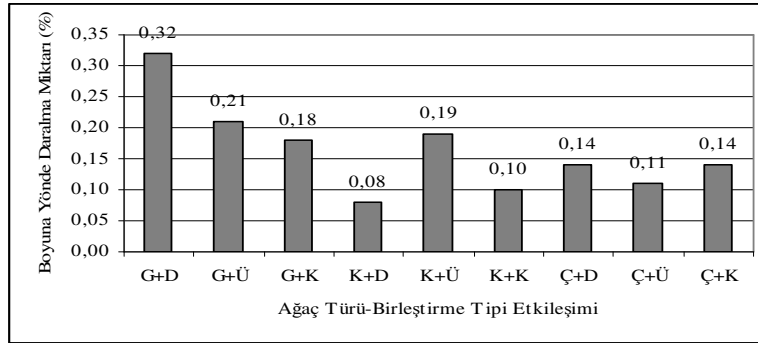
Çizelge 5.71. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Birleştirme Tipi		
G	D	0,32	D**
	Ü	0,21	C
	K	0,18	BC
K	D	0,08	A*
	Ü	0,19	BC
	K	0,10	A*
Ç	D	0,14	AB
	Ü	0,11	A*
	K	0,14	AB
LSD $\pm$ 0,060			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük kayın – düz (% 0,08), kayın – dişli (% 0,10) ve kızılçam – üçgen (% 0,11) en yüksek göknar – düz (% 0,32) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.58 'de verilmiştir.



Şekil 5.58. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.72 'de verilmiştir.

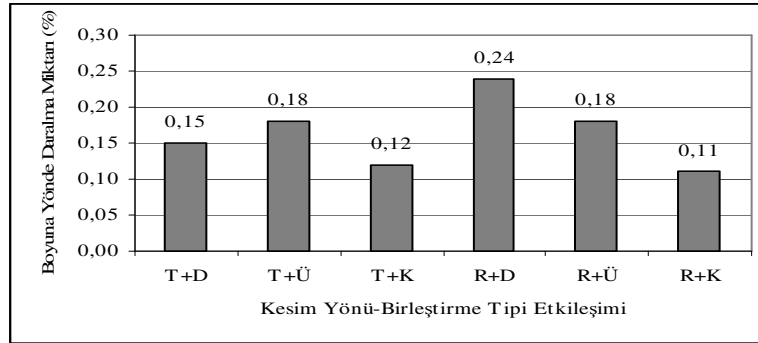
Çizelge 5.72. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Birleştirme Tipi		
T	D	0,15	AB
	Ü	0,18	B
	K	0,12	A*
R	D	0,24	C**
	Ü	0,18	B
	K	0,11	A*
LSD $\pm$ 0,049			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük teğet – dişli (% 0,12) ve radyal – dişli (% 0,11) en yüksek radyal – düz (% 0,24) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.59 'da verilmiştir.



Şekil 5.59. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.73 'de verilmiştir.

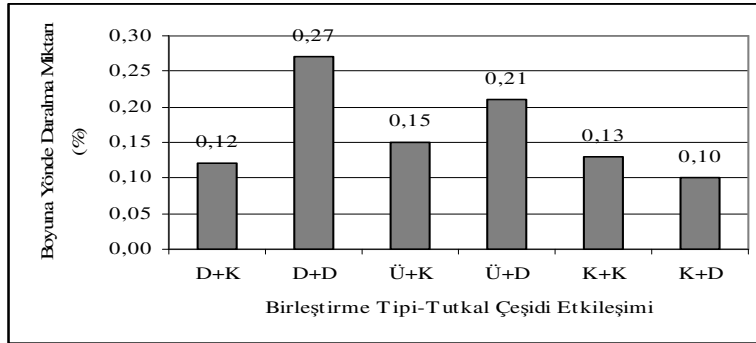
Çizelge 5.73. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Birleştirme Tipi	Tutkal Çeşidi		
D	K	0,12	A*
	D	0,27	C**
Ü	K	0,15	A*
	D	0,21	B
K	K	0,13	A*
	D	0,10	A*
LSD $\pm$ 0,049			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük düz – kleiberit 303 (% 0,12), üçgen – kleiberit 303 (% 0,15), dişli – kleiberit 303 (% 0,13) ve dişli – dorus (% 0,10) en yüksek düz – dorus (% 0,27) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.60 'da verilmiştir.



Şekil 5.60. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.74 'de verilmiştir.

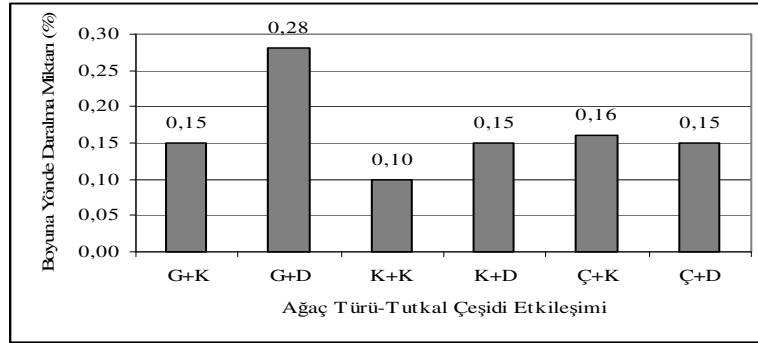
Çizelge 5.74. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi		
G	K	0,15	B
	D	0,28	C**
K	K	0,10	A*
	D	0,15	B
Ç	K	0,16	B
	D	0,15	B
LSD $\pm$ 0,049			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük kayın – kleiberit 303 (% 0,10) en yüksek göknar – dorus (% 0,28) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.61 'de verilmiştir.



Şekil 5.61. Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Kesim yönü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.75 'de verilmiştir.

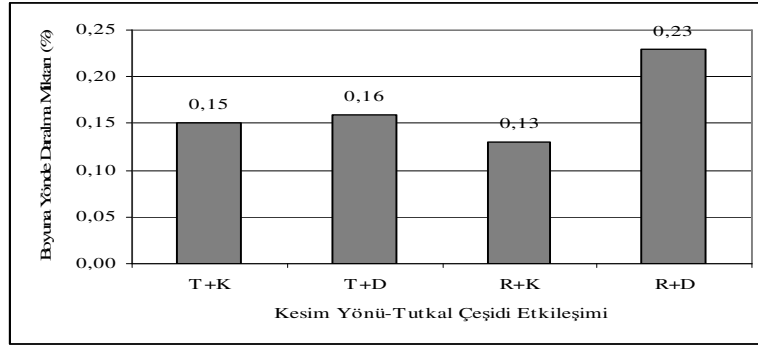
Çizelge 5.75. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Tutkal Çeşidi		
T	K	0,15	A*
	D	0,16	A*
R	K	0,13	A*
	D	0,23	B**
LSD $\pm$ 0,040			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en yüksek radyal – dorus (% 23) etkileşiminde görülürken, diğer etkileşimler istatistiksel olarak en düşük sonucu vermiştir. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.62 'de verilmiştir.



Şekil 5.62. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.76 'da verilmiştir.

Çizelge 5.76. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

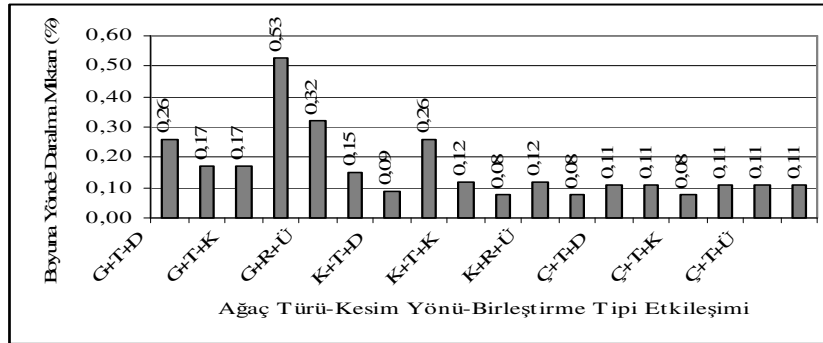
Değişken				
Ağaç	Kesim	Birleştirme	$\bar{X}$	HG
G	T	D	0,26	BC
		Ü	0,17	AB
		K	0,17	AB
	R	D	0,53	D**
		Ü	0,32	C
		K	0,15	A*
K	T	D	0,09	A*
		Ü	0,26	BC
		K	0,12	A*
	R	D	0,08	A*
		Ü	0,12	A*
		K	0,08	A*
Ç	T	D	0,11	A*
		Ü	0,11	A*
		K	0,08	A*
	R	D	0,11	A*
		Ü	0,11	A*
		K	0,11	A*
LSD ± 0,084				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük göknar – radyal – dişli (% 0,15), kayın – teğet – düz (% 0,09), kayın – teğet – dişli (% 0,12), kayın – radyal – düz (% 0,08),

kayın – radyal – üçgen (% 0,12), kayın – radyal – dişli (% 0,08) ve kızılçamın tüm etkileşimleri, en yüksek göknar – radyal – düz (% 0,53) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.63 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.63. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.77 ‘de verilmiştir.

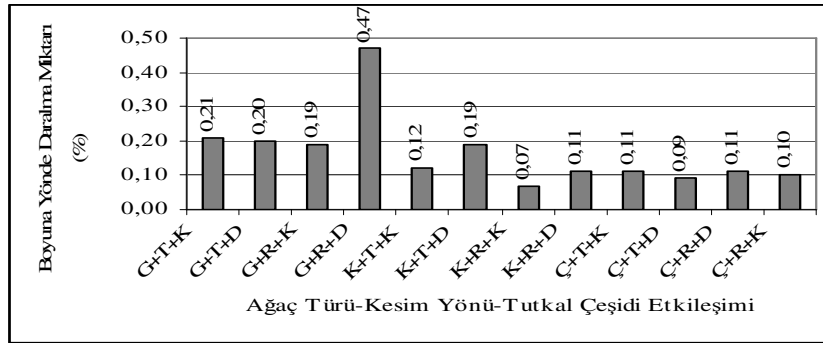
Çizelge 5.77. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Tutkal		
G	T	K	0,21	B
		D	0,20	B
	R	K	0,19	B
		D	0,47	C**
K	T	K	0,12	A*
		D	0,19	B
	R	K	0,07	A*
		D	0,11	A*
Ç	T	K	0,11	A*
		D	0,09	A*
	R	D	0,11	A*
		K	0,10	A*
LSD $\pm$ 0,069				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük kayın – teğet – kleiberit 303 (% 0,12), kayın – radyal – kleiberit 303 (% 0,07), kayın – radyal – dorus (% 0,11) ile kızılçamın tüm etkileşimlerinde, en yüksek göknar – radyal – dorus (% 0,47) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.64 'de verilmiştir.



Şekil 5.64. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.78 'de verilmiştir.

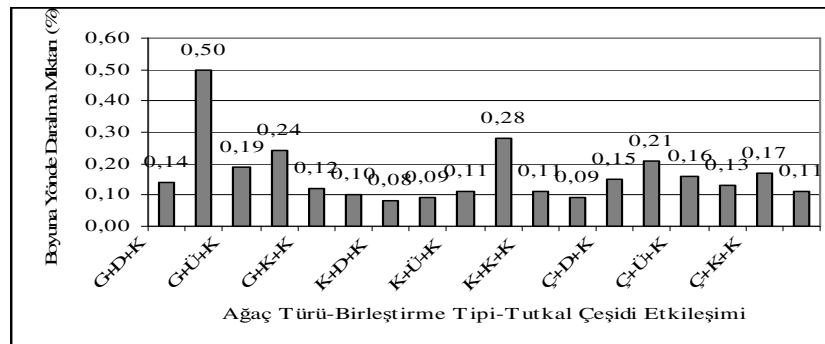
Çizelge 5.78. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Birleştirme	Tutkal		
G	D	K	0,14	ABC
		D	0,50	F**
	Ü	K	0,19	BCDE
		D	0,24	DE
	K	K	0,12	ABC
		D	0,10	AB
K	D	K	0,08	A*
		D	0,09	A*
	Ü	K	0,11	AB
		D	0,28	E
	K	K	0,11	AB
		D	0,09	A*
Ç	D	K	0,15	ABCD
		D	0,21	CDE
	Ü	K	0,160	ABCD
		D	0,13	ABC
	K	K	0,17	ABCD
		D	0,11	AB
LSD ± 0,084				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük kayın – düz – kleiberit 303 (% 0,08), kayın – düz – dorus (% 0,09) ve kayın – dişli – dorus (% 0,09) en yüksek göknar – düz – dorus (% 0,50) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.65 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.65. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.79 'da verilmiştir.

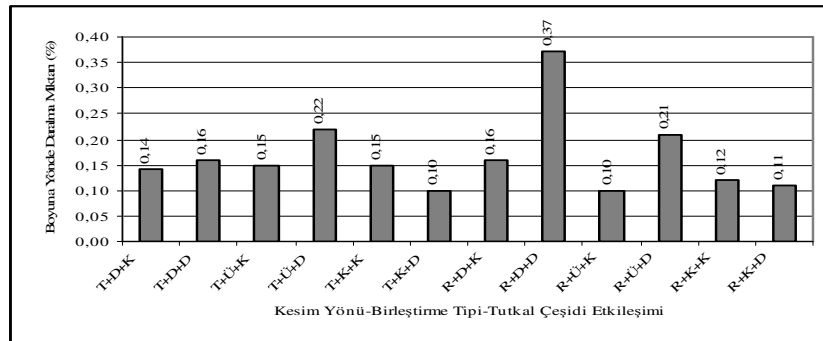
Çizelge 5.79. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Kesim	Birleştirme	Tutkal		
T	D	K	0,14	AB
		D	0,16	ABC
	Ü	K	0,15	ABC
		D	0,22	C
	K	K	0,15	ABC
		D	0,10	A*
R	D	K	0,16	ABC
		D	0,37	D**
	Ü	K	0,10	A*
		D	0,21	BC
	K	K	0,12	A*
		D	0,11	A*
LSD $\pm$ 0,069				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük teğet – dişli – dorus (% 0,10), radyal – üçgen – kleiberit 303 (% 0,10), radyal – dişli – kleiberit 303 (% 0,12) ve radyal – dişli – dorus (% 0,11) en yüksek radyal – düz – dorus (% 0,37) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.66 'da verilmiştir.



Şekil 5.66. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.80 'de verilmiştir.

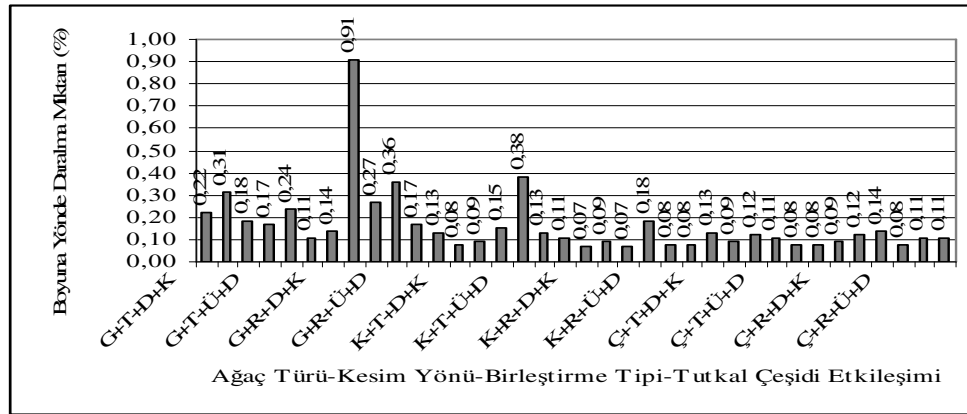
Çizelge 5.80. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

DEĞİŞKEN				$\bar{x}$	HG
Ağaç	Kesim	Birleştirme	Tutkal		
G	T	D	K	0,22	ABCD
			D	0,31	DEF
		Ü	K	0,18	ABCD
			D	0,17	ABCD
		K	K	0,24	BCDE
			D	0,11	AB
	R	D	K	0,14	ABC
			D	0,91	G**
		Ü	K	0,27	CDEF
			D	0,36	EF
		K	K	0,17	ABC
			D	0,13	ABC
K	T	D	K	0,08	A*
			D	0,09	A*
		Ü	K	0,15	ABC
			D	0,38	F
		K	K	0,13	ABC
			D	0,11	AB
	R	D	K	0,07	A*
			D	0,09	A*
		Ü	K	0,07	A*
			D	0,18	ABCD
		K	K	0,08	A*
			D	0,08	A*
Ç	T	D	K	0,13	ABC
			D	0,09	A*
		Ü	K	0,12	AB
			D	0,11	AB
		K	K	0,08	A*
			D	0,08	A*
	R	D	K	0,09	AB
			D	0,12	AB
		Ü	K	0,14	ABC
			D	0,08	A*
		K	K	0,11	AB
			D	0,11	AB
LSD ± 0,119					

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Boyuna yönde daralma miktarı, en düşük kayın – teğet – düz – kleiberit 303 (% 0,08), kayın – teğet – düz – dorus (% 0,09), kayın – radyal – düz – kleiberit 303 (% 0,07), kayın – radyal – düz – dorus (% 0,09), kayın – radyal – üçgen – kleiberit 303 (% 0,07), kayın – radyal – dişli – kleiberit 303 (% 0,08), kayın – radyal – dişli – dorus (% 0,08), kızılçam – teğet – düz – dorus (% 0,09), kızılçam – teğet – dişli – kleiberit 303 (% 0,08), kızılçam – teğet – dişli – dorus (% 0,08) ve kızılçam – radyal – üçgen – dorus (% 0,08), en yüksek göknar – radyal – düz – dorus (% 0,91) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.67 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.67. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, boyuna yönde daralma miktarı değerleri

Enine yönde daralma miktarının tespiti

Enine yönde daralma miktarı deneylerinde farklılaşmaya neden olan değişkenleri belirlemek üzere çoklu varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 5.81 ‘de verilmiştir.

Çizelge 5.81. Enine yönde daralma miktarına ilişkin çoklu varyans analizi

DEĞİŞKEN	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
AĞAÇ TÜRÜ (A)	8,925	2	4,463	37,1296	0,0000
KESİM YÖNÜ (B)	25,678	1	25,678	213,6504	0,0000
BİRLEŞTİRME TİPİ (C)	2,352	2	1,176	9,7860	0,0001
TUTKAL ÇEŞİDİ (D)	0,259	1	0,259	2,1546	0,1439 ^{NS}
A x B	0,999	2	0,500	4,1580	0,0172
A x C	3,790	4	0,948	7,8836	0,0000
B x C	2,228	2	1,114	9,2691	0,0001
C x D	1,085	2	0,543	4,5153	0,0122
A x D	0,382	2	0,191	1,5904	0,2067 ^{NS}
B x D	0,986	1	0,986	8,2030	0,0047
A x B x C	1,871	4	0,468	3,8919	0,0047
A x B x D	1,564	2	0,782	6,5067	0,0019
A x C x D	1,341	4	0,335	2,7899	0,0279
B x C x D	2,486	2	1,243	10,3422	0,0001
A x B x C x D	2,903	4	0,726	6,0388	0,0001
HATA	21,634	180	0,120		
TOPLAM	78,486	215			

(NS) P > 0,05 ise fark önemsizdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık % 5 hata payı ile *ağaç türü, kesim yönü, birleştirme tipi* değişkenleri, *ağaç türü x kesim yönü, ağaç türü x birleştirme tipi, kesim yönü x birleştirme tipi, birleştirme tipi x tutkal çeşidi, kesim yönü x tutkal çeşidi* ikili etkileşimleri ile değişkenlerin üçlü ve dördü etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan değişkenlerden *ağaç türlerinin birbirlerine karşı en küçük önemli farklarını belirlemek üzere, ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırma sonuçları* Çizelge 5.82 'de verilmiştir.

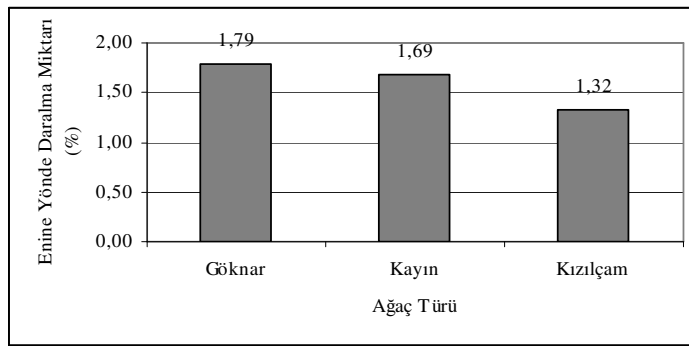
Çizelge 5.82. Ağaç türü düzeyinde, enine yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Ağaç Türü	$\bar{X}$	HG
Göknar (G)	1,79	B**
Kayın (K)	1,69	B**
Kızılcām (Ç)	1,32	A*
LSD $\pm$ 0,114		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük kıızılcāmda (% 1,32) en yüksek göknarda (% 1,79) ve kayında (% 1,69) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.68 'de verilmiştir.



Şekil 5.68. Ağaç türü düzeyinde enine yönde daralma miktarı değerleri

Kesim yönü düzeyinde, daralma miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.83 'de verilmiştir.

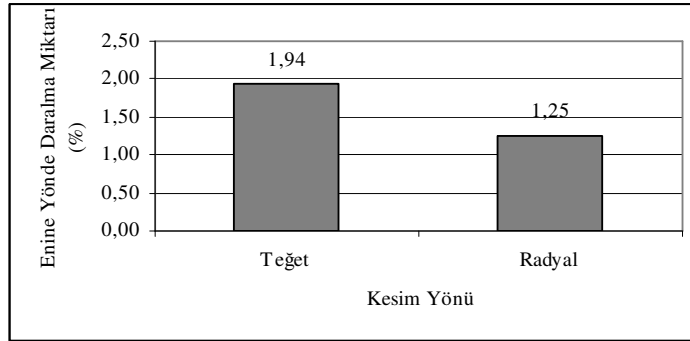
Çizelge 5.83. Kesim yönü düzeyinde, enine yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Kesim Yönü	$\bar{X}$	HG
Teğet (T)	1,94	B**
Radyal (R)	1,25	A*
LSD $\pm$ 0,093		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük radyal (% 1,25) en yüksek teğet (% 1,94) kesim yönlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.69 'da verilmiştir.



Şekil 5.69. Kesim yönü düzeyinde enine yönde daralma miktarı değerleri

Birleştirme tipi düzeyinde, daralma miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.84 'de verilmiştir.

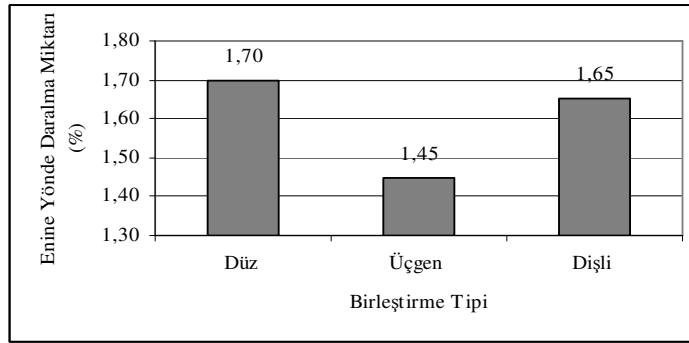
Çizelge 5.84. Birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde daralma miktarına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Birleştirme Tipi	$\bar{X}$	HG
Düz (D)	1,70	B**
Üçgen (Ü)	1,45	A*
Dişli (K)	1,65	B**
LSD $\pm$ 0,114		

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük üçgen (% 1,45) en yüksek düz (% 1,70) ve dişli (% 1,65) birleştirmelerde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.70 'de verilmiştir.



Şekil 5.70. Birleştirme tipi düzeyinde enine yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü etkileşimi düzeyinde, daralma miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.85’de verilmiştir.

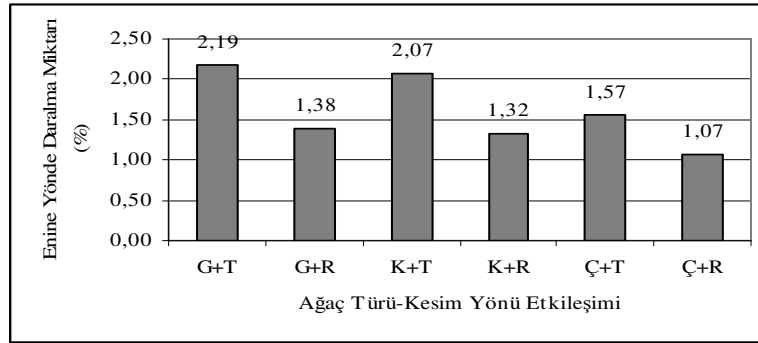
Çizelge 5.85. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Kesim Yönü		
G	T	2,19	D**
	R	1,38	B
K	T	2,07	D**
	R	1,32	B
Ç	T	1,57	C
	R	1,07	A*
LSD $\pm$ 0,161			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük kızılçam – radyal (% 1,07) en yüksek göknar – teğet (% 2,19) ve kayın – teğet (% 2,07) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.71 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.71. Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde enine yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, daralma miktarı değerlerine en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.86 ‘da verilmiştir.

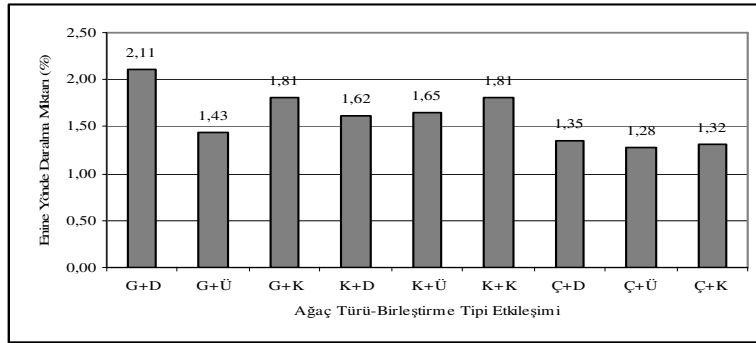
Çizelge 5.86. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Ağaç Türü	Birleştirme Tipi		
G	D	2,11	D**
	Ü	1,43	AB
	K	1,81	C
K	D	1,62	BC
	Ü	1,65	C
	K	1,81	C
Ç	D	1,35	A*
	Ü	1,28	A*
	K	1,32	A*
LSD $\pm$ 0,197			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük kızılçam – düz (% 1,35), kızılçam – üçgen (% 1,28) ve kızılçam – dişli (% 1,32) en yüksek göknar – düz (% 2,11) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.72 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.72. Ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.87 'de verilmiştir.

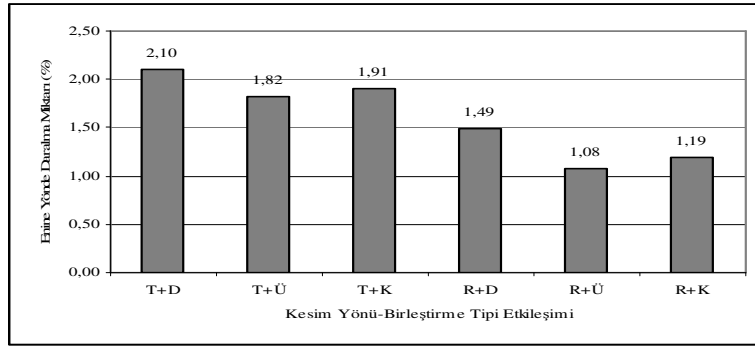
Çizelge 5.87. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Birleştirme Tipi		
T	D	2,10	D**
	Ü	1,82	C
	K	1,91	C
R	D	1,49	B
	Ü	1,08	A*
	K	1,19	A*
LSD $\pm$ 0,161			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük radyal – üçgen (% 1,08) ve radyal – dişli (% 1,19) en yüksek teğet – düz (% 2,10) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.73 'de verilmiştir.



Şekil 5.73. Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

Birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.88 'de verilmiştir.

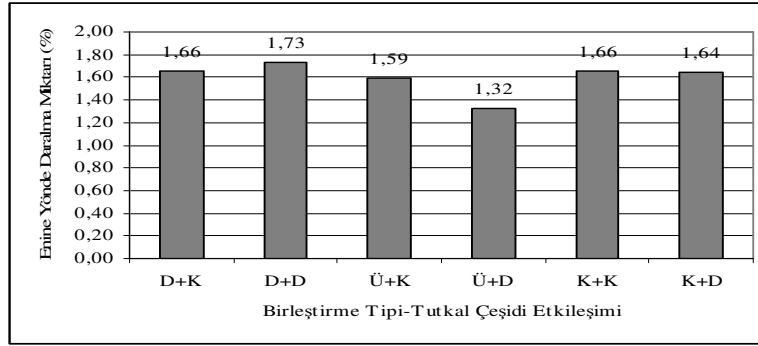
Çizelge 5.88. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Birleştirme Tipi	Tutkal Çeşidi		
D	K	1,66	B**
	D	1,73	B**
Ü	K	1,59	B**
	D	1,32	A*
K	K	1,66	B**
	D	1,64	B**
LSD $\pm$ 0,161			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük üçgen – doruk (% 1,32) etkileşiminde bulunurken, diğer etkileşimler arasında anlamlı fark çıkmamıştır. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.74 'de verilmiştir.



Şekil 5.74. Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

Kesim yönü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.89 'da verilmiştir.

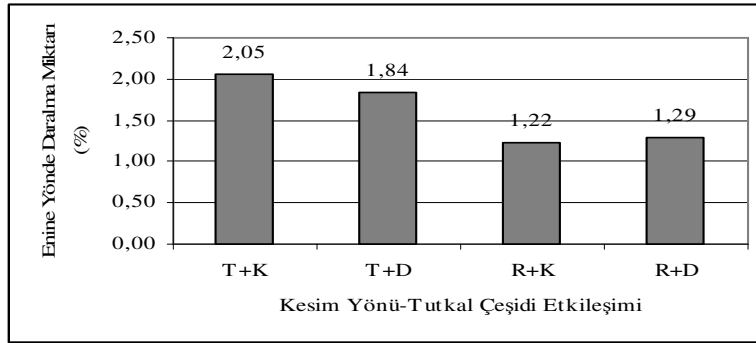
Çizelge 5.89. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken		$\bar{X}$	HG
Kesim Yönü	Tutkal Çeşidi		
T	K	2,05	C**
	D	1,84	B
R	K	1,22	A*
	D	1,29	A*
LSD $\pm$ 0,131			

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük radyal – kleiberit 303 (% 1,22) ve radyal – dorus (% 1,29) en yüksek teğet – kleiberit 303 (% 2,05) bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.75 'de verilmiştir.



Şekil 5.75. Kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.90 'da verilmiştir.

Çizelge 5.90. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

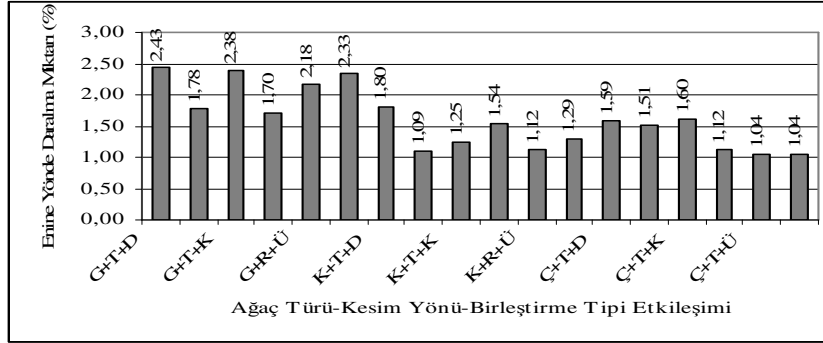
Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Birleştirme		
G	T	D	2,43	E**
		Ü	1,78	D
		K	2,38	E**
	R	D	1,70	D
		Ü	2,18	E**
		K	2,33	E**
K	T	D	1,80	D
		Ü	1,09	A*
		K	1,25	AB
	R	D	1,54	BCD
		Ü	1,12	A*
		K	1,29	ABC
Ç	T	D	1,59	CD
		Ü	1,51	BCD
		K	1,60	D
	R	D	1,12	A*
		Ü	1,04	A*
		K	1,04	A*
LSD ± 0,279				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük kayın – teğet – üçgen (% 1,09), kayın – radyal – üçgen (% 1,12), kızılçam – radyal – düz (% 1,12), kızılçam – radyal – üçgen

(% 1,04) ve kızılçam – radyal – dişli (% 1,04), en yüksek göknar – teğet – düz (% 2,43), göknar – teğet – dişli (% 2,38), göknar – radyal – üçgen (% 2,18) ve göknar – radyal – dişli (% 2,33), etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.76 ‘da verilmiştir.



Şekil 5.76. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.91 ‘de verilmiştir.

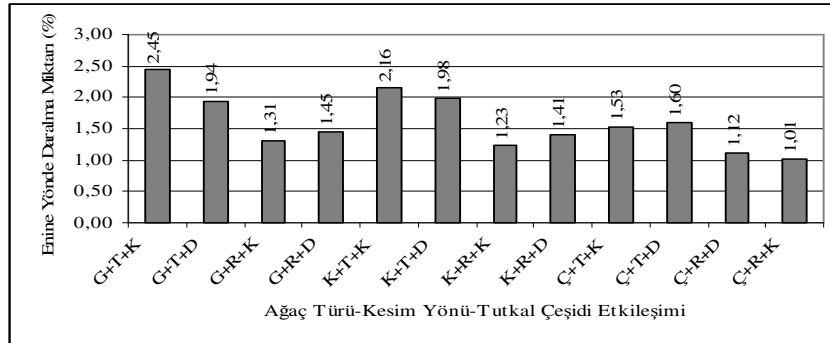
Çizelge 5.91. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Tutkal		
G	T	K	2,45	G**
		D	1,94	F
	R	K	1,31	BCD
		D	1,45	CDE
K	T	K	2,16	F
		D	1,98	F
	R	K	1,23	ABC
		D	1,41	CDE
Ç	T	K	1,53	DE
		D	1,60	E
	R	K	1,12	AB
		D	1,01	A*
LSD ± 0,228				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük kızılçam – radyal – dorus (% 1,01), en yüksek göknar – teğet – kleiberit 303 (% 2,45) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.77 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.77. Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.92 ‘de verilmiştir.

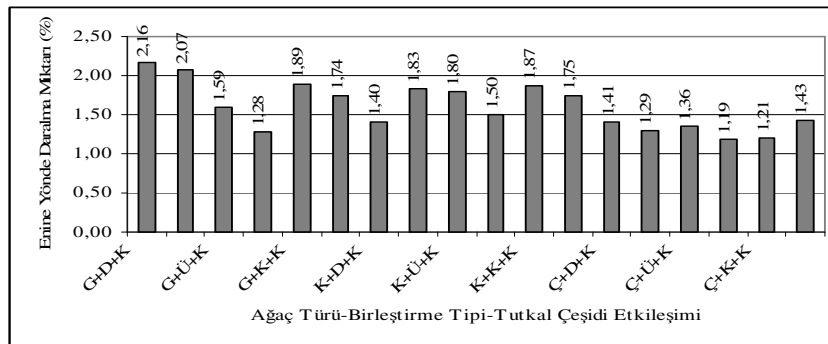
Çizelge 5.92. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Ağaç	Birleştirme	Tutkal		
G	D	K	2,16	F**
		D	2,07	EF
	Ü	K	1,59	BCD
		D	1,28	AB
	K	K	1,89	DEF
		D	1,74	CD
K	D	K	1,40	AB
		D	1,83	DE
	Ü	K	1,80	CDE
		D	1,50	ABC
	K	K	1,87	DEF
		D	1,75	CD
Ç	D	K	1,41	AB
		D	1,29	AB
	Ü	K	1,36	AB
		D	1,19	A*
	K	K	1,21	A*
		D	1,43	AB
LSD ± 0,279				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük kızılçam – üçgen – dorus (% 1,19) ve kızılçam – dişli – kleiberit 303 (% 1,21), en yüksek göknar – düz – kleiberit 303 (% 2,16) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.78 'de verilmiştir.



Şekil 5.78. Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.93 'de verilmiştir.

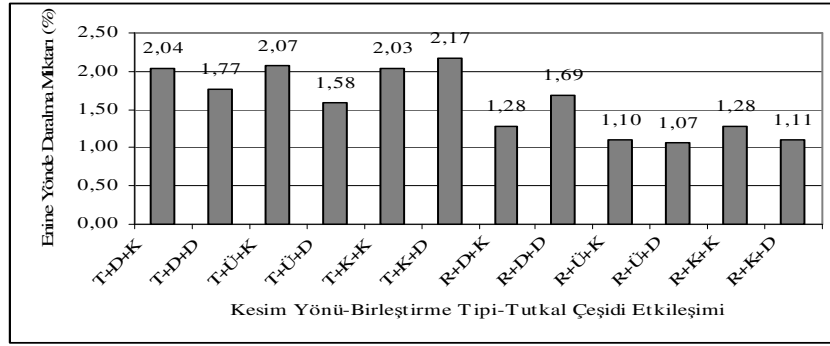
Çizelge 5.93. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

Değişken			$\bar{X}$	HG
Kesim	Birleştirme	Tutkal		
T	D	K	2,04	C**
		D	1,77	B
	Ü	K	2,07	C**
		D	1,58	B
	K	K	2,03	C**
		D	2,17	C**
R	D	K	1,28	A*
		D	1,69	B
	Ü	K	1,10	A*
		D	1,07	A*
	K	K	1,28	A*
		D	1,11	A*
LSD $\pm$ 0,228				

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük radyal – düz – kleiberit 303 (% 1,28), radyal – üçgen – kleiberit 303 (% 1,10), radyal – üçgen – dorus (% 1,07), radyal – dişli – kleiberit 303 (% 1,28) ve radyal – dişli – dorus (% 1,11), en yüksek teğet – düz – kleiberit 303 (% 2,04), teğet – üçgen – kleiberit 303 (% 2,07), teğet – dişli – kleiberit 303 (% 2,03) ve teğet – dişli – dorus (% 2,17) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.79 'da verilmiştir.



Şekil 5.79. Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde, en küçük önemli farklarını belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırma sonuçları, Çizelge 5.94 'de verilmiştir.

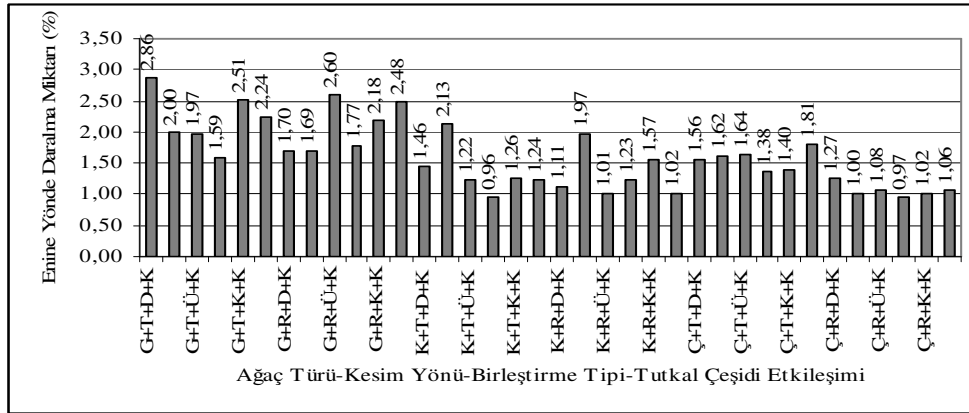
Çizelge 5.94. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%)

DEĞİŞKEN				$\bar{X}$	HG
Ağaç	Kesim	Birleştirme	Tutkal		
G	T	D	K	2,86	M**
			D	2,00	GHIJ
		Ü	K	1,97	GHIJ
			D	1,59	DEFG
		K	K	2,51	KLM
			D	2,24	JKL
	R	D	K	1,70	EFGH
			D	1,69	DEFGH
		Ü	K	2,60	LM
			D	1,77	FGHI
		K	K	2,18	IJKL
			D	2,48	KLM
K	T	D	K	1,46	BCDEF
			D	2,13	HIJK
		Ü	K	1,22	ABCD
			D	0,96	A*
		K	K	1,26	ABCDE
			D	1,24	ABCDE
	R	D	K	1,11	ABC
			D	1,97	GHIJ
		Ü	K	1,01	AB
			D	1,23	ABCDE
		K	K	1,57	CDEFG
			D	1,02	AB
Ç	T	D	K	1,56	CDEFG
			D	1,62	DEFG
		Ü	K	1,64	DEFG
			D	1,38	ABCDEF
		K	K	1,40	ABCDEF
			D	1,81	FGHIJ
	R	D	K	1,27	ABCDE
			D	1,00	AB
		Ü	K	1,08	AB
			D	0,97	A*
		K	K	1,02	AB
			D	1,06	AB
LSD ± 0,394					

$\bar{X}$: Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu

*: En düşük daralma miktarı **: En yüksek daralma miktarı

Enine yönde daralma miktarı, en düşük kayın – teğet – üçgen – dorus (% 0,96) ve kızılçam – radyal – üçgen – dorus (% 0,97), en yüksek göknar – teğet – düz – kleiberit 303 (% 2,86) etkileşimlerinde bulunmuştur. İkili karşılaştırma sonuçlarının grafiği, Şekil 5.80 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.80. Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde, enine yönde daralma miktarı değerleri

5.4.3. Gözlemsel Değerlendirme

Ağaç malzemenin genişlemesi ve daralması deneylerinde rakamsal olarak ifade edilen sonuçların dışında masif panellerin genel yapısı ile ilgili belirtilmesi gereken durumlar gözlenmiştir. Bu durumlar, deney sırasında masif panelleri oluşturan çıtalara birleştirme yerlerinden açılması, masif panellerin fiziksel deformasyonu (çarpılma) ve renk bozukluklarıdır.

Ağaç malzemenin genişlemesi deneyinde ağaç türü olarak en çok göknardan üretilen parçalarda açılma ve deformasyon görülmüştür. Özellikle göknar – düz ve göknar – dişli etkileşimlerinde çarpılma olayı çok belirgindir. Ardından sırasıyla kızılçam – düz, kızılçam – üçgen, kayın – düz ve kayın – dişli etkileşimlerinde çarpılma görülmüştür. Ayrıca teğet kesit yüzeyli levhalarda ve düz birleştirme uygulamalarında birleştirme yerlerinde açılma ve renk bozuklukları daha çok görülmüştür.

Ağaç malzemenin daralması deneyinde göknar malzemedan üretilmiş örneklerde yüzeysel olarak daha fazla çarpılma gözlenmiştir. Özellikle göknar – düz etkileşimlerinin uç kısım birleştirme yerlerinde açılma çok belirgindir. Kızılçam malzemesi ile yapılan deney örneklerinin tutkal katlarında pembeleşme görülmüştür.

Bu durum özellikle kleiberit 303 tutkalında gözlenmiştir. Kızılçam örneklerinden kleiberit tutkalı ile düz birleştirme uygulanmış olanların birleştirme yerlerinde açılma, kleiberit tutkalı ile üçgen birleştirme uygulanmış olanlarda ise yüzeysel çarpılma görülmüştür. Kayın malzemedan üretilmiş masif panel örnekleri içerisinde özellikle kleiberit tutkalı ile düz birleştirme yapılmış olanlarda, tutkal katlarından açılma gözlenmiştir. Ayrıca kleiberit tutkalı ile üçgen birleştirme yapılmış örneklerde yüzeysel çarpılma belirgindir. Ağaç malzemenin çalışması deneylerinde kesit yüzeyleri incelendiğinde teğet kesit yüzeyli levhalarda açılma ve deformasyon radyal kesit yüzeyli levhalardan daha çok görülmüştür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Liflere dik yönde eğilme direnci, ağaç türü düzeyinde en yüksek kayında (100,50 N/mm²), en düşük göknarda (65,48 N/mm²) bulunmuştur. Bu durum, yoğunluğun kayında yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci, en yüksek dişli birleştirmede (92,71 N/mm²) en düşük düz (79,45 N/mm²) ve üçgen (80,35 N/mm²) birleştirmelerde bulunmuştur. Bu durum, yapışma yüzey alanının dişli birleştirmelerde fazla olmasından kaynaklanabilir. Dişli birleştirme, diğer birleştirmelerden % 15 daha yüksek çıkmıştır. Nitekim benzer çalışmada elde edilen değerlerle uygunluk göstermektedir [Altınok ve ark., 2000].

Tutkal çeşidi düzeyinde, en yüksek direnç liflere dik yönde dorus md073 tutkalında (85,11 N/mm²), en düşük kleiberit 303 tutkalında (83,26 N/mm²) elde edilmiştir. Bu durum, dorus md073 tutkalının polimerleşme ile daha spesifik kimyasal bağ kurmasından kaynaklanabilir.

Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci en yüksek kayın – teğet ‘te (106,00 N/mm²), en düşük göknar – teğet ‘te (63,54 N/mm²) bulunmuştur. Bu duruma, ağaç türünün kesim yönünden daha fazla etkili olduğu söylenebilir.

Liflere dik yönde eğilme direnci, ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde en yüksek kayın – dişli ‘de (115,00 N/mm²), en düşük göknar – düz ‘de (60,93 N/mm²) elde edilmiştir.

Eğilme direnci, kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde en yüksek teğet – dişli ‘de (94,47 N/mm²), en düşük teğet – düz (78,71 N/mm²), teğet – üçgen (80,28 N/mm²), radyal – düz (80,18 N/mm²) ve radyal – üçgen ‘de (80,51 N/mm²) bulunmuştur. Buna göre, birleştirme tipi liflere dik eğilme direnci bakımından kesim yönünden daha etkili çıkmıştır.

Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde, liflere dik yönde eğilme direnci kayın- dorus ‘da ($102,20 \text{ N/mm}^2$) en yüksek, göknar – kleiberit 303 ‘de ($63,54 \text{ N/mm}^2$) en düşük bulunmuştur.

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci en yüksek kayın – teğet – dişli ‘de ($123,70 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar –teğet – düz ‘de ($55,86 \text{ N/mm}^2$) ortaya çıkmıştır..

Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en yüksek eğilme direnci kayın –dişli – dorus ‘da ($119,40 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – düz – kleiberit 303 ‘de ($56,32 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir.

Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direncini en yüksek teğet – dişli – dorus ‘da ($98,24 \text{ N/mm}^2$), en düşük teğet – düz – kleiberit 303 ($78,35 \text{ N/mm}^2$) ve radyal – düz – kleiberit 303 ‘de ($78,16 \text{ N/mm}^2$) çıkmıştır.

Ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde eğilme direnci en yüksek kayın – teğet – dişli – dorus ‘da ($135,20 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – teğet – düz – kleiberit 303 ‘de ($49,48 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Liflere paralel yönde eğilme direnci, ağaç türü düzeyinde en yüksek kayında ($10,51 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknarda ($4,02 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Bu durum kayının yoğunluğunun yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Eğilme direnci kesim yönü düzeyinde liflere paralel yönde en yüksek radyal yönde ($6,91 \text{ N/mm}^2$), en düşük teğet yönde ($6,28 \text{ N/mm}^2$) vermiştir. Bu durum uygulanan kuvvetlerin radyal yönde liflere dik gelmesinden kaynaklanabilir. Nitekim literatürde, ağaç malzemenin radyal yöndeki elastikiyet modülü, teğet yöndekine göre yaklaşık iki kat fazla olduğu bildirilmiştir [Bozkurt ve Göker, 1996].

Birleştirme tipi düzeyinde eğilme direnci en yüksek dişli birleştirmede ($7,49 \text{ N/mm}^2$), en düşük üçgen birleştirmede ($5,70 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Bu durum yapışma yüzey alanının dişli birleştirmede daha fazla olmasından kaynaklanabilir.

Eğilme direnci, tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde en yüksek dorus 'da ($6,90 \text{ N/mm}^2$), en düşük kleiberit 303 'de ($6,30 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Bu durum tutkalların katılma farklılıklarından kaynaklanabilir.

Liflere paralel yönde eğilme direnci, ağaç türü – kesim yönü düzeyinde en yüksek kayın – radyal ($11,15 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – teget ($3,83 \text{ N/mm}^2$) ve göknar – radyal ($4,22 \text{ N/mm}^2$) etkileşimlerinde görülmüştür. Bu durum, ağaç türünün kesim yönünden daha fazla etkili olduğu söylenebilir.

Eğilme direnci, ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde liflere paralel yönde en yüksek kayın – dişli 'de ($12,59 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – üçgen 'de ($3,63 \text{ N/mm}^2$) görülmüştür. Bu sonuç, Altınok ve ark. (2000) ile Ayarkwa ve ark. (2000) 'nın boy birleştirmede dişli birleştirme farklılıklarını araştırdıkları çalışmaların sonuçları ile uyumlu çıkmıştır [Altınok ve ark., 2000; Ayarkwa ve ark., 2000].

Eğilme direnci, kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde en yüksek radyal – dişli ($8,00 \text{ N/mm}^2$), en düşük radyal – üçgen ($5,50 \text{ N/mm}^2$) etkileşimlerinde bulunmuştur. Bu durum, dişli birleştirmede yapışma yüzey alanının daha yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Eğilme direnci, birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde en yüksek dişli – dorus 'da ($8,35 \text{ N/mm}^2$), en düşük üçgen – kleiberit 303 ($5,60 \text{ N/mm}^2$) ve üçgen - dorus 'da ($5,81 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde eğilme direnci en yüksek kayın – dorus 'da ($11,46 \text{ N/mm}^2$), en düşük eğilme direnci göknar – kleiberit 303 ($4,00 \text{ N/mm}^2$) ve göknar – dorus ($4,05 \text{ N/mm}^2$) 'da elde edilmiştir.

Liflere paralel yönde eğilme direnci, kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde en yüksek radyal – dorus ‘da ($7,33 \text{ N/mm}^2$), en düşük teğet – kleiberit 303 ‘de ($6,10 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Eğilme direnci, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde en yüksek kayın – radyal – dişli ‘de ($13,04 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – radyal – üçgen ‘de ($3,54 \text{ N/mm}^2$) görülmüştür. Radyal yüzey ve dişli birleştirmenin eğilme direncini artırıcı yönde etki gösterdiği söylenebilir.

Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en yüksek kayın – dişli- dorus ‘da ($14,77 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – üçgen – dorus ‘da ($3,53 \text{ N/mm}^2$) görülmüştür.

Eğilme direnci, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere paralel yönde en yüksek kayın – radyal – dişli – dorus ‘da ($16,39 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – radyal – üçgen – dorus ‘da ($3,43 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Buna göre; ağaç türü ve birleştirme tipi değişkenlerinin liflere paralel yönde eğilme direncini daha fazla etkilediği söylenebilir.

Çekme direnci, liflere dik yönde ağaç türü düzeyinde en yüksek kayında ($2,91 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknarda ($0,87 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Bu durum ağaçlar arasındaki yoğunluk farkından kaynaklanabilir.

Çekme direnci, kesim yönü düzeyinde en yüksek radyal yönde ($1,88 \text{ N/mm}^2$), en düşük teğet yönde ($1,70 \text{ N/mm}^2$) görülmüştür. Birleştirme tipi düzeyinde en yüksek dişli birleştirmede ($2,65 \text{ N/mm}^2$), en düşük üçgen birleştirmede ($1,24 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir.

Liflere dik yönde çekme direnci, ağaç türü – kesim yönü düzeyinde en yüksek kayın – radyal ‘de ($3,24 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – teğet ($0,90 \text{ N/mm}^2$) ve göknar – radyal ‘de ($0,84 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Çekme direnci, ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde en yüksek kayın – dişli ‘de ($4,50 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – düz ($0,76 \text{ N/mm}^2$) ve göknar – üçgen ‘de ($0,61 \text{ N/mm}^2$) çıkmıştır. Bu sonuç, dişli boy birleştirme uygulamalarındaki tutkal farklılıklarının etkisinin araştırıldığı çalışmanın sonuçları ile uyumlu bulunmuştur [Dağlı, 2002].

Çekme direnci, birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde liflere dik yönde en yüksek dişli – kleiberit 303 ($2,62 \text{ N/mm}^2$) ve dişli – dorus ‘da ($2,69 \text{ N/mm}^2$), en düşük üçgen – kleiberit 303 ‘de ($1,17 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Bu duruma istatistiksel olarak da aralarında anlamlı çıkmayan tutkal çeşidinin etkisinin önemsiz olduğu söylenebilir.

Örs, Özçifçi ve Atar (1999) ile Altınok ve Söğütü (2003) ‘nün yaptıkları iki ayrı çalışmada, çekme direnci bakımından PVA tutkalları arasında en iyi sonucu Kleiberit 303 verirken, bu çalışmada PVA tutkalları arasında çekme direnci açısından bir fark çıkmamıştır. Burada araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda, boy birleştirmenin çekme direncini test etmişlerdir [Örs ve ark., 1999; Altınok ve Söğütü, 2003]. Bu çalışmada ise en birleştirmenin çekme direnci test edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, boy birleştirmede kullanılan dişli birleştirmelerde derin diş uzunluklarının daha iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Ancak yaptığımız çalışmada diş derinliğinin fazla olmasının üretimde presleme ve birleşme kalitesini etkilediği görülmüştür. Buna göre, yüksek direnç için en birleştirmede sivri dişli ve derinliği 5 mm olan dişli birleştirmeler tercih edilmelidir.

Çekme direnci, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde en yüksek kayın – radyal – dişli ‘de ($5,06 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – teğet – üçgen ($0,55 \text{ N/mm}^2$) ve göknar – radyal – üçgen ‘de ($0,66 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde çekme direnci en yüksek radyal – dişli – kleiberit 303 ($2,97 \text{ N/mm}^2$) ve teğet – dişli – dorus ‘da ($2,86 \text{ N/mm}^2$), en düşük teğet – üçgen – dorus ($1,11 \text{ N/mm}^2$) ve radyal – üçgen – kleiberit 303 ‘de ($1,10 \text{ N/mm}^2$) görülmüştür. Bu durum, dişli boy birleştirmelerde tutkal farkının etkisinin araştırıldığı çalışmanın sonuçları ile uyumludur [Dağlı, 2002].

Liflere dik yönde çekme direnci, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde en yüksek kayın – radyal – dişli – kleiberit 303 ‘de ($5,75 \text{ N/mm}^2$), en düşük göknar – teğet – üçgen – dorus ‘da ($0,46 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Ağaç malzemenin boyutsal değişimi için yapılan çalışmalardan boyuna yönde genişleme miktarının tespitinde, ağaç türü düzeyinde genişleme en düşük kayında (% 0,65), en yüksek göknar (% 0,85) ve kızılçamda (% 0,79) göstermiştir. Bu durum, kayının yoğunluğunun fazla olmasından kaynaklanabilir. Nitekim literatürde, % 1 lik rutubet artışının ağaç türlerinde yoğunluğuna göre farklı oranlarda artış gösterdiği belirtilmiştir [River ve Arnold, 1991]. Ayrıca yapılan araştırmalarda, su alma kabiliyetinin ağaç malzemenin yoğunluğu ile doğrudan ilişkisinin olduğu ve bu durumu sadece hücre çeperinin yapısı değil odunun kaba yapısını oluşturan traheidler, lifler, farklı trahe yapıları, paranzim ve öz ışıını hücreleri ile ilkbahar ve yaz odunu yapılarının etkilediği ifade edilmiştir [Bozkurt ve Göker, 1996].

Boyuna yönde genişleme miktarı, birleştirme tipi düzeyinde en düşük dişli ‘de (% 0,66), en yüksek düz (% 0,81) ve üçgen ‘de (% 0,82) bulunmuştur. Tutkal çeşidi düzeyinde en düşük dorus ‘da (% 0,72), en yüksek kleiberit 303 ‘de (% 0,80) elde edilmiştir.

Genişleme miktarı, ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde en düşük kayın – dişli ‘de (% 0,54), en yüksek göknar – üçgen ‘de (% 1,05) bulunmuştur.

Kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde genişleme miktarı, boyuna yönde en düşük teğet – kayın ‘da (% 0,58) görülürken, diğer etkileşimlerde anlamlı fark çıkmamıştır.

Genişleme miktarı, ağaç türü – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde en düşük kayın – dorus ‘da (% 0,54), en yüksek göknar –dorus (% 0,95) ve kızılçam –kleiberit 303 ‘de (% 0,90) bulunmuştur.

Boyuna yönde genişleme miktarı, ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük kayın – teğet – dorus ‘da (% 0,40), en yüksek göknar – teğet – dorus ‘da (% 1,10) görülmüştür. Bu duruma ağaç türü etkisinin daha fazla olduğu söylenebilir.

Genişleme miktarı, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde boyuna yönde en düşük kayın – teğet – düz – dorus (% 0,37) ve kayın – teğet – dişli – dorus (% 0,39), en yüksek göknar – teğet – düz – dorus ‘da (% 1,38) bulunmuştur.

Enine yönde genişleme miktarı, ağaç türü düzeyinde en düşük kayında (% 1,52), en yüksek göknar (% 1,93) ve kızılçamda (% 1,78) görülmüştür.

Genişleme miktarı, kesim yönü düzeyinde enine yönde en düşük radyal yönde (% 1,27), en yüksek teğet yönde (% 2,21) göstermiştir. Buna göre, boyutsal değişimin ağaç malzemenin her yönünde farklı olduğu ve en büyük değişimin teğet yönde gerçekleştiği söylenebilir.

Tutkal çeşidi düzeyinde genişleme miktarı en düşük dorus md073 ‘de (% 1,64), en yüksek kleiberit 303 ‘de (% 1,84) bulunmuştur. Bu durum, dorus md073 tutkalının katılma sırasında spesifik kimyasal bağ kurmasından kaynaklanabilir.

Enine yönde genişleme miktarı, ağaç türü – kesim yönü düzeyinde en düşük kayın – radyal (% 1,22) ve kızılçam – radyal ‘de (% 1,07), en yüksek göknar – teğet (% 2,32) ve kızılçam – teğet ‘de (% 2,48) elde edilmiştir.

Genişleme miktarı, ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde en düşük kayın – üçgen ‘de (% 1,22) en yüksek göknar – düz ‘de (% 2,12) bulunmuştur.

Genişleme miktarı, kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde enine yönde en düşük radyal – üçgen ‘de (% 0,99), en yüksek teğet – düz (%2,15), teğet – üçgen (% 2,31) ve teğet – dişli ‘de (% 2,17) elde edilmiştir. Bu duruma kesim yönünün etkisinin daha fazla olduğu söylenebilir.

Enine yönde genişleme miktarı, kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük radyal – kleiberit 303 (% 1,21) ve radyal – dorus ‘da (% 1,34), en yüksek teğet – kleiberit 303 ‘de (% 2,48) bulunmuştur.

Genişleme miktarı, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde en düşük kayın – radyal – üçgen ‘de (% 0,53), en yüksek göknar – radyal – düz ‘de (% 2,77) ortaya çıkmıştır.

Ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde genişleme miktarı en düşük kayın – üçgen – dorus ‘da (% 1,10), en yüksek göknar – düz – dorus ‘da (% 2,54) elde edilmiştir.

Enine yönde genişleme miktarı, kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük radyal – üçgen- kleiberit 303 (% 1,01) ve radyal – üçgen – dorus ‘da (% 0,97), en yüksek teğet – düz – kleiberit 303 (% 2,63), teğet – üçgen – kleiberit 303 (% 2,35), teğet – üçgen – dorus (% 2,27) ve teğet – dişli – kleiberit 303 ‘de (% 2,45) bulunmuştur.

Boyuna yönde daralma miktarı, ağaç türü düzeyinde en düşük kayın (% 0,12) ve kızılçamda (% 0,16), en yüksek göknarda (% 0,22) görülmüştür. Bu durum, kayının yoğunluğunun fazla olmasından kaynaklanabilir. Nitekim genişleme deneyi sonuçlarında olduğu gibi, yapılan araştırmalarda sıcaklık ve nem değişikliği, yoğunluğu fazla olan ağaç malzemedede daha az etki yaptığı belirtilmiştir [Bozkurt ve Göker, 1996].

Daralma miktarı, birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde en düşük dişli birleştirmede (% 0,12), en yüksek düz (% 0,19) ve üçgen (% 0,18) birleştirmelerde bulunmuştur. Tutkal çeşidi düzeyinde en düşük kleiberit 303 ‘de (% 0,14), en yüksek dorus ‘da (% 0,19) çıkmıştır.

Ağaç türü – kesim yönü düzeyinde daralma miktarı, en düşük kayın – radyal (% 0,09) ve kızılçam – teğet ‘de (% 0,10), en yüksek göknar – radyal ‘de (% 0,33) bulunmuştur.

Boyuna yönde daralma miktarı, ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde en düşük kayın – düz (% 0,08), kayın – dişli (% 0,10) ve kızılçam – üçgen ‘de (% 0,11), en yüksek göknar – düz ‘de (% 0,32) elde edilmiştir.

Daralma miktarı, kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde en düşük teğet – dişli (% 0,12) ve radyal – dişli ‘de (% 0,11), en yüksek radyal – düz ‘de (% 0,24) bulunmuştur.

Boyuna yönde daralma miktarı, birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük düz – kleiberit 303 (% 0,12), üçgen – kleiberit 303 (% 0,15), dişli – kleiberit 303 (% 0,13) ve dişli – dorus ‘da (% 0,10), en yüksek düz –dorus ‘da (% 0,27) elde edilmiştir.

Ağaç türü –tutkal çeşidi düzeyinde, daralma miktarı en düşük kayın – kleiberit 303 ‘de (% 0,10), en yüksek göknar – dorus ‘da (% 0,28) ortaya çıkmıştır.

Daralma miktarı, kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük teğet – kleiberit 303 (% 0,15), teğet –dorus (% 0,16) ve radyal – kleiberit 303 ‘de (% 0,13), en yüksek radyal – dorus ‘da (% 0,23) bulunmuştur.

Daralma miktarı, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde boyuna yönde en düşük göknar – radyal – dişli (% 0,15), kayın – teğet – düz (% 0,09), kayın – teğet – dişli (% 0,12), kayın – radyal – düz (% 0,08), kayın – radyal – üçgen (% 0,12), kayın – radyal – dişli ‘de (% 0,08) ve kızılçam malzemeden üretilmiş tüm etkileşimlerde, en yüksek göknar – radyal – düz ‘de (% 0,53) elde edilmiştir.

Boyuna yönde daralma miktarı, ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük kızılçamın tüm etkileşimleri ile kayın – teğet – kleiberit 303 (% 0,12), kayın –

radyal – kleiberit 303 (% 0,07) ve kayın – radyal – dorus ‘da (% 0,11) en yüksek göknar –radyal – dorus ‘da (% 0,47) bulunmuştur.

Daralma miktarı, ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük kayın – düz – kleiberit 303 (% 0,08), kayın – düz – dorus (% 0,09) ve kayın – dişli – dorus ‘da (% 0,09), en yüksek göknar – düz – dorus ‘da (% 0,50) çıkmıştır.

Kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde daralma miktarı, en düşük teğet – dişli – dorus (% 0,10), radyal – üçgen – kleiberit 303 (% 0,10), radyal – dişli – kleiberit 303 (% 0,12) ve radyal – dişli – dorus ‘da (% 0,11), en yüksek radyal – düz – dorus ‘da (% 0,37) bulunmuştur.

Boyuna yönde daralma miktarı, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük kayın – teğet – düz – kleiberit 303 (%0,08), kayın – teğet – düz – dorus (%0,09), kayın – radyal – düz – kleiberit 303 (% 0,07), kayın – radyal – düz – dorus (% 0,09), kayın – radyal – üçgen – kleiberit 303 (% 0,07), kayın – radyal – dişli – kleiberit 303 (% 0,08), kayın – radyal – dişli – dorus (% 0,08), kızılçam – teğet – düz – dorus (%0,09), kızılçam – teğet – dişli – kleiberit 303 (%0,08), kızılçam – teğet – dişli – dorus (%0,08) ve kızılçam – radyal – üçgen – dorus ‘da (%0,08), en yüksek göknar – radyal – düz – dorus ‘da (% 0,91) elde edilmiştir.

Enine yönde daralma miktarı, ağaç türü düzeyinde en düşük kızılçamda (% 1,32), en yüksek kayın (% 1,69) ve göknarda (% 1,79) bulunmuştur. Kızılçamın kayından daha iyi sonuç vermesi, yıllık halka içindeki ilkbahar ve yaz odunu farklılıkları, öz ışınlarının etkisi, hücre çeperindeki değişik yönlerdeki mikrofibriller, geçitler ve orta lamelin kimyasal yapısı gibi mikroskopik özelliklerinin etkisi olduğu söylenebilir.

Daralma miktarı, kesim yönü düzeyinde enine yönde en düşük radyal yönde (% 1,25), en yüksek teğet yönde (% 1,94) görülmüştür. Nitekim literatürde, enine yönde daralma miktarı, radyal kesim yönünde teğet yönünden önemli derece de az olduğu belirtilmiştir [Bozkurt ve Göker, 1996].

Birleştirme tipi düzeyinde daralma miktarı, en düşük üçgen birleştirmede (% 1,45), en yüksek dişli (% 1,65) ve düz (% 1,70) birleştirmelerde bulunmuştur.

Daralma miktarı, ağaç türü – kesim yönü düzeyinde en düşük kızılçam- radyal ‘de (% 1,07), en yüksek göknar – teğet (% 2,19) ve kayın – teğet ‘de (% 2,07) çıkmıştır.

Enine yönde daralma miktarı, ağaç türü – birleştirme tipi düzeyinde en düşük kızılçam – düz (% 1,35), kızılçam – üçgen (% 1,28) ve kızılçam – dişli ‘de (% 1,32), en yüksek göknar – düz ‘de (% 2,11) elde edilmiştir.

Enine yönde daralma miktarı, kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde en düşük radyal – üçgen (% 1,08) ve radyal – dişli ‘de (% 1,19), en yüksek teğet – düz ‘de (% 2,10) bulunmuştur.

Birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde enine yönde daralma miktarı en düşük üçgen – dorus ‘da (% 1,32) bulunurken, diğer etkileşimler arasında fark çıkmamıştır.

Enine yönde daralma miktarı, kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük radyal – kleiberit 303 (% 1,22) ve radyal – dorus ‘da (% 1,29), en yüksek teğet – kleiberit 303 ‘de (% 2,05) bulunmuştur.

Daralma miktarı, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi düzeyinde enine yönde en düşük kayın – teğet – üçgen (% 1,09), kayın – radyal – üçgen (% 1,12), kızılçam – radyal – düz (% 1,12), kızılçam – radyal – üçgen (% 1,04) ve kızılçam – radyal – dişli ‘de (% 1,04), en yüksek göknar – teğet – düz (% 2,43), göknar – teğet – dişli (% 2,38), göknar – radyal – üçgen (% 2,18) ve göknar – radyal – dişli ‘de (% 2,33) elde edilmiştir.

Ağaç türü – kesim yönü – tutkal çeşidi düzeyinde daralma miktarı, enine yönde en düşük kızılçam – radyal – dorus ‘da (% 1,01), en yüksek göknar – teğet – kleiberit 303 ‘de (% 2,45) bulunmuştur.

Daralma miktarı, ağaç türü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük kızılçam – üçgen – dorus (% 1,19) ve kızılçam – dişli – kleiberit 303 ‘de (% 1,21), en yüksek göknar – düz – kleiberit 303 ‘de (% 2,16) çıkmıştır.

Daralma miktarı, kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük radyal – üçgen – kleiberit 303 (% 1,10), radyal – üçgen – dorus (% 1,07), radyal – dişli – kleiberit 303 (% 1,28) ve radyal – dişli – dorus ‘da (% 1,11), en yüksek teğet – düz – kleiberit 303 (% 2,04), teğet – üçgen – kleiberit 303 (% 2,07), teğet – dişli – kleiberit 303 (% 2,03) ve teğet – dişli – dorus ‘da (% 2,17) bulunmuştur.

Enine yönde daralma miktarı, ağaç türü – kesim yönü – birleştirme tipi – tutkal çeşidi düzeyinde en düşük kayın – teğet – üçgen – dorus (% 0,96) ve kızılçam – radyal – üçgen – dorus ‘da (% 0,97), en yüksek göknar – teğet – düz – kleiberit 303 ‘de (% 2,86) elde edilmiştir.

Elde edilen tüm bu sonuçları değerlendirecek olursak, üretimi yapılması istenen masif ahşap panelin kullanım yerinde karşılaştacağı etkilere göre;

Liflere dik yönde eğilme direncinin yüksek olması istenen yerlerde, teğet kesit yüzeyli levhalar ile radyal kesit yüzeyli levhalar arasında önemli fark olmadığı için her iki kesit yüzeyli levha da kullanılabilir.

Liflere dik yönde eğilme direncinin yüksek olması istenen uygulamalarda kayın ağacı – dişli en birleştirme – dorus MD 073 tutkalı etkileşimi kullanılabilir.

Liflere dik yönde eğilme direnci deneylerinde üçgen birleştirme, düz en birleştirme ile aynı performansı göstermiştir.

Liflere paralel yönde eğilme direnci yüksek olması istenen uygulamalarda kayın ağacı – radyal kesim yönü – dişli en birleştirme – dorus MD 073 tutkalı önerilebilir.

Araştırma sonuçlarına göre, eğilme ve çekme dirençleri için genel olarak en iyi sonucu kayın örneklerde sivri dişli en birleştirme uygulanan levhalar vermiştir.

Liflere dik yönde çekme direncinin yüksek olması beklenen yerlerde radyal kesit yüzeyli levhalar kullanılmalıdır. Liflere dik yönde çekme direnci için kayın ağacı – radyal kesim yönü – dişli en birleştirme uygulaması önerilebilir.

Nem etkisinin olduğu kullanım alanlarında genişlemeye karşı dayanımı yüksek olan kayın gibi sert ağaçlar tercih edilebilir. Daralmaya karşı ise kızılçam daha yüksek değerler vermiştir.

Boyuna yönde genişleme etkisine karşı kayın ağacı – dişli en birleştirme – dorus MD 073 tutkalı kullanılabilir. Enine yönde ise kayın ağacı – radyal kesim yönü – dorus MD073 tutkalının uygun olduğu söylenebilir.

Kuru hava şartlarının etkili olduğu yerlerde daralmaya karşı, enine yönde dayanımı yüksek olan kızılçam ağacı – radyal kesim – üçgen en birleştirme etkileşimi, boyuna yönde dayanımı yüksek olan kayın / kızılçam ağacı – dişli en birleştirme – kleiberit 303 tutkalı etkileşimi önerilebilir.

Kleiberit 303 tutkalı, sadece panellerin boyuna yönde daralmasında en iyi sonucu vermiştir.

Bu çalışmanın kapsamındaki üçgen en birleştirme, mekanik dayanım olarak sadece liflere dik yönde eğilme direncinde düz en birleştirme ile aynı performansı göstermiştir. Boyutsal değişim deney sonuçlarına göre; üçgen en birleştirme, boyuna yönde daralma ve genişleme uygulamalarında düz en birleştirme ile aynı sonuçları verirken, enine yönde daralma uygulamalarında düz en birleştirmelerden daha iyi sonuç vermiştir. Enine yönde daralmaya karşı dayanım istenen uygulamalarda, radyal kesit yüzeyli levhalarda üçgen en birleştirme kullanılabilir.

Masif ahşap panel (MAP) uygulamalarında yoğunluğu fazla olan sert ağaç türleri tercih edilmelidir. Ayrıca en birleştirme uygulaması olarak 5 mm. dış derinliğinde dişli en birleştirme kullanılmalıdır. PVA tutkalları özellik olarak D3 sınıfında olmasına rağmen, elde edilen deney sonuçlarına göre, dorus MD073 tutkalı uygulanmalıdır.

Son olarak; masif ahşap paneller (MAP), gelecekte talebi hızla artacak bir malzeme olduğu için üretim koşulları geliştirilmelidir. Farklı özelliklere sahip ve ihracatta öncelikli pazarların ilgisini çekecek panellerin üretimi sağlanmalıdır. Bunun için bilim insanlarının görüş ve çalışmalarına daha fazla destek verilmelidir.

KAYNAKLAR

Akça¹, C., “Masif ahşap panel sektörüne genel bakış ve masif ahşap paneller”, *Laminart Dergisi*, İstanbul, 27: 92 – 95 (2003).

Akça², M.A., “Ahşapta profesyonel çözümler”, *Laminart Dergisi*, İstanbul, 27: 100 (2003).

Albrektas, D. And Vobolis, J., “Investigation of mechanical parameters and defects of solid wood glued panels”, *Materials Science*, Russian, 9(4): 368 – 373 (2003).

Altınok, M., Musaonbaşıoğlu, O. Ve Döngel, N., “Kama dişli boy birleştirmelerde ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin eğilme direnci üzerine etkileri”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 13(1) : 237 – 246 (2000).

Altınok, M., Döngel, N. Ve Söğütü, C., “Modifiye edilmiş Polivinilasetat dispersiyonu (VB 20) tutkalının yapışma direncinin belirlenmesi”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 13(2): (2000).

Altınok, M. Ve Söğütü, C., “Kama dişli boy birleştirmelerde ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin çekme direncine etkileri”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Ankara, 16(2): 351 – 356 (2003).

Aslan, S., “Ağaç dendrolojisi ve odun anatomisi”, *Hacettepe Üniversitesi Ağaçlıları Endüstri Mühendisliği Bölümü*, Ankara, 152 (1994).

Bozkurt, Y., “Ağaç teknolojisi”, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, Yayın No: 3403, 148 - 158 (1986).

Breyer, D.A., “The engineering handbook”, *CRC Pres LLC*, USA, 486 (1998).

Burdurlu, E., “Ahşap kökenli kaplama ve levha üretim – kullanım teknolojisi”, *Bizim Büro Basımevi*, Ankara, 322 (1994).

Çolak, S., “Odun rutubeti yapışma direncini nasıl etkiler?”, *Ahşap Dergisi*, İstanbul, 18: 42 – 48 (2004).

Dağlı, M.H., “Tutkal farkı ve bekletme ortamının kama dişli birleştirmede mekanik özellikler üzerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 155 (2002).

Demetçi, E.Y., “Önemli bazı ağaç türlerinin polivinilasetat ve epoxy tutkalları ile yapışma özellikleri üzerine araştırmalar”. Doktora Tezi. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 80 – 90 (1991).

DIN 68140 – 1, “Finger joints in wood – finger jointed structural timber (softwood)”, *Deutsches Institut Fur Normung E.V.*, Germany, 5 (1998).

Dinwoodie, J.M., “Timber: its nature and behaviour”, *E&FN Spon*, Newyork, 8: 126 (2000).

“Dorus MD 073 R Kataloğu”, *Türk Henkel Kimya San.*, İstanbul, 1 (2007).

Ersoy, H.Y., “Kompozit Malzeme”, *Literatür Yayınları: 66*, İstanbul, 227 (2001).

Erten, P. Ve Önal, S., “Kızılçam odununun özellikleri, kullanım yerleri, korunması ve reçine üretimi”, Kızılçam El Kitabı, Muhtelif Yayınlar Serisi: 52, Erol Öktem, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Ankara, 169 – 178 (2001).

F.P.L., “Wood handbook – wood as an engineering material”, *Forest Product Laboratory General Technical Report*, USA, 463 (1999).

Göker, Y. Ve Bozkurt, A.Y., “Fiziksel ve mekanik ağaç teknolojisi”, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, Yayın No: 3944, 374 (1996).

Gökşin, A., “Kızılçam’ın botanik özellikleri”, Kızılçam El Kitabı, Muhtelif Yayınlar Serisi: 52, Erol Öktem, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Ankara, 11 – 14 (2001).

Güller, B., “Odun Kompozitleri”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Isparta, Seri: A, 2: 135 – 160 (2001).

Gündüz, G., Durdu, Y. Ve Şirin, T., “Türkiye’de orman ürünleri endüstrisinin değerlendirilmesi”, *Ağaç Makineleri Teknoloji Ve Araştırma Dergisi*, İstanbul, 7 : 43 – 48 (2003).

Han, M.B., “Nondestructive evaluation of end jointed lumber using ultrasonic techniques”, Thesis Doctor Of Philosophy, *Texas A&M University*, USA, 199 (1993).

Kahveci, M., “Masif panel üretimi ve özellikleri”, *Ahşap Teknik Dergisi*, İstanbul, 76 – 87 (2003).

“Kayın”, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü El Kitabı*, Ankara, 288 (1985).

Kılıç, M. Ve Güray, A., “Kama dişli birleştirmelerde diş konumu ve diş profilinin eğilme direnci üzerine etkilerinin araştırılması”, *I. Uluslararası Mobilya Kongresi*, İstanbul, 472 – 483 (1999).

Kılıç, M., “Kayın ve Kavak’tan üretilen kompozit lamine yapı malzemesinin performans özelliklerinin saptanması”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 178 (2004).

”Kleiberit 303 Kataloğu”, *Anadolu Aktif Paz.Ltd.Şti.*, Teknik Uygulama Broşürü, İstanbul, 2 (2004).

Kurtoğlu, A., “Yapıştırılmış lamine ağaç yapı elemanları”, *Mobilya Ve Dekorasyon Dergisi*, İstanbul, 21: 10 – 16 (1997).

Lam, F., “Modern structural wood products”, *Prog. Structural Engineering Materials, JohnWiley&Sons Ltd*, USA, 238 – 245 (2001).

Laufenberg, T., “Exposure effect upon performance of laminated veneer lumber and glulam materials”, *Forest Product Journal*, USA, 32(5): 42 - 48 (1982).

Liu, Y., “Evaluation on properties of paralel strand lumber”, Doctoral Thesis, *Clemson University The Graduate School*, USA, 147 (2002).

Maloney, T.M., “Terminology and products definitions – a suggested approach to uniformity worldwide”, In: Proceedings, *18th International Union Of Forest Research Organization World Congress*, Yugoslavia, 246 - 263 (1986).

Mengeloğlu, F. Ve Kurt, R., “Mühendislik ürünü malzemeler I, tabakalanmış kaplama kereste (TAK) ve tabakalanmış ağaç malzeme (TAM)”, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Dergisi*, Kahramanmaraş, 7(1): 39 – 44 (2004).

Neyişçi, T., “Kızılçam’ın doğal yayılışı”, Kızılçam El Kitabı, Muhtelif Yayınlar Serisi: 52, Erol Öktem, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Ankara, 15 – 22 (2001).

Örs, Y., “Kama dişli birleştirmeli masif ağaç malzemede mekanik özelliklere ilişkin araştırmalar”, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 121 (1981).

Örs, Y., Özçifçi, A. Ve Atar, M., “Klebit 303, kleiberit 305-0 ve super lackleim 308 tutkallarının yapışma dirençleri”, *Turkish Journal Of Agriculture And Forestry*, Ankara, 23(3): 757 – 761 (1999).

Özkaya, K. Arşivinden, “Çalışma fotoğrafları”, Ankara (2006).

Pellicane, P.J., McMillan, K. And Tichy, R.J., “Effects of knots near the fingers of finger – jointed dimension lumber”, *Forest Product Journal*, USA, 37(5): 13 – 16 (1987).

Pellicane, P.J., Gutowski, R.M. And Jaulin, C., “Effects of glue-line voids on the tensile strength of finger – jointed wood”, *Forest Product Journal*, USA, 44(6): 61 – 64 (1994).

PrEn 386 (BS – EN 385 : 1995), “Glued laminated timber – requirements and minimum production”, *Central Of European Norm (CEN)*, England, 20 (2002).

River, B.H. And Arnold, E., “Delamination of edge glued wood panels: moisture effects”, *Forest Product Journal*, USA, FPL-RN-0259 : 11 (1991).

Sandberg, D.U.W., “Value activation with vertical annual rings – material, production, products”, Doctoral Thesis, *KTH Royal Institute Of TechnologDepartment Of Manufacturing Systems Wood Technology And Processing*, Stockholm, 164 (1998).

Shukla, S.R., Rao, R.V. Ve Sharma, S.N., “Evaluation of strength properties of paralel splint lumber (PSL) and its comparison with laminated veneer lumber (LVL), rubber wood and teak”, *Holz Als Roh-und Werkstoff*, Germany, 57: 267 – 270 (1999).

Smulski, S.J., “Engineered wood products: a guide for specifiers, designers and users”, *PFS Research Foundation*, USA, 452 (1997).

Söğütlü, C., “Bazı yerli ağaç türlerinin kündekari yapımında kullanım imkanları”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 126 (2004).

St-Pierre, B., Beauregard, R., Mohammad, M. And Bustos, C., “Effect of moisture content and temperature on tension strength of finger – jointed black spruce lumber”, *Forest Product Journal*, USA, 55(12): 9 – 16 (2005).

Şahin, H.T., “Ahşap malzemelerin birleştirilmesinde tutkal kullanımı”, *Laminart Dergisi*, İstanbul, 37: 128 – 131 (2005).

Şenay, A., “Ahşap lamine taşıyıcı elemanların mekanik özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 133 (1996).

TS 53, “Odunun fiziksel özelliklerini tayin için numune alma, muayene ve deney Metodları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 7 (1981).

TS 2470, “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metodları ve Genel Özellikleri”, *TSE Standardı*, Ankara, 7 (1976).

TS 2472, “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini”, *TSE Standardı*, Ankara, 8 (1972).

TS 2756 – 0 (ISO 2859 – 0), “Muayene ve deney için numune alma metodları – nitel özelliklerine göre, Bölüm 0: numune alma sistemine giriş”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 69 (1995).

TS 4083, “Odunda radyal ve teğet doğrultuda çekmenin tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2 (1983).

TS 4084, “Odunda radyal ve teğet doğrultuda genişlemenin tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2 (1983).

TS 4176, “Odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için homojen mescerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 9 (1984).

TS 4315, “Boya ve vernikler: Geniş yüzeylere fırça ile uygulanabilirlik deneyi”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 14 (1992).

TS 11971 (ICS 97 – 140), “Budaksız ahşap elemanlar”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 10 (1996).

Ulupınar, M., “Lamine edilmiş Melez Kavak (*Populus euramericana*) ‘ın teknolojik özelliklerinin tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 79 – 83 (1998).

Yongapan A.Ş., “Masif panel ürün kataloğu”, İzmit, 8 (2003).

Youngquist, J.A., Laufenberg, T.L. And Bryant, B.S., “End jointing of laminated veneer lumber for structural use”, *Forest Product Journal*, USA, 3 (11 – 12) : 25 – 32 (1984).

EKLER

EK-1 Firma katalogu

EUROPAN MASİF PANEL (çam)

AKÇALAR	PANEL KALİTESİ (Çam)					Avrupa Standartları
						prEN 13017-1
Özellikler	A		AB		B	
	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt
Nokta Budak	Olabilir	Olabilir	Olabilir	Olabilir	Olabilir	Olabilir
Kaynak Budak	30-35 mm	40-45 mm	40-45 mm	Olabilir	Olabilir	Olabilir
Siyah, Düşer Budak/Tamir	Yok	1 adet 15 mm	1 adet 25 mm	Olabilir	2 adet 30 mm	Olabilir
Reçine Cebi	Yok	1 adet 5 X 50 mm	1 adet 5 X 50 mm	Olabilir	Olabilir	Olabilir
Kabuk/Sulama	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Öz	Yok	50 mm	150 mm	Olabilir	150 mm	Olabilir
Kurt	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Mantarlaşma	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Renk Farklılıkları	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Mavilik	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Olabilir
Çürüme	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Sert Damar Yapısı	Yok	Yok	Yok	Olabilir	Yok	Olabilir
Birleşme Yerlerinin Ayrılması	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Farklı Ağaç Kullanımı	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yüz Çatlakları	Yok					
Tutkal Çizgisinin Kalınlığı	0.2 mm/ca. 250 g/m2					
Kenarın Düzgünlüğü	Tam Gönyeli					
Kafa Çatlakları	Yok					
Hatalı Köşe Kesimi	Yok					
Yan Çatlaklar	1 mm genişliğinde ve yüze 5 mm'den yakın değil					
Kavrulma	Yok					

* Bütün rakamlar adet/m2 olarak verilmiştir.
* 15cm'den büyük budaklar tamir edilecektir.

EK-1. (Devam) Firma kataloğu

MASİFPAN MEDEKAP YONGAKAP EKO KAP	Masif Panel / Boy Eklemeli Masif Panel Boy Eklemeli Masif Panel Finger Jointed Edge Glued Wood Panel Ahşabın kusursuz bölümleri seçilerek rutubet oranı ideal ölçü olan % 8-12 elde edilinceye kadar fırınlarda kurutulur. Renk ve desen uyumu içinde, önce Boydan Parmak Geçme (Finger Joint) Yöntemi ile birbirlerine eklenen ahşap elementler daha sonra yan yana tutkallanır ve preslenir. Zımparalanarak ambalajlanan doğal ahşap paneller MASİFPAN adını alırlar. Ahşabın en sağlam bölümlerinin seçilmesi, liflerin farklı yönlerde olması ve üretiminde kullanılan suya dayanıklı D4 tutkalının özelliği sayesinde doğallığını bozmadan ahşaba olağanüstü bir direnç kazandırılmaktadır.
---	---

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZKAYA, Kadir
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 02.01.1977 Fethiye/MUĞLA
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 274 11 35
 Faks : -
 e-mail : koz kaya2001@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Hacettepe Üni. /Ağaçışleri End.Müh Bölümü	2002
Lisans	Hacettepe Üni. /Ağaçışleri End.Müh Bölümü	1998
Lise	Fethiye Lisesi	1993

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1999 - 2002	Hacettepe Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce (Orta Düzey)

Yayınlar

- Özkaya, K. Ve Güray, A., “Öğretilen Beton, Unutturulan”, *Ahşap Yapı Dünyası Dergisi*, Ankara, 5 (53): 20 (2000).
- Özkaya, K., Çolakoğlu, H.E. Ve Gül, A., “Yaşlı Bireylere Yönelik Bilgisayar Destekli Ergonomik Mutfak Tasarımı”, *9. Ulusal Ergonomi Kongresi*, Denizli, 233 – 240 (2003).
- Kalınkara, V., Çekal, N. Ve Özkaya, K., “Restoran Mutfaklarında Çalışanların Antropometrik Ölçümleri ve Optimum İş Yüksekliklerinin Belirlenmesi”, *10.Ergonomi Kongresi*, Bursa, 688 - 700 (2004).

4. Aslan, S. Ve Özkaya, K., “Farklı Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ahşap Esaslı Levhaların Yanma Mukavemetinin Araştırılması”, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Isparta, Seri : A, 2: 122 – 140 (2005).
5. Burdurlu E., Usta, İ. Ve Özkaya, K., Berker, U.Ö., Sağıroğlu, H.U., “Tutkal ve Birleştirme Elemanı Türünün Kontrplaktan Yapılmış Çerçevelerin Köşe Birleştirmelerindeki Çekme ve Basınç Direncine Etkisi”, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, İstanbul, Seri : A, 55 (1): 15 – 31 (2005).

Hobiler

Müzik, Gezi, Futbol, Basketbol