

**BÖLGE FARKLİLİĞİNİN KAYIN GÖVDELİ AKÇAAĞAÇ (*Acer trautvetteri*
Medw.) ODUNUNUN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

Ümit BÜYÜKSARI

**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS DERECESESİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALARI
YERİNE GETİREREK
ONAYA SUNULAN TEZ**

NİSAN 2006

Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı

Prof.Dr.Davut KÖŞKER

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans Derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylarım.

Yrd.Doç.Dr.Cihat TAŞÇIOĞLU

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezin Yüksek Lisans Derecesinde bir tez olarak onaylanması, düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.

Prof.Dr.Nusret AS

Tez Danışmanı

Yrd.Doç.Dr.Cengiz GÜLER

Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

1. Prof.Dr.Nusret AS

.....

2. Yrd.Doç.Dr.Cengiz GÜLER

.....

3. Doç.Dr. Öner ÜNSAL

.....

4. Yrd.Doç.Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU

.....

5. Yrd.Doç.Dr. Yalçın ÇÖPÜR

.....

ABSTRACT

EFFECT OF GROWTH REGIONS ON SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF MAPLE (*Acer trautvetteri* Medw.) WOOD

BUYUKSARI, UMIT

Master of Science, Department of Forest Industry Engineering

Supervisor: Yrd.Doç.Dr. Cengiz GÜLER

Co-supervisor: Prof.Dr. Nusret AS

April 2006, 132 pages

In this study, the effects of growth region on some physical and mechanical properties of Maple wood (*Acer trautvetteri* Medw.) naturally grown in Turkey were evaluated. Experimental materials were selected from two different areas in three different location (West Blacksea Region (Düzce), East Blacksea Region (Trabzon-Maça) and Middle Blacksea Region (Ordu-Çambaşı)). The percentage of bark, annual ring width, latewood width and latewood ratio for macroscopic properties, density of air-dry and oven-dry, density value in volume, shrinkage and swelling, fiber saturation point, percent of maximum water content, cavity and cell wall ratio for physical properties, bending strength, modulus of elasticity in bending, compression strength parallel to grain, impact bending, janka hardness, and tension strength perpendicular to grain for mechanical properties were determined. The results were evaluated statistically to compare growth regions and related physical and mechanical properties.

The study showed that the growth regions had statistically significant effect (p value < 0.001) on physical and mechanical properties of maple wood. When the sampling stands within the same growth region is considered only some

macroscopic, physical and mechanical properties were statistically significant ($p < 0.05$).

Key Words: *Acer trautvetteri*, growth regions, technologic properties

ÖZET

BÖLGE FARKLILIĞININ KAYIN GÖVDELİ AKÇAAĞAÇ (*Acer trautvetteri* Medw.) ODUNUN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

BÜYÜKSARI, ÜMİT

Yüksek Lisans, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Cengiz GÜLER

Ortak Tez Danışmanı: Prof.Dr. Nusret AS

Nisan 2006, 132 sayfa

Bu çalışmada, ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren Kayın Gövdeli Akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) odunun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine bölge farklılığının etkisi araştırılmıştır. Deney örnekleri, Batı Karadeniz Bölgesi (Düzce), Orta Karadeniz Bölgesi (Ordu) ve Doğu Karadeniz Bölgesi (Trabzon) olmak üzere üç farklı bölgeden ve her bölge içerisinde iki farklı deneme alanından alınmıştır. Makroskopik özelliklerden; kabuk yüzdesi, yıllık halka genişliği, yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı, fiziksel özelliklerden tam kuru ve hava kurusu yoğunluk, hacim ağırlık değeri, daralma ve genişleme yüzdeleri, lif doygunluğu noktası, odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı, hava boşluğu ve hücre çeperi oranı, mekanik özelliklerden; basınç direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme direnci, liflere dik çekme direnci ve sertlik (Janka) değeri belirlenmiştir. Deneme alanları ve bölgeler arasındaki farklılıklar istatistikî testlerle karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, bölge farklılığı makroskopik, fiziksel ve mekanik özellikler bakımından anlamlı farklılıklar meydana getirmiş, deneme alanları arasında ise 0,05

güven düzeyinde bazı makroskopik, fiziksel ve mekanik özelliklerde anlamlı farklılıklar meydana getirmiştir.

Anahtar Sözcükler: Kayın Gövdeli Akçağaç, bölge farklılığı, teknolojik özellikler

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince destek ve yardımlarını gördüğüm değerli hocalarım ve danışmanlarım Prof.Dr. Nusret AS ve Yrd.Doç.Dr. Cengiz GÜLER'e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Yine çalışmalarım süresince benden ilgi ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Süleyman KORKUT'a, Arş.Gör.Dr. Türker DÜNDAR'a, bölüm hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Deneme ağaçlarının alınmasında yardımlarını esirgemeyen Trabzon, Bolu ve Giresun Bölge Müdürlüklerine, Maçka, Gölyaka ve Ordu Orman İşletme Müdürlüklerine, Esiroğlu İşletme Şefi Savaş Bey'e, Çambaşı İşletme Şefi Muhteşem Bey'e, Kardüz İşletme Şefi İslam Bey'e ve emeği geçen tüm personele teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmam boyunca her konuda yardımlarını gördüğüm arkadaşlarım Arş.Gör. Hasan ÖZDEMİR, Arş.Gör. Bilal Çetin, Arş.Gör. Akif KETEN, Arş.Gör. Hayati ZENGİN, Arş.Gör. Mehmet ÖZCAN ve Arş.Gör. U.Yunus ÖZKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nisan, 2006

EŞİME

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT	III
ÖZET	V
TEŞEKKÜR	VII
İÇİNDEKİLER	IX
ŞEKİL LİSTESİ	XIV
ÇİZELGE LİSTESİ	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Özeti	4
1.1.1. Doğal Yayılışı	4
1.1.2. İklim Özellikleri	6
1.1.3. Anataş ve Genel Toprak Yapısı	6
1.1.4. Ekolojik Özellikler	7
1.1.5. Botanik Özellikleri	8
1.1.6. Makroskopik Özellikleri	9
1.1.7. Mikroskopik Özellikleri	10
1.1.8. Teknolojik Özellikler	12
1.1.9. Kimyasal Özellikleri	14
1.1.10. Akçaağaç Odununun Kullanım Alanları	15
2. MATERYAL VE METOD	25
2.1. Deneme Alanlarının Belirlenmesi	25
2.2. Deneme Alanlarının Tanıtımı	25
2.2.1. Gölyaka-Kardüz Deneme Alanı	25
2.2.2. Ordu-Çambaşı Deneme Alanı	27

2.2.3. Maçka-Esiroğlu Deneme Alanı	28
2.3. Örnek Ağaçların Seçimi ve Seksiyonların Alınması	30
2.4. Deney Örneklerinin Hazırlanması	31
2.5. Makroskopik Özellikler	32
2.5.1. Kabuk ve Odun Hacmi	32
2.5.2. Yıllık Halka Ölçümleri	33
2.5.2.1. Yıllık Halka Genişliği	33
2.5.2.2. Yıllık Halka Kronolojisi	34
2.6. Fiziksel Özellikler	34
2.6.1. Yoğunluk	34
2.6.1.1. Hava Kuru Yoğunluk	35
2.6.1.2. Tam Kuru Yoğunluk	37
2.6.1.3. Yoğunluğun Boyuna Yönde Değişimi	38
2.6.1.4. Yoğunluk ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki	38
2.6.2. Hacim Ağırlık Değeri	38
2.6.3. Odun Su İlişkileri	39
2.6.3.1. Çalışma (Sorpsiyon) Denemeleri	40
2.6.3.2. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti	41
2.6.3.3. Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	42
2.6.4. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları	43
2.7. Mekanik Özellikler	44
2.7.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Kalite Değerleri	44
2.7.1.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ile Yoğunluk Arasındaki İlişki ..	47
2.7.2. Eğilme Direnci	47
2.7.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü	48

2.7.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri	49
2.7.4.1. Dinamik Eğilme Direnci ve Yoğunluk Arasındaki İlişki	52
2.7.5. Liflere Dik Çekme Direnci	52
2.7.6. Sertlik Değeri (Janka Sertlik)	53
2.8. İstatistiksel Değerlendirmeler	55
3. BULGULAR	56
3.1. Makroskopik Özelliklere Ait Bulgular	56
3.1.1. Kabuk Yüzdesi ve Hacim	56
3.1.2. Yıllık Halka ile İlgili Bulgular	57
3.1.2.1. Yıllık Halka Genişliği	57
3.1.2.2. Yıllık Halka Kronolojisi	60
3.2. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular	62
3.2.1. Yoğunluk	62
3.2.1.1. Hava Kuru Yoğunluk	62
3.2.1.2. Tam Kuru Yoğunluk	64
3.2.1.3. Tam Kuru Yoğunluğun Boyuna Yönde Değişimi	65
3.2.1.4. Yoğunluk ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki	66
3.2.2. Hacim Ağırlık Değeri	68
3.2.3. Odun Su İlişkileri	69
3.2.3.1. Çalışma (Sorpsiyon) Denemeleri	69
3.2.3.2. Lif Doygunluğu Noktası	75
3.2.3.3. Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı	77
3.2.4. Hücre Çeperi ve Hava Boşluğu Oranları	79
3.3. Mekanik Özelliklere Ait Bulgular	81
3.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Kalite Değerleri	81

3.3.1.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ile Yoğunluk Arasındaki İlişki ...	83
3.3.2. Eğilme Direnci	84
3.3.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü	86
3.3.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri	88
3.3.4.1. Dinamik Eğilme Direnci ve Yoğunluk Arasındaki İlişki	90
3.3.5. Liflere Dik Çekme Direnci	92
3.3.6. Sertlik Değeri (Janka Sertlik)	93
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	97
4.1. Makroskopik Özelliklere Ait Sonuçlar	97
4.1. 1. Kabuk Yüzdesi ve Hacim	97
4.1.2. Yıllık Halka İle İlgili Ölçümler	98
4.1.2.1. Yıllık Halka Genişliği	98
4.2. Fiziksel Özelliklere Ait Sonuçlar	100
4.2.1. Yoğunluk	100
4.2.1.1. Tam Kuru ve Hava Kuru Yoğunluk	100
4.2.2. Hacim Ağırlık Değeri	103
4.2.3. Odun Su İlişkileri	105
4.2.3.1. Çalışma (Sorpsiyon) Denemeleri	105
4.2.3.2. Lif Doygunluğu Noktası	108
4.2.3.3. Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı	109
4.2.4. Hücre Çeperi ve Hava Boşluğu Oranları	110
4.3. Mekanik Özelliklere Ait Sonuçlar	111
4.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Kalite Değerleri	111
4.3.1.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ile Yoğunluk Arasındaki İlişki	113

4.3.2. Eğilme Direnci	114
4.3.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü	115
4.3.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri	117
4.3.4. 1. Dinamik Eğilme Direnci ve Yoğunluk Arasındaki İlişki	119
4.3.5. Liflere Dik Çekme Direnci	119
4.3.6. Sertlik Değeri (Janka Sertlik)	121
KAYNAKLAR	124
ÖZGEÇMİŞ	132

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye’deki Akçaağaçların Doğal Yayılışı	5
Şekil 2. Basınç Direnci Örneklerinde Kayma Şekilleri	46
Şekil 3. Şok Direnci Deney Örneklerinin Şekli ve Boyutları	51
Şekil 4. Liflere Dik Çekme Direnci Deney Örneklerinin Şekli ve Boyutları	53
Şekil 5. Sertlik Deney Örnekleri	54
Şekil 6. Düzce 2 nolu Ağaç Yıllık Halka Kronolojisi	61
Şekil 7. Ordu 3 nolu Ağaç Yıllık Halka Kronolojisi	61
Şekil 8. Trabzon 1 nolu Ağaç Yıllık Halka Kronolojisi	61
Şekil 9. Tam Kuru Yoğunluğun Boyuna Yönde Değişimi	66
Şekil 10. Yoğunluk ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki (Trabzon)	67
Şekil 11. Yoğunluk ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki (Düzce)	67
Şekil 12. Yoğunluk ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki (Ordu)	67
Şekil 13. Düzce Basınç Direnci Hava Kuru Yoğunluk İlişkisi	83
Şekil 14. Ordu Basınç Direnci Hava Kuru Yoğunluk İlişkisi	84
Şekil 15. Trabzon Basınç Direnci Hava Kuru Yoğunluk İlişkisi	84
Şekil 16. Trabzon Dinamik Eğilme Direnci-Yoğunluk Arasındaki İlişki	90
Şekil 17. Düzce Dinamik Eğilme Direnci-Yoğunluk Arasındaki İlişki	91
Şekil 18. Ordu Dinamik Eğilme Direnci-Yoğunluk Arasındaki İlişki	91

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Akçaağaç Türlerinin Fiziksel Özellikleri	13
Çizelge 2. Akçaağaç Türlerinin Mekanik Özellikleri	13
Çizelge 3. Deneme Ağaçlarına ve Yetiştirme Ortamı Şartlarına Ait Tanıtıcı Bilgiler	29
Çizelge 4. Kabuklu Hacim, Kabuksuz Hacim ve Kabuk Yüzdeleri	56
Çizelge 5. Kabuk Yüzdesi Varyans Analizi Sonuçları	57
Çizelge 6. Kabuk Yüzdesi Duncan Testi Sonuçları	57
Çizelge 7. Yıllık Halka Genişliği, Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı	58
Çizelge 8. Yıllık Halka Genişliği, Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı Levene ve t Testi	59
Çizelge 9. Yıllık Halka Genişliği, Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı Varyans Analizi Sonuçları	60
Çizelge 10. Yıllık Halka Genişliği, Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı Duncan Testi Sonuçları	60
Çizelge 11. Hava Kuru Yoğunluk Değerleri	62
Çizelge 12. Hava Kuru Yoğunluk Levene ve t Testi Sonuçları	63
Çizelge 13. Hava Kuru Yoğunluk Varyans Analizi Sonuçları	63
Çizelge 14. Hava Kuru Yoğunluk Duncan Testi Sonuçları	63
Çizelge 15. Tam Kuru Yoğunluk Değerleri	64
Çizelge 16. Tam Kuru Yoğunluk Levene ve t Testi Sonuçları	64
Çizelge 17. Tam Kuru Yoğunluk Varyans Analizi Sonuçları	65
Çizelge 18. Tam Kuru Yoğunluk Duncan Testi Sonuçları	65
Çizelge 19. Hacim Ağırlık Değeri	68

Çizelge 20. Hacim Ağırlık Değeri Levene ve t Testi	68
Çizelge 21. Hacim Ağırlık Değeri Varyans Analizi Sonuçları	69
Çizelge 22. Hacim Ağırlık Değeri Duncan Testi Sonuçları	69
Çizelge 23. Daralma Yüzdeleri	70
Çizelge 24. Daralma Yüzdeleri Levene ve t Testi	71
Çizelge 25. Daralma Yüzdeleri Varyans Analizi Sonuçları	72
Çizelge 26. Daralma Yüzdeleri Duncan Testi Sonuçları	72
Çizelge 27. Genişleme Yüzdeleri	73
Çizelge 28. Genişleme Yüzdeleri Levene ve t Testi Sonuçları	74
Çizelge 29. Genişleme Yüzdeleri Varyans Analizi Sonuçları	75
Çizelge 30. Genişleme Yüzdeleri Duncan Testi Sonuçları	75
Çizelge 31. Lif Doygunluğu Noktası	76
Çizelge 32. Lif Doygunluğu Noktası Levene ve t Testi	76
Çizelge 33. Lif Doygunluğu Noktası Varyans Analizi Sonuçları	77
Çizelge 34. Lif Doygunluğu Noktası Duncan Testi Sonuçları	77
Çizelge 35. Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı	77
Çizelge 36. Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı Levene ve t Testi Sonuçları	78
Çizelge 37. Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı Varyans Analizi Sonuçları	78
Çizelge 38. Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı Duncan Testi Sonuçları	79
Çizelge 39. Hücre Çeperi ve Boşluk Oranı	79
Çizelge 40. Hücre Çeperi ve Boşluk Oranı Levene ve t Testi	80
Çizelge 41. Hücre Çeperi ve Boşluk Oranı Varyans Analizi Sonuçları	80

Çizelge 42. Hücre Çeperi ve Boşluk Oranı Duncan Testi Sonuçları	81
Çizelge 43. Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri	81
Çizelge 44. Liflere Paralel Basınç Direnci Levene ve t Testi Sonuçları	82
Çizelge 45. Liflere Paralel Basınç Direnci Varyans Analizi Sonuçları	82
Çizelge 46. Liflere Paralel Basınç Direnci Duncan Testi Sonuçları	82
Çizelge 47. Eğilme Direnci Değerleri	85
Çizelge 48. Eğilme Direnci Levene ve t Testi Sonuçları	85
Çizelge 49. Eğilme Direnci Varyans Analizi Sonuçları	86
Çizelge 50. Eğilme Direnci Duncan Testi Sonuçları	86
Çizelge 51. Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri	86
Çizelge 52. Eğilmede Elastikiyet Modülü Levene ve t Testi Sonuçları	87
Çizelge 53. Eğilmede Elastikiyet Modülü Varyans Analizi Sonuçları	87
Çizelge 54. Eğilmede Elastikiyet Modülü Duncan Testi Sonuçları	87
Çizelge 55. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Değerleri	88
Çizelge 56. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Levene ve t Testi Sonuçları	89
Çizelge 57. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Varyans Analizi Sonuçları	89
Çizelge 58. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Duncan Testi Sonuçları	89
Çizelge 59. Liflere Dik Çekme Direnci Değerleri	92
Çizelge 60. Liflere Dik Çekme Direnci Levene ve t Testi Sonuçları	92
Çizelge 61. Liflere Dik Çekme Direnci Varyans Analizi Sonuçları	93
Çizelge 62. Liflere Dik Çekme Direnci Duncan Testi Sonuçları	93
Çizelge 63. Radyal, Teğet ve Enine Sertlik Değerleri	94
Çizelge 64. Radyal, Teğet ve Enine Sertlik Levene ve t Testi Sonuçları	95
Çizelge 65. Radyal, Teğet ve Enine Sertlik Varyans Analizi Sonuçları	96
Çizelge 66. Radyal, Teğet ve Enine Sertlik Duncan Testi Sonuçları	96

1. GİRİŞ

Ülkelerin gelişim düzeyleri arttıkça odun hammaddesine olan talep de artmaktadır. Üretimin talebi karşılayamaması sonucunda odun hammaddesi açığı meydana gelmektedir. Odun hammaddesi açığını kapatmanın yollarından biri de odunun en iyi şekilde değerlendirilmesidir. Odunun en iyi şekilde değerlendirilmesi; fiziksel, mekanik ve diğer teknolojik özelliklerinin bilinmesi ile mümkündür.

Bugüne kadar Türkiye’de doğal olarak yetişen asli ağaç türlerinin çoğunun teknolojik özellikleri belirlenmiş, fakat yayılışı az olan ağaç türleri ile ilgili yapılan teknolojik araştırmalar sınırlı kalmıştır. Kayın Gövdeli Akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) dünyada sadece Türkiye ve Kafkasya’da yayılış göstermesi, hızlı büyümesi, değişik yükselti ve iklim şartlarında yetişebilmesi ve değerli bir oduna sahip olması dolayısıyla teknolojik özelliklerinin araştırılması gereken bir türdür.

Akçaağaçların Kuzey Amerika, Avrupa, Kuzey Afrika ve Asya’da tropik bölgeler dışında yayılan 100’ü aşkın taksonu bilinmektedir. Akçaağaçlar aynen meşeler ve söğütlerde olduğu gibi kendi aralarında kolayca hibritler yapabilen bitkilerdir (Anşin ve Özkan, 1993).

Türkiye’de Akçaağaç’ın 9 türü ve bu türlerinde 19 taksonu doğal yayılışa sahiptir. Bu akçaağaç türleri; Tatar Akçaağacı (*Acer tataricum* L.), Kayın Gövdeli Akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.), Çınar Yapraklı Akçaağaç (*A. platanoides* L.), Fransız Akçaağacı (*A. monspessulanum* L.), Doğu Akçaağacı (*A. sempervirens*), Toros (İran) Akçaağacı (*A. hyrcanum* Fret. M.), Ova Akçaağacı (*A. campestre* L.), Beşparmak Akçaağacı (*A. cappadocicum* Gledt.) ve *A. divergens* Pax.’dır (Yaltırık, 1968).

Akçaağaç türlerini birbirinden ayırmak için özışını genişlikleri dikkate alınmaktadır. *Acer pseudoplatanus*, *A. saccharum* ve *A. nigrum*'da 5-7, bazen 10 hücre kadar genişlikte, *A. monspessulanum*'da 7 hücre, *A. trautvetteri* ve *A. platanoides*'te 6 hücre, *A. macrophyllum*, *A. rubrum*, *A. saccharinum* ve bazı Japon Akçaağaçlarında 3-5 hücre, *A. sempervirens*, *A. campestre* ve *A. divergens*'te ise 3 hücre genişliğindedir (Bozkurt ve Erdin, 1995).

Akçaağaçlar hemen hemen memleketimizin bütün ormanlık bölgelerinde, değişik yükseltilerde, farklı toprak ve iklim şartları altında yetişebilmekte ve değişik ağaç türlerinden oluşan (yapraklı ve iğne yapraklı) saf ve karışık meşcere kuruluşlarına münferit veya küçük guruplar halinde katılmaktadırlar (Yaltırık, 1971).

Akçaağaçlar ilk gençlik yıllarında Kayın, Ladin ve Gökmar'dan daha hızlı büyümektedir. 15-20 yaşlarında aynı yaşlı Ladin-Akçaağaç karışımında Ladin ona yetişmektedir (Yaltırık, 1971). Ayrıca Akçaağaç türlerinin gençlik döneminde özellikle 2-3 yaşından itibaren hızlı büyüdükleri ifade edilmektedir (Carus, 1992).

Türkiye'de 1980 yılı orman envanteri sonuçlarına göre Akçaağaç'ın yıllık ortalama artımı koru için 9840 m³, bozuk koru için 385 m³ olmak üzere toplam 10255 m³'dür. Yıllık eta değeri toplam 8449 m³'tür. Bunun 4125 m³'ü tensil sahalarından, 3563 m³'ü bakım sahalarından ve 467 m³'ü ayıklama sahalarından olmaktadır (Carus, 1992).

Akçaağaçlar'ın Kuzey Anadolu ormanlarında yüksek rakımlarda Gökmar ve Ladin meşcerelerinde karışıklığa giren tek yapraklı tür olduğu belirtilmektedir (Yaltırık, 1971).

Akçaağaçlar genellikle yürek kök sistemi meydana getirmektedirler. Işık istekleri yarı gölge ile gölge arasında değişmektedir. Kolaylıkla ayrılan yapraklarının toprağı ıslah edici rol oynadığı belirtilmektedir (Carus, 1992).

Akçaağaçların Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü'nce zengin biyolojik çeşitliliğe sahip ülkemizde, doğal gen kaynaklarını barındıran ormanlarımızın sürekli artan gereksinimlere cevap verebilmesi, doğal ormanlarımızın varlığını sürdürebilmesi ve aynı zamanda da odun üretimine yönelik ormanlar kurulmasını sağlamak amacıyla 1997 yılı Arazi Çalışma Programı çerçevesinde Gen Koruma Ormanı oluşturularak üretilmesine karar verilmiştir (Arslan, 1998).

Akçaağaçların odunları ağır, beyaz ve serttir. Bazı türlerde öz odunu koyu renkli olup, belirgin, bazılarında belirsizdir. Gövde kabukları genç yaşta düz ve pürüzsüz, daha sonraları derin çatlaklı levhalar halinde parçalanmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993).

Akçaağaç türlerinin tam kuru yoğunlukları $0,55-0,80 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Yaltırık ve Efe (2000) Akçaağaçların tam kuru yoğunluğunun $0,62-0,68 \text{ gr/cm}^3$ arasında değiştiğini bildirmektedir. Yaltırık (1968) ise Akçaağaçları yoğunluklarına göre iki gruba ayırmıştır. Kayın Gövdeli Akçaağaç'ın da bulunduğu birinci gruptaki ağaç türlerinin odunlarının daha hafif (yoğunluk $0,58-0,66 \text{ gr/cm}^3$), ikinci gruba dahil ağaç türleri odunlarının ise daha ağır (yoğunluk $0,66-0,80 \text{ gr/cm}^3$) olduğunu belirtmiştir.

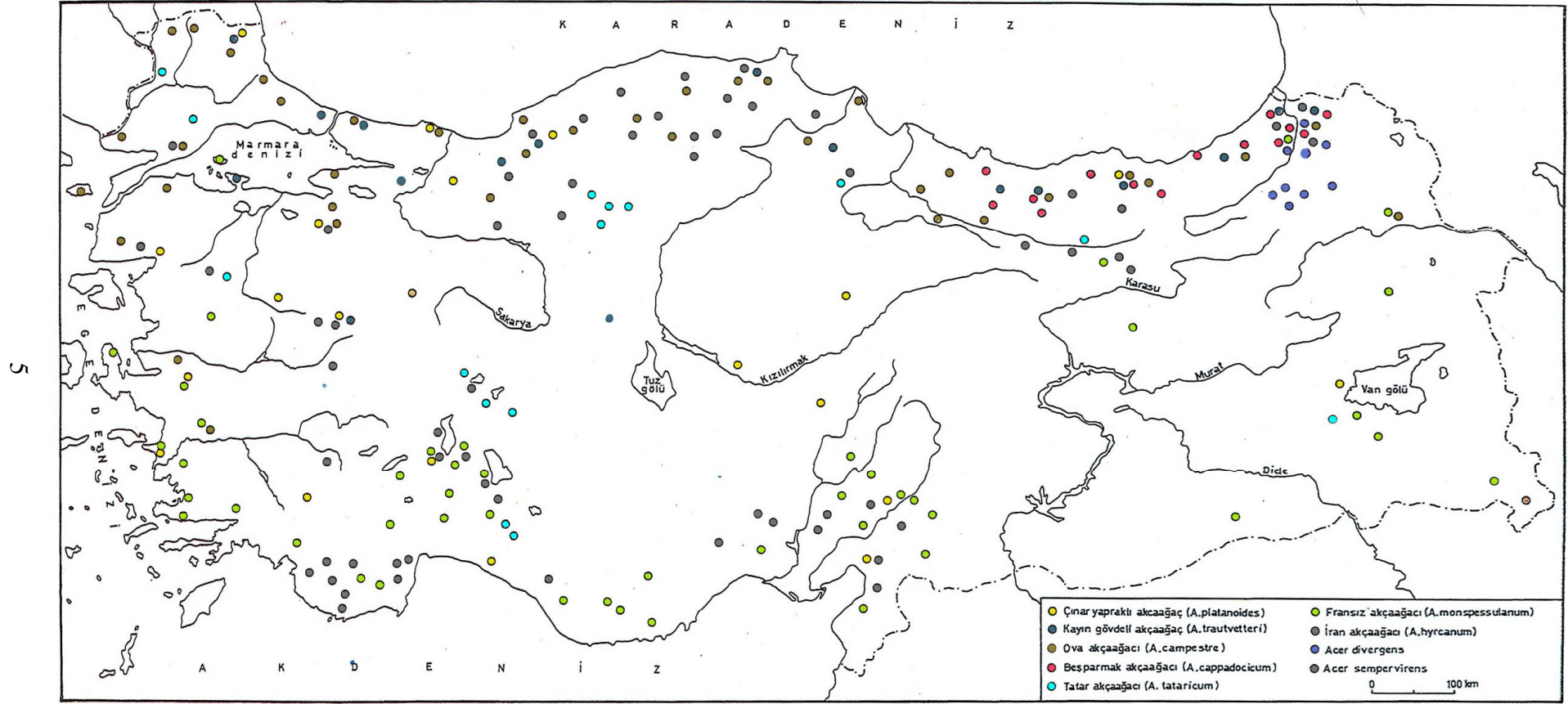
Bu çalışma ile Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun teknolojik özellikleri belirlenerek farklı yetiştirme şartları altında teknolojik özelliklerinde meydana gelen değişim tespit edilmiştir. Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun teknolojik özelliklerinin bilinmesi literatüre katkıda bulunarak yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı gibi aynı zamanda idare süresini dolduran ağaçların odunlarının en iyi şekilde değerlendirilmesine yardımcı olacaktır.

1.1. LİTERATÜR ÖZETİ

1.1.1. Doğal Yayılışı

Kafkaslar ile Türkiye’de Doğu Trakya ve Kuzey Anadolu’da genel yayılış gösterir. Karadeniz ikliminin hüküm sürdüğü yerlerde 2100 m. rakıma kadar çıkmaktadır. Meşe-Kayın ve saf ladin ormanlarında ikincil tür olarak karışıma girmektedir (Anşin ve Özkan, 1993).

Kayın Gövdeli Akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) Istranca dağları, Batı ve Doğu Karadeniz Bölgesi ormanlarında ve kısmen güney Marmara çevresinde Kapıdağ Yarımadası’nda, rutubetli ve yarı rutubetli iklime sahip, taze ve serin rutubet derecesinde olan topraklar üzerinde, 100-2100 m. arasındaki yükselti kademelerinde vertikal bir yayılış göstermektedir (Yaltırık, 1971). Şekil 1’de Türkiye’de doğal olarak yetişen Akçaağaç türlerinin yayılış alanları gösterilmiştir (Günel, 1997).



Şekil 1. Türkiye’de Yetişen Akçaağaç Türlerinin Doğal Yayılış Alanları

1.1.2. İklim Özellikleri

Kayın Gövdeli Akçaağaç genellikle Karadeniz ikliminin hüküm sürdüğü iklim mntıkalarında yetişmektedir. Karadeniz ikliminde her mevsim yağışlı olup sıcaklık bakımından deniz iklimi karakterini taşımaktadır. Yağış ve sıcaklık koşullarına göre Doğu, Orta ve Batı Karadeniz iklimi olarak 3 alt tipe ayrılmaktadır. Doğu Karadeniz ikliminde kışlar ılık, yazlar sıcaktır. Çok yüksek yağışlara sahiptir. Orta Karadeniz ikliminde yağışlar orta derecede olup, kendisini hissettiren Akdeniz iklimi etkisi altında düşük yaz yağışlarına sahiptir. Batı Karadeniz ikliminde Doğu Karadeniz iklimine kıyasla yağışlar daha düşüktür. Sıcaklık hem yazın, hem de kışın daha azdır (Çepel, 1995).

Ayrıca, Kayın Gövdeli Akçaağaç, Marmara bölgesinde Kapıdağ yarımadasında kurak ve nispeten hafif yaz sıcaklığına, oldukça soğuk ve yağışlı kışlara sahip, kar yağışı normal ve bağıl nemi yüksek Marmara ikliminin hüküm sürdüğü iklim koşullarında da yetişmektedir.

Günel (1997) Kayın Gövdeli Akçaağaç'ın nem isteği yüksek, sıcaklık isteği orta olan, gölgeye dayanıklı bir tür olduğunu belirtmektedir. Ayrıca nem miktarının olumsuzlaşmasıyla sahadan çekildiğini belirtmektedir.

1.1.3. Anataş ve Genel Toprak Yapısı

Akçaağaçlar besin maddelerince zengin, derin ve nötr topraklarda daha iyi gelişme göstermektedirler. Bunun için 6-7 pH dereceleri uygun bulunmaktadır (Carus, 1992). Serin, derin, nemli ve humuslu topraklarda iyi gelişme gösterir. Asitli

ve ağır killi topraklarda da yetişebilmektedir. Kireçli topraklarda iyi gelişme göstermez.

Yaltırık (1968) Akçaağaçları yetişme ortamına göre iki ana gruba ayırmıştır. Kayın Gövdeli Akçaağaç'ın yer aldığı gruptaki türler toprakları her mevsim taze ve serin rutubet derecesinde kalan yerlerde görülmektedir.

Karadeniz dağlarının kuzey yamaçlarında besin maddeleri açısından zengin, kahverengi orman ve podzolik topraklar üzerinde yetişmektedir (Günel, 1997).

1.1.4. Ekolojik Özellikler

Kayın Gövdeli Akçaağaç ılıman ve yağışlı yerleri sever, soğuk havaya ve donlara karşı dayanıklıdır (Güngör ve ark., 2002).

Düşük rakımlı (100–700 m.) yerlerde Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Geartn. subsp. *glutinosa* subsp. *barbarata*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Fındık (*Corylus avellana*), Meşe (*Quercus pedunculiflora*), Dişbudak (*Fraxinus oxycarpa*), Akçaağaç (*Acer campestre*), Söğüt (*Salix alba*), Kızılcık (*Cornus mas*), Karayemiş (*Prunus laurocerasus*), Adi Kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*), Kaya Sarmaşığı (*Hedera helix*) Taflan (*Euonymus latifolius*), Çoban püskülü (*Ilex cochica*), Akasma (*Clematis vitalba*), Orman Mercanı (*Ruskus aculeatus*) gibi ağaç, çalı ve sarılcı bitkilerden oluşan bir dere tabanı vejetasyonu içerisinde, gölgeye dayanıklı, rutubet isteği fazla, bununla beraber durgun su şartlarından kaçan bir tür olarak görülür (Yaltırık, 1971).

Yüksek rakımlarda (700–1300 m.) rutubetli iklim mntıkalarında toprağı taze ve serin rutubet derecesinde olan yetişme mntıkalarında, Kuzey Batı Anadolu'da saf Kayın veya Kayın-Gürgen; Kuzey Doğu Anadolu'da Kızılağaç-Gökmar, Kayın-

Ladin, Kayın-Göknar karışık büklerinde Dişbudak (*Fraxinus oxycarpa* Willd.) ile birlikte, münferit veya küçük gruplar halinde görülür (Yaltırık, 1971).

Daha yüksek rakımlarda (1300–2100 m.), yarı rutubetli iklim mıntıkalarında, bilhassa Kuzey Anadolu'da saf Göknar ve saf Ladin büklerinde tali ağaç olarak karışıklığa girmektedir (Yaltırık, 1971).

1.1.5. Botanik Özellikleri

Akçaağaçların çoğunluğu kışın yaprağını döken ağaç, kimileri de boylu çalı halinde odunsu bitkilerdir. Tomurcuklar sürgünlerde karşılıklı dizilmişlerdir. Yapraklar değişik biçimlerde, uzun saplı, loblu ve tüysüdür. Bazılarının sapından koparıldığı zaman süt çıkmaktadır. Kabuk paranşimi ve yaprak mezofili içinde kalsiyum oksalat kristalleri bulunmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993).

Kayın Gövdeli Akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) 15-25 m. boyunda, düzgün gövdeli, geniş tepeli bir ağaçtır. Gövde kabuğu kayın ağacı gibi uzun yıllar çatlamadan kalır. Tüysüz olan genç sürgünler, sonraları koyu kırmızı veya koyu kahverengi bir renk alır. Kış tomurcukları kırmızımsı kahverengi, kestane kırmızısıdır.

Yaprakları genellikle derin 5 loplu, nadiren 7 loplu, 9-14 cm. boyunda, 11-17 cm. genişliğindedir. Yaprak tabanı yürek şeklindedir. Düzensiz sivri testere dişli lobcuklardan oluşan yaprak lopları, yumurtamsı ve kısa sivri uçludur. Yaprığın üst yüzü koyu yeşil ve tüysüz, alt yüzü ise damar koltuklarındaki kırmızımsı kahverengi tüylerin dışında tüysüzdür. Piramid biçimli, bileşik salkımlar halinde ve dik durumlu olan çiçek kurullarının boyu, genişliğine yakındır. Çiçekleri ilkbaharda açar. Kanatlı

meyvesinin kanatları birbirine paralel veya hafif çatallıdır. Kanatlar genellikle kırmızımsı renklidir (Anşin ve Özkan, 1993).

Habitus bakımından Dağ Akçaağacı'na (*Acer pseudoplatanus*) çok benzemektedir. Ancak bazı önemli farklarla ayrılmaktadır. Kayın Gövdeli Akçaağaç'ta gövde kabuğu ileri yaşlarda aynen kayınlarda olduğu gibi çatlamaksızın kalır. Tomurcuk pulları elma yeşili değil, kırmızı renktedir. Yapraklar yürek gibi, 5 parçalı ve derin lopludur. Lopların kenarları düzensiz dişlidir. Yaprakların üst yüzleri parlak koyu yeşil, alt yüzü mavimsi yeşil ve çıplaktır. Ancak genç yapraklarda damarlar boyunca bulunan tüyler, olgun yapraklarda dökülmektedir. Dağ Akçaağacı'nda salkım halinde sarkan çiçek kurullarının aksine, bu türde şamdan gibi dik durmasıdır. Ayrıca meyve kanatları arasındaki açı çok dardır. Kanatlar birbirlerine hemen hemen paralel gibidir (Anşin ve Özkan, 1993).

Sürgünler kalın, çıplak, önceleri yeşil, daha sonra kırmızımtırak kahverengindedir. Yaşlı sürgünler esmer gri renk alır. Ana eksen, çiçek sapları, taç ve çanak yaprakları çıplaktır. Çiçekler yapraklardan sonra, Mayıs ayı başında görülmektedir (Anşin ve Özkan, 1993).

1.1.6. Makroskopik Özellikleri

Akçaağaçlarda özodun ve diriodun arasında renk ve rutubet bakımından farklılık bulunmamaktadır. Yıllık halka sınırı belirgin olup, kalın zarlı libriform lifleri dolayısıyla daha koyu ve kesik bir hat oluşturur. Düzgün lifli, ara sıra dalgalı liflidir. Mobilya endüstrisinde aranan “Kuşgözü” şekillerine sahiptir. Küçük dağınık traheli grupta yer almaktadır. Traheler yıllık halka içerisinde yeknesak dağılmıştır.

Geniş özışınları çıplak gözle bile görülebilirken, dar olanlar lupla bile güçl kle fark edilir (Yaltırık ve Efe, 2000; Yaltırık, 1971). Boyuna kesitte  zışını levhacıkları parlak, koyu-kahve rengine olup, odun sathında belirgin olarak g ze  arpar (Anşın ve  zkan, 1993). Enine kesitte traheler g zle g r lmemekte ancak lupla fark edilebilmektedir. Teğet kesitte  z ışınları kısa, narin ve koyu  izgicikler halinde g r l rl r (Yaltırık, 1971).

Kabuk kalınlığı, 24 yaşındaki bir ağa ta 0,6-1 mm., 55 yaşındaki bir ağa ta ise 2,5-3 mm.'dir (Yaltırık, 1971).

1.1.7. Mikroskopik  zellikleri

Kayın G vdeli Ak aağa  odununda trahe gruplaşmaları genellikle radyal y ndedir. K me şeklinde gruplaşmalara da olduk a sık rastlanır. Traheler tek tek veya gruplar halinde yıllık halka i ine homojen bir şekilde dağılmıştır. Lif dokusu  oğunlukla libriform liflerinden oluşmuştur. Libriform liflerinden sonra canlı lifler gelir. Enine kesitlerde libriform lifleri ve canlı liflerin ayrı ayrı alanlar oluşturacak şekilde bir araya toplanması diğer Ak aağa  t rlerinde olduğu gibi dikkat  ekicidir. Libriform lifleri kalın  eperli, canlı lifler ise ince  eperlidir. Traheler  oğunlukla kalın  eperli liflerle  evrelenmiştir. Odunda olduk a bol miktarda vasisentrik ve vask ler traheidler vardır.

Kurak yetişme muhitlerinde g r len Ak aağa  t rlerinin odunlarında  ok bariz olarak g r len, trahelerin  zışınları istikametinde yaptıkları uzun sıralanış tarzı bu t rde pek g r lmemektedir (Merev, 1998).

Trahelerin  eperleri  ok incedir. İlkbahar odunu traheleri ( eperler dahil değil) ortalama teğetsel  apı 57,42  m, ortalama radyal  apı 59,96  m, yaz odunu

traheleri (eperler dahil değil) ortalama teğetsel çapı 48,68  m, ortalama radyal çapı 48,58  m ve trahe h cre uzunluğu 352,93  m'dir (Merev, 1998).

İlkbahar ve yaz odunu trahe çapları arasındaki fark çok belirgin değildir. Bu  zellik birim karedeki trahe sayılarında da aynıdır. İlkbahar ve yaz odunu trahelerinin birim karedeki sayıları değişmez.   mm² de ortalama İO trahe sayısı 18,45,   mm² de ortalama YO trahe sayısı 17,97 ve 1mm² de trahe sayısı 36,17'dir (Merev, 1998).

Trahe- zışını ve boyuna paranşim h crelerinin ortak çeperlerindeki geçitler trahe h crelerinin arasındaki geçitlerden daha k  k boyutludur. Geçit açıklıkları geçit çapından daha uzundur.

Trahe h crelerinin i çeperlerinde spiral kalınlaşmalar belirgin ve sıktır. Spirallerin ortalama kalınlığı 0,75  m, spiraller arası ise 3,75  m'dir (Merev, 1998).

Trahelerin enine kesit çeperleri incedir. İlkbahar odunu ve yaz odunu trahe çeper kalınlıkları yaklaşık olarak eşittir. İlkbahar odunu traheleri çeper kalınlığı ortalama 2,75  m ve yaz odunu traheleri çeper kalınlığı ortalama 2,43  m'dir (Merev, 1998).

Libriform lifleri yıllık halkaların  nemli bir kısmını oluşturmaktadır. Enine kesitlerde çeperlerin kalınlığıyla canlı liflerden kolayca ayrılırlar. Trahelerin etrafında k melenmişlerdir. Libriform lifleri uzunlukları bakımından çift boyutludur. Uzun ve kısa lifler odun içinde ayrı ayrı k melenirler. Uzun libriform liflerinin lif uzunluğu ortalama 778,45  m, lif genişliği 22,76  m, l men genişliği 15,78  m ve çeper kalınlığı 3,47  m'dir. Kısa libriform lifleri genellikle yıllık halka sınırına yakın yerlerde toplanmışlardır. eperleri uzun liflere g re daha kalındır (Merev, 1998).

Vasisentrik traheidler ve vask ler traheidler trahelere bitişiktir. eperlerinde belirgin şekilde spiral kalınlaşmalar vardır. Kenarlı geçitleri bol miktardadır.

Vasküler traheidler yıllık halkaların sonunda yer alır. Vasisentrik traheidler ve vasküler traheidlerin ortalama traheit uzunluğu 369,40 μm , traheit genişliği 28,30 μm , lümen genişliği 19,34 μm ve çeper kalınlığı 4,48 μm 'dir (Merev, 1998).

Boyuna paranzimler apotrahealdir. Liflerin arasında, özışınlarına bitişik olarak bulunurlar. Çeperlerinde normal olarak basit geçitler vardır. Trahelere komşu olanların çeperlerinde kenarlı geçitler görülür.

Özışınları üniseri ve mültiseri homoselüler özışını şeklindedir. Özışınlarının ortalama yüksekliği üniseri özışınlarında 84,43 μm , mültiseri özışınlarında 554,88 μm 'dir. Mültiseri özışınlarının ortalama genişliği 73,20 mikrondur. 1 mm^2 de özışını sayısı 27,38, 1 mm 'de özışını sayısı 7,50, özışını hücre çeper kalınlığı 2,15 μm 'dir (Merev, 1998).

1.1.8. Teknolojik Özellikler

Literatürde Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun teknolojik özellikleri ile ilgili herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır.

Ülkemizde Erten ve Sözen (1997)'de Çınar Yapraklı Akçaağaç (*Acer platanoides*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Sonuçta; hava kurusu yoğunluk 0,643 gr/cm^3 , tam kuru yoğunluk 0,608 gr/cm^3 , radyal, teğet ve hacimsel genişleme sırasıyla % 4,67, 8,98 ve 14,33, radyal, teğet ve hacimsel daralma sırasıyla % 4,67, 9,26 ve 13,97, elastikiyet modülü 6924,36 N/mm^2 , eğilme direnci 87,70 N/mm^2 , radyal, teğet ve enine kesit çivi tutma direnci sırasıyla 15,55 N, 14,66 N ve 10,00 N, makaslama direnci 9,39 N/mm^2 , liflere paralel ve dik yönde Janka sertlik 68,55 N ve 57,84 N, liflere paralel yönde çekme direnci 81,75 N/mm^2 , basınç direnci 46,2 N/mm^2 ve yarıma direnci 0,88 N/mm^2 olarak

bulunmuştur. Ayrıca ortalama yıllık halka genişliği 1,74 mm olarak verilmiş ve yıllık halka genişliğinin Dişbudak, Sedir ve Karaçam’a yakın olduğu belirtilmiştir. Basınç direnci ve hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişkiye dayanılarak hesaplanan statik kalite değeri 7,19 olarak hesaplanmıştır. Çınar yapraklı akçaağacın çok kolay yarılan orta kalitede bir ağaç türü olduğu belirtilmiştir.

Ülkemizde ve Dünya’da yetişen bazı Akçaağaç türlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri ilgili olarak literatürde verilmiş değerler Çizelge 1 ve 2’de gösterilmiştir (Wood Handbook, 1987; As ve ark, 2001).

Çizelge 1. Akçaağaç Türlerinin Fiziksel Özellikleri

TÜRLER	Do (gr/cm ³)	D12 (gr/cm ³)	R (gr/cm ³)	Daralma (%)		
				Radyal	Teğet	Hacimsel
<i>Acer macrophyllum</i>	-	0,48 ^a	0,44	3,7	7,1	11,6
<i>Acer nigrum</i>	-	0,57 ^a	0,52	4,8	9,3	14,0
<i>Acer rubrum</i>	-	0,54 ^a	0,49	4,0	8,2	12,6
<i>Acer saccharinum</i>	-	0,47 ^a	0,44	3,0	7,2	12,0
<i>Acer saccharum</i>	-	0,63 ^a	0,56	4,8	9,9	14,7
<i>Acer campestre</i>	0,68	0,73	-	4,8	8,8	13,7
<i>Acer platanoides.</i>	0,62	0,66	-	3,2	8,4	12,1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,59	0,63	0,522	3,0	8,0	11,5

(D₀= Tam Kuru Yoğunluk, D₁₂= Hava Kuru Yoğunluk, R= Hacim Ağırlık Değeri, ^a = Hava kurusu yoğunluk değerleri tam kuru ağırlığın %12 rutubetteki hacme oranlanması ile hesaplanmıştır)

Çizelge 2. Akçaağaç Türlerinin Mekanik Özellikleri

Tür	Eğilme Direnci N/mm ²	Elastikiyet Modülü N/mm ²	Basınç Direnci N/mm ²	Çekme Direnci N/mm ²	Şok Direnci kpm/cm	Sertlik (Brinell) N/mm ²	
			Paralel	Dik		Paralel	Dik
<i>Acer macrophyllum</i>	74	10000	41	3,7	-	-	-
<i>Acer nigrum</i>	92	11200	46,1	4,6	-	-	-
<i>Acer rubrum</i>	92	11300	45,1	-	-	-	-
<i>Acer saccharinum</i>	61	7900	36	3,4	-	-	-
<i>Acer saccharum</i>	109	12600	54	-	-	-	-
<i>Acer campestre</i>	-	-	50	-	-	61	31
<i>Acer platanoides</i>	137	11300	62	10	0,65	62	29
<i>Acer pseudoplatanus</i>	112	9400	58	8,2	0,65	62	27

1.1.9. Kimyasal Özellikleri

Genel olarak, Akçaağaç türleri (*Acer spp.*) ekstraktif maddeler hariç % 40.2 selüloz, % 23.1 lignin, % 36,4 hemiselüloz ve % 0.3 kül içermektedir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Literatürde Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun kimyasal özellikleri ile ilgili herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu bölümde; ülkemizde yayılış gösteren diğer Akçaağaç türlerinin kimyasal özellikleriyle ilgili değerlere yer verilmiştir.

Odabaşı (1996) Çınar Yapraklı Akçaağaç odun ve kabuğunun kimyasal bileşenlerini araştırmıştır. Odunda; holoselüloz miktarının % 75.13-76.19, selüloz miktarının % 48.86-49.55, alfa-selüloz miktarının % 40.52-41.64, lignin miktarının %22.72-24.63, kül miktarının % 0.78-0.84, sıcak su çözünürlüğünün % 4.06-5.557, % 1'lik NaOH çözünürlüğünün % 15.19-17.12 arasında değişmekte olduğunu belirtmiştir. Genellikle, ekstraktif maddelerin kabukta; holoselülozun ise odunda daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan, kabuğun çözünürlük değerleri odun örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Kimyasal bileşim bakımından iç ve dış kabuk arasında önemli ölçüde farklılıklar bulunmuş ve iç kabuğun dış kabuğa göre daha yüksek karbonhidrat bileşimine ve daha yüksek lignin ve çözünürlük değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir.

Avrupa'da geniş bir yayılışa sahip olan ve ticarete kullanılan önemli bir Akçaağaç türü olan Dağ Akçaağacı (*Acer pseudoplatanus*) %38 selüloz, %25 lignin ve %20 pentozan ihtiva etmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1989).

1.1.10. Akçaağaç Odununun Kullanım Alanları

Akçaağaç odunu sert, eğilmeye mukavim, şok mukavemeti yüksek, çalışması fazla ve değerli olup, birçok kullanım alanına sahiptir.

Türkiye’de Akçaağaçlar; başta mobilya, kaplama-kontrplak, müzik aletleri, parke ve tüfek kundağı yapımında, ayrıca, travers, yapı malzemesi, ev ve süs eşyaları, uçak pervanesi, tornacılık, ayakkabıcılık, spor aletleri, alet sapları, cetvel tahtaları, bobin ve makara imalinde kullanılabilmektedir (Yaltırık, 1970; Bozkurt ve Göker, 1996; Bozkurt ve Erdin 1997).

Yurt dışında Akçaağaçlar kaplama, kereste, glulam ve LVL üretiminde kullanılmaktadır. Akçaağaç’ın köprü yapımında kullanılan en uygun sert ağaç türlerinden biri olduğu belirtilmektedir. Özellikle Şeker Akçaağacı gibi sert odunlu türlerin yıllık halkaları dalgalı traheli olup, kuş gözü biçiminde bir şekil verdiği için mobilyacılıkta çok kullanılmaktadır. Bundan başka, müzik ve spor aletleri yapımında, protez sanayinde (ortopedik ayakkabı) ve tüfek kundağı yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca göz alıcı çiçek ve yaprakları ile park ve alle ağacı olarak değerlendirilir.

Kanada’da yetişen Şeker Akçaağacı (*Acer saccharum*) ve Japonya’da yayılış gösteren *Acer mono var. mayrii*’nin öz suyundan elde edilen Akçaağaç şurubu veya şekeri gıda sanayinde kullanılan önemli bir üründür. Bazı türlerinin yaprak sapının koparılmasıyla salgılanan süt gerçek bir lateksdir ve bileşiminde kauçuk bulunmaktadır (Yaltırık ve Efe, 2000).

ABD’nin önemli sert ağaç kerestesi üreten eyaletlerden biri olan Pensilvanya’da 1999 yılında kereste üretiminde %9 oranında yumuşak akçaağaç (soft

maple) ve % 7 oranında sert akçaağaç (hard maple) kullanıldığı belirtilmektedir (Smith ve ark, 2004).

ABD'de Akçaağaç (Acer spp.) türleri ile biyokütle enerji üretimi sağlanmaktadır. Akçaağaçlar, Türkiye gibi ılıman iklim kuşağında bulunan ülkelerde yapılan plantasyonlarda kullanılan ve araştırılan türler arasındadır (Saraçoğlu, 2002).

Bowling salonlarında ahşap lanelerin yapımında sağlam ve direnci yüksek olan Akçaağaç kullanılmaktadır. Topların atıldığı bölüm (ilk 16 feet) ve pindeck denilen pinlerin durduğu alan sağlam ve direnci yüksek bir ağaç olan Akçaağaç'dan üretilmektedir. Son dönemlerde yurtdışında devamlılık ve sağlamlık için tüm sahada Akçaağaç kullanılmaktadır (Anonim, 2005a).

Akçaağaçlar 1995'te kaplama endüstrisinde Kırmızı Meşe'den sonra en fazla kullanılan yüzey kaplamasıdır. Daha sonraki yıllarda Akçaağaç kullanımının artacağı tahmin edilmektedir (Forbes, 1998).

Akçaağaçlar beyzbol sopası yapımında da kullanılmaktadır (Anonim, 2005b).

Akçaağaçlar ve yetiştirme muhiti şartlarının diğer türlerin teknolojik özelliklerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar;

Yaltırık (1971)'de Giresun Bicik ormanında 1460m. rakımdan 60 yaşındaki ağaçtan 1,30 m. yüksekliğinden aldığı gövde kesitinde Kayın Gövdeli Akçaağaç'ın anatomik özelliklerini incelemiştir. Sonuç olarak, ortalama yıllık halka genişliğinin 1,5 mm.(1.012–2,574 mm), hava kurusu yoğunluğunun 0,64 gr/cm³, tam kuru yoğunluğunun 0,59 gr/cm³ olduğunu bildirmiştir.

Yaltırık (1968) ülkemizde yetişen doğal akçaağaç türlerinin anatomik özellikleri ile yetiştirme yeri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Türlerin yetiştirme yeri ile (özellikle yetiştirme yerinin rutubetiyle) odun anatomileri arasında ilginç bir korelasyonun varlığı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak birim alandaki trahe sayıları,

ilkbahar ve yaz odunu trahe çapları, yoğunluğu, özodun bulunup bulunmaması ve yetişme yeri ilişkileri bakımından ülkemizde yetişen Akçaağaçları iki gruba ayırmıştır. Bu gruplandırma da Kayın Gövdeli Akçaağaç'ında yer aldığı birinci gruptaki türlerin odununun daha hafif (yoğunluk 0,58-0,66 gr/cm³), ikinci grupta yer alan türlerde ise odunların daha ağır (yoğunluk 0,66-0,80 gr/cm³) olduğu belirtilmektedir.

Han (1995) Main'de yetişen Kırmızı Akçaağaç (*Acer rubrum*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yaş ve bölge farklılığının etkisini araştırmıştır. Bu amaçla, drenajı iyi ve kötü olan iki farklı deneme alanından, ağaç içerisinde üç farklı yükseklikten (alt, orta ve st) deneme örnekleri almıştır. Ayrıca, karşılaştırma yapmak amacıyla drenajı iyi olan bölgeden şeker Akçaağacı rnekleri de almıştır. Sonuç olarak; bölge, ağaç, ağaç içerisindeki yer, bölge-ağaç içerisindeki yer etkileşiminin ve ağaç-ağaç içerisindeki yer etkileşiminin Kırmızı Akçaağaç'ın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine önemli ($P \leq 0.05$) etkilere sahip olduğunu, teğet daralma üzerine ağaç içerisindeki yer, bölge-ağaç içerisindeki yer etkileşiminin etkisinin önemli olmadığını bildirmiştir. Sulak bölgede yetişen Kırmızı Akçaağaç'ın teğet daralma değeri haricinde bütün fiziksel ve mekanik özelliklerinin kuru blgedekilerden daha yüksek olduğunu, literatürdeki değerler ile karşılaştırıldığında, her iki bölgedeki Kırmızı Akçaağaç'ın fiziksel ve mekanik zelliklerinin ASTM 2555 ve Wood Handbook'ta verilen değerlerden daha büyük olduğunu ve şeker Akçaağacı'nın fiziksel ve mekanik özelliklerinin istatistiksel olarak Kırmızı Akçaağaç'dan daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Malkoçoğlu (1994) Doğu Kayını odununun teknolojik özelliklerini incelemiştir. Borçka-Artvin, Ayancık-Sinop, Düzce-Bolu ve Demirköy-İstanbul bölgelerinden alınan 19 adet deneme ağacı almıştır. Sonuç olarak bölge farklılığının

teknolojik özellikler üzerinde anlamlı farklılıklar meydana getirdiğini belirtmektedir. Ayrıca, Bektaş ve ark. (2002) Andırın yöresinde yetişen Doğu Kayını'nın bazı teknolojik özelliklerini inceleyerek Karadeniz bölgesi Doğu Kayını ile karşılaştırmıştır.

Hernandez ve Restpero (1995) Kızılağaç'ta (*Alnus acuminata*) ağaç içerisinde, ağaçlar arasında, bölgeler arasında ve bir bölge içerisinde farklı yüksekliklerde odun özelliklerinin değişimini inceledikleri çalışmada Kolombiya ve Venezuela'dan 11 farklı bölgeden her ağacın göğüs yüksekliğinden 5 mm çapında artım kalemi almış ve boyuna yönde dinamik uygunluk katsayısını ve yoğunluğunu ölçmüşlerdir. Bölgesel olarak yoğunluk 314-409 kg/m³, dinamik uygunluk katsayısı 91-136 x 10⁻⁶ MPa arasında değişmektedir. Tek ağaçtan elde edilen değerler yoğunluk için 249-446 kg/m³, dinamik uygunluk katsayısı 81-187 x 10⁻⁶ MPa arasında değişmektedir. Varyans analizleri her iki özelliğinde ağaç içerisinde, ağaçlar arasında ve coğrafik bölgeler arasında oldukça değiştiğini göstermiştir. Yoğunluk; bölgeler arasındaki farklılıklara rağmen özden kabuğa doğru doğrusal olarak artma eğilimindedir.

Göker (1977) Dursunbey ve Elekdağ Karaçamları'nın fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit etmek ve yetiştirme muhiti şartlarının bu özellikler üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla her iki bölgeden de 15'er adet farklı yaş, eğim, rakım ve bakılarda deneme ağacı almış ve sonuç olarak iki yetiştirme muhiti arasında fiziksel ve mekanik özellikler açısından anlamlı farklılıkların olduğunu vurgulamıştır.

As (1992) bölge, orijin ve bonitet farklılığının sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.)'nin teknolojik özellikleri üzerine olan etkisini araştırmıştır. Deneme ağaçları değişik iki bölge (İzmit, Keşan), iki orijin (Land ve Korsika) ve bonitetlerden alınmıştır. Sonuç olarak bölge, orijin ve bonitet farklılıklarının fiziksel özelliklerden yoğunluk

ve hacim ağırlık değerleri arasında anlamlı farklılıklar meydana getirdiği, sorpsiyon yüzdelерinin bazılarında önemli bir farklılık olmadığı belirtilmiştir. Mekanik özelliklerden basınç ve eğilme direnci değerlerinin çeşitli güven düzeylerinde anlamlı farklılıklar gösterdiği, dinamik eğilme direnci ile Brinell sertlik değerleri arasında çoğunlukla anlamlı farklılıklar bulunduğu, makaslama direnci değerlerinde ise tersi olduğu saptanmıştır.

Ay ve Örs (1999) Douglas Göknarı odununun yoğunluğu üzerine bölge ve orijin farklılığının etkisini araştırmışlardır. Bu maksatla, Trabzon-Maçka ve Tonya bölgelerinden seçilen 2'şer orijinden 23 yaşlarında toplam 18 adet deneme ağacı olarak hava kurusu ve tam kuru yoğunluklarını belirleyerek istatistiksel testlerle bölge ve orijin farklılığının etkisini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak; Douglas Göknarı odununun yoğunluğu üzerine orijin farklılığının etkili olduğu, bölge farklılığının önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Ay ve Örs (1999) Douglas Göknarı odununun liflere paralel basınç direncine bölge ve orijin farklılığının etkisini araştırmışlardır. Bu maksatla, Trabzon-Maçka ve Tonya bölgelerinden seçilen 2'şer orijinden toplam 18 adet deneme ağacı olarak liflere paralel basınç direncini belirleyerek istatistiksel testlerle bölge ve orijin farklılığının etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak; Douglas Göknarı odununun liflere paralel basınç direnci üzerine orijin farklılığının etkisinin önemsiz, bölge farklılığının etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir.

Bektaş (1997) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun teknolojik özelliklerini ve yörelere göre değişimini incelemiştir. Sonuç olarak; yöre farklılığı; yıllık halka genişliğini önemli oranda etkilemiş, fiziksel özelliklerin tamamında anlamlı farklılıklar oluşturmuş ve 2. bonitet sınıfı ağaçları arasında tün mekanik özellikler üzerinde anlamlı farklılıklar oluşturmuştur. 1. bonitet sınıfında ise eğilme ve

makaslama dirençleri önemsiz olarak sonuçlanırken, diğer mekanik özelliklerde anlamlı farklılıklar meydana gelmiştir.

Roque (2004) *Gmelina arborea*'nın odun özellikleri üzerine bölge farklılığı ve silvikültürel işlemlerin etkisini incelemiştir. Sonuçlar, kurak iklime sahip bölgede yetişenlerin rutubetli bölgede yetişenlere göre daha yüksek yoğunluğa ve mekanik özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Obbonnaya ve ark. (1992) aynı ağaç türünde Nijerya'da yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar bulmuşlardır.

Lauridsen ve Kjaer (2002) dağınık traheli bir tür olan *Gmelina arborea*'da büyüme hızı ve yoğunluk arasında negatif bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, Hughes and Esan (1969) tarafından aynı ağaç türünde hızlı büyüme ile yoğunlukta önemli bir değişme bulunamadığını da belirtmektedirler.

Yang ve ark. (2001) Çin Göknarı (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)'nın yoğunluğu üzerine orjin ve bölge farklılığını araştırdıkları çalışmada 13 farklı bölgeden 42 farklı orjine sahip ağaçlardan artım kalemi (increment core) almışlardır. Yoğunluğun en yüksek Jiangsu bölgesinde ve en düşük ise Guizhou bölgesinde bulunduğunu, bölgeler arasında 0,273-0,310 gr/cm³ arasında değiştiğini ve bu iki bölgenin diğer bölgelerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Yoğunluk üzerine coğrafik ve iklimik faktörlerin doğrudan bir etkisi belirlenemediği için değişimin lokal faktörlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Wright (1990a) *Pinus oocarpa*'nın 4 alttüründe ve *pinus patula* subsp. *tecunumani*'nin 5 alttüründe 6 farklı bölgede (Porto Riko, Ekvador, Brezilya, Zambiya, Güney Amerika ve Kenya) yoğunluğun değişimini incelemiştir. Bölgeler arasında yoğunluk bakımından önemli farklılıklar ($p < 0,001$) olduğunu belirtmiştir.

Wright (1990b) 11 farklı bölgede (Porto Riko, Zambiya, Kongo, Güney Afrika, Malezya, Fiji ve Avustralya) *Pinus caribaea* var. *hondurensis*'de yoğunluk

değerlerini incelemiş ve sonuç olarak bölge farklılığının önemli farklılıklar ($p < 0,001$) meydana getirdiğini belirtmiştir.

Green ve McDonald (1993) Akçaağaç (*Acer rubrum*) yapı kerestesinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, çekme direnci ve liflere paralel basınç direnci değerlerini tespit etmişlerdir. Ortalama % 11,3 rutubete sahip 2-4 inç enine kesitine sahip büyük boyutlu yapı kerestesinde SS (Select Structurel), 2. kalite (No:2 grade) ve 3. kalite (No:3 grade) sınıfında sırasıyla; statik eğilmede elastikiyet modülü; 13 288 N/mm², 12 515 N/mm² ve 12 093 N/mm², eğilme direnci; 82,96 N/mm², 74,53 ve 64,54 N/mm², çekme direnci; 64,12 N/mm², 50,55 N/mm² ve 42,26 N/mm², basınç direnci 44,93 N/mm², 41,62 N/mm² ve 38,60 N/mm² olarak bulunmuştur.

Miranda ve ark. (2001) Okaliptus odununun yoğunluğu üzerine bölge, alt tür ve orjinin etkisini araştırdıkları çalışmada üç farklı bölgede bölge farklılığının yoğunluk üzerine etkisinin çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, yıllık halka genişliği ve yoğunluk arasında ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

Ross ve ark. (2004) A.B.D.'de Kırmızı Akçaağaç (*Acer rubrum*) tomruklarının LVL üretiminde kullanılma potansiyelini inceledikleri çalışmada altı farklı eyaletten alınan tomruklardan elde edilen kaplama verimi ve elastikiyet modülü değerleri tespit edilmiştir. Kaplama verimleri ve elastikiyet modüllerinin karşılaştırılması tomrukların alındığı bölgelerin orijinleri Lake States (Michigan and Wisconsin) ve Eastern States (New York, Pennsylvania, Vermont and West Virginia) göz önüne alınarak yapılmıştır. Verim bakımından sadece iki bölge arasında fark gözlenmiştir. Tomrukların kalitesindeki azalma toplam kaplama verimlerinde azalmaya neden olmuştur. Bütün tomruklardan elde edilen elastikiyet modüllerinin aritmetik ortalaması 12.654 N/mm² olarak bulunmuştur.

Naderi ve Hernandez (1999)'da Şeker Akçaağacı'nın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine planyalamanın etkisinin araştırmışlardır. Çalışmada iki tip planyalama makinesi (geleneksel planyalama ve fixed- knife pressure bar planyalama makinesi) kullanılmıştır. Adsorpsiyon ve desorpsiyon işlemlerinden sonra radyal basınçta uygunluk katsayısı, radyal, teğet ve boyuna yönde genişleme yüzdeleri ve denge rutubet miktarı ölçülmüştür. Deneylerde iki farklı örnek boyutu kullanılmıştır. Sonuç olarak; geleneksel planyalama makinesinin yüzey tabakasını etkilediği, genişleme ve DRM üzerine negatif bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Radyal basınçta uygunluk katsayısı bakımından planyalama makineleri arasında farklılık bulunamamıştır. Ayrıca, DRM ve radyal basınçta uygunluk katsayısı örnek boyutundan az etkilenirken genişleme miktarı etkilenmemiştir.

Naderi ve Hernandez (1997) Şeker Akçaağacı'nın boyutsal değişimine tekrar rutubetlendirmenin (re-wetting) etkisini incelemiştir. Sonuçlar, tekrar rutubetlendirmenin Şeker Akçaağacı odununun daralma ve genişlemesini istatistiksel olarak önemli derecede azalttığını göstermiştir.

Shupe ve ark.(1998) Güney Bottomland ağaçlarının denge rutubet miktarı ve daralma yüzdesi üzerine ön kurutma işleminin etkisini araştırdıkları çalışmada ön kurutma işleminin Akçaağaç (*Acer saccharinum*) diriodunu ve özodununda önemli bir etkisinin olmadığını saptamışlardır.

Keskin ve Atar (2005) orta katmanlarında kavak (*Populus nigra* L.) kullanılmış kayın (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus petraea* Liebl.), akçaağaç (*Acer platanoides* L.), karaağaç (*Ulmus glabra* Hud.), ceviz (*Juglans nigra* L.) ve dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) laminasyon düzenlemelerinin bazı teknolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada hava kurusu yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, basınç ve yarıma direnci değerlerini

belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre; Kavak - Akçaağaç kombinasyonunun hava kurusu yoğunluk değeri ($0,518 \text{ g/cm}^3$), eğilme direnci ($88,124 \text{ N/mm}^2$), eğilmede elastikiyet modülü ($8393,945 \text{ N/mm}^2$), basınç direnci ($50,678 \text{ N/mm}^2$) ve yarıлма direnci ($0,509 \text{ N/mm}^2$) değerleri Ceviz'den yüksek, diğer türlerden düşük bulunmuştur.

Naderi ve Hernandez (1999) Laforest'e (1981) atfen %13 ve %18 denge rutubetleri arasında Şeker Akçaağacı'nda rutubet sorpsiyonunun uygunluk katsayısına etkisinin düşük ve ihmal edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Hernandez (1993) Akçaağaç (*Acer saccharum*) odununun basınç direnci üzerine sorpsiyonun etkisini incelemiştir. Sonuçlar $25 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta liflere paralel ve liflere dik basınç direncinin verilen denge rutubetinde adsorpsiyondan sonra desorpsiyondan sonraya göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Sorpsiyonun etkisi liflere dik yönde liflere paralel yönden daha büyüktür.

Goulet ve Hernandez (1991) liflere dik çekmede Akçaağaç odununun direnci üzerine sorpsiyonun etkisini araştırmışlardır. Yüksek bağıl nem değerlerinde histerezin liflere dik çekme direnci ve denge rutubetinde fark edilebilir derecede azaltıcı etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Lamb ve Marden (1970) Şeker Akçaağacı'nda boyuna yönde öz odun ve diri odun yoğunluğu ve genel ortalama yoğunluk (özodun ve diri odun katılım oranları dikkate alınarak hesaplanmış) değişimini incelemiştir. Ortalama özodun ve diriodun yoğunluğu $0,30\text{-}4,80 \text{ m}$. arasında hızlı bir şekilde azalmaktadır. Özodunun ortalama yoğunluğu diri odundan daha büyüktür. Diriodun yoğunluğu $0,30\text{-}4,8 \text{ m'ler}$ arasında % 5 azalırken, özodun yoğunluğu %7 azalmaktadır.

Papadopoulos (2005) Akçaağaç (*Acer pseudoplatanus*) odununu asetik ve maleic anhidrit ile esterleştirmiş ve rutubet adsorpsiyonunu incelemiştir. Akçaağaç

odununun higroskopitesini asetik anhidrit % 41,7, maleic anhidrit ise % 29,4 oranında azaltmıştır.

Smith ve ark. (1996) Akçaağaç (*Acer rubrum*) diri odununun kolaylıkla emprenye edilebildiğini, öz odununun ise emprenyesinin zor olduğunu belirtmektedirler.

Sert akçaağaç (hard maple) kerestesi kurutma esnasında maruz kaldığı sıcaklık ve bağıl nem koşullarının etkisi ile çok sık renk değişimi meydana getirmektedir. İç renklenmeye sebep olan kritik sıcaklık 43° C'dir ve özellikle LDN ve üzerindeki rutubetlerde artan sıcaklıkla gelişme göstermektedir. LDN altında kurutulduğunda renk değişimi minimum olmaktadır. (Yeo ve Smith, 2004).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Deneme Alanlarının Belirlenmesi

Bu arařtırmada Kayın Gövdeli Akaaća odununun bazı teknolojik özellikleri üzerine bölge farklılıćının etkisinin ortaya konması amaçlandığı için, ülkemizdeki doćal yetiřme alanları belirlendikten sonra deneme alanı olarak alınabilecek bölgeler saptanmıřtır. Daha sonra bölgeler içerisinde yaklaşık aynı rakımda deneme alanları alınabilmesi için gerekli arařtırma ve ölçümler yapılmıř ve Batı Karadeniz Bölgesinde Gölyaka Orman İřletme Mdrlć’ne baćlı Kardüz İřletme řeflići, Orta Karadeniz Bölgesinde Ordu Orman İřletme Mdrlć’ne baćlı ambařı Orman İřletme řeflići ve Doću Karadeniz Bölgesinde Maçka Orman İřletmesi Mdrlć’ne baćlı Esiroćlu Orman İřletme řeflići deneme alanı olarak seçilmiřtir.

2.2. Deneme Alanlarının Tanıtımı

Deneme alanlarının konum, iklim, anakaya ve toprak yapısı ve meşcere yapısıyla ilgili bilgiler ařaćıda verilmiştir.

2.2.1. Gölyaka-Kardüz Deneme Alanı

Kardüz Orman İşletme řeflići Batı Karadeniz Bölgesi’nde i kesimde yer almaktadır. Ormanlar yaklaşık 300 metre rakımlı Aksu deresinden başlayıp 1669 metreye kadar hızla yükselen yamaçlar üzerinde yer almaktadır. şeflik toplam 5047,8 ha olup, bu alanın 3909,8 ha’sı ormanlık alan, 1138 ha’da orman dışı alandır.

Coğrafi olarak; 40⁰ 39' 54''–40⁰ 45' 49'' kuzey enlemleri ile, 30⁰ 54' 08''–31⁰ 01' 49'' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Anonim, 2001a).

Deneme alanının iklimi Karadeniz ikliminin Batı Karadeniz alt tipidir. Bu tipin karakteristikleri; Doğu Karadeniz'e göre nispeten daha az yağış, gerek kışın gerekse yazın daha düşük sıcaklıklara sahip olmasıdır. Düzce ili Batı Karadeniz iklimi özelliğinin etkisinde bulunmakla birlikte coğrafik yapısının özellikleriyle bu etki sınırlanmış ve farklı iklim karakterleri oluşmuştur. Akdeniz makro iklim kuşağının içinde bulunduğu, Marmara ikliminin etkilerini almaktadır. Batı Karadeniz iklimi oransal olarak diğer Karadeniz iklim tiplerinden daha az yağış almakta olup, yazın ve kışın daha düşük sıcaklıklar görülmektedir. Kuzey Anadolu sahili boyunca uzanan dağlar kıyı ikliminin değil, aynı zamanda kara ikliminin de tesiri altındadır. Bu nedenle iklim yazları genellikle serin, kışları mutedil ve yağışlı ise de, kara ikliminin tesiri altında kışın sert, rutubetli, yükseklerde kar yapan, yazın çok sıcak olmayan, bazen sıkıntılı ve kurak bir iklim karakterine sahiptir.

Meteorolojik verilere göre Düzce'nin ortalama sıcaklığı 13 °C, ortalama yıllık yağış 837 mm olmasına rağmen yaz aylarında ortalama yağış diğer aylara göre düşüktür. Vejetasyon dönemi nisan ayında başlamakta ve ekim sonlarına kadar sürmektedir.

Sargıncı (2005) Yaltırık (1953)'e atfen Düzce'nin jeolojik yapısının genç alüvyonlardan oluştuğunu belirtmiştir. Güney yamaçlarda Pleistosen Alüvyonu, kuzeye doğru Eosen-kalker kumlu şist ve andezit alanları mevcuttur. Havza püskürük, tortul ve metamorfik kayalardan oluşmuştur.

Kardüz Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı'na (2001–2010) göre bölgede bulunan ağaç türleri, ağaççık ve çalılar aşağıda sıralanmıştır.

Ağaç Türleri: Karaçam (*Pinus nigra*), Sarıçam (*P. sylvestris*), Gökmar (*Abies bormulleriana*), Kayın (*Fagus orientalis*), Meşe (*Quercus spp.*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Titrek Kavak (*Populus tremula*), Dişbudak (*Fraxinus spp.*), Akçaağaç türleri (*Acer spp.*), Üvez türleri (*Sorbus spp.*), Yabani Kiraz türleri (*Prunus spp.*), Kestane (*Castanea sativa*).

Ağaççık ve Çalılar: Porsuk (*Taxus baccata*), Fındık Türleri (*Corylus spp.*), Söğüt Türleri (*Salix spp.*), Orman Güllü (*Rhododendron spp.*), Yemişen (*Craetagus monegyna*), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium*), Yaban güllü (*Rosa canina*), Karayemiş (*Prunus laurocerasus*), Kızılcık (*Cornus mas*).

2.2.2. Ordu-Çambaşı Deneme Alanı

Ordu Çambaşı İşletme Şefliği Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Coğrafik olarak 37° 40' 16" - 37° 51' 03" doğu boylamları ve 40° 32' 44" - 40° 47' 31" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Bölgenin genel sahası 31.949 ha olup bunun 10.342,5 ha ormanlık, 21.606,5 ha açıktır. Şefliğin arazisi kuzey ucunda Melet ırmağı kenarında 250m. den başlayarak, güney sınırında bulunan Göndeliş Tepesinde 2716 m. rakıma ulaşmaktadır (Anonim, 2001b).

Deneme alanının iklimi Karadeniz ikliminin Orta Karadeniz alt iklim tipine girmektedir. En yakın rasat istasyonu Ordu Meteorolojik Rasat İstasyonu'dur.

Arazinin anakayasını andezit-bazalt kayalar oluşturmaktadır. Andezitik kayalar içerisinde arakatlı halinde ince kumtaşı, kıltaşı ve çamurtaşı seviyeleri mevcuttur.

2.2.3. Maçka-Esiroğlu Deneme Alanı

Deneme alanı olarak seçilen Esiroğlu Orman İşletme şefliği; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlıdır. Batısında Yeşiltepe ve Maçka Orman İşletme şeflikleri, kuzeyinde Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, doğusunda Sürmene Orman İşletme şefliği, güneyinde Meryemana Orman İşletme şefliği bulunmaktadır. Toplam alanı 24.312, 3 hektardır (Anonim, 2001c).

Karadeniz'e paralel uzanan dağların, umumiyetle kuzeye bakan yamaçlarında bulunmaktadır. Arazi genellikle dik yer yer de sarp olarak tanımlanmaktadır. Bazı kısımlarında ok sarp kayalık kesimlerde görülmektedir.

Deneme alanının iklimi Karadeniz ikliminin Doğu Karadeniz alt iklim tipine girmektedir. Doğu Karadeniz iklimi, kışları ılık, yazları sıcak, ok yüksek yağışlara sahip bir iklimdir. En yakın rasat istasyonu Trabzon Meteorolojik Rasat İstasyonu'dur.

Arazi genellikle volkanik kaya tabakaları ihtiva eden kratese sahalarıdır. Yüksek ve sarp kısımlarda ise platonik ve kristalin şist sahaları, pramit, dranit ve asit etziv kütlelerle birlikte bulunur. Anakaya kil ve kum şistlerinden ibarettir.

Yetişme ortamı şartlarına göre Ladin ve Kayın ana ağaç türleridir. Ayrıca Kızılağaç, Grgen, Göknar, Kestane, Sarıçam, Kavak, şimşir, Meşe, Fındık, türleri de asli ağaç türleriyle karışık veya küçük grup ya da küme halinde saf veya karışık olarak bulunurlar.

Düzce, Trabzon ve Ordu'dan alınan deneme ağaçlarına ve yetişme ortamı şartlarına ait tanıtıcı bilgiler izelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3: Düzce, Trabzon ve Ordu'dan Alınan Deneme Ağaçlarına ve Yetiştirme Ortamı Şartlarına Ait Tanıtıcı Bilgiler

	Trabzon				Düzce				Ordu			
Deneme Alanı No	I		II		I		II		I		II	
Ağaç No	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Yaş	80	83	83	82	84	93	133	137	68	66	97	113
Çap (cm)	38	38,6	35	35,4	36,3	38,2	45,5	48,6	26	25,2	31,2	30,7
Boy (m)	17,6	21,4	17,8	16,7	20,4	23.6	22,6	24,10	15,4	13,6	14,4	14,1
Rakım (m)	1340		1307		1306		1230		1520		1453	
Eğim (%)	60		47		61		45		67		40	
Bakı	K		K		K-KB		K		K		GB	
Ortalama Sıcaklık (°C)	14,5				13				14,1			
Bağıl Nem (%)	71				74				71			
Ortalama Toplam Yağış (mm)	830,1				837,5				1038,8			
Toprak (30-60cm)	Kumlu Balçık				Killi Balçık				Kumlu Killi Balçık			

Deneme alanında bulunan diğ er vejetasyon tipleri ise; S  tleğ en, Ormang  l  , Orman sarmaşığı, Isırgan otu, B  ğ  rtlen, Yabani   vez, Ayı   z  m  , M  rver, Funda, Yabani   ilek, Atkuyruğu, Kızılıcık ve   ayır otlarıdır.

2.3.   rnek Ağ a ların Se imi ve Seksiyonların Alınması

Deneme alanlarında yapılan   l    mler sonucunda her     b  lgeden yaklaşık aynı rakımdan ortalama   apa sahip bireyler deneme ağ acı olarak se ilmiştir. Her b  lgede iki deneme alanı belirlenerek her deneme alanından 2 adet olmak   zere her b  lgeden toplam 4 adet deneme ağ acı alınmıştır. Her deneme alanında ağ a ların ortalama g  ğ  s   apları   l    lm  ş ve ortalama   apa sahip d  zg  n g  vdeli, reaksiyon odunu i  ermeyen,   ok budaklı ve    r  k vb. kusurlar bulunmayan ağ a lar deneme ağ acı olarak se ilmiştir.

Belirlenen her deneme ağ acına bir numara verilmiş, kuzey y  nleri işaretlenmiş ve kesimi yapılarak, gerekli   l    meler yapılmıştır. Her b  lgeden 4'er adet olmak   zere toplam 12 adet deneme ağ acı kesilmiştir.

Deneme ağ a larının kesimi ve dal temizlemesi tamamlandıktan sonra, her deneme ağ acından k  kten itibaren 0.30–1.30-2.30 ve bundan sonra her iki metrede bir tepeye kadar 15 cm y  ksekliğ inde g  vde seksiyonları alınarak yoğ unluk ve hacim ağırlık değ eri tespitinde kullanılacak   rnekler hazırlanmıştır. Ayrıca, ağ a ların 2.30 ve 4.30 metreleri arasından 1.5 m.'lik g  vde par  aları alınmıştır. Elde edilen b  t  n par  aların   zerine alındığı yer, ağ a  numarası ve ağ a tan alındığı y  kseklik anlaşılacak şekilde numaralandırılmış ve kuzey y  n   işaretlenmiştir.

2.4. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deneme ağaçlarından alınan 15 cm'lik seksiyonlardan Kuzey–Güney ve Doğu–Batı yönünde 2 cm genişliğinde şeritler kesilmiş ve bu şeritlerin üzerinde de 2 cm' lik çizgiler çizilerek örnek en kesitleri belirlenmiştir. Liflere paralel yönde 3 cm'lik kısımlarda belirlenerek 2x2x3 cm'lik yoğunluk ve hacim ağırlık örnekleri hazırlanmıştır. Örneklerin çatlak, budak vb. kusurları içermemesine dikkat edilmiştir. Kusurlu örnekler yenileriyle değiştirilmiştir.

Ağaçların 2.30–4.30 m.'lik kısımlarından alınan 1.5 m.'lik gövde kısımları mekanik test örnekleri ve fiziksel özelliklerden olan çalışma örneklerinin hazırlanmasında kullanılmıştır. Bu amaçla gövde parçasının Kuzey–Güney ve Doğu–Batı yönünde 5 cm'lik tahtalar biçilmiş ve bunlardan öncelikle sertlik deney örnekleri kesilmiştir. Daha sonra tahtanın kalınlığı mekanik deney örnek boyutları dikkate alınarak azaltılmış ve sırasıyla, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok) direnci, liflere dik çekme direnci, basınç direnci ve çalışma örnekleri elde edilmiştir.

Numaralandırma Kuzeyden Güneye ve Doğudan Batıya doğru yapılmış ve numaralar örneklerin radyal yüzeyine yazılmıştır. Elde edilen bütün örnekler zımparalanmış ve klimatize edilmişlerdir. Örnek boyutları deney yöntemleri açıklanırken verilmiştir.

2.5. Makroskopik Özellikler

Odunun makroskopik özellikleri, çıplak gözle ya da lup (10x) altında incelendiğinde görülebilen özellikleridir. Makroskopik özelliklerden; kabuk yüzdesi ve yıllık halka ölçümleri tespit edilmiştir.

2.5.1. Kabuk ve Odun Hacmi

Alınan deneme ağaçlarının 0,30 m. yüksekliğindeki seksiyondan itibaren 2 metrede bir alınan seksiyonların, hem kabuklu, hem de kabuksuz çapı ölçülerek Smalian formülüne göre hacmi bulunmuştur. Uçlardaki yüzey ortalaması yardımıyla hacim bulma formülü şu şekildedir (Kalıpsız, 1994).

$$V = 1/2 \times (g_o + g_n) \times L$$

Formülde;

$$V = \text{Hacim (cm}^3\text{)}$$

$$L = \text{Tomruk boyu (cm)}$$

$$g_o = \text{Kalın uçtaki kesit yüzey alanı (cm}^2\text{)}$$

$$g_n = \text{İnce uçtaki kesit yüzey alanı (cm}^2\text{)}$$

$$g = (\pi/4) \times D^2$$

$$D = \text{Çap}$$

Ağaçların nayloid olan dip kısımları silindirik, uç kısımları ise konik kabul edilerek hacimlendirilmiştir. Ağaçların hacimleri kabuklu ve kabuksuz olarak hesaplanmış, kabuk yüzdesi aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (As, 1992).

$$\text{Kabuk Yüzdesi} = \frac{\text{Kabuklu hacim} - \text{Kabuksuz hacim}}{\text{Kabuklu hacim}} \times 100$$

2.5.2. Yıllık Halka Ölçümleri

Alınan deneme ağaçlarının yıllık halka genişlikleri, yaz odunu genişlikleri ve yaz odunu katılım oranları belirlenmiş ve her bölgeden birer ağaca ait yıllık halka kronolojileri grafiksel olarak gösterilmiştir.

2.5.2.1. Yıllık Halka Genişliği

Fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde belirleyici bir rol oynayan yıllık halka yapısı incelenmesi gereken bir faktördür.

Yıllık halka ölçümleri için her deneme alanında birer deneme ağacı seçilmiştir. 0,30 m. seksiyonlarından Kuzey-Güney doğrultusunda özü de içine alan 2 cm genişliğinde şeritler alınmıştır. Alınan şeritlerin enine kesitleri zımparalanarak yıllık halkalar belirgin hale getirilmiştir. Daha sonra örneklerin enine kesitlerine yıllık halkalara dik doğrultuda özden geçen bir çizgi çizilmiş ve ölçmeler bu çizgi üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Deneme ağaçlarından hazırlanan örnekler üzerinde 0,01 mm hassasiyetinde kuzey doğrultudan başlamak üzere çevreden öze doğru ilkbahar odunu ve yaz odunu genişlikleri ölçülmüştür. Yıllık halka genişliği, ilkbahar odunu genişliği ve yaz odunu genişliği toplanmak suretiyle elde edilmiştir. Böylece ağacın ömrü boyunca gösterdiği yıllık halka genişlikleri ve yaz odunu genişlikleri, buna bağlı olarak yaz odunu katılım oranı değişimleri belirlenmiştir.

2.5.2.2. Yıllık Halka Kronolojisi

Her bölgeden birer adet deneme ağacından elde edilen verilerle, ağacın kesildiği yıldan itibaren 0,30 m. seksiyonlarında ölçülen yıllık halka sayısı kadar geri gidilerek apsis eksenine yıllar işaretlenmiştir. Ordinat eksenine ise sırası ile yaz odunu genişliği, yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranı değerleri işaretlenmiş ve bilgisayar yardımı ile grafikleri çıkarılmıştır.

Yaz odunu katılım oranı yaz odunu genişliğinin, içinde bulunduğu yıllık halka genişliğine oranlanması ve 100 ile çarpılması suretiyle elde edilmiştir.

2.6. Fiziksel Özellikler

Ağaç malzemenin fiziksel özelliklerinden yoğunluk, hacim ağırlık değeri ve odun-su ilişkileri araştırılmıştır.

2.6.1. Yoğunluk

Odunun termik, akustik ve elektriksel özellikleri, sorpsiyon oranları, birim hacimden elde edilebilecek hücre çeper miktarı, mekanik özelliklere karşı gösterdiği direnç, sertlik, aşınmaya karşı gösterdiği mukavemet, taşıma, tutkallama, kurutma, emprenye ve işlenme kabiliyeti üzerine direkt olarak etkili olan bir özelliktir (As, 1992).

Yoğunluk odunun kalitesi hakkında önceden fikir veren bir kriter durumundadır (As, 1992).

Yoğunluk tayini TS 2472 (1976)'ye göre yapılmıştır. Buna göre deneme alanlarından alınan seksiyonlardan deneme örnekleri hazırlanmıştır. Bu amaçla bütün seksiyonlardan önce kuzey-güney ve daha sonra doğu-batı doğrultularında öz ortada kalacak şekilde 2 cm genişliğinde tahtalar kesilmiştir. Bu tahtalardan da lif doğrultusunda 3 cm boya sahip şeritler kesilmiş ve bu şeritler 2 cm genişliğinde kesilmek suretiyle 2x2 cm² enine kesitinde ve 3 cm boyunda yoğunluk tespit numuneleri elde edilmiştir. Hazırlanan örneklerin özü ve budak, çatlak, çürüklük gibi kusurları içermemesine dikkat edilmiş ve kusurlu numuneler iptal edilerek yenileriyle değiştirilmiştir. Elde edilen numunelerin radyal yüzeylerine bölge, ağaç, seksiyon ve örnek numaraları kaydedilmiştir.

2.6.1.1. Hava Kuru Yoğunluk

Hazırlanan örnekler 20°C ± 2 sıcaklık ve bağıl nemin % 65 ± 5 olduğu bir ortamda değişmez ağırlığa gelinceye kadar klimatize edilmiş ve böylece hava kuru olan %12 rutubet derecesine getirilmiştir.

Örneklerin yaklaşık olarak %12 rutubet derecesine ulaşmaları sağlandıktan sonra, radyal, teğet ve boyuna yönlerdeki uzunlukları 0,001 mm hassasiyetle ölçülmüş ve numunelerin hacimleri tespit edilmiştir. Daha sonra 0,01 gr duyarlılıkta ölçüm yapabilen hassas bir terazi de her bir örneğin ağırlıkları belirlenmiştir. Hava kuru yoğunluklar aşağıdaki formülle bulunmuştur (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$D_{12} = W_{12} / V_{12}$$

Formülde;

D_{12} : Hava kurusu yoğunluk (g/cm³)

W_{12} : Hava kurusu ağırlık (g)

V_{12} : Hava kurusu hacim (cm³)

Hava kurusu yoğunluğun tespitinde, örneklerin hepsinin rutubetinin %12 olmasının pratikte % 100 mümkün olmaması nedeniyle, %12'den sapma gösteren örneklerin %12 rutubete dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için örneğin ölçüldüğü andaki rutubetinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Örneklerin rutubeti aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$M = (W_m - W_0) / W_0 \times 100$$

Formülde;

M : Örnek içerisindeki rutubet yüzdesi (%)

W_m : Örneğin rutubetli ağırlığı (g)

W_0 : Örneğin tam kuru ağırlığı (g)

Elde edilen verilere dayanılarak %12'den sapma gösteren örnekler belirlendikten sonra Janka'nın aşağıdaki formülü kullanılmak suretiyle % 12 rutubetteki değerlerine dönüştürülmüştür (As, 1992).

$$r_2 = r_1 + p^1 \times (m_2 - m_1)$$

Formülde;

r_2 : %12 rutubetteki yoğunluk

r_1 : Örneğin %12'nin dışındaki rutubette sahip olduğu yoğunluk

p^1 : Rutubet ile yoğunluk arasındaki ilişkiyi gösteren sabit değer

m_2 : %12 rutubet

m_1 : Çevrilecek olan yoğunluk değerinin ait olduğu su miktarı yüzdesi

Formüldeki p^1 sabitesi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (As, 1992).

$$p^1 = (r_2 - r_1) / (m_2 - m_1)$$

Formülde;

p^1 : Rutubet ile yoğunluk arasındaki ilişkiyi gösteren faktör

r_1 : Tam kuru yoğunluk

r_2 : Örneğin sahip olduğu rutubetteki yoğunluğu

m_1 : %0 rutubet

m_2 : Örneğin ölçüldüğü andaki rutubeti

Burada hesaplanan p^1 değeri, numunelerin rutubetinin % 12'ye dönüştürülmesinde kullanılmıştır.

2.6.1.2. Tam Kuru Yoğunluk

Hava kurusu ölçümleri yapılan örnekler, kurutma dolabına konmuş ve kurutma dolabı sıcaklığı kademeli olarak $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ye çıkartılmıştır. Değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulan örnekler desikatörde soğutulduktan sonra boyutları ve ağırlıkları tespit edilerek aşağıdaki formüle göre tam kuru yoğunlukları hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$D_o = W_o / V_o$$

Formülde;

D_o : Tam kuru yoğunluk (g/cm³)

W_o : Tam kuru ağırlık (g)

V_o : Tam kuru hacim (cm³)

2.6.1.3. Yoğunluğun Boyuna Yönde Değişimi

Tam kuru yoğunluğun boyuna yönde değişimini incelemek üzere her bölgeden bir adet ağaç seçilmiş ve bu ağaçların her seksiyonundaki yoğunluk değerinin ortalamaları belirlenmiştir. Daha sonra her bölgede 1 adet deneme ağacında boyuna yönde yoğunluk değişimi grafik üzerine aktarılmıştır. Bu amaçla Düzce’de 2 nolu, Ordu’da 3 nolu ve Trabzon’da 3 nolu deneme ağaçları kullanılmıştır.

2.6.1.4. Yoğunluk ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki

Yıllık halka genişliği odunun fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemesi bakımından çok önemlidir.

Bu amaçla tam kuru rutubete getirilen örneklerin yoğunlukları tespit edildikten sonra enine kesitlerinde tam olarak bulunan yıllık halkaların hepsi 0,01 mm hassasiyetinde ölçülmüş, bulunan toplam değer, ölçülen yıllık halka sayısına bölünmek suretiyle örneğin tam yıllık halka genişliği bulunmuştur. Daha sonra bulunan bu değerler yardımıyla grafikler çizilmiş, denklemleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren belirlilik katsayıları (R^2) grafik üzerinde gösterilmiştir.

2.6.2. Hacim Ağırlık Değeri

Hacim ağırlık değeri, taze veya yaş haldeki 1 m³ odunda kaç kilogram kuru odun maddesi bulunduğunu göstermektedir. Hammadde alımlarını m³, satışlarını ise ton olarak yapan kağıt ve selüloz sanayisi için hacim ağırlık değeri önem arz

etmektedir. Denemeler için yoğunluk değerinin tayininde kullanılan örneklerden yararlanılmıştır.

Tam kuru yoğunluğun tespiti sırasında örneklerin tam kuru ağırlıkları bulunmuştur. Bu deneyden sonra örnekler su içerisine atılmış ve suya tam olarak batmaları sağlanmıştır. Böylece örneklerin rutubet miktarı lif doygunluğu noktasının üzerine çıkarılarak boyutları değişmez hale getirilmiştir.

Daha sonra sudan çıkarılan örnekler kurutma kağıdı yardımı ile kurutularak boyutları 0,001 mm duyarlılıkla ölçölmüş ve böylece hacimleri tespit edilmiştir. Elde edilen verilere dayanarak hacim ağırlık değeri aşığıdaki formöle göre hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$R = W_o / V_t$$

Formölde;

R : Hacim yoğunluk değeri (g/cm³)

W_o : Tam kuru ağırlık (g)

V_t : LDN'deki hacim (cm³)

2.6.3. Odun Su İlişkileri

Odun-su ilişkileri ile ilgili olarak daralma ve genişleme değerleri, lif doygunluğu noktası ve odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarları belirlenmiştir.

2.6.3.1. Çalışma (Sorpsiyon) Denemeleri

Lif doygunluğu noktasına kadar odun, bünyesine su almak sureti ile genişlemekte, su vermekle de daralmaktadır. Odun boyutlarında bu şekilde meydana gelen değişmeye “çalışma” denmektedir. Çalışma üç ana eksen yönünde ağacın ultramikroskopik yapısından ve anatomik yapısından kaynaklanan bir farklılık göstermektedir. Çalışma en fazla teğet yönde en az liflere paralel yönde olmaktadır. Radyal yöndeki çalışma teğet yöndekinin yaklaşık yarısı kadardır.

Çalışma deneyleri için örnekler, 2 m’lik gövde kısımlarından elde edilmiştir. Türk standartlarında genişleme şişme olarak, daralma ise çekme olarak adlandırılmaktadır. Çalışma denemeleri TS 4083, 4084, 4085 ve 4086 (1983)’ya uygun olarak yürütülmüştür. Deney örnekleri 20x20x30 mm boyutlarında hazırlanmıştır.

Daralma miktarını belirlemek için hava kurusu haldeki örnekler, 20 ± 5 °C sıcaklıkta damıtık su içerisine batırılarak bekletilmiştir. Örneklerin tamamen su içerisine batmasını sağlamak amacıyla üzerlerine ağırlık konulmuştur. Seçilen örneklerde periyodik olarak yapılan ölçümler sonucunda son iki ölçü arasındaki fark 0,02 mm’yi aşmaması durumunda örneklerin lif doygunluğu noktasına ulaştığı kabul edilmiştir. Daha sonra örnekler sudan çıkarılmış ve kurutma kağıdı ile fazla suları alınmıştır. Örnek boyutları 0,001 mm duyarlılıkta kompasla ölçülmüştür.

Kurutma dolabına yerleştirilen örneklerde çatlama meydana gelmesini önlemek amacıyla kurutma dolabı sıcaklığı kademeli olarak 50 °C, 75 °C ve 103 ± 2 °C ye çıkartılmıştır. Kurutma dolabında 103 ± 2 °C sıcaklıkta tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru haldeki boyutları

0,001 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Daralma yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\beta_{r, t, l} = ((l_{r, t, l \max} - l_{r, t, l \min}) / l_{r, t, l \max}) * 100$$

$\beta_{r, t, l}$ = Radyal, teğet ve boyuna daralma yüzdeleri (%)

Boyuna, radyal ve teğet yöndeki daralma yüzdeleri (β_l , β_r , β_t) ayrı ayrı değerler hesaplanmış, hacimsel daralma yüzdesi (β_v) ise bu daralma yüzdelerinin toplamından elde edilmiştir.

$$\beta_v = \beta_l + \beta_r + \beta_t$$

Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için örnekler önce kurutma fırınlarına konulmuş ve 103 ± 2 °C sıcaklıkta tam kuru hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan örneklerin tam kuru boyutları ölçülmüştür. Daha sonra, örnekler tam doygun hale gelinceye kadar daha önce açıklandığı gibi su içerisinde bekletilmiştir. Örneklerin boyutları 0,001 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Genişleme yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\alpha_{r, t, l} = ((l_{r, t, l \max} - l_{r, t, l \min}) / l_{r, t, l \min}) * 100$$

$\alpha_{r, t, l}$ = Radyal, teğet ve boyuna genişleme yüzdeleri (%)

Boyuna, radyal ve teğet yöndeki genişleme yüzdeleri (α_l , α_r , α_t) için ayrı ayrı değerler hesaplanmış, hacimsel genişleme yüzdesi (α_v) ise genişleme yüzdelerinin toplamından elde edilmiştir.

$$\alpha_v = \alpha_r + \alpha_t + \alpha_l$$

2.6.3.2. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti

Lif doygunluğu rutubeti (LDN), hücre çeperinin tamamen su ile doygun olduğu fakat hücre boşluklarında suyun hiç bulunmadığı durumdur. Bu noktadan

sonra odun su almaya devam etse bile boyutlarında önemli bir değişme meydana gelmez. Bu nedenle odunda çalışma LDN'nin altındaki rutubetlerde meydana gelmektedir. LDN ağaç türlerine göre farklılık göstermektedir. LDN odunun direnç özellikleri içinde önemli bulunmaktadır. Bu değer altındaki rutubetlerde dinamik dirençler hariç statik dirençler, su miktarının artması ile azalmakta, azalması ile artmaktadır. Bu rutubet derecesinin üstünde rutubet artsa dahi dirençte bir farklılık görülmemektedir.

Lif doygunluğu rutubet derecesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$LDN = \beta_v / R$$

Formülde;

LDN : Lif doygunluğu rutubeti (%)

β_v : Hacimsel daralma yüzdesi (%)

R : Hacim yoğunluk değeri (g/cm^3)

2.6.3.3. Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Ağaç malzemenin mantarlara karşı dayanımını artırmak ve boyutsal değişimi azaltmak için yapılan emprenye işleminde bu değer bilinmesi önemlidir.

Bu değer aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken hücre çeperi yoğunluğu 1.50 gr/cm^3 olarak kabul edilmiştir (Örs, 1986).

$$r_{\max} = \text{LDN} + ((D'_0 - D_0) / (D'_0 \times D_0)) * 100$$

$r_{\max}$: Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı (%)

D'_0 : Hücre çeperi tam kuru yoğunluğu (g/cm³)

LDN : Lif doygunluğu rutubeti (%)

D_0 : Tam kuru yoğunluk (g/cm³)

2.6.4. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları

Bütün selülozik malzemelerde olduğu gibi odun içinde de boşluklar bulunmaktadır. Yapılacak olan bazı hesaplamalarda hücre çeperinin yoğunluğunun bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle hücre çeperi yoğunluğu değişik araştırmacılar tarafından hesaplanmış ve ortalama bir değer olarak 1,50 g/cm³ bulunmuştur. Tabiatta bulunan ağaç türleri odunlarının odunsu hücre çeper yoğunlukları yaklaşık olarak birbirine eşittir. Yoğunluklardaki farklılaşmalar ağaç türü, anatomik yapı, iklimik ve edafik faktörlerin değişiklik göstermesi ve buna bağlı olarak hücre çeperi iştirak oranının farklı olmasından ileri gelmektedir.

Hücre çeperi hacmini bulmak amacı ile aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$V_{\text{ç}} = D_0 / D_{\text{ç}} \times 100$$

Formülde;

$V_{\text{ç}}$ = Hücre çeperi hacmi (%)

D_0 = Tam kuru yoğunluk (g/cm³)

$D_{\text{ç}}$ = Hücre çeperi yoğunluğu (g/cm³)

Burada;

$D_{\text{ç}} = 1,5 \text{ g/cm}^3$ olarak alınmıştır.

Tam kuru haldeki odunun içerisindeki hava boşluğu oranı (P) aşağıdaki formülden hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$P = (1 - D_0 / 1,5) * 100$$

Formülde;

P = Hava boşluğu oranı (%)

Do = Tam kuru yoğunluk (g/cm³)

2.7. Mekanik Özellikler

Mekanik özellikler, ağaç malzemede gerilme, deformasyon ve kırılmalara yol açan mekanik cinsten dış kuvvet ile yüklemelere, odunun karşı koyma derecesini ve durumunu ortaya koymaktadır. Bu özellikler, ağaç türüne, yoğunluğuna, rutubet miktarına, ısı derecesine, coğrafi orijine, yetiştirme muhiti şartlarına, anatomik yapıya, kimyasal bileşime, çürük ve sağlam oluşa, kusurların bulunup bulunmamasına, kuvvetin tesir yönü ile lif doğrultusu arasındaki açıya göre farklılık göstermektedir (Bozkurt ve Göker, 1996).

Deneylerde 1 ve 10 tonluk universal ağaç malzeme test makinesi ve pandüllü çekiç aleti kullanılmıştır. Mekanik özellikler olarak liflere paralel basınç, eğilme, eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok), liflere dik çekme dirençleri ile Janka sertlik değeri belirlenmiştir.

2.7.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Kalite Değerleri

Liflere paralel basınç direnci denemeleri TS 2595/1977'ye göre yürütülmüştür. 20x20x30 mm boyutlarında kusursuz örnekler hazırlanmıştır.

Örnekler iklimlendirme dolabında $20^{\circ}\text{C} \pm 2$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık $\%12$ olması sağlanmıştır. İklimlendirme işleminden sonra, örneklerin enine kesit boyutları uzunluk ekseninin ortasından $\pm 0,01$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Deney hızı, örnekler makinede 1,5-2 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış, kırılma anındaki kuvvet ($P_{\max}$) 0,01 duyarlıkta ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\delta_B = P_{\max} / a \times b$$

Formülde;

δ_B : Liflere paralel basınç direnci (N/mm^2)

$P_{\max}$: Kırılma anındaki kuvvet (N)

a, b : Örnek enine kesit boyutları (mm)

Deneylerden sonra örnek rutubetleri TS 2471'e göre belirlenerek, rutubetleri $\%12$ 'den farklı olan örneklerin basınç direnci değerleri aşağıdaki formül kullanılarak $\%12$ rutubetteki liflere paralel basınç direnci değerlerine dönüştürülmüştür.

$$\delta_{B\ 12} = \delta_{B\ r} * [1 + 0,05 (M_2 - 12)]$$

Formülde;

$\delta_{B\ 12}$ = $\% 12$ rutubetteki basınç direnci (N/mm^2)

$\delta_{B\ r}$ = $\% r$ rutubetteki basınç direnci (N/mm^2)

M_2 = Deney anındaki örnek rutubeti (%)

Şekil 2'de liflere paralel basınç direnci deneylerinde kullanılan örneklerde meydana gelen kayma şekilleri gösterilmiştir.



Şekil 2. Basınç Direnci Örneklerinde Kayma Şekilleri

Basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişkiye dayanarak statik kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır (Berkel, 1970).

$$St = \delta_{B\ 12} / D_{12} \times 100$$

Formülde;

$\delta_{B\ 12}$: %12 rutubetteki basınç direnci (kp/cm²)

D_{12} : % 12 rutubetteki yoğunluk (g/cm³)

Liflere paralel basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişkiye dayanarak spesifik kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (As, 1992).

$$Sp = \delta_{B12} / (D_{12})^2 \times 100$$

Formülde;

$\delta_{B\ 12}$: %12 rutubetteki basınç direnci (kg/cm²)

D_{12} : % 12 rutubetteki yoğunluk (g/cm³)

2.7.1.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ile Yoğunluk Arasındaki İlişki

Basınç direnci örneklerinin yoğunlukları belirlenmiş, bütün örnekler %12 rutubete sahip olmadığından sapma gösterenlerin %12 rutubetteki yoğunlukları hesaplanmış, yoğunluk ve liflere paralel basınç direnci arasındaki ilişki gösterilerek her bölge için ayrı ayrı grafikler çizilmiş, denklemleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren belirlilik katsayıları (R^2) grafik üzerinde gösterilmiştir.

2.7.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyleri TS 2474/1976 esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Örnekler ağacın 2,30-4,30 m'lik kısımlarından 20x20x360 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler zımparalanmış ve iklimlendirme dolabında 20 ± 2 °C sıcaklık ve 65 ± 5 bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık %12 olması sağlanmıştır. Klimatize işleminden sonra, örneklerin enine kesit boyutları (eni radyal yönde, kalınlığı teğet yönde) uzunluk ekseninin ortasından $\pm 0,01$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık, kalınlığın 15 katı ($2 \times 15 = 30$) olacak şekilde yerleştirilmiş yük deney örneklerinin radyal yüzüne yıllık halkalara teğet yönde ve deney örneğinin tam orta kısmından uygulanmıştır. Deney hızı, örnekler makinede $1,5 \pm 0,5$ dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış, kırılma anındaki kuvvet (P_{max}) ± 1 kp duyarlıkta ölçülerek eğilme direnci aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\delta_E = (3 \times P_{\max} \times L_s) / (2 \times b \times h^2)$$

Formülde;

δ_E : Eğilme direnci (N/mm²)

$P_{\max}$: Kırılma anındaki kuvvet (N)

L_s : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b : Örnek genişliği (mm)

h : Örnek kalınlığı (mm)

Deneylerden sonra, her bir örneğin rutubet miktarı kırılma bölgesine yakın kısımdan alınan 20x20x30 mm boyutlarında örnekler yardımıyla belirlenmiştir. Rutubetleri % 12'den farklı olan örneklerin eğilme direnci değerleri aşağıdaki formül kullanılarak % 12 rutubetteki eğilme direnci değerlerine dönüştürülmüştür.

$$\delta_{E\ 12} = \delta_{Em} * [1 + 0,04 (M_2 - 12)]$$

Formülde;

$\delta_{E\ 12}$ = % 12 rutubetteki eğilme direnci (N/mm²)

δ_{Em} = % m rutubetteki eğilme direnci (N/mm²)

M_2 = Deney anındaki örnek rutubeti (%)

2.7.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesinde eğilme direnci örneklerinden yararlanılmış ve deneyler TS 2478/1976 esaslarına göre yürütülmüştür. Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi için eğilme direnci deneyleri yapılırken her ağaçtan en az bir ve böylece her gruptan en az üç örnekte kırılma yükü değeri belirlendikten sonra, ortalama değer dikkate alınarak bu değer 3'e bölünmüş ve bu yüke kadar elastik deformasyon bölgesi kabul edilmiştir. Bu

bölgede uygulanan kuvvete karşılık gelen eğilme (deformasyon) miktarı makine üzerinde yer alan dijital bir aparat yardımı ile 0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Elastik bölgede uygulanan yüklere karşılık meydana gelen eğilmelerden yararlanılarak aşağıdaki formül yardımı ile elastikiyet modülü hesaplanmıştır.

$$E = (\Delta P \times L_S^3) / (4 \times f \times b \times h^3)$$

Formülde;

E = Elastikiyet modülü (N/mm²)

ΔP = Elastik bölgedeki kuvvet (N)

L_S = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b = Örnek genişliği (mm)

h = Örnek yüksekliği (mm)

f = Eğilme miktarı (mm)

Rutubetleri % 12'den farklı olan deney örneklerinin elastikiyet modülü, her örneğin rutubeti ayrı ayrı belirlenerek aşağıdaki formülden % 12 rutubetteki elastikiyet modülüne dönüştürülmüştür.

$$E_{12} = E_r * [1 + 0,02 (M_2 - 12)]$$

Formülde;

E_{12} = % 12 rutubetteki elastikiyet modülü (N/mm²)

E_m = % m rutubetteki elastikiyet modülü (N/mm²)

M_2 = Deney anındaki örnek rutubeti (%)

2.7.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

Deneyler TS 2477/1976 esaslarına göre yürütülmüştür. Deney örnekleri 20x20x300 mm boyutlarında hazırlandıktan sonra iklimlendirme dolabında 20 ± 2 °C

sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık %12 olması sağlanmıştır. İklimlendirme işleminden sonra, örneklerin radyal yönü genişlik, teğet yönü de kalınlık alınmak suretiyle boyutları örneğin ortasından ± 0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür.

Şok direnci deneyi pandüllü çekiç kullanılarak yapılmıştır. Örnekler makineye çarpma, radyal yüzeye olacak şekilde yerleştirilmiştir. Pandül şeklindeki çekiç (çekicinin ağırlığı 8.5 kg, düşme mesafesi 120 cm'dir) örneğin tam ortasına çarptırılmış ve örnekler kırılmıştır. Çekicinin ağırlığı ve çarpma anına kadar kat ettiği mesafe belirli olduğundan taşıdığı iş miktarı bilinmektedir. Örnek kırılma esnasında bu enerjinin bir kısmını mas eder. Çekişte ise geriye kalan iş miktarının etkisiyle arka tarafta bir miktar yükselme meydana gelir. Bu makinenin üzerindeki göstergeden direkt olarak okunabilmektedir. Her örnek için kırılmadan sonra elde edilen iş miktarı belirlenerek şok dirençleri aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\delta_s = W / (b \times h)$$

Formülde;

$$\delta_s = \text{Şok direnci} \quad (\text{kpm/cm}^2)$$

$$W = \text{Örnek kırıldığında elde edilen iş miktarı} \quad (\text{kpm})$$

$$b = \text{Örnek genişliği} \quad (\text{cm})$$

$$h = \text{Örnek yüksekliği} \quad (\text{cm})$$

kpm/cm² olarak hesaplanan şok direnci değerleri kN/cm²'ye çevrilmiştir. Deneylerden hemen sonra, örneklerin kırılma yerlerine yakın kısımlardan 20x20x30 mm boyutlarında örnek alınarak, yoğunlukları ve rutubetleri belirlenmiştir. Rutubetleri % 12'den farklı olan örneklerin, % 12 rutubetteki şok dirençleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\delta_{s(12)} = \delta_{sm} * [1 + 0.025 (M_2 - 12)]$$

Formülde;

$\delta_{s(12)}$ = % 12 rutubetteki şok direnci (kN/cm)

δ_{sm} = % m rutubetindeki şok direnci (kN/cm)

M_2 = Deney anındaki örnek rutubeti (%)

Dinamik eğilme direnci ile yoğunluk arasındaki ilişkiden dinamik kalite değeri hesaplanmıştır (Berkel, 1970).

$$D_t = \delta_{s12} / (D_{12})^2$$

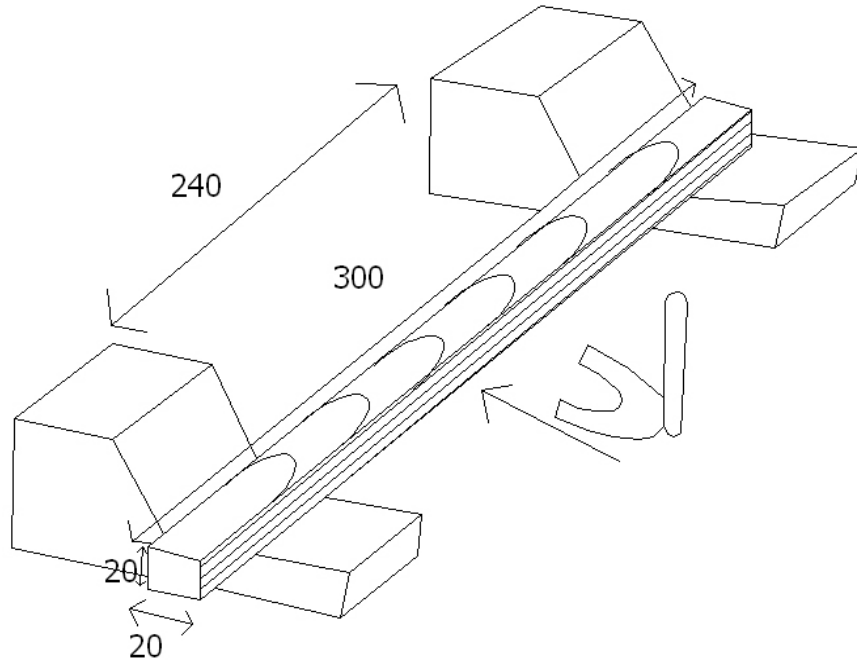
Formülde ;

D_t = Dinamik kalite değeri

δ_{s12} = % 12 rutubetteki şok direnci (kN/cm)

D_{12} = % 12 rutubetteki yoğunluk (g/cm³)

Şok direnci deney örneklerinin şekli, boyutları ve deneyin yapılışı Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3: Şok Direnci Deney Örneklerinin Şekli ve Boyutları

2.7.4.1. Dinamik Eğilme Direnci ve Yoğunluk Arasındaki İlişki

Dinamik eğilme direnci örneklerinin kırılma yerlerine yakın kısımlarından 2x2x3 cm boyutlarında örnekler alınmış ve yoğunlukları belirlenmiştir. Yoğunluk ve dinamik eğilme direnci arasındaki ilişkiyi göstermek için her bölgede ayrı ayrı grafikler çizilmiş, denklemleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren belirlilik katsayıları (R^2) grafik üzerinde gösterilmiştir.

2.7.5. Liflere Dik Çekme Direnci

Deneyler TS 2476/1976 esaslarına göre yürütülmüştür. Deney örnekleri 20x30x70 mm boyutlarında hazırlandıktan sonra zımparalanmış ve iklimlendirme dolabında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık %12 olması sağlanmıştır. İklimlendirme işleminden sonra, örneklerin kopma kesit yüzeyi boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Çekme yönü örneklerin yarısı teğet, yarısı radyal olacak şekilde ayarlanmıştır. Liflere dik çekme direnci deney örneklerinin şekli ve boyutları Şekil 4'de gösterilmiştir. Örneklerin koparıldığı kuvvet ölçülmüştür. Liflere dik çekme direnci aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\delta_{\zeta} = P_{\max} / (a \times b)$$

Formülde ;

$$\delta_{\zeta} = \text{Liflere dik çekme direnci} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$P_{\max} = \text{Kırılma anındaki kuvvet} \quad (\text{N})$$

$$a, b = \text{Örnek çekme kesit yüzeyi boyutları} \quad (\text{mm})$$

Deneylerden sonra, her bir örneğin rutubet miktarı belirlenmiştir. Rutubetleri % 12'den farklı olan örneklerin liflere dik çekme direnci değerleri aşağıdaki formül kullanılarak % 12 rutubetteki liflere dik çekme direnci değerlerine dönüştürülmüştür.

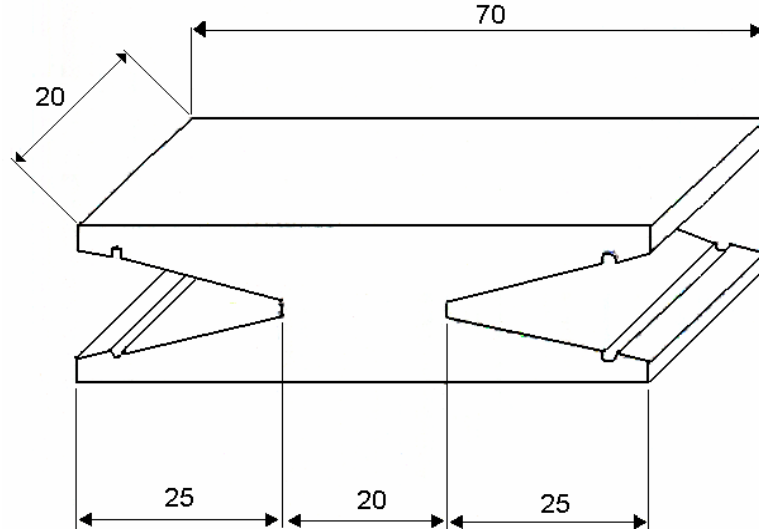
$$\delta_{\text{ç } 12} = \delta_{\text{çm}} * [1 + 0,015 (M_2 - 12)]$$

Formülde;

$\delta_{\text{ç } 12}$ = % 12 rutubetteki liflere dik çekme direnci (N/mm²)

$\delta_{\text{çm}}$ = % m rutubetteki liflere dik çekme direnci (N/mm²)

M_2 = Deney anındaki örnek rutubeti (%)



Şekil 4: Liflere Dik Çekme Direnci Deney Örneklerinin Şekli ve Boyutları (mm)

2.7.6. Sertlik Değeri (Janka Sertlik)

Sertlik ağaç malzemenin içerisine girmeye çalışan daha sert bir cisme karşı göstermiş olduğu dirençtir.

Deneyler TS 2479/1976 esaslarına göre statik sertlik deneyi yapılmıştır. Deney örnekleri 50x50x50 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Teğet, radyal ve enine kesit sertlik değerleri tespit edilmiştir. Sertlik deneyinde kullanılan örnekler Şekil 5'de gösterilmiştir. Janka sertlik değerinin ölçülmesinde çelik kürenin çapının yarısı

olan 5,64 mm lik kısım örnek yüzeyine girdiğinde açılan çukurun çapı 1 cm² olduğundan test makinesinden okunan kuvvet sertlik değerini vermektedir.

Deneylerden sonra, her bir örneğin rutubet miktarı belirlenmiştir. Rutubetleri % 12'den farklı olan örneklerin sertlik değerleri aşağıdaki formül kullanılarak % 12 rutubetteki sertlik değerlerine dönüştürülmüştür.

$$H_{j\ 12} = H_{jm} [1 + 0,04 (M_2 - 12)] \quad (\text{Liflere paralel yönde})$$

$$H_{j\ 12} = H_{jm} [1 + 0,025 (M_2 - 12)] \quad (\text{Liflere dik yönde})$$

Formülde;

$$H_{j\ 12} = \% 12 \text{ rutubetteki sertlik değeri} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$H_{jm} = \% m \text{ rutubetteki sertlik değeri} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$M_2 = \text{Deney anındaki örnek rutubeti} \quad (\%)$$



Şekil 5: Sertlik Deney Örnekleri

2.8. İstatistiksel Değerlendirmeler

Gruplar arasında karşılaştırma yapılmadan önce yapılan her deney grubu için örneklerin normal dağılım gösterip göstermediği denetlenmiştir. Bu araştırmada normallik denetimi yöntemlerinden Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır.

Bölge içerisinde deneme alanları arasında ve bölgeler arasında anlamlı farklılıkların bulunup bulunmadığını tespit etmek amacıyla istatistiksel karşılaştırmalar yapılmıştır. Bölge içerisinde deneme alanlarının karşılaştırılmasında Levene ve t testi kullanılmıştır. Bölgeler arası karşılaştırmalar için Varyans Analizi ve Duncan testi kullanılmıştır. İstatistiksel hesaplama ve değerlendirmeler için SPSS 11.0 paket programı kullanılmıştır.

Tam kuru yoğunluk ile yıllık halka genişliği ve yoğunluk ile mekanik dirençler arasındaki ilişkinin olup olmadığını, yönünü ve kuvvetliliğini ortaya koymak için korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Makroskopik Özelliklere Ait Bulgular

3.1.1. Kabuk Yüzdesi ve Hacim

12 adet deneme ağacında yapılan ölçümler sonucunda kabuklu-kabuksuz hacim ve kabuk yüzdeleri Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4: Kabuklu Hacim, Kabuksuz Hacim ve Kabuk Yüzdeleri

Bölge	Ağaç No	Kabuklu Hacim (dm ³)	Kabuksuz Hacim (dm ³)	Kabuk Yüzdesi (%)
Düzce	1	880,82	833,41	5,38
	2	1167,69	1106,49	5,24
	3	1331,91	1233,22	7,41
	4	1986,06	1855,88	6,55
	Ortalama	5365,63	5029	6,27
Ordu	1	350,63	321,29	8,37
	2	280,28	259,97	7,25
	3	352,27	321,51	8,73
	4	426,13	388,52	8,83
	Ortalama	1409,31	1291,29	8,37
Trabzon	1	810,08	755,82	6,70
	2	864,11	814,76	5,71
	3	579,76	542,04	6,51
	4	761,97	715,84	6,05
	Ortalama	3015,92	2828,46	6,22
Genel Ortalama				6,91

Ortalama kabuk yüzdesi Düzce’de %6,27, Ordu’da %8,37, Trabzon’da %6,22 ve genel ortalama %6,91 bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı

Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 5 ve 6’de verilmiştir.

Çizelge 5: Kabuk Yüzdesi Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	81,46234	2	40,73117	13,23459	0,000
Grup İçi	264,6763	86	3,077631		
Genel	346,1386	88			

Çizelge 6: Kabuk Yüzdesi Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2
Trabzon	28	6,223	
Ordu	38	6,274	
Düzce	23		8,372
Sig.		0,847	1

Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Çizelge 6’da verilen Duncan testi sonuçlarına göre, kabuk yüzdesi bakımından Ordu bölgesi Trabzon ve Düzce bölgesinden farklılık göstermektedir. Düzce ve Trabzon grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

3.1.2. Yıllık Halka ile İlgili Bulgular

3.1.2.1. Yıllık Halka Genişliği

Dağınık traheli tür olan Kayın Gövdeli Akçağaç’ta yıllık halka genişliği (YHG), yaz odunu genişliği (YOG) ve yaz odunu katılım oranı (YOKO) tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7: Yıllık Halka Genişliği (mm), Yaz Odunu Genişliği (mm) ve Yaz Odunu Katılım Oranı (%)

Bölge	Deneme Alanı		N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}	
Düzce	I	YOG	69	0,23	0,0902	0,0081	39,04	0,37	0,09	0,46	
		YHG	69	1,76	0,7401	0,5477	42,05	2,84	0,49	3,33	
		YOKO	69	14,57	5,4316	29,502	37,27	22,17	6,40	28,57	
	II	YOG	111	0,23	0,0775	0,0060	33,89	0,36	0,12	0,48	
		YHG	111	1,57	0,5917	0,3502	37,81	2,29	0,75	3,04	
		YOKO	111	15,80	5,6335	31,736	35,66	22,55	7,26	29,81	
	Ort.	YOG	180	0,23	0,0823	0,0068	35,87	0,39	0,09	0,48	
		YHG	180	1,64	0,6575	0,4323	40,09	2,84	0,49	3,33	
		YOKO	180	15,33	5,5737	31,066	36,36	23,41	6,40	29,81	
Ordu	I	YOG	52	0,26	0,0560	0,0031	21,64	0,25	0,14	0,39	
		YHG	52	1,85	0,5409	0,2926	29,21	2,24	0,82	3,06	
		YOKO	52	17,61	4,4156	19,497	25,07	18,82	11,34	30,16	
	II	YOG	77	0,24	0,0846	0,0072	35,46	0,32	0,11	0,43	
		YHG	77	1,74	0,6642	0,4412	38,09	2,89	0,74	3,63	
		YOKO	77	14,49	4,9665	24,665	34,27	21,5	7,39	28,89	
	Ort.	YOG	129	0,25	0,0748	0,0056	30,33	0,32	0,11	0,43	
		YHG	129	1,79	0,6176	0,3814	34,55	2,89	0,74	3,63	
		YOKO	129	15,75	4,9777	24,777	31,60	22,77	7,39	30,16	
Trabzon	I	YOG	62	0,24	0,0849	0,0072	35,87	0,31	0,11	0,42	
		YHG	62	2,42	0,6910	0,4774	28,51	2,89	1,14	4,03	
		YOKO	62	9,98	3,1391	9,8539	31,44	12,7	5,18	17,88	
	II	YOG	59	0,16	0,0458	0,0021	28,72	0,19	0,08	0,27	
		YHG	59	1,94	0,5811	0,3377	29,95	2,46	0,66	3,12	
		YOKO	59	8,95	3,5421	12,546	39,60	14,14	4,04	18,18	
	Ort.	YOG	121	0,20	0,0786	0,0062	39,48	0,34	0,08	0,42	
		YHG	121	2,19	0,6817	0,4648	31,16	3,37	0,66	4,03	
		YOKO	121	9,48	3,3682	11,345	35,54	14,14	4,04	18,18	
Genel Ortalama		YOG		0,23							
		YHG		1,87							
		YOKO		13,52							

Ortalama yıllık halka genişliği; Düzce’de 1,64 mm, Ordu’da 1,79 mm, Trabzon’da 2,19 mm ve genel ortalama 1,87 mm, yaz odunu genişliği; Düzce’de 0,23 mm, Ordu’da 0,25 mm, Trabzon’da 0,20 mm ve genel ortalama 0,23 mm, yaz odunu katılım oranı; Düzce’de % 15,33 , Ordu’da %15,75 ve Trabzon’da % 9,48 ve genel ortalama % 13,52 bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, yıllık halka genişliği, yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 8’de gösterilmiştir.

Çizelge 8: Yıllık Halka Genişliği, Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı
Levene ve t Testi

		Levene Testi		t Testi		
		F	Sig.	T	Df	Sig.
Trabzon	YOG	25,643	0,000	6,261	95	0,000
	YHG	1,556	0,215	4,154	119	0,000
	YOKO	1,094	0,298	1,709	119	0,090
Düzce	YOG	5,402	0,021	1,707	139	0,090
	YHG	1,424	0,234	-1,385	178	0,168
	YOKO	1,240	0,267	3,259	178	0,001
Ordu	YOG	14,573	0,000	-0,527	97	0,599
	YHG	1,346	0,248	-1,436	127	0,154
	YOKO	0,043	0,836	3,983	127	0,000

Bölgeler içerisinde deneme alanları arasında Trabzon’da YHG ve YOG bakımından, Düzce ve Ordu’da YOG ve YOKO bakımından 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 9 ve 10’da verilmiştir.

Çizelge 9: Yıllık Halka Genişliği, Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı
Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	YOG	0,1450	2	0,0725	11,5979	0,000
Grup İçi		2,6700	427	0,0062		
Genel		2,8150	429			
Gruplar Arası	YHG	22,2372	2	11,1186	26,0914	0,000
Grup İçi		181,9618	427	0,4261		
Genel		204,1990	429			
Gruplar Arası	YOKO	3171,9086	2	1585,9543	67,0908	0,000
Grup İçi		10093,8187	427	23,6389		
Genel		13265,7273	429			

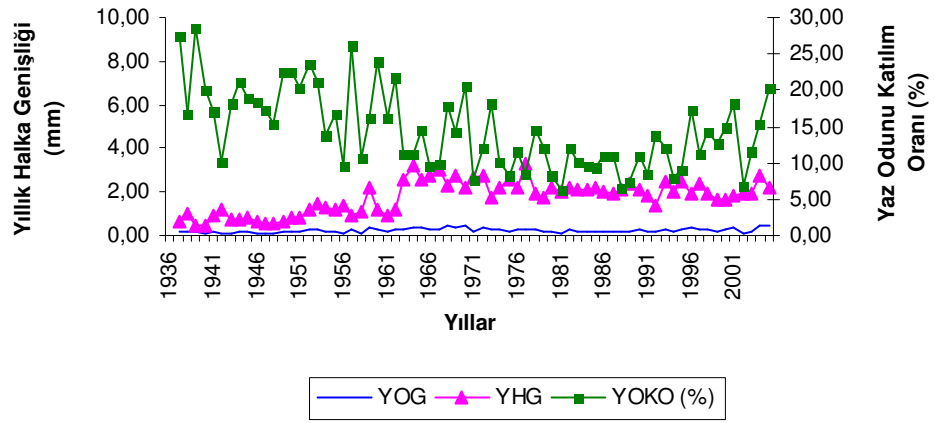
Çizelge 10: Yıllık Halka Genişliği, Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı Duncan Testi Sonuçları

YOG	N	1	2	YHG	1	2	YOKO	1	2
Trabzon	121	0,199			2,188			9,478	
Düzce	180		0,230			1,639			15,329
Ordu	129		0,247			1,787			15,750
Sig.		1	0,072		1	0,060		1,000	0,470

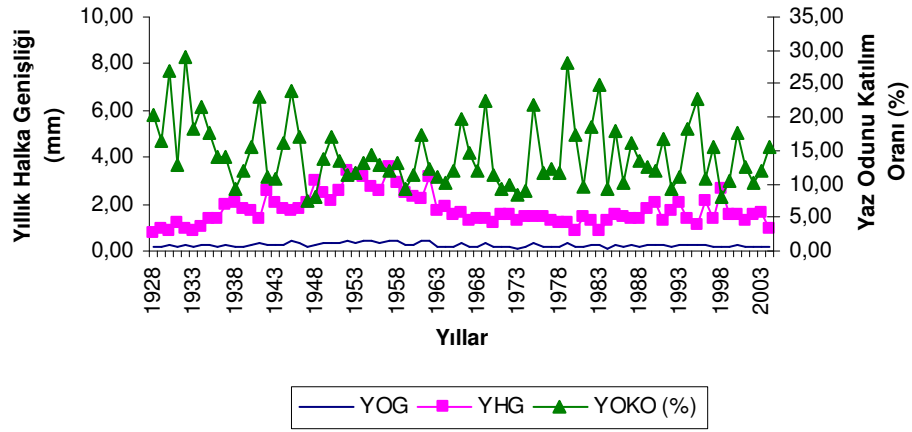
Varyans analizi sonuçlarına göre bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Yaz odunu genişliği, yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranı bakımından Trabzon bölgesi Düzce ve Ordu bölgelerinden istatistiki olarak farklılık göstermektedir. Düzce ve Ordu grupları arasında ise istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

3.1.2.2. Yıllık Halka Kronolojisi

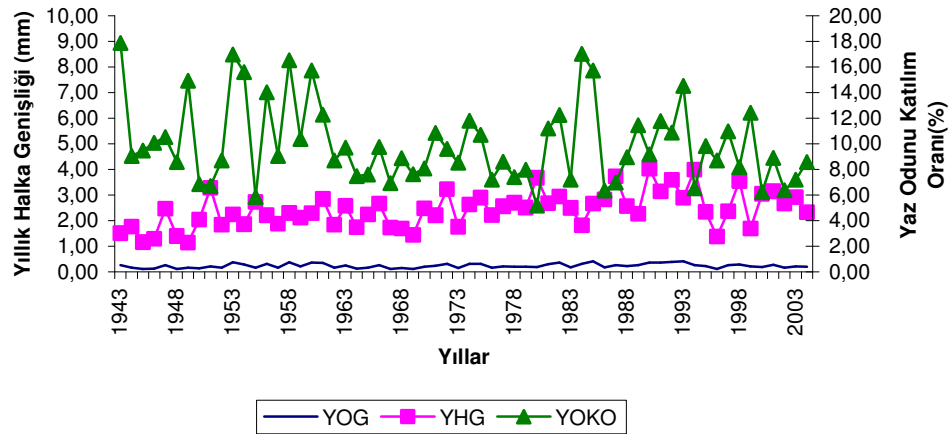
Yıllık halka kronolojisi, her bölgeden seçilen birer ağaçta grafiksel olarak gösterilmiştir (Şekil 6, 7 ve 8).



Şekil 6: Düzce 2 nolu Ağaç Yıllık Halka Kronolojisi



Şekil 7: Ordu 3 nolu Ağaç Yıllık Halka Kronolojisi



Şekil 8: Trabzon 1 nolu Ağaç Yıllık Halka Kronolojisi

3.2. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular

3.2.1. Yoğunluk

3.2.1.1. Hava Kuru Yoğunluk

Hava kuru yoğunluk (HKY) değerleri 12 ağaçta toplam 1550 örnek üzerinde hesaplanmıştır. Düzce, Ordu ve Trabzon'dan alınan örnek ağaçlarda hesaplanan hava kuru yoğunluk değerleri istatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 11'de gösterilmiştir.

Çizelge 11: Hava Kuru Yoğunluk Değerleri (gr/cm^3)

Bölge	Deneme Alanı	N	X	S	S^2	V	R	$X_{\min}$	$X_{\max}$
Düzce	I	330	0,636	0,0228	0,0005	3,5928	0,155	0,586	0,741
	II	431	0,644	0,0361	0,0013	5,6089	0,184	0,557	0,741
	Ort.	761	0,640	0,0313	0,0010	4,8886	0,184	0,557	0,741
Ordu	I	139	0,634	0,0387	0,0015	6,0974	0,133	0,567	0,700
	II	150	0,645	0,0186	0,0003	2,8843	0,091	0,593	0,684
	Ort.	289	0,640	0,0305	0,0009	4,7584	0,133	0,567	0,700
Trabzon	I	272	0,598	0,0224	0,0005	3,7489	0,123	0,55	0,673
	II	229	0,589	0,0251	0,0006	4,2708	0,113	0,548	0,661
	Ort.	501	0,594	0,0241	0,0006	4,0561	0,125	0,548	0,673
Genel Ortalama			0,625						

Ortalama hava kuru yoğunluk; Düzce ve Ordu'da $0,640 \text{ gr/cm}^3$, Trabzon'da $0,594 \text{ gr/cm}^3$ genel ortalama $0,625 \text{ gr/cm}^3$ olarak bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, hava kuru yoğunluk bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 12'de gösterilmiştir.

Çizelge 12: Hava Kuru Yoğunluk Levene ve t Testi Sonuçları

HKY	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	T	df	Sig.
Trabzon	4,056	0,045	4,101	461	0,000
Düzce	122,834	0,000	-3,782	735	0,000
Ordu	178,017	0,000	-3,114	195	0,002

Hava kuru yoğunluk bakımından Düzce, Trabzon ve Ordu’da deneme alanları arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 13 ve Çizelge 14’de verilmiştir.

Çizelge 13: Hava Kuru Yoğunluk Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	0,738416	2	0,369208	439,076	0,000
Grup İçi	1,301673	1548	0,000841		
Genel	2,0401	1550			

Çizelge 14: Hava Kuru Yoğunluk Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2
Trabzon	501	0,594	
Ordu	289		0,640
Düzce	761		0,640
Sig.		1	0,863

Varyans analizi sonuçlarına göre bölgeler arasında istatistiki olarak 0,001 güven düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Çizelge 14’de verilen Duncan testi sonuçlarına göre, Trabzon’da yetişen ağaçlar Düzce ve Ordu’da yetişenlerden istatistiki olarak farklılık göstermektedir. Düzce ve Ordu grupları arasında hava kuru yoğunluk bakımından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

3.2.1.2. Tam Kuru Yoğunluk

Tam kuru yoğunluk (TKY) değerleri 12 ağaçta toplam 1550 örnek üzerinde hesaplanmıştır. Düzce, Ordu ve Trabzon'dan alınan örnek ağaçlarda hesaplanan hava kuru yoğunluk değerleri istatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 15'de gösterilmiştir.

Çizelge 15: Tam Kuru Yoğunluk Değerleri (gr/cm^3)

Bölge	Deneme Alanı	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	330	0,604	0,0232	0,0005	3,835	0,156	0,554	0,710
	II	431	0,611	0,0360	0,0013	5,897	0,186	0,521	0,707
	Ortalama	761	0,608	0,0313	0,0010	5,144	0,189	0,521	0,710
Ordu	I	139	0,603	0,0383	0,0015	6,360	0,129	0,537	0,666
	II	150	0,611	0,0183	0,0003	2,986	0,095	0,559	0,654
	Ortalama	289	0,607	0,0299	0,0009	4,930	0,129	0,537	0,666
Trabzon	I	272	0,566	0,0220	0,0005	3,886	0,118	0,518	0,636
	II	229	0,558	0,0243	0,0006	4,356	0,109	0,517	0,626
	Ortalama	501	0,562	0,0234	0,0005	4,170	0,119	0,517	0,636
Genel Ortalama			0,592						

Ortalama tam kuru yoğunluk; Düzce'de $0,608 \text{ gr/cm}^3$, Ordu'da $0,607 \text{ gr/cm}^3$, Trabzon'da $0,562 \text{ gr/cm}^3$ ve genel olarak $0,592 \text{ gr/cm}^3$ bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, tam kuru yoğunluk bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 16'da gösterilmiştir.

Çizelge 16: Tam Kuru Yoğunluk Levene ve t Testi Sonuçları

TKY	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	T	Df	Sig.
Trabzon	3,429	0,065	4,144	499	0,000
Düzce	117,694	0,000	-3,130	738	0,002
Ordu	184,148	0,000	-2,486	194	0,014

Her üç grupta kendi içerisinde tam kuru yoğunluk bakımından istatistiki olarak 0,05 güven düzeyinde farklıdır.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 17 ve 18’de verilmiştir.

Çizelge 17: Tam Kuru Yoğunluk Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	0,6959	2	0,34796	422,3658	0,000
Grup İçi	1,2753	1548	0,00082		
Genel	1,9712	1550			

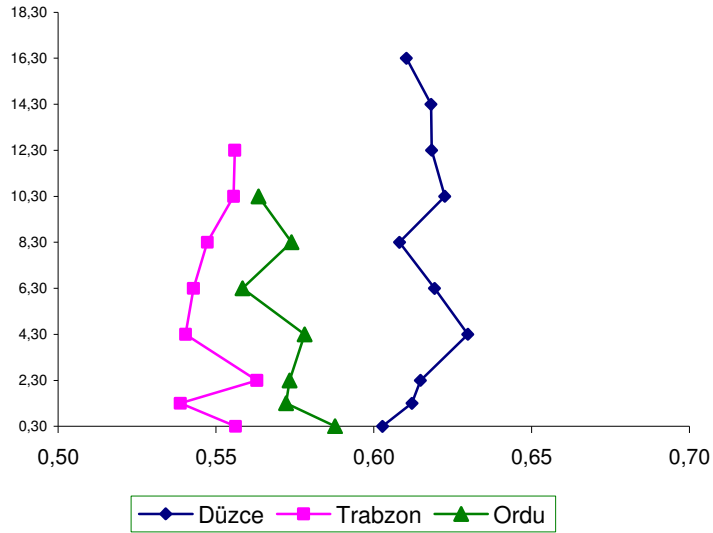
Çizelge 18: Tam Kuru Yoğunluk Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2
Trabzon	501	0,562	
Ordu	289		0,607
Düzce	761		0,608
Sig.		1	0,807

Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiki olarak 0,001 güven düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Çizelge 18’de verilen sonuçlara göre, Trabzon’da yetişen ağaçlar Düzce ve Ordu’da yetişenlerden istatistiki olarak farklılık göstermektedir. Düzce ve Ordu grupları arasında tam kuru yoğunluk bakımından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

3.2.1.3. Tam Kuru Yoğunluğun Boyuna Yönde Değişimi

Tam kuru yoğunluğun gövde yüksekliği boyunca değişimi için her bölgede birer adet deneme ağacına ait grafik çizilmiştir (Şekil 9).

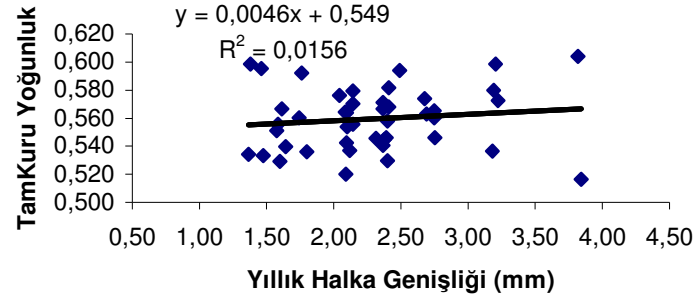


Şekil 9: Tam Kuru Yoğunluğun Boyuna Yönde Değişimi

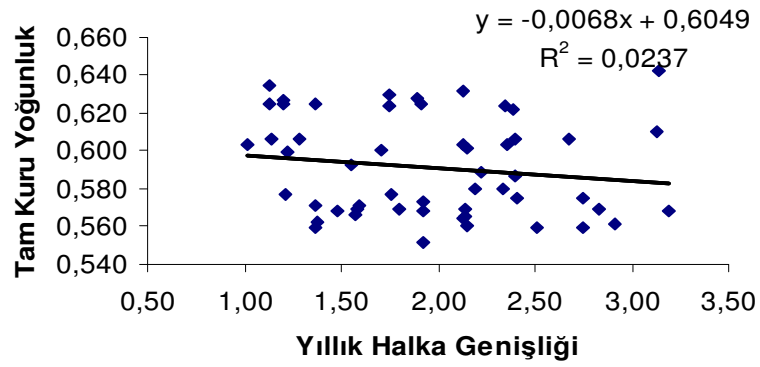
Boyuna yönde tam kuru yoğunluk; Ordu yöresinde belirgin bir azalma gösterirken, en yüksek yoğunluk 0,30 m. seksiyonunda, en düşük yoğunluk 10,30 m. seksiyonunda, Düzce yöresinde belirgin bir artma veya azalma olmazken, en yüksek yoğunluk 4,30 m. seksiyonunda, en düşük yoğunluk 0,30 m. seksiyonunda, Trabzon'da 4,30 m. seksiyonundan itibaren belirgin bir artış gözlenmiş, en yüksek yoğunluk 2,30 m. seksiyonunda, en düşük yoğunluk 4,30 m. seksiyonunda bulunmuştur.

3.2.1.4. Yoğunluk ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki

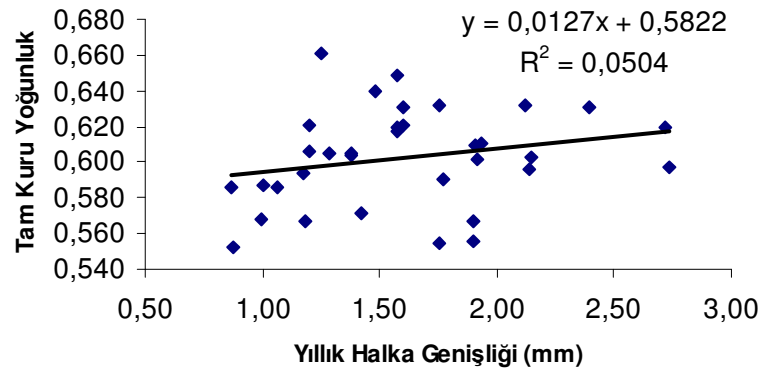
Bütün bölgelerde hava kurusu yoğunluk ve yıllık halka genişliği arasındaki ilişkiyi göstermek için ayrı ayrı grafikler çizilmiştir (Şekil 10, 11 ve 12).



Şekil 10. Yoğunluk ve Yıllık Halka Genişliği İlişkisi (Trabzon)



Şekil 11. Yoğunluk ve Yıllık Halka Genişliği İlişkisi (Düzce)



Şekil 12. Yoğunluk ve Yıllık Halka Genişliği İlişkisi (Ordu)

Korelasyon katsayısı Düzce, Ordu ve Trabzon’da sırasıyla 0.151, 0.223 ve 0.122 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, yoğunluk ve yıllık halka genişliği arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir.

3.2.2. Hacim Ağırlık Değeri

Hacim ağırlık değeri (HAD) tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 19’de verilmiştir.

Çizelge 19: Hacim Ağırlık Değeri (gr/cm³)

Bölge	Deneme Alanı	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	330	0,524	0,0183	0,0003	3,498	0,135	0,475	0,610
	II	431	0,530	0,0285	0,0008	5,378	0,138	0,459	0,597
	Ortalama	761	0,527	0,0248	0,0006	4,696	0,151	0,459	0,610
Ordu	I	139	0,527	0,0298	0,0009	5,658	0,107	0,473	0,58
	II	150	0,536	0,0146	0,0002	2,725	0,086	0,484	0,570
	Ortalama	289	0,532	0,0236	0,0006	4,443	0,107	0,473	0,580
Trabzon	I	272	0,493	0,0178	0,0003	3,619	0,098	0,456	0,554
	II	229	0,484	0,0182	0,0003	3,763	0,094	0,449	0,543
	Ortalama	501	0,489	0,0185	0,0003	3,789	0,105	0,449	0,554
Genel Ortalama			0,516						

Ortalama hacim ağırlık değeri Düzce’de 0,527gr/cm³, Ordu’da 0,532 gr/cm³, Trabzon’da 0,489 gr/cm³ ve genel olarak 0.516 gr/cm³ bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, tam kuru yoğunluk bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 20’de gösterilmiştir.

Çizelge 20: Hacim Ağırlık Değeri Levene ve t Testi

HAD	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	t	df	Sig.
Trabzon	0,894	0,345	5,456	499	0,000
Düzce	100,470	0,000	-3,413	738	0,001
Ordu	159,571	0,000	-3,342	197	0,001

Üç grup içerisinde deneme alanları arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 21 ve 22’de verilmiştir.

Çizelge 21: Hacim Ağırlık Değeri Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	0,537664	2	0,268832	520,825	0,000
Grup İçi	0,799023	1548	0,000516		
Genel	1,336687	1550			

Çizelge 22: Hacim Ağırlık Değeri Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2	3
Trabzon	501	0,489		
Düzce	761		0,527	
Ordu	289			0,531
Sig.		1	1	1

Bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Hacim ağırlık değeri bakımından istatistiki olarak üç bölge birbirinden farklıdır.

3.2.3. Odun Su İlişkileri

3.2.3.1. Çalışma (Sorpsiyon) Denemeleri

Her üç bölge için radyal, teğet, boyuna ve hacimsel daralma miktarları Çizelge 23’de verilmiştir.

Çizelge 23: Daralma Yüzdeleri (%)

Bölge			N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	β _r	37	5,05	0,508	0,259	10,1	2,54	4,07	6,61
		β _t	37	8,96	0,647	0,418	7,2	3,64	7,16	10,8
		β _l	37	0,15	0,073	0,005	47,8	0,32	0,04	0,36
		β _v	37	14,17	0,859	0,738	6,1	3,56	12,75	16,31
	II	β _r	44	4,81	0,304	0,093	6,3	1,35	4,38	5,73
		β _t	44	9,16	0,693	0,480	7,6	2,65	7,98	10,63
		β _l	44	0,14	0,086	0,007	60,3	0,35	0,03	0,38
		β _v	44	14,11	0,923	0,852	6,5	3,42	12,58	16
	Ortalama	β _r	81	4,92	0,426	0,181	8,7	2,54	4,07	6,61
		β _t	81	9,07	0,676	0,457	7,4	3,64	7,16	10,8
		β _l	81	0,15	0,080	0,006	54,4	0,35	0,03	0,38
		β _v	81	14,14	0,889	0,790	6,3	3,73	12,58	16,31
Ordu	I	β _r	22	4,68	0,247	0,061	5,3	0,92	4,18	5,1
		β _t	22	8,47	0,379	0,144	4,5	1,39	7,88	9,27
		β _l	22	0,22	0,116	0,013	52,2	0,48	0,07	0,55
		β _v	22	13,37	0,491	0,241	3,7	1,82	12,36	14,18
	II	β _r	28	4,70	0,206	0,042	4,4	0,81	4,22	5,03
		β _t	28	8,97	0,584	0,341	6,5	1,89	8,08	9,97
		β _l	28	0,18	0,098	0,010	53,1	0,36	0,08	0,44
		β _v	28	13,86	0,623	0,388	4,5	1,99	13,04	15,03
	Ortalama	β _r	50	4,69	0,223	0,050	4,7	0,92	4,18	5,1
		β _t	50	8,75	0,561	0,314	6,4	2,09	7,88	9,97
		β _l	50	0,20	0,107	0,011	53,2	0,48	0,07	0,55
		β _v	50	13,65	0,614	0,377	4,5	2,67	12,36	15,03
Trabzon	I	β _r	36	4,30	0,494	0,244	11,5	1,55	3,58	5,13
		β _t	36	7,85	0,487	0,237	6,2	1,89	6,96	8,85
		β _l	36	0,14	0,073	0,005	50,7	0,31	0,03	0,34
		β _v	36	12,30	0,884	0,781	7,2	2,86	10,91	13,77
	II	β _r	36	4,36	0,314	0,098	7,2	1,29	3,76	5,05
		β _t	36	8,17	0,514	0,264	6,3	2,38	7,2	9,58
		β _l	36	0,14	0,076	0,006	54,4	0,27	0,01	0,28
		β _v	36	12,68	0,542	0,294	4,3	2,69	11,46	14,15
	Ortalama	β _r	72	4,33	0,412	0,170	9,5	1,55	3,58	5,13
		β _t	72	8,01	0,523	0,274	6,5	2,62	6,96	9,58
		β _l	72	0,14	0,074	0,006	52,2	0,33	0,01	0,34
		β _v	72	12,49	0,753	0,567	6,0	3,24	10,91	14,15
Genel Ortalama		β _r		4,64						
		β _t		8,61						
		β _l		0,18						
		β _v		13,43						

Ortalama radyal, teğet, boyuna ve hacimsel daralma yüzdeleri sırasıyla;

Düzce’de %4,92, %9,07, %0,15 ve %14,14, Ordu’da %4,69, %8,75, %0,20 ve %13,65, Trabzon’da %4,33, %8,01, %0,14 ve %12,49 olarak bulunmuştur. Genel

radyal, teğet, boyuna ve hacimsel daralma yüzdeleri sırasıyla % 4,64, % 8,61 ve % 13,43 bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, daralma değerleri bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 24’de gösterilmiştir.

Çizelge 24: Daralma Yüzdeleri Levene ve t Testi

Darlama		Levene Testi		t testi		
		F	Sig.	T	df	Sig.
Trabzon	β_r	14,776	0,000	-0,575	59	0,567
	β_t	0,092	0,763	-2,768	70	0,007
	β_l	1,034	0,313	0,252	70	0,802
	β_v	18,658	0,000	-2,204	58	0,032
Düzce	β_r	6,460	0,013	2,578	57	0,013
	β_t	1,086	0,301	-1,350	79	0,181
	β_l	1,169	0,283	0,567	79	0,573
	β_v	0,622	0,433	0,272	79	0,786
Ordu	β_r	0,619	0,435	-0,315	48	0,754
	β_t	7,711	0,008	-3,716	47	0,001
	β_l	0,296	0,589	1,255	48	0,215
	β_v	3,040	0,088	-3,023	48	0,004

Trabzon yöresinde radyal, teğet ve hacimsel daralma bakımından, Düzce yöresinde radyal daralma bakımından, Ordu yöresinde ise teğet ve hacimsel daralma bakımından 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 25 ve 26’da verilmiştir.

Çizelge 25: Daralma Yüzdeleri Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Daralma Türü	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	β_r	19,47475	2	9,737376	21,137	0,000
Grup İçi		92,13291	200	0,460665		
Genel		111,6077	202			
Gruplar Arası	β_t	33,53109	2	16,76555	23,330	0,000
Grup İçi		143,7246	200	0,718623		
Genel		177,2557	202			
Gruplar Arası	β_l	0,120086	2	0,060043	8,221	0,000
Grup İçi		1,4606	200	0,007303		
Genel		1,580686	202			
Gruplar Arası	β_v	104,9063	2	52,45315	78,253	0,000
Grup İçi		134,0591	200	0,670296		

Çizelge 26: Daralma Yüzdeleri Duncan Testi Sonuçları

β_r	N	1	2	3	β_t	1	2	β_l	1	2	β_v	1	2	3
Trabzon	72	4,331				8,012			0,142			12,485		
Ordu	50		4,731				8,646			0,201			13,578	
Düzce	81			5,045			8,939		0,146					14,129
Sig.		1,000	1,000	1,000		1,000	0,051		0,781	1,000		1,000	1,000	1,000

Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Çizelge 26’da görüldüğü gibi, radyal ve hacimsel daralma bakımından her üç grupta birbirinden farklı, teğet daralma bakımından Trabzon grubu diğer iki gruptan farklı, boyuna daralma bakımından Ordu grubu diğer iki gruptan farklıdır. Teğet daralma da Düzce ve Ordu grupları arasındaki benzerlik (Sig 0,051) çok küçüktür.

Radyal, teğet ve boyuna yönde genişleme yüzdeleri deneysel olarak tespit edilmiş, hacimsel genişleme yüzdeleri ise bu değerler kullanılarak hesaplanmıştır. Her üç bölge için genişleme yüzdeleri tanımlayıcı istatistikler Çizelge 27’de verilmiştir.

Çizelge 27: Genişleme Yüzdeleri (%)

Bölge			N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	ar	37	5,31	0,4715	0,2223	8,880	1,89	4,37	6,26
		at	37	9,75	0,6219	0,3868	6,377	3,04	7,71	10,75
		al	37	0,16	0,0567	0,0032	35,785	0,21	0,07	0,28
		av	37	15,22	0,7786	0,6063	5,116	2,75	13,65	16,4
	II	ar	44	5,05	0,3369	0,1135	6,671	1,5	4,58	6,08
		at	44	9,89	0,5935	0,3522	5,999	2,17	8,67	10,84
		al	44	0,16	0,0659	0,0043	41,238	0,24	0,06	0,3
		av	44	15,11	0,7807	0,6095	5,168	2,91	13,72	16,63
	Ortalama	ar	81	5,17	0,4218	0,1779	8,160	1,89	4,37	6,26
		at	81	9,83	0,6070	0,3684	6,176	3,13	7,71	10,84
		al	81	0,16	0,0615	0,0037	38,630	0,24	0,06	0,3
		av	81	15,16	0,7770	0,6038	5,126	2,98	13,65	16,63
Ordu	I	ar	22	4,91	0,2713	0,0736	5,522	1,02	4,36	5,38
		at	22	9,25	0,4517	0,2040	4,883	1,67	8,55	10,22
		al	22	0,20	0,0733	0,0053	37,097	0,25	0,07	0,32
		av	22	14,36	0,5590	0,3125	3,892	2,08	13,25	15,33
	II	ar	28	4,94	0,2269	0,0515	4,598	0,89	4,41	5,3
		at	28	9,79	0,6125	0,3752	6,255	1,99	8,79	10,78
		al	28	0,17	0,0674	0,0045	40,283	0,24	0,08	0,32
		av	28	14,89	0,6738	0,4540	4,523	2,19	13,96	16,15
	Ortalama	ar	50	4,92	0,2451	0,0600	4,975	1,02	4,36	5,38
		at	50	9,55	0,6065	0,3679	6,348	2,23	8,55	10,78
		al	50	0,18	0,0710	0,0050	39,283	0,25	0,07	0,32
		av	50	14,66	0,6751	0,4558	4,605	2,9	13,25	16,15
Trabzon	I	ar	36	4,50	0,5399	0,2915	11,998	1,69	3,72	5,41
		at	36	8,59	0,4829	0,2332	5,620	1,8	7,91	9,71
		al	36	0,14	0,0606	0,0037	42,665	0,21	0,07	0,28
		av	36	13,24	0,9141	0,8356	6,907	2,91	11,93	14,84
	II	ar	36	4,56	0,3431	0,1177	7,524	1,41	3,91	5,32
		at	36	8,88	0,5367	0,2880	6,047	2,3	7,76	10,06
		al	36	0,15	0,0685	0,0047	44,543	0,21	0,07	0,28
		av	36	13,59	0,5664	0,3208	4,167	2,63	12,2	14,83
	Ortalama	ar	72	4,53	0,4501	0,2026	9,937	1,69	3,72	5,41
		at	72	8,73	0,5265	0,2772	6,028	2,3	7,76	10,06
		al	72	0,15	0,0645	0,0042	43,606	0,21	0,07	0,28
		av	72	13,41	0,7759	0,6021	5,785	2,91	11,93	14,84
Genel Ortalama		ar		4,87						
		at		9,37						
		al		0,16						
		av		14,4						

Ortalama radyal, teğet, boyuna ve hacimsel genişleme yüzdeleri sırasıyla;

Düzce’de %5,17, %9,83, %0,16 ve %15,16, Ordu’da %4,92, %9,55, %0,18 ve

%14,66, Trabzon’da %4,53, %8,73, %0,15 ve %13,41 olarak bulunmuştur. En düşük genişleme yüzdeleri yoğunluk değeri en düşük olan Trabzon yöresinde, en yüksek daralma yüzdeleri ise en yüksek yoğunluğa sahip Düzce yöresinde elde edilmiştir.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, genişleme değerleri bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 28’de gösterilmiştir.

Çizelge 28: Genişleme Yüzdeleri Levene ve t Testi Sonuçları

Genişleme		Levene Testi		t testi		
		F	Sig.	T	Df	Sig.
Trabzon	α_r	14,663	0,000	-0,555	59	0,581
	α_t	0,029	0,864	-2,352	70	0,021
	α_l	3,091	0,083	-0,784	70	0,436
	α_v	15,607	0,000	-1,982	58	0,052
Düzce	α_r	5,253	0,025	2,794	64	0,007
	α_t	0,383	0,538	-1,050	79	0,297
	α_l	1,743	0,191	-0,097	79	0,922
	α_v	0,015	0,904	0,661	79	0,510
Ordu	α_r	0,578	0,451	-0,328	48	0,744
	α_t	3,931	0,053	-3,466	48	0,001
	α_l	0,137	0,713	1,513	48	0,137
	α_v	1,724	0,195	-2,994	48	0,004

Trabzon yöresinde radyal, teğet ve hacimsel genişleme, Düzce yöresinde radyal genişleme, Ordu yöresinde ise teğet ve hacimsel daralma bakımından 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 29 ve 30’da verilmiştir.

Çizelge 29: Genişleme Yüzdeleri Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	α	15,75159	2	7,875794	49,8984	0,000
Grup İçi		31,56732	200	0,157837		
Genel		47,31891	202			
Gruplar Arası	α	47,90554	2	23,95277	71,29747	0,000
Grup İçi		67,19108	200	0,335955		
Genel		115,0966	202			
Gruplar Arası	α	0,032104	2	0,016052	3,795636	0,024
Grup İçi		0,845825	200	0,004229		
Genel		0,877929	202			
Gruplar Arası	α	120,1581	2	60,07905	105,9707	0,000
Grup İçi		113,3881	200	0,56694		
Genel		233,5462	202			

Çizelge 30: Genişleme Yüzdeleri Duncan Testi Sonuçları

α	N	1	2	3	α	1	2	3	α	1	2	α	1	2	3
Trabzon	72	4,529				8,734				0,147			13,412		
Ordu	50		4,926				9,555				0,180			14,661	
Düzce	81			5,170				9,829		0,159	0,159				15,158
Sig.		1,000	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000		0,316	0,062		1,000	1,000	1,000

Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Radyal, teğet ve hacimsel genişleme değerleri bakımından istatistiki olarak üç grupta birbirinden farklı, boyuna genişleme değeri bakımından Düzce grubu diğer iki gruba da benzer, fakat Trabzon ve Ordu grupları birbirinden farklıdır.

3.2.3.2. Lif Doygunluğu Noktası

Lif doygunluk noktası (LDN) tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 31’de verilmiştir.

Çizelge 31: Lif Doygunluğu Noktası (%)

Bölge	Deneme Alanı	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	37	27,8	2,119	4,491	7,6	8	24	32
	II	44	27,8	2,083	4,338	7,5	8	24	32
	Ortalama	81	27,8	2,086	4,353	7,5	8	24	32
Ordu	I	22	26,0	1,447	2,095	5,6	6	23	29
	II	28	27,1	1,227	1,507	4,5	5	25	30
	Ortalama	50	26,6	1,427	2,036	5,4	7	23	30
Trabzon	I	36	25,8	1,327	1,761	5,1	5	24	29
	II	36	26,6	1,131	1,279	4,3	4	25	29
	Ortalama	72	26,2	1,285	1,652	4,9	5	24	29
Genel Ortalama			26,87						

Ortalama lif doygunluğu noktası Düzce’de %27,8, Ordu’da %26,6 Trabzon’da %26,2 ve genel olarak %26,87 bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, genişleme değerleri bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 32’de gösterilmiştir.

Çizelge 32: Lif Doygunluğu Noktası Levene ve t Testi

LDN	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	T	Df	Sig.
Düzce	0,001	0,972	-0,016	79	0,987
Ordu	0,479	0,492	-2,926	48	0,005
Trabzon	0,769	0,384	-2,677	70	0,009

LDN bakımından Düzce yöresinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Ordu ve Trabzon yörelerinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 33 ve 34’de verilmiştir.

Çizelge 33: Lif Doygunluğu Noktası Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	111,4923	2	55,74614	17,967	0,000
Grup İçi	620,5373	200	3,102686		
Genel	732,0296	202			

Çizelge 34: Lif Doygunluğu Noktası Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2
Trabzon	72	26,194	
Ordu	50	26,46	
Düzce	81		27,802
Sig.		0,391	1

Bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre Ordu ve Trabzon yöreleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Düzce yöresi bu iki gruptan farklı bulunmuştur.

3.2.3.3. Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı

Odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı (M_{max}) tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 35’de verilmiştir.

Çizelge 35: Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı (%)

Bölge	D.Alanı	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	37	130,22	7,964	63,429	6,12	29,184	113,311	142,495
	II	44	131,20	9,700	94,082	7,39	32,911	112,111	145,022
	Ortalama	81	130,75	8,908	79,354	6,81	32,911	112,111	145,022
Ordu	I	22	129,29	10,88	118,495	8,42	37,383	110,604	147,987
	II	28	130,83	6,777	45,930	5,18	22,943	119,777	142,72
	Ortalama	50	130,15	8,757	76,688	6,73	37,383	110,604	147,987
Trabzon	I	36	144,46	8,355	69,814	5,78	37,673	119,477	157,15
	II	36	143,05	8,047	64,757	5,63	26,93	129,878	156,808
	Ortalama	72	143,75	8,176	66,847	5,69	37,673	119,477	157,15
Genel Ortalama			134,71						

Maksimum su miktarı ortalama olarak Düzce’de %130,22, Ordu’da %130,15, Trabzon’da %143,75 ve genel ortalama %134,71 bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, maksimum su miktarı bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 36’da gösterilmiştir.

Çizelge 36: Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı Levene ve t Testi Sonuçları

M max	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	T	Df	Sig.
Trabzon	0,311	0,579	0,733	70	0,466
Düzce	6,236	0,015	-0,500	79	0,618
Ordu	8,219	0,006	-0,581	33	0,565

Odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı bakımından Trabzon yöresinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Ordu ve Düzce yörelerinde deneme alanları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 37 ve 38’de verilmiştir.

Çizelge 37: Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	8143,777272	2	4071,889	54,832	0,000
Grup İçi	14852,16951	200	74,26085		
Genel	22995,94678	202			

Çizelge 38: Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı Duncan Testi

Sonuçları

BÖLGE	N	1	2
Ordu	50	130,152	
Düzce	81	130,755	
Trabzon	72		143,755
Sig.		0,690218	1

Varyans analizi sonuçlarına göre bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre Ordu ve Düzce yöreleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresi bu iki gruptan farklı bulunmuştur.

3.2.4. Hücre Çeperi ve Hava Boşluğu Oranları

Hücre çeperi (HÇ) ve boşluk oranı (BO) hesaplanmış ve tanımlayıcı istatistikler Çizelge 39’da verilmiştir.

Çizelge 39: Hücre Çeperi (%) ve Boşluk Oranı (%)

Bölge		D. Alanı	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	HÇ	I	37	39,48	1,601	2,563	4,1	5,9	37,16	43,06
		II	44	39,30	2,084	4,343	5,3	7,43	36,67	44,10
		Ortalama	81	39,38	1,870	3,496	4,7	7,43	36,67	44,10
	BO	I	37	60,52	1,601	2,563	2,6	5,9	56,94	62,84
		II	44	60,70	2,084	4,343	3,4	7,43	55,90	63,33
		Ortalama	81	60,62	1,870	3,496	3,1	7,43	55,90	63,33
Ordu	HÇ	I	22	39,37	2,292	5,253	5,8	8,06	35,50	43,56
		II	28	39,21	1,470	2,161	3,7	5,21	36,59	41,80
		Ortalama	50	39,28	1,857	3,449	4,7	8,06	35,50	43,56
	BO	I	22	60,63	2,292	5,253	3,8	8,06	56,44	64,50
		II	28	60,79	1,470	2,161	2,4	5,21	58,20	63,41
		Ortalama	50	60,72	1,857	3,449	3,1	8,06	56,44	64,50
Trabzon	HÇ	I	36	36,06	1,770	3,134	4,9	7,9	33,53	41,43
		II	36	36,44	1,506	2,267	4,1	5,37	33,69	39,06
		Ortalama	72	36,25	1,643	2,700	4,5	7,9	33,53	41,43
	BO	I	36	63,94	1,770	3,134	2,8	7,9	58,57	66,47
		II	36	63,56	1,506	2,267	2,4	5,37	60,94	66,31
		Ortalama	72	63,75	1,643	2,700	2,6	7,9	58,57	66,47
Genel Ortalama	HÇ			38,30						
	BO			61,70						

Ortalama hücre çeperi oranı; Düzce’de % 39,38, Ordu’da % 39,28, Trabzon’da % 36,25 ve genel olarak % 38,30, boşluk hacmi; Düzce’de % 60,62, Ordu’da % 60,72, Trabzon’da % 63,75 ve genel olarak % 61,70 bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, hücre çeperi ve hava boşluğu oranı bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 40’da gösterilmiştir.

Çizelge 40: Hücre Çeperi ve Boşluk Oranı Levene ve t Testi

HÇO ve BO		Levene Testi		T testi		
		F	Sig.	T	Df	Sig.
Trabzon	HÇ	0,335	0,565	-0,995	70	0,323
	BO	0,335	0,565	0,995	70	0,323
Düzce	HÇO	8,307	0,005	0,442	78	0,660
	BO	8,307	0,005	-0,442	78	0,660
Ordu	HÇO	7,903	0,007	0,283	34	0,779
	BO	7,903	0,007	-0,283	34	0,779

Hücre çeperi ve hava boşluğu oranı bakımından Trabzon yöresinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Ordu ve Düzce yörelerinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 41 ve 42’de verilmiştir.

Çizelge 41: Hücre Çeperi ve Boşluk Oranı Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	HÇ	445,5432	2	222,771	69,579	0,000
Grup İçi		640,3380	200	3,20169		
Genel		1085,8813	202			
Gruplar Arası	BO	445,5432	2	222,771	69,579	0,000
Grup İçi		640,3380	200	3,201		
Genel		1085,8813	202			

Çizelge 42: Hücre Çeperi ve Boşluk Oranı Duncan Testi Sonuçları

HÇ	N	1	2	BO	1	2
Trabzon	72	36,248				63,751
Ordu	50		39,279		60,720	
Düzce	81		39,383		60,616	
Sig.		1	0,741		0,741	1

Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre hem hücre çeperi hem de hava boşluğu hacmi bakımından Ordu ve Düzce yöreleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresi bu iki gruptan farklı bulunmuştur.

3.3. Mekanik Özelliklere Ait Bulgular

3.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Kalite Değerleri

Liflere paralel basınç direnci (N/mm^2) değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 43’de verilmiştir.

Çizelge 43: Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri (N/mm^2)

Bölge	Deneme Alanı	N	X	S	S^2	V	R	$X_{\min}$	$X_{\max}$
Düzce	I	40	49,977	4,6506	21,628	9,305	17,55	40,40	57,95
	II	44	51,741	1,9691	3,8775	3,805	7,3	48,10	55,40
	Ortalama	84	50,901	3,5996	12,957	7,071	17,55	40,40	57,95
Ordu	I	22	46,670	2,8768	8,2765	6,164	9,411	41,41	50,82
	II	28	48,200	2,0088	4,0355	4,167	8,911	43,36	52,27
	Ortalama	50	47,527	2,5218	6,3597	5,306	10,859	41,41	52,27
Trabzon	I	45	46,300	2,2453	5,0416	4,849	7,956	41,18	49,14
	II	36	48,189	2,2859	5,2256	4,743	9,23	42,54	51,77
	Ortalama	81	47,139	2,4396	5,9516	5,175	10,59	41,18	51,77
Genel Ortalama			48,522						

Ortalama liflere paralel basınç direnci Düzce’de 50,901 N/mm², Ordu’da 47,527 N/mm² ve Trabzon’da 47,139 N/mm² bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, basınç direnci bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 44’de gösterilmiştir.

Çizelge 44: Liflere Paralel Basınç Direnci Levene ve t Testi Sonuçları

Basınç Direnci	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	T	Df	Sig.
Trabzon	0,003	0,959	-3,7332	79	0,000
Düzce	21,694	0,000	-1,7218	68	0,090
Ordu	2,3134	0,135	-0,8625	48	0,393

Ordu yöresinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon ve Düzce yörelerinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 45 ve 46’da verilmiştir.

Çizelge 45: Liflere Paralel Basınç Direnci Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	621,4355	2	310,7177	34,40186	0,000
Grup İçi	1914,785	212	9,032004		
Genel	2536,22	214			

Çizelge 46: Liflere Paralel Basınç Direnci Duncan Testi Sonuçları

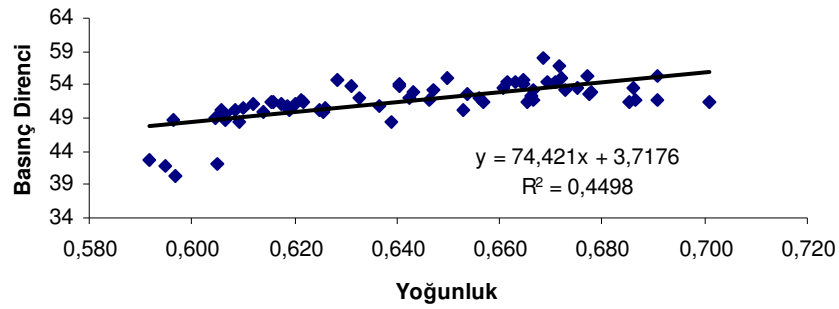
BÖLGE	N	1	2
1	81	47,139	
3	46	47,554	
2	88		50,733
Sig.		0,428	1

Liflere paralel basınç direnci bakımından 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak bölgeler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre liflere paralel basınç direnci bakımından Ordu ve Trabzon yöreleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Düzce yöresi bu iki gruptan farklı bulunmuştur.

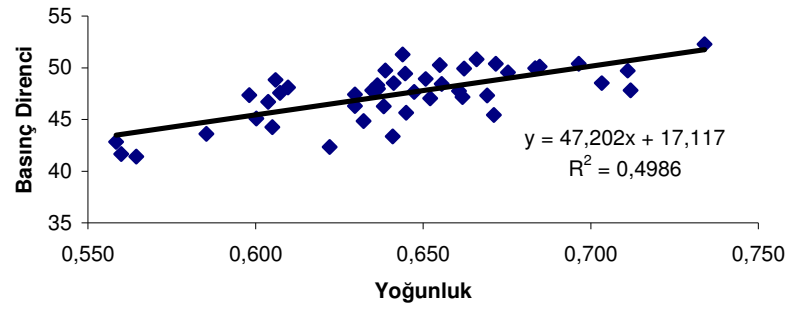
Liflere paralel basınç direnci ve hava kurusu yoğunluk değerleri yardımıyla bulunan statik ve spesifik kalite değerleri sırasıyla Düzce’de 7,93 ve 12,37, Ordu’da 7,38 ve 11,52, Trabzon’da 7,88 ve 13,19 bulunmuştur.

3.3.1.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ile Yoğunluk Arasındaki İlişki

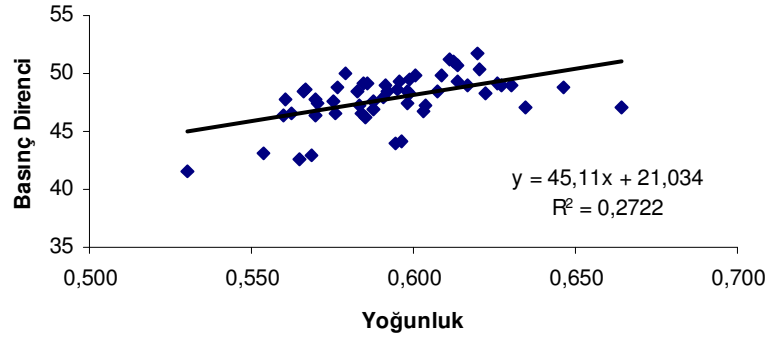
Şekil 13, 14 ve 15’de basınç direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişkiler her bölge için ayrı ayrı gösterilmiştir.



Şekil 13: Düzce Basınç Direnci Hava Kurusu Yoğunluk İlişkisi



Şekil 14: Ordu Basınç Direnci Hava Kuru Yoğunluk İlişkisi



Şekil 15: Trabzon Basınç Direnci Hava Kuru Yoğunluk İlişkisi

Düzce, Ordu ve Trabzon’da korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.670, 0.705 ve 0.551 olarak bulunmuştur. Yoğunluk ve basınç direnci arasında artan doğrusal ilişki bulunmuştur.

3.3.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 47’de verilmiştir.

Çizelge 47: Eğilme Direnci Değerleri (N/mm²)

Bölge	Deneme Alanı	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	36	131,977	15,365	236,088	11,642	57,922	101,339	159,261
	II	44	130,520	10,210	104,236	7,822	41,215	107,465	148,680
	Ortalama	80	131,175	12,723	161,864	9,699	57,922	101,339	159,261
Ordu	I	22	125,233	11,111	123,451	8,872	34,792	111,081	145,873
	II	27	124,443	8,726	76,139	7,012	36,518	100,927	137,445
	Ortalama	49	124,798	9,768	95,409	7,827	44,946	100,927	145,873
Trabzon	I	38	119,053	9,917	98,356	8,330	41,457	92,224	133,681
	II	36	122,352	7,968	63,494	6,513	29,564	105,238	134,802
	Ortalama	74	120,658	9,113	83,051	7,553	42,578	92,224	134,802
Genel Ortalama			125,54						

Ortalama eğilme direnci Düzce’de 131,175 N/mm², Ordu’da 124,798 N/mm² ve Trabzon’da 120,658 bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, eğilme direnci bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 48’de gösterilmiştir.

Çizelge 48: Eğilme Direnci Levene ve t Testi Sonuçları

Eğilme Direnci	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	T	df	Sig.
Trabzon	0,7643	0,385	-1,5724	72	0,120
Düzce	4,8741	0,030	-0,1891	76	0,851
Ordu	0,3474	0,558	0,8929	47	0,376

Eğilme direnci bakımından Ordu ve Trabzon yörelerinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Düzce yöresinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 49 ve 50’de verilmiştir.

Çizelge 49: Eğilme Direnci Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	4317,485	2	2158,742	18,4274	0,000
Grup İçi	23429,65	200	117,1483		
Genel	27747,14	202			

Çizelge 50: Eğilme Direnci Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2	3
Trabzon	74	120,657		
Ordu	49		124,797	
Düzce	80			131,175
Sig.		1	1	1

Eğilme direnci bakımından bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre, eğilme direnci bakımından istatistiki olarak üç grup birbirinden farklı bulunmuştur.

3.3.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 51’de verilmiştir.

Çizelge 51: Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri (N/mm²)

Bölge	D. Alanı	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	36	11396,22	1697	2880553	14,89	7092,74	8123,63	15216,37
	II	44	11177,59	1185	1406579	10,61	5680,20	8411,97	14092,17
	Ort.	80	11275,97	1433	2053781	12,70	7092,74	8123,63	15216,37
Ordu	I	22	10868,62	1416	2006710	13,03	5180,15	8460,48	13640,63
	II	27	10880,87	687	472419	6,31	2785,56	9122,36	11907,92
	Ort.	49	10875,37	1064	1133867	9,79	5180,15	8460,48	13640,63
Trabzon	I	38	9898,66	1090	1189874	11,02	4581,34	6995,29	11576,64
	II	36	10927,10	1087	1183299	9,95	4000,23	9006,27	13006,51
	Ort.	74	10398,98	1199	1438273	11,53	6011,21	6995,29	13006,51
Genel Ort.			10850,11						

Ortalama eğilmede elastikiyet modülü Düzce’de 11275,97 N/mm², Ordu’da 10875,37 N/mm² ve Trabzon’da 10398,98 N/mm² bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, eğilmede elastikiyet modülü bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 52’de gösterilmiştir.

Çizelge 52: Eğilmede Elastikiyet Modülü Levene ve t Testi Sonuçları

Elastikiyet	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	t	df	Sig.
Trabzon	0,0755	0,784	-4,0592	72	0,000
Düzce	2,6934	0,105	0,3925	78	0,696
Ordu	2,5370	0,118	0,4203	47	0,676

Eğilmede elastikiyet modülü Düzce ve Ordu yörelerinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 53 ve 54’de verilmiştir.

Çizelge 53: Eğilmede Elastikiyet Modülü Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	29582014,83	2	14791007	9,1964	0,000
Grup İçi	321668353,59	200	1608342		
Genel	351250368,42	202			

Çizelge 54: Eğilmede Elastikiyet Modülü Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2
Trabzon	74	10398,984	
Ordu	49		10875,37
Düzce	80		11275,98
Sig.		1	0,074

Varyans analizi sonuçlarına göre eğilmede elastikiyet modülü bakımından bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre, eğilmede elastikiyet modülü değeri bakımından Ordu ve Düzce yöreleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresi bu iki gruptan farklı bulunmuştur.

3.3.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

Dinamik Eğilme (Şok) Direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 55’de verilmiştir.

Çizelge 55: Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Değerleri (kN/cm)

Bölge	Deneme	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	32	0,625	0,1330	0,0177	21,27	0,44	0,46	0,90
	II	36	0,744	0,1056	0,0111	14,18	0,38	0,60	0,98
	Ortalama	68	0,681	0,1341	0,0180	19,68	0,52	0,46	0,98
Ordu	I	24	0,698	0,0736	0,0054	10,55	0,27	0,58	0,85
	II	27	0,649	0,0665	0,0044	10,25	0,27	0,50	0,77
	Ortalama	51	0,672	0,0736	0,0054	10,95	0,35	0,50	0,85
Trabzon	I	42	0,616	0,0937	0,0088	15,21	0,33	0,46	0,79
	II	36	0,598	0,0914	0,0084	15,28	0,31	0,50	0,81
	Ortalama	78	0,608	0,0925	0,0086	15,22	0,35	0,46	0,81
Genel Ortalama			0,654						

Ortalama dinamik eğilme direnci Düzce’de 0,681 kN/cm, Ordu’da 0,672 kN/cm ve Trabzon’da 0,608 kN/cm bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, dinamik eğilme direnci bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 56’da gösterilmiştir.

Çizelge 56: Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Levene ve t Testi Sonuçları

Şok Direnci	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	T	df	Sig.
Trabzon	0,0804	0,778	0,85048	76	0,398
Düzce	0,0682	0,795	5,33491	66	0,000
Ordu	1,4184	0,239	1,60188	49	0,116

Dinamik eğilme (Şok) direnci bakımından Düzce yöresinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunurken, Ordu ve Trabzon yörelerinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 57 ve 58’de verilmiştir.

Çizelge 57: Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	0,22733	2	0,113668	10,225	0,000
Grup İçi	2,15650	194	0,011115		
Genel	2,38383	196			

Çizelge 58: Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2
Trabzon	78	0,608	
Ordu	51		0,672
Düzce	68		0,681
Sig.		1	0,637

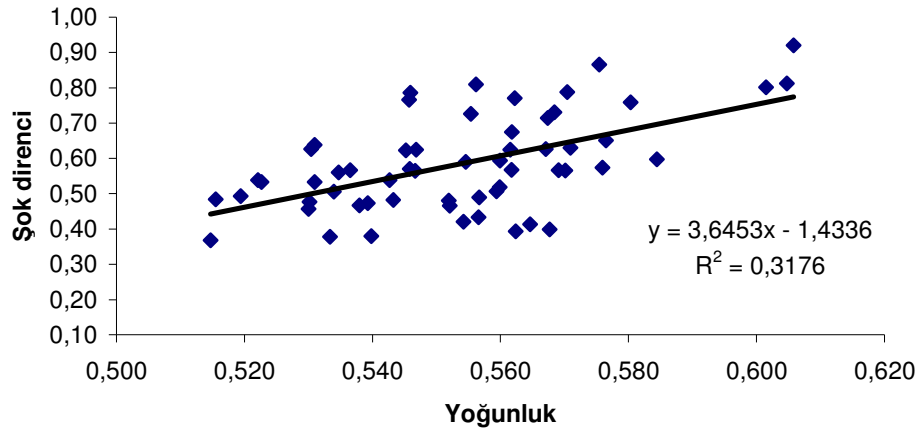
Varyans analizi sonuçlarına göre dinamik eğilme direnci bakımından bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre, dinamik eğilme direnci değeri bakımından Ordu ve

Düzce yöreleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresi bu iki gruptan farklı bulunmuştur.

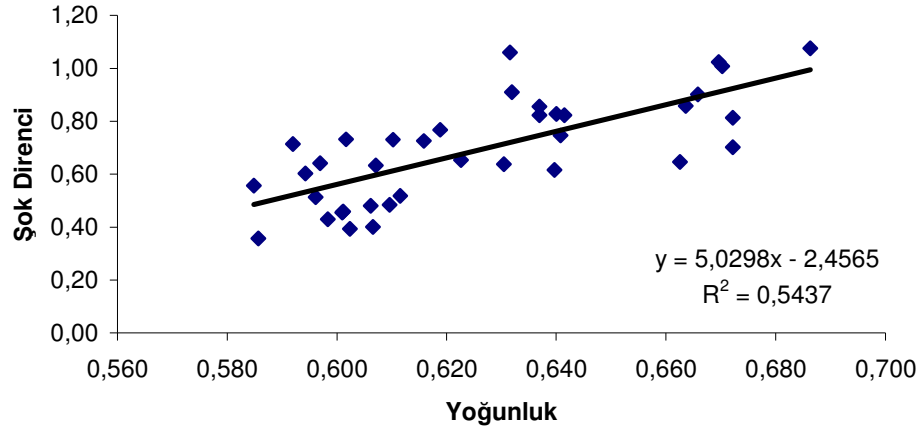
Her bölgede hava kurusu yoğunluk ve dinamik eğilme direnci değerlerinden yararlanılarak hesaplanan dinamik kalite değerleri Trabzon'da 1,89, Düzce'de 1,71 ve Ordu'da 1,52 olarak bulunmuştur. Genel ortalama dinamik kalite değeri 1,71 olarak hesaplanmıştır.

3.3.4.1. Dinamik Eğilme Direnci ve Yoğunluk Arasındaki İlişki

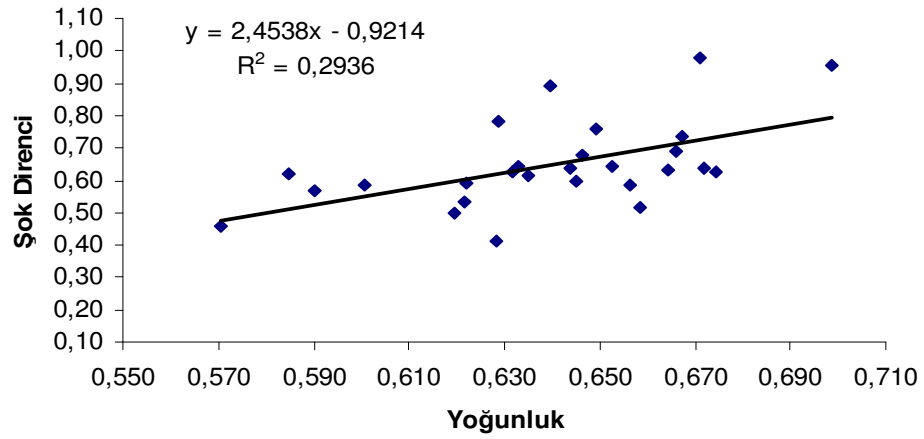
Dinamik eğilme direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki her bölge için ayrı ayrı Şekil 16, 17 ve 18'de gösterilmiştir.



Şekil 16: Trabzon Dinamik Eğilme Direnci-Yoğunluk Arasındaki İlişki



Şekil 17: Düzce Dinamik Eğilme Direnci-Yoğunluk Arasındaki İlişki



Şekil 18: Ordu Dinamik Eğilme Direnci-Yoğunluk Arasındaki İlişki

Yoğunluk ve dinamik eğilme direnci arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısı Düzce, Ordu ve Trabzon'da sırasıyla 0.737, 0.542 ve 0.564 olarak bulunmuştur.

3.3.5. Liflere Dik Çekme Direnci

Liflere Dik Çekme Direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 59’da verilmiştir.

Çizelge 59: Liflere Dik Çekme Direnci Değerleri (N/mm²)

Bölge	Deneme Alanı	N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	32	6,373	1,526	2,328	23,943	5,08	4,28	9,36
	II	32	6,818	1,399	1,956	20,513	4,39	4,71	9,1
	Ortalama	64	6,596	1,469	2,159	22,275	5,08	4,28	9,36
Ordu	I	20	5,992	1,025	1,050	17,101	3,18	5,01	8,19
	II	24	6,538	0,965	0,931	14,755	3,17	5,17	8,34
	Ortalama	44	6,290	1,018	1,037	16,192	3,33	5,01	8,34
Trabzon	I	32	5,887	1,571	2,467	26,682	5,05	3,54	8,59
	II	32	6,023	1,313	1,724	21,798	4,91	3,91	8,82
	Ortalama	64	5,955	1,438	2,067	24,142	5,28	3,54	8,82
Genel Ortalama			6,280						

Ortalama liflere dik çekme direnci Düzce’de 6,596 N/mm², Ordu’da 6,290 N/mm² ve Trabzon’da 5,955 N/mm² ve genel ortalama 6,28 N/mm² bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, liflere dik çekme direnci bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 60’da gösterilmiştir.

Çizelge 60: Liflere Dik Çekme Direnci Levene ve t Testi Sonuçları

Dik Çekme	Levene Testi		t testi		
	F	Sig.	T	df	Sig.
Trabzon	3,028802	0,087	-0,37651	62	0,708
Düzce	0,245752	0,622	-1,21615	62	0,229
Ordu	0,022851	0,881	-1,81581	42	0,077

Liflere dik çekme direnci bakımından üç bölgede de deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 61 ve 62’de verilmiştir.

Çizelge 61: Liflere Dik Çekme Direnci Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	13,15241	2	6,5762	3,5760	0,030
Grup İçi	310,7878	169	1,8389		
Genel	323,9402	171			

Çizelge 62: Liflere Dik Çekme Direnci Duncan Testi Sonuçları

BÖLGE	N	1	2
Trabzon	64	5,954	
Ordu	44	6,289	6,289
Düzce	64		6,595
Sig.		0,194	0,235

Varyans analizi sonuçlarına göre liflere dik çekme direnci bakımından bölgeler arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre, Ordu-Düzce ve Ordu-Trabzon grupları özdeş, Düzce -Trabzon grupları birbirinden farklıdır.

3.3.6. Sertlik Değeri (Janka Sertlik)

Radyal, teğet ve enine sertlik değerleri tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 63’de verilmiştir.

Çizelge 63: Radyal, Teğet ve Enine Sertlik Değerleri (N/mm²)

Bölge	D. Alanı		N	X	S	S ²	V	R	X _{min}	X _{max}
Düzce	I	R	16	63,74	8,022	64,354	12,6	32,10	48,76	80,86
		T	16	70,96	6,059	36,706	8,5	19,23	60,98	80,21
		E	16	97,13	7,104	50,474	7,3	24,76	87,51	112,27
	II	R	16	62,10	7,160	51,262	11,5	19,50	52,92	72,42
		T	16	70,48	6,592	43,459	9,4	18,65	59,62	78,27
		E	16	97,03	7,363	54,221	7,6	22,20	85,99	108,19
	Ortalama	R	32	62,92	7,526	56,638	12,0	32,10	48,76	80,86
		T	32	70,72	6,233	38,847	8,8	20,59	59,62	80,21
		E	32	97,08	7,118	50,661	7,3	26,27	85,99	112,27
Ordu	I	R	16	64,90	10,759	115,749	16,6	31,96	50,66	82,62
		T	16	74,45	10,414	108,451	14,0	29,71	57,95	87,66
		E	16	99,73	11,347	128,760	11,4	31,02	84,74	115,76
	II	R	16	64,34	5,901	34,817	9,2	20,76	52,41	73,17
		T	16	70,06	6,481	42,000	9,2	20,35	56,37	76,73
		E	16	99,24	5,719	32,712	5,8	24,86	85,27	110,13
	Ortalama	R	32	64,62	8,540	72,936	13,2	31,96	50,66	82,62
		T	32	72,26	8,818	77,765	12,2	31,29	56,37	87,66
		E	32	99,48	8,843	78,195	8,9	31,02	84,74	115,76
Trabzon	I	R	16	51,32	9,682	93,734	18,9	37,57	39,85	77,42
		T	16	59,45	8,880	78,859	14,9	33,28	47,46	80,74
		E	16	86,93	8,674	75,237	10,0	36,30	73,82	110,12
	II	R	16	51,01	4,111	16,897	8,1	12,64	44,10	56,74
		T	16	58,75	4,299	18,477	7,3	15,01	52,74	67,74
		E	16	85,33	4,577	20,946	5,4	15,56	77,80	93,35
	Ortalama	R	32	51,17	7,318	53,555	14,3	37,57	39,85	77,42
		T	32	59,10	6,872	47,227	11,6	33,28	47,46	80,74
		E	32	86,13	6,870	47,194	8,0	36,30	73,82	110,12
Genel Ortalama		R		59,57						
		T		67,36						
		E		94,23						

Ortalama radyal, teğet ve enine sertlik değerleri sırasıyla, Düzce’de 62,92, 70,72 ve 97,08 N/mm², Ordu’da 64,62, 72,26 ve 99,48 N/mm² ve Trabzon’da 51,17, 59,10 ve 86,13 N/mm² bulunmuştur.

Her bir bölgedeki deneme alanlarının kendi içerisinde, radyal, teğet ve enine sertlik bakımından anlamlı bir değişim gösterip göstermediği Levene ve t testi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 64’de gösterilmiştir.

Çizelge 64: Radyal, Teğet ve Enine Sertlik Levene ve t Testi Sonuçları

Sertlik		Levene Testi		t testi		
		F	Sig.	t	df	Sig.
Trabzon	Radyal	6,1209	0,019	0,1161	20	0,909
	Teğet	6,5026	0,016	0,2863	22	0,777
	Enine	2,8602	0,101	0,6493	30	0,521
Düzce	Radyal	0,1060	0,747	0,6105	30	0,546
	Teğet	0,7465	0,394	0,2115	30	0,834
	Enine	0,3197	0,576	0,0368	30	0,971
Ordu	Radyal	7,2657	0,011	0,1835	23	0,856
	Teğet	7,7694	0,009	1,4306	25	0,165
	Enine	20,4427	0,000	0,1557	22	0,878

Radyal, teğet ve enine sertlik bakımından Düzce ve Trabzon yörelerinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunurken, Ordu yöresinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Bölgeler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile test edilmiştir. Farklılığın olması durumunda hangi grup yada gruplardan kaynaklandığı Duncan testi ile belirlenmiştir. İstatistik değerlendirme sonuçları Çizelge 65 ve 66’da verilmiştir.

Çizelge 65: Radyal, Teğet ve Enine Sertlik Varyans Analizi Sonuçları

Değişim Kaynağı		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem düzeyi
Gruplar Arası	R	3436,346	2	1718,1732	28,146	0,000
Grup İçi		5677,02	93	61,043231		
Genel		9113,367	95			
Gruplar Arası	T	3311,451	2	1655,7254	30,317	0,000
Grup İçi		5079,026	93	54,613179		
Genel		8390,476	95			
Gruplar Arası	E	3243,551	2	1621,7757	27,636	0,000
Grup İçi		5457,548	93	58,683317		
Genel		8701,1	95			

Çizelge 66: Radyal, Teğet ve Enine Sertlik Duncan Testi Sonuçları

Radyal	N	1	2	Teğet	1	2	Enine	1	2
Trabzon	32	51,165			59,101			86,129	
Düzce	32		62,918			70,720			97,082
Ordu	32		64,623			72,257			99,484
Sig.		1	0,385		1	0,408		1	0,213

Varyans analizi sonuçlarına göre radyal, teğet ve enine sertlik bakımından bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre; radyal, teğet ve enine sertlik değeri bakımından Ordu ve Düzce yöreleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresi bu iki gruptan farklıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun bazı teknolojik özellikleri üzerine bölge farklılığının etkisi tespit edilmiştir. Bu amaçla üç farklı bölgeden odun örnekleri alınmıştır. Makroskopik özelliklerden; kabuk yüzdesi, yıllık halka genişliği, yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı, fiziksel özelliklerden tam kuru ve hava kurusu yoğunluk, hacim ağırlık değeri, daralma ve genişleme yüzdeleri, lif doygunluğu noktası, odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı, hava boşluğu ve hücre çeperi oranı, mekanik özelliklerden; basınç direnci, statik ve spesifik kalite değerleri, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme direnci, dinamik kalite değeri, liflere dik çekme direnci ve Janka sertlik değeri belirlenmiştir.

4.1. Makroskopik Özelliklere Ait Sonuçlar

4.1.1. Kabuk Yüzdesi ve Hacim

Yapılan ölçümler sonucunda, kabuk kalınlığının yaklaşık olarak eşit olduğu belirlenmiştir. Kayın Gövdeli Akçaağaç'ta kabuk yüzdelерinin bölgeler arasında % 6,22 ile %8,37 arasında değiştiğı ve genel ortalama olarak % 6,89 olduğu tespit edilmiştir.

Ortalama kabuk yüzdesi, Ordu yöresinde diğer yörelere göre daha fazla, Düzce ve Trabzon yörelerinde yaklaşık olarak eşittir. Ordu yöresinden alınan ağaçların çaplarının düşük olması nedeniyle kabuk yüzdesinin yüksek çıktığı düşünülmektedir. Yetiştirme muhiti şartları kötüleştikçe kabuk yüzdesi artmaktadır.

Bölge farklılığının kabuk yüzdesine etkisi 0,001 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılığının kabuk yüzdesi üzerine olan etkisi As (1992) tarafından Sahil Çamı'nda, Bektaş (1997) tarafından Kızılçam'da da anlamlı bulunmuştur.

Kabuk hacmi ağaç türüne, gövde yüksekliğine, gövde çapına bağlı olarak değişmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun kabuk yüzdesi (% 6,89) Ceviz (*Juglans regia*) ve Kanatlı Ceviz (*Pterocarya fraxinifolia*) odununun kabuk yüzdesinden (sırasıyla % 10,80 ve %17,73) çok daha düşüktür.

Kabuk odun kökenli endüstrilerin bazılarında hiç istenmemekte (mobilya, kaplama, doğrama, selüloz ve kağıt), bazı endüstrilerde (yongalevha ve liflevha) ise belirli oranlarda kullanılmasında sakınca görülmemektedir.

Yongalevha üretiminde kabuk oranının artması ile direnç özellikleri azalmakta ve üst yüzeyin görünüş özellikleri kötüleşmektedir. Lif levhalarda ise yüzey düzgünlüğünü ve parlaklığını bozmaktadır (Göker ve Akbulut, 1992; As 1992; Bektaş, 1997).

4.1.2. Yıllık Halka İle İlgili Sonuçlar

4.1.2.1. Yıllık Halka Genişliği

Ortalama yıllık halka genişliği en yüksek Trabzon'da (2,19 mm) ve en düşük ise Düzce'de (1,64 mm) bulunmuştur. Genel ortalama yıllık halka genişliği 1,87 mm'dir.

Ortalama yaz odunu genişliği Düzce’de 0,23 mm, Ordu’da 0,25 mm, Trabzon’da 0,20 mm ve genel olarak 0,23 mm, yaz odunu katılım oranı; Düzce’de % 15,33, Ordu’da %15,75 ve Trabzon’da % 9,48 ve genel olarak % 13,52 bulunmuştur.

Yaltırık (1971) Kayın Gövdeli Akçaağaç’ın ortalama yıllık halka genişliğinin 1,5 mm.(1.012 – 2,574 mm) olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada bulunan değerlerin hepsi belirtilen bu ortalama değerden yüksek çıkmıştır. Bu farklılığın yetişme muhiti farklılığından ve ağaç yaşından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bölgeler içerisinde deneme alanları arasında yaz odunu genişliği bakımından her üç bölge içerisinde, yıllık halka genişliği bakımından Trabzon’da ve yaz odunu katılım oranı bakımından Düzce ve Ordu’da 0.05 güven düzeyinde fark anlamlı bulunmuştur.

Bölge farklılığı, yıllık halka genişliği, yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı bakımından 0.001 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar meydana getirmiştir. Yıllık halka genişliği, yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı bakımından Trabzon bölgesi diğer iki gruptan farklı, Düzce ve Ordu bölgeleri özdeşdir.

Malkoçoğlu (1994) Doğu Kayını’nda yıllık halka genişliğinin örnek ağaçlar ve bölgeler arasında değiştiğini belirtmektedir. Kayın odununun YOKO (% 19,78) Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun YOKO (%13,52)’sundan daha yüksektir.

Yıllık halka genişliği; genetik özellikler, yetişme muhiti şartları (toprak, iklim, bakı, yükselti, meşcere kapalılığı, meşcere sıklığı, doğal rekabet, ışık vb.) ve ağaç yaşına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun ortalama yıllık halka genişliği (1,87 mm) Doğu Kayını (1,58) ve Çınar Yapraklı Akçaağaç (1,74 mm)’tan yüksek, Meşe (2,56

mm), Ceviz (6,3 mm), Kanatlı Ceviz (6,09 mm) ve Kızılağaç (3,67 mm)'tan düşüktür.

Yıllık halka genişliği bir ağaç türünün tekstürü, bazı yüzey özellikleri, yoğunluğu, direnç özellikleri, doğal dayanıklılığı, odun kalitesi, boyut stabilizasyonu ve bunlara bağlı olarak kullanım yerleri hakkında fikir veren bir kriter durumundadır (Dündar, 1997). Yüksek direnç özelliklerinin beklendiği kullanım yerlerinde (binalarda, köprülerde, maden direği, tel direği, çit direklerinin üretiminde ve demiryolu traverslerinin yapımında) daha dar yıllık halkalı, boyut stabilizasyonu ve dekoratif özelliklerin önem kazandığı kullanım alanlarında (parke, kaplama vb.) ise geniş yıllık halkalı Kayın Gövdeli Akçaağaç odunu tercih edilebilir.

4.2. Fiziksel Özelliklere Ait Sonuçlar

4.2.1. Yoğunluk

4.2.1.1. Tam Kuru ve Hava Kuru Yoğunluk

Çizelge 11 ve 15'te görüldüğü gibi ortalama tam kuru ve hava kuru yoğunluk Düzce ve Ordu'da eşit ($0,608 \text{ gr/cm}^3$ ve $0,640 \text{ gr/cm}^3$), Trabzon'da ise bu iki bölgeye göre daha düşük ($0,562 \text{ gr/cm}^3$ ve $0,594 \text{ gr/cm}^3$) bulunmuştur. Genel ortalama tam kuru ve hava kuru yoğunluk değerleri ise $0,592 \text{ gr/cm}^3$ ve $0,625 \text{ gr/cm}^3$ bulunmuştur.

Bozkurt ve Erdin (1990)'e göre; Kayın Gövdeli Akçaağaç genel ortalama hava kuru yoğunluk değeri bakımından “orta ağırlıktaki ağaçlar” ($0,50-0,69 \text{ gr/cm}^3$) sınıfına girmektedir.

Yaltırık (1971) Giresun-Bicik ormanında yetişen Kayın Gövdeli Akçaağaç'ın hava kurusu yoğunluğunun 0,64 gr/cm³, tam kuru yoğunluğunun 0,59 gr/cm³ olduğunu belirtmektedir. Giresun'da yetişen Kayın Gövdeli Akçaağaçların TKY ve HKY değerleri Düzce ve Ordu'da yetişenlere yaklaşık eşit, Trabzon'da yetişenlerden ise yüksektir. Yine bu farklılığın yetişme muhiti şartlarına bağlı olarak yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranındaki değişmelerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri bakımından Yaltırık (1968) Akçaağaçları iki gruba ayırmıştır. Birinci gruptaki ağaç türlerinin odunlarının daha hafif (yoğunluk 0,58-0,66 gr/cm³), ikinci gruba dahil ağaç türleri odunlarının ise daha ağır (yoğunluk 0,66-0,80 gr/cm³) olduğunu belirtmiştir. Bulunan ortalama sonuçlara göre Kayın Gövdeli Akçaağaç hafif Akçaağaçlar grubuna girmektedir.

Deneme alanları arasında her üç bölge içerisinde de anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Deneme alanları arasındaki yetişme muhiti şartlarının (eğim, meşcere kapalılığı, meşcere sıklığı, doğal rekabet, ışık vb. faktörler) farklı olmasının bu farklılığa sebep olduğu düşünülmektedir. Düzce ve Ordu'dan alınan deneme ağaçlarının yaşlarının farklı olması da diğer bir sebep olarak düşünülebilir.

Bölge farklılığı tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değerleri arasında anlamlı farklılıklar meydana getirmiştir. TKY ve HKY bakımından Trabzon grubu diğer gruplardan farklı, Düzce ve Ordu grupları ise özdeştir. Bölge farklılığının tam kuru ve hava kurusu yoğunluk üzerine olan etkisi Han (1995) Kırmızı Akçaağaç (*Acer rubrum*)'da, Malkoçoğlu (1994) Doğu Kayını'nda, Miranda ve ark. (2001) Okaliptus'ta, As (1992) Sahil Çamı'nda ve Bektaş (1997) Kızılçam'da, Yang ve ark. (2001) Çin Göknarı'nda ve Wright (1990a ve 1990b) *Pinus oocarpa* ve *Pinus caribaea* var. *hondurensis*'de anlamlı bulunmuştur. Ay ve Örs (1999) Douglas

Göknarı odununun yoğunluğu üzerine bölge farklılığının etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, Bektaş ve ark. (2001) Andırın yöresinde yetişen Doğu Kayını odununun yoğunluğunun Karadeniz Doğu Kayınına göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Yoğunluk üzerine hücre çeperi kalınlığı, hücre lümeni çapı, ilkbahar-yaz odunu katılım oranları ve kimyasal bileşenler etki etmektedir.

Bölgeler arasındaki TKY ve HKY değerleri arasındaki farklılığa yaz odunu katılım oranlarındaki farklılığın neden olduğu düşünülmektedir. Yaz odununun yoğunluğu ilkbahar odununun yoğunluğuna göre daha yüksektir. Bu nedenle yıllık halka içerisinde yaz odunu katılım oranının artmasıyla yoğunluk artmaktadır. Yaz odunu katılım oranı en düşük olan Trabzon grubunun (%9,48) HKY ve TKY yoğunluk değerleri diğer iki gruptan farklı, yaz odunu katılım oranları arasında anlamlı farklılık bulunmayan Düzce ve Ordu gruplarının HKY ve TKY değerleri de özdeşdir.

Panshin ve Zeuw (1980) genel olarak dağınık traheli ağaçlarda yoğunluk, yıllık halka genişliği ve yaş arasında düşük bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Yine, Bozkurt ve Erdin (1997) dağınık traheli ağaçlarda (Kayın ,Meşe, Huş, Akça ağaç, Kızılağaç) yıllık halka genişliği ile yoğunluk arasındaki ilişki iğne yapraklı ve halkalı traheli türlerde olduğu kadar sıkı olmadığını ve bu ağaç türlerinin çoğunda fazla belirli olmayan fakat fark edilebilen optimal bir yıllık halka genişliğinden itibaren yıllık halkanın genişlemesi ile yoğunluk azaldığını belirtmektedirler.

Miranda ve ark. (2001) Okaliptus odununun yoğunluğu ve yıllık halka genişliği arasında ilişki olmadığını tespit etmişlerdir. Berkel (1940) ve Malkoçoğlu (1994) Doğu Kayını'nda yıllık halkanın genişlemesi ile yoğunluğun arttığını tespit etmiştir.

Bulunan tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç Türleri	Do (gr/cm ³)	D12 (gr/cm ³)	Literatür
<i>Acer campestre</i> L.	0,68	0,73	As ve ark., 2001
<i>Acer platanoides</i> L.	0,62	0,66	As ve ark., 2001
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	0,59	0,63	As ve ark., 2001
<i>Acer platanoides</i> (Türkiye)	0,608	0,643	Erten ve Sözen, 1997
Kayın	0,64	0,66	As ve ark., 2001
Meşe	0,674	0,711	Dündar, 1997
Dişbudak	0,65	0,69	As ve ark., 2001

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun tam kuru yoğunluğu (0,592 gr/cm³); *Acer pseudoplatanus* L. ve *Acer platanoides* (Türkiye) ile yaklaşık eşit, *Acer campestre*, *Acer platanoides*, Kayın, Meşe ve Dişbudak'tan düşüktür. Hava kurusu yoğunluğu (0,625 gr/cm³) ise; *Acer platanoides* (Türkiye), *Acer campestre*, *Acer platanoides*, Kayın, Meşe ve Dişbudak'tan düşük, *Acer pseudoplatanus*'la yaklaşık eşittir.

4.2.2. Hacim Ağırlık Değeri

Ortalama hacim ağırlık değeri Düzce'de 0,527gr/cm³, Ordu'da 0,532 gr/cm³, Trabzon'da 0,489 gr/cm³ ve genel ortalama hacim ağırlık değeri 0,516 gr/cm³ bulunmuştur.

Bölge içerisinde deneme alanları arasında 0,05 güvenle anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Deneme alanları arasındaki yetişme muhiti şartlarının (eğim, meşcere kapalılığı, meşcere sıklığı, doğal rekabet, ışık vb. faktörler) bu farklılığa sebep olduğu düşünülmektedir. Düzce ve Ordu'dan alınan deneme ağaçlarının yaşlarının farklı olması da diğer bir sebep olarak düşünülebilir.

Bölge farklılığı hacim ağırlık değerlerinde anlamlı farklılıklar meydana getirmiştir. Hacim ağırlık değerleri üç bölgede birbirinden farklıdır.

Malkoçoğlu (1994) Doğu Kayını'nda, As (1992) Sahil Çamı'nda ve Bektaş (1997) Kızılçam'da yetiştirme muhiti şartlarının hacim ağırlık değerlerinde anlamlı farklılıklara neden olduğunu belirtmişlerdir.

Bulunan hacim ağırlık değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç Türleri	Hacim Ağırlık Değeri (gr/cm ³)	Literatür
<i>Acer macrophyllum</i>	0,44	Wood Handbook, 1987
<i>Acer nigrum</i>	0,52	Wood Handbook, 1987
<i>Acer rubrum</i>	0,49	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharinum</i>	0,44	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharum</i>	0,56	Wood Handbook, 1987
<i>Acer pseudoplatanus L.</i>	0,522	Bozkurt ve Erdin, 1989
Kayın	0,531	Berkel, 1970
Meşe	0,561	Dündar, 1997
Dişbudak	0,564	Berkel, 1970
Karaağaç	0,555	Berkel, 1970

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun genel ortalama hacim ağırlık değeri (0,516 gr/cm³); *Acer macrophyllum*, *Acer rubrum*, *Acer saccharinum*'dan yüksek, *Acer saccharum*, Kayın, Meşe, Dişbudak ve Karaağaç'tan düşük, *Acer pseudoplatanus*., *Acer nigrum*'la yaklaşık eşittir.

4.2.3. Odun Su İlişkileri

4.2.3.1. Çalışma (Sorpsiyon) Denemeleri

Ortalama radyal, teğet, boyuna ve hacimsel daralma yüzdeleri sırasıyla; Düzce’de %4,92, %9,07, %0,15 ve %14,14, Ordu’da %4,69, %8,75, %0,20 ve %13,65, Trabzon’da %4,33, %8,01, %0,14 ve %12,49 olarak bulunmuştur. En düşük daralma yüzdeleri yoğunluk değeri en düşük olan Trabzon yöresinde, en yüksek daralma yüzdeleri ise en yüksek yoğunluğa sahip Düzce yöresinde elde edilmiştir.

Ortalama radyal, teğet, boyuna ve hacimsel genişleme yüzdeleri sırasıyla; Düzce’de %5,17, %9,83, %0,16 ve %15,16, Ordu’da %4,92, %9,55, %0,18 ve %14,66, Trabzon’da %4,53, %8,73, %0,15 ve %13,41 olarak bulunmuştur. En düşük genişleme yüzdeleri yoğunluk değeri en düşük olan Trabzon yöresinde, en yüksek daralma yüzdeleri ise en yüksek yoğunluğa sahip Düzce yöresinde elde edilmiştir.

Genel ortalama radyal, teğet, boyuna ve hacimsel daralma ve genişleme yüzdeleri sırasıyla %4,64, %4,87, %8,61, %9,37, %13,43 ve %14, 40 bulunmuştur.

Bozkurt ve Erdin (1990)’e göre; Kayın Gövdeli Akçaağaç genel ortalama radyal ve hacmen daralması “orta” olan ağaçlar, teğet daralması “fazla” olan ağaçlar grubunda yer almaktadır.

Deneme alanları arasında Trabzon yöresinde radyal, teğet ve hacimsel daralma ve genişleme bakımından, Düzce yöresinde radyal daralma ve genişleme bakımından, Ordu yöresinde ise teğet ve hacimsel daralma ve genişleme bakımından 0,05 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar vardır. Bu farklılıklara yoğunluktaki farklılıkların neden olduğu düşünülmektedir.

Bölge farklılığı daralma ve genişleme değerlerinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Radyal, teğet ve hacimsel daralma ve genişleme bakımından üç bölge birbirinden farklı, boyuna daralma ve genişleme değerleri bakımından Düzce grubu diğer iki gruba benzer, fakat Trabzon ve Ordu grupları birbirinden farklıdır.

Daralma ve genişleme yüzdeleri üzerine doğrudan etkili olan faktör yoğunluktur. Yoğunluk arttıkça daralma ve genişleme yüzdeleri de artmaktadır. Çünkü bu durumda odunun su tutabilen iç yüzeyi artmakta ve bünyesine daha fazla su bağlanabilmektedir. Yoğunluk değerlerinin bölgeler arasında değişim gösterdiği daha önce belirtilmiştir. Bu değişime bağlı olarak daralma ve genişleme değerleri arasında da istatistiksel anlamda farklılık meydana gelmiştir.

Boyuna yöndeki daralma ve genişleme değerleri üzerine yoğunluktan ziyade, hücre çeperindeki S2 tabakasının mikrofibril yönü etkili olmaktadır. Bu çeper tabakasında mikrofibriller boyuna eksenle yaklaşık 20° lik bir açı yapmaktadır. Reaksiyon odunu ve genç odun oranının artması ile bu açı büyür ve boyuna yönde çalışma artar.

As (1992) Sahil Çamı'nda ve Bektaş (1997) Kızılcım'da yetiştirme muhiti şartlarının daralma ve genişleme değerlerinde anlamlı farklılıklara neden olduğunu belirtmişlerdir.

Bulunan daralma ve genişleme değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç Türleri	Daralma (%)			Genişleme (%)			Literatür
	β_r	β_t	β_v	α_r	α_t	α_v	
<i>Acer macrophyllum</i>	3,7	7,1	11,6				Wood Handbook, 1987
<i>Acer nigrum</i>	4,8	9,3	14,0				Wood Handbook, 1987
<i>Acer rubrum</i>	4,0	8,2	12,6				Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharinum</i>	3,0	7,2	12,0				Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharum</i>	4,8	9,9	14,7				Wood Handbook, 1987
<i>Acer platanoides</i>	3,2	8,4	12,1				As ve ark., 2001
<i>Acer campestre</i>	4,8	8,8	13,7				As ve ark., 2001
<i>Acer pseudoplatanus</i>	3	8	11,5				As ve ark., 2001
<i>A. platanoides</i> (Türkiye)	4,6	9,2	13,97	4,6	8,9	14,33	Erten ve Sözen, 1997
Kayın	5	11,	16,21				As ve ark., 2001
Meşe	5,2	9,3	14,5	4,9	9,9	14,8	Dündar, 1997
Dişbudak	5	8	13,2				As ve ark., 2001

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun genel ortalama radyal daralma yüzdesi (%4,64); *Acer macrophyllum*, *Acer rubrum*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer saccharinum*'dan yüksek, *Acer nigrum*, *Acer saccharum*, *Acer campestre*, Kayın, Meşe, Dişbudak'tan düşük, *Acer platanoides* (Türkiye) ile yaklaşık eşittir. Teğet daralma yüzdesi (%8,61) ve hacimsel daralma yüzdesi (%13,43); *Acer macrophyllum*, *Acer rubrum*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer saccharinum* ve Dişbudak'dan yüksek, *Acer saccharum*, *Acer platanoides* (Türkiye), *Acer nigrum*, *Acer campestre*, Kayın ve Meşe'den düşüktür.

Radyal genişleme yüzdesi *Acer platanoides* (Türkiye)'den düşük, Meşe ile eşittir. Teğet genişleme yüzdesi *Acer platanoides* (Türkiye)'den yüksek, Meşe'den düşüktür. Hacimsel genişleme yüzdesi Meşe'den düşük, *Acer platanoides* (Türkiye) ile eşittir.

Ağaç malzemenin yapıda kullanımını belirlemede kullanılan kriterlerden biri de teğet daralmanın radyal daralmaya oranı (β_t / β_r) ve teğet genişlemenin radyal genişlemeye oranı (α_t / α_r)'dır. Bu oran 1'e ne kadar yakınsa odun yapısı o kadar stabil olarak değerlendirilmektedir. Kayın Gövdeli Akçaağaç odununda teğet ve radyal daralma ve genişleme yüzdeleri arasındaki fark fazladır. Yani, boyut stabilitesi düşüktür. Bu türün yapı malzemesi olarak kullanılmasında bu hususa dikkat edilmesi gerekmektedir.

4.2.3.2. Lif Doygunluğu Noktası

Ortalama lif doyunluğu noktası Düzce'de %27,8, Ordu'da %26,6, Trabzon'da %26,2 ve genel ortalama % 26,87 olarak hesaplanmıştır.

Bozkurt ve Göker (1996)'e göre; Kayın Gövdeli Akçaağaç lif doyunluğu noktası orta derecede olan ağaçlar (%26-28) grubuna girmektedir.

Ağaç malzemede lif doyunluğu rutubet derecesi yoğunluk, hücre çeper maddesi ve özodunu katılım oranı gibi faktörlere bağılı olarak değişim göstermektedir. Hücre çeperi ve yoğunluk arttıkça LDN de yükselmektedir. Yoğunluğu ve hücre çeperi miktarı fazla olan Düzce'de LDN yüksek, en az olan Trabzon'da düşük bulunmuştur.

Bölgeler arasındaki yoğunluk farklılıklarından dolayı lif doyunluğu noktaları da farklılaşmaktadır. Yoğunlukları birbirine yakın olan Düzce ve Ordu grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

LDN üzerine odundaki ekstraktif madde miktarı da etkilidir. Genellikle ekstraktif madde miktarı yüksek olan türlerde LDN düşüktür.

Lif doygunluğu rutubet derecesi, odunun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde etkili bir faktördür. Ağaç malzemedeki daralma ve genişleme bu değer altında rutubetlerde gerçekleşmektedir. Ağaç malzemenin direnç değerleri LDN altında rutubet arttıkça azalmaktadır. Bu değer üstünde ise bir değişiklik görülmemektedir. Ayrıca, emprenye ve kurutma içinde önemlidir.

LDN'nin yüksek olması kurutma ve difüzyon ile emprenyede önemli faydalar sağlarken, diğer kullanım alanlarında özellikle boyut stabilitesinin önemli olduğu kullanım yerlerinde sakınca teşkil etmektedir.

Bulunan LDN değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç Türleri	Lif Doygunluk Noktası (%)	Literatür
Kayın	35,6	Bozkurt ve Göker, 1996
Meşe	24,9	Dündar, 1997
Huş	28,9	Bozkurt ve Erdin, 1997
Kavak	40,4	Bozkurt ve Erdin, 1997
Kızılağaç	34,6	Bozkurt ve Erdin, 1997

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun lif doygunluğu noktası Kayın, Huş, Kavak ve Kızılağaç'tan düşük, Meşe'den yüksektir.

4.2.3.3. Odunun İçerisine Alabileceği Maksimum Su Miktarı

Maksimum su miktarı ortalama olarak Düzce'de %130,22, Ordu'da %130,15, Trabzon'da %143,75 ve genel ortalama %134,71 bulunmuştur.

Bu değer, ağaç malzemenin içerisine alabileceği emprenye maddesi miktarı bakımından önemlidir. Odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı arttıkça,

bünyesine alabileceği emprenye maddesi miktarı da artacaktır. Özellikle dolu hücre metodu ile emprenye de maliyetler üzerine etki etmektedir.

Odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı bakımından Trabzon yöresinde iki deneme alanı arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmazken, Ordu ve Düzce yörelerinde deneme alanları arasında fark anlamlı bulunmuştur.

Bölge farklılığı odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı bakımından anlamlı farklılıklar meydana getirmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre Ordu ve Düzce yöreleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresi bu iki gruptan farklı bulunmuştur.

Bu farklılıklara yoğunluk, hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranları etki etmektedir.

Kayın Gövdeli Akçaağaç odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı (%134,71) Ceviz (146,1) ve Dişbudak Yapraklı Kanatlı Ceviz (% 221,5) odunundan düşük, Doğu Kayını (%118,8) ve Istranca Meşesi (% 105)'nden yüksektir.

4.2.4. Hücre Çeperi ve Hava Boşluğu Oranları

Ortalama hücre çeperi oranı; Düzce'de % 39,38, Ordu'da % 39,28, Trabzon'da % 36,25 ve genel olarak % 38,30, boşluk hacmi; Düzce'de % 60,62, Ordu'da % 60,72, Trabzon'da % 63,75 ve genel olarak % 61,70 bulunmuştur.

Hücre çeperi ve hava boşluğu oranı bakımından Trabzon yöresinde iki deneme alanı arasında önemli bir fark bulunmazken, Ordu ve Düzce yörelerinde deneme alanları arasında istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre bölgeler arasında 0,001 güven düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre hem hücre çeperi hem

de hava boşluğu hacmi bakımından Ordu ve Düzce bölgeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon bölgesi bu iki bölgeden farklı bulunmuştur. Bulunan sonuçlar yoğunluk değerleri ile paralellik göstermektedir.

Hücre çeperi katılım oranının artması hücre çeperine bağlanacak su miktarını arttırmaktadır. Hava boşluğu oranının artması daha fazla empenye maddesi absorbe etmesine neden olmaktadır. Ayrıca, hücre çeperi oranının artması kurutma işleminde kurutma süresinin uzamasına ve maliyetlerin artmasına neden olmaktadır.

4.3. Mekanik Özelliklere Ait Sonuçlar

4.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Kalite Değerleri

Basınç direnci Düzce’de en fazla ($50,901 \text{ N/mm}^2$), Trabzon’da ise en düşük ($47,139 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Genel ortalama basınç direnci $48,522 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur.

Bozkurt ve Erdin (1990)’e göre; Kayın Gövdeli Akçaağaç liflere paralel basınç direnci orta olan ağaçlar ($35\text{-}55 \text{ N/mm}^2$) grubuna girmektedir.

Bölge içerisinde deneme alanları arasında Trabzon ve Düzce yörelerinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu farklılığa; iki deneme alanı arasındaki eğim ve yetişme muhiti şartlarının etkisi olduğu tahmin edilmektedir. Düzce’de deneme alanları arasındaki yaş farklılığının da etkili olabileceği gözardı edilmemelidir.

Bölge farklılığının basınç direnci üzerine etkisinin anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Düzce-Trabzon ve Düzce-Ordu grupları arasında anlamlı farklılık bulunurken Ordu-Trabzon grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Bektaş ve ark. (2002) Kayın odununun mekanik özelliklerin farklılaşmasına, yetiştirme ortamı ve ekolojik faktörlerin, özellikle bakı, yükselti, toprak özellikleri ve iklim farklılığının etkili olduğunu belirtmektedirler.

Bölge farklılığının basınç direnci üzerine olan etkisi AS (1992) tarafından Sahil Çamı'nda, BEKTAŞ tarafından da Kızılçam'da anlamlı bulunmuştur. Yine, Bektaş ve ark. (2002) Andırın yöresinde yetişen Kayın odununun basınç direncinin diğer yörelerde yetişenlerden farklı olduğunu belirtmektedirler.

Odunun kimyasal bileşimi basınç direncini etkilemektedir. Lignin miktarının artması basınç direncini artırıcı etki yapmaktadır.

Yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranı da basınç direncini etkilemektedir. Yaz odunu katılım oranının artmasıyla basınç direnci de artmaktadır. Bu çalışma da yaz odunu katılım oranı yüksek olan Ordu ve Düzce'de basınç direnci yüksek, yaz odunu katılım oranı düşük olan Trabzon'da basınç direnci düşük bulunmuştur.

Bulunan basınç direnci değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç Türleri	Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)	Literatür
<i>Acer macrophyllum</i>	41	Wood Handbook, 1987
<i>Acer nigrum</i>	46,1	Wood Handbook, 1987
<i>Acer rubrum</i>	45,1	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharinum</i>	36	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharum</i>	54	Wood Handbook, 1987
<i>Acer campestre L.</i>	50	As ve ark., 2001
<i>Acer platanoides L.</i>	62	As ve ark., 2001
<i>Acer pseudoplatanus L.</i>	58	As ve ark., 2001
<i>Acer platanoides (Türkiye)</i>	46,2	Erten ve Sözen, 1997
<i>Fagus orientalis</i>	57	As ve ark., 2001
<i>Fraxinus exelsior</i>	52	As ve ark., 2001

Kayın Gövdeli Akçağaç'ın genel ortalama basınç direnci *Acer macrophyllum*, *Acer nigrum*, *Acer rubrum*, *Acer saccharinum* ve *Acer platanoides* (Türkiye)'den büyük, *Acer saccharum*, *Acer campestre*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus orientalis* ve *Fraxinus exelsior*'dan düşüktür.

Statik kalite değeri Düzce'de 7,93, Ordu'da 7,38 ve Trabzon'da 7,88; Spesifik kalite değeri ortalama Düzce'de 12,37, Ordu'da 11,52 ve Trabzon'da 13,19 bulunmuştur.

Bozkurt ve Erdin (1997) yapraklı ağaçlar için statik kalite değeri < 6 olduğu zaman “düşük”, 6,5-7,5 arasında olduğu zaman “orta” ve $> 7,5$ olduğu zaman “iyi” kalite de olduğunu belirtmektedirler. Bu gruplandırmaya göre; Kayın Gövdeli Akçağaç “iyi” kalite grubuna girmektedir.

Kayın Gövdeli Akçağaç odunu basınç direnci değerinin önemli olduğu yapı malzemesi, mobilya, ambalaj, maden direği, çit direği, tel direği, travers vb. olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır.

4.3.1.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ile Yoğunluk Arasındaki İlişki

Kayın Gövdeli Akçağaç'ta yoğunluk ve basınç direnci arasındaki ilişkinin düzeyi bölgelere göre değişmekle birlikte genel olarak düşüktür. Zhang (1997) mekanik özellikler ve yoğunluk arasındaki ilişkinin bazı araştırmacılar tarafından doğrusal ve kuvvetli bulunduğunu bazı araştırmacılar tarafından da doğrusal fakat zayıf bulunduğunu belirtmektedir. Ayrıca, bu ilişkinin dağınık traheli türlerde, halkalı traheli türlere göre daha düşük olduğunu da belirtmektedir.

Düzce, Ordu ve Trabzon'da korelasyon katsayısı (r) sırasıyla 0.670, 0.705 ve 0.551 olarak bulunmuştur. Yoğunluk ve basınç direnci arasında artan doğrusal ilişki

bulunmuştur. Bölgeler arasındaki bu farklılığın yetiştirme muhiti şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Liflere paralel basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişkiyle ilgili daha önce yapılan araştırmalar yoğunlukla basınç direnci arasında doğrusal ilişki olduğunu ve yetiştirme muhiti şartlarına bağlı olarak değişme gösterdiğini göstermektedir.

4.3.2. Eğilme Direnci

Ortalama eğilme direnci Düzce’de 131,175 N/mm², Ordu’da 124,798 N/mm² ve Trabzon’da 120,658 bulunmuştur. Genel ortalama eğilme direnci 125,54 N/mm² bulunmuştur.

Bozkurt ve Erdin (1990)’e göre Kayın Gövdeli Akçaağaç eğilme direnci büyük olan ağaçlar (120-175 N/mm²) grubuna girmektedir.

Bölge içerisinde deneme alanları arasında Düzce yöresinde istatistiksel anlamda farklılık tespit edilmiştir. Bu farklılığa; Düzce’deki iki deneme alanı arasındaki eğim, yetiştirme muhiti şartları ve ağaç yaşının etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Bölge farklılığının eğilme direnci üzerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir. Bölge farklılığının eğilme direnci üzerine As (1992) tarafından Sahil Çamı’nda, Bektaş (1997) tarafından Kızılcıçam’da ve Han (1995) tarafından Kırmızı Akçaağaç (*Acer rubrum*)’da da etkili olduğu bulunmuştur.

Basınç direncinde olduğu gibi yoğunluk ve YOKO eğilme direncini etkilemektedir. YOKO’nun artmasıyla eğilme direnci de artmaktadır. Yoğunluğu ve YOKO yüksek olan Ordu ve Düzce’de eğilme direnci yüksek, yoğunluğu ve YOKO düşük olan Trabzon’da eğilme direnci düşük bulunmuştur. Ayrıca, yoğunluğa bağlı

olarak eğilme direncinde meydana gelen artışın basınç direncine nazaran daha kuvvetli olduğu belirtilmektedir (Berkel, 1970).

Bulunan ortalama eğilme direnci değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç Türleri	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Literatür
<i>Acer macrophyllum</i>	74	Wood Handbook, 1987
<i>Acer nigrum</i>	92	Wood Handbook, 1987
<i>Acer rubrum</i>	92	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharinum</i>	61	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharum</i>	109	Wood Handbook, 1987
<i>Acer platanoides L.</i>	137	As ve ark., 2001
<i>Acer pseudoplatanus L.</i>	112	As ve ark., 2001
<i>Acer platanoides (Türkiye)</i>	87,7	Erten ve Sözen, 1997
<i>Fagus orientalis</i>	112,3	As ve ark., 2001
<i>Fraxinus exelsior</i>	120	As ve ark., 2001

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun genel ortalama eğilme direnci *A. macrophyllum*, *A. nigrum*, *A. rubrum*, *A. saccharinum*, *A. platanoides* (Türkiye) *A. saccharum*, *A. pseudoplatanus*, *Fagus orientalis* ve *Fraxinus exelsior*’ dan büyük, *A. platanoides*,’den düşüktür.

Eğilme direnci büyük olan ağaç türleri içerisinde yer alan Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun Mobilya (özellikle bükme mobilya), maden direği, inşaat kalıbı ve köprülerde kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

4.3.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Ortalama eğilmede elastikiyet modülü Düzce’de 11275,97 N/mm², Ordu’da 10875,37 N/mm² ve Trabzon’da 10398,98 N/mm² bulunmuştur. Genel ortalama elastikiyet modülü 10 850,11 N/mm² bulunmuştur.

Bozkurt ve Erdin (1990)'e göre Kayın Gövdeli Akçaağaç eğilmede elastikiyet modülü orta derecede olan ağaçlar (10000-13000 N/mm²) grubuna girmektedir.

Bölge içerisinde deneme alanları arasında sadece Trabzon yöresinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu farklılığa iki deneme alanı arasındaki eğim ve yetişme muhiti şartlarının etkisi olduğu tahmin edilmektedir.

Bölge farklılığının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir. Düzce-Trabzon ve Ordu-Trabzon grupları arasında anlamlı farklılık bulunurken Ordu-Düzce grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Eğilmede elastikiyet modülü üzerine yoğunluğun etkisi bilinmektedir. Ağaç malzemenin yoğunluğu arttıkça elastikiyet modülü de artmaktadır. Elastikiyet modülü yoğunluğu düşük ve istatistiksel olarak diğer iki gruptan farklı olan Trabzon grubunda düşük ve diğer iki gruptan farklı, Düzce ve Ordu'da ise yüksek ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

Bölge farklılığının elastikiyet modülü üzerine etkisi As (1992) tarafından Sahil Çamı'nda, Bektaş (1997) tarafından Kızılçam'da ve Han (1995) tarafından Kırmızı Akçaağaç (*Acer rubrum*)'ta anlamlı bulunmuştur.

Bulunan ortalama eğilme elastikiyet modülü değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç Türleri	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Literatür
<i>Acer macrophyllum</i>	10000	Wood Handbook, 1987
<i>Acer nigrum</i>	11200	Wood Handbook, 1987
<i>Acer rubrum</i>	11300	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharinum</i>	7900	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharum</i>	12600	Wood Handbook, 1987
<i>Acer platanoides L.</i>	11300	As ve ark., 2001
<i>Acer pseudoplatanus L.</i>	9400	As ve ark., 2001
<i>Acer platanoides (Türkiye)</i>	6924,4	Erten ve Sözen, 1997
<i>Fagus orientalis</i>	13082	As ve ark., 2001
<i>Fraxinus exelsior</i>	13400	As ve ark., 2001

Kayın Gövdeli Akçağaç odununun genel ortalama eğilmede elastikiyet modülü *Acer macrophyllum*, *Acer saccharinum*, *Acer platanoides* (Türkiye) ve *Acer pseudoplatanus*'dan büyük, *Acer saccharum*, *Acer nigrum*, *Acer rubrum*, *Acer platanoides*, *Fagus orientalis* ve *Fraxinus exelsior*' dan düşüktür.

4.3.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

Ortalama dinamik eğilme direnci Düzce'de 0,681 kN/cm, Ordu'da 0,672 kN/cm ve Trabzon'da 0,608 kN/cm ve genel ortalama olarak 0,654 kN/cm bulunmuştur.

Bozkurt ve Erdin (1990)'e göre; Kayın Gövdeli Akçağaç dinamik eğilme direnci (6,54 J/cm²) “büyük” (6,0-9,0 J/cm²) olan ağaçlar grubuna girmektedir.

Dinamik eğilme (Şok) direnci bakımından Düzce yöresinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunurken, Ordu ve Trabzon yörelerinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık yoktur.

Yapılan istatistiki testler sonucunda bölge farklılığının dinamik eğilme (şok) direnci üzerine etkisinin 0,05 güvenle anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Dinamik eğilme direnci değeri bakımından Ordu ve Düzce yöreleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresi bu iki gruptan farklıdır.

Yoğunluk ve yaz odunu katılım oranının artması ile dinamik eğilme direnci artmaktadır. Yoğunluğu ve yaz odunu katılım oranı düşük olan Trabzon'da dinamik eğilme direnci düşük ve diğer iki gruptan farklıdır.

Bölge farklılığının dinamik eğilme (şok) direnci üzerine olan etkisi As (1992) tarafından Sahil Çamı'nda, Bektaş (1997) tarafından da Kızılcıdam'da anlamlı bulunmuştur.

Bulunan ortalama dinamik eğilme direnci değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Ağaç Türleri	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci (kN/cm)	Literatür
<i>Acer platanoides</i>	0,65	As ve ark., 2001
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,65	As ve ark., 2001
Kayın	0,95	As ve ark., 2001
Meşe	0,78	Dündar, 1997
Dişbudak	0,65	As ve ark., 2001
Kestane	0,57	As ve ark., 2001
Kızılağaç	0,58	Güller ve Ay, 2001

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun genel ortalama dinamik eğilme direnci *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus* ve Dişbudak'la yaklaşık eşit, Kayın ve Meşe'den düşük, Kestane ve Kızılağaç'tan yüksektir.

Şok direnci büyük olan ağaçlar grubunda yer alan Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun ağaç malzemenin ani şok şeklinde etki eden kuvvetlere maruz kalacağı uçak, otobüs, makine, spor aletleri, alet sapları, bowling salonları, beyzbol sopası, merdiven vb. kullanım yerlerinde kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Ortalama dinamik kalite değeri Trabzon'da 1,89, Düzce'de 1,71 ve Ordu'da 1,52 olarak bulunmuştur. Genel ortalama dinamik kalite değeri 1,71 olarak hesaplanmıştır.

Dinamik kalite değerleri çeşitli ağaç türlerinin şok şeklindeki etkilere karşı koyma kabiliyetlerinin karşılaştırılması bakımından önemlidir. Dinamik kalite faktörüne göre yapılan sınıflandırma ağaç malzemenin gevrek ya da esnek yapıda olduğunu belirlemede yardımcı olmaktadır. Kayın Gövdeli Akçaağaç dinamik kalite değeri (1,71) bakımından esnek (güç kırılır; kalite değeri>1,2) ağaçlar grubunda yer almaktadır.

Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun dinamik kalite değeri Doğu Kayını odunundan (2,12) düşük, Meşe (1,54)'den ise biraz yüksektir.

4.3.4. 1. Dinamik Eğilme Direnci ve Yoğunluk Arasındaki İlişki

Kayın Gövdeli Akçaağaç'ta dinamik eğilme direnci ve yoğunluk arasındaki ilişkinin düzeyi bölgelere göre değişmekle birlikte genel olarak düşüktür. Zhang (1997) mekanik özellikler ve yoğunluk arasındaki ilişkinin bazı araştırmacılar tarafından doğrusal ve kuvvetli bulunduğunu bazı araştırmacılar tarafından da doğrusal fakat zayıf bulunduğunu belirtmektedir. Ayrıca, bu ilişkinin dağınık traheli türlerde, halkalı traheli türlere göre daha düşük olduğunu da belirtmektedir.

Yoğunluk ve dinamik eğilme direnci arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısı Düzce, Ordu ve Trabzon'da sırasıyla 0.737, 0.542 ve 0.564 olarak bulunmuştur. Bölgeler arasındaki bu farklılığın yetiştirme muhiti şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha önce yapılan araştırmalar yoğunlukla dinamik eğilme direnci arasında doğrusal ilişki olduğunu ve yetiştirme muhiti şartlarına bağlı olarak değişme gösterdiğini göstermektedir.

4.3.5. Liflere Dik Çekme Direnci

Ortalama liflere dik çekme direnci Düzce'de $6,596 \text{ N/mm}^2$, Ordu'da $6,290 \text{ N/mm}^2$, Trabzon'da $5,955 \text{ N/mm}^2$ ve genel ortalama liflere dik çekme direnci $6,280 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur.

Liflere dik çekme direnci bakımından üç bölgede de deneme alanları arasında 0,05 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar yoktur.

Bölge farklılığı liflere dik çekme direnci değerlerinde 0,05 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar meydana getirmiştir. Çizelge 62'deki Duncan testi sonuçlarına göre, Ordu-Düzce ve Ordu-Trabzon grupları özdeş, Düzce-Trabzon grupları birbirinden farklıdır. Bölgeler arasındaki bu farklılıklara yetiştirme muhiti şartlarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Liflere dik çekme çekme direnci selüloz miktarı ile yakından ilgilidir. Selüloz oranının artması çekme direncini arttırmaktadır.

Bulunan ortalama liflere dik çekme direnci değerleri ile karşılaştırma yapmak amacıyla literatür değerleri aşağıda verilmiştir.

Tür	Liflere Dik Çekme Direnci (N/mm ²)	Literatür
<i>Acer macrophyllum</i>	3,7	Wood Handbook, 1987
<i>Acer nigrum</i>	4,6	Wood Handbook, 1987
<i>Acer saccharinum</i>	3,4	Wood Handbook, 1987
Kayın	10,7	Berkel, 1970
Dişbudak	11,2	Berkel, 1970
Meşe	9,0	Berkel, 1970

Kayın Gövdeli Akçağaç odununun genel ortalama liflere dik çekme direnci (6,28 N/mm²) *Acer macrophyllum*, *Acer nigrum* ve *Acer saccharinum*'dan büyük, Kayın, Dişbudak ve Meşe'den düşüktür.

Bu direnç değerinin yüksek olması kapalı kaplama üretimini sağlar. Liflere dik çekme direnci, soyma sırasında bıçak ağzı önündeki yarılmayı ve kaplamaların taşınması sırasında kopmasını etkilemektedir. Ağaç malzeme yapıda kullanımında özellikle birleşim yerlerinde dik çekme etkisi altında kalmaktadır. Kayın Gövdeli Akçağaç'ın liflere dik çekme direnci Kayın, Meşe ve Dişbudak gibi ağaç türlerinden düşük olmasına rağmen bu kullanım yerlerinde kullanılmasında bir problem oluşturmayaacağı düşünülmektedir.

4.3.6. Sertlik Değeri (Janka Sertlik)

Ortalama radyal, teğet ve enine sertlik değerleri sırasıyla, Düzce’de 62,92, 70,72 ve 97,08 N/mm², Ordu’da 64,62, 72,26 ve 99,48 N/mm² ve Trabzon’da 51,17, 59,10 ve 86,13 N/mm² bulunmuştur. Genel ortalama radyal, teğet ve enine sertlik değerleri sırasıyla, 59,57 N/mm², 67,36 N/mm² ve 94,23 N/mm² bulunmuştur.

Genel ortalama liflere paralel yönde 94,23 N/mm² ve liflere dik yönde 63,465 N/mm² bulunmuştur.

Liflere paralel Janka sertlik değeri 650-1000 kp/cm² arasında olan ağaç türleri “sert” ağaç türleri grubuna girmektedir. Kayın Gövdeli Akçaağaç ortalama liflere paralel Janka sertlik değeri bakımından “sert” ağaç türleri grubuna girmektedir.

Radyal, teğet ve enine kesit sertliklerinin birbirlerinden farklı olduğu belirtilmektedir. Enine kesit sertliği diğerlerine göre en yüksek; radyal kesit sertliği , enine kesit sertliğinden daha düşük, teğet kesit sertliğinden ise biraz daha yüksektir. Kayın Gövdeli Akçaağaç odununda enine sertlik en yüksek, teğet sertlik enine sertlikten düşük, radyal sertlikten ise biraz yüksek bulunmuştur. Radyal ve teğet sertlik değerlerinin bu farklılığına özıısını genişliğinin ve katılım oranının etkisi olduğu düşünölmektedir.

Radyal, teğet ve enine sertlik bakımından Düzce ve Trabzon yörelerinde iki deneme alanı arasında 0,05 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunurken, Ordu yöresinde deneme alanları arasında anlamlı farklılık yoktur.

Bölge farklılığı radyal, teğet ve enine sertlik bakımından 0,001 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar meydana getirmiştir. Çizelge 66’da verilen Duncan testi sonuçlarına göre; radyal, teğet ve enine sertlik değeri bakımından Ordu ve

Düzce yöreleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, Trabzon yöresi bu iki gruptan farklıdır.

Yoğunluk ve yaz odunu katılım oranının artması sertliği artırırken, trahelerin sayısı ve çapının artması sertliği azaltmaktadır. Bölgeler arasındaki farklılıkların yoğunluk farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kayın Gövdeli Akçağaç odununun genel ortalama sertlik değeri liflere paralel yönde ($94,23 \text{ N/mm}^2$) ve liflere dik yönde ($63,46 \text{ N/mm}^2$) *Acer platanoides*, *Quercus hartwissiana* ve *Juglans regia*'dan yüksektir.

Kayın Gövdeli Akçağaç odununun sertlik değeri yüksektir. Sertlik değerinin önemli olduğu parke, döşeme, bowling salonlarında vb. kullanım yerlerinde rahatlıkla kullanılabileceği düşünülmektedir.

Genel olarak, bölgeler arasında bütün fiziksel ve mekanik özellikler bakımından farklılık bulunmuştur. Yetiştirme ortamı şartlarına bağlı olarak Düzce ve Ordu bölgeleri birbirinden anlamlı olarak farklı bulunmazken, Trabzon bölgesi diğer iki bölgeden farklı bulunmuştur. Yıllık halka genişliği ve yoğunluk arasında kuvvetli bir ilişki bulunamamasına karşın yıllık halka genişliği arttıkça yaz odunu katılım oranı ve yoğunluk azalmaktadır.

Ülkemizde geniş bir yayılışa sahip olan Kayın ile karşılaştırıldığında teknolojik özelliklerinin yakın olduğu belirlenmiştir. Kayın'a göre m^3 fiyatının yüksek olması nedeniyle özellikle Kayın için optimum olmayan yetiştirme yerlerinde yetiştirilmesiyle birim alandan elde edilecek gelirin artacağı ve ülke ekonomisine katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Kayın Gövdeli Akçağaç odununun fiziksel ve mekanik özellikleri yetiştirme muhiti şartlarına göre anlamlı farklılıklar gösterdiğinden dolayı odunu değerlendirilirken bu hususa dikkat edilmelidir.

Alınan deneme alanları yaklaşık 1300 m. yükseltiye sahip yerlerden alınmıştır. Özellikle yapraklı ağaçlarda yüksek rakımlarda yetişen ağaçların daha düşük yoğunluğa sahip olduğu bilinmektedir. Daha düşük rakımlarda yetişenlerin daha yüksek yoğunluğa ve mekanik özelliklere sahip olacağı da göz ardı edilmemelidir.

Ülkemizde daha çok hızlı gelişen türlerle ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Hızlı büyüyen türler genellikle düşük kalite özelliklerine sahiptir ve daha çok yongalevha, liflevha ve kağıt gibi endüstri dallarında değerlendirilmektedir. Kaplama, mobilya, müzik aletleri, kereste ve parke gibi endüstrilerde kullanılan Akçaağaç gibi değerli ve kaliteli odunlara sahip, düzgün gövdeli ağaç türleri ise ülkemizde istenilen miktarlarda bulunamadığı için daha çok yurt dışından temin edilmektedir. Bu çalışmada; Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun bazı teknolojik özellikleri üzerine bölge farklılığının etkisi tespit edilmiştir. Tespit edilen fiziksel ve mekanik özelliklere göre Kayın Gövdeli Akçaağaç odunu kaliteli ve değerli olup, Orman Ürünleri Endüstrisinde hammadde kaynağı olarak özellikle kaplama levha ve ahşap mobilya vb. yerlerde kullanılabilecektir. Ayrıca kaliteli Kayın Gövdeli Akçaağaç odununun yetiştirilmesi ülke ekonomisine katkı sağlayacağından yeni kurulacak plantasyonlarda değerlendirilmesi de önerilebilir.

KAYNAKLAR

- ANONİM**, 2001a. Kardüz Orman İşletme Şefliği Silvikültür ve Amenajman Planları.
- ANONİM**, 2001 b. Çambaşı Orman İşletme Şefliği Silvikültür ve Amenajman Planları.
- ANONİM**, 2001c. Esiroğlu Orman İşletme Şefliği Silvikültür ve Amenajman Planları.
- ANONİM**, 2005a. <http://www.bowling-tr.com/yazilar/og-yazilar11.html>.
- ANONİM**, 2005b. www.hitrunscore.com/sam-bat-maple-baseball-bat-biography.html.
- GÖKER, Y., AKBULUT, T.**, 1992. Yongalevha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler, Orenko 92 Bildiri Metinleri, I.Cilt, sayfa 269-287.
- ANŞİN, R., ÖZKAN, Z.C.** 1993. Tohumlu Bitkiler, Odunsu Taksonlar. KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No:19.
- ARSLAN, Y.** 1998. Bartın Yöresinde Karaağaç, Kızılağaç, Akçaağaç ve Söğütlerde Zarar Yapan Böcekler. Z.K.Ü. F.B.E. Yüksek Lisans Tezi.
- AS, N., KOÇ, H., DOĞU, D., ATİK, C., AKSU, B., ERDİNLER, S.** 2001. Türkiye’de Yetişen Endüstriyel Öneme Sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi Seri B, Cilt 51, Sayı 1.
- AS, N.** 1992. *Pinus pinaster* ait. Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi.
- AY, N., ÖRS, Y.** 1999. Douglas Göknarı [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] Odunu Yoğunluğuna Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisi. Tr. Journal of Agriculture and Forestry 23 Ek Sayı 2, 383-387.

- AY, N., ÖRS, Y.** 1999. Orijin ve Bölge Farklılığının Duglas Göknaı [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] Odununun Liflere Paralel Basıncı Direncine Etkileri Tr. Journal of Agriculture and Forestry 23 Ek Sayı 2, 481-485.
- BEKTAŞ, İ.** 1997. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere Göre Değişimi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi.
- BEKTAŞ, İ., GÜLER, C.** 2001. Andırın Yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* Vol : 25, No: 4, s. 209-215, Tübitak, Ankara.
- BEKTAŞ, İ., GÜLER, C., BAŞTÜRK, M.A.** 2002. Principal Mechanical Properties of Eastern Beech Wood (*Fagus orientalis* Lipsky) Naturally Grown in Andırın Northeastern Mediterranean Region of Turkey. *Turk J. Agric. For.* 26 147-154.
- BERKEL, A.** 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi I.Cilt. İ.Ü. Yayın No: 1448, Orman Fakültesi Yayın No: 147, Kurtulmuş Matbaası, s.592.
- BOZKURT, A.Y.** 1971. Önemli Bazı Ağaç Türleri Odunlarının Tanımı, Teknolojik Özellikleri ve Kullanış Yerleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları İ.Ü.Yayın No: 1653, Fakülte Yayın No: 177.
- BOZKURT, A.Y., ERDİN, N.** 1989. Ticarete Önemli Yabancı Ağaçlar Ders Kitabı, İ.Ü. Yayın No: 3572, F.B.E. Yayın No: 4.
- BOZKURT, A.Y., ERDİN, N.,** 1990. Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler. İ.Ü. Orman Fak.Dergisi Seri B, Cilt 40, Sayı 1.
- BOZKURT, A.Y., ERDİN, N.,** 1995. İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun Anatomisi II) İ.Ü. Yayın No: 3907, Fen Bilimleri Ens.Yayın No: 6, ISBN 975-404-406-6.

- BOZKURT, A.Y., GÖKER, Y.** 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:3944, O.F. Yayın No: 436. ISBN 975-404-420-1.
- BOZKURT, A.Y., ERDİN, N.** 1997. Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3998, Fakülte Yayın No: 445, ISBN 975-404-449-X.
- BOZKURT, A.Y., ERDİN, N.,** 2000. Odun Anatomisi. İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, ISBN: 975-404-592-5.
- CARUS, S.** 1992. Belgrad Ormanında Dişbudak, Kızılağaç ve Akçaağaç Yapay Meşcerelerinde Büyüme Özellikleri. İ.Ü.F.B.E. Yüksek Lisans Tezi.
- ÇEPEL, N.** 1995. Orman Ekolojisi Ders Kitabı. İ.Ü. Yayın No: 3886, Sosyal Bilimler M.Y.O. Yayın No: 433, ISBN 975-404-398-1.
- DOĞU, D.** 2000. Batı Karadeniz Bölgesinde Yetişen Adi Ceviz (*Juglans regia* L.) Odununun Bazı Anatomik ve Fiziksel Özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.
- DÜNDAR, T.** 1997. Demirköy Istranca Meşeleri (*Quercus hartwissiana*)'nin Teknolojik Özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- ERTEN, P., SÖZEN, M.R.** 1997. Fıstık Çamı, Camıyanı Karaçamı ve Çınar Yapraklı Akçaağaç Odununun Bazı Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Belirlenmesi. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi No:266.
- FORBES, C.L.** 1998. The Structure of the Hardwood Plywood Distribution Industry. Forest Products Journal 48 (5): 21-27.
- Forest Products Laboratory,** 1987: Wood Handbook: wood as an engineering material. Agric Handb. 72. USDA Forest Service, Washington, DC.

GOULET, M., HERNANDEZ, R. E. 1991. Influence of Moisture Sorption on the Strength of Sugar Maple Wood in Tangential Tension. Wood and Fiber Science, 23 (2):197-206.

GÖKER, Y. 1977. Dursunbey ve Elekdağ Karaçamları (*Pinus nigra* var. *pallasiana*)'nın Fiziksel, Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sıra No: 613, Seri No: 22. 263 sayfa.

GREEN, D.W., MCDONALD, K.A. 1993. Mechanical properties of red maple structural lumber. Wood and Fiber Science, 25(4), pp. 365-374.

GÜLLER, B., AY, N. 2001. Artvin Yöresi Sakallı Kızılağaç [*Alnus glutinosa* subsp. *Barbata* (C.A. Mey.) Yalt.] Odununun Bazı Mekanik Özellikleri. Türk J. Agric For. 25 pp. 129-138.

GÜNAL, N. 1997. Türkiye’de Başlıca Ağaç Türlerinin Coğrafi Yayılışları, Ekolojik ve Floristik Özellikleri. Çantay Kitabevi, ISBN 975-7206-16-4.

GÜNGÖR, İ., ATATOPRAK, A., ÖZER, F., AKDAĞ, N., KANDEMİR, İ., 2002. Bitkilerin Dünyası (Bitki Tanıma Detayları İle Fidan Yetiştirme Esasları), Lazer Ofset, Ankara.

HAN, Y. 1995. The site and age effects on the selected physical and mechanical properties of red maple in Maine. University of Maine, Orono, ME. Ph.D. Thesis. 151p.

HERNANDEZ, R. E. 1993. Influence of Moisture Sorption on the Compressive Properties of Hardwoods, Wood and Fiber Science 25(1): 103–111.

HERNANDEZ, R. E., RESTPERO, G. 1995. Natural variation in wood properties of *Alnus acuminata* H.B.K. grown in Colombia. Wood and Fiber Sci. 27(1) pp. 41-48.

- KALIPSIZ, A.** 1994. İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fak. Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3835, Orman Fakültesi Yayın No: 427, ISBN 975-404-368-X.
- KANTAY, M.** 2001. Kanatlı Ceviz (*Pterocarya fraxinifolia*) Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri ve Soyma Kaplama Üretimine Uygunluğunun İncelenmesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- KESKİN, H., ATAR, M.** 2005. Comparison of Some Technological Properties of (5 Layers) Wood Laminations Centered with Poplar, G.Ü. Journal of Science 18(1):115-126, ISSN 1303-9709.
- LAMB, F. M., MARDEN, R. M.** 1970: Variation in Density of Sugar Maple Sapwood and Heartwood. North Central Forest Experiment Station, Forest Service-U.S.Department of Agriculture, Research Note NC-90.
- LAURIDSEN E.B. ve KJAER, E.D.** 2002. Provenance research in Gmelina arborea Linn., Roxb. A summary of results from three decades of research and a discussion of how to use them. International Forestry Review 4(1) 15 p.
- MALKOÇOĞLU, A.** 1994. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.
- MEREV, N.** 1998. Odun Anatomisi Cilt – I, Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi. KTÜ Orman Fak. Genel Yayın No: 189, Fakülte Yayın No: 27.
- MIRANDA, I., ALMEIDA, M.H., PEREIRA, H.** 2001. Influence of Provenance, Subspecies and Site on Wood Density in Eucalyptus globulus Labill. Wood and Fiber Science, 33 (1): 9-15.
- NADERİ, N., HERNANDEZ, R.E.** 1997. Effect of re-wetting treatment on the dimensional changes of sugar maple wood. Wood and Fiber Science, 29(4):340-344.

- NADERİ, N., HERNANDEZ, R. E.** 1999. Effect of Planning on Physical and Mechanical Properties of Sugar Maple Wood. *Wood Fiber Science* 31(3):283-292.
- OGBONNAYA C. I., NWALOZIE, M. C. ve NWAIGBO, L. C.** 1992. Growth and Wood Properties of *Gmelina arborea* (Verbenaceae) Seedlings Grown under Five Soil Moisture Regimes. *American Journal of Botany* 79(2): 128-132.
- ODABAŞI, G.** 1996. Çınar Yapraklı Akçağaç (*Acer platanoides* L) Odun ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- ÖRS, Y.** 1986. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, I. Kısım Odunun Fiziksel Özellikleri, Ders Notları. K.Ü. Ders Teksirleri Serisi No: 11.
- PANSHIN, A.J. ve DE ZEUEW C.** 1980. Textbook of wood technology. 4ed. New York: Mc Graw-Hill, 722 pp.
- PAPADOPOULOS, A.N.** 2005: Moisture adsorption isotherms of two esterified Greek hardwoods. *Holz als Roh- und Werksto* 63: 123–128.
- ROQUE, R.M.** 2004. Effect of management treatment and growing regions on wood properties of *Gmelina arborea* in Costa Rica. *New Forests*, ISSN: 0169-4286 1573-5095, Volume 28, Numbers 2-3 Pages: 325-330.
- ROSS, R.J., ERICKSON, J.R., BRASHAW, B.K., WANG, X., VERHEY, S.A., FORSMAN, J.W., PILON, C.L.** 2004. Yield and Ultrasonic Modulus of Elasticity of Red Maple Veneer. *Forest Products Journal*. 54 (12) pp.220-225.
- SARAÇOĞLU, N.** 2002. Yenilenebilir Çevre Dostu Enerji Kaynağı : Enerji Ormancılığı. Elektrik Mühendisleri Odası, Elektrik Mühendisliği Dergisi, Cilt: 41, Sayı : 412, Şubat-2002, 39-41, Ankara.
- SARGINCI, M.** 2005. Batı Karadeniz Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Diri-Örtü Kontrol Yöntemlerinin Toprak Verimliliğine Etkisi. AİBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

- SHUPE, T.F., CHOON, E.T., GIBSON, M.D., GROZDITS, G.A., HARDING, O.V.** 1998. The effects of previous drying on shrinkage and moisture content of some Southern Bottomland Hardwoods. *Wood and Fiber Sci.* 30(3) pp. 273-280.
- SMITH, W.B., ABDULLAH, N., HERDMAN, D., De GROOT, R.C.** 1996. Preservative Treatment of Red Maple. *Forest Products Journal* 46(3): 35-41.
- SMITH, P. M., DASMOPAPATRA, S., LUPPOLD, W. G.** 2004. A profile of Pennsylvania's hardwood sawmill industry. *Forest Products Journal* 54 (5): 43-49.
- TS 2472**, 1976, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE.
- TS 2474**, 1976, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE.
- TS 2476**, 1976, Odunun Liflere Dik Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, TSE.
- TS 2477**, 1976, Odunun Çarpmada Eğilmede Dayanımının Tayini, TSE.
- TS 2478**, 1978, Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE.
- TS 2479**, 1976, Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TSE.
- TS 2595**, 1977, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE.
- TS 4083**, 1983, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, TSE.
- TS 4084**, 1983, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TSE.
- TS 4085**, 1983, Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, TSE.
- TS 4086**, 1983, Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, TSE.
- TS 4176**, 1984, Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuar Numunesi Alınması, TSE.
- WRIGHT, J.A.** 1990a. Variation in wood properties of *Pinus oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* provenances at six sites. *Silva Genetica* 39(1):1-4.

- WRIGHT, J.A.** 1990b. Provenance variation in wood properties of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. New Zealand J For Sci 20 (2): 220 -30.
- YALTIRIK, F.** 1968: Memleketimizin Doğal Akçaağaç (*Acer* L.) Türlerinin Odunlarının Anatomik Özellikleri ile yetiştirme Yeri Arasındaki Münasebet. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt XVIII, Sayı 2, Sayfa 77-89.
- YALTIRIK, F.** 1970. Türkiye’de Akçaağaçların Kullanılışı ve Değerlendirilmesi İmkanlarının İrdelenmesi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 20, Sayı 1, s.29-33.
- YALTIRIK, F.** 1971. Türkiye’de Akçaağaçların Yetiştirme Yeri İstekleri Üzerine Toplu Bakış Yetiştirme (Silvikültür) İmkanlarının İrdelenmesi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Cilt 21 Sayı 1, sayfa 81-90.
- YALTIRIK, F.** 1971 Yerli Akçaağaç (*Acer* L.) Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:1661, O.F. Yayın No: 179.
- YALTIRIK, F., EFE, A.** 2000. Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:4265, O.F. Yayın No: 465. ISBN 975-404-594-1.
- YANG, J.C., CHIU, C.M., LIN, T.P. ve KUNG, F.H.** 2001. No clinal variation in *cunninghamia lanceolata* wood density sampled from thirteen Chinese provinces. Taiwan J. For. Sci 16(2):65-80.
- YEO, H., SMITH, W.B.** 2004. Control of Interior Darkening in Hard Maple. Wood and Fiber Science 36 (3): 417-422.
- ZHANG, S.Y.** 1997. Wood Specific Gravity-Mechanical Property Relationship at Species Level. Wood Science and Technology 31: 181-191.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Araç/Kastamonu’da doğdu. İlk ve orta öğretimini Cide/Kastamonu’da tamamladı. 1997 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü’nü kazandı ve 2001 yılında Fakülte Birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı ve halen bu görevini sürdürüyor. Askerlik hizmetini Ağustos 2004-Ocak 2005 tarihleri arasında Şanlıurfa’da yerine getiren Ümit BÜYÜKSARI evlidir.

