

33777

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky.) ODUNUNUN

TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Orman End.Yük.Müh. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

" Doktor "

Unvanı Verilmesi için Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14.01.1994

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 03.06.1994

Tezin Danışmanı : Prof.Dr. Yalçın ÖRS

Jüri Üyesi : Prof.Dr. Yener GÖKER

Jüri Üyesi : Prof.Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU

Enstitü Müdürü : Prof.Dr. Temel SAVAŞKAN

Ocak 1994

TRABZON

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DENİZLİ MERKEZİ

ÖNSÖZ

" Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri" konulu bu çalışma, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora Tezi danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarında her türlü yardım ve teşviklerini esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr.Yalçın ÖRS'e, yapıcı katkılarından yararlandığım Sayın Hocam Prof.Dr. Yener GÖKER ve Sayın Prof. Dr. Ramazan KANTAY'a teşekkür ederim.

İstatistik değerlendirme ve bilgisayar çalışmalarında öneri ve katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Alptekin GÜNEL, Sayın Dr. Hakkı YAVUZ ve Sayın Arş. Gör. Ali GÜZEL'e; deney örneklerinin hazırlanması ve çalışmalar süresince emeği geçen Teknisyen Sayın Mustafa KOÇ ile Fakültemiz laboratuvar personeline, örnek ağaçlarının alınmasında yardımlarını esirgemeyen Orman İşletme Müdürlüğü yetkilileri ve diğer çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Ocak 1994

Abdulkadir MALKOÇOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİL LİSTESİ	IX
TABLO LİSTESİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Kayın Türleri	2
1.3. Doğu Kayını'nın Botanik Özellikleri	2
1.4. Doğu Kayını'nın Doğal Yayılışı	3
1.5. Doğu Kayını Odununun Anatomik Özellikleri	4
2. LİTERATÜR ÖZETİ	6
2.1. Doğu Kayını ve Diğer Bazı Kayın Türleri Üzerinde Yapılan Anatomik Araştırmalar	6
2.2. Doğu Kayını Odunu Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar	9
2.2.1. Yurtiçinde Yapılan Araştırmalar	9
2.2.2. Yurtdışında Yapılan Araştırmalar	11
2.3. Diğer Bazı Kayın Türleri Odunları Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1. Örnek Alanlarının Belirlenmesi	20
3.2. Örnek Ağaçların Seçimi	20
3.3. Örneklerin Hazırlanması	20
3.4. Makroskopik Özelliklerinin Belirlenmesi	27
3.4.1. Yıllık Halka Genişliği	27
3.4.2. Yıllık Halka Kronolojisi	27
3.5. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi	29
3.5.1. Özgül Ağırlıklar	29
3.5.1.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık	29
3.5.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık	30
3.5.1.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Oranları	31
3.5.1.4. Özgül Ağırlık Değişimleri	31
3.5.1.5. Özgül Ağırlık Dağılımları	32
3.5.2. Hacim-Yoğunluk Değeri	32
3.5.3. Odun-Su ilişkileri	33
3.5.3.1. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti.....	35
3.5.3.2. Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	35
3.6. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi	36
3.6.1. Liflere Paralel Basıç Direnci	36
3.6.2. Eğilme Direnci ve Eğilmeye Elastiklik Modülü.	38
3.6.3. Dinamik Eğilme Direnci ve Dinamik Kalite Değeri	40

3.6.4.	Çekme Dirençlerinin Belirlenmesi	42
3.6.4.1.	Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci.	42
3.6.4.2.	Liflere Dik Yönde Çekme Direnci.....	43
3.6.5.	Makaslama Dirençlerinin Belirlenmesi.....	44
3.6.6.	Yarılma Dençlerinin Belirlenmesi	46
3.6.7.	Brinell Sertlik Değerlerinin Belirlenmesi....	47
3.6.8.	Kullanılan İstatistik Yöntemler	48
4.	BULGULAR	50
4.1.	Makroskopik Özellikler	50
4.1.1.	Yıllık Halka ve Yaz Odunu Genişlikleri ile Yaz Odunu İştirak Oranı Değişimleri.....	50
4.1.2.	Yıllık Halka Genişliği ile İlkbahar Odunu, Yaz Odunu ve Yaz Odunu İştirak Oranı Arasındaki İlişki	54
4.1.2.1.	Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Genişliği Arasındaki İlişki .	55
4.1.2.2.	Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu İştirak Oranı Arasındaki İlişki	56
4.1.3.	Yıllık Halka Genişliği	57
4.1.3.1.	Bölgelere Göre Yıllık Halka Genişliklerinin Dağılımı	58
4.1.3.2.	Homojenlik Denetimi	60
4.1.3.3.	Yaz Odunu İştirak Oranı Değişimi....	61
4.2.	Fiziksel Özellikler	63
4.2.1.	Özgül Ağırlıklar	63
4.2.1.1.	Hava Kuruşu Özgül Ağırlık	63
4.2.1.2.	Tam Kuru Özgül Ağırlık	65
4.2.1.2.1.	Ağaçlar Arası Tam Kuru Özgül Ağırlık Homojenlik Denetimi	67
4.2.2.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Oranları.	68
4.2.3.	Özgül Ağırlık Değişimleri	70
4.2.3.1.	Yatay Yönde Özgül Ağırlık Değişimleri	70
4.2.3.2.	Dikey Yönde Özgül Ağırlık Değişimleri	70
4.2.4.	Özgül Ağırlık Dağılımları	71
4.2.4.1.	Yatay Yönde Özgül Ağırlık Dağılımı .	71
4.2.4.2.	Dikey Yönde Özgül Ağırlık Dağılımı .	71
4.2.5.	Yıllık Halka Genişliği ile Tam Kuru Özgül Ağırlık İlişkisi	75
4.2.6.	Hacim-Yoğunluk Değeri	76
4.2.6.1.	Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Hacim Yoğunluk Değeri İlişkisi	77
4.2.7.	Odun-Su İlişkileri	78
4.2.7.1.	Doğru Kayını Odununun Lif Doygunluğu Rutubet Miktarı	79
4.2.7.2.	Doğru Kayını Odununun Alabileceği En Yüksek Su Miktarları	79
4.3.	Mekanik Özellikler	80
4.3.1.	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci	80
4.3.1.1.	Basınç Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	80

4.3.1.2.	Basınç Direnci Statik Kalite Değeri.	82
4.3.2.	Eğilme Direnci	82
4.3.2.1.	Eğilme Direnci ile özgül Ağırlık ilişkisi	83
4.3.2.2.	Eğilmede Elastiklik Modülü	84
4.3.2.3.	Elastiklik Modülü ile özgül Ağırlık ilişkisi	85
4.3.3.	Dinamik Eğilme Direnci	87
4.3.3.1.	Dinamik Kalite Değeri	87
4.3.3.2.	Dinamik Eğilme Direnci ile özgül Ağırlık ilişkisi	88
4.3.4.	Çekme Dirençleri	90
4.3.4.1.	Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci.	90
4.3.4.2.	Çekme Direnci ile özgül Ağırlık ilişkisi	91
4.3.4.3.	Liflere Dik Yönde Çekme Direnci	92
4.3.4.3.1.	Radyal Yönde Çekme Direnci	92
4.3.4.3.2.	Teğet Yönde Çekme Direnci	93
4.3.5.	Makaslama Dirençleri	94
4.3.5.1.	Radyal Yönde Makaslama Direnci.....	94
4.3.5.2.	Radyal Yönde Makaslama Direnci ile özgül Ağırlık ilişkisi.....	94
4.3.5.3.	Teğet Yönde Makaslama Direnci.....	96
4.3.5.4.	Teğet Yönde Makaslama Direnci ile özgül Ağırlık ilişkisi.....	96
4.3.6.	Yarılma Dirençleri	98
4.3.6.1.	Radyal Yönde Yarılma Direnci	98
4.3.6.2.	Teğet Yönde Yarılma Direnci.....	98
4.3.7.	Brinell Sertlik Değerleri	99
4.3.7.1.	Liflere Paralel Yönde Brinell Sertlik Değeri	99
4.3.7.1.1.	Liflere Paralel Yönde Brinell Sertlik Değeri ile özgül Ağırlık ilişkisi	99
4.3.7.2.	Radyal Yönde Brinell Sertlik Değeri	101
4.3.7.2.1.	Radyal Yönde Brinell Sertlik Değeri ile özgül Ağırlık ilişkisi..	101
4.3.7.3.	Teğet Yönde Brinell Sertlik Değeri.	103
4.3.7.3.1.	Teğet Yönde Brinell Sertlik Değeri ile özgül Ağırlık ilişkisi..	103
5.	TARTIŞMA	106
5.1.	Yıllık Halka Genişlikleri	106
5.2.	Fiziksel Özellikler	110
5.2.1.	Özgül Ağırlıklar	110
5.2.2.	Hacim-Yoğunluk Değerleri	114
5.2.3.	Daralma Yüzdeleri	115
5.2.4.	Diğer Fiziksel Özellikler	116

5.3. Mekanik Özellikler	117
5.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Statik Kalite Değerleri	117
5.3.2. Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü Değerleri	119
5.3.3. Dinamik Eğilme Direnci ve Dinamik Kalite Değerleri	120
5.3.4. Liflere Paralel ve Dik Çekme Direnci Değerleri	122
5.3.5. Makaslama Direnci Değerleri	123
5.3.6. Yarılma Direnci Değerleri	124
5.3.7. Brinell Sertlik Değerleri	125
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	127
7. KAYNAKLAR	132
8. ÖZGEÇMİŞ	140



ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için, Doğu Kayını yayılış alanlarından alınan 19 adet örnek ağaçtan yararlanılmış ve deneyler standartlara uygun olarak hazırlanan örnekler üzerinde yapılmıştır.

Fiziksel özelliklerden; yıllık halka genişliği, yaz odunu iştirak oranı, tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlıklar, hacim yoğunluk değeri ve odunun çalışma miktarları, mekanik özelliklerden; liflere paralel basınç direnci, eğilme ve eğilmede elastiklik modülü, liflere paralel ve dik çekme direnci, makaslama direnci, yarıma direnci, Brinell Sertlik değerleri belirlenmiştir.

Deney sonuçlarına göre; yıllık halka genişliği ve özgül ağırlıklar ile ağaçlar ve bölgeler arası homojenlik denetimleri yapılmış, mekanik özellikler ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiler istatistiksel anlamda belirlenmiştir.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF ORIENTAL BEECH
(*Fagus orientalis* Lipsky.) WOOD

SUMMARY

The aim of this study is to investigate some physical and mechanical properties of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) wood. Therefore, 19 trees were selected and cut to make the experiments from native distribution areas of oriental beech.

As physical properties, width of annual rings and rate of latewood in annual rings, specific gravity in oven-dry and air-dry, values of density in volume and shrinkage of wood were determined, and as mechanical properties, compression strength parallel to the grain, static bending strength, modulus of elasticity, strength in tension parallel and perpendicular to the grain, shear strength, cleavage strength and values of Brinell-hardness.

Furthermore, homogenous groups among trees and areas for width of annual rings and specific gravity were found. Relations between mechanical and specific gravity were statistically determined.

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Avrupa Kayını (*Fagus silvatica* L.) türlerinin doğal yayılışları
- Şekil 2. Özgül ağırlık ve basınç direnci örneği
- Şekil 3. Brinell-Sertlik örneği
- Şekil 4. Radyal, teğet ve liflere paralel yönde çalışma örnekleri
- Şekil 5. Liflere paralel yönde çekme direnci örneği
- Şekil 6. Liflere dik radyal yönde çekme direnci örneği
- Şekil 7. Teğet yönde makaslama direnci örneği
- Şekil 8. Teğet yönde yarılma direnci örneği
- Şekil 9. Teğet ve radyal yönde çalışma örnekleri
- Şekil 10. Basınç direnci deneyinin yapılışı
- Şekil 11. Eğilme direnci örneği
- Şekil 12. Dinamik eğilme direnci örneği
- Şekil 13. Çekme direnci deneyi
- Şekil 14. Makaslama direnci deneyinin yapılışı
- Şekil 15. 288 yaşındaki 3 no'lu ağacın hayatı boyunca yıllık halka ve yaz odunu genişlikleri ile yaz odunu iştirak oranı değişimleri
- Şekil 16. 109 yaşındaki 17 no'lu ağacın hayatı boyunca yıllık halka ve yaz odunu genişlikleri ile yaz odunu iştirak oranı değişimleri
- Şekil 17. 188 yaşındaki 8 no'lu ağacın hayatı boyunca yıllık halka ve yaz odunu genişlikleri ile yaz odunu iştirak oranı değişimleri
- Şekil 18. Yıllık halka genişliği ile ilkbahar odunu yaz odunu genişlikleri ve yaz odunu iştirak oranı arasındaki ilişki
- Şekil 19. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişki

- Şekil 20. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu iştirak oranı arasındaki ilişki
- Şekil 21. Yıllık halka genişliği varyasyon grafiği
- Şekil 22. Doğu Kayını'nda çok dar, dar, orta ve geniş yıllık halka örnekleri
- Şekil 23. Yaz odunu iştirak oranı varyasyon grafiği
- Şekil 24. Hava kurusu özgül ağırlık varyasyon grafiği
- Şekil 25. Tam kuru özgül ağırlık varyasyon grafiği
- Şekil 26. Minimum, ortalama ve maksimum tam kuru özgül ağırlıklarda hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacmi oranları
- Şekil 27. 4' no'lu ağaçta yatay yönde özgül ağırlık değişimleri
- Şekil 28. 11 no'lu ağaçta yatay yönde özgül ağırlık değişimleri
- Şekil 29. Dikey yönde özgül ağırlık değişimleri
- Şekil 30. 3 no'lu ağaçta yatay yönde özgül ağırlık dağılımı
- Şekil 31. 17 no'lu ağaçta yatay yönde özgül ağırlık dağılımı
- Şekil 32. 11 no'lu ağaçta dikey yönde özgül ağırlık dağılımı
- Şekil 33. Yıllık halka genişliği ile tam kuru özgül ağırlık arasındaki ilişki
- Şekil 34. Hacim-yoğunluk değeri varyasyon grafiği
- Şekil 35. Tam kuru özgül ağırlık ile hacim-yoğunluk değeri arasındaki ilişki
- Şekil 36. Basınç direnci varyasyon grafiği
- Şekil 37. Liflere paralel yönde basınç direnci ile özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 38. Eğilme direnci varyasyon grafiği
- Şekil 39. Eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 40. Eğilme direnci uygulanmış örneklerde kırılma şekilleri
- Şekil 41. Doğu Kayınında ortalama eğilme grafiği

- Şekil 42. Elastiklik modülü varyasyon grafiği
- Şekil 43. Elastiklik modülü özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 44. Dinamik eğilme direnci varyasyon grafiği
- Şekil 45. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 46. Dinamik eğilme direnci örnekleri kırılma şekilleri
- Şekil 47. Liflere paralel yönde çekme direnci varyasyon grafiği
- Şekil 48. Liflere paralel yönde çekme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 49. Çekme direnci uygulanmış örneklerde çeşitli kırılma şekilleri
- Şekil 50. Radyal yönde çekme direnci varyasyon grafiği
- Şekil 51. Teğet yönde çekme direnci varyasyon grafiği
- Şekil 52. Radyal yönde makaslama direnci varyasyon grafiği
- Şekil 53. Radyal yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 54. Teğet yönde makaslama direnci varyasyon grafiği
- Şekil 55. Teğet yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 56. Radyal yönde yarıлма direnci varyasyon grafiği
- Şekil 57. Teğet yönde yarıлма direnci varyasyon grafiği
- Şekil 58. Liflere paralel yönde Brinell- Sertlik değeri varyasyon grafiği
- Şekil 55. Liflere paralel yönde Brinell-Sertlik değeri özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 60. Radyal yönde Brinell- Sertlik değeri varyasyon grafiği
- Şekil 61. Radyal yönde Brinell- Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisi
- Şekil 62. Teğet yönde Brinell- Sertlik değeri varyasyon grafiği
- Şekil 63. Teğet yönde Brinell- Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisi

TABLO LİSTESİ

- Tablo 1. Örnek ağaçların genel özellikleri
- Tablo 2. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları
- Tablo 3. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu iştirak oranı arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları
- Tablo 4. Bölgelere göre ortalama yıllık halka genişlik değerleri
- Tablo 5. Bölgeler arasında yıllık halka genişliği varyans analizi sonuçları
- Tablo 6. Bölgeler arasında yıllık halka genişliği homojenlik gruplarının dağılımı
- Tablo 7. Ağaçlar arasında yıllık halka genişliği varyans analizi sonuçları
- Tablo 8. Yıllık halka genişliği homojenlik grupları dağılımı
- Tablo 9. Bölgelere göre ortalama hava kurusu özgül ağırlık değerleri
- Tablo 10. Bölgeler arasında özgül ağırlık varyans analizi sonuçları
- Tablo 11. Bölgeler arasında özgül ağırlık homojenlik gruplarının dağılımı
- Tablo 12. Bölgelere göre ortalama tam kuru özgül ağırlık değerleri
- Tablo 13. Bölgeler arasında özgül ağırlık varyans analizi sonuçları
- Tablo 14. Bölgeler arasında özgül ağırlık homojenlik gruplarının dağılımı
- Tablo 15. Ağaçlar arasında yıllık halka genişliği varyans analizi sonuçları
- Tablo 16. Tam kuru özgül ağırlık homojenlik grupları dağılımı
- Tablo 17. Tam kuru özgül ağırlıklarda hücre çeperi maddesi ve hava boşluğunun odun hacmindeki yüzde katılma oranlarına ait değerler

- Tablo 18. Yıllık halka genişliği ile tam kuru özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları
- Tablo 19. Tam kuru özgül ağırlık ile hacim yoğunluk değeri arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları
- Tablo 20. Daralma miktarları
- Tablo 21. Genişleme miktarları
- Tablo 22. Doğu Kayını odununun hacim-yoğunluk değerine göre alabileceği en yüksek su miktarları
- Tablo 23. Doğu Kayını odununun tam kuru özgül ağırlık değerine göre alabileceği en yüksek su miktarları
- Tablo 24. Basınç direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları
- Tablo 25. Eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisine ait regresyon analizi sonuçları
- Tablo 26. Elastiklik modülü ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları
- Tablo 27. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları
- Tablo 28. Liflere paralel yönde çekme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları
- Tablo 29. Radyal yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları
- Tablo 30. Teğet yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları
- Tablo 31. Liflere paralel Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisine ait regresyon analizi sonuçları
- Tablo 32. Radyal yönde Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları
- Tablo 33. Teğet yönde Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları
- Tablo 34. Bazı Kayın türlerinin yıllık halka genişlikleri
- Tablo 35. Bazı Kayın türleri özgül ağırlık değerleri
- Tablo 36. Bazı Kayın türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri

- Tablo 37. Bazı Kayın türleri odunlarının daralma miktarları
- Tablo 38. Bazı Kayın türlerinin basınç direnci ve statik kalite değerleri
- Tablo 39. Bazı Kayın türlerinin eğilme direnci ve elastiklik modülü değerleri
- Tablo 40. Bazı Kayın türlerinin dinamik eğilme direnci değerleri
- Tablo 41. Bazı Kayın türleri liflere paralel ve dik çekme direnci değerleri
- Tablo 42. Bazı Kayın türlerinin makaslama direnci değerleri
- Tablo 43. Bazı Kayın türlerinin yarılma direnci değerleri
- Tablo 44. Bazı Kayın türleri Brinell Sertlik Değerleri
- Tablo 45. Doğu Kayını odununun teknolojik özellikleri

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bu çalışmada, Doğu Kayını odununun teknolojik özellikleri belirlenerek, diğer Kayın türleri *Fagus silvatica*, *Fagus grandifolia*, *Fagus longipetiolata*, *Fagus lucida*, *Fagus crenata* ve *Fagus japonica* ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlardan, bu türün en uygun kullanım yerleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

Ülkemizde Kayın ormanları; 495.892 ha'ı iyi koru ve 118.773 ha'ı bozuk olmak üzere toplam 614.615 ha alan kaplamaktadır. 10.934.607 ha'lık alan kaplayan tüm yapraklı ve iğne yapraklı koru ormanları içerisindeki bu türün payı % 17.8' dir. Sadece 1.504.521 ha'lık alan kaplayan geniş yapraklı koru ormanlarımızın % 40.8'i Kayın ormanlarına aittir ve ilk sırayı almaktadır. 153 milyon m³'ü aşan serveti, 3.34 milyon m³'ten fazla artımı ve 3.33 milyon m³ etası ile ormancılığımızda ayrı bir yer ve öneme sahiptir (1). Bu nedenle Doğu Kayını araştırmaya konu seçilmiştir.

Çalışmada, örneklerin alınacağı yerlerin seçiminde bu türün Ülkemizde optimal yayılış alanları gözetilmiş ve yayılış alanını geniş olarak temsil edebilmesine özen gösterilmiştir (2, 3). Böylece, Borçka-Artvin, Ayancık-Sinop Düzce-Bolu ve Demirköy-Kırklareli ormanlarından örnek ağaç odunları deneme materyali olarak alınmıştır.

Çalışma, 6 bölümde sunulmuştur. Birinci bölüm genel bilgiler (Giriş, Kayın türleri, Doğu Kayını'nın botanik özellikleri, doğal yayılışı ve anatomik özellikleri), ikinci bölüm literatür özeti, üçüncü bölüm araştırmada kullanılan materyal ve yöntemin tanıtılması, dördüncü bölüm bulgular, beşinci bölüm sonuçların tartışılması ve diğer bazı Kayın türleri ile karşılaştırma, altıncı bölüm sonuç ve önerileri içermektedir.

1.2. Kayın Türleri

Kayın cinsinin Kuzey Yarı Küresinin ılıman ve serin bölgelerinde saf ve karışık ormanlar kuran yaklaşık 9 türü bulunmaktadır (4, 5, 6).

Bunlardan *Fagus grandifolia* Ehreh. Kuzey Amerika'da; *Fagus silvatica* L. Avrupa'da; *Fagus orientalis* Lipsky. Güneybatı Bulgaristan, Anadolu, Kafkaslar ve Kuzey İran'da; *Fagus lucida* Rehd. et Wils., *Fagus longipetiolata* Seemen, *Fagus engleriana* Seemen, *Fagus sieboldii*, Orta ve Batı Çin'de; *Fagus japonica* Maxim. ve *Fagus crenata* Blume. Japonya'da bulunmaktadır.

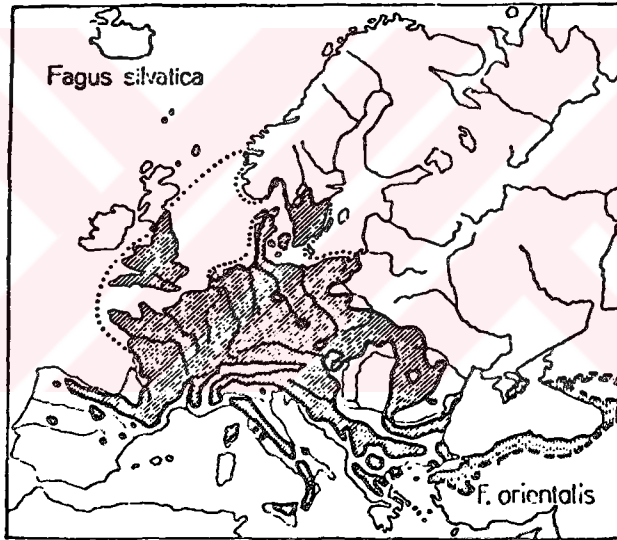
1.3. Doğu Kayını'nın Botanik Özellikleri

Doğu Kayını 30 - 40 m'ye kadar boy, 1 m'ye kadar çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli 1.sınıf bir orman ağacıdır. Kabuğu açık kül renkli olup ince ve düzgündür. Genç sürgünler tüylüdür. Yapraklar elips, ters yumurta biçiminde sivri uzun veya kısa uçlu ve 6-12 cm uzunluğundadır. Körpe iken kenarları kirpiklidir. Alt yüzünde damar boyunca ipek gibi tüylü, üst yüzü ise çıplaktır. 7-10 (8-12) çift yan damarı vardır. Bunlar yaprak kenarına tam ulaşmadan uçları kıvrılır. Yaprak sapı 0.5 -1.5 cm uzunluğunda ve tüylüdür (4, 5, 7).

Kupula yaklaşık 2 cm boyunda, dip kısımda yer alan pullar ise geniş şerit biçiminde ya da kaşık gibi, üst kısımdakiler yassıdır. Kadehin sapı 2-2.5 cm uzunlukta olup, tüylüdür. Doğu Kayını'nında yapraklar Avrupa Kayını'na göre daha büyük ve sert ,meyveyi örten kupulanın pul yapısı da değişiktir. Erkek çiçeklerde yaprak koltuklarından çıkıp, küresel başcıklar şeklinde aşağıya sarkarlar. Meyve üç köşeli kahverenkli yumurtamsı biçimde, tek tohum taşıyan bir nustur. Meyvesinin tohumu yağlıdır. Çiçeklenme nisan ayında olup, yapraklanma ile aynı zamana rastlar (4,5,7).

1.4. Doğu Kayını'nın Doğal Yayılışı

Doğu Kayını'nın genel coğrafi yayılışı, Bulgaristan Türkiye, Kafkasya ve İran'dır. Batıda Balkan Yarımadası'ndan başlar, Trakya'nın kuzey ve güney kenar dağları ile bağlantı kurarak İstanbul muntıkası üzerinden Batı Anadolu'ya geçer. Oradan Kuzey Anadolu kenar dağları boyunca Kafkasya ve Kırım'a kadar uzanır. Doğu Kayını bu ana yayılıştan çok ayrılan güneydoğuda Hatay, Seyhan ve Maraş Ormanlarının yüksek bölgelerinde izole bir yayılış gösterir (Şekil 1), (5, 7, 8).



Şekil 1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Avrupa Kayını (*Fagus silvatica* L.) türlerinin doğal yayılışları (7).

Ülkemizde en geniş yayılışı ve en iyi gelişimini Karadeniz Bölgelerinde yapar. Demirköy'den Hopa'ya kadar Karadeniz sahiline paralel uzanan dağların orta ve yüksek kısımlarında, kuzeye yönelik yamaçlarda saf ve karışık ormanlar kurar. Marmara Bölgesi ile Ege Bölgesi'nde yer yer görülür. Güney Anadolu'da Adana'nın Pos Ormanlarında, Amanos dağlarında ve Maraş-Andırın yöresinde lokal olarak bulunur (7, 8, 9).

Doğu Kayını'nın Ülkemizdeki yatay yayılışı 38 54'- 45 10'kuzey enlemleri ile 22 00'- 49 00' doğu boylamları arasındadır (9). Dikey yayılışı ise; Karadeniz bölgesinde kıyıda başlayan Kayın, Batı Karadenizde 1300 m'ye, Doğu Karadenizde 1800 - 1900 m'ye kadar yükselmektedir. Balkan Yarımadasında 10-800 m arasında bulunur ve yer yer 1100-1400 m'lere çıkar. Karadeniz ardında 1000 m'den sonra başlar, 1700-1800 m'ye kadar çıkar. Güney Marmara bölümünde, 500 m'den sonra ormanlar kurar, iç kısımlara doğru gidildikçe 1000 - 1200 m ile 1500 - 1700 m hatta 1800 m'ye ulaşır. Güney Anadolu'da, ormanların yüksek yetiştirme yerlerinde yaklaşık 1500 m'lerden başlayarak 1500-1600 m ile 1750 m üzerinde yayılış gösterir (8, 9).

1.5. Doğu Kayını Odununun Anatomik Özellikleri

Traheler yıllık halka içinde dağınık biçimde, genel olarak düzensiz dizilmişlerse de yetiştirme yerine ve bazen genç yaşlarda yarı düzenli (yarı halkalı traheli), yer yer düzenli (halkalı traheli) bir konum gösterirler. Dağınık konumda, çoğunlukla ilkbahar odunu içinde geniş çaplı ve ince çeperlidirler. Trahe çaplarında ilkbahar odunundan yaz odunu bitiş sınırına kadar bir daralma görülür. Fakat grup veya kümeleşmiş traheler içinde yer yer hem geniş çaplı ve hem de dar çaplı traheler bulunmaktadır. Doğu Kayını odunu dağınık traheli olması nedeniyle ilkbahar ve yaz odunu arasında kesin bir sınır görülemez. mm² deki trahe sayısal dağılımı hem ilkbahar hem de yaz odununda oldukça farklılıklar gösterir. Örneğin, Doğu Karadeniz Artvin-Borçka'da ilkbahar odununda 1 mm²'de ortalama olarak 223.1 adet, yaz odununda 182.04 adet, Batı Karadeniz Bolu- Zonguldak Bölgesinde ilkbahar odununda 201.4 adet yaz odununda 158.11 adettir (10).

Özışınları tek sıralı (uniseri) ve çok sıralı (multiseri) "homoselüler" dir. Ancak değişik yapıdaki hücre tiplerine "heteroselüler" de rastlanır. Enine kesitte genişliği

fazla olan özışınları yıllık halka sınırında genişleyerek bir yay çizer. Teğet kesitte bazen kompakt ve düzgün bir iğ biçimini almaktan uzaklaşmaktadır. Genel dağılım içinde tek sıralı özışını oranı diğer iki ve çok sıralı tüm öz ışınlarını toplamının yarısına yakın bir orandadır (10).

Doğu Kayını odununu oluşturan elemanların diri odundaki oranları ortalama olarak, trahe % 33.9, libriform lif % 45.78, özışını % 20.20 ve boyuna paransim yaklaşık % 5'dir (10).

İlkbahar odununda lif uzunluğu 1.242 mm, lif genişliği 20.20 μ , lümen çapı 9.75 μ , lif çeper kalınlığı 5.11 μ ; yaz odununda ise lif uzunluğu 1.238 mm, lif genişliği 17.92 μ , lümen çapı 6.2 μ ve lif çeper kalınlığı 5.66 μ 'dur (10).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ülkemizde Doğu Kayını odununun teknolojik özellikleri üzerine birçok araştırma ve inceleme yapılmış, bunlardan konumuzla ilgili olanlar aşağıda verilmiştir. Dünya'daki Kayın türleri üzerinde yapılan araştırmalarda; botanik, anatomik ve odun özellikleri bakımından önemli benzerlikler gözlemlendiği belirtilmektedir (11). Bu nedenle türler ile ilgili bazı fiziksel ve mekanik özelliklere ait araştırma ve incelemeler yanında, ekolojik koşullarla oluşan anatomik yapıya ait özelliklere ilişkin araştırmalar hakkında da bilgi verilmiştir.

2.1. Doğu Kayını ve Diğer Bazı Kayın Türleri Üzerinde Yapılan Anatomik Araştırmalar

Şanlı (10) "Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nin Türkiye'de Çeşitli Yerlerde Oluşan Odunları Üzerinde Anatomik Araştırmalar" konulu çalışmasında, beş ayrı yöreden ve değişik yüksekliklerden aldığı örnek ağaç odunları üzerinde trahe, lif, öz ışını ve öz lekelerine ait özellikleri saptamıştır. Araştırma sonuçlarına göre düşük kotlu yerlerden yüksekliğe çıktıkça enine kesitte 1mm^2 'deki trahe miktarlarının arttığı, trahe çaplarının orman sınırlarında en dar, orta yükseklikteki optimal yerlerde en geniş olduğu, trahe uzunluklarında ise önemli farklılıklar bulunmadığı, öz ışınlarının 1mm^2 'deki sayısında bir bölge dışında deniz yüzeyinden yükseldikçe artış gösterdiği; liflerde ise deniz seviyesinden yükseldikçe bir değişikliğin bulunmadığı belirtilmektedir.

Greguss (12)'de, Doğu Kayını'nın enine kesitine ait makroskopik özelliklerinin Avrupa Kayını ile aynı, sadece trahe çeperlerinin biraz daha ince olduğunu, ancak bunun bir tür için ayırt edici bir özellik olmadığını, çünkü yıllık halka genişliklerinin ağacın yaşı v.b. bazı etkenlerle değişeceğini belirtmektedir.

Aytuğ (13), Fransa'da Avrupa Kayını'nın 8 yetiştirme bölgesinde, 2'şer adet örnek ağaçtan alınan tekerleklerde özden çevreye doğru 30, 60, 80 ve 120 yaşlarındaki yıllık halkalarda yaptığı araştırmalarda, trahe boyutlarının ağacın yaşı ilerledikçe arttığını belirlemiş ve lif uzunluğunu 0.79 -1.2 mm olarak saptamıştır.

Tank (14, 15, 16), Doğu Kayını odununun Lif ve selüloz yapısı; Türkiye Kayın ve Gürgen türlerinin NSSC Metodu ile değerlendirme imkanları; Avrupa Kayını (*Fagus silvatica* L.) odunundan selüloz elde etme imkanları ve Ross diyagramı tatbikatı araştırmaları ile odun elemanları yüzde miktarlarını ve lif boyutlarını saptamıştır.

Schulz (17), Avrupa Kayını'nın odun elemanları yüzdeleri üzerine araştırmasında; çeşitli yaş ve yoğunluklarda ağaçlardan alınmış 30 adet enine kesitte, yıllık halka ve odun elemanları üzerine ölçmeler yapmış; trahe % 31, lifler % 42, traheid % 5, boyuna paransim % 5 ve öz ışınlarını % 17 olarak saptamıştır. Ağaç yaşının odun elemanları yüzdesi üzerinde etkisinin olmadığını; yıllık halka genişliği arttıkça öz ışını (%) miktarını önemli, traheid ve boyuna paransim (%)'sini daha az etkilediğini; özgül ağırlık artışının traheid ve boyuna paransim (%)'sini aynı şekilde az, lif yüzdesini ise önemli derecede arttırdığını belirlemiştir. Ortalama olarak her 70 kg/m^3 özgül ağırlık artışının % 5-7 lif artışına karşılık geldiğini; sıklık ile yıllık halka genişliği karşılaştırmalarında, kapallılığı daha fazla olan ağaçların serbest büyüyen ağaçlara göre düşük lif yüzdesi, fakat daha yüksek öz ışını yüzdesi ve boyuna paransim yüzdesi gösterdiğini saptamıştır. Aynı yıllık halka içersinde ilkbahar odunundan yaz odununa geçişte, trahe yüzdesinde diğer elemanlara göre belirgin bir düşme, özellikle lif yüzdesinde ortalama olarak sürekli bir artış görüldüğü; yıllık halkanın ilk oluşan kısımlarında (ilkbahar odununda) lif değişiminin % 25 ile % 50 arasında olduğunu, bu durumun o yılda oluşan odunun özgül ağırlığını doğrudan etkilediğini saptamış, mevsim şartlarına göre lif miktarının

geniş aralıkta değişebileceğini ortaya koymuştur.

Suss ve Müller-Stoll (18), Avrupa Kayını'nda yıllık halka genişliği ile bazı odun elemanlarının oluşumu arasındaki ilişkileri incelemiş; radyal yöndeki yıllık halkalarda trahe çapı ve sayısı, trahe ve liflerin oranı ile yıllık halka genişliği ilişkilerini açıklamışlardır. Bunun yanında eksantrik büyüme gösteren gövdelerde yıllık halkalardaki odun elemanlarında önemli bir farklılık görülmediğini saptamışlardır.

Trahe sayısı ile trahenin teğet ve radyal çapının yıllık halka genişliği ile ilişkisinde, yıllık halka genişliği artması ile 1 mm²'deki trahe sayısının azaldığını, teğet ve radyal yöndeki trahe çaplarının ise arttığını; aynı şekilde dar yıllık halkalarda trahe oranının yüksek, lif oranının düşük, geniş yıllık halkalarda ise trahe oranının azaldığı, lif oranının ise arttığını saptamışlardır.

Shimaji (19), Bazı Kayın türleri odunları üzerinde yaptığı anatomik çalışmalar sonucunda, türlere ait lif-çap oranını (lif-çap oranı = lif çapı/lif boşluğu) belirlemiş ve birbiri ile karşılaştırmıştır. Buna göre en büyük miktar 2.82-2.92 ile *Fagus japonica*'ya ait olmak üzere sırası ile *Fagus grandifolia* 2.50, *Fagus sylvatica* 2.41 ve *Fagus crenata*'da 2.21- 2.31 olarak saptanmıştır.

Erak (20), Yugoslavya Bosna'da aynı özelliklere sahip topraklarda ve farklı yüksekliklerde yetişen Avrupa Kayınlarında odun elemanları üzerinde araştırmalar yapmıştır. 730 m ve 900 m yüksekliklerde ve 2 bölgede 3'er örnek ağaçta yapılan çalışmada, 730 m'deki trahelerin boylarının kısa, trahe ve liflerin teğet çaplarının büyük ve çeperlerinin kalın olduğunu belirlemiştir.

Mariani (21), Sicilya Nebrodi bölgesinde yetişen Avrupa Kayını odun özelliklerinin yükseklikle ilişkisini araştırmış; 1200, 1500 ve 1800 m yüksekliklerden alınan 15 adet örnek ağaçta; yüksek yerlerde yetişenlerde gelişmenin daha

az olduğunu, düşük yüksekliklerde yüksek oranda kısa lif ve çok sayıda geçit oluşumları, optimum yetiştirme ortamı olan 1500 m yüksekliklerde, geniş yıllık halka ve trahe sayısında artış görüldüğünü saptamıştır.

Keller ve Thiercelin (22), Avrupa Kayını'nın bazı özellikleri üzerine geniş öz ışınlarının etkilerini araştırmışlardır. Bu türün teğet yöndeki geniş öz ışınlarının fotoğrafları bir tekstür ölçer ile belirlenerek sayılmıştır. Aynı örneklerde yapılan fiziksel ve mekanik özelliklere ilişkin deney sonuçlarına göre, geniş öz ışınları ile mekanik özellikler ve teğet yöndeki daralma miktarları arasında benzerlik saptamışlardır.

2.2. Doğu Kayını Odunu Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar

2.2.1. Yurtiçinde Yapılan Araştırmalar

Berkel (23), İstanbul- Belgrad orman alanlarında önemli yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını, Sapsız Meşe, Gürgen, Yalancı Akasya, Anadolu Kestanesi ve Adi Kızılağaç gövdelerinde su miktarlarını ve dağılışını araştırdığı çalışmasında; Doğu Kayını gövde odununda, diri odunda ortalama % 78.3, kabukta % 49.0-60.0 su miktarları saptamıştır. Öz odunu bulunmayan bir örnek ağaçta gövdenin 4.6 m yüksekliğindeki dış kısımlarında % 102, orta kısmında % 86, iç kısmında ise % 57; öz odunlu bir ağaçta dış kısmında % 101, orta kısmında % 64 ve iç kısmında % 49 su bulunduğunu açıklamıştır. Gövdede dikey yönde önce bir artış, yukarı çıkıldıkça bir azalış gözlemlenmiştir.

Alemdağ (24), " Tokat Havalisindeki Doğu Kayınlarında Kırmızıgöbek Teşekkületinin Durumu " konulu araştırmasında 180 adet örnek ağaçta çalışmalar yapmış ve bu oluşumun yaklaşık 68 yaşlarında başlamakta olduğunu saptamıştır.

Berkel (11) "Şark Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nin Teknolojik Vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar"

konulu çalışmasında, Sinop-Ayancık işletmesi Ormanlarında yaklaşık 900- 1100 m rakımları arasından aldığı örnek ağaç odunları üzerinde yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık, hacim-yoğunluk, basınç ve eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülünü saptamış, kırmızı yürek oluşumunu incelemiş ve Avrupa Kayını odunu ile karşılaştırmıştır. Bu türe göre daha dar yıllık halkalı, daha düşük özgül ağırlıkta, daha az çalışması yanında, daha iyi işlenebilme özellikleri taşıdığını belirtmiştir. Ayrıca kırmızı yürek oluşumunun ağacın yaklaşık 80 yaşına ulaştığında başladığını ve mekanik özellikler bakımından bir fark oluşturmadığını saptamıştır. Avrupa Kayını'na göre daha dar yıllık halka oluşumu ve düşük özgül ağırlık göstermesini ise ormanların bakır oluşuna bağlamıştır.

Gürsu (25) " Tokat Bölgesi Kayınlarının Teknik Vasıfları Üzerinde Yapılan Bir Çalışma " konulu araştırmasında Tokat Orman işletmesine ait 5 ayrı yerden alınan ağaç odunları üzerinde bazı fiziksel ve mekanik özellikleri saptamıştır. Ancak, orman özelliğinin belirlenmemiş olduğunu ve sadece sonuç değerleri sunulularak yararlı olacağını açıklamıştır.

Berkel, Bozkurt ve Göker (26), Demirköy ve Devrek Orman Bölgelerindeki Doğu Kayını ve Çoruh Meşesi odunları aşınma dirençlerini araştırmışlardır. Kayın odununa ait ortalama aşınma miktarlarını ağırlık olarak 2.95 gr, kalınlık olarak 0.30 mm saptamışlardır. Aşınma direnci bakımından Doğu Kayını'nın Çoruh Meşe'sine üstünlük gösterdiğini, örneklerin alındığı Demirköy ve Devrek orijinleri arasında belirgin bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir.

Göker (27), " Reaksiyon Odunu Oluşumunun Ağaç Malzemesinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi " konulu araştırmasında; Ülkemizde doğal olarak yetişen Kayın, Meşe Karaçam ve Sedir odunları üzerinde önemli teknolojik özellikleri, reaksiyon odunu ve normal odunda inceleyerek değerlendirmelerde bulunmuştur. Sonuç olarak reaksiyon odunu

oluşumu bulunan Doğu Kayını odunlarında; radyal teğet ve hacmen daralma miktarları, liflere paralel basınç, liflere paralel ve dik çekme, eğilme ve yarıma dirençlerinin normal odundan düşük; hava kurusu özgül ağırlık, dinamik eğilme direnci, liflere paralel daralma miktarı ve Brinell- sertlik değerlerinin ise daha yüksek olduğunu saptamıştır.

2.2.2. Yurtdışında Yapılan Araştırmalar

Mirzagaev (28), Doğu Kayını gövdelerinde su dağılımını 2 adet örnek ağaçta araştırmıştır. Ağaçlardan biri 83 yaşında 26 m boyunda 39 cm çapında, diğeri 145 yaşında 29 m boyunda ve 70 cm çapında olup; 1.30, 7 ve 12-15 m yüksekliklerden alınan örneklerde su miktarlarını belirlemiştir. Ağaç gövdesinde, çevreden öze ve dipten tepeye doğru su dağılımının azaldığını, ağacın farklı gövde yüksekliklerindeki yalancı öz odununda su miktarının hemen hemen hiç değişmediğini saptamıştır.

Hursudjan ve Caturjan (29), Ermenistan'da Doğu Kayını ve İberik Meşesi (*Quercus iberica* Bieb.) odunları üzerinde yaptıkları araştırmada, 100-120, 160-180 ve 200-220 yaşlarındaki Doğu Kayınlarında en iyi odun kalitesinin 160 - 180 yaşlarındaki ağaç odunlarında olduğunu saptamışlardır.

Pojouh (30), İran-Elbruz Bölgesi ormanlarında üç ayrı yöreden ve değişik yüksekliklerden aldığı Doğu Kayını odunlarının bazı teknolojik özelliklerini araştırmıştır. Üç ayrı yükseklikten alınan ağaçların odun özelliklerindeki farklılıkların çok belirgin olduğunu, yüksekliği düşük olan bölge odunlarında mekanik özelliklerin daha yüksek olduğunu açıklamıştır.

Değerlendirme bakımından ise; 50 yaşına kadar sırıklık çağı odunlarının kağıt üretiminde, 100 yaş üzerindeki odunların mobilya, parke, emprenyeli olarak demiryolu traversi için, yüksek yerlerde yetişenlerin (yaklaşık 165 yaşlarında) kaliteli, dar yıllık halkalı ve ince strüktürlü olması

nedeniyle soyma kaplama üretiminde kullanılabileceğini belirtmiştir.

Arzumanjan ve Mamikonjan (31), Ermenistan'da yetişen Doğu Kayını odununun fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Yaşları 114 -216 yaşları arasında olan 4 adet örnek ağaçta (3 adedi yalancı öz odunlu), yalancı öz odunu dışında kalan gövde kısımlarında, çevresel kısımlara oranla orta kısımlarda mekanik özelliklerin oldukça iyi olduğunu saptamışlardır.

Stayonof ve diğ.(32), Bulgaristan'da Istranca dağlarında yayılış gösteren Doğu Kayını için 400 m yükseklikten 3 adet, Ülkenin orta ve batı bölgelerinde yayılış gösteren Avrupa Kayını için, 650 - 1150 m yükseklikler arasından 10 adet örnek ağaç odunları üzerinde teknolojik özellikleri araştırmış ve türler arasında karşılaştırma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, Doğu Kayını'nın elastiklik modülü dışında diğer bütün özelliklerine ait değerlerinin Avrupa Kayını için belirlenen değerlerden büyük olduğunu, elastik modülüne ait değerlendirmenin, çok az sayıda örnekten yararlanılarak saptandığını ve önemli sayılamıyacağını belirtmişlerdir.

2.3. Diğer Bazı Kayın Türleri Odunları Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar

Leclercq (33), Avrupa Kayını odununa silvikültürün etkisi konulu çalışmasında, Belçika'da Gaume ve Ardennes bölgelerinde sekiz farklı yerden 27 örnek ağacın her birinde trahe ve lif boyutlarını 2, 4 ve 6 mm genişlikteki yıllık halkalarda belirlemiş, yetiştirme ortamı verim sınıfları (bonitet) ve artım hızı ile karşılaştırmıştır. Hızlı bir büyümenin ilkbahar odununda kısa lif oluşumu, geniş lümenli trahe ve lif çeperlerinde kalınlık azalması ve yaz odununda lümen boyutlarını küçülttüğünü ortaya koymuş; aynı zamanda birim alanda trahe oranının azaldığını lif oranının ise arttığını saptamıştır.

Suss ve Müller-Stoll (34), Avrupa Kayını odununun gövde yükseklikleri ile ilişkili olarak bazı karakteristik değişiklikleri üzerine Batı Almanya Potsdam Bölgesinde 125 yaşında 25 m uzunluğunda iyi gelişmiş tepe formu olan örnek bir ağaçta çalışma yapmışlardır. Araştırmalar 1948 yılında oluşan çok dar bir yıllık halka ile 1955 yılındaki çok geniş diğer bir halkada 0, 1.3, 6, 12, 15 ve 18 m yüksekliklerden alınan tekerleklerden elde edilen örnekler üzerinde yürütülmüştür. Halka genişliklerinin dipten tepeye doğru azaldığını ve 1948 yılında oluşan yıllık halkada 0 m yükseklikteki genişliğin, 18 m yüksekliktekinden 3.3 kat, 1955 yılındaki halkada ise 2.3 kat daha büyük olduğunu, radyal ve teğet yönlerdeki trahe çaplarının ağacın yukarısına doğru azaldığını, 1955 yılında oluşan halkada trahe çaplarının daha büyük olduğunu, 1 mm²'deki trahe sayının tepeye doğru artış gösterdiğini ve bunun 1955 yılındaki halkada daha fazla olduğunu saptamışlardır. Ayrıca trahe oranının diğer odun elemanlarına göre ağaç tepesine doğru artış gösterdiğini, fakat her iki yıl içindeki farklılığın önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Tyshkevich (35), Avrupa Kayını odununun anatomik yapısı ile büyüme koşullarının ilişkisi konulu çalışmasında 2 bölgeden 4'er ağaç odununda incelemeler yapmıştır. 1. Bölge, optimal koşullardaki Sovyet - Trans Karpatları, 2. Bölge, yetersiz rutubetteki şartları sağlayan Moldavya'nın batı sınırları alınmış, örnek ağaçların hepsi yaklaşık 120 yaşında, I.bonitette ve 0.7 kapalıktan seçilmiştir. Her iki bölgede ilkbahar odununun yaz odununa oranla daha fazla trahe hacmi ve daha az lif hacmi oluşturduğu, 2. bölge odununda trahe oranının 1.bölge ve Kafkaslarda yetişen Doğu Kayını odundan daha küçük olduğu saptanmıştır. Aynı şekilde 2. bölgedeki odun paransimi ve öz ışınları oranı 1.bölge odunundan az miktarda küçük, fakat Doğu Kayını odunundan büyük, 2. bölgedeki trahelerin ve liflerin boyutları ve çeper kalınlıkları 1.bölge odunu ve Doğu Kayını odunundan küçük çıkmıştır.

Sachsse (36), "Avrupa Kayını'nda gövde ve taç kısımlarından alınan endüstriyel odunların özelliklerinde farklılıklar" konulu araştırmasında, yaklaşık aynı yetiştirme koşullarında 10 adet örnek ağaçta incelemelerde bulunmuştur. Dal odunlarında gövde odunlarına göre odun paransimi oranının biraz daha fazla, özgül ağırlığın ise % 3.8 daha büyük, ancak dinamik eğilme direncinin % 21 daha düşük olduğunu saptamıştır.

Knigge ve Schulz (37), Avrupa Kayını'nda ağaç yaşına bağlı olarak yıllık halka genişliği değişimini incelemişler; serbest olarak yetişen yaşlı bir ağacın yaşının artması ile özden çevreye doğru yıllık halka genişliğinde azalma, kapalı bir meşcerede yetişmiş ve ileri yaşlarda (yaklaşık 100 yıl) serbest durumda olan ağaçlarda ise geniş yıllık halkaların özden uzakta çevreye yakın oluştuğunu saptamışlardır.

Vakin ve diğ. (38), Batı Ukrayna'da Avrupa Kayını odunu üzerinde yaptıkları çalışmada; Transkarpatları bölgesinde yayılmış gösteren bu türün anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Öz odunun, yalancı öz ve don etkisi ile oluşmuş öz odunu kapsadığını, anatomik çalışmalarda iki zonlu öz odunun dış zonunda (don etkisine uğramış öz odunda) trahe tül oranının düşük, direnç değerlerinin çoğunun öz odunda diri odundan büyük olduğunu saptamışlardır. Fakat bazı değerlendirme durumlarında bu farklılığın önemsenmeyeceğini belirtmişlerdir.

Ursulescu ve Pana (39) Romanya'da 6 bölgeden alınan örnek ağaçlarda Avrupa Kayını ve Fıstık Çamı (Pinus pinea L.) odunlarının teknolojik özellikleri konulu araştırmada; Avrupa Kayını için belirledikleri değerlerin Avrupa'nın diğer ülkelerinde yetişenlerle yaklaşık aynı olduğunu, yetiştirme ortamı yüksekliği arttıkça odun kalitesini arttırdığını belirtmişlerdir.

Nikolov ve diğ. (40), Bulgaristan'da farklı yüksekliklerde yetişen Avrupa Kayını odununun anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri konulu çalışmalarında; Balkan Dağları

ortasındaki Wittinya ormanında ekolojik bakımdan dağların alt, orta ve en yüksek kısımlarındaki ağaç odunlarını incelemişlerdir. Ormanın orta kısımlarında yetişen ağaçlarda büyüme ile teknolojik özelliklerin en iyi, odun elemanlarının dağılımı ve boyutları bakımından da en uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Üç farklı ekotipteki odun elemanları miktarları verilmiş, ancak sonuçların bu bölge için geçerli olduğu belirtilmiştir.

Koltzenburg (41), Avrupa Kayını'nın teknolojik özellikleri üzerine, kapalılık, kapalılık sınıfları ve yetiştirme ortamı etkilerini araştırmıştır. Bu maksatla öz odunu oluşumu olan 50-70 yıllık kayın gövdelerinde ölçmeler yapmıştır. Sonuçlar odun oluşumuna yetiştirme ortamı etkisinin odun kalitesinden daha fazla olduğunu göstermiştir. Lif uzunluğu farklı olan hücre boyutları üzerinde yapılan incelemelerde, trahe çapları ve liflerin enine kesitlerindeki yapısal görünümün ekolojik etkenlerle ortaya çıktığı saptanmıştır. Fidanlarda odun elemanları dağılımı ve odun yoğunluğunun kapalılığa göre yetiştirme ortamı ile daha fazla ilişkili olduğu, farklı ağaç sınıflarından alınan ve belirlenen özgül ağırlıkların ağacın yaşı ile değiştiği görülmüştür. Özgül ağırlığın ağaç 20-30 yaşa kadar baskı altında olduğundan az miktarda azaldığını, sonraki yıllarda baskının azalmasından sonra ise arttığını saptamıştır.

Leclercq (42), Belçika'nın Gaume Bölgesinde 16 yerden 67 adet Avrupa Kayını odunlarında fiziksel ve mekanik özellikler ile silvikültürel özellikler arasındaki ilişkileri araştırmıştır. 60 - 160 yaşlarındaki her bir ağacın hayatı boyunca yıllık halka genişlikleri, 8 - 25 yıllık aralama periyodu içinde karşılaştırılmıştır. Ağaçlar arasında aralama periyodu ve genetik değişimlerin, odunların yıllık halka genişlikleri ve odun kalitesi üzerine etkilerinde oldukça farklılıklar gösterdiğini saptamıştır. Odunun özgül ağırlık ve eğilme direncinin büyüme hızı ile pozitif yönde ilişkili olduğu, hızlı ve düzenli bir büyümenin sağlanması için

yetiştirme ortamı kalitesine bağlı olarak 8 - 12 yıllık bir aralama periyodunun uygulanması önerilmiştir.

Preiss (43), Kuzey-Batı Fransa'da Avrupa Kayını odunu üzerine yetiştirme ortamı ve silvikültürel özelliklerin etkisi ile odun yapısının bazı fiziksel karakteristiklerine ait çalışmada; koru ormanlarında 38 adet, baltalık ormanlarda 49 adet örnek ağaçta özgül ağırlık, yıllık halka genişliği ve daralma miktarlarını incelemiştir. Baltalık ormanlarda yetiştirme ortamı verimliliği ile odun özgül ağırlığı ve daralma miktarlarının arttığını, bu durumun koru ormanlarında görülmediğini, bölge değişimleri ortalamasının koru ormanında baltalık ormandan büyük, fakat her iki bölge içindeki değişimin benzer olduğunu ve bölgeler arasında özgül ağırlığın yıllık halka genişliği artışı ile arttığını, iki özelliğin bölgeler içinde bağımsız olduğunu göstermiştir. Ayrıca geniş yıllık halkalarda düşük trahe oranı ile yüksek lif oranı ve daralma miktarlarını saptamıştır.

Pechmann ve diğ. (44), İç Bavyera Bölgesinde Avrupa Kayını odunu için 750-1000 m'lerden aldıkları örnek ağaçlarda (28 adet) bazı teknolojik özellikleri, yalancı öz odunu, çekme odununda su dağılımı ile yetiştirme ortamının odun kalitesine etkilerini araştırmışlar ve en uygun kullanım yerlerini belirtmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, İç Bavyera ormanlarında yetiştirme ortamı özelliklerine göre çok farklı odun kalitesine rastlanıldığını saptamışlar, seçme ormanlarında çap arttıkça (yaklaşık 300 yıl) yalancı öz odunlu, vadilere yakın yerlerde büyüme kusurlu ve çatlamaya duyarlı, çekme odunu oluşumu nedeniyle de soymaya uygun olmadıklarını, buna karşılık belirli kapalılıkta yamaçlarda ve yükseklerde yetişenlerin düzgün gövdeli iyi soyma özelliklerine sahip, özgül ağırlıkları normal, mekanik özellikleri iyi, yalancı öz odunu oluşumunun az olduğunu belirlemişlerdir. Bunlara göre bölge ormanlarının aralama ve sıklık kesimlerine tabi tutularak idare süresinin gereğinden fazla uzatılmayıp yaşlı ve kalın çaplı ağaç gövdeleri oluşmasının

engellenmesini önermişlerdir.

Trendelenburg ve Mayer - Wegelin (45), Çeşitli ağaç türleri üzerinde su miktarı değişimlerini araştırmışlar; Avrupa Kayını ağaç gövdesinde özden kabuğa doğru su miktarının arttığını ve öz odunda % 50-80, diri odunda % 70 - 100 oranlarında değiştiğini, kış kesimi yapılmış ağaç gövdelelerinde diri odunda % 84.3, don etkisinde kalmış odunda % 69.7 ve kırmızı yürekte % 52.8 olduğunu saptamışlardır.

Sachsse (46), Avrupa Kayını odunlarında su miktarla araştırmış, 70-100 yaşları arasındaki 12 adet ağaçta kesimden hemen sonra odun ve kabuk kısımlarındaki su miktarlarını saptamıştır.

Göhre ve Götze (47), Avrupa Kayını odununun özgül ağırlığını araştırmışlar ve sonuçları bu tür üzerinde yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırmışlardır. İstatistik değerlendirmelerde, farklı bölgelerde fakat aynı yüksekliklerden alınmış örneklerde özgül ağırlık farklılıklarının ortaya çıkmadığını, özgül ağırlığın özden kabuğa doğru azalmasına sadece gövdenin alt kısımlarında rastlanıldığını, gövdenin orta ve üst kısımlarında farklılığın bulunmadığını; özgül ağırlığın dikey yönde değişiminde, gövdenin alt kısmından yaklaşık 6 m yüksekliğe kadar önce bir azalma, gövde ortasında en düşük ve tepeye doğru tekrar artış olduğunu saptamışlardır. Yıllık halka içersinde trahe miktarının özgül ağırlığı etkilediğini, bunun yanında ağaç yaşı ile özgül ağırlık arasında, aynı şekilde ağacın şekli, çapı ve boyu ile bir ilişkinin bulunmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca ayrı yetiştirme ortamlarındaki ağaçlar arasında, özgül ağırlık farkının bir bölgede yetişmiş ağaçlardaki değer sapmaları altında kaldığı ve yetiştirme ortamının (aynı yükseltide) özgül ağırlık üzerine etkisinin bulunmadığı ortaya konulmuştur.

Janota ve diğ. (48), Çekoslavakya'da Slovakya Bölgesinden alınan Avrupa Kayınlarında özgül ağırlık değişimlerini

araştırmışlar, yetiştirme ortamı ve ağaçlar arasındaki farklılığının önemli olduğunu, bölgeler arasında (aynı yükseklikte) bir farklılık görülmediğini saptamışlardır. Ayrıca, yükseklik azalması ile özgül ağırlığın artma eğilimi gösterdiğini, diri odun ile yalancı öz odunu lif yoğunlukları arasındaki farklılığın önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Krapan (49), Avrupa Kayını odununun su miktarı üzerine yaptığı araştırmada, Yugoslavya'da Croatia-Pakrac yakınında yalancı öz odunu bulunmayan 4 adet örnek ağaçtan 4 m aralıklarla tekerlekler almış, kesimden hemen sonra su miktarını, yıllık halka genişliği ve tam kuru özgül ağırlık değerlerini sırası ile $\% 73.7 \pm 15.9$, 2.8 ± 1.3 mm ve 0.690 ± 0.033 gr/cm³ olarak saptamıştır. Su miktarının ağaçların orta kısımlarında en yüksek, dip kısımlarında tepeden daha az ve dip kısımlardaki dağılımın ise çevrede öz kısımlara oranla daha fazla olduğunu saptamıştır.

Siek (50), Avrupa Kayını odunları üzerinde özgül ağırlık ve basınç direncini araştırmış, 9 örnek ağaçta öze yakın kısımlarda bu özelliklerin düşük olduğunu saptamış ve bunu yalancı öz odunu oluşumu ile açıklamıştır.

Stajduhar (51), Yugoslavya'da Croatia'nın üç ayrı yöresinde yetişen Avrupa Kayını odununun fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmış, 23 adet örnek ağaç odununda saptadığı bütün özelliklere ait değerlerin eğilmede elastiklik modülü ve sertlik değerleri hariç Kollmann tarafından bu tür için açıklanan değerlerden yüksek olduğunu belirtmiştir.

Horvat (52), Yugoslavya'nın Zumberak, Petrova, Gora Senjsko ve Velebit bölge ormanlarında yetişen Avrupa Kayını'na ait teknolojik özelliklerini araştırmış; ortalama yıllık halka genişliği, hacim-yoğunluk değeri, daralma miktarları ile basınç, dinamik eğilme dirençleri ve statik eğilmede elastiklik modülünü saptamıştır.

Cividini (53), İtalya'nın Toscano Bölgesinde Kuzey ve Orta Apennin Dağlarında yetişen Avrupa Kayını odununun teknolojik özelliklerini araştırmıştır. Dört adet örnek ağaçta özgül ağırlıklar, hacim-yoğunluk değerleri, gövdede su değişimleri, daralma miktarları ile, basınç, çekme ve dinamik eğilme dirençlerini saptamışlardır. Ayrıca hacim-yoğunluk değerinin gövdenin değişik yüksekliklerinden alınan tekerleklerinde önemli farklılık göstermediğini, bu nedenle pratik amaçlar için gövdenin herhangi bir bölümünden belirlenebileceğini ve özgül ağırlık ile yıllık halka genişliği arasında exponensiyel bir ilişki olduğunu belirtmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Örnek Alanların Belirlenmesi

Doğu Kayını'nın Yurdumuzda doğal yayılış gösterdiği ve büyümenin en iyi olduğu alanlar belirlenmiştir. Buna göre doğuda Borçka-Artvin, batıda Demirköy - Kırklareli, kuzeyde Ayancık - Kastamonu ve güneyde Düzce-Bolu Bölgeleri örnek alanlar olarak seçilmiştir. Örnek alanlarının homojen meşcereler olmasına özen gösterilmiş ve basit rastlantı örnekleme yöntemine göre ağaçlar seçilmiştir (2, 3).

3.2. Örnek Ağaçların Seçimi

Ağaçların seçilmesinde; yön, meyil, çap, yükselti, sıklık v.b. yetiştirme ortamı özellikleri gözönünde tutulmuştur. Gövde oluşumu bakımından fazla dallı budaklı, lif kıvrıklığı, anormal tepe formları göstermemesine, gövdelerin normal, çürüksüz, sağlam olmasına ve meşcereyi temsil edecek özellikte bulunmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca, iklim özellikleri bakımından çok rutubetli veya çok kurak, devamlı rüzgar etkilerine açık ekstrem yetiştirme ortamlarından kaçınılmıştır (54, 55).

Araştırmada, 19 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır. Örnek ağaçlarının genel özellikleri TS 4176 (56) esaslarına göre belirlenerek Tablo 1'de gösterilmiştir.

3.3. Örneklerin Hazırlanması

Örnek ağaçların kuzey yönü pusula ile belirlenerek, kesimden önce ağaç gövdesi üzerinde işaretlenmiş ve her bir örnek ağacın 1.30 m yükseklikteki çapı ölçülmüştür.

Seçilen ağaçlar dipten itibaren 0.3 m gövde yüksekliğinden kesilmiş, kesim sonrası gövde kısımları dallardan temizlenerek taç tabanına kadar olan gövde ve ağaç boyları ölçülmüştür. Daha önce işaretlenmiş kuzey yön çizgisi ağaç gövdesi boyunca tepeye kadar uzatılmıştır. Örnek ağaçlardan dipten 0.30 m'den başlamak üzere, her iki metrede bir en az 15 cm uzunlukta tekerlekler kesilmiştir. Tekerleklerin

Toblo 1. Örnek ağaçların genel özellikleri

Örnek ağaçların alındığı		Örnek ağaç					Yetiştirme yeri özellikleri				Örnek ağacın keşif tarihi
Bölge ve Bölge ve İşletme Adı	Bölge ve Mevki adı	No	Yaşı (Yıl)	Çapı (1.3 m)	Boyu (m)	Dalsız gövde boyu (m)	Eğim (%)	Yükseklik (m)	Bakı	Bonitet.	
1-Artvin Borçka	Çiftköprü Karadağ	1	269	55	26.90	11.00	50	1560	K	3	19.07.1990
		2	270	48	32.40	17.20	55	1530	K	3	
		3	288	49	22.40	13.40	40	1550	K - B	3	
		4	254	58	31.50	15.50	35	1510	K - B	2	
		5	258	38	29.00	14.00	50	1580	K - B	3	
2-Kastamonu Ayancık	Kepez Tingiller	6	240	44	26.30	15.00	15	890	K	2	15.06.1990
		7	199	36	30.10	16.70	10	860	K	2	
		8	186	49	33.00	14.80	20	950	G - D	2	
		9	121	50	31.00	19.00	20	920	K - B	2	
		10	139	64	37.15	20.50	20	910	K - D	2	
3-Bolu Düzce	Samandere Kuyupınarı	11	191	39	31.00	18.00	40	1250	K	3	29.05.1990
		12	174	56	36.40	21.00	35	1250	B	3	
		13	184	41	29.60	15.00	15	1220	K	3	
		14	157	36	26.00	16.90	45	1200	D	3	
		15	145	33	32.00	15.70	45	1330	K	3	
4-İstanbul Demirköy	Kurudere	16	117	36	24.70	13.50	50	540	G - B	3	27.09.1990
		17	109	45	29.20	19.20	45	450	K - B	3	
		18	118	34	20.70	14.20	20	560	K - B	3	
		19	127	51	30.00	17.00	30	550	K - D	3	

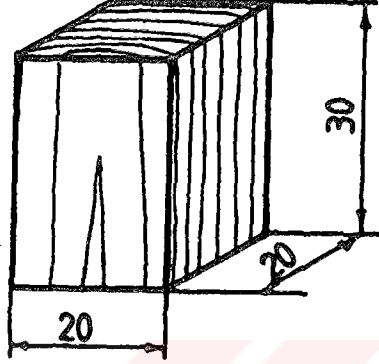
dalsız gövde kısımlarından olmasına dikkat edilmiş, her birinin enine kesitleri üzerine kuzey yönleri işaretlenmiş ve ayrıca ağaç numarası ile gövdeden alındığı yükseklik yazılmıştır. Örnek ağaçların 3-6 m yükseklikleri arasından 1.20 m uzunluğunda gövde kısımları alınmış ve enine kesit yüzeylerine belirtilen işaret ve numaralar yazılmıştır.

Değişik yetiştirme ortamlarından alınan ağaçlara ait tekerlekler ve gövde kısımları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarlarına getirilerek, tekerleklerden 6 cm, 1.20 m'lik gövde kısımlarından ise 7 cm genişliğinde özden geçen, kuzey-güney, doğu ve batı yönlerde parçalar elde edilmiştir. Elde edilen parçalar havadar bir yerde uygun şekilde istif edilerek doğal kurumaya bırakılmıştır.

Doğal kurutmada hava kurusu rutubete ulaşınca kadar bekletilen parçalar, deney örnekleri elde edilmek üzere birer yüzlerinden planya makinasında düzeltilmiştir. Daha sonra tekerleklerden elde edilen 15 cm uzunluğundaki parçalar, enine yönde bölünerek 5 cm kalınlığında üç ayrı kısma ayrılmıştır. Bunlardan birincisi özgül ağırlık ve hacimyoğunluk değeri, ikincisi basınç direnci ve üçüncüsü Brinell-Sertlik değeri örneklerinin elde edilmesinde kullanılmıştır.

Özgül ağırlık, hacim-yoğunluk değeri ve liflere paralel basınç direnci deney örnekleri için, birinci ve ikinci kısımlardan kuzey - güney, doğu ve batı yönlerinde 2 cm genişlik, 3 cm yükseklikte parçalar alınmış, enine kesitlerine özden çevreye doğru 2 cm aralıklarla işaretleme yapılarak örnekleri belirleyen harf ve sayılar yazılmıştır. Daha sonra bu parçalar 2 cm aralıklarla kesilerek 20x20x30 mm boyutlarında şekil 2'de gösterilen örnekler elde edilmiştir. Örneklerin ağaç gövdesi içersindeki yerlerini belirtmek amacı ile Kuzey yönünde olanlar; 1, 2, 3, 4, ..., Güney yönünde olanlar (1), (2), (3), (4), ..., Doğu yönünde olanlar a, b, c, d, ..., Batı yönünde olanlar (a), (b), (c),

(d),...sayı ve harfleri ile belirtilmiştir. Ayrıca, her bir örnek üzerine alındığı örnek ağacı ve tekerlek numarası yazılmıştır.



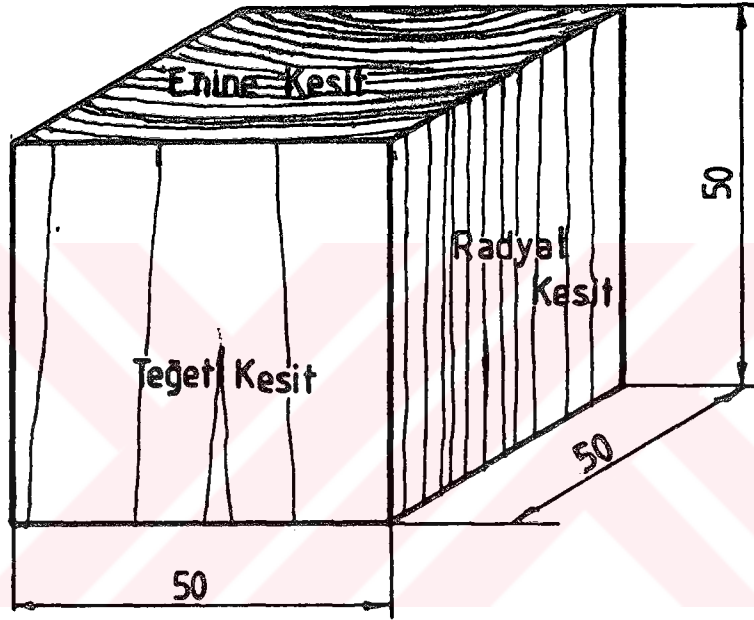
Şekil 2. Özgül ağırlık ve basınç direnci örneği
(Boyutlar mm).

Ortalama yıllık halka genişliğinin belirlenmesinde özgül ağırlık örnekleri kullanılmıştır. Yıllık halka kronolojisi için 0.30 m, yıllık halka genişliği, ilkbahar ve yaz odunu genişlikleri ile yaz odunu iştirak oranı için 2, 6, 10 m yüksekliklerdeki tekerleklerin kuzey-güney yönünde 7 adet ağaçtan alınan örneklerden yararlanılmıştır.

Brinell-Sertlik değeri deneyleri için tekerleklerin üçüncü kısımlarından, dört yönde özden çevreye doğru 50x50x50 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır (Şekil 3).

Ağaçların 1.20 m'lik gövde kısımlarından elde edilen 7 cm kalınlıktaki parçaların yüzeyleri planya makinasında düzeltilmiş ve her deney için standart örnek uzunluğunda enine yönde ölçülandırılmıştır. Bu parçalardan, her bir deney örneği için taslaklar çıkarılmış ve bunlardan uygun makina ve kalıplar yardımıyla deney örnekleri hazırlanmıştır.

Gövde kısımlarından biçilen; 100 mm uzunluğunda olan parçalardan 30x30x100 mm boyutlarında liflere paralel, uzunluğu 15 mm olan parçalardan 30x30x15 mm boyutlarında teğet ve radyal yönde çalışma örnekleri (Şekil 4) ile uzunluğu 300 mm olan parçalardan 20x20x300 mm boyutlarında statik ve dinamik eğilme direnci örnekleri hazırlanmıştır.

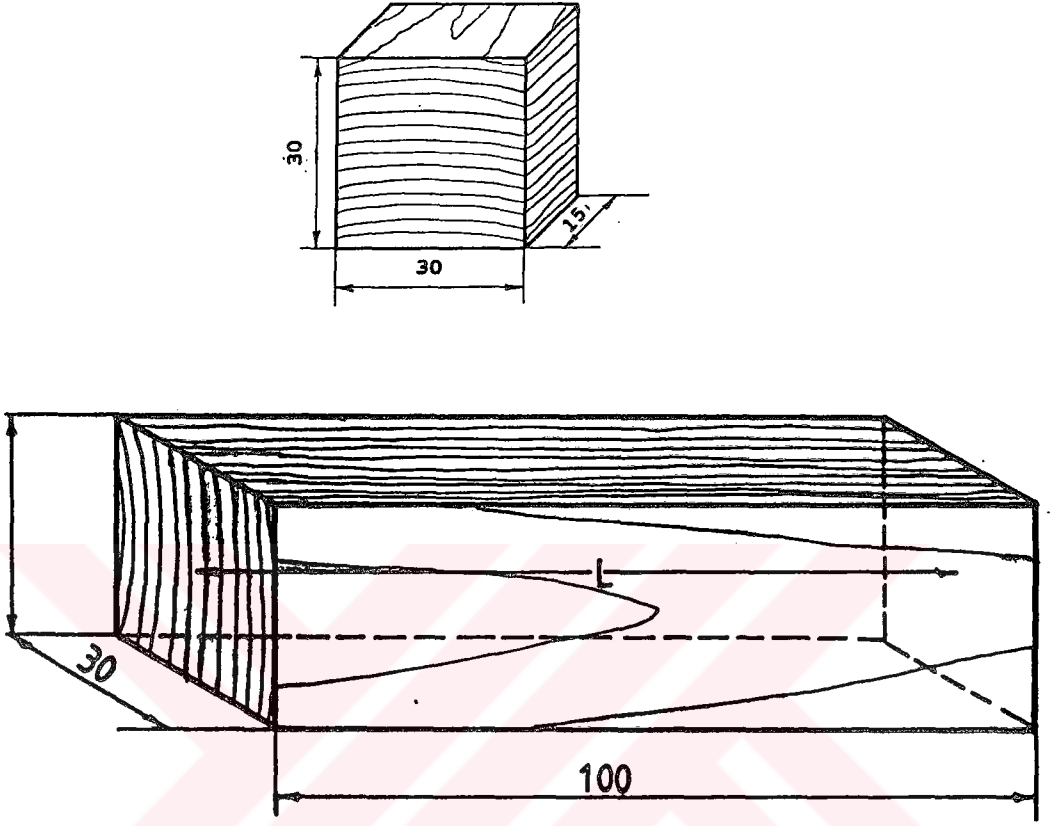


Şekil 3. Brinell-Sertlik örneği (Boyutlar mm).

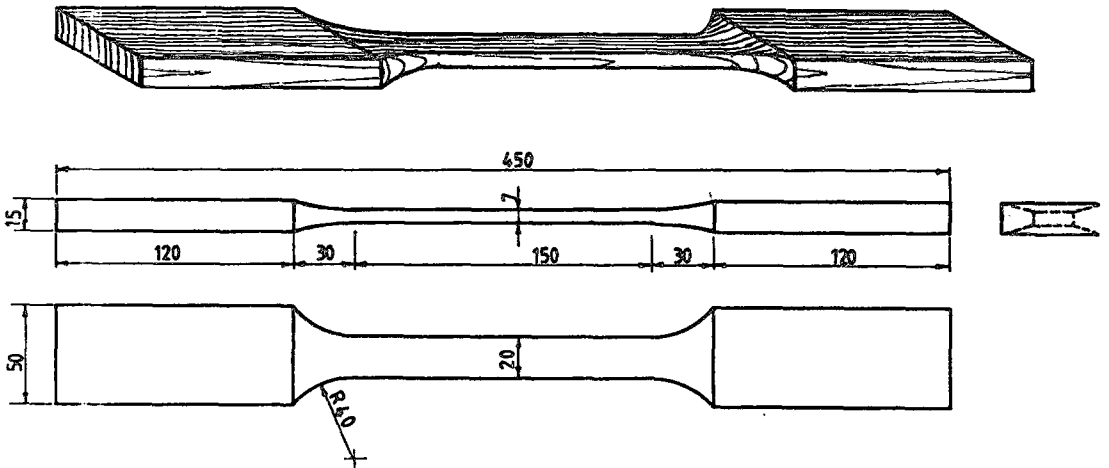
Uzunlukları 450 mm olan parçalardan 15x50x450 mm boyutlarında liflere paralel çekme direnci, 70 mm olan parçalardan 20x20x70 mm boyutlarında liflere dik çekme direnci, 80 mm'lik parçalardan 40x60x80 mm boyutlarında makaslama direnci ve 45 mm olan parçalardan da 20x25x45 mm boyutlarında yarıлма direnci taslakları çıkarılmıştır.

Taslaklardan hazırlanan deney örnekleri Şekil 5, 6, 7 ve 8'de gösterilmiştir.

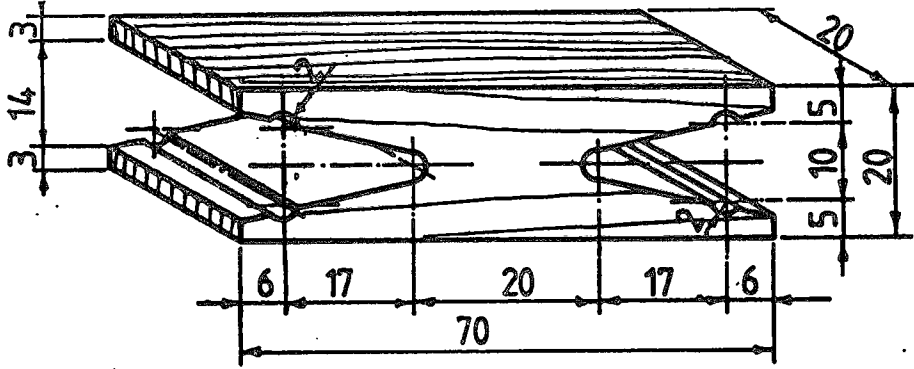
Örneklerin, hava kurusu halde denemeye tabi tutulacak olanları iklimlendirme odasında $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek, yaklaşık $\% 12$



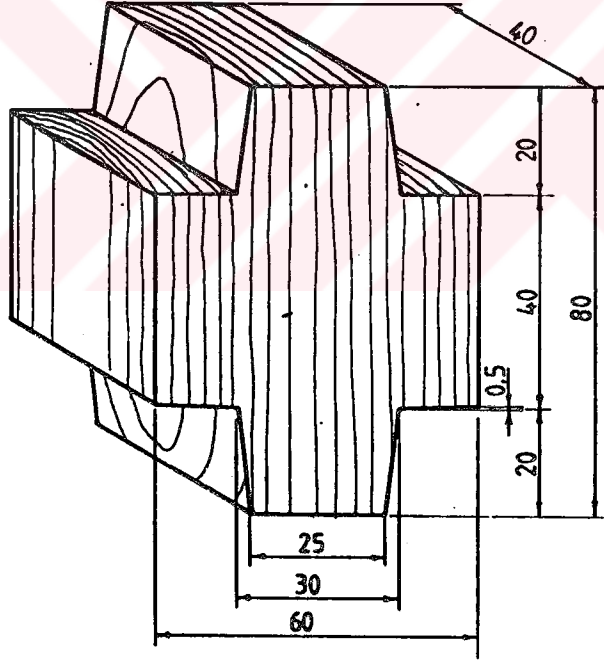
Şekil 4. Radyal, teğet ve liflere paralel yönde çalışma örnekleri (Boyutlar mm).



Şekil 5. Liflere paralel çekme direnci örneği (Boyutlar mm).

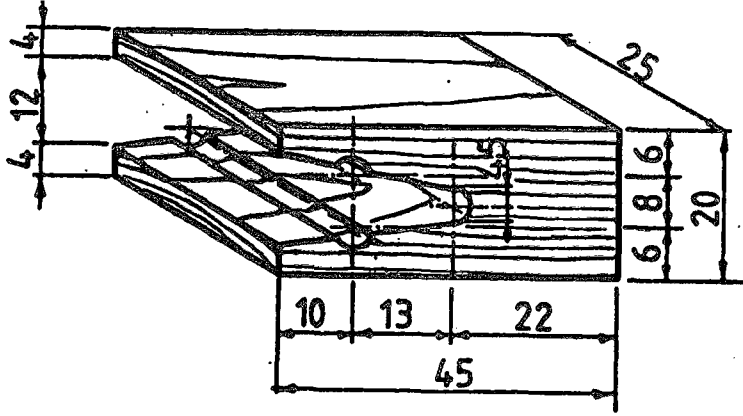


Şekil 6. Radyal yönde çekme direnci örneği
(Boyutlar mm).



Şekil 7. Teğet yönde makaslama direnci örneği
(Boyutlar mm).

rutubete getirilmiştir. Örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde rutubet miktarı tayini TS 2471 (57), özgül ağırlık tayini TS 2472 (58) esaslarına uygun yürütülmüştür.



Şekil 8. Teğet yönde yarılma direnci örneği (Boyutlar mm).

3.4. Makroskopik Özelliklerin Belirlenmesi

3.4.1. Yıllık Halka Genişliği

Ortalama yıllık halka genişliğinin belirlenmesinde 2390 adet özgül ağırlık örneğinden yararlanılmıştır. Örneklerin enine kesitlerindeki yıllık halkaları sayılmış ve radyal yöndeki boyutları $\pm \% 1$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Her örneğin radyal yöndeki uzunluğu, yıllık halka sayısına bölünerek ortalama yıllık halka genişliği hesaplanmıştır.

Yıllık halka genişliğinin bölgelere göre değişimini belirlemek için bölge ortalama değerleri hesaplanmıştır.

Yıllık halka genişliklerinin örnek ağaçlar ve bölgeler arasındaki dağılımının homojen olup olmadığını belirlemek için varyans analizi yapılmış ve farklılık olması durumunda homojenlik grupları oluşturulmuştur. Bunun için her bir örnek ağaçtan I, III, V ve VII no'lu tekerleklerden elde edilen özgül ağırlık örneklerinden yararlanılmıştır. Her kesit için ortalama yıllık halka genişliği hesaplanmış ve böylece homojenlik denetiminde her ağacın yeterli sayıda katılımı sağlanmıştır.

3.4.2. Yıllık Halka Kronolojisi

Ağaçların hayatı boyunca yıllık halka, ilkbahar ve yaz odunu genişliği ile yaz odunu iştirak oranlarının

değişimini incelemek için yıllık halka kronolojisi yapılmıştır.

Bu maksatla 7 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır. Örnek ağaçların seçiminde, ormanların yaş durumunu karakterize etmesi yönünden genç, orta ve yaşlı ağaçların alınmasına özen gösterilmiştir. Genç ağaçlardan 121 ve 109 yaşlarındaki 9 ve 17 no'lu, orta yaşlı ağaçlardan 186, 199 ve 184 yaşlarındaki 7, 8 ve 13 no'lu, yaşlı ağaçlardan 270 ve 288 yaşlarındaki 2 ve 3 no'lu ağaçlar alınmıştır. 3, 8 ve 17 no'lu ağaçların 0.3 m gövde yüksekliklerinden I no'lu; 2, 3, 7, 9, 13 ve 17 no'lu ağaçların 2, 6, 10 m gövde yüksekliklerinden II, IV, VI no'lu tekerleklerin kuzey-güney yönünde, özden geçen 3 cm genişlikte 5 cm kalınlıkta parçalar kesilmiştir. Bunlardan 0.3 m yükseklikten alınan parçalar hava kurusu hale getirilinceye kadar klimatize edilmiş; 2, 6, 10 m yüksekliklerden alınan parçalar ise lif doygunluğu noktası üzerine kadar saf su içerisinde bekletilmiştir. Hava kurusu hale getirilen örneklerde kuzey yönde, doymun hale ulaşan örneklerde ise kuzey ve güney yönünde yıllık halka ölçme mikroskopu ile özden çevreye doğru her iki yönde ölçmeler yapılmıştır. Her yıllık halkada yıllık halka genişlikleri ve ilkbahar odunu genişlikleri \pm % 5 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Bu değerler yardımıyla her bir yıllık halkada yazodunu genişliği hesaplanmıştır. Özden çevreye doğru kuzey ve güney yönde saptanan yıllık halka ve yaz odunu genişliği değerleri ortalamaları alınarak; yıllık halkalarda, yaz odunu genişlikleri ve iştirak oranları hesaplanmıştır (54, 59, 60).

Hava kurusu parçalardaki ölçümlere ait değerlerden yararlanılarak kronoloji grafikleri çizilmiş, yıllık halka ve yaz odunu genişlikleri ile yaz odunu iştirak oranının ağacın hayatı boyunca değişimi belirlenmiştir. Doymun hale getirilen parçalardaki ölçümlere ait değerlerden yararlanılarak ise yıllık halka genişliği ile ilkbahar odunu, yaz

odunu ve yaz odunu iştirak oranını arasındaki ilişki saptanmıştır.

3.5. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

3.5.1. Özgöl Ağırlıklar

Özgöl ağırlıkların belirlenmesi için 2390 adet örnekten yararlanılmıştır. Hava kurusu ve tam kuru özgöl ağırlıkların tayini TS 2471 (57), TS 2472 (58) ve TS 53 (61) esaslarına uygun olarak yürütölmüştür.

3.5.1.1. Hava Kurusu Özgöl Ağırlık

Deney örnekleri klimatize edilerek rutubetlerinin yaklaşık % 12 olması sağlanmıştır. Bu durumda örnek ağırlıkları \pm % 0.1 gr, boyutları \pm % 1 mm duyarlıkta ölçölerek aşadaki eşitlik yardımıyla % r rutubetindeki özgöl ağırlıklar hesaplanmıştır (62).

$$\rho_r = \frac{M_r}{V_r}$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned} \rho_r &= \% r \text{ rutubetindeki özgöl ağırlık } \text{gr/cm}^3 \\ M_r &= \% r \text{ rutubetindeki ağırlık } \text{gr} \\ V_r &= \% r \text{ rutubetindeki hacim } \text{cm}^3 \end{aligned}$$

Örneklerin rutubetleri (r), tam kuru haldeki ağırlıkları (m_0) tartıldıktan sonra;

$$r = \frac{m_r - m_0}{m_0} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır (62).

Hesaplanan rutubet miktarları % 9- % 15 arasında değerler aldığından, farklı rutubet miktarlarındaki özgöl ağırlık değerlerinin, % 12 rutubetteki hava kurusu özgöl ağırlık

değerlerine dönüştürülmesi aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (58).

$$\rho_{12} = \rho_r \left[1 - \frac{(1-0.85 \rho_r)(r-12)}{100} \right]$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned} \rho_{12} &= \text{Hava kuru özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3 \\ \rho_r &= \% r \text{ rutubetindeki özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3 \\ r &= \text{örnek rutubeti } (\%) \end{aligned}$$

Hava kuru özgül ağırlık değerlerinin bölgelere göre dağılımı için, bölge ortalama özgül ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

Hava kuru özgül ağırlık değerlerinin ağaçlar ve bölgeler arasında homojen olup olmadığını belirlemek için varyans analizi yapılmış, farklılık olması durumunda homojenlik grupları oluşturulmuştur.

3.5.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

Tam kuru özgül ağırlık değerinin belirlenmesi için hava kuru özgül ağırlık örneklerinden yararlanılmıştır. Örnekler, kurutma dolabında 103 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa kadar bekletilmiştir. Değişmez ağırlığa ulaşan örnekler desikatörde soğutulmuş, ağırlıkları ve boyutları belirlenerek aşağıdaki eşitlikten tam kuru özgül ağırlıkları hesaplanmıştır (62).

$$\rho_o = \frac{m_o}{V_o}$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned} \rho_o &= \text{Tam kuru özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3 \\ m_o &= \% 0 \text{ rutubetteki ağırlık } \text{gr/cm}^3 \\ V_o &= \% 0 \text{ rutubetteki hacim } \text{cm}^3 \end{aligned}$$

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinin ağaçlar ve bölgeler arasındaki dağılımı için, ortalama özgül ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

Tam kuru özgül ağırlıkların ağaçlar ve bölgeler arasındaki dağılımının homojen olup olmadığını saptamak için varyans analizi yapılmış, farklılık olması durumunda homojenlik grupları oluşturulmuştur.

3.5.1.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Oranları

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanarak, tam kuru odun hacmi içersindeki hücre çeperi ve hava boşluğu hacmi oranları aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır (62).

$$V_{\text{ç}} = \frac{\rho_0}{\rho_{\text{ç}}} \times 100$$

Eşitlikte;

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

ρ_0 = Tam kuru özgül ağırlık gr/cm^3

$\rho_{\text{ç}}$ = Hücre çeperi özgül ağırlığı 1.5 gr/cm^3

Tam kuru halde odunun hava boşluğu oranı (b) ise aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (62).

$$b = 1 - \frac{\rho_0}{1.5}$$

3.5.1.4. Özgül Ağırlık Değişimleri

Ağaç gövdelerinde, özden çevreye ve aşağıdan yukarıya olmak üzere yatay ve dikey yönde tam kuru özgül ağırlık değişimleri belirlenmiştir.

Bu maksatla, yatay yönde özgül ağırlık değişimlerini incelemek üzere 4 ve 11 no'lu örnek ağaçlarından alınan tam kuru özgül ağırlık örneklerinde saptanan değerlerden yararlanılmıştır. Bunun için kuzey - güney yönünde özden çevreye doğru alınan örnekler kullanılmıştır.

Dikey yönde özgül ağırlık değişimleri için ise, 2, 10, 11 ve 16 no'lu örnek ağaçlardaki özgül ağırlık örneklerinden yararlanılmış, belirli yüksekliklerde dört coğrafi yönde alınan örneklerin tam kuru özgül ağırlıkları ortalamaları kullanılmıştır.

3.5.1.5. Özgül Ağırlık Dağılımları

Özgül ağırlık dağılımları, ağaç gövdesi ve enine kesit formunu, çeşitli yaşlarda ve belirli gövde yüksekliklerinde çap ve boy artımının gidişini, hafif orta ve ağır odun bölgeleri ile kabuk kalınlığını gösterebilmektedir. Bu maksatla örnek ağaçlarda belirli yüksekliklerden alınan tekerleklerden elde edilen özgül ağırlık örnekleri kullanılmıştır.

Yatay yönde özgül ağırlık dağılımı için 3 ve 17 no'lu örnek ağaçlarından 2 m yükseklikten alınan tekerleklerden yararlanılmıştır. Tekerleklerin enine kesitlerinin tamamından ve özden çevreye doğru belirli uzaklıktan 20x20x30 mm boyutlarında örnekler alınmıştır. Örneklerin tam kuru özgül ağırlıkları özden uzaklıklarına göre milimetrik kağıt üzerine taşınmıştır. Belirlenen özgül ağırlık gruplarına göre sınırlar çizilmiştir.

Dikey yönde özgül ağırlık dağılımları için ise, 11 no'lu örnek ağaçtan alınan özgül ağırlık örneklerinden yararlanılmış ve 0.3 m yükseklikten başlanarak 2 m aralıklarla çıkartılan tekerleklerin sadece kuzey-güney yönündeki özgül ağırlık örnekleri kullanılmıştır. Örneklerin alındıkları yükseklik ve özden uzaklıklarına göre tam kuru özgül ağırlık değerleri milimetrik kağıt üzerine taşınmıştır. Belirlenen özgül ağırlık gruplarına göre sınırlar çizildikten sonra hafif odun bölgeleri açık renkli, ağır odun bölgeleri koyu renkli çizgilerle taranarak gösterilmiştir.

3.5.2. Hacim-Yoğunluk Değeri

Hacim-yoğunluk değerini belirlemek için 2010 adet özgül ağırlık örneğinden yararlanılmıştır. Deneyler TS 2472 (58)

esaslarına göre yürütülmüştür.

Örnekler kurutma dolabında 103 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiş ve desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru ağırlıkları $\pm \% 0.1$ gr duyarlıkta tartılmıştır. Örneklerin yaş haldeki hacimlerini belirlemek için ortalama LDN rutubeti olarak kabul edilen $\% 30$ rutubet değerini aşıncaya kadar saf su içersinde bekletilmişlerdir. Daha sonra boyutları $\pm \% 1$ mm duyarlıkta mikrometre ile ölçülerek, hacim-yoğunluk değerleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (62).

$$Y = \frac{m_0}{V_d}$$

Eşitlikte;

Y = Hacim-yoğunluk değeri gr/cm³

m₀ = Tam kuru ağırlık gr

V_d = Doygun haldeki hacim cm³

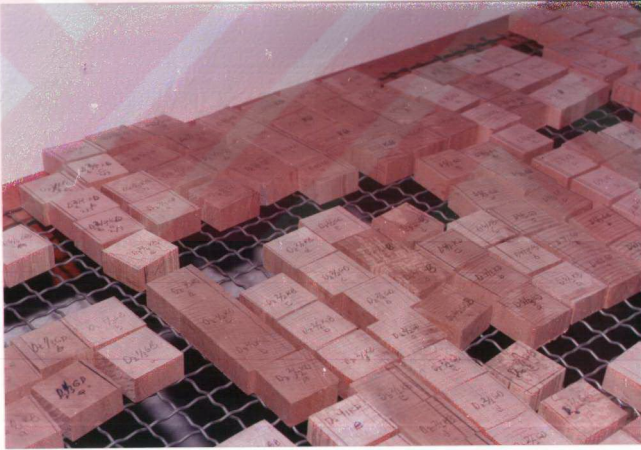
3.5.3. Odun-Su ilişkileri

Higroskopik bir madde olan odun, içersinde bulunduğu ortamın sıcaklığı ve bağıl nemine göre elde edebileceği denge rutubetine bağlı olarak bünyesine su almakta ya da çevresine su vermektedir. Böylece higroskopik sınırlar olarak kabul edilen $\% 0$ ile $\% 25-33$ rutubetler arasında boyutlarında ve hacminde rutubet alma ile genişleme, kuruma ile daralma meydana gelmektedir (63). "Odunun çalışması" olarak açıklanan boyutlardaki bu değişme, odunun ultramikroskopik ve anatomik yapısından dolayı üç yönünde farklılık göstermekte, liflere paralel yönde en az, radyal yönde orta ve teğet yönde en fazla olmaktadır.

Daralma miktarlarının belirlenmesinde liflere paralel yönde 344 adet, radyal ve teğet yönde 350 adet genişleme miktarları için ise 350 adet örnek kullanılmıştır. Deneyler

ler TS 4083 (64), TS 4084 (65), TS 4085 (66) ve TS 4086 (67) esaslarına göre yürütülmüştür (Şekil 9).

Daralma miktarlarının belirlenmesi için örnekler doymun hale getirilinceye kadar saf su içersinde bekletilmiş ve liflere paralel (l), radyal (r), teğet (t) yöndeki boyutları \pm % 1 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Daha sonra örneklerin hızla su kaybederek çatlamasını önlemek için hava kurusu hale kadar bir süre laboratuvar koşullarında bekletildikten sonra kurutma dolabına yerleştirilmiştir. Burada 103 ± 2 °C şartlarda tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra boyutları ölçülmüş ve daralma yüzdeleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (62).



Şekil 9. Teğet ve radyal yönde çalışma örnekleri.

$$\delta_i = \frac{\text{Doymun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}}{\text{Doymun ölçü}} \times 100$$

(i= teğet t, radyal r, lifler yönünde l)

Genişleme miktarlarının belirlenmesinde ise, örnekler önce kurutma dolabında 103 ± 2 °C sıcaklıkta tam kuru hale getirilinceye kadar bekletilmiş, desikatörde soğutulmuş radyal ve teğet örnek boyutları \pm % 1 mm, liflere paralel örnek boyutları \pm % 5 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Daha sonra örnekler doymuş hale getirilinceye kadar su içerisinde bekletildikten sonra boyutları ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten genişleme yüzdeleri hesaplanmıştır (62).

$$\alpha_i = \frac{\text{Doymuş ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}}{\text{Tam kuru ölçü}} \times 100$$

Hacmen daralma (β_v) ve hacmen genişleme (α_v) yüzdelerinin hesabında ise aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (68, 69).

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

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

3.5.3.1. Lif Doymunluğu Noktası Rutubeti

Lif doymunluğu noktası halinde rutubet yüzdesi; hacmen daralma yüzdesi ve hacim-yoğunluk değerlerinden yararlanarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (70).

$$M_f = \frac{\beta_v}{Y}$$

Eşitlikte;

M_f = Lif doymunluğu noktası rutubet yüzdesi

β_v = Hacmen daralma yüzdesi

Y = Hacim-yoğunluk değeri gr/cm^3

3.5.3.2. Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Boyut stabilizasyonunu sağlamak ve mantarlara karşı dayanımı artırmak için odunun içersine alabileceği en yüksek

su miktarının (r_{\max}) bilinmesi gerekmektedir. Bunun için en yüksek su miktarlarının hesabında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (68).

$$r_{\max} = \frac{\rho_{\phi} - Y}{\rho_{\phi} \times Y} \times 100$$

$$r_{\max} = M_f + \frac{\rho_{\phi} - \rho_0}{\rho_{\phi} \times \rho_0} \times 100$$

Eşitlikte;

r_{\max} = Odunun içersine alabileceği en yüksek su miktarı (%)

ρ_{ϕ} = Hücre çeperi tam kuru özgül ağırlığı gr/cm^3

Y = Hacim-yoğunluk değeri gr/cm^3

M_f = Lif doygunluğu rutubet yüzdesi (%)

ρ_0 = Tam kuru özgül ağırlık gr/cm^3

3.6. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

3.6.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Bunun için 20x20x30 mm boyutlarında hazırlanan 2187 adet deney örneğinden yararlanılmıştır. Deneyler TS 2595 (71) esaslarına uygun olarak yapılmıştır.

Deneylerden önce klimatize edilen örneklerin enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları ± 0.01 mm, ağırlıkları ise $\pm \% 0.1$ gr duyarlıkta ölçülmüştür. Üniversal deney makinasına yerleştirildikten sonra (Şekil 10), yükleme anından itibaren 1.5 - 2 dakika içinde örnekler kırılacak şekilde çalışılmıştır. Kırılma anındaki kuvvet ± 1 kp duyarlıkta ölçülmüş ve örneklerin basınç direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (70).

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{a \times b}$$

Eşitlikte;

$\sigma_{B//}$ = Liflere paralel basınç direnci kp/cm^2

F_{\max} = Kırılma anındaki kuvvet kp

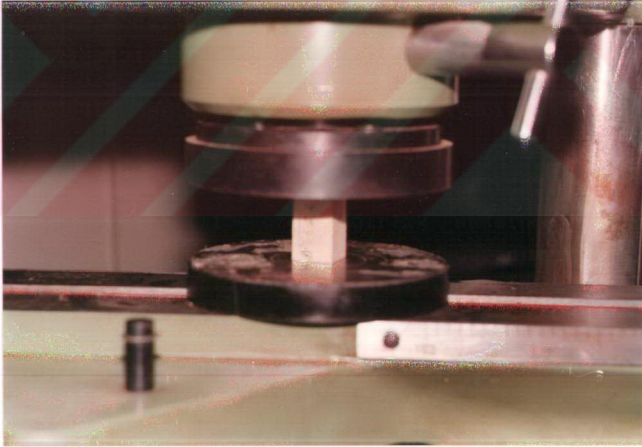
a, b = Örnek enine kesit boyutları cm

Deneylerden sonra, örnek rutubetleri TS 2471 (57) esaslarına göre belirlenmiştir. Rutubetleri % 12'den farklı örneklerin basınç direnci değerleri, aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak % 12 rutubetteki basınç direnci değerlerine çevrilmiştir (71).

$$\sigma_{B//12} = \sigma_{B//r} * [1 + 0.05 (r - 12)]$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned} \sigma_{B//12} &= \% 12 \text{ rutubetteki basınç direnci } \text{kp/cm}^2 \\ \sigma_{B//r} &= \% r \text{ rutubetindeki basınç direnci } \text{kp/cm}^2 \\ r &= \text{Deney anındaki örnek rutubeti } (\%) \end{aligned}$$



Şekil 10. Basınç direnci deneyinin yapılışı.

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye dayanarak odunun basınca göre kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (72).

$$I_{st} = \frac{\sigma_{B//}}{100 \times \beta_{12}} \quad \text{km}$$

Eşitlikte;

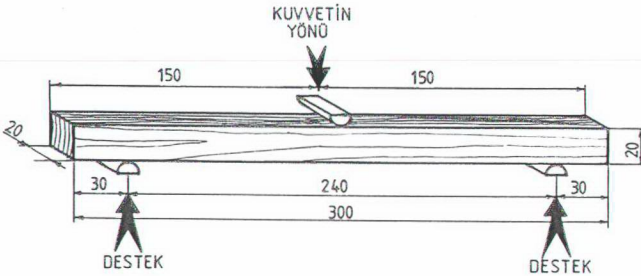
I_{st} = Statik kalite değeri km

$\sigma_{B//(12)}$ = % 12 rutubetteki basınç direnci değeri kp/cm^2

β_{12} = % 12 rutubetteki özgül ağırlık gr/cm^3

3.6.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü

Eğilme direncini belirlemek için, 238 adet deney örneğinden yararlanılmıştır. Deneyler, TS 2474 (73) esaslarına uygun olarak üniversal deney makinasında yapılmıştır. İklim odasında hava kurusu hale getirilen örneklerin genişlik ve kalınlıkları orta kısımlarından ± 1 mm duyarlıkta ölçülmüş, makinaya dayanak noktaları arasındaki açıklık kalınlığın 12 katı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kuvvet uzunluğunda orta noktadan ve yıllık halkalara teğet yönde uygulanmıştır (Şekil 11). Deney hızı, deney parçaları yüklenmeye başladıktan 1.5-2 dakika sonra kırılacak şekilde seçilmiştir. Kırılma anındaki maksimum kuvvet, ± 1 kp duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten eğilme dirençleri hesaplanmıştır (68).



Şekil 11. Eğilme direnci örnek boyutları ve deneyin yapılışı (Boyutlar mm).

$$\sigma_e = \frac{3FxL}{2bxh^2}$$

Eşitlikte;

- σ_e = Eğilme direnci kp/cm²
F = Kırılma anındaki maksimum kuvvet kp
L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık cm
b = Örnek genişliği cm
h = Örnek yüksekliği cm

Deneylerden sonra, her bir örneğin rutubet miktarı, kırılma bölgesine yakın kısımdan alınan 20 x 20 x 30 mm boyutlarındaki özgül ağırlık örneklerinden belirlenmiştir. Rutubetleri % 12'den farklı örneklerin eğilme dirençleri aşağıdaki eşitlikten yararlanarak % 12 rutubetindeki eğilme direnci değerlerine çevrilmiştir (73).

$$\sigma_{e(12)} = \sigma_{e(r)} [1 + 0.04 (r - 12)]$$

Eşitlikte;

- $\sigma_{e(12)}$ = % 12 rutubetindeki eğilme direnci kp/cm²
 $\sigma_{e(r)}$ = % r rutubetindeki eğilme direnci kp/cm²
r = Deney anındaki örnek rutubeti (%)

Eğilmelerde elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direnci deney örneklerinden yararlanılmış ve deneyler TS 2478 (74) esaslarına göre yürütülmüştür.

Eğilmelerde elastiklik modülünün belirlenmesi için, eğilme direnci deneyleri yapılırken uygulanan her 20 kp kuvvete karşılık gelen eğilme miktarı makina üzerine yerleştirilmiş bir komparatör yardımı ile \pm % 1 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Ölçülen kuvvet ve eğilme miktarlarından eğilme grafiği çizilmiş ve oluşan eğrinin elastik deformasyon bölgesindeki değerlerinden yararlanarak, aşağıdaki eşitlikten elastiklik modülü hesaplanmıştır (68).

$$E = \frac{F \times L_s^3}{4 \times f \times b \times h^3}$$

Eşitlikte;

- E = Elastiklik modülü kp/cm²
F = Elastik bölgedeki kuvvet kp
L_s = Dayanak noktaları arasındaki açıklık cm
b = örnek genişliği cm
h = örnek yüksekliği cm
f = Eğilme miktarı cm

Rutubetleri % 12'den farklı deney örneklerinin elastiklik modülü, deney anındaki örnek rutubeti belirlenerek aşağıdaki eşitlikten, % 12 rutubetteki elastiklik modülüne çevrilmiştir (74).

$$E_{12} = E_r [1 + 0.02 (r - 12)]$$

Eşitlikte;

- E₁₂ = % 12 rutubetteki elastiklik modülü kp/cm²
E_r = % r rutubetindeki elastiklik modülü kp/cm²
r = Deney anındaki örnek rutubeti (%)

3.6.3. Dinamik Eğilme Direnci

Deneyler TS 2470 (75), TS 2477 (76) esaslarına göre yürütülmüş ve 20x20x300 mm boyutlarında 219 adet örnekten yararlanılmıştır. Klimatize edilerek hava kurusu hale getirilen örneklerin deney öncesi orta kısımlarından genişlik ve kalınlıkları ± % 1 mm duyarlıkta ölçülmüştür.

Örnekler, orta kısımlarından 15 kpm'lik iş gücüne sahip pandüllü çekiç aleti ile denenmiştir (Şekil 12). Her bir örnek için kırılmadan sonra elde edilen iş miktarı ± 1 kpm duyarlıkta ölçülerek aşağıdaki eşitlikten dinamik eğilme dirençleri hesaplanmıştır (70).

$$\sigma_{\text{ş}} = \frac{W}{b \times h} \text{ kpm/cm}^2$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\text{ş}}$ = Şok şeklindeki çarpmada kırılma anında örnek tarafından alınan ve mas edilen için cm^2 'ye isabet eden miktarı kpm/cm^2

W = Örnek kırıldığında mas ettiği genel iş miktarı kpm

b = Örnek genişliği cm

h = Örnek yüksekliği cm

Deneylerden sonra, örneklerin kırılma yerine yakın kısımlardan $20 \times 20 \times 30$ mm boyutlarında örnekler alınarak, özgül ağırlık ve rutubetleri belirlenmiştir. Rutubetleri % 12'den farklı örneklerin % 12 rutubetteki dinamik eğilme dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (76).

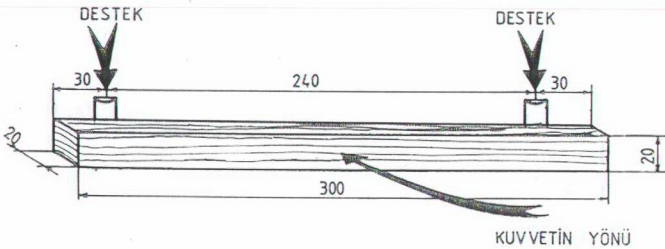
$$\sigma_{\text{ş}}(12) = \sigma_{\text{ş}}(r) [1 + 0.025 (r-12)]$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\text{ş}}(12)$ = % 12 rutubetteki dinamik eğilme direnci kpm/cm^2

$\sigma_{\text{ş}}(r)$ = % r rutubetindeki dinamik eğilme direnci kpm/cm^2

r = Deney anındaki örnek rutubeti (%)



Şekil 12. Dinamik eğilme direnci örnek boyutları ve deneyin yapılışı (Boyutlar mm).

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkidir dinamik kalite değeri hesaplanmıştır (68).

$$I_d = \frac{\sigma_{\xi}}{(\rho_{12})^2} \quad \text{km}$$

Eşitlikte;

I_d = Dinamik kalite değeri

σ_{ξ} = Dinamik eğilme direnci kp/cm^2

ρ_{12} = % 12 rutubetteki özgül ağırlık gr/cm^3

3.6.4. Çekme Dirençlerinin Belirlenmesi

3.6.4.1. Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci

Bunun için 199 adet deney örneğinden yararlanılmıştır. Deneyler TS 2471 (57) ve TS 2475 (77) esaslarına göre yürütülmüştür.

Klimatize edilmiş örneklerin, deneyden önce enine kesit boyutları \pm % 1 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler, deney makinasındaki özel kavrama başlıkları arasına yerleştirilerek (Şekil 13), yükleme hızı, yükleme anından itibaren 1.2-2 dk süre içinde kırılma sağlanacak şekilde seçilmiştir. Kırılma anındaki kuvvet \pm 5 kp duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak, çekme dirençleri hesaplanmıştır (77).

$$\sigma_{\zeta//} = \frac{F_{\max}}{a \times b}$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\zeta//}$ = Liflere paralel çekme direnci kp/cm^2

F_{\max} = Kopma anındaki kuvvet kp

a, b = Örnek deneme bölgesi enine kesit boyutları mm

Deneylerden sonra, her bir örneğin özgül ağırlığı ve rutubeti belirlenmiş, rutubeti % 12'den farklı örneklerin % 12 rutubetteki liflere paralel çekme dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (77).

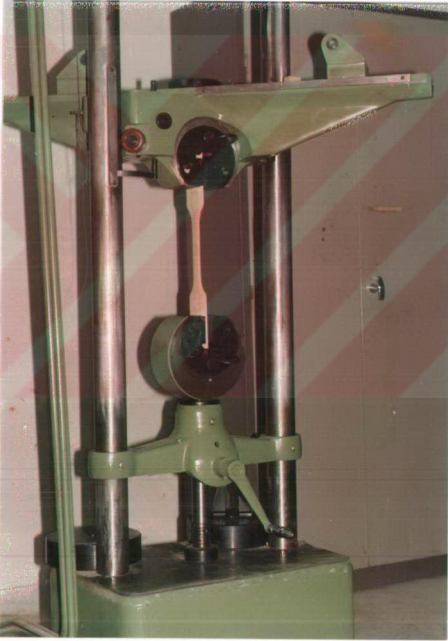
$$\sigma_{\zeta}(12) = \sigma_{\zeta}(r) [1 + 0.03 (r-12)]$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\zeta}(12)$ = % 12 rutubetteki liflere paralel çekme direnci kp/cm²

$\sigma_{\zeta}(r)$ = % r rutubetindeki liflere paralel çekme direnci kp/cm²

r = Deney anındaki örnek rutubeti (%)



Şekil 13. Çekme direnci deneyi.

3.6.4.2. Liflere Dik Yönde Çekme Direnci

Deneylerde radyal yönde çekme direncine ait 138 adet, teğet yönde çekme direncine ait 238 adet örnekten yararlanılmıştır. Deneyler TS 2476 (78) esaslarına göre yapılmıştır.

Klimatize edilen örneklerin, orta kısımlarındaki kesitlerine ait boyutları \pm % 5 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Deney hızı yük uygulanmasına başlanılmasından 1.5 - 2 dk süre içinde örneğin kopmasını sağlayacak şekilde seçilmiştir. Kopma anındaki maksimum kuvvet \pm 1 kp duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten liflere dik yönde çekme dirençleri hesaplanmıştır (68, 78).

$$\sigma_{\zeta 1} = \frac{F_{\max}}{a \times b}$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\zeta 1}$ = Liflere dik (radyal ve teğet) yönde çekme direnci kp/cm²

F_{\max} = Kopma anındaki kuvvet kp

a, b = Örnek kesit yüzeyi boyutları cm

Deneylerden sonra örnek rutubetleri belirlenmiş ve rutubetleri % 12 den farklı örneklerin, % 12 rutubetteki liflere dik çekme dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (78).

$$\sigma_{\zeta 1}(12) = \sigma_{\zeta 1}(r) [1 + 0.015 (r - 12)]$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\zeta 1}(12)$ = % 12 rutubetteki liflere dik yönde çekme direnci kp/cm²

$\sigma_{\zeta 1}(r)$ = % r rutubetindeki liflere dik yönde çekme direnci kp/cm²

r = Deney anındaki örnek rutubeti (%)

3.6.5. Makaslama Dirençlerinin Belirlenmesi

Makaslama dirençlerini belirlemek için radyal yönde 133 adet, teğet yönde 93 adet deney örneğinden yararlanılmıştır. Deneyler TS 3459 (79) esaslarına göre yürütülmüştür.

Klimatize edilen örneklerde, deney öncesi, makaslama etkisinde kalacak her iki çıkıntılı kısımların boyutları \pm % 5 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler makaslama tabii tutulacak çıkıntılı kısımları altta kalacak şekilde deney makinasına yerleştirilmiş (Şekil 14), deney hızı, dakikada 60 kp/cm² basınç uygulayacak şekilde seçilmiş ve kaymanın oluştuğu andaki kuvvet \pm 5 kp duyarlıkta ölçülerek, aşağıdaki eşitlikten makaslama dirençleri hesaplanmıştır (68).

$$\sigma_M = \frac{F_{\max}}{2 \times l \times a}$$

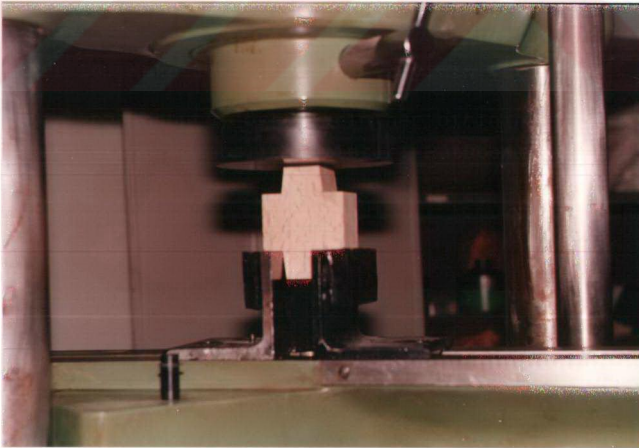
Eşitlikte;

$\sigma_{M//}$ = Liflere paralel teğet ve radyal yönde makaslama direnci kp/cm²

F_{\max} = Makaslama anındaki kuvvet kp

l = Kayma yüzeyi uzunluğu cm

a = Kayma yüzeyi genişliği cm



Şekil 14. Makaslama direnci deneyinin yapılışı.

Deneylerden sonra, örneklerin her birinin özgül ağırlık ve rutubet miktarları belirlenmiştir. Rutubetleri % 12' den

farklı deney örneklerinin makaslama dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır
rılmıştır (69, 72).

$$\sigma_{M(12)} = \sigma_{M(r)} [1 + 0.03 (r-12)]$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned} \sigma_{M(12)} &= \% 12 \text{ rutubetteki makaslama direnci } \text{kp/cm}^2 \\ \sigma_{M(r)} &= \% r \text{ rutubetindeki makaslama direnci } \text{kp/cm}^2 \\ r &= \text{Deney anındaki örnek rutubeti } (\%) \end{aligned}$$

3.6.6. Yarılma Dirençlerinin Belirlenmesi

Yarılma dirençlerini belirlemek için, radyal yönde 165 adet, teğet yönde 191 adet deney örneğinden yararlanılmıştır. Fransız standartlarına göre hazırlanan örnekler (72) klimatize işlemine tabi tutularak yaklaşık % 12 rutubete getirilmiş ve deney öncesi yarılma etkisinde kalacak alanının boyutları $\pm \% 5$ mm duyarlıkta ölçülmüştür.

Deneme makinasında yarılma anındaki kuvvet, ± 1 kp duyarlıkta saptanmış ve aşağıdaki eşitlikten yarılma dirençleri hesaplanmıştır (70).

$$\sigma_y = \frac{F_{\max}}{a \times b}$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \text{Yarılma direnci } \text{kp/cm}^2 \\ F_{\max} &= \text{Yarılma anındaki kuvvet } \text{kp} \\ a, b &= \text{Yarılma yüzeyi boyutları } \text{cm} \end{aligned}$$

Deneylemlerden sonra, her bir örneğin yarısı alınarak rutubet miktarları belirlenmiş, rutubetleri % 12'den farklı örneklerin yarılma dirençleri, aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak % 12 rutubetteki direnç değerlerine dönüştürülmüştür (70).

$$\sigma_{y(12)} = \sigma_y(r) [1 + 0.015 (r - 12)]$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned}\sigma_{y(12)} &= \% 12 \text{ rutubetteki yarılma direnci kp/cm}^2 \\ \sigma_{y(r)} &= \% r \text{ rutubetindeki yarılma direnci kp/cm}^2 \\ r &= \text{Deney anındaki örnek rutubeti (\%)}\end{aligned}$$

3.6.7. Brinell Sertlik Değerlerinin Belirlenmesi

Bunun için 50x50x50 mm boyutlarında hazırlanmış 196 adet örnekten yararlanılmıştır. Deneyler TS 53 (61), TS 2470 (75), TS 2479 (80) esaslarına göre yürütülmüştür.

Klimatize edilen örnekler, liflere paralel, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde kesit orta noktalarına kuvvet uygulanacak şekilde makineye yerleştirilmiştir. Deneyler için 10 mm çapında çelik bilyalı tertibattan yararlanılmış, orta sertlikteki ağaçlar için önerilen 50 kp kuvvet seçilerek deney makinası bu kuvveti uygulayacak şekilde ayarlanmıştır. Deneylerde 15 sn'de maksimum kuvvete ulaşılmış, bu kuvvet 30 sn devam ettirildikten sonra, 15 sn içerisinde sifıra indirilmiştir. Ayrıca deney örneklerinde çukur izinin belirgin olmasını sağlamak amacı ile karbon kağıdı kullanılmıştır. Çukur çapları yıllık halka mikroskopu ile $\pm \% 5$ mm, kuvvet ise ± 1 kp duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak Brinell Sertlik değerleri hesaplanmıştır (69).

$$H_B = \frac{2 \times F_{\max}}{\pi \times D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad \text{kp/mm}^2$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned}H_B &= \text{Brinell-Sertlik değeri kp/mm}^2 \\ F_{\max} &= \text{Uygulanan kuvvet kp} \\ D &= \text{Brinell küresi çapı mm} \\ d &= \text{örnek yüzeyindeki çukur çapı mm}\end{aligned}$$

Deneylerden sonra, her bir örneğin özgül ağırlığı ile rutubet miktarı belirlenmiş, % 12 rutubetteki Sertlik değerleri için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (80).

$$H_B(12) = H_B(r) \times [1 + \alpha(r-12)]$$

Eşitlikte;

$H_B(12)$ = % 12 rutubetteki Brinell Sertlik değeri kp/mm^2

$H_B(r)$ = % r rutubetindeki Brinell Sertlik değeri kp/mm^2

r = Deney anındaki örnek rutubeti (%)

α = Rutubet miktarı için düzeltme katsayısı olup, bu değer enine kesit için $\alpha = 0.04$, radyal ve teğet kesitler için $\alpha = 0.025$ 'dir.

3.6.8. Kullanılan İstatistik Yöntemler

Özelliklere ait aritmetik ortalama (X), standart ayrış (S), örnekleme hatası (Sx), değişim genişliği (R) varyasyon katsayısı (V) hesaplanmış ve varyasyon grafiği çizilmiştir.

İki özellik arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon analizi uygulanmış ve serbest değişkenlerin bağlı değişkenler üzerindeki ilişki düzeyi saptanmıştır. Serbest değişken tek alındığından basit doğrusal regresyon modeli seçilmiştir. Yapılan regresyon analizinden; sabit terim (a) serbest değişkenin katsayısı (b), bağıllık katsayısı (r^2) regresyon denklemi katsayıları standart hataları (S_a) ve (S_b) ile regresyon denkleminin standart hatası (S_{YX}) bulunmuştur. Katsayılar yardımı ile regresyon denklemi (Y) oluşturulmuş ve katsayıların standart hatası yazılarak aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$Y = a + bX$$

$(S_a) \quad (S_b)$

Ayrıca, denklemin kerelasyon katsayısı standart hatası (S_r) hesaplanmış ve % 95 güven düzeyi için güven sınırları belirlenerek regresyon grafiği çizilmiştir.

Regresyon analizinden, regresyon kareler ve hata kareler ortalamaları, $F_{hesap}(F_h)$, $F_{tablo}(F_t)$ değerleri belirlenmiş ve bu değerler dzenlenen tablolarda gsterilmiştir. F_{hesap} değerlerinin % 5'den btyk olması durumunda (-), % 5-% 1 arasında (*), % 1 - % 0.1 arasında (**) ve % 0.1'den kbk olduğu durumda (***) işaretleri ile açıklanmıştır.

Özgöl ağırlık ve yıllık halka genişliğinin ağaçlar ile bdlgeler arasında farklı olup olmadığını belirlemek için varyans analizi kullanılmıştır. Farklılık oluşturduğu durumlarda Duncan-testi ile homojenlik grupları belirlenmiştir. Varyans analizinde, F_{hesap} ve F_{tablo} değerleri belirlenmiş; F_{hesap} değerlerinin % 5'den btyk olması durumunda (-), % 5 - % 1 arasında (*), % 1 - % 0.1 arasında (**) ve % 0.1'den kbk olması durumunda (***) işaretleri ile açıklanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Makroskopik Özellikler

4.1.1. Yıllık Halka ve Yaz Odunu Genişliği ile Yaz Odunu İştirak Oranı Değişimleri

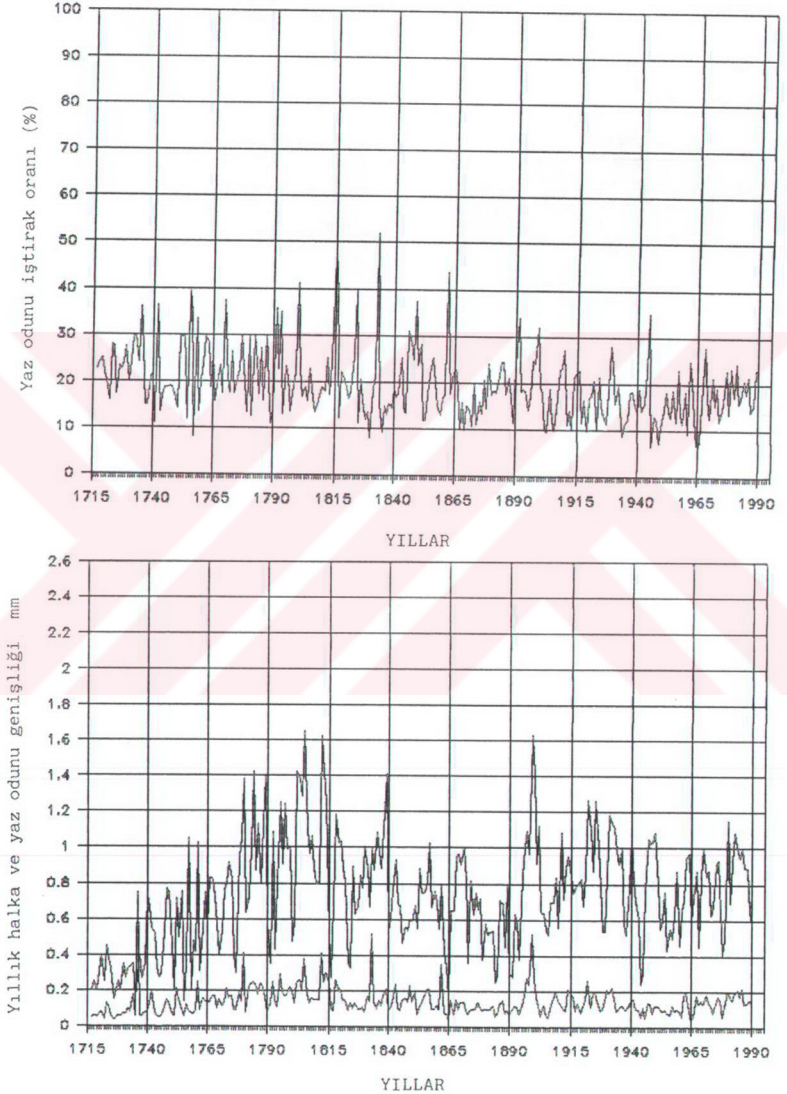
Yıllık halka ve yaz odunu genişlikleri ile yaz odunu iştirak oranı değerlerinden yararlanarak yıllık halka kronolojisine ait grafikler Şekil 15, 16, 17'de verilmiştir.

Grafiklerin incelenmesinde, şekil 15'de yıllık halkaların 50 yaşa kadarki gençlik ve sıklık çağında dar, ince ağaçlık çağına kadar sürekli artarak 80 yaşında en geniş, yaş ilerledikçe sürekli azalarak 180 yaşında dar, bu yaştan sonra orta ağaçlık çağında bir miktar artarak normal yıllık halka genişliği gösterdiği ve bu oluşumu yaklaşık aynı genişliklerle 273 yaşına kadar sürdürdüğü görülmektedir. Yaz odunu genişliklerinin yıllık halka genişliklerine paralel seyrettiği ve yıllık halka genişliğine göre oldukça dar aralıklarda, geniş yıllık halkada geniş, dar yıllık halkada dar olduğu görülmektedir.

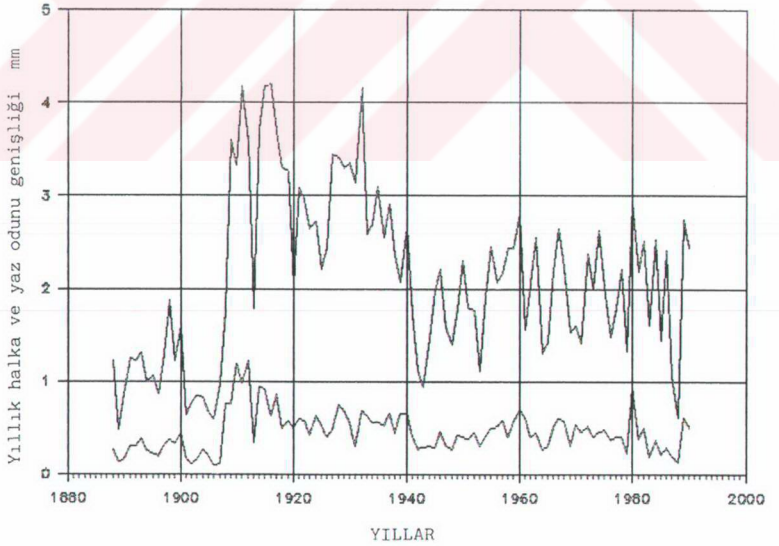
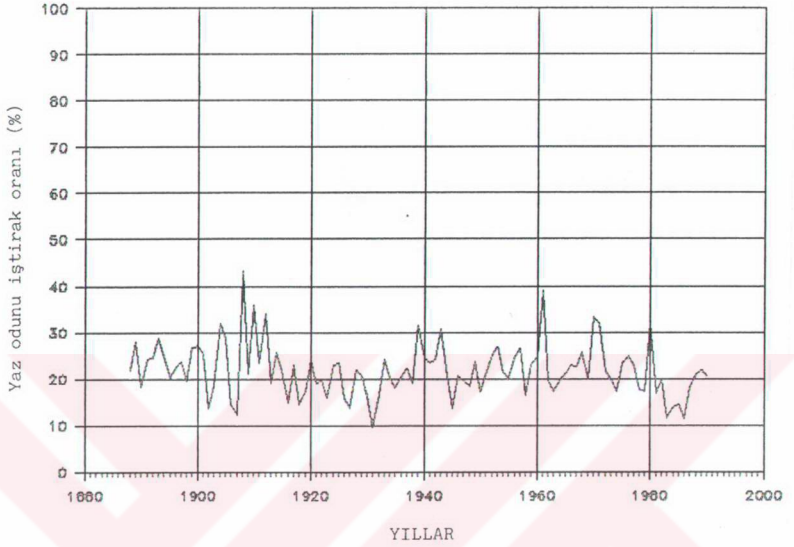
Dar yıllık halka oluşumu gösteren bu ağaçta, yaz odunu iştirak oranı, ilk yıllarda biraz yüksek olmakla birlikte, yaklaşık % 20'nin altında kalmaktadır.

Şekil 16'da, yıllık halka genişliğininin 20 yaşına kadarki gençlik ve sıklık çağında dar, sırıklık veya direklik çağında hızlı bir artış göstererek 50 yaşında geniş, bunu bir miktar azaltarak ince ağaçlık çağında 65 yaşına kadar dar, yaş ilerledikçe orta ağaçlık çağında biraz artarak normal yıllık halka genişliği gösterdiği ve bu oluşumunu 102 yaşına kadar sürdürdüğü görülmektedir. Yaz odunu genişlikleri yıllık halka genişliklerine paralel gitmekte, değişimin yıllık halka genişliklerindeki gibi önemli farklılıklar oluşturmadığı görülmektedir.

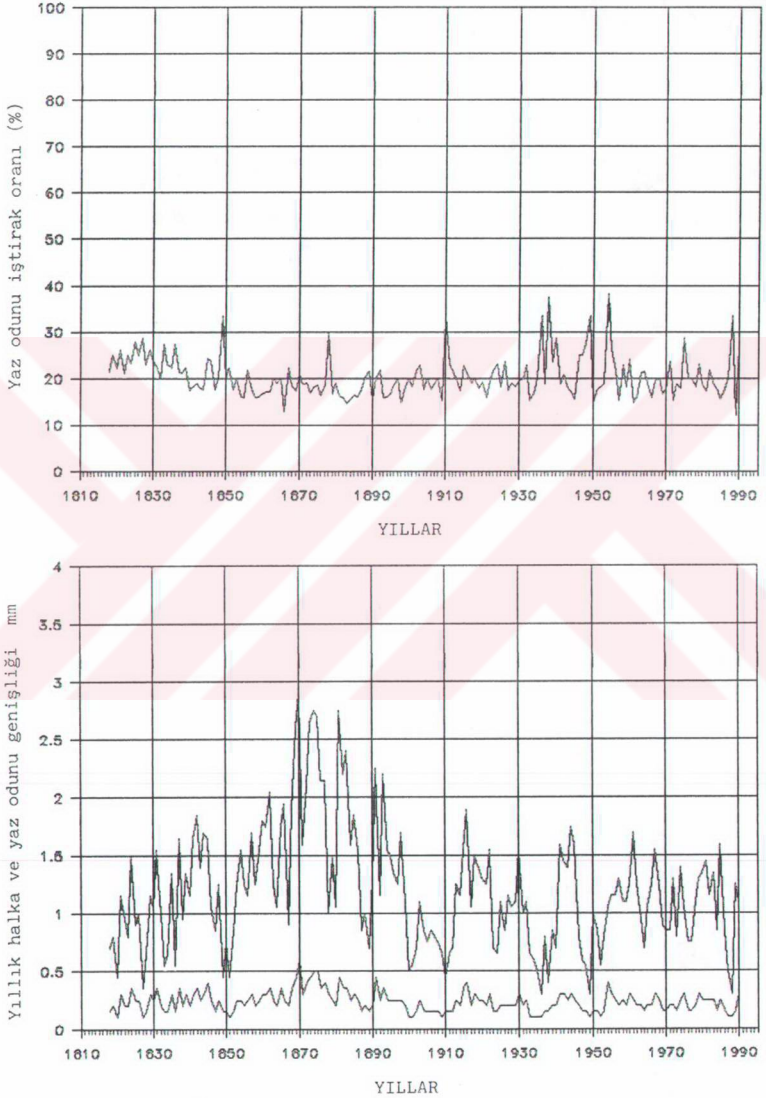
Geniş yıllık halka oluşum görülen bu ağaçta, yaz odunu iştirak oranı yaklaşık % 20 ve üzerindedir.



Şekil 15. 288 yaşındaki 3 no'lu ağacın hayatı boyunca yıllık halka ve yaz odunu genişlikleri ile yaz odunu iştirak oranı değişimleri.



Şekil 16. 109 yaşındaki 17 no'lu ağacın hayatı boyunca yıllık halka ve yaz odunu genişlikleri ile yaz odunu iştirak oranı değişimleri.



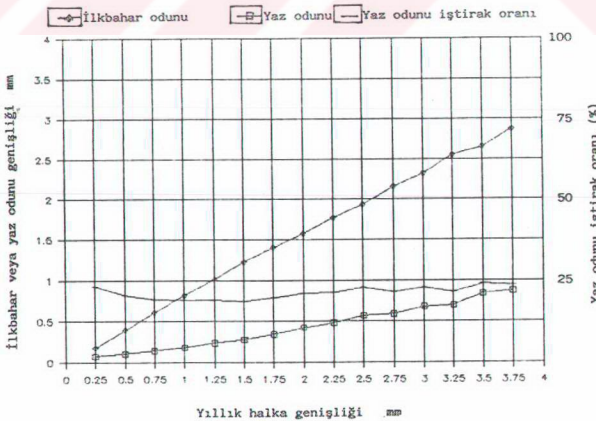
Şekil 17. 186 yaşındaki 8 no'lu ağacın hayatı boyunca yıllık halka ve yaz odumu genişlikleri ve yaz odunu iştirak oranı değişimleri.

Şekil 17'de; yıllık halka genişliğinin gençlik yıllarında 40 yaşına kadar dar, ince ağaçlık çağının ilk yıllarına kadar sürekli bir artış göstererek 52 yaşında geniş, yaş ilerledikçe sürekli azalarak 92 yaşında dar ve daha sonra bir miktar artışla normal genişlikte yıllık halka oluşumu gösterdiği, bunu yaklaşık aynı genişliklerle 172 yaşına kadar sürdürdüğü görülmektedir. Yaz odunu genişlikleri yıllık halka genişliklerine paralel ve daha dar aralıkta değişim göstermektedir.

Genellikle normal yıllık halka oluşumu görülen bu ağaçta, yaz odunu iştirak oranı yaklaşık % 20 civarındadır.

4.1.2. Yıllık Halka Genişliği ile ilkbahar Odunu, Yaz Odunu ve Yaz Odunu İştirak Oranı Arasındaki İlişki

Yıllık halka genişliği ile ilkbahar odunu, yaz odunu genişlikleri ve yaz odunu iştirak oranı arasındaki ilişkinin belirlenmesinde, yıllık halka genişlikleri değerlerinden yararlanılarak Şekil 18'deki grafik çizilmiştir.

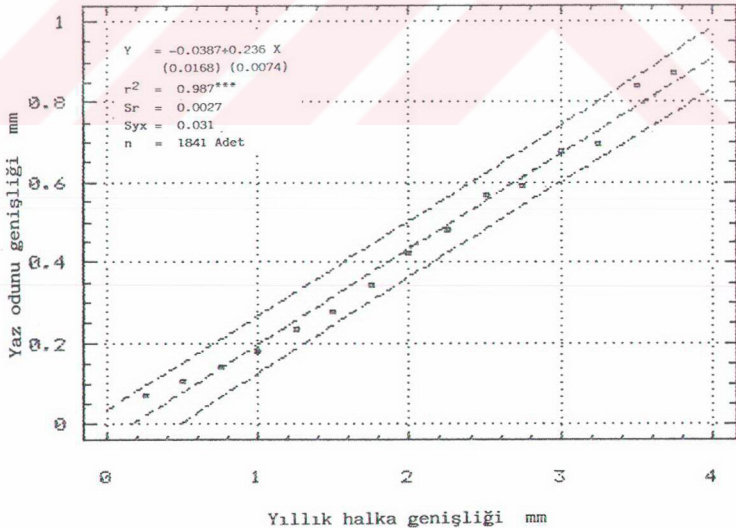


Şekil 18. Yıllık halka genişliği ile ilkbahar odunu yaz odunu genişlikleri ve yaz odunu iştirak oranı arasındaki ilişki.

Buna göre; yıllık halka genişliği arttıkça ilkbahar odunu genişliği hızlı bir artış göstermekte, yaz odunu genişliği yavaş ve az miktarda artmaktadır. Yaz odunu iştirak oranı yaklaşık 0.5 - 1.75 mm yıllık halka genişlikleri arasında en düşüktür. Bu oran 0.25 - 0.50 mm yıllık halka genişlikleri arasında az miktarda olmak üzere gitgide azalmakta, 1.75-3.75 mm arasında ise az miktarlarda artış göstermektedir.

4.1.2.1. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Genişliği Arasındaki İlişki

Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi için yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiş ve regresyon doğrusu çizilerek Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişki.

Tablo 2. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 0.1)
Regresyon	0.012472	1	0.012472	16.2 ***	10.826
Hata	1.417256	1839	0.000770		
Genel	1.429728	1840			

Regresyon analizi sonuçlarına göre $F_{hesap} = 16.20$ olup, $F_h > F_{1-1839}(0.001) = 10.826$ bulunduğu için yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.987$ olduğundan, bu ilişki çok kuvvetli ve artan yöndedir.

4.1.2.2. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu İştirak Oranı Arasındaki İlişki

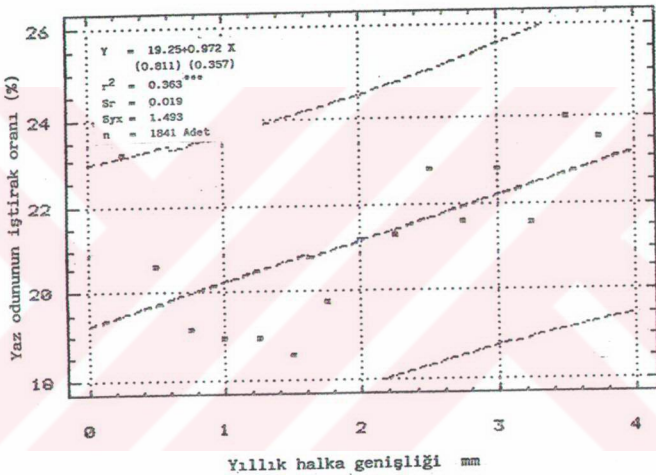
Yıllık halka genişliği ile yaz odunu iştirak oranı arasındaki ilişkinin belirlenmesinde, yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 3'de verilmiş ve regresyon doğrusu çizilerek Şekil 20'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu iştirak oranı arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 0.1)
Regresyon	28.98352	1	28.98352	821.06 ***	10.826
Hata	64.97487	1839	0.03530		
Genel	93.95839	1840			

Regresyon analizi sonuçlarına göre $F_{hesap} = 821.06$ olup; $F_{hesap} > F_{1-1839}(0.001) = 10.826$ bulunduğundan, yıllık halka genişliği ile yaz odunu iştirak oranı arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.363$ olduğundan, bu ilişki zayıf ve artan yöndedir.

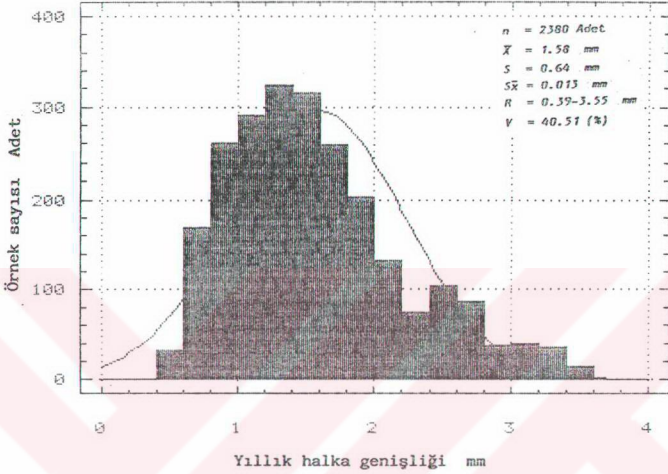


Şekil 20. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu iştirak oranı arasındaki ilişki.

4.1.3. Yıllık Halka Genişliği

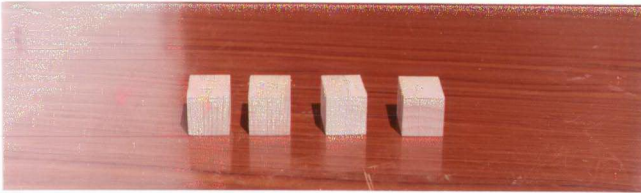
Yıllık halka genişliği değerlerinin istatistik değerlendirilmesi yapılarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 21'de gösterilmiştir.

Buna göre, en çok tekerrür eden yıllık halka genişliği % 13.65 iştirak oranı ile 1.3 mm'dir. Ortalama yıllık halka genişliği 1.58 mm ile en fazla tekerrür eden değer in sağına düşmektedir.



Şekil 21. Yıllık halka genişliği varyasyon grafiği.

Doğu Kayını'nın çeşitli genişliklerdeki yıllık halka örnekleri Şekil 22'de gösterilmiştir.



Şekil 22. Doğu Kayınında çok dar, dar, orta ve geniş yıllık halka örnekleri.

4.1.3.1. Bölgelere Göre Yıllık Halka Genişliklerinin Dağılımı

Bölgelere göre ortalama yıllık halka genişliği değerleri belirlenerek Tablo 4'de verilmiştir. Ayrıca örnek

ağaçların alındığı bölgelere ait yükseklik sınır değerleri de aynı tabloda belirtilmiştir.

Tablo 4. Bölgelere göre ortalama yıllık halka genişlik değerleri.

Bölge no Bölge ve işletme Adı	Ağaç sayısı (Adet) N	Örnek sayısı (Adet) n	Denizden yükseklik m Min.-Mak.	Yıllık halka genişliği mm $X \pm S$
1-Artvin (Borçka)	5	592	1510-1580	1.15 \pm 0.341
2-Kastamonu (Ayancık)	5	552	850-920	1.84 \pm 0.746
3-Bolu (Düzce)	5	823	1200-1330	1.47 \pm 0.409
4-İstanbul (Demirköy)	4	413	450-560	2.07 \pm 0.603

Tablo 4 incelendiğinde, ortalama yıllık halka genişlik değerlerinde farklılıkların olduğu görülmektedir.

Bölgeler arasında yıllık halka genişliği değerleri dağılımının homojen olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 5' de gösterilmiştir.

Tablo 5. Bölgeler arasında yıllık halka genişliği varyans analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 0.1)
Bölgeler arası	8.9942	3	2.9980616	17.9 ***	11.853
Bölgeler içi	12.0613	72	0.1675181		
Toplam	21.0555	75			

Bunlara göre, yıllık halka genişliği için $F_{hesap} = 17.9$ olup, $F_h > F_{t3-72}(0.001) = 11.853$ olduğundan, yıllık halka genişliklerinin bölgeler arasında % 0.1 yanılma olasılığı düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Bölgeler arasında yıllık halka genişliklerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan-testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Bölgeler arasında yıllık halka genişliği homojenlik gruplarının dağılımı (% 95 güven düzeyinde).

Bölge no	Ortalama	Homojenlik grupları
1	1.086950	X
3	1.484300	X
2	1.700950	X
4	2.060438	X

Duncan testi sonucuna göre 2 ve 3. bölge arasında 0.001 yanılma olasılığı ile bir fark olmamakla birlikte; 1, 2 - 3 ve 4. bölgeler arasında aynı yanılma olasılığı ile farklılık bulunmaktadır. Tablo 6'da yıllık halka genişliklerinin bölgeler arasında 3 homojen grupta toplandığı görülmektedir.

4.1.3.2. Homojenlik Denetimi

Ağaçlar arasında yıllık halka genişlikleri dağılımının homojen olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Ağaçlar arasında yıllık halka genişliği varyans analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	Fhesap	Ftablo (% 0.1)
Ağaçlar arası	20.4736	18	1.1374238	111.43***	12.068
Ağaçlar içi	0.5818	57	0.010208		
Toplam	21.0554	75			

Bunlara göre; yıllık halka genişlikleri için $F_{hesap} = 114.71$ olup; $F_h > F_{t18-57}(0.001) = 12.068$ olduğundan, yıllık halka genişliklerinin örnek ağaçlar arasında % 0.1 yanılma olasılığı düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Örnek ağaçların oluşturacağı homojen grupların belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Yıllık halka genişliği homojenlik grupları dağılımı (% 95 güven düzeyinde).

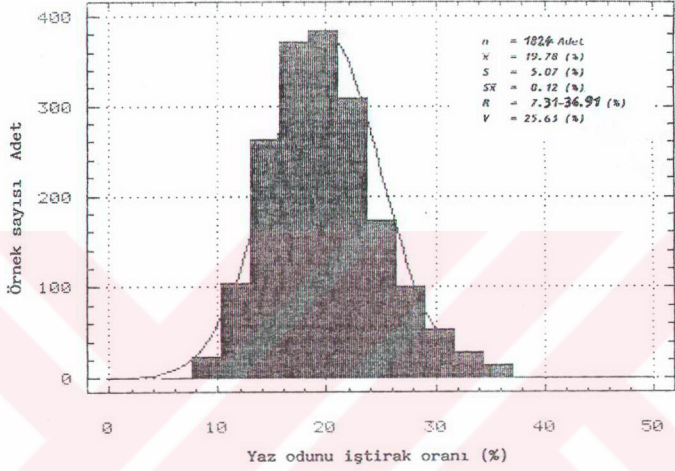
Ağaç no	Ortalama	Homojenlik grupları
3	0.93975	X
1	0.96600	XX
6	1.02900	XXX
5	1.04400	XXX
2	1.09225	XXX
15	1.10425	XX
7	1.15100	XX
11	1.26000	XX
12	1.26550	XX
4	1.39275	X
8	1.59225	X
18	1.65000	XX
14	1.76700	XX
16	1.88800	XX
13	2.02425	XX
9	2.13750	X
19	2.34625	X
17	2.35750	X
10	2.59500	X

Duncan - testi sonuçlarına göre örnek ağaçların yıllık halka genişlikleri bakımından 12 homojen grupta toplandığı görülmektedir.

4.1.3.3. Yaz Odunu İştirak Oranı Değişimi

Yaz odunu iştirak oranı değerlerinin istatistik değerlendirilmesi yapılarak Şekil 23'deki varyasyon grafiği çizilmiştir.

Şekil 23'de en çok tekerrür eden yaz odunu % 21 iştirak oranı ile % 19.7'dir. Ortalama yaz odunu iştirak oranı % 19.75 olup, en fazla tekerrür eden değerinde yer almaktadır.



Şekil 23. Yaz odunu iştirak oranı varyasyon grafiği.

4.2. Fiziksel Özellikler

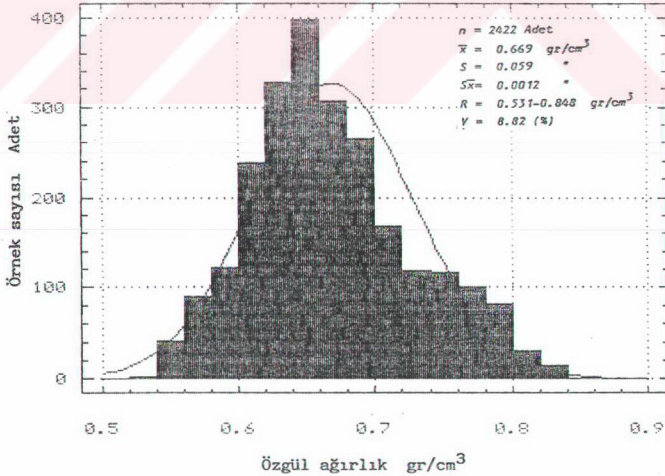
4.2.1. Özgül Ağırlıklar

4.2.1.1. Hava Kuruğu Özgül Ağırlık

Hava kuruğu ($r = \% 12$) özgül ağırlık değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak, varyasyon grafiği çizilmiştir ve Şekil 24'de gösterilmiştir.

Buna göre, en çok tekerrür eden özgül ağırlık değeri $\% 16.5$ iştirak oranı ile 0.625 gr/cm^3 tür. Ortalama özgül ağırlık değeri 0.669 gr/cm^3 olup, en fazla tekerrür eden değerlerin sağında bulunmaktadır.

Bölgelere göre ortalama özgül ağırlık değerleri belirlenerek Tablo 9'da verilmiştir ve ayrıca bölgelerin yükseklik sınır değerleri gösterilmiştir.



Şekil 24. Hava kuruğu özgül ağırlık varyasyon grafiği.

Tablo 9. Bölgelere göre ortalama hava kuru su özgül ağırlık değerleri.

Bölge no Bölge ve işletme Adı	Ağaç sayısı (Adet) N	örnek sayısı (Adet) n	Denizden yükseklik m Min.-Mak.	Özgül ağırlık (ρ_{12}) ₃ r/cm X ± S
1-Artvin (Borçka)	5	593	1510-1580	0.610 ± 0.034
2-Kastamonu (Ayancık)	5	592	850-920	0.693 ± 0.053
3-Bolu (Düzce)	5	823	1200-1330	0.668 ± 0.044
4-İstanbul (Demirköy)	4	413	450-560	0.722 ± 0.053

Tablo 9' a göre, ortalama hava kuru su özgül ağırlık değerlerinde farklılıkların olduğu görülmektedir.

Bölgeler arasında hava kuru su özgül ağırlık değerleri dağılımının homojen olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Bölgeler arasında özgül ağırlık varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 0.1)
Bölgeler arası	0.169695	3	0.0565650	34.585 ***	11.853
Bölgeler içi	0.117757	72	0.0016355		
Toplam	0.287452	75			

Buna göre, göre özgül ağırlık değerleri için $F_{hesap} = 34.585$ olup, $F_h > F_{t3} - 72(0.001) = 11.853$ olduğundan, yıllık halka genişliklerinin bölgeler arasında % 0.1 yanılma olasılığı için önemli olduğu saptanmıştır.

Bölgeler arasında özgül ağırlıkların oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan-testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

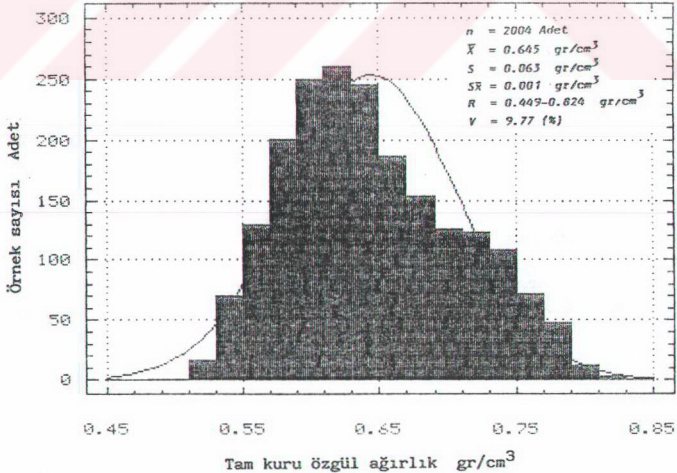
Tablo 11. Bölgeler arasında özgül ağırlık homojenlik gruplarının dağılımı (% 95 güven düzeyinde)

Bölge no	Ortalama	Homojenlik grupları
1	0.6077500	X
3	0.6930500	X
2	0.7059500	X
4	0.7353750	X

Duncan-testi sonucuna göre; 2 ve 3. bölge arasında % 0.1 yanılma olasılığı ile bir fark olmamakla birlikte 1, 2-3 ve 4. bölgeler arasında aynı yanılma olasılığı ile farklılık bulunmaktadır. Tablo 11'de yıllık halka genişliklerinin bölgeler arasında 3 homojen grupta toplandığı görülmektedir.

4.2.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlıklar

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinin istatistik değerlendirilmesi yapılarak varyasyon grafiği çizilmiş ve Şekil 25'de gösterilmiştir.



Şekil 25. Tam kuru özgül ağırlık varyasyon grafiği.

Buna göre, en çok tekerrür eden özgül ağırlık değeri % 13 iştirak oranı ile 0.620 gr/cm³'tür. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.645 gr/cm³ ile en fazla tekerrür eden değer in sağına düşmektedir.

Bölgelere göre, ortalama tam kuru özgül ağırlık değerleri belirlenerek Tablo 12'de verilmiş ve ayrıca bölgelerin yüksekliklerine ait sınır değerleri belirtilmiştir.

Tablo 12. Bölgelere göre ortalama tam kuru özgül ağırlık değerleri.

Bölge no Bölge ve işletme Adı	Ağaç sayısı (Adet) N	Örnek sayısı (Adet) n	Denizden yükseklik m Min.-Mak.	Özgül ağırlık (ρ_0) gr/cm ³ X ± S
1-Artvin (Borçka)	5	569	1510-1580	0.585 ± 0.037
2-Kastamonu (Ayancık)	5	592	850-920	0.666 ± 0.058
3-Bolu (Düzce)	5	821	1200-1330	0.650 ± 0.046
4-İstanbul (Demirköy)	4	416	450-560	0.693 ± 0.055

Tablo 12'ye göre; ortalama tam kuru özgül ağırlık değerlerinde önemli farklılıkların olduğu görülmektedir.

Bölgeler arasında tam kuru özgül ağırlık değerleri dağılımının homojen olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 13'de gösterilmiştir.

Tablo 13. Bölgeler arasında özgül ağırlık varyans analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	Fhesap	Ftablo (% 0.1)
Bölgeler arası	0.155614	3	0.0518712	44.433***	11.853
Bölgeler içi	0.084053	72	0.0011674		
Toplam	0.239667	75			

Buna göre; göre özgül ağırlıklar için $F_{hesap} = 44.433$ olup; $F_h > F_{t3} - 72(0.001) = 11.853$ olduğundan, bölgeler arasında % 0.1 yanılma olasılığı düzeyinde önemli farklılık olduğu saptanmıştır.

Bölgeler arasında özgül ağırlıkların oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan-testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. Bölgeler arasında özgül ağırlık homojenlik gruplarının dağılımı (% 95 güven düzeyinde)

Bölge no	Ortalama	Homojenlik grupları
1	0.5833000	X
3	0.6569000	X
2	0.6783000	X
4	0.7062500	X

Duncan - testi sonucuna göre; 2 ve 3. bölge arasında % 0.1 yanılma olasılığı için bir fark olmamakla birlikte; 1, 2 - 3 ve 4. bölgeler arasında aynı yanılma olasılığı için farklılık bulunmaktadır. Tablo 14'de bölgeler arasında özgül ağırlıkların 3 homojen grupta toplandığı görülmektedir.

4.2.1.2.1. Ağaçlar Arası Tam Kuru Özgül Ağırlık Homojenlik Denetimi

Ağaçlar arasında tam kuru özgül ağırlık değerlerinin homojen olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 15'de gösterilmiştir.

Tablo 15. Ağaçlar arasında yıllık halka genişliği varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F_{hesap}	F_{tablo} (% 0.1)
Ağaçlar arası	0.22903	18	0.0127241	68.201***	12.068
Ağaçlar içi	0.10633	57	0.0001866		
Toplam	0.33536	75			

Tablo 15'e göre; tam kuru özgül ağırlık için $F_{hesap} = 68.201$ olup, $F_h > F_{t18-57}(0.001) = 12.068$ olduğundan, ağaçlar arasında % 0.1 yanılma olasılığı düzeyinde farklılık olduğu saptanmıştır.

Örnek ağaçların oluşturacağı homojen grupların belirlenmesi için Duncan - testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Tam kuru özgül ağırlık homojenlik grupları dağılımı (% 95 güven düzeyinde).

Ağaç no	Ortalama	Homojenlik grupları
1	0.56700	X
5	0.56950	X
4	0.58125	XX
3	0.59775	X
2	0.60100	X
12	0.62275	X
13	0.62650	X
10	0.63050	X
19	0.65150	X
9	0.65225	X
8	0.66225	XX
11	0.67000	XXX
15	0.67700	XX
17	0.68475	X
14	0.68825	X
6	0.71725	X
7	0.72925	XX
18	0.74100	X
16	0.74775	X

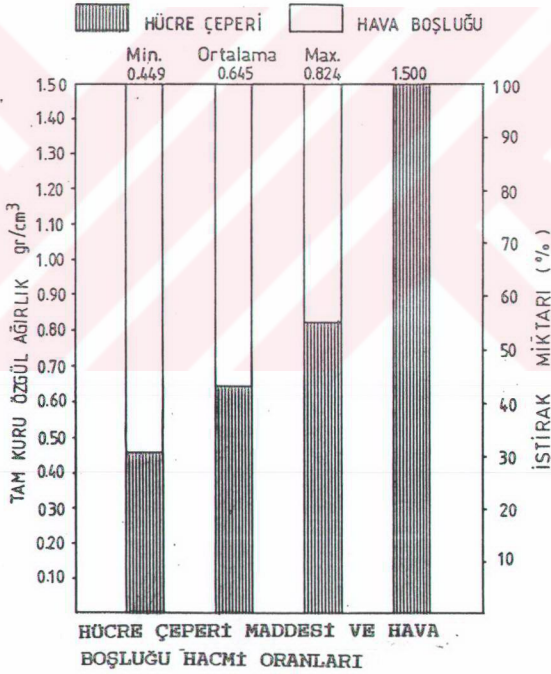
Buna göre; ağaçların tam kuru özgül ağırlık değerleri bakımından 8 homojen grupta toplandığı görülmektedir.

4.2.2. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Oranları

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak belirlenen hücre çeper maddesi ile hava boşluğu oranları Tablo 17'de verilmiş ve Şekil 26'da gösterilmiştir.

Tablo 17. Tam kuru özgül ağırlıklarda hücre çeperi maddesi ve hava boşluğunun odun hacmindeki yüzde katılma oranlarına ait değerler.

	Tam kuru özgül ağırlık gr/cm ³	Hücre çeperi maddesi hacmi (%)	Hava boşluğu hacmi (%)
Minimum	0.449	29.93	70.07
Ortalama	0.645	43.00	57.00
Maksimum	0.824	54.93	45.07

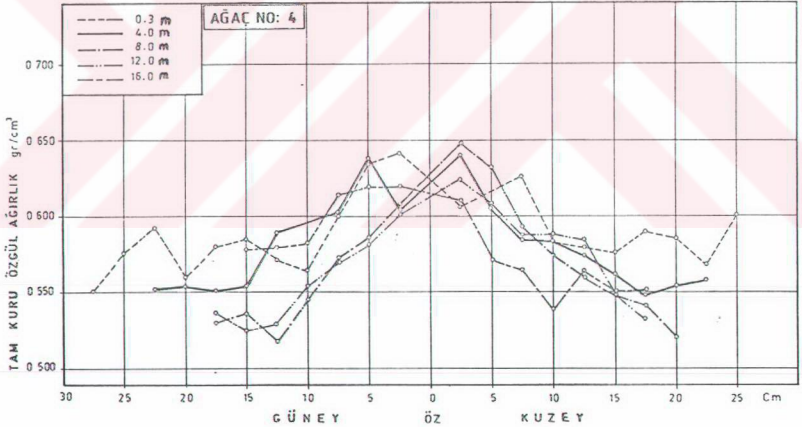


Şekil 26. Minimum ortalama ve maksimum tam kuru özgül ağırlıklarda hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacmi oranları.

4.2.3. Özgül Ağırlık Değişimleri

4.2.3.1. Yatay Yönde Özgül Ağırlık Değişimleri

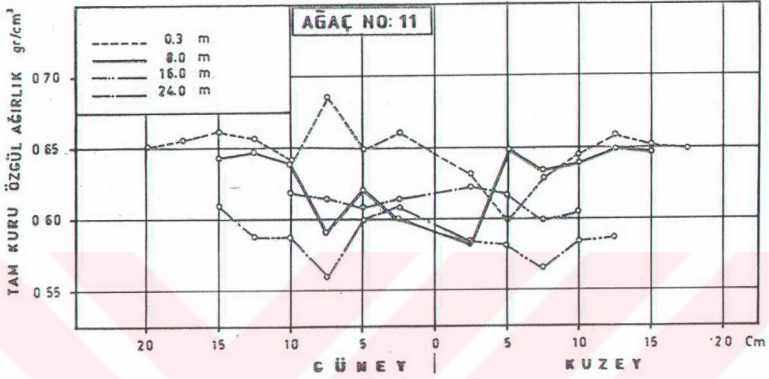
Tam kuru özgül ağırlık değişimlerine ait grafikler Şekil 27 ve 28'de gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde genellikle her iki ağaçta, gövdenin alt ve üst kısımlarında yüksek, orta kısımlarında düşük özgül ağırlıklar görülmektedir. 4 no'lu ağaçta, özden çevreye doğru özgül ağırlıkta düşmeler ve öz ile çevre arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. 11 no'lu ağaçta, çeşitli yüksekliklerde özden çevreye doğru özgül ağırlıklarda bir miktar artış görülmektedir. Her iki örnek ağaçta da, çevreye yakın kısımlarda özgül ağırlıklarda artışlara rastlanılmakta, ancak bunlar önemli farklılıklar oluşturmamaktadır.



Şekil 27. Yatay yönde özgül ağırlık değişimleri.

4.2.3.2. Dikey Yönde Özgül Ağırlık Değişimleri

Dikey yönde özgül ağırlık değişimleri Şekil 29'da gösterilmiştir. Buna göre, en ağır odunlar gövdenin alt kısımlarında oluşmakta, orta kısımlarda en düşük değerler



Şekil 28. Yatay yönde özgül ağırlık değişimi.

almakta, üst kısımlarda ise artış göstermektedir. Gövdenin alt kısımları ile orta kısımları arasında önemli farklılıklar bulunmakta, alt kısımları ile üst kısımları arasında ise farklılığın çok az olduğu görülmektedir.

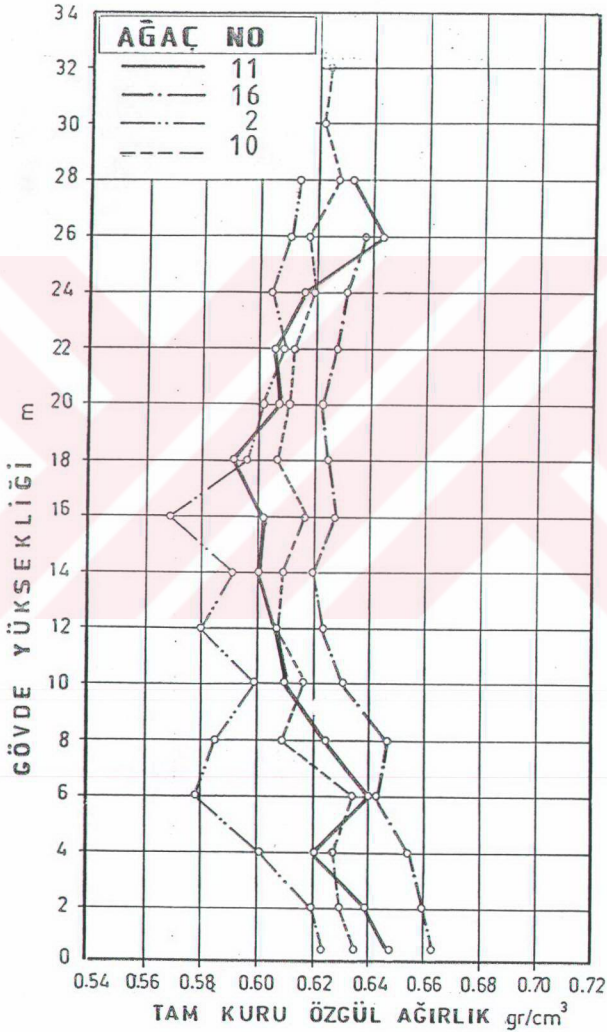
4.2.4. Özgül Ağırlık Dağılımları

4.2.4.1. Yatay Yönde Özgül Ağırlık Dağılımı

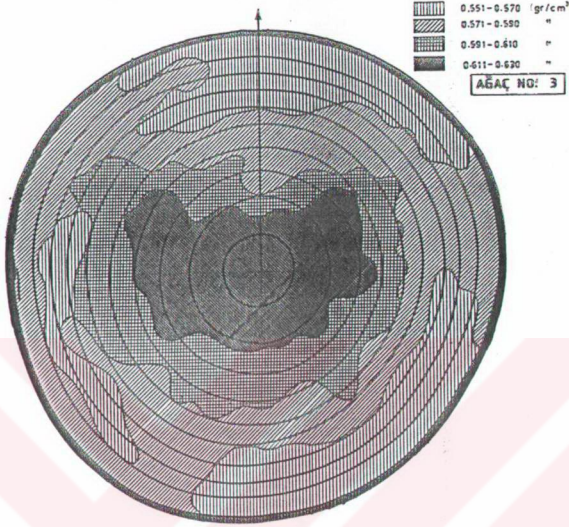
Yatay yönde özgül ağırlıkların dağılımı, 3 ve 17 no'lu örnek ağaç için Şekil 30 ve 31'de gösterilmiştir. 3 no'lu örnek ağaçta özgül ağırlık, öze yakın kısımlarda en yüksek, çevreye yakın kısımlarda düşük ve çevrede bir miktar artış göstermektedir. 17 no'lu örnek ağaçta ise, öz ve civarında yüksek, orta kısımlardan çevreye doğru gittikçe daha düşük, çevreye yakın kısımlarda ise artmaktadır.

4.2.4.2. Dikey Yönde Özgül Ağırlık Dağılımı

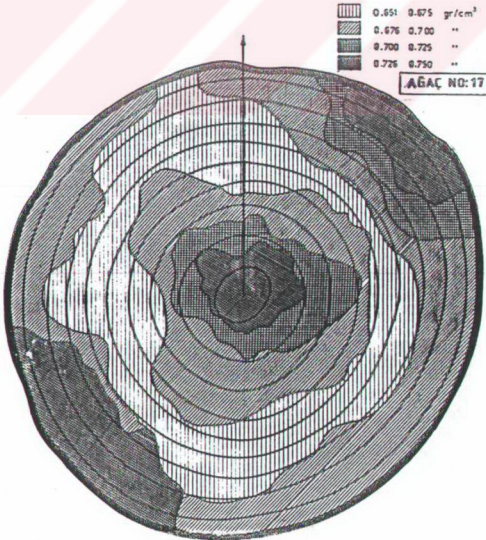
Dikey yönde özgül ağırlık dağılımı, 11 no'lu örnek ağaç için Şekil 32'de gösterilmiştir. Buna göre gövdenin alt



Şekil 29. Dikey yönde özgül ağırlık değişimleri

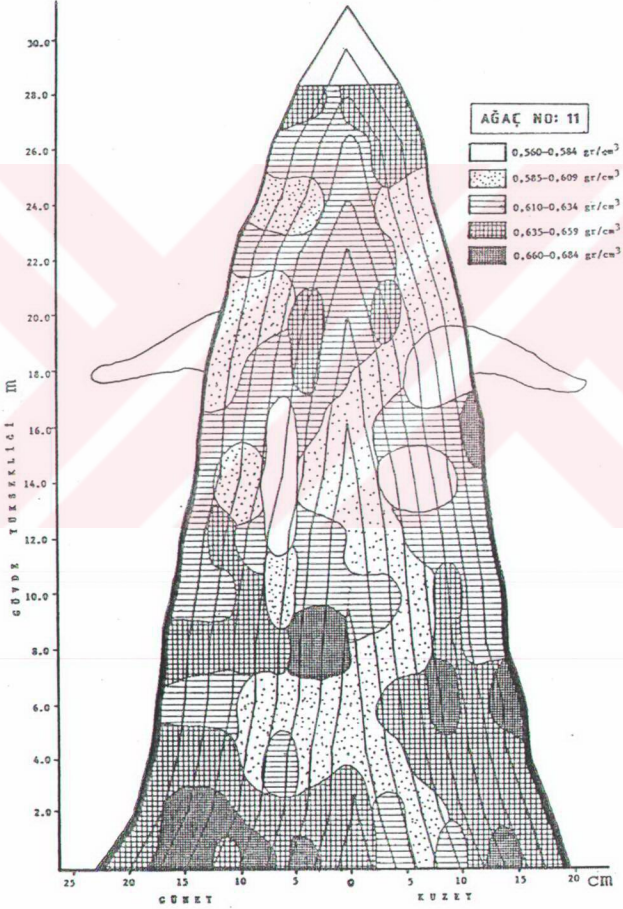


Şekil 30. Yatay yönde özgül ağırlık dağılımı



Şekil 31. Yatay yönde özgül ağırlık dağılımı

kisimlarında genellikle özgül ağırlıkların en yüksek, orta kısımlara doğru düşük ve üst kısımlarda artmakta olduğu görülmektedir. Öz ve çevreye yakın kısımlarda orta kısımlara göre biraz daha düşük özgül ağırlıklar oluşmaktadır.



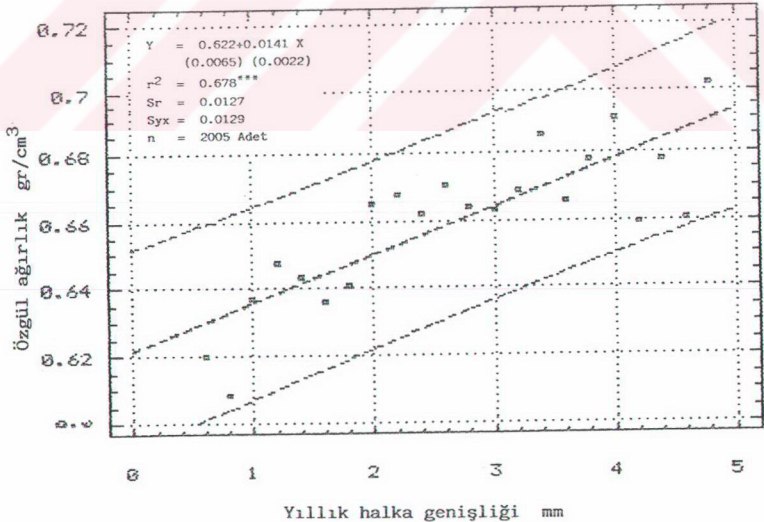
Şekil 32. Dikey yönde özgül ağırlık dağılımı

4.2.5. Yıllık Halka Genişliği ile Tam Kuru Özgül Ağırlık İlişkisi

Yıllık halka genişliği ile tam kuru özgül ağırlık arasındaki ilişkinin belirlenmesi için yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 18'de verilmiş ve regresyon doğrusu Şekil 33'de gösterilmiştir.

Tablo 18. Yıllık halka genişliği ile tam kuru özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} % 0.1
Regresyon	0.003326	1	0.0033260	443.47 ***	10.826
Hata	0.014988	2003	0.0000075		
Genel	0.018314	2004			



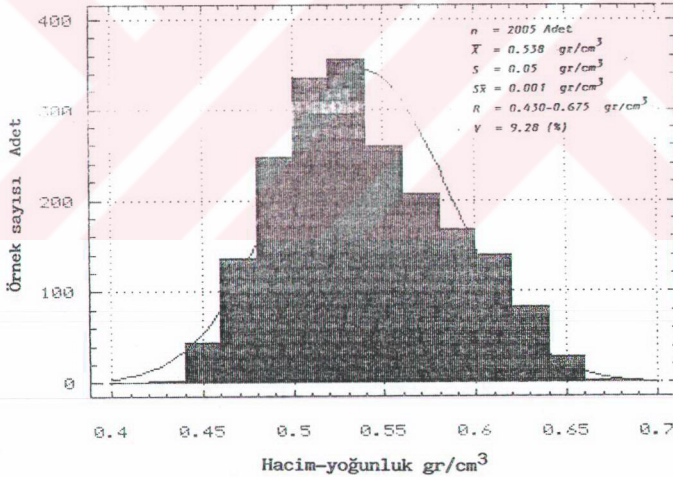
Şekil 33. Yıllık halka genişliği ile tam kuru özgül ağırlık arasındaki ilişki.

Regresyon analizi sonuçlarına göre, yıllık halka genişliği ile tam kuru özgül ağırlık için hesaplanan $F_h = 443.47$ olup; $F_h > F_{1-2003}(0.001) = 10.826$ bulunduğundan, bu iki özellik arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.678$ olduğundan, bu ilişki kuvvetli ve artan yöndedir.

4.2.6. Hacim-Yoğunluk Değeri

Hacim-Yoğunluk değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 34'de gösterilmiştir.



Şekil 34. Hacim-Yoğunluk değeri varyasyon grafiği.

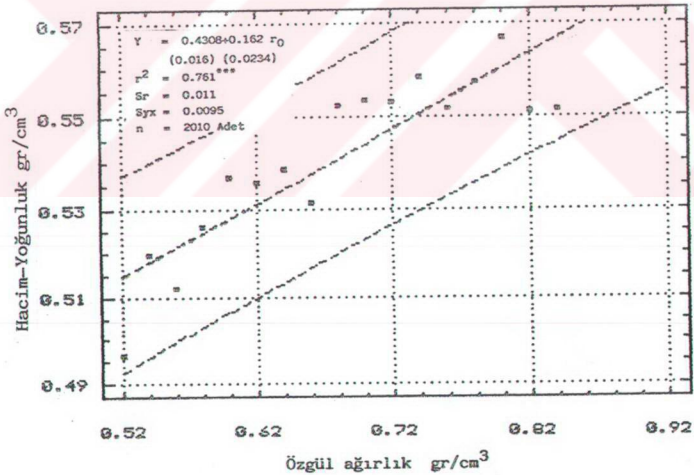
Buna göre, en fazla tekerrür eden hacim-yoğunluk değeri % 17.7 iştirak oranı ile 0.530 gr/cm^3 'tür. Ortalama hacim yoğunluk değeri 0.538 gr/cm^3 olup, en fazla tekerrür eden değerinde yer almaktadır.

4.2.6.1. Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Hacim-Yoğunluk Değeri ilişkisi

Tam kuru özgül ağırlık ile hacim-yoğunluk değeri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 19'da verilmiş ve buna göre çizilen regresyon doğrusu Şekil 35'de gösterilmiştir.

Tablo 19. Tam kuru özgül ağırlık ile hacim-yoğunluk değeri arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _t (% 0.1)
Regresyon	0.001343	1	0.001343	47.96 ***	10.826
Hata	0.005699	2008	0.000028		
Genel	0.007042	2009			



Şekil 35. Tam kuru özgül ağırlık ile hacim-yoğunluk değeri arasındaki ilişki.

Regresyon analizi sonuçlarına göre, hesaplanan $F_h=47.96$ olup; $F_h > F = 2008(0.001)$ bulunduğundan, bu iki özellik

arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.761$ olduğundan, bu ilişki kuvvetli ve artan yödedir.

4.2.7. Odun-Su ilişkileri

Liflere paralel, radyal, teğet yönler ile hacmen daralma ve genişleme yüzdelerinin istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 20 ve 21'de verilmiştir.

Tablo 20. Daralma miktarları (%).

	İşareti	Liflere paralel β_l	Radyal β_r	Teğet β_t	Hacmen β_v
Örnek sayısı	n	344	342	348	344
Örnek ağaç s.	N	19	19	19	19
Ortalama değer	X	0.29	4.97	11.20	16.21
Değişim genişliği	X_{min} X_{max}	0.05 1.05	2.63 7.63	8.25 14.14	11.57 21.17
Std. ayrılış(±)	S	0.15	0.95	1.12	1.65
Vary.kats.(%)	V	51.72	19.11	10.00	10.18

Tablo 21. Genişleme miktarları (%).

	İşareti	Liflere paralel α_l	Radyal α_r	Teğet α_t	Hacmen α_v
Örnek sayısı	n	344	343	348	344
Örnek ağaç s.	N	19	19	19	19
Ortalama değer	X	0.29	5.24	12.63	17.84
Değişim genişliği	X_{min} X_{max}	0.05 1.06	2.70 8.44	9.00 16.47	12.29 23.90
Std. ayrılış(±)	S	0.15	1.07	1.42	1.99
Vary.kats.(%)	V	51.72	20.41	11.24	11.15

4.2.7.1. Doğu Kayını Odununun Lif Doygunluğu Rutubet Miktarı

Doğu Kayını odununun hacmen daralma miktarı ve hacim-yoğunluk değerinden yararlanılarak belirlenen lif doygunluğu rutubet miktarı % 30.13 olarak hesaplanmıştır.

4.2.7.2. Doğu Kayını Odununun Alabileceği En Yüksek Su Miktarları

Doğu Kayını odununun, hacim-yoğunluk ve tam kuru özgül ağırlık değerlerine göre belirlenen alabileceği en yüksek su miktarları Tablo 22 ve 23'de verilmiştir.

Tablo 22. Doğu Kayını odununun hacim-yoğunluk değerine göre alabileceği en yüksek su miktarları.

	Hacim Yoğunluk değeri ₃ (Y) gr/cm ³	En yüksek su miktarı (%)
En az	0.430	165.89
Orta	0.538	119.21
En yüksek	0.675	81.15

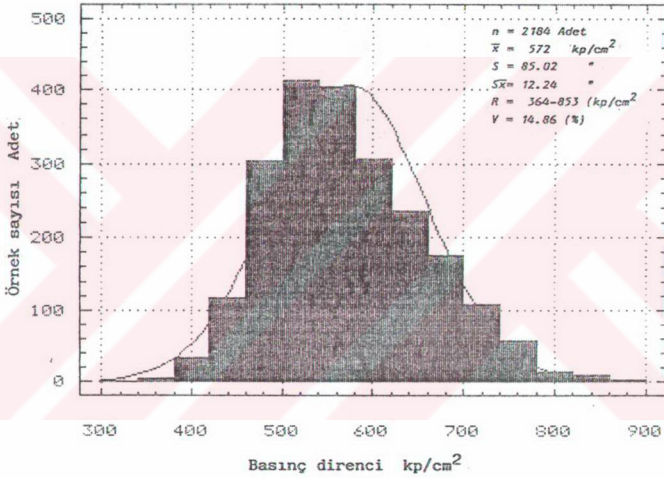
Tablo 23. Doğu Kayını odununun tam kuru özgül ağırlık değerine göre alabileceği en yüksek su miktarları.

	Tam kuru öz- gül ağırlık (ρ_0) gr/cm ³	En yüksek su miktarı (%)
En az	0.449	186.18
Orta	0.645	118.50
En yüksek	0.824	84.82

4.3. Mekanik Özellikler

4.3.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci değerlerinin istatistik değerlendirilmesi yapılarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 36'da gösterilmiştir.



Şekil 36. Basınç direnci varyasyon grafiği.

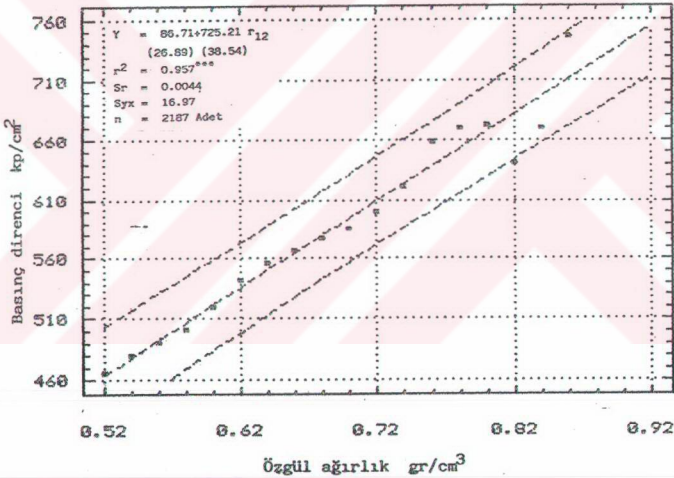
Buna göre; en çok tekerrür eden basınç direnci değeri % 19 iştirak oranı ile 520 kp/cm^2 'dir. Ortalama basınç direnci 572 kp/cm^2 olup bu değer in sağında yer almaktadır.

4.3.1.1. Basınç Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Basınç direnci ile özgül ağırlık ilişkisinin belirlenmesi için yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 24' de verilmiş ve çizilen regresyon doğrusu Şekil 36'da gösterilmiştir.

Tablo 24. Basınç direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	Fhesap	F _{tablo} (% 0.1)
Regresyon	4605.18	1	4605.18	90.95 ***	10.826
Hata	110634.40	2185	50.63		
Genel	115239.58	2186			



Şekil 37. Liflere paralel yönde basınç direnci ile özgül ağırlık ilişkisi.

Tablo 24'de görülen regresyon analizi sonuçlarına göre $F_{hesap} = 90.95$ olup; $F_{hesap} > F_{1-2185}(0.001) = 10.826$ bulunduğundan bu iki özellik arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

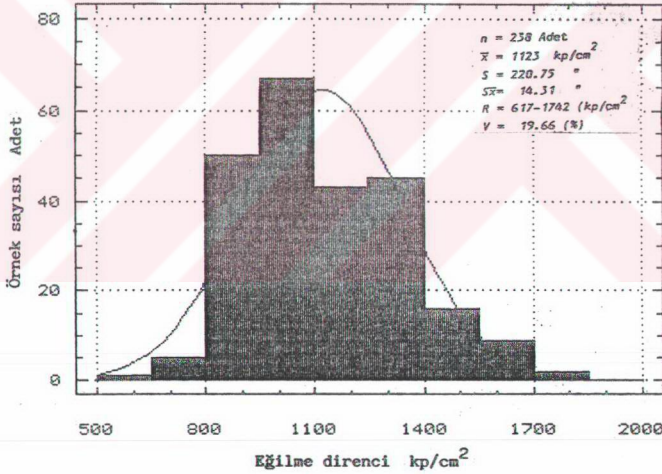
Belirtme katsayısı $r^2 = 0.957$ olduğundan, bu ilişki çok kuvvetli ve artan yöndedir.

4.3.1.2. Basınç Direnci Statik Kalite Değeri

Liflere paralel yönde basınç direncinden hesaplanan statik kalite değeri 8.55 km olarak hesaplanmış olup, orta sertlikte yaparahlı ağaçlar için verilen sınır değeri 7' den büyük çıktığından "iyi" olarak sınıflandırılabilir.

4.3.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci değerlerinden yararlanılarak çizilen varyasyon grafiğı Şekil 38'de gösterilmiştir.



Şekil 38. Eğilme direnci varyasyon grafiğı.

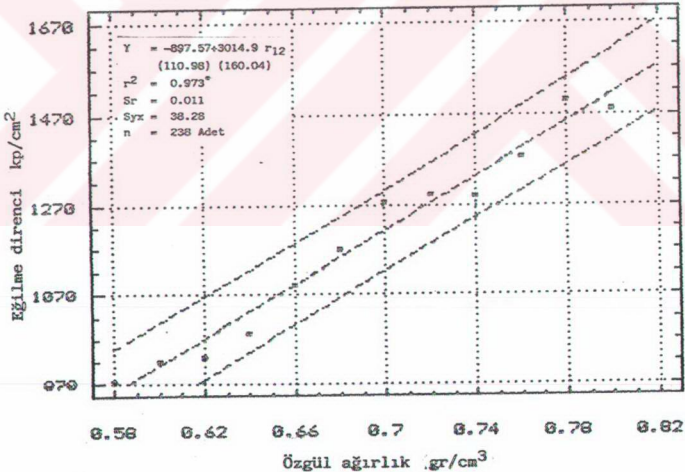
Buna göre, en çok tekerrür eden eğilme direnci % 26.5 iştirak oranı ile 925 kp/cm^2 'dir. Ortalama eğilme direnci 1123 kp/cm^2 olup, en fazla tekerrür eden değer in sağında yer almaktadır.

4.3.2.1. Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık ilişkisi

Eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisinin belirlenmesi için yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 25'de verilmiş ve regresyon doğrusu Şekil 39'da çizilmiştir.

Tablo 25. Eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisine ait regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 5)
Regresyon	14640.09	1	14640.09	5.984 *	3.841
Hata	577355.9	236	2446.1		
Genel	591995.9	237			

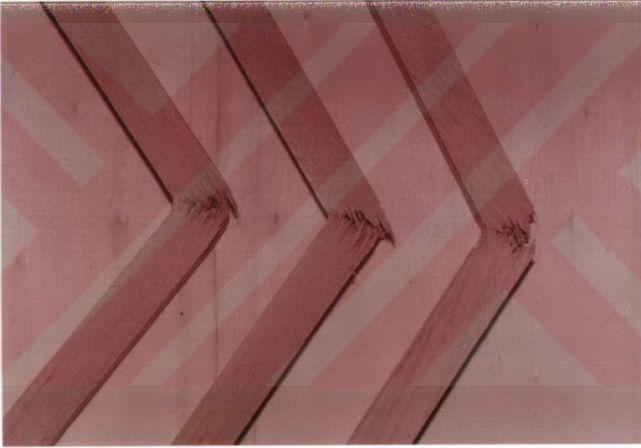


Şekil 39. Eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi.

Tablo 25'de görülen regresyon analizi sonuçlarına göre $F_h = 5.984$ olup; $F_h > F_1 - 236(0.05) = 3.841$ bulunduğundan, eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında % 5 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.973$ olduğundan, bu ilişki çok kuvvetli ve artan yöndedir.

Şekil 40'da eğilme direnci uygulanmış örneklerdeki kırılma şekilleri görülmektedir. Özgül ağırlığı yüksek örneklerde, kırılma bölgelerinde daha ince ve uzun kıymıklar gözlemlenmiştir.



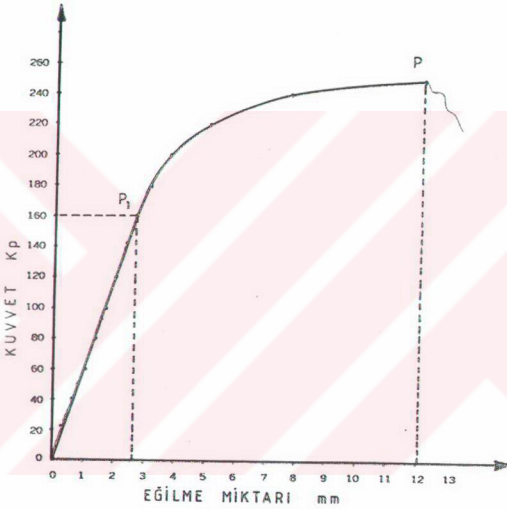
Şekil 40. Eğilme direnci uygulanmış örneklerde kırılma şekilleri.

4.3.2.2. Eğilmede Elastiklik Modülü

Elastiklik modülünün belirlenmesi için çizilen ortalama eğilme grafiği Şekil 41'de gösterilmiştir. Buna göre, 160 kp kuvvet uygulamasına karşılık gelen 2.63 mm'lik eğilmeye kadar, eğilme miktarı ile kuvvet doğru orantılıdır. P_1 ile belirtilen bu nokta elastiklik sınırı olup, OP_1 noktaları arasında oluşan bölge elastik deformasyon bölgesidir. Elastiklik sınırından sonra uygulanan kuvvete karşılık eğilme

artmakta, yarı plastik deformasyonların başlaması nedeniyle bu miktar daha fazla olmakta ve örnekler P noktasında kırılmaktadır.

Elastiklik modülü değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 42'de verilmiştir.

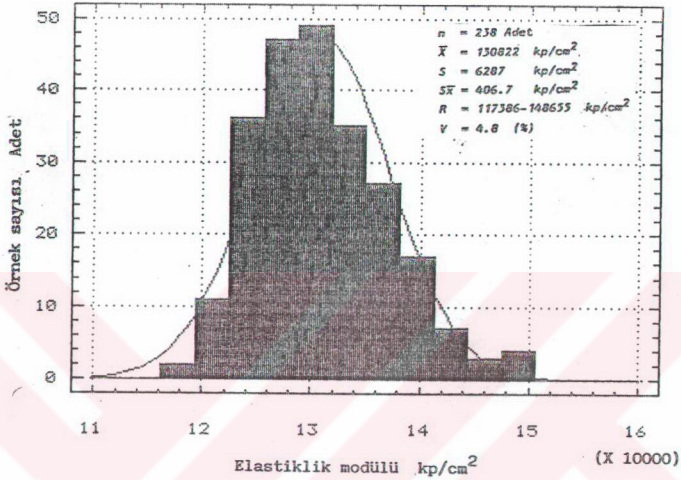


Şekil 41. Doğu Kayını'nda ortalama eğilme grafiği.

Şekil 42 incelendiğinde en çok tekerrür eden elastiklik modülü % 20 iştirak oranı ile 130000 kp/cm²'dir. Ortalama elastiklik modülü olan 130822 kp/cm², iştirak oranı en fazla olan değer in sağında yer almıştır.

4.3.2.3. Elastiklik Modülü ile Özgül Ağırlık ilişkisi

Elastiklik modülü ile özgül ağırlık ilişkisinin belirlenmesi için yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 26'da verilmiş ve çizilen regresyon doğrusu Şekil 43'de gösterilmiştir.



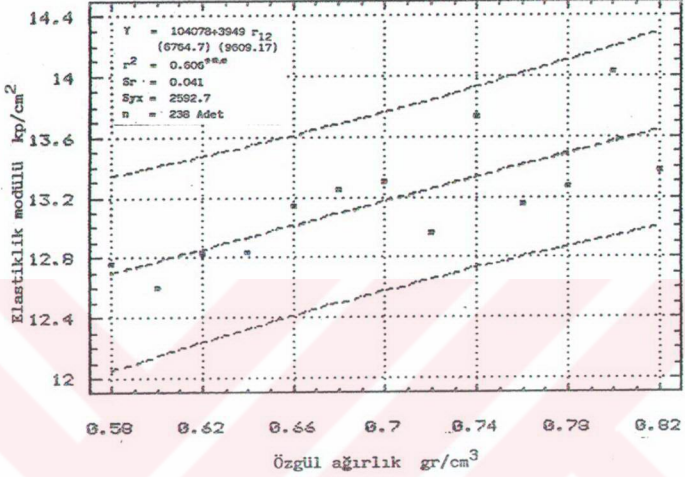
Şekil 42. Elastiklik modülü varyasyon grafiği.

Tablo 26. Elastiklik modülü ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 0.1)
Regresyon	94467486	1	94467486	128.99 ***	10.826
Hata	172831959	236	732338.81		
Genel	267299445	237			

Regresyon analizi sonuçlarına göre $F_h = 128.99$ olup, $F_h > F_{1-236} (0.001) = 10.826$ bulunduğundan, elastiklik modülü ile özgül ağırlık arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.606$ olduğundan, bu ilişki kuvvetli ve artan yöndedir.



Şekil 43. Elastiklik modülü özgül ağırlık ilişkisi.

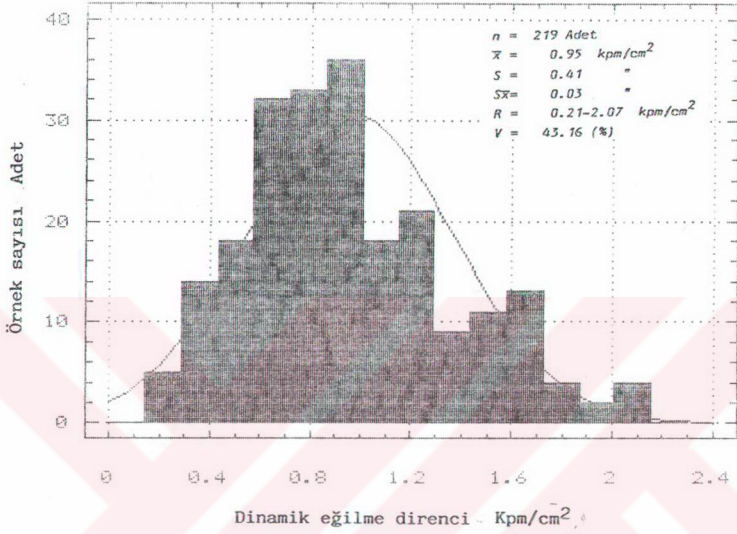
4.3.3. Dinamik Eğilme Direnci

Dinamik eğilme direnci değerlerinden yararlanılarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 44'de gösterilmiştir.

Buna göre, en fazla tekerrür eden dinamik eğilme direnci % 16.44 iştirak oranı ile 0.93 kpc/cm² dir. Ortalama dinamik eğilme direnci 0.95 kpc/cm² ile en fazla tekerrür eden değer in sağında yer almaktadır.

4.3.3.1. Dinamik Kalite Değeri

Dinamik eğilme direnci ve tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak belirlenen dinamik kalite değeri 2.12 olarak hesaplanmış olup, sınır değeri olan 2'den büyük çıktığından "iyi" olarak sınıflandırılabilir.



Şekil 44. Dinamik eğilme direnci varyasyon grafiği.

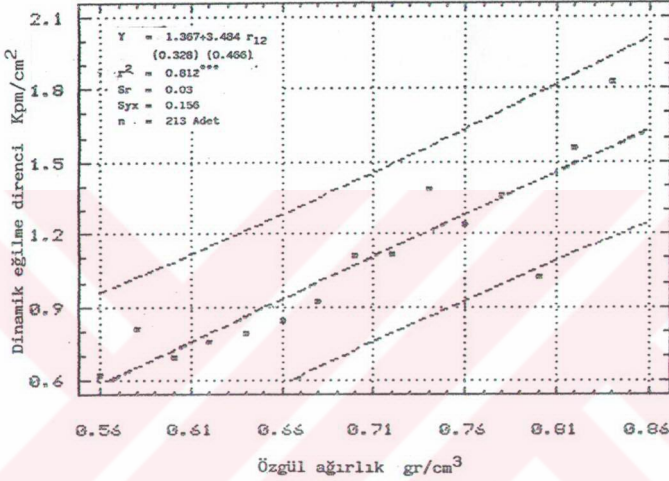
4.3.3.2. Dinamik Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık İlişkisi

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi için yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 27' de verilmiş ve çizilen regresyon doğrusu Şekil 45'de gösterilmiştir.

Tablo 27. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	Fhesap	F _{tablo} (% 0.1)
Regresyon	0.315743	1	0.313743	33.76 ***	10.826
Hata	1.960644	211	0.009292		
Genel	2.276378	212			

Tablo 27' de verilen regresyon analizi sonuçlarına göre $F_h = 33.76$ olup; $F_h > F_{1-211}(0.001) = 10.826$ bulunduğundan, dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.



Şekil 45. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi.



Şekil 46. Dinamik eğilme direnci örnekleri kırılma şekilleri.

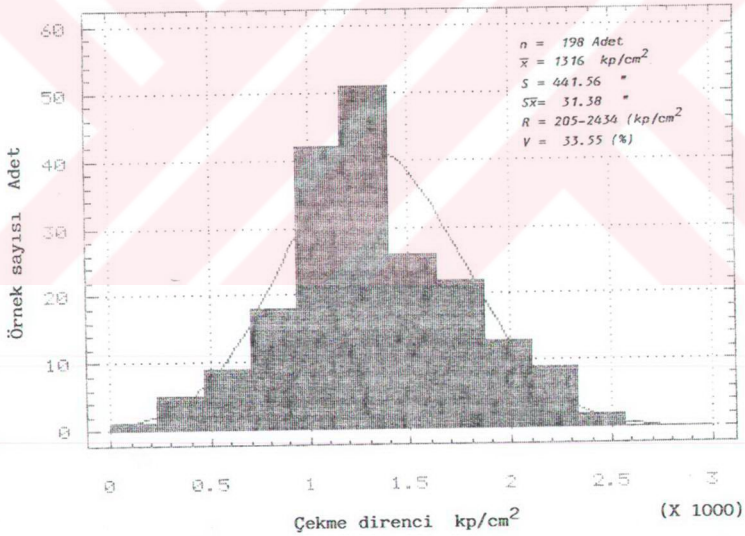
Belirtme katsayısı $r^2 = 0.812$ olduğundan, belirtilen ilişki kuvvetli ve artan yöndedir.

Şekil 46'da dinamik eğilme direnci uygulanmış örneklerde kırılma şekilleri görülmektedir. Bunlara göre, özgül ağırlığı düşük örneklerde kısa ve kalın, özgül ağırlığı yüksek örneklerde ince ve uzun kıymıklar oluşmuştur.

4.3.4. Çekme Dirençleri

4.3.4.1. Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci

Liflere paralel yönde çekme direnci değerlerinden yararlanılarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 47'de gösterilmiştir.



Şekil 47. Liflere paralel yönde çekme direnci varyasyon grafiği.

Buna göre, en fazla tekerrür eden çekme direnci % 26 iştirak oranı ile 1275 kp/cm^2 'dir. Ortalama çekme direnci 1316 kp/cm^2 olup, iştirak oranı en fazla olan değerinde yer almaktadır.

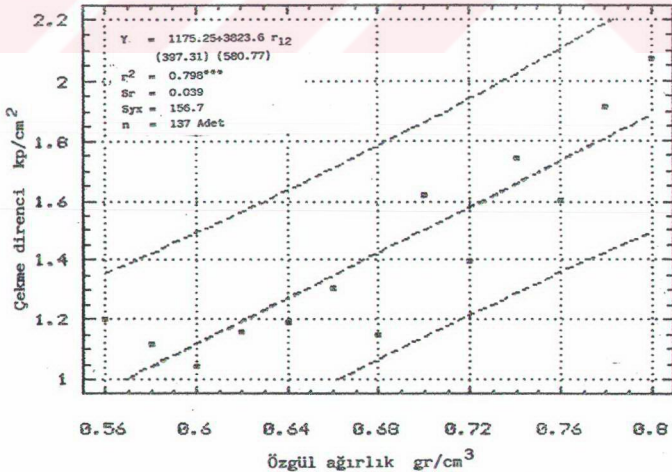
4.3.4.2. Çekme Direnci ile Özgül Ağırlık ilişkisi

Çekme direnci ile özgül ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 28' de verilmiş ve çizilen regresyon doğrusu Şekil 48'de gösterilmiştir.

Tablo 28. Liflere paralel yönde çekme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları.

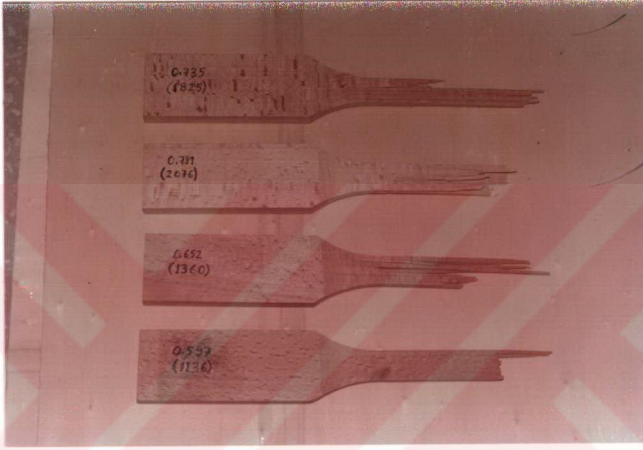
Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	Fhesap	Ftablo (% 0.1)
Regresyon	270102.3	1	270102.3	26.09 ***	10.826
Hata	1397521.0	135	10352.01		
Genel	3879310.0	136			

Tablo 28'de görülen regresyon analiz sonuçlarına göre $F_h=26.09$ olup, $F_h > F_{t1-135}(0.001) = 10.826$ bulunduğundan çekme direnci ile özgül ağırlık arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.



Şekil 48. Liflere paralel yönde çekme direnci ile özgül ağırlık ilişkisi.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.798$ olduğundan, bu ilişki kuvvetli ve artan yödedir.



Şekil 49. Çekme direnci uygulanmış örneklerde çeşitli kırılma şekilleri.

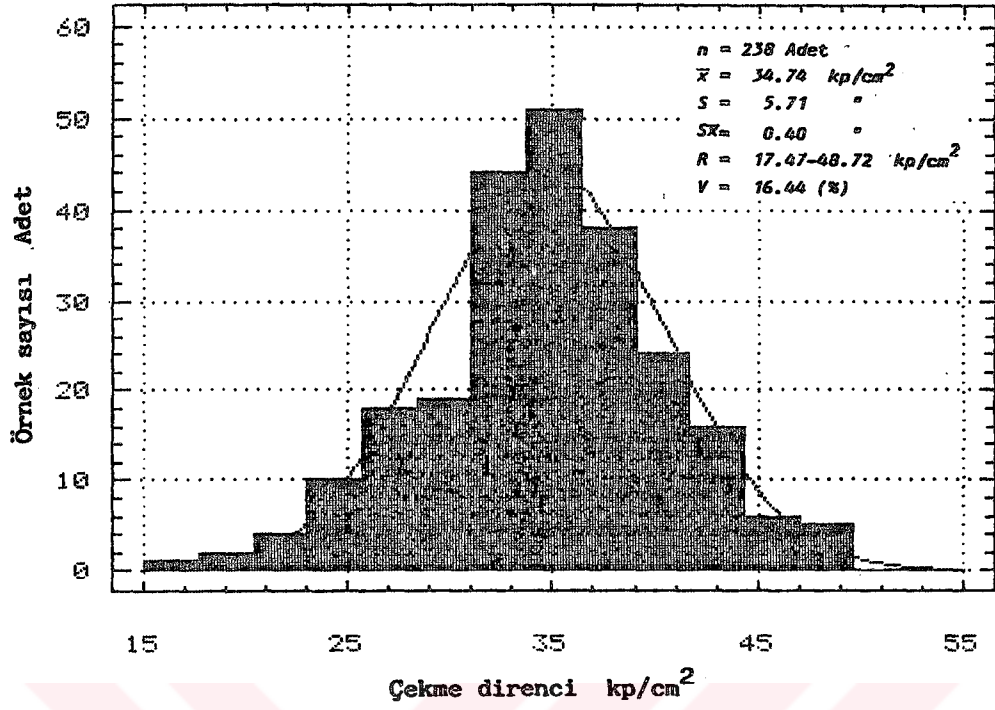
Şekil 49'da görülen örneklere göre, düşük özgül ağırlıkta çok az kıymıklı ve düz, özgül ağırlığı yüksek örneklerde ise daha fazla kıymıklı kırılma şekilleri oluşmuştur.

4.3.4.3. Liflere Dik Çekme Dirençleri

4.3.4.3.1. Radyal Yönde Çekme Direnci

Radyal yönde çekme direnci değerlerinden yararlanarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 50'de gösterilmiştir.

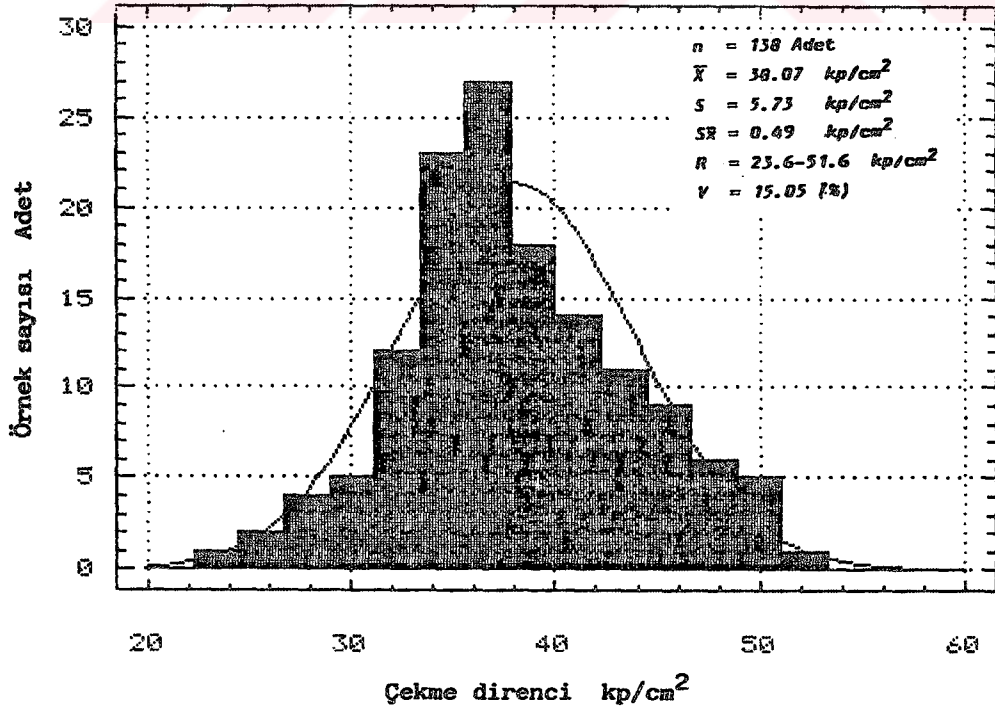
Buna göre, en çok tekerrür eden çekme direnci % 21 iştirak oranı ile 35 kp/cm^2 'dir. Ortalama değeri 34.74 kp/cm^2 olup, en fazla tekerrür eden değer in solunda yer almaktadır.



Şekil 50. Radyal yönde çekme direnci varyasyon grafiği.

4.3.4.3.2. Teğet Yönde Çekme Direnci

Teğet yönde çekme direnci değerlerinden yararlanılarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 51'de gösterilmiştir.



Şekil 51. Teğet yönde çekme direnci varyasyon grafiği.

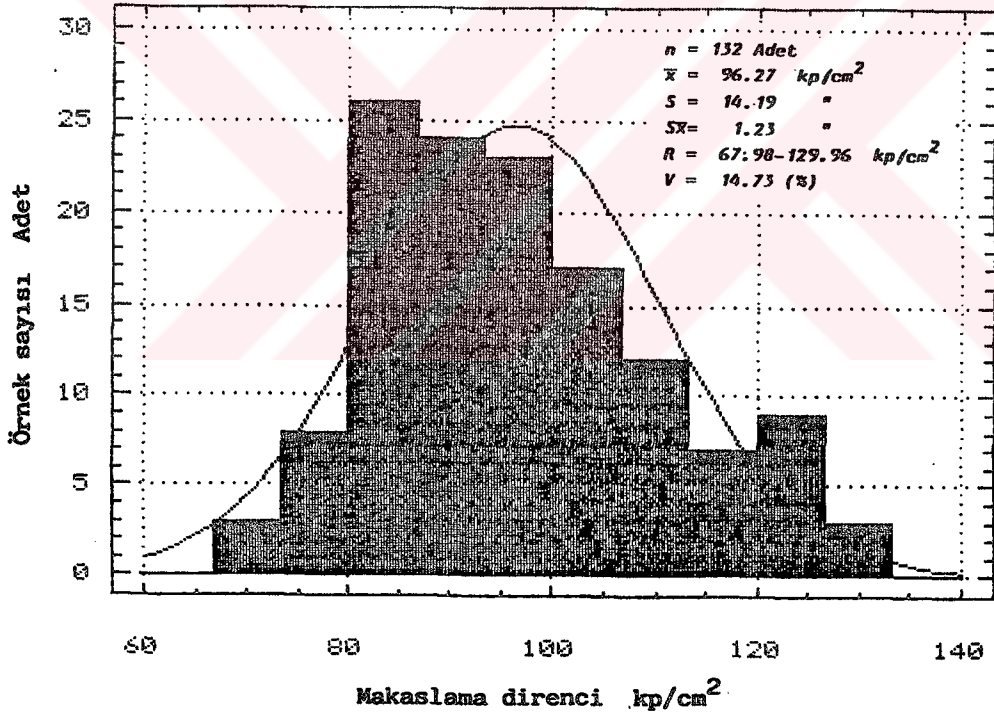
Buna göre, en çok tekerrür eden çekme direnci % 19.56 ile 34.5 kp/cm²'dir. Ortalama değeri 38.07 kp/cm² olup, iştirak oranı en fazla olan değer in sağında yer almıştır.

4.3.5. Makaslama Dirençleri

4.3.5.1. Radyal Yönde Makaslama Direnci

Radyal yönde makaslama direnci değerlerinden yararlanılarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 52'de gösterilmiştir.

Buna göre, en fazla tekerrür eden makaslama direnci % 19.69 iştirak oranı ile 82 kp/cm²'dir. Ortalama değeri ise 96.27 kp/cm² ile olup, iştirak oranı en fazla olan değer in sağında yer almaktadır.



Şekil 52. Radyal yönde makaslama direnci varyasyon grafiği.

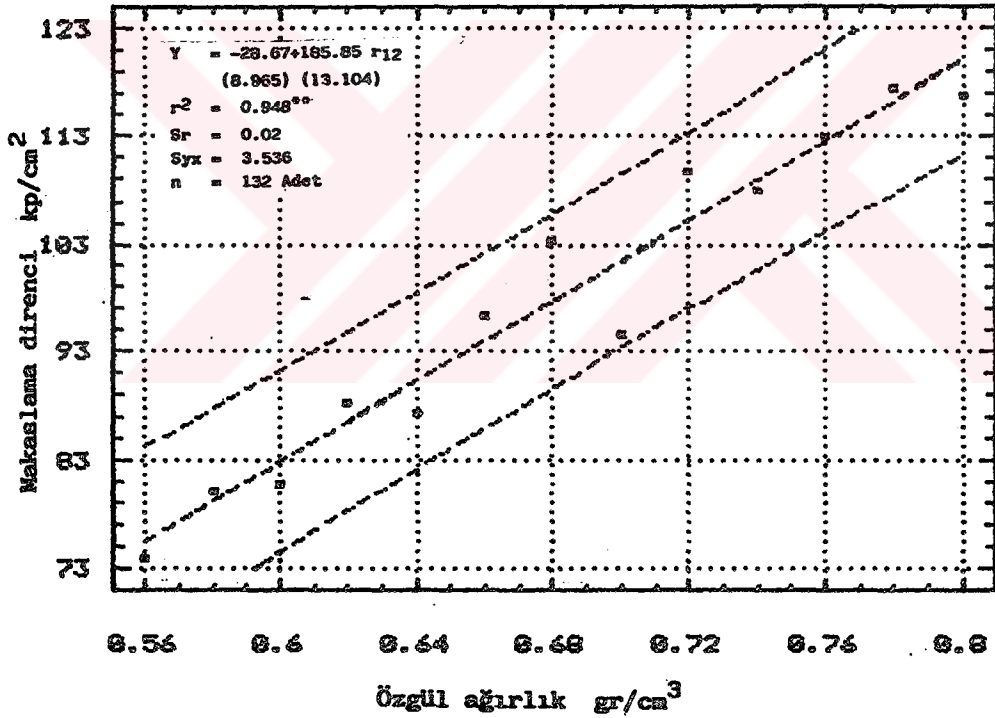
4.3.5.2. Radyal Yönde Makaslama Direnci ile Özgül Ağırlık ilişkisi

Radyal yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisinin belirlenmesi için, yapılan regresyon analizi

sonuçları Tablo 29'da verilmiş ve çizilen regresyon doğrusu Şekil 53'de gösterilmiştir.

Tablo 29. Radyal yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 1)
Regresyon	137.518	1	137.518	6.674 **	6.635
Hata	2678.697	130	20.605		
Genel	2816.215	131			



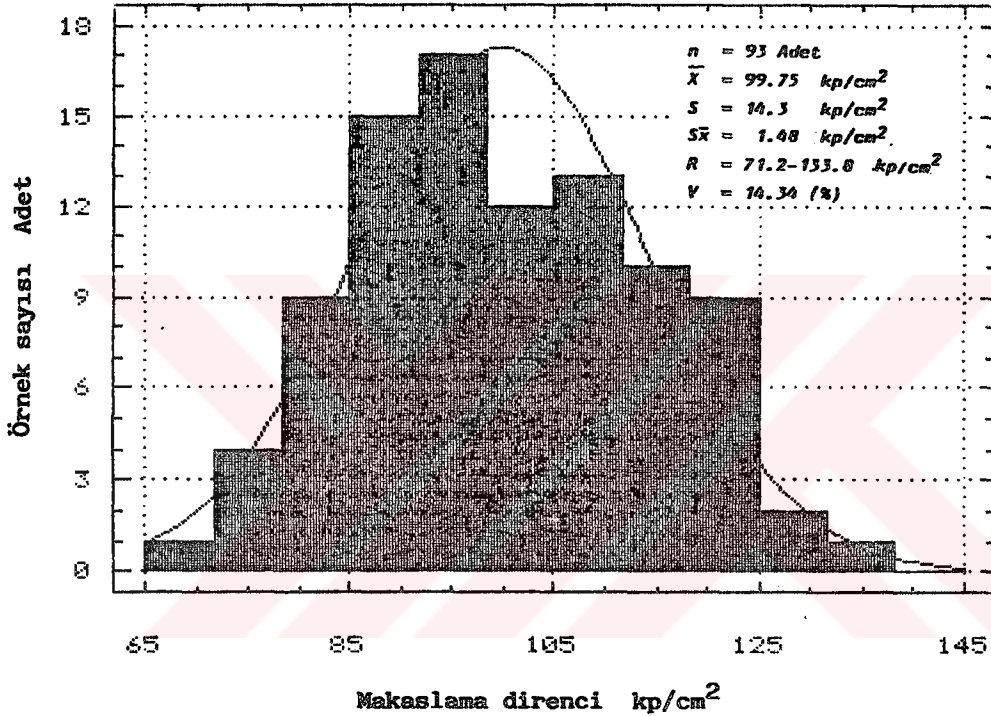
Şekil 53. Radyal yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisi.

Tablo 29'da verilen regresyon analizi sonuçlarına göre hesaplanan $F_h = 6.674$ olup; $F_h > F_{1-131}(0.01) = 6.635$ olduğundan, radyal yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık arasında % 1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.948$ olduğundan, bu ilişki çok kuvvetli ve artan yöndedir.

4.3.5.3. Teğet Yönde Makaslama Direnci

Teğet yönde makaslama direnci değerlerinden yararlanılarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 54'de gösterilmiştir.



Şekil 54. Teğet yönde makaslama direnci varyasyon grafiği.

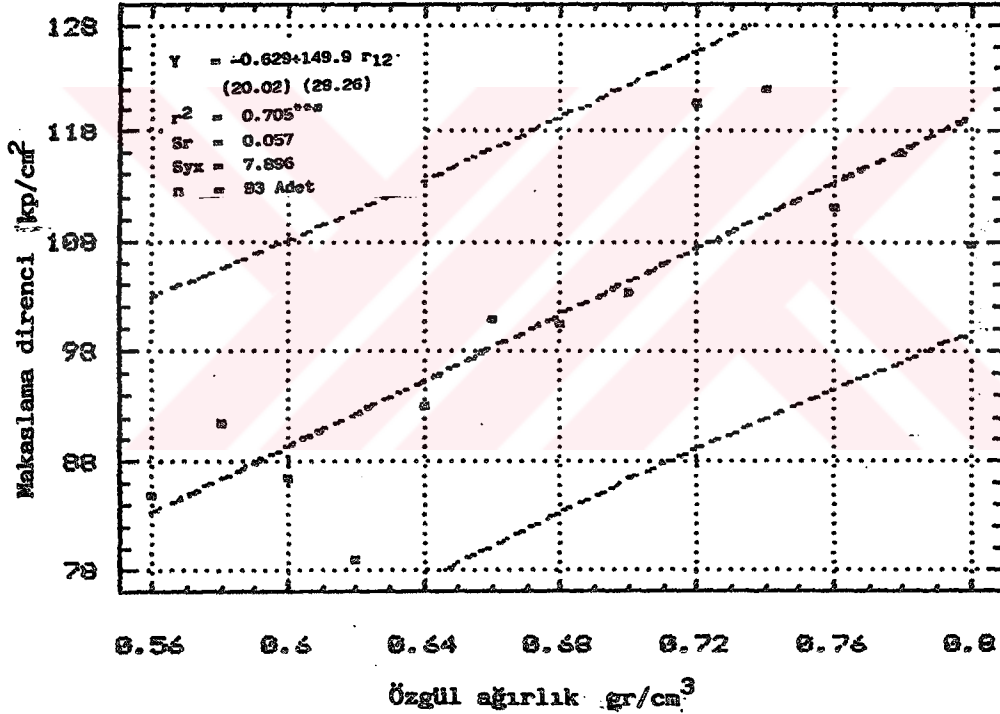
Buna göre, en fazla tekerrür eden makaslama direnci % 18.28 ile 95 kp/cm^2 'dir. Ortalama değeri ise 99.75 kp/cm^2 olup, en fazla olan değer in sağında yer almaktadır.

4.3.5.4. Teğet Yönde Makaslama Direnci ile Özgül Ağırlık İlişkisi

Teğet yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 30'da verilmiş ve çizilen regresyon doğrusu Şekil 55'de gösterilmiştir.

Tablo 30. Teğet yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 0.1)
Regresyon	685.783	1	685.783	26.52 ***	11.645
Hata	2352.884	91	25.856		
Genel	3038.667	92			



Şekil 55. Teğet yönde makaslama direnci ile özgül ağırlık ilişkisi.

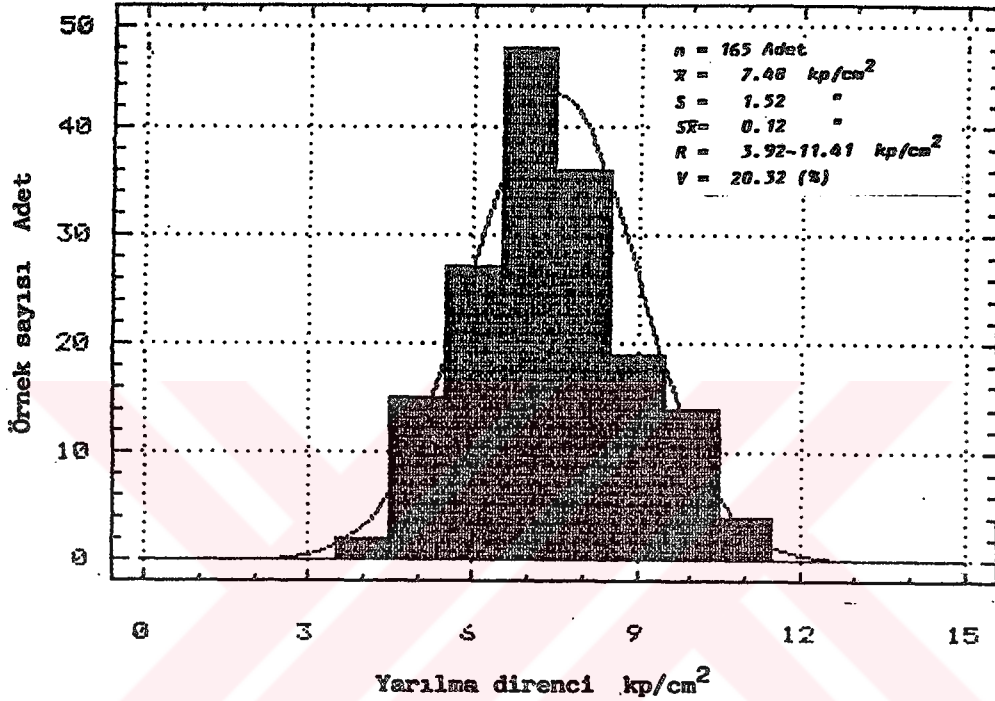
Tablo 30'da verilen regresyon analizi sonuçlarına göre $F_{hesap} = 26.52$ olup; $F_h > F_{1-91}(0.001) = 11.645$ bulunduğu için, makaslama direnci ile özgül ağırlık arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.71$ olduğundan, bu ilişki kuvvetli ve artan yöndedir.

4.3.6. Yarılma Dirençleri

4.3.6.1. Radyal Yönde Yarılma Direnci

Radyal yönde yarılma direnci değerlerinden yararlanılarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 56' da gösterilmiştir.



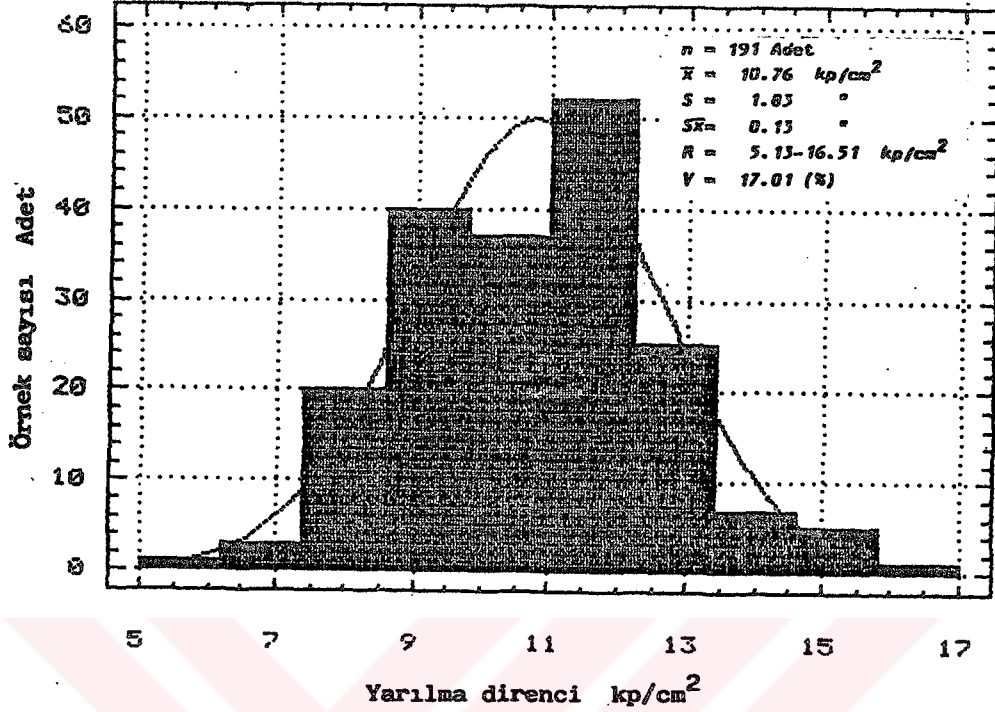
Şekil 56. Radyal yönde yarılma direnci varyasyon grafiği.

Buna göre, en fazla tekerrür eden yarılma direnci % 29.01 ile 7 kp/cm^2 'dir. Ortalama yarılma direnci değeri 7.48 kp/cm^2 olup, iştirak oranı en fazla olan değer in sağında yer almaktadır.

4.3.6.2. Teğet Yönde Yarılma Direnci

Teğet yönde yarılma direnci değerlerinden yararlanarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 57'de gösterilmiştir.

Buna göre, en fazla tekerrür eden yarılma direnci % 27.23 iştirak oranı ile 11.65 kp/cm^2 'dir. Ortalama değeri 10.76 kp/cm^2 olup, iştirak oranı en fazla olan değer in solunda yer almaktadır.



Şekil 57. Teğet yönde yarılma direnci varyasyon grafiği.

4.3.7. Brinell Sertlik Değerleri

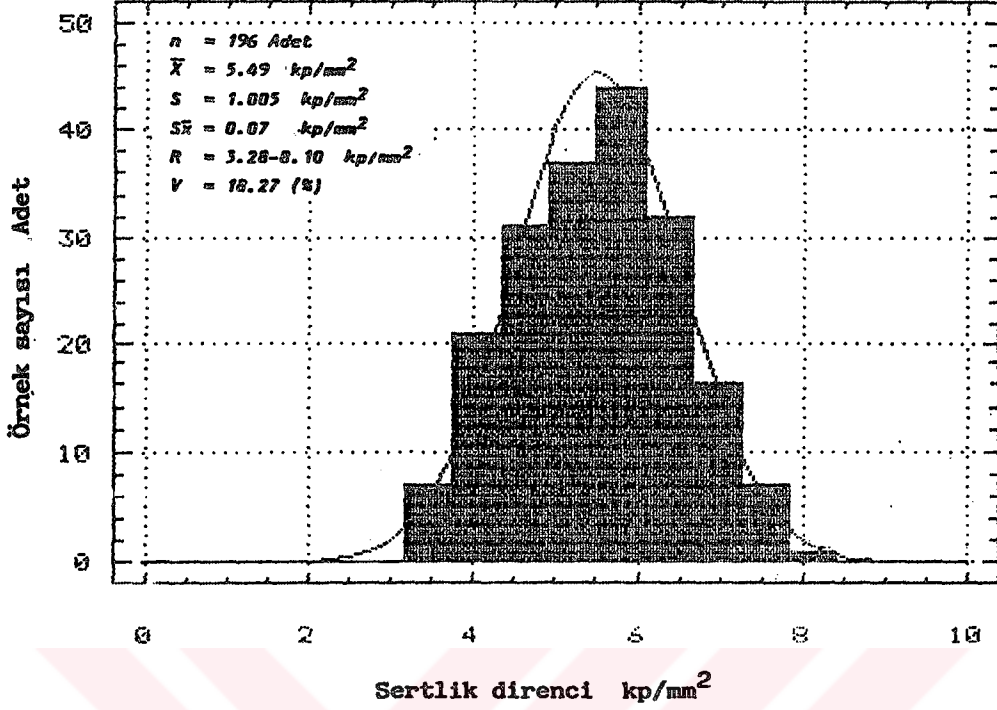
4.3.7.1. Liflere Paralel Yönde Brinell-Sertlik Değeri

Liflere paralel yönde Brinell-Sertlik değerlerinden yararlanarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 58' de gösterilmiştir.

Buna göre, en fazla tekerrür eden değer % 22.45 iştirak oranı ile 5.75 kp/mm^2 'dir. Ortalama sertlik değeri 5.49 kp/mm^2 olup, en fazla tekerrür eden değer solunda yer almıştır.

4.3.7.1.1. Liflere Paralel Yönde Brinell-Sertlik Değeri ile Özgül Ağırlık ilişkisi

Liflere paralel yönde Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkinin belirlenmesinde yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 31' de verilmiş ve regresyon doğrusu çizilerek Şekil 59'da gösterilmiştir.



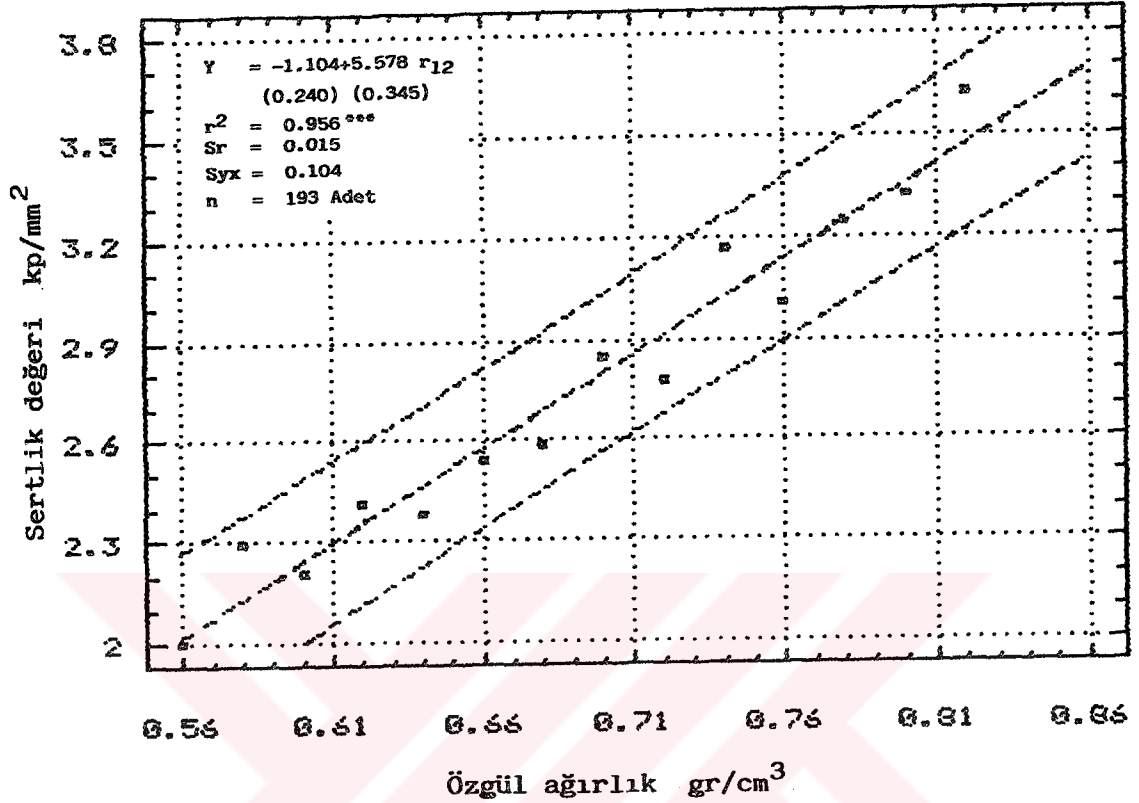
Şekil 58. Liflere paralel yönde Brinell-Sertlik değeri varyasyon grafiği.

Tablo 31. Liflere paralel Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisine ait regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F_{hesap}	F_{tablo} (% 0.1)
Regresyon	1.003138	1	1.003138	13.79 ***	10.826
Hata	13.887200	191	0.072707		
Genel	14.890338	192			

Tablo 31' de görülen regresyon analizi sonuçlarına göre $F_h = 13.79$ olup, $F_h > F_{1-191}(0.001) = 10.826$ olduğundan liflere paralel Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.927$ olduğundan, bu ilişki çok kuvvetli ve artan yöndedir.



Şekil 59. Liflere paralel yönde Brinell Sertlik değeri özgül ağırlık ilişkisi.

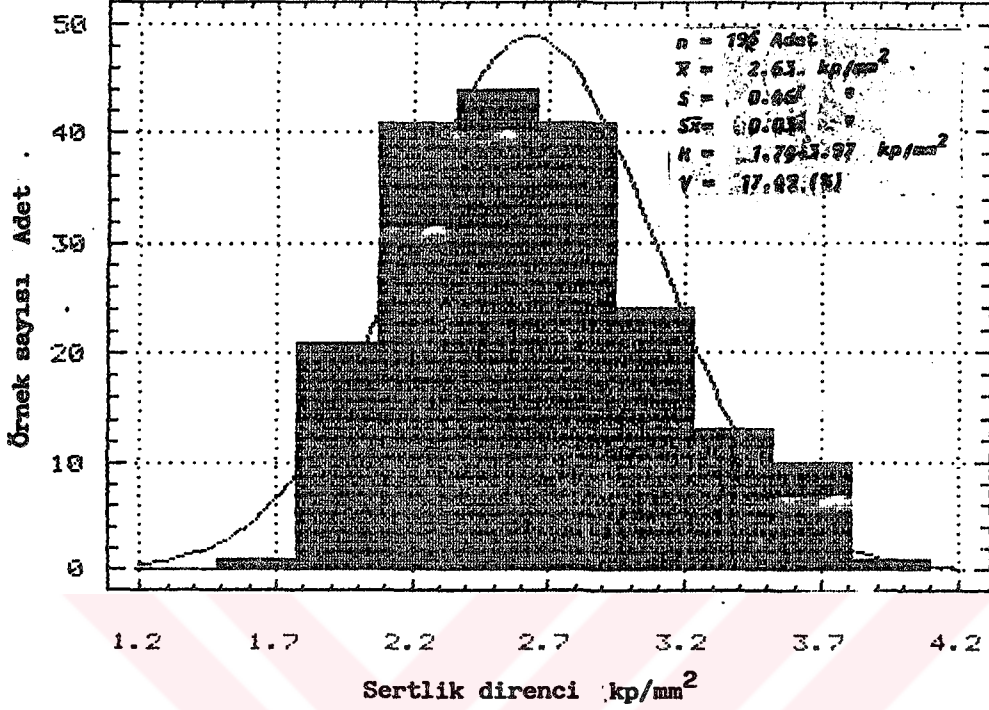
4.3.7.2. Radyal Yönde Brinell-Sertlik Değeri

Radyal yönde Brinell-Sertlik değerlerinden yararlanarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 60'da gösterilmiştir.

Buna göre, en fazla tekerrür eden radyal yöndeki Brinell-Sertlik değeri % 22.45 iştirak oranı ile 2.50 kp/mm²'dir. Ortalama değeri 2.63 kp/mm² olup, en fazla tekerrür eden değerlerin sağında yer almıştır.

4.3.7.2.1. Radyal Yönde Brinell-Sertlik Değeri ile Özgül Ağırlık ilişkisi

Radyal yönde Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkinin belirlenmesinde yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 32'de verilmiş ve regresyon doğrusu çizilerek Şekil 61'de gösterilmiştir.



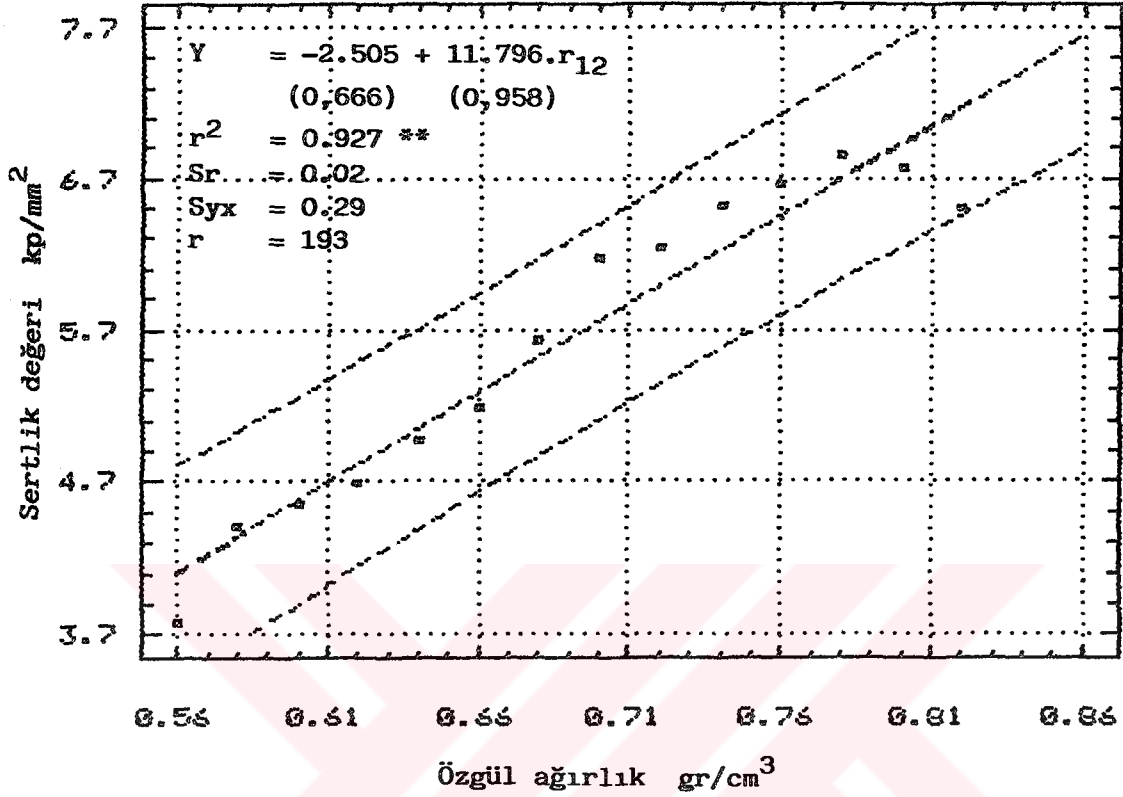
Şekil 60. Radyal yönde Brinell-Sertlik değeri varyasyon grafiği.

Tablo 32. Radyal yönde Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 1)
Regresyon	0.130210	1	0.130210	7.95 **	6.635
Hata	3.1274640	191	0.016374		
Genel	3.2576740	192			

Regresyon analizi sonuçlarına göre $F_{hesap} = 7.95$ olup; $F_n > F_{1-191}(0.01) = 6.635$ bulunduğundan, radyal yönde Brinell Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında % 1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.956$ olduğundan, bu ilişki çok kuvvetli ve artan yöndedir.



Şekil 61. Radyal yönde Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisi.

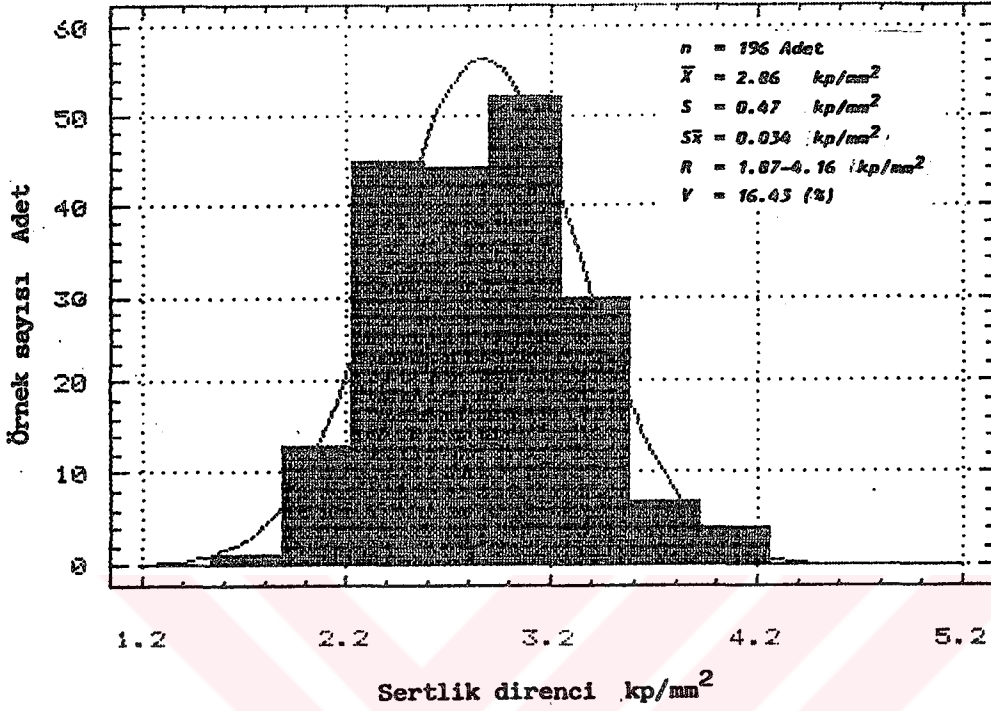
4.3.7.3. Teğet Yönde Brinell-Sertlik Değeri

Teğet yönde Brinell-Sertlik değerlerinden yararlanarak çizilen varyasyon grafiği Şekil 62'de gösterilmiştir.

Buna göre; en fazla tekerrür eden teğet yönde Brinell Sertlik değeri % 26.50 iştirak oranı ile 3.1 kp/mm²'dir. Ortalama değeri 2.86 kp/mm² olup en fazla tekerrür eden değerlerin solunda yer almıştır.

4.3.7.3.1. Teğet Yönde Brinell-Sertlik Değeri ile Özgül Ağırlık ilişkisi

Teğet yönde Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkinin belirlenmesinde yapılan regresyon analizi sonuçları Tablo 33'de verilmiş ve regresyon doğrusu çizilerek Şekil 63'de gösterilmiştir.



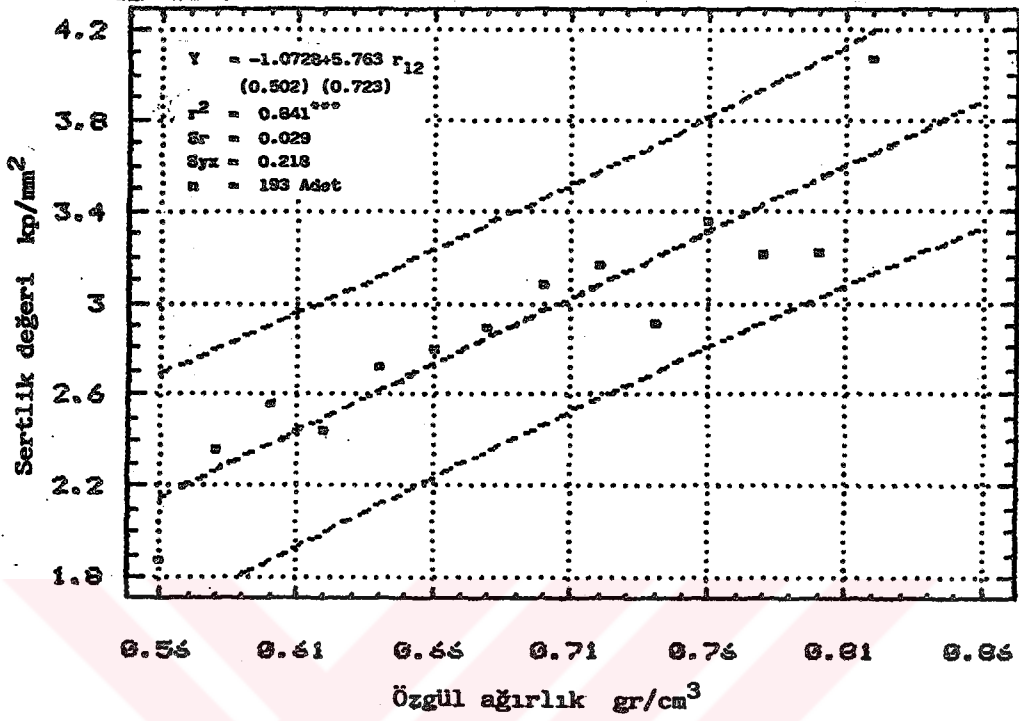
Şekil 62. Teğet yönde Brinell-Sertlik değeri varyasyon grafiği.

Tablo 33. Teğet yönde Brinell - Sertlik değeri özgül ağırlık ilişkisi regresyon analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	F _{tablo} (% 0.1)
Regresyon	0.570847	1	0.570847	29.85***	10.826
Hata	3.652394	191	0.019122		
Genel	4.223241	192			

Tablo 33'de verilen regresyon analizi sonuçlarına göre $F_h = 29.85$ olup, $F_h > F_{1-191}(0.001) = 10.826$ bulunduğu için teğet yönde Brinell - Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında % 0.1 olasılık düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Belirtme katsayısı $r^2 = 0.841$ olduğundan, bu ilişki çok kuvvetli ve artan yöndedir.



Şekil 63. Teğet yönde Brinell Sertlik değeri ile özgül ağırlık ilişkisi.

5. TARTIŞMA

5.1. Yıllık Halka Genişlikleri

Doğu Kayını'nda ortalama yıllık halka genişliği 1.58 mm olup, dar yıllık halka oluşumu göstermektedir. Değişim genişliği 0.39 - 3.55 mm ile geniş aralıkta seyretmektedir. Bu durum bölgeler arasındaki farklılıklara (yetişme ortamı yüksekliği, bakı, ağaç yaşı v.b.) bağlanabilir. Tablo 1 ve 4'e göre; düşük yüksekliklerde yetişen ağaçların geniş, buna karşın yükseklik arttıkça dar yıllık halka oluşumları göserdikleri saptanmıştır.

Diğer bazı Kayın türlerine ait yıllık halka genişlikleri Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34. Bazı Kayın türlerinde yıllık halka genişlikleri.

Ağaç türü	Yıllık halka genişliği mm
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (25)	1.41
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (30)	1.46
<i>Fagus silvatica</i> L. (52)	1.64
<i>Fagus silvatica</i> L. (53)	2.22
<i>Fagus longipetiolata</i> Seemen (81)	1.40
<i>Fagus lucida</i> Rehd. and Wils. (81)	1.80

Buna göre; örnek alınan *Fagus orientalis*'de ortalama yıllık halka genişliği; *Fagus orientalis* (25, 30), *Fagus silvatica* (52), *Fagus longipetiolata*(81) ile yaklaşık olarak eşit, *Fagus silvatica* (53) ve *Fagus lucida* (81)'den küçük çıkmıştır.

Yıllık halka genişliklerinin genel olarak *Fagus orientalis*'de *Fagus longipetiolata*'dan büyük; *Fagus silvatica* ve *Fagus lucida*'dan daha küçük oluşması ülkemizde yayılış gösteren bu türün optimal yetişme ortamı yükseklikleri ile bu yüksekliklerde oluşan ekolojik koşullara bağlanabilir.

Nitekim Berkel (11), Doğu Kayını'nın Avrupa Kayını'ndan daha dar yıllık halkalı olduğunu belirtmiş ve bunu Türkiye bakir ormanlarında yetişen Kayının daha düzenli ve dar halkalar oluşturarak yavaş gelişmesine bağlamıştır.

Optimal yetiştirme ortamlarından alınan örnek ağaçların genellikle daha geniş yıllık halka genişliği gösterdiği (21, 35, 40), Kuzey Yarı Küre ılıman iklimlerini tercih eden bu cinsin, aynı veya farklı bölgelerde, aynı yetiştirme ortamı yükseklikleri ve buna bağlı ekolojik koşullar v.b. etkenlerle oluşan yıllık halka genişliklerinde önemli benzerlikler olduğu söylenebilir.

Bazı Kayın türleri odunlarında, yetiştirme ortamı yüksekliği ve ağaç yaşı arttıkça daha dar yıllık halka oluşumu görüldüğü belirtilmektedir (20, 30).

Yıllık halka genişlikleri, 3 no'lu yaşlı ve yüksek kotlu ağaçta (Şekil 15) dar, 17 no'lu genç ve düşük kotlu ağaçta (Şekil 16) geniş, 8 no'lu orta yaşlı ve orta kotlu ağaçta (Şekil 17) normal genişliklerdedir. Bu durum yetiştirme ortamı yükseklikleri ve ağaçların yaşları ile uyumlu çıkmıştır. Birbirini izleyen halkalar arasında ise, dar yıllık halkalı ağaçta küçük, yıllık halka genişledikçe daha büyük farklılıklar görülmüştür.

Aynı ağaç içerisinde yıllık halka genişlikleri az veya çok düzenli olmak üzere bazı değişiklikler göstermektedir. Ağaç yaşının artması ile özden çevreye doğru gidildikçe, yıllık halka genişliği genellikle azalmaktadır. Yaşlı ve serbest olarak açıkta gelişmiş, meşcere içerisinde devamlı galip durumda büyümüş olan ağaçlarda bu durumun görüldüğü, gençlikte diğer ağaçların siperi altında veya çok kapalı, sık bir meşcerede yetişmiş olan ve ileri yaşlarda serbest duruma getirilmiş ağaçlarda ise ışık artımı nedeniyle, en geniş yıllık halka oluşumunun özden uzakta olabileceği belirtilmektedir (37).

Bu bakımdan, 3, 8 ve 17 no'lu ağaçların ilk yıllarda sık bir meşcere içerisinde yavaş bir çap artımı ve en dar,

yaş arttıkça kapalılığı az bir meşcere içerisinde galip bir durumda hızlı bir çap artımı ve en geniş, ileri yaşlarda kapalılığın artması ile giderek yavaşlayan bir çap artımı ve dar, sonraki yıllarda ise orta kapalılıkta bir meşcerede normal bir çap artımı ve normal genişlikte yıllık halka oluşumu gösterdikleri söylenebilir.

Dağınık traheli yapraklı ağaçlarda yıllık halkanın yeknesak olduğu, ilkbahar ve yaz odunu arasında yoğunluk ve strüktür bakımından önemli farklılık olmadığı, bununda odunun işlenebilirliğini arttırdığı ve düzgün yüzey verdiği belirtilmektedir. Ancak yıllık halka genişliğinin geniş aralıkta değişmesi, bu türün çeşitli kullanım amaç ve yerleri ile işlenme özelliklerinde önemli farklılıklara neden olabilir.

Yaz odunu genişlikleri her üç ağaçta da yıllık halka genişliklerine paralel ve dar aralıklarla seyretmiştir.

Ortalama yaz odunu iştirak oranı % 19.78 olup, düşüktür. Değişim aralığı % 7.31 - 36.91 ile dar aralıktadır.

Yaz odunu iştirak oranı, yaşlı ve dar yıllık halka oluşumu gösteren 3 no'lu ağaçta düşük, orta yaşlı ve normal yıllık halka oluşumu gösteren 8 no'lu ağaçta yüksek, genç ve geniş yıllık halka oluşumu gösteren 17 no'lu ağaçta daha yüksek çıkmıştır.

Yıllık halka genişliği ile yaz odunu iştirak oranı ilişkisi zayıf ve artan yönde olup, dağınık traheli ağaç odunlarının yeknesak yapısı ile uyumlu çıkmıştır.

Yıllık halka genişliği ile ilkbahar ve yaz odunu oluşumu ilişkisinde (Şekil 18); yıllık halka genişliği arttıkça ilkbahar odunu genişliği hızlı, yaz odunu genişliği yavaş ve az miktarda artış göstermiştir. Yaz odunu iştirak oranı yaklaşık 0.75- 1.75 mm yıllık halka genişlikleri arasında en düşük, 0.25 - 0.75 mm arasında az miktarlarda azalmış, 1.75 - 3.75 mm arasında ise az miktarlarda artmıştır.

Buna göre, yıllık halka genişlikleri yaz odunu iştirak oranı en düşük olan ve yaklaşık bu sınır değerleri arasında olan ağaç odunlarının, az çalışma ve makinalarda işlenmede daha az zorlama göstereceğinden, özellikle kesme ve soyma kaplama, masif mobilya ve parke üretiminde kullanılmalıdır.

Bölgelere göre Tablo 4 ve 8'de verilen ortalama yıllık halka genişliği değerlerinde önemli farklılıklar mevcut olup, yıllık halka genişlikleri yükseklikler arttıkça, azalmıştır. Bu durum Kayın türleri üzerinde yapılan ve yetiştirme yeri yüksekliği arttıkça daha dar yıllık halka oluşumu gösteren çalışmalarla (20, 30) uyumludur.

Ülkemiz Kayın ormanlarının genellikle yüksek yetiştirme ortamlarında yer alması ve yaşlı ağaçlardan olması odun kalitesini arttırmaktadır.

Bu bakımdan, genellikle yüksek ortamlarda yetişen ve daha dar yıllık halka oluşumu gösteren kalın çaplı ağaçların, silindirik, düzgün lifli, dalsız gövde kısımları özellikle kesme ve soyma kaplama, daha düşük kalitedeki dalsız ve dallı gövde kısımları ile alçak ortamlarda yetişenler ise kereste, travers v.b. üretimlerde kullanılabilir.

Genellikle genç yaşlarda ve düşük yüksekliklerde hızlı büyüme nedeniyle daha geniş yıllık halka oluşumları görülmüştür. Bu da odunun özgül ağırlığını ve dolayısıyla direncini arttırmaktadır. Bu özellikteki ince çaplı ağaç odunları yuvarlak halde çit, maden ve tel direği, yuvarlak veya yarılmış olarak lif-yonga ve kağıt yapımında kullanılabilir.

İleri yaşlarda ağaç odunları genellikle daha dar yıllık halka oluşumu göstermesi nedeniyle, daha düşük özgül ağırlık ve direnç değerleri verirler. Orta çaplı bu ağaçların yuvarlak veya yarma sanayi odunu olarak; kereste, parke üretimi, ambalaj, sandık ve kasalarda, fıçı (sıvı ve kuru madde), ayakkapı kalıbı ve topuğu ile ahşap oyuncak yapımında değerlendirilebilir.

Doğu Kayını odunu belirtilen kullanım yerlerinde (özellikle travers, çit ve direklerde) yeterli dirençlere sahip olmasına karşın; doğal olarak az dayanıklı ağaç türlerinden- dir (82, 83). Ayrıca hem diri hem de öz odununun kolay emprenye edilebilir olması (84, 85); emprenyeli olarak kullanımını gerektirir.

5.2. Fiziksel Özellikler

5.2.1. Özgül Ağırlıklar

Doğu Kayını'nda ortalama özgül ağırlık değerleri tam kuru halde 0.645 gr/cm^3 , hava kurusu halde 0.669 gr/cm^3 olarak saptanmıştır. Yoğunluk sınıflarına göre, hava kurusu özgül ağırlığı $0.50 - 0.69 \text{ gr/cm}^3$ arasında olup, " orta " yoğunluktaki ağaçlar grubuna girmektedir (86).

Değişim genişlikleri tam kuru halde $0.449-0.824 \text{ gr/cm}^3$, hava kurusu halde ise $0.531-0.848 \text{ gr/cm}^3$ değerleri ile geniş aralıklardadır. Bu durum dört ayrı bölgeden alınan ağaç odunlarının farklı yaş ve yetiştirme ortamı yükseklikleri ile yetiştirme ortamlarındaki ekolojik koşullara bağlanabilir.

Diğer bazı Kayın türlerine ait özgül ağırlık değerleri tablo 35'de verilmiştir.

Buna göre; denemeye alınan *Fagus orientalis*'e ait tam kuru özgül ağırlık değeri; *Fagus orientalis* (11), *Fagus silvatica* (47-d, 53 - c, d), *Fagus crenata* (99) ve *Fagus japonica* (99) ile yaklaşık eşit; *Fagus orientalis* (25), *Fagus crenata* (6)' dan büyük; *Fagus silvatica* (32, 47, 47-a, 47-b, 47-c, 53, 53-a, b, e, f, g, 87, 94) ve *Fagus grandifolia* (97, 98)'den küçük çıkmıştır.

Fagus orientalis'e ait hava kurusu özgül ağırlık değeri; *Fagus orientalis* (11, 25), *Fagus crenata* (6, 99) ile *Fagus japonica* (99) ile yaklaşık eşit; *Fagus silvatica* (32, 53, 53-c, 87, 90, 91, 92, 93, 94), *Fagus grandifolia* (97, 100), *Fagus longipetiolata* (81), *Fagus lucida* (81), *Fagus crenata* (100)'den küçük çıkmıştır.

Tablo 35. Bazı Kayın türleri özgül ağırlık değerleri.

Ağaç türü	Özgül ağırlık gr/cm ³	
	Tam kuru ρ_0	Hava kurusu ρ_{12}
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (11)	0.633	0.66
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (25)	0.589	0.663*
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	0.671	0.716
<i>Fagus silvatica</i> L. (47)	0.666	-
a) Hartig- 1888	0.678	-
b) Schwappach-1898	0.663	-
c) Trendelenburg-1937	0.671	-
d) Langenkamp-1931	0.645	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (53)	0.669	0.698
a) Mozina-1958	0.671	-
b) Krpan-1856	0.690	-
c) Tamamdziev-1944	0.657	0.699
d) Trendelenburg-1955	0.652	-
e) Burker	0.700	-
f) Janka	0.700	-
g) Chaplin'e Money	0.68	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (87,88,89)	0.68	0.72**
<i>Fagus silvatica</i> L. (90)	-	0.69
<i>Fagus silvatica</i> L. (91)	-	0.689
<i>Fagus silvatica</i> L. (92,93)	-	0.72
<i>Fagus silvatica</i> L. (94,95,96)	0.693***	0.73
<i>F. grandifolia</i> Ehreh. (97,98)	0.67	0.73
<i>F. longipetiolata</i> Seemen (81)	-	0.714
<i>F. lucida</i> Rehd. and Wils. (81)	-	0.793***
<i>Fagus crenata</i> Blume. (6)	0.620	0.650***
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	0.64	0.68***
<i>Fagus crenata</i> Blume. (100)	-	0.71***
<i>Fagus japonica</i> Maxim. (99)	0.65	0.68

Not:

* r = % 14.38

** r = % 12-15

*** r = % 15

**** r = Tam kuru ağırlığın % 12 rutubetteki hacme oranıdır.

Belirlenen özgül ağırlık değerleri, Avrupa, Çin, A.B.D. ve Kanada'da yayılış gösteren Kayın türlerine ait değerlerden küçük, Japonya'da yetişen türlere ait değerlerle yaklaşık eşittir. Bölgeler ve ağaçlara ait Tablo 9, 12, ve 16'da verilen özgül ağırlık değerleri, Tablo 35'de verilen literatür değerleri ile uyumludur.

Genel olarak, Doğu kayını odununun diğer bazı Kayın türleri odunlarına göre düşük özgül ağırlıkta olması, optimal yetiştirme ortamı yükseklikleri ile buna bağlı ekolojik koşullara bağlanabilir.

Tablo 9 ile 12'de verilen bölgelere göre ortalama hava kuru ve tam kuru özgül ağırlık değerlerinde önemli farklılıklar görülmüş, yapılan homojenlik denetiminde özgül ağırlıklar üç farklı grupta toplanmıştır. Ortalama özgül ağırlık değerleri 1.bölgede en düşük, 2. ve 3. bölgede orta, 4. bölgede ise yüksek çıkmış; bölge yükseklikleri arttıkça, azalmıştır.

Kayın türleri odunları üzerinde yapılan araştırmalarda, düşük yükseltilerde yetişen ağaçların daha hızlı büyüme ve dolayısı ile odun elemanları çaplarının daha büyük, çeperlerinin daha kalın, daha fazla lif yüzdesi ve daha düşük trahe yüzdesi nedeniyle yüksek özgül ağırlık değerleri (20, 21, 30, 32), aynı şekilde kapalılığı fazla olan ağaçların, serbest büyüyen ağaçlara göre daha dar yıllık halka genişliği ve düşük özgül ağırlık değerleri gösterdiği (12, 17, 41), ayrı yetiştirme ortamları fakat aynı yükseltilerde özgül ağırlık farklarının ortaya çıkmadığı, yetiştirme ortamının (aynı yükseltide) özgül ağırlığı etkilemediği belirtilmektedir (47).

Bunlara göre özgül ağırlık farklılıklarının; 1. Bölge ağaçlarının tam kapalı, yüksek kotlu ve oldukça yaşlı; 2. ve 3. Bölge ağaçlarının orta ve tam kapalı, orta kotlu ve orta yaşlı; 4. Bölge ağaçlarının ise tam kapalı, düşük kotlu ve genç yaşlı ağaçlardan olmasına bağlanabilir.

Özgül ağırlıkları ekstrem olan ağaç türlerinin kaplama üretimine uygun olmadığı belirtilmekte; çok hafif türlerin bıçağa yeteri kadar direnç gösteremediği ve kesilmeden koptuğu, bunun sonucu kaplama yüzeyinin yün görünümü aldığı; çok ağır türlerde kesilme güçlükleri ile çatlaklar oluştuğu belirtilmektedir (101, 102). Buna göre; dağınık traheli, yeknesak yapıda ve orta ağırlıkta olan bu tür odunun kaplama

üretimine uygun olduğu söylenebilir.

Özgül ağırlığın yatay yönde değişiminde, özgül ağırlık, 4 no'lu ağaçta (Şekil 27) özden çevreye doğru giderek azalmış, 11 no'lu ağaçta (Şekil 28) bir miktar artmıştır. Buna göre, 4 no'lu ağacın ilk yıllarda orta kapalılıkta bir meşcerede normal büyüme gösterdiği, yaş ilerledikçe sık bir meşcerede büyümesini yavaşlattığı, 11 no'lu ağacın ise sık bir meşcerede ilk yıllarda yavaş büyüme, yaş arttıkça kapalılığın azaltılması ile normal büyüme gösterdiği söylenebilir.

Dikey yönlerdeki değişimlerde ise, 2, 10, 11 ve 16 no'lu ağaçlarda (Şekil 29), özgül ağırlık gövdenin alt kısımlarında yüksek, orta kısımlarda daha düşük, üst kısımlarda ise bir miktar artmıştır. Bu durum ağaçların dip kısımlarının ağırlık merkezi olması ve üst kısımlarının ise dallı gövdeler bulundurması nedeniyle daha ağır odun oluşturmalarına bağlanabilir.

Özgül ağırlık dağılımlarında, özgül ağırlık, 3 no'lu ağaçta (Şekil 30) öze yakın kısımlarda yüksek, çevreye doğru giderek azalmış, 17 no'lu ağaçta (Şekil 31) öz ve çevrede yüksek, orta kısımlarda düşük çıkmıştır. Bu bakımdan 3 no'lu ağacın ilk yıllarda kapalılığı az bir meşcerede normal büyüme ile ağır odun, yaş arttıkça kapalılığın artması sonucu büyümesini yavaşlattığı ve hafif odun oluşturduğu, 17 no'lu ağacın ise ilk ve son yıllarda kapalılığı az bir meşcerede normal büyüme sonucu ağır odun, bu yıllar arasında kapalılığın artması ile yavaş büyüme sonucu hafif odun oluşturduğu söylenebilir.

Genç yaşlarda ve düşük yüksekliklerde hızlı büyüme sonucu oluşan geniş yıllık halka, yüksek özgül ağırlık ve direnç isteyen kullanım yerlerinde (çit, maden ve tel direği, travers v.b.) avantaj sağlar. Yüksek özgül ağırlık lif ve yonga verimini arttıracığından lif ve yonga levha ile kağıt üretiminde de önem kazanır. Genellikle sert lif-levha

üretimi için kısa lif oluşumu gösteren yapraklı ağaç türleri (103, 104); yonga - levha için ise özgül ağırlıkları $0.400-0.700 \text{ gr/cm}^3$ arasında olan türler tercih edilmektedir (105, 106). Doğu Kayını odunu kısa lif oluşumu göstermesi (10), ve özgül ağırlığının 0.669 gr/cm^3 ile belirtilen sınırlar içerisinde olması bu amaçlar için kullanımının uygun olduğunu göstermektedir.

Özgül ağırlıkların aynı ağaç içerisinde öz ile çevre ve gövde boyunca çeşitli yüksekliklerdeki değişim ve dağılımlarında, farklılıklar olduğu, bunun da fiziksel ve mekanik özellikleri etkileyebileceği söylenebilir.

İleri yaşlarda ve yüksek kotlu yerlerde yetişen daha düşük özgül ağırlık ve direnç ile daha az çalışma değerleri gösteren Doğu Kayını odunları, özellikle masif mobilya, parke v.b. üretimlerde değerlendirilebilir.

5.2.2. Hacim Yoğunluk Değerleri

Doğu Kayını odununun ortalama hacim-yoğunluk değeri 0.538 gr/cm^3 olup, değişim genişliği $0.430-0.675 \text{ gr/cm}^3$ arasındadır.

Diğer bazı Kayın türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri Tablo 36'da verilmiştir.

Buna göre, denemeye alınan *Fagus orientalis*'e ait hacim-yoğunluk değeri; *Fagus orientalis* (11, 30), *Fagus silvatica* (47, 47-b, 53, 53-a, b), *Fagus crenata* (99) ve *Fagus japonica* (99) ile yaklaşık eşit; *Fagus silvatica* (32, 47-a, c, d, 52, 92), *Fagus grandifolia* (97), *Fagus longipetiolata* (81) ve *Fagus lucida* (81)'den küçük çıkmıştır.

Doğu Kayını hacim-yoğunluk değerleri; Avrupa, Amerika ve Kanada ile Çin'de yayılış gösteren bazı Kayın türlerine ait değerlerden küçük, Japonya'da yetişen türlere ait değerlerle yaklaşık eşittir.

Tablo 36. Bazı Kayın türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri.

Ağaç türü	Hacim-yoğunluk değeri gr/cm ³
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (11)	0.531
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (30)	0.537
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	0.557
<i>Fagus silvatica</i> L. (47)	0.546
a) Hartig-1888	0.569
b) Grossler-1943	0.543
c) Kollmann-1951	0.560
d) Burker	0.577
<i>Fagus silvatica</i> L. (52)	0.555
<i>Fagus silvatica</i> L. (53)	0.547
a) Tamamdziev- 1944	0.543
b) Trendelenburg-1955	0.543
<i>Fagus silvatica</i> L. (92)	0.610
<i>Fagus grandifolia</i> Ehreh. (97)	0.560
<i>Fagus longipetiolata</i> Seemen (81)	0.610
<i>Fagus lucida</i> Rehd. and Wils. (81)	0.578
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	0.533
<i>Fagus japonica</i> Maxim. (99)	0.535

Hacim-yoğunluk değerleri Doğu Kayını için belirlenen daha dar yıllık halka genişliği ve düşük özgül ağırlık değerleri ile uyumludur.

5.2.3. Daralma Yüzdeleri

Doğu Kayını odununda ortalama daralma miktarları liflere paralel yönde % 0.29, radyal yönde % 4.97, teğet yönde % 11.20 ve hacmen % 16.21; genişleme miktarları liflere paralel yönde % 0.29, radyal yönde % 5.24, teğet yönde % 12.63 ve hacmen % 17.84 olarak hesaplanmıştır.

Daralma sınıflarına göre; radyal yönde % 4.0-5.0 miktarları arasında olup "orta", teğet yönde % 9.5 miktarından büyük olup "çok fazla"; hacmen % 14 miktarından büyük olup "fazla" olan ağaç gruplarına girmektedir (86).

Diğer bazı Kayın türleri odunlarının daralma miktarları Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. Bazı Kayın türleri odunlarının daralma miktarları.

Ağaç türü	Daralma miktarları (%)			
	Liflere paralel	Radyal	Teğet	Hacmen
	β_1	β_r	β_t	β_v
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (11)	0.5	5.0	10.5	15.5
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (30)	0.24	5.2	12.3	17.7
<i>Fagus silvatica</i> L. (52)	-	5.51	11.7	17.1
<i>Fagus silvatica</i> L. (53)	-	5.28	12.6	18.1
a) Mozina-1958	-	-	-	17.4
b) Tamamdziev-1944	-	-	-	17.0
c) Burger	-	-	-	18.0
d) Ugronovic-1950	-	-	-	17.5
<i>F. silvatica</i> L. (72,87,88,89)	0.3	5.8	11.8	17.9
<i>Fagus silvatica</i> L. (94,95)	0.2	5.8	10.0	17.0
<i>F. grandifolia</i> Ehreh. (107)	-	5.5	11.9	17.2
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	0.37	5.02	11.5	-
<i>Fagus japonica</i> Maxim. (99)	0.61	5.0	11.53	-

Buna göre, *Fagus orientalis*'de belirlenen daralma yüzdeleri; *Fagus crenata* (99), *Fagus japonica* (99) ile yaklaşık eşit; *Fagus orientalis* (11)'den büyük, *Fagus orientalis* (30), *Fagus silvatica* (52, 53, 53-a, b, c, d, 94, 95), ve *Fagus grandifolia* (107)'den küçük çıkmıştır.

Daralma miktarı Doğu Kayını için belirlenen düşük özgül ağırlık ve daha dar yıllık halka genişliği değerleri ile uyumludur. Bu durum düşük özgül ağırlık ile dar yıllık halka genişliği oluşumuna bağlanabilir.

5.2.4. Diğer Fiziksel Özellikler

Ortalama lif doygunluğu rutubet miktarı % 30.13 olup, % 30 - 34 arasında yer alan Lif Doygunluk Noktası bakımından "yüksek" ağaçlar grubuna girmektedir (86).

Lif Doygunluğu Noktası odunun çalışması ve direnç özellikler yanında emprenyesi ve kurutulması bakımından önemlidir.

Doğu Kayını odununun alabileceği ortalama en yüksek su miktarı tam kuru özgül ağırlığa göre % 118.50, hacim-yoğunluk değerine göre % 119.21'dir. Bu değer odunun emprenye edilmesi işleminde içersine alabileceği emprenye maddesi miktarının belirlenmesinde gözönüne alınmaktadır. Ayrıca, odunun su ile taşınması, kurutulması ve işlenmesinde de önemlidir.

Ortalama hücre çeperi ile hava boşluğu hacmi oranları sırasıyla % 43, % 57 olarak belirlenmiştir.

5.3. Mekanik Özellikler

5.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Statik Kalite Değerleri

Doğu Kayını'nda belirlenen ortalama basınç direnci değeri 572 kp/cm² olup, basınç direnci sınıflarına göre 550- 850 kp/cm² arasında " yüksek " ağaçlar sınıfına girmektedir (86). Statik kalite değeri 8.55 km ile orta sertlikteki ağaçlar için belirtilen " iyi " kalitededir. Bu bakımdan kaplama levhası üretiminde, mobilya endüstrisi, maden direk ve dikmeleri ile çit kazığı yapımında kullanılabilir.

Diğer bazı Kayın türlerinin liflere paralel basınç direnci ve statik kalite değerleri Tablo 38'de verilmiştir.

Buna göre, *Fagus orientalis*'e ait liflere paralel basınç direnci değeri; *Fagus orientalis* (30), *Fagus silvatica* (91, 93, 94) ve *Fagus crenata* (100) ile yaklaşık eşit; *Fagus silvatica* (32, 53, 53-a, d, e, 89), *Fagus grandifolia* (98, 107), *Fagus longipetiolata* (81) ve *Fagus crenata* (6, 99) ve *Fagus japonica* (97)'den büyük; *Fagus orientalis* (11, 25), *Fagus silvatica* (52, 53-b, 87, 90) ve *Fagus lucida* (81)'den küçük çıkmıştır.

Kayın türleri arasında basınç direnci değerlerinde önemli benzerlikler yanında, değişim aralığının fazla olduğu görülmektedir. Bu durum büyük oranda uygulanan standartlardan ve dolayısı ile örnek boyutlarından ortaya çıkmış

olabilir. Genellikle küçük boyutlu örnekler, büyük boyutlu örneklerle oranla daha düşük değerler vermekte, örnek boyutları belli miktarların üzerine çıkarıldığında, lif düzensizlikleri, budak, çatlak v.b. kusurlar direnci azaltıcı bir etki yapmaktadır. Ayrıca kısa örnekler, yüksekliği orta ve daha uzun olanlara göre daha fazla direnç değerleri vermektedir (69).

Tablo 38. Bazı Kayın türlerinin basınç direnci ve statik kalite değerleri.

Ağaç türü	Basınç direnci kp/cm ²	Statik kalite değeri km
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (11)	644	-
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (25)	763	11.5
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (30)	564*	11.5
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	521	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (52)	648	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (53)	527	-
a) Grössler-1943	543	-
b) Mozina-1958	606	-
c) Mörath	590	-
d) Trendelenburg, M. Wegelin-1955	537	-
e) Ugronovic-1950	530	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (87,88)	620**	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (89)	530	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (90)	600	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (91,93)	563	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (94,95,96)	580	-
<i>F. grandifolia</i> Ehreh. (98,107)	503	-
<i>F. longipetiolata</i> Seemen (81)	526	-
<i>F. lucida</i> Rehd. and Wils. (81)	602**	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (6)	450**	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	417**	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (100)	560**	-
<i>Fagus japonica</i> Maxim. (99)	535	-

* r = % 14.04

** r = % 15

Düşük özgül ağırlık ve dar yıllık halka oluşumu gösteren Doğu Kayını'na ait liflere paralel basınç direnci değerlerinin diğer Kayın türleri ile yaklaşık olarak aynı olduğu söylenebilir.

5.3.2. Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü Değerleri

Doğu Kayını'nda belirlenen ortalama eğilme direnci 1123 kp/cm²'dir. Eğilme direnci sınıflarına göre, 850-1200 kp/cm² değerleri arasında olup, eğilme direnci "orta " ağaçlar grubuna girmektedir (86).

Doğu Kayını'nda belirlenen ortalama elastiklik modülü 130822 kp/cm² olup, elastiklik sınıflarına göre 130000-160000 kp/cm² değerleri arasında ve elastiklik modülü " büyük " olan ağaçlar grubuna girmektedir (86).

Diğer bazı Kayın türlerine ait eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. Bazı Kayın türlerinin eğilme direnci ve elastiklik modülü değerleri.

Ağaç türü	Eğilme direnci kp/cm ²	Elastiklik modülü kp/cm ²
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (11)	870*	125000*
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (30)	-	118200**
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	1105	160678
<i>Fagus silvatica</i> L. (52)	-	122750
<i>Fagus silvatica</i> L. (53)	1102	-
a) Mozina-1958	1243	-
b) Ugronovic-1950	1050	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (87,89)	1050	160000
<i>Fagus silvatica</i> L. (88)	1230**	160000
<i>Fagus silvatica</i> L. (90)	1200	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (91,93)	1180	126000
<i>Fagus silvatica</i> L. (95,96)	1180	147000
<i>F. grandifolia</i> Ehreh. (98,107)	1025	118500
<i>F. longipetiolata</i> Seemen (81)	1155	137000
<i>F. lucida</i> Rehd. and Wils. (81)	1105**	121000**
<i>Fagus crenata</i> Blume. (6)	1000**	120000**
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	929**	94400**
<i>Fagus crenata</i> Blume. (100)	1250	-

* r = % 12.15

** r = % 15

Buna göre, *Fagus orientalis*'de eğilme direnci, *Fagus silvatica* (32, 53), *Fagus longipetiolata* (81) ve *Fagus lucida* (87) ile yaklaşık aynı, *Fagus orientalis* (11),

Fagus sylvatica (53-b, 81), *Fagus grandifolia* (98, 107), *Fagus crenata* (6, 99)'dan büyük; *Fagus sylvatica* (53-a), (88, 90, 91, 95) ve *Fagus crenata* (100)'den küçük çıkmıştır.

Elastiklik modülü; *Fagus orientalis* (11, 30), *Fagus sylvatica* (52, 91, 95), *Fagus grandifolia* (98, 107), *Fagus longipetiolata* (81), *Fagus lucida* (81) ve *Fagus crenata* (6) ile yaklaşık aynı; *Fagus crenata* (99)'dan büyük; *Fagus sylvatica* (32, 87, 88)'den küçük bulunmuştur.

Tablo 39'da görüldüğü gibi eğilme direnci değerleri yaklaşık olarak eşit, elastiklik modülü değerleri ise (32), ve (88) dışında birbirine yakındır.

Eğilme direnci uygulanmış örneklerde kırılma şekilleri (Şekil 40) incelendiğinde, genellikle düşük özgül ağırlıklar- da kısa kıymıklı, özgül ağırlık arttıkça daha ince ve uzun kıymıklı olduğu görülmektedir. Şekil 39 incelendiğinde, elastiklik ve kırılma sınırları arasındaki yarı plastik deformasyon bölgesi aralığının fazla olması deformasyon ve eğilme kabiliyetinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bölgenin dar aralıkta oluşması ise, odunun gevrek bir yapıda olduğunu gösterir.

Doğu Kayını odunu eğilme ve elastiklik modülünün yüksek olduğu kullanım amaçları için; mobilya (özellikle bükme mobilya), travers ve direkler ile bazı kullanım yerlerinde kiriş ve dikme olarak uygundur.

5.3.3. Dinamik Eğilme Direnci ve Dinamik Kalite Değerleri

Doğu Kayını'nda belirlenen ortalama dinamik eğilme direnci 0.95 kpm/cm^2 ile dinamik eğilme direnci sınıflarına göre, direnci "çok büyük" ağaçlar grubuna girmektedir (86). Dinamik kalite değeri ise 2.12 ile "iyi" dir.

Diğer bazı Kayın türlerinde dinamik eğilme direnci ve buna göre belirlenen kalite değerleri tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Bazı Kayın türlerinin dinamik eğilme direnci ve dinamik kalite değerleri.

AĞAÇ TÜRÜ	Dinamik eğilme direnci kpm/cm ²	Dinamik kalite değeri
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (11)	0.92	2.1
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (30)	0.7 *	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	0.85	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (52)	0.945	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (53)	0.98	-
a) Mozina-1958	1.00	-
b) Ugronovic-1950	1.00	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (87, 90)	1.00	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (91)	1.14	-
<i>Fagus grandifolia</i> Ehreh. (98)	1.02	-
<i>F. longipetiolata</i> Seemen (81)	1.356	-
<i>F. lucida</i> Rehd. and Wils. (81)	0.836*	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (6)	1.20 **	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	1.217	-

* r = % 12.49

** r = % 15

Buna göre, *Fagus orientalis*' için belirlenen dinamik eğilme direnci *Fagus orientalis* (11), *Fagus silvatica* (52, 53, 53-a, b, 87) ve *Fagus grandifolia* (98) ile yaklaşık eşit; *Fagus orientalis*(30), *Fagus silvatica* (32) ve *Fagus lucida* (81)'den büyük; *Fagus silvatica* (91), *Fagus longipetiolata* (81) ve *Fagus crenata* (6, 99)'dan küçük çıkmıştır.

Doğu Kayını'nın genellikle diğer Kayın türlerinden daha küçük değer vermesi, daha düşük özgül ağırlık ve dar yıllık halka oluşumuna bağlanabilir. Odun dokularının daha ince çeperli olması da dinamik eğilme direncinin azalmasına neden olmaktadır.

Dinamik eğilme direnci uygulanmış örnekler (Şekil 46) incelendiğinde; genellikle kırılma şekilleri ince uzun kıymıklı olup, özgül ağırlığı yüksek örneklerde kıymıklar yanında yana doğru yarılmalar görülmektedir. Bu kırılma şekilleri şok'a karşı yüksek direncin bir göstergesidir.

Dinamik eğilme direnci, ağaç türlerinin çok çeşitli tesir eden etkilere karşı koyma kabiliyetini göstermektedir. Bu bakımdan spor aletleri sapları v.b. amaçlar için (daha çok tabakalı malzeme olarak) ve merdivenlerde kullanılması önerilebilir.

5.3.4. Liflere Paralel ve Dik Çekme Direnci Değerleri

Doğu Kayını'nda ortalama çekme direnci liflere paralel yönde 1316 kp/cm², radyal yönde 34.37 kp/cm², teğet yönde ise 38.07 kp/cm²'dir.

Liflere dik yönde çekme direnci, ağaç malzemenin makinalarda işlenmesinde (tornalama, planyalama v.b.) ve kaplama üretiminde önem kazanmakta bu bakımdan yüksek dirence sahip odunlarda, kesici elemanlar lifleri koparmadan keserek daha düzgün yüzeyler verirken, aksi durumda kesme sırasında bıçakların önünde boşluk oluşarak lifler birbirinden ayrıldığından kesme işlevi tam olarak gerçekleşmemektedir. Böylece yüzey düzgünlüğü bozulmakta ve zımparalama işleri artmaktadır (108).

Doğu Kayını ile diğer bazı kayın türlerinin liflere paralel ve dik çekme dirençleri Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. Bazı Kayın türleri liflere paralel ve dik çekme direnci değerleri.

Ağaç türü	Liflere paralel çekme direnci kp/cm ²	Liflere dik çekme direnci kp/cm ²	
		Radyal	Teğet
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (30)	- *	27.10	34.8
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	1285 *	60.0	79.3
<i>Fagus silvatica</i> L. (68)	-	31.1	-
<i>F. silvatica</i> L. (87,88,89,90)	1350	70.0	-
<i>F. grandifolia</i> Ehreh. (98, 107)	1135	70	-
<i>F. longipetiolata</i> Seemen (81)	1424	-	-
<i>F. lucida</i> Rehd. and Wils. (81)	1166**	-	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (6)	1350**	-	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	1273**	-	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (100)	1600	-	-

* $r = \% 13.66$

** $r = \% 15$

Buna göre, *Fagus orientalis*'e ait liflere paralel çekme direnci; *Fagus silvatica* (32, 87, ve *Fagus crenata* (6, 99) ile yaklaşık eşit; *Fagus grandifolia* (98, 107) ve *Fagus lucida* (81)'den büyük; *Fagus longipetiolata* (81) ve *Fagus crenata* (100)'den küçük çıkmıştır.

Liflere dik yönde çekme direnci ise, *Fagus orientalis* (30) ve *Fagus silvatica* (68) ile yaklaşık eşit; *Fagus silvatica* (32, 87) ve *Fagus grandifolia* (98, 107)'den küçüktür. Farklılıklar, odun özgül ağırlığı yanında daha çok deneyler için uygulanan standartlar ve değişik örnek şekillerinden kaynaklanmış olabilir.

Şekil 49 incelendiğinde; liflere paralel çekme direnci uygulanmış örneklerde normal kıymıklı ve düz kırılma şekilleri görülmektedir.

Genelde uzun kıymıklı kırılış şekillerinin yüksek çekme direnci göstermesine karşın, uzun kıymıklı kırılışlarla kısa kıymıklı olanların aynı değeri verdiği belirtilmektedir (69).

Radyal yönde çekme direnci teğet yöndekinden küçüktür. Bu durum, özden çevreye doğru uzanan öz ışınlarına bağlanabilir.

5.3.5. Makaslama Direnci Değerleri

Doğu Kayını'nda ortalama makaslama direnci; radyal yönde 96.27 kp/cm^2 , teğet yönde 99.75 kp/cm^2 olarak tesbit edilmiş, diğer bazı kayın türlerinin makaslama direnci değerleri Tablo 42'de verilmiştir.

Buna göre, *Fagus orientalis*'in makaslama direnci; *Fagus silvatica* (90) ile eşit; *Fagus silvatica* (32, 87, 95)'den büyük; *Fagus silvatica* (91), *Fagus grandifolia* (98, 107) *Fagus longipetiolata* (81), *Fagus lucida* (81) ve *Fagus crenata* (6, 99, 100)'den küçük çıkmıştır.

Tablo 42'de verilen direnç değerleri arasında az veya çok farklılıklar görülmektedir. Bu durum özgül ağırlık,

farklılıkları yanında, daha çok deneyler için uygulanan standartlar ve değişik örnek şekillerinden kaynaklanabilir.

Tablo 42. Bazı Kayın türlerinin makaslama direnci değerleri.

Ağaç türü	Makaslama direnci kp/cm ²	
	Radyal	Teğet
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	82.50*	98.30*
<i>Fagus silvatica</i> L. (87, 88, 89)	80.00	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (90)	100.0	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (91)	159.0	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (95)	88.0	-
<i>F. grandifolia</i> Ehreh. (98, 107)	138.0	-
<i>F. longipetiolata</i> Seemen (81)	119.0	143.0
<i>F. lucida</i> Rehd. and Wills. (81)	118.0*	156.0
<i>Fagus crenata</i> Blume. (6)	130.0*	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	126.0*	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (100)	160.0	-

* r = % 15

5.3.6. Yarılma Direnci Değerleri

Doğu Kayını'nda ortalama yarılma direnci, radyal yönde 7.48 kp/cm², teğet yönde 10.76 kp/cm² hesaplanmış, diğer bazı Kayın türlerinin yarılma dirençleri Tablo 43'de verilmiştir.

Tablo 43. Bazı Kayın türlerinin yarılma direnci değerleri.

Ağaç türü	Yarılma direnci kp/cm ²	
	Radyal	Teğet
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	4.01*	5.33*
<i>Fagus silvatica</i> L. (69)	8.6	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (91)	16.1	23.3
<i>Fagus silvatica</i> L. (109)	4.0-5.0*	-
<i>Fagus grandifolia</i> Ehreh. (98)	17.1**	-
<i>Fagus longipetiolata</i> Seemen (81)	17.2**	24.6**
<i>Fagus lucida</i> Rehd. and Wills. (81)	15.3	24.1

* = İngiliz standartlarına göre,

** = Genişlikte kp/cm.

Buna göre, *Fagus orientalis*'in yarılma direnci, *Fagus silvatica* (69) ile yaklaşık eşit; *Fagus silvatica* (32, 109)'den büyük; *Fagus silvatica* (91), *Fagus grandifolia* (98), *Fagus longipetiolata* (81) ve *Fagus lucida* (81)'den küçük çıkmıştır.

Yarılma direnci değerleri arasında önemli farklılıklar görülmektedir. Bu durum özgül ağırlık farklılıkları yanında, daha çok deneyler için uygulanan standartlar ve değişik örnek şekilleri ile ilgili olabilir.

Radyal yönde yarılma direnci teğet yöndekinden küçüktür. Bu durum özden çevreye doğru uzanan öz ışınlarına bağlanabilir.

5.3.7. Brinell Sertlik Değerleri

Doğu Kayını'nda ortalama Brinell sertlik değerleri, liflere paralel yönde 5.49 kp/mm², radyal yönde 2.63 kp/mm² ve teğet yönde 2.86 kp/mm²'dir. Brinell sertlik değeri sınıflarına göre; "orta" sertlikte odunlar grubuna girmektedir (86).

Diğer bazı Kayın türlerine ait sertlik değerleri Tablo 44'de verilmiştir.

Tablo 44. Bazı Kayın türlerine ait Brinell Sertlik değerleri.

Ağaç türü	Brinell Sertlik değeri kp/mm ²		
	Liflere paralel	Teğet yönde	Radyal yönde
<i>Fagus silvatica</i> L. (32)	6.68*	3.32*	-
<i>Fagus silvatica</i> L. (87, 88, 89)	7.2**	3.4**	-
<i>Fagus crenata</i> Blume. (6)	4.5**	1.8**	2.0**
<i>Fagus crenata</i> Blume. (99)	4.75	1.77	-

* r = % 13

** r = % 15

Buna göre, *Fagus orientalis*'e ait Brinell sertlik değeri; *Fagus crenata* (6, 99)'dan büyük, *Fagus silvatica* (32, 87, 88 ve 89)'dan küçük çıkmıştır.

Brinell-Sertlik değerlerindeki farklılıklar türlerin özgül ağırlıkları ile rutubet miktarlarına bağlanabilir. Özgül ağırlık arttıkça sertlik değeri de artmakta, % 0 ile LDN arasında rutubet artışı ile sertlik değeri azalmaktadır (68).

Doğu Kayını'nında Brinell-Sertlik değeri, liflere paralel yönde en yüksek çıkmıştır. Özgül ağırlık en fazla enine yöndeki sertlik değeri üzerine etki yapmaktadır. Radyal yöndeki sertlik değeri teğet yöndekinden küçük çıkmıştır. Bu durum radyal kesitteki öz ışınları oluşumuna bağlanabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nin doğal yayılış alanı olan Borçka-Artvin, Ayancık- Sinop, Düzce- Bolu ve Demirköy -istanbul Bölgelerinden alınan 19 adet örnek ağaç odunu üzerinde teknolojik özellikler araştırılmıştır. Bulgular istatistik yöntemlerden yararlanarak değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıda açıklanmıştır. Ayrıca belirlenen özelliklere ait değerler Tablo 45'de verilmiştir.

Ortalama yıllık halka genişliği 1.58 mm bulunmuş ve yıllık halka genişliğinin, örnek ağaçlar ve bölgeler arasındaki dağılımının heterojen olduğu saptanmıştır. Yıllık halka genişliği 1. Bölge Borçka-Artvin'de en düşük, 3. Bölge Düzce Bolu'da bir miktar yüksek, 2. Bölge Ayancık-Kastamonu'da yüksek, 4. Bölge Demirköy-istanbul'da en yüksek çıkmıştır.

Yaz odunu iştirak oranı % 19.78 olarak hesaplanmıştır. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu arasında, artan yönde çok kuvvetli, yaz odunu iştirak oranı arasında ise, artan yönde zayıf bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yıllık halka genişliği ile tam kuru özgül ağırlık arasında, artan yönde kuvvetli bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yıllık halka kronolojisi grafiklerine göre, yıllık halka genişlikleri yaşlı ağaçta en dar, genç ağaçta en geniş, orta yaşlı ağaçta normal genişlikte oluşmuştur. Her bir ağaçta yıllık halkalar, ilk yıllarda önceleri yavaş bir çap artımı ve dar, sonraki yıllarda hızlı bir çap artımı ve en geniş, yaş arttıkça giderek yavaş bir çap artımı ve genellikle dar, daha sonra normal bir çap artımı ve normal genişlikte seyretmiştir.

Ortalama tam kuru özgül ağırlık 0.645 gr/cm^3 , hava kurusu özgül ağırlık 0.669 gr/cm^3 , hacim-yoğunluk değer ise 0.538 gr/cm^3 olarak hesaplanmıştır. Tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlıkların ağaçlar ve bölgeler arasındaki dağılımlarının heterojen olduğu görülmüştür. Özgül ağırlıklar,

1. Bölge Borçka-Artvin'de en düşük, 3. Bölge Düzce-Bolu'da yüksek, 2. Bölge Ayancık-Sinop'ta 2. Bölgeden bir miktar yüksek ve 4. Bölge Demirköy-İstanbul'da ise en yüksek çıkmıştır.

Tam kuru özgül ağırlık ile hacim yoğunluk değeri arasında, artan yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.

Tam kuru özgül ağırlık minimum (0.449 gr/cm^3) iken, hücre çeperi oranı % 29.93, hava boşluğu oranı % 70.07; ortalama (0.645 gr/cm^3) iken, hücre çeperi oranı % 43.0, hava boşluğu oranı % 57.0; maksimum (0.824 gr/cm^3) iken, hücre çeperi oranı % 54.93, hava boşluğu oranı % 45.07 olarak hesaplanmıştır.

Özgül ağırlıkların dikey yönde değişimleri, gövdenin alt kısımlarında en yüksek, orta kısımlarında düşük ve üst kısımlarında ise yüksektir. Yatay yönde ise, bir ağaçta özden çevreye doğru azalmalar, diğer bir ağaçta ise önemli olmayan farklılıklar görülmüştür.

Özgül ağırlıkların yatay yöndeki dağılımları ise, bir ağaçta genellikle öze yakın kısımlarda yüksek, çevreye doğru gittikçe azalmış; diğer bir ağaçta ise öz ve çevrede yüksek, orta kısımlarda düşük bulunmuştur. Dikey yönde ise, gövdenin alt kısımlarında en yüksek, orta kısımlara doğru düşük ve üst kısımlarda artmakta olduğu saptanmıştır.

Ortalama daralma miktarları; liflere paralel yönde $\beta_1 = \% 0.29$, radyal yönde $\beta_r = \% 4.97$, teğet yönde $\beta_t = \% 11.20$ ve hacmen $\beta_v = \% 16.21$; genişleme miktarları ise liflere paralel yönde $\alpha_1 = \% 0.29$, radyal yönde $\alpha_r = \% 5.24$, teğet yönde $\alpha_t = \% 12.63$ ve hacmen $\alpha_v = \% 17.84$ olarak hesaplanmıştır.

Lif doygunluğu noktası rutubeti % 30.13 olarak çıkmıştır.

Doğu Kayını odununun içersine alabilceği en yüksek su miktarı hacim-yoğunluk değerlerine göre, en düşük % 81.15,

ortalama % 119.21, en yüksek % 165.89; tam kuru özgül ağırlık değerlerine göre, en düşük % 84.82, ortalama % 118.82 ve en yüksek % 186.18 kadardır.

Ortalama basınç direnci 572 kp/cm^2 , statik kalite değeri 8.55 olarak hesaplanmıştır. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasında artan yönde çok kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.

Ortalama eğilme direnci 1123 kp/cm^2 ve elastiklik modülü ise 130822 kp/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasında artan yönde çok kuvvetli, elastiklik modülü ile artan yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.

Ortalama dinamik eğilme direnci 0.95 kpm/cm^2 ve dinamik kalite değeri 2.12 olarak hesaplanmıştır. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında, artan yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.

Ortalama çekme direnci değerleri liflere paralel yönde 1316 kp/cm^2 bulunmuş olup, liflere paralel yönde çekme direnci ile özgül ağırlık arasında, artan yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Radyal yönde 34.74 kp/cm^2 , teğet yönde ise ortalama 38.07 kp/cm^2 olarak bulunmuştur.

Ortalama makaslama direnci değerleri ; radyal yönde 96.27 kp/cm^2 , teğet yönde 99.75 kp/cm^2 'dir. Özgül ağırlık ile radyal yöndeki makaslama direnci arasında, artan yönde çok kuvvetli; teğet yöndeki makaslama direnci arasında ise artan yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.

Yarılma direnci ortalama değerleri, radyal yönde 7.48 kp/cm^2 , teğet yönde ise 10.76 kp/cm^2 olarak bulunmuştur.

Brinell sertlik ortalama değerleri; liflere paralel yönde 5.49 kp/mm^2 , radyal yönde 2.63 kp/mm^2 ve teğet yönde ise 2.86 kp/mm^2 hesaplanmıştır. Özgül ağırlık ile liflere paralel ve radyal yöndeki Brinell sertlik değerleri arasında artan yönde çok kuvvetli, teğet yönde ise artan yönde

kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmaya ait bulgular, bazı Kayın türleri üzerinde yapılmış olan Berkel (11), Gürsu (25), Pojouh (30), Stayonoff ve Diğ. (32), Göhre ve Götze, Hartig, Schwappach, Trendelenburg, Langenkamp, Kollmann (47), Horvat (52), Cividini, Mozina, Krpan, Tamamdziev, Burker, Janka, Chaplin'e Money (53), Giordano (94, 95) ve bu türler için (6, 81, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 96, 97, 98, 99, 100, 107, 109) tarafından verilen değerler ile uyumlu çıkmıştır.

Doğu Kayını'na ait yıllık halka genişlikleri ve özgül ağırlıkların bölgeler arası dağılımlarına göre; Avrupa, Amerika, Kanada ve Çin' de yayılış gösteren bazı Kayın türleri değerleri arasında önemli farklılıklar görülmemiştir. Bu türün genel ortalama değerlerine göre; Avrupa, Amerika ve Kanada ile Çin'de yayılış gösteren Kayın türlerine ait değerlerden daha küçük, İran ve Japonya'da yayılış gösterenler ile yaklaşık olarak eşit çıkmıştır.

Genel olarak, Doğu Kayını diğer bazı Kayın türlerine göre daha dar yıllık halka genişliği ve daha düşük özgül ağırlık göstermiştir. Bu durum Ülkemizde yayılış gösteren Doğu Kayını'nın optimal yetiştirme ortamı yükseklikleri ile bu yüksekliklerde oluşan ekolojik koşullarla ilgili olabilir.

Doğu Kayını için saptanan özelliklere göre; kesme ve soyma kaplama levhalarda, kontrplak (özellikle bükme) ve kontrtabla üretiminde; modern ve klasik masif mobilya ile iskelet yapımlarında, bükme ve tornalı ürünlerde; iç dekorasyonda (lambri, süpürgelik, separatör), parke endüstrisinde; oyuncak sanayii, spor aletleri, alet sapları, ayakkabı kalıbı ve topuğu, sandal ve fırın küreği yapımında, ambalaj sanayiinde (fıçı, kutu ve sandık), iş ve marangoz tezgahları ile karoser yapımında, palet ve travers üretiminde; lif ve yonga-levha üretimi ile kağıt endüstrisinde; değerlendirilmesi önerilebilir.

Tablo 45. Doğu Kayını odununun teknolojik özellikleri.

Özellikler		Sembol	Ortalama
Yıllık halka genişliği mm		\bar{X}	1.58
Tam kuru özgül ağırlık gr/cm^3		ρ_0	0.645
Hava kurusu özgül ağırlık gr/cm^3		ρ_{12}	0.669
Hacim yoğunluk değeri gr/cm^3		γ	0.538
Daralma miktarı (%)	Liflere paralel yönde	β_l	0.288
	Radyal yönde	β_r	4.95
	Teğet yönde	β_t	11.04
	Hacmen	β_v	16.21
Basınç direnci kp/cm^2		$\sigma_B//$	572
Eğilme direnci kp/cm^2		σ_e	1123
Eğilmede elastiklik modülü kp/cm^2		E	130822
Dinamik eğilme direnci kpm/cm^2		a	0.95
Çekme direnci kp/cm^2		$\sigma_{\zeta}//$	1316
Liflere dik çekme direnci kp/cm^2	Radyal yönde	$\sigma_{\zeta r}$	34.74
	Teğet yönde	$\sigma_{\zeta t}$	38.07
Liflere paralel makaslama direnci kp/cm^2	Radyal yönde	σ_{Mr}	96.27
	Teğet yönde	σ_{Mt}	99.75
Yarılma direnci kp/cm^2	Radyal yönde	σ_{yr}	7.48
	Teğet yönde	σ_{yt}	10.76
Brinell Sertlik değeri kp/mm^2	Liflere paralel yönde	H_{Be}	5.49
	Radyal yönde	H_{Br}	2.63
	Teğet yönde	H_{Bt}	2.86

7. KAYNAKLAR

- (1) Anonim, Türkiye Orman Varlığı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif Yayınlar Serisi No:48, 1987.
- (2) Kalıpsız, A., Bilimsel Araştırma, İ.Ü. Orman, Fakültesi Yayın No: 2076/216, İstanbul, 1976.
- (3) Kalıpsız, A., İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2837/294, İstanbul, 1981.
- (4) Kayacık, H., Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, Cilt 2, Angiospermae, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 287, İstanbul, 1981.
- (5) Yaltırık, F., Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular), İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 390, İstanbul, 1988.
- (6) Anonymous, Timbers in Japan, Wood Tech. Assoc. of Japan, Ibaraki, 1966.
- (7) Anşın, R. ve Özkan, Z. C., Tohumlu Bitkiler, Odunsu Taksonlar, K.T.Ü. Orman Fak. Yayın No: 167/19, Trabzon, 1993.
- (8) Saatçioğlu, F., Silvikültür I, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 22, İstanbul, 1976.
- (9) Atalay, İ., Kayın (Fagus orientalis Lipsky.) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferi Yönünden Bölgelere Ayrılması, Orman Bakanlığı Orm. Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü, Yayın No: 5, Ankara, 1992.
- (10) Şanlı, İ., Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky.)'nin Türkiye'de Çeşitli Yörelere Oluşan Odunları Üzerinde Anatomik Araştırmalar, Doktora Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, 1978.
- (11) Berkel, A., Sark Kayını (Fagus orientalis Lipsky.)'nin Teknolojik Vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar Yük. Ziraat Enst. Yay. Sayı: 118, Ankara, 1941.
- (12) Greguss, P., Holzanatomie, Der Europäischen Laubhölzer und Sträucher, Akademiai Kiade Budapest, 1959.
- (13) Aytuğ, B., Odun Anatomisi Araştırmaları Hakkında Görüşler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 11, 2 (1961) 88-93.
- (14) Tank, T., Doğu Kayın Odununun Lif ve Selüloz Yapısı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Seri A, 21, 2 (1971) 140-184.

- (15) Tank, T., Türkiye Kayın ve Gürgen Türlerinin NSSC Metodu ile Değerlendirme İmkanları, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2326/231, İstanbul, 1978.
- (16) Tank, T., Avrupa Kayını (*Fagus silvatica* L.) Odunundan Selüloz Elde Etme İmkanları ve Ross Diyagramı Tatbikatı, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 17, 2 (1967) 111-135.
- (17) Schulz, H., The Proportion of Different Types of Cell in Beech wood, Holz Roh- und Werkstoff, 15, 3 (1957) 113-121.
- (18) Süss, H. and Müller-Stoll, W. G., Zusammenhänge zwischen der Ausbildung einiger Holzmerkmale der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) und der Jahrringbreite, Holz als Roh- und Werkstoff, 30, 9 (1972) 342-346.
- (19) Shimaji, K., Anatomical Studies on The Wood of Some *Fagus* Species, Bulletin Tokyo University Forestry Faculty, 42 (1952) 181-195.
- (20) Erak, S., Diameter Wall Width and length of Vessel Elements and Diameter and Wall Width of Fibres in Beech wood Grown on The Same Parent Rock at Different Altitudes in Bosnia, Zavod Tehn.Drveta, 8, 1 (1971) 19-26.
- (21) Mariani, P.C., Relation Between Altitude and Wood Characteristics in Beech from Nebrodi, Sicilya, Ann. Acced. Italy Sci.Forestry, 17 (1968) 388-407.
- (22) Keller, R. and Thiercelin, F., influence of the large Wood Rays on Some Properties of Beech wood, Annales- Sciences- Forestieres., 32, 2 (1975) 113-129.
- (23) Berkel, A., Belgrat Ormanında Meşe, Kayın, Gürgen Kestane, Akasya ve Kızılağaç Gövdelerinde Su Miktarı ve Dağılışı Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 8, 1 (1958) 49-63.
- (24) Alemdağ, S., Tokat Havalisindeki Doğu Kayınlarında Kırmızı Göbek Teşekkülünün Durumu, OAE. Dergisi Seri No: 17, 9, 1 (1963) 45-59.
- (25) Gürsu, İ., Tokat Mintıkası Kayınlarının Teknik Vasıfları Üzerinde Yapılan Bir Çalışma, OAE. Dergisi, 6, 1 (1960) 30-41.
- (26) Berkel, A., Bozkurt, Y., Göker, Y., Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Çoruh Meşesi (*Quercus dschorochensis* Koch.) Ağaç Türleri Odunlarının Aşınma Direnci Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, A, 30, 2 (1980) 29-48.

- (27) Göker, Y., Reaksiyon Odunu Olusumunun Ağac Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Y. No: 3142/339 İstanbul, 1983.
- (28) Mirzagaev, A. N., Distribution of Moisture in The Wood of Growing Beech Stems, Lesn. Z., Arhangel'sk 8, 3 (1965) 168-176.
- (29) Hursudjan, P.A. and Caturjan, G.M., The Over-Mature Stade of The Forests of Soviet Ermenia, Lesn. Z., Arhangel'sk, 11, 3 (1968) 38-47.
- (30) Pojough, P., Qualite Du Bois De Fagus orientalis De I'elbourz-iran, Revue Forestiere Francaise 6 (1974) 464-471.
- (31) Arzumanjan, G. A. and Mamikonjan, M. V, The Pysical and Mechnical Properties of The Wood of Fagus orientalis Growing in Armenia, Erevan, Doklady Akademii Nauk Armjanskoj SSR, 33, 3 (1961) 119-136.
- (32) Stoyanoff, V. and Entcheff, E., Comparative Studies Upon The Technogical Properties of The Beech Woods from Fagus silvatica L. and Fagus orientalis Lipsky., Sbornik na B'lgarskata Akadmiye Naukite, Sofiya, 40, 2, 1949.
- (33) Leclercq, A., Effect of Silviculture on The Anatomical Structure of Beech wood (Fagus silvatica L.) Bulletin des-Recherches-Agronomiques-de-Gembloux, 18, 3 (1983) 197-209.
- (34) Suss, H. and Müller -Stoll, W. R., Changes in Some Characteristics of Beech wood in Relation to Stem Height, Holztechnologie, 21, 2 (1980) 72-76.
- (35) Tyshkevich, G. L., Anotomical Structure of Beech wood in Relation to Growth Conditions, Lesovedenie, 1 (1976) 59-64.
- (36) Sachsse, H., Differences in The Properties of industrial Beech wood from The Stem and Crown, Holz als Roh - und Werkstoff, 31, 8 (1973) 299-306.
- (37) Knigge, W. und Schulz, H., Grunderiss der Forstbenutzung Eststchung, Eigenschaften, Verwertung und Verwendung des Holzes und Enterer Forstprodukte, Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 1965.
- (38) Vakin, A. T., Cerncov, I. A. and Akindinov, M. V., Technical Properties of The Wood of W. Ukroinian Beech, Lesn. Prom, 12 3 (1952) 27-30.

- (39) Urselescu, A. and Pana, G. I., The Physical Properties of Rumanian Beech and Spuce wood, Industr. Lemn., 3 (1959) 86-91.
- (40) Nikolov, S., Dobrinov, I., Kalinkov, W., Entschew, E., und Kresstew, P., Untersuchungen über Die Structur und Die Physikalisch-Mechanischen Eigenschaften Des Rotbuchenholzes (*Fagus silvatica* L.) Verschiedener Formen, Materiali at Meezhdunarodija Simpozium, Proveden V, Sofiya, (1966) 30-53.
- (41) Koltzenburg, C., The Effect of Light Intensity Crown Class and Site on The Properties of Beech wood Holz Roh-und Werkstoff, 25, 12 (1967) 465-548.
- (42) Leclercq, A., Relation Between Silviculture of Beech and The Physical and Mechanical Properties of its wood, Bulletin-des-Recherches-Agronomiques-de-Gembloux 15, 2 (1980) 121-148.
- (43) Preiss, J. P., Effect of Site Type and Silviculture on Beech wood Quality in North - Eastern France. Explanation of Some Physical Characteristics by wood Structure, Annales - des-Sciences-Forestieres, 39, 3 (1982) 307-308.
- (44) Pechmann, H., Aufsess, H. und Bernhart, A., Die holzeigenschaften der Rotbuche im inneren Bayerischen Wald, Forstwiss. Cbl., 82, (1963), 12-27.
- (45) Trendelenburg, R. und Mayer-Wegelin, H., Das Holz als Rohstoff, 2. Auflage, München, Carl Hanser Verlag, 1955.
- (46) Sachsse, H., Der Feuchtegehalt von Buchen Industrieholz, Holz als Roh-und Werkstoff, 2 (1971) 56-66.
- (47) Göhre, K. und Götze, H., Untersuchungen über die Rohwichte des Rotbuchenholzes, Archiu für Forstw., 9, 10 (1956) 12-26.
- (48) Jonata, T. and Kurjatko, S., Variability of the Density of Beech wood, Drewna Fak. Dravarsky-Vyskum., 23, 1 (1978) 25-40.
- (49) Krapan, J., Moisture Content of Beech wood, Serbo-Croatian Sum. List., 80, 11/12 (1956) 386-478.
- (50) Siek, M., Density and Compression Streght of Beech wood in Different Zones of the Stem Cross-section Prace Instytut Technologii Drewna, 11, 1 (1964) 77-86.
- (51) Stajduhar, F., Physical and Mechanical Properties of Beech wood in Croita, Drewna Industrija, 23, 3/4 (1972) 43-59.

- (52) Horvat, I., Principal Physical and Mechanical Properties of Beech wood from the Zumberak, Petrova Gora, Senjsko Bilo and Velebit Forest Districts, Drewna Industrija., 11/ 12 (1969) 183-277.
- (53) Cividini, R., Studio Tecnologico sul Faggio dell'Appennino Toscano, Roma, C.N.R., Istituto del Legno, 12, 22 (1969) 1- 38.
- (54) Berkel, A.Y., Toros Köknarı (Abies cilicica Carr.)'nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi, Y. No: 1701, İstanbul, 1971.
- (55) Göker, Y., Dursunbey ve Elekdeğ Karaçamlarının Fiziksel Mekanik Özellikleri ve Kullanım Yerleri Hakkında Araştırmalar, Doktora Tezi, Orman Bakanlığı, O.G.M. Yayınları Sıra No: 613/22, Ankara, 1977.
- (56) TS 4176 / Mart 1984, Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini için Homojen Meşçerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, Eylül 1984, I.Baskı, T.S.E., Ankara.
- (57) TS 2471 / Kasım 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini, I.Baskı, T.S.E., Ankara.
- (58) TS 2472 / Kasım 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini I. Baskı T.S.E., Ankara.
- (59) As, N., Pinus pinaster Ait. Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1992.
- (60) Gürsu, İ., Süleymaniye Ormanı Sivri Meyveli Dişbudakları (Fraxinus oxycarpa Willd.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Değerlendirme İmkanları Hakkında Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No: 47, Ankara, 1971.
- (61) TS 53 / Aralık 1981, Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin için Numune Alma, Muayene ve Deney metodları I.Baskı, Mayıs 1982, T.S.E., Ankara.
- (62) Örs, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, Odunun Fiziksel Özellikleri, Ders Notları, K.Ü. Orman Fak. Yayın no : 11, Trabzon, 1986.
- (63) Örs, Y., Kurutma ve Buharlaşma Tekniği, K.Ü. Orman Fak. Ders Teksiri Serisi No: 15, Trabzon, 1986.
- (64) TS 4083/Aralık 1983, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, Şubat 1984, I.Baskı, T.S.E., Ankara.

- (65) TS 4084/Aralık 1983, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, Nisan 1984, I.Baskı, T.S.E., Ankara.
- (66) TS 4085/ Aralık 1983, Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini Nisan 1984, I.Baskı, T.S.E.,Ankara.
- (67) TS 4086/ Aralık 1983, Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini Şubat 1984, I.Baskı, T.S.E., Ankara.
- (68) Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fak. Yayınları 3445/388, İstanbul, 1987.
- (69) Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi I. Cilt, İ.Ü. Orman Fak. Y. no: 1448/147, İstanbul, 1970.
- (70) Bozkurt, A.Y., Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2839/296, İstanbul, 1982.
- (71) TS 2595/ Mart 1977, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, T.S.E., Ankara.
- (72) Kollmann, F. and Wilfred, A.C., Principles of Wood Science and Technology I, Solid Wood, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1968.
- (73) TS 2474 / Kasım 1976, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini I. Baskı, T.S.E., Ankara.
- (74) TS 2478 / Kasım 1976, Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini I. Baskı, T.S.E., Ankara.
- (75) TS 2470 / Kasım 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Numune Alma Metodları ve Genel Özellikler, I.Baskı,T.S.E., Ankara.
- (76) TS 2477/ Kasım 1976, Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini I. Baskı, T.S.E., Ankara.
- (77) TS 2475/ Kasım 1976, Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, I.Baskı, T.S.E., Ankara.
- (78) TS 2476/ Kasım 1976, Odunda Liflere Dik Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, I. Baskı, T.S.E., Ankara.
- (79) TS 3459/ Temmuz 1980, Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini, Kasım - 1980, I. Baskı, T.S.E., Ankara.
- (80) TS 2479/ Kasım 1976, Odunun Statik Sertliğinin Tayini, I. Baskı, T.S.E., Ankara.
- (81) Qing, J. C., Wood Science, Chinese Forest Publication, Beijing, 1985.

- (82) Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, II. Cilt, Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 1745/183, İstanbul, 1972.
- (83) Göker, Y., Çeşitli Metotlar ve Emprenye Maddeleri ile Emprenye Edilmiş Çit Direklerinde Dayanma Süreleri, Ahşap Malzemenin Korunması, MPM. Yayın No: 338, Ankara, 1988.
- (84) İlhan, R., Türkiye'nin Ekonomik Bakımdan Önemli Bazı Ağaç Türlerinin Emprenyesine Ait Araştırmalar, Orman Arşt. Enst. Yayınları, Teknik Bülten Serisi 56, 1973.
- (85) Bozkurt, Y. A. ve Erdin, N., Emprenye Tekniği, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 3779/425, İstanbul, 1993.
- (86) Bozkurt, Y., Erdin, N., Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri B, 40, 1 (1990) 7-24.
- (87) Anonym, Rotbuche, Z. Holz als Roh- und Werkstoff, 2 (1939), 95-96.
- (88) Wagenführ, R. und Scheiber, Chr., Holz atlas, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1985.
- (89) Anonym, Informationsdienst Holz, Buche 4, Centrale Marketinggesellschaft der Deutschen, Agrarwirtschaft mbH (CMA), Bonn 2, 1993.
- (90) Anonym, Fichte, Buche, Kiefer, Eiche Verarbeitungstechnik und Anwendungsbereiche, Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH (CMA), Bonn Bad Godesberg, 1993.
- (91) Lavers, G.M., The Strength Properties of Timbers, Forest Products Research, Number 50, Her Majesty's Stationery Office, London, 1969.
- (92) Rendle, B. J., Wood Timbers, Europe and Africa V.1, University of Toronto Press., London, 1970
- (93) Farmer, R. H., Handbook of Hardwoods, 2 nd Edition, Department of the Environment, Building Research Establishment, Princes Risborough Laboratory, Her Majesty's Stationery Office, London, 1975.
- (94) Giordano, G., Tecnologia del Legno VIII, Parte seconda, I legnami del Commercio, Torinese, 1985.
- (95) Giordano, G., Tecnologia del Legno, Il legno e le sue caratteristiche, Milano, Hoepli, 1951.
- (96) Berti, R.N., Contributi Scientifico-Pratici, Per una Migliore Conoscenza ed Utilizzazione del Legno, XXIV,

Istituto del Legno, Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Firenze, 1979.

- (97) Panshin, A. J., Textbook of Wood Technology, 3 rd Edition, Volume 1, McGraw-Hill Book Company, New York, 1970.
- (98) Wangaard, F. F., The Mechanical Properties of Woods, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1950.
- (99) Anonymous, Properties of the Important Japanese Woods. Hokkaido Bull. Forestry and For. Prod. Res. Inst, 319 (1982) 102-111.
- (100) Sugihara, H., Makuzai Kogaku Jiten, Tairyu-sya, 1982.
- (101) Bozkurt, Y. A. ve Göker, Y., Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 3401/ 378, İstanbul, 1986.
- (102) Göker, Y., Türkiye'de Kotrplak, Kontrtabla ve Yonga Levhaları Sanayii Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 2489/267, İstanbul, 1978.
- (103) Eroğlu, H., Lif levha Endüstrisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 304, Trabzon, 1988.
- (104) Suchsland, O. and Woodson, G. E., Fiberboard Manufacturing Practices in the United States, United States, Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook, No: 640, John Wiley and Sons, New York, 1986.
- (105) Bozkurt, A. Y. ve Göker, Y., Yongalevha Endüstrisi, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No : 3614/413, İstanbul, 1990.
- (106) Göker, Y., Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 3243/367, İstanbul, 1984.
- (107) Anonymous, Wood Handbook, Wood as an Engineering material, United States Department of Agriculture Forest Service, Agriculture Handbook 72, Washington, 1982.
- (108) Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Kurtoğlu, A., Sığla Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 40, 2 (1990) 1-18.
- (109) Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları no: 3572/4, İstanbul, 1989.

ÖZGEÇMİŞ

1952 yılında Tonya/Trabzon'da doğdu. Trabzon Lisesini bitirdi. 1977 yılında K.T.U. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünden Orman Endüstri Yüksek Mühendisi olarak mezun oldu. 1978 yılında Orman Ürünleri Sanayii Genel Müdürlüğünde görev yaptı. Askerliğini 1979-1980 yılları arasında Yedek Subay olarak yaptı. 1980-1981 yılları arasında Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü ve ORUS Genel Müdürlüğü Arhavi Çimentolu Yonga Levha Fabrikasında görev yaptı. 1982-1986 yılları arasında özel sektöre ait Kuzey Mobilya Fabrikasında (Trabzon) çalıştı. 1986 yılında K.T.U. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Orman Endüstri Makinaları ve İşletme Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak girdi. 1989 yılında aynı anabilim dalına Öğretim Görevlisi olarak atandı ve K.T.U. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora çalışmasına başladı. 1990 yılından itibaren Hopa Meslek Yüksekokulu Müdür Yardımcılığını yürütmekte olup, Mobilya Endüstrisi ile ilgili dersleri vermektedir.

İngilizce ve Fransızca bilen Abdulkadir MALKOÇOĞLU evli olup, iki çocuk babasıdır.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ