

57792

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU LADİNİ [Picea orientalis (L.) Link.] ODUNUNUN İÇ MORFOLOJİK  
ÖZELLİKLERİ VE BAZI ORGANİK ÇÖZÜCÜLERİN GEÇİT ASPİRASYONU  
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Orm. End. Müh. Hamiyet ŞAHİN

57792

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

"Orman Endüstri Yüksek Mühendisi"

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

TEZ YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.07.1996

Tezin Savunma Tarihi : 03.09.1996

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nurgül AY

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir MALKOÇOĞLU

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Yaşar GÖK

Temmuz 1996

TRABZON

## ÖNSÖZ

Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.] odununun iç morfolojik özellikleri ve bazı organik çözücülerin geçit aspirasyonu üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışma, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın deneysel aşamaları, K.T.Ü Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü ve Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Labratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek gerek konu seçimi ve gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında bana her konuda yardımcı olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Nurgül AY'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Ayrıca yapıcı eleştirilerinden yararlandığım hocalarım sayın Yrd. Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU'na, sayın Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir MALKOÇOĞLU'na ve özellikle çalışmanın istatistikle ilgili bölümlerinin düzenlenmesi ve değerlendirilmesinde bana yardımcı olan Doç. Dr. Hakkı YAVUZ'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bilimsel düşünceleri ile beni aydınlatan ve eserlerinden yararlanıp tavsiyelerini aldığım diğer tüm hocalarıma teşekkür etmeyi bir görev sayarım. Ayrıca tez hazırlama süresi boyunca benden yardımını esirgemeyen tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Örnek ağaçların temininde yardımlarını esirgemeyen Maçka Orman İşletme Müdürlüğü sayın yetkilileri ve çalışanları ile örneklerin hazırlanmasında emeği geçen teknisyen sayın Mustafa KOÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Temmuz 1996

Hamiyet ŞAHİN

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	VI
SUMMARY .....	VII
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
TABLO LİSTESİ.....	X
1.GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. İğne Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı.....	2
1.2.1. İğne Yapraklı Ağaçlarda Geçit Yapısı .....	4
1.2.2. Geçit Aspirasyonu.....	6
1.2.2.1. Tek Yönlü Kavisli Yüzey.....	6
1.2.2.2. Çift Yönlü Kavisli Yüzey .....	7
1.2.3. Öz Odun ve Diri Odun Özellikleri.....	10
1.3. Doğu Ladini [ <i>Picea orientalis</i> (L.) Link.].....	11
1.3.1. Yayılış Alanı .....	11
1.3.2. Botanik Özellikleri.....	12
1.3.3. Anatomik Özellikleri.....	13
1.3.3.1. Makroskopik Özellikleri.....	13
1.3.3.2. Mikroskopik Özellikler.....	13
1.3.4. Teknolojik Özellikleri .....	15
1.3.5. Kullanım Yerleri .....	16
2. DENEYSEL ÇALIŞMA .....	18
2.1. Örnek Ağaçların Seçimi.....	18
2.2. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Hazırlanması .....	18
2.3. Yıllık Halka Genişliği ile İlgili Ölçümler .....	18
2.3.1. Yıllık Halka Genişlikleri.....	18
2.3.2. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişki .....	19
2. 4. Anatomik Ölçümler .....	19
2.4.1. Preparatların Hazırlanması .....	19
2.4.2. Enine Kesitte Yapılan Ölçümler .....	19
2.4.3. Radyal Kesitte Yapılan Ölçümler.....	20
2.4.4. Teğet Kesitte Yapılan Ölçümler .....	20
2.4.5. Traheidlere İlişkin Ölçümler.....	20
2.5. Ultramikroskopik İncelemeler.....	21
2.5.1. Örneklerin Hazırlanması .....	21

2.5.2. Görüntü İnceleme.....	21
2.6. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler.....	22
3. BULGULAR.....	23
3.1. Makroskopik Özellikler .....	23
3.1.1. Yıllık Halka Genişlikleri.....	23
3.1.2. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Genişliği Arasındaki İlişki.....	25
3.1.3. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişki .....	26
3.2. Mikroskopik Özellikler .....	27
3.2.1. Traheid Uzunlukları.....	27
3.2.2. Traheid Çapları.....	30
3.2.3. Traheid Genişlikleri .....	36
3.2.4. Lümen Genişlikleri.....	38
3.2.5. Çeper Kalınlıkları.....	40
3.2.6. Kenarlı Geçit Çapları .....	44
3.2.7. Porus Çapları.....	47
3.2.8. Karşılaşma Yerlerindeki Geçit Çapları.....	49
3.2.9. Boyuna Yönde Reçine Kanallarının Çapları .....	51
3.2.10. Özışını Ölçümleri .....	53
3.2.10.1. Birim Alan ve Birim Uzunluktaki Özışını Sayısı.....	53
3.2.10.2. Maksimum Özışını Yükseklikleri ve Genişlikleri .....	57
3.2.11. Birim Alandaki Traheid Sayısı.....	60
3.3. Elektron Mikroskobu İncelemeleri .....	66
3.3.1. Taze Haldeki Örnekler.....	66
3.3.2. Hava Kuruşu Haldeki Örnekler .....	68
3.3.3. Organik Çözücü Değişimi Uygulanarak Kurutulan Örnekler .....	70
3.3.3.1. Aseton ile Muamele Edilmiş Örnekler .....	70
3.3.3.2. Pentan ile Muamele Edilmiş Örnekler.....	72
3.3.3.3. Benzen ile Muamele Edilmiş Örnekler.....	74
4. İRDELEME .....	77
4.1. Yıllık Halka Genişlikleri.....	77
4.2. Mikroskopik özellikler .....	77
4.2.1. Traheid Uzunlukları.....	77
4.2.2. Traheid Çapları.....	78
4.2.3. Traheid, Lümen Genişlikleri ve Çeper Kalınlıkları .....	80
4.2.4. Kenarlı Geçit ve Porus Çapları.....	82
4.2.5. Karşılaştırma Yerlerindeki Geçit Çapları.....	83
4.2.6. Boyuna Reçine Kanallarının Çapları.....	83

4.2.7. Özişını Ölçümleri.....	84
4.2.8. Birim Alandaki Traheid Sayısı.....	85
4.3. Geçit Aspirasyonu İncelemeleri.....	86
5. SONUÇLAR.....	88
6. ÖNERİLER .....	92
7. KAYNAKLAR.....	93
8.ÖZGEÇMİŞ.....	98



## ÖZET

Bu çalışmada, sahip olduğu yüksek teknolojik özellikleri nedeni ile ülkemiz Orman Ürünleri Endüstrisinde önemli bir yer tutan Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link. ] odununun iç morfolojik özellikleri ile bazı organik çözücülerin geçit aspirasyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Örnek ağaçlar, Maçka Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Karahava bölgesi saf Ladin meşçerelerinden seçilmiştir. Örneklerin yıllık halka genişlikleri ve yaz odunu katılım oranları belirlendikten sonra, traheidlerin boyutları ve birim alandaki sayıları, özışınlarının boyutları, birim alan ve birim uzunluktaki sayıları, reçine kanalı, kenarlı geçit, porus ve karşılaşma yerlerindeki geçit çapları ölçülmüştür. Bu ölçümlerde, öz ve diri odun, ağaç yüksekliği ( 2 m, 7 m ve 12 m gövde yüksekliklerinde) ve yıllık halka genişliği (geniş, normal ve dar yıllık halka gruplarında) baz alınmıştır. Geçit aspirasyonu incelemeleri elektron mikroskopta gerçekleştirilmiştir. Bu incelemelerde, tam yaş halden tam kuru ve hava kurusu hale getirilmiş ve ayrıca yüzey gerilimi düşük organik çözücü ile muamele edilerek serbest suyun organik çözücü ile yer değiştirmesi esasına dayanan özel bir kurutma işlemine tabi tutulmuş örnekler kullanılmıştır.

Sonuç olarak, öz odun ve diri odunun, gövde yüksekliğinin ve yıllık halka genişliğinin iç morfolojik özellikler üzerine etkilerinin önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca organik çözücü değişimi yapılarak uygulanan kurutma yönteminin geçit aspirasyonunu önlemede etkili olduğu ve organik çözücü olarak kullanılan aseton, pentan, benzen uygulamaları sonucunda ise yüzey gerilim kuvvetlerine bağlı olarak en iyi sonucun aseton ile muamele edilmiş örneklerden elde edildiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Picea orientalis* (L.) Link., İç Morfolojik Özellikler, Öz odun, Diri Odun, Gövde Yüksekliği, Yıllık Halka Genişliği, Geçit Aspirasyonu, Yüzey Gerilim Kuvveti, Organik Çözücü.

## SUMMARY

### INTERNAL MORPHOLOGICAL PROPERTIES AND THE EFFECT OF SOLVENT EXCHANGE ON THE PIT ASPIRATION IN ORIENTAL SPRUCE

[*Picea orientalis* (L.) Link.] WOOD

This study investigated the internal morphological properties of Oriental spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.] as well as the effect of solvent exchange drying utilizing low surface tension force of organic solvents on pit aspiration.

All trees used for experiments were obtained from Maçka-Karahava region. Annual ring width and the ratio of latewood were determined on samples. Dimension and the number of tracheids and rays per unit area, diameter of resin canals, bordered pits, and pits on interfaces were measured in reference to heartwood and sapwood differentiation, stem height (2 m, 7 m, and 12 m above the breast height), and width of annual rings (in categories of large, normal, and narrow). Investigations for pit aspiration was carried out on electron microscope. Prior to the experiments, samples dried with solvent exchange method. The principle of this method was the replacement of free water in wood with an organic solvent, low in surface tension. The applied organic solvents were acetone, benzene, and pentane. For comparison purposes, pit aspiration experiment also were conducted on oven-dried and air-dried wood samples.

Result indicated that the influence of heartwood and sapwood, stem height, and width of annual rings on internal morphological factors are found to be statically significant. Also solvent exchange drying was observed to be effective on pit aspiration, and the best result was obtained by acetone treatment.

**Key words:** Oriental spruce, Internal Morphological Properties, Heartwood, Sapwood, Stem Height, Annual Ring Width, Pit Aspiration, Surface Tension Forces, Organic Solvent.

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Odun Hücre Çeper Yapısı.....	3
Şekil 2. Bir Kenarlı Geçit Çiftinin Şematik Yapısı.....	5
Şekil 3. Tek Yönlü Kavisli Yüzeye Sahip Kenarlı Geçit Çiftinde Aspirasyon Oluşumu.....	6
Şekil 4. Çift Yönlü Kavisli Yüzeye Sahip Kenarlı Geçit Çiftinde Aspirasyon Oluşumu.....	7
Şekil 5. Geçit Zarı ile Geçit Kenarı Arasında Sürekli Bir Hidrojen Bağı Oluşturan Alıcı ve Verici Grupların Rolü.....	9
Şekil 6. Doğu Ladini'nin Yayılış Alanı.....	11
Şekil 7. Geniş Yıllık Halka Grubuna Ait Ağaçlarda Yıllık Halka Genişlikleri Varyans Grafiği.....	23
Şekil 8. Normal Yıllık Halka Grubuna Ait Ağaçlarda Yıllık Halka Genişlikleri Varyans Grafiği.....	24
Şekil 9. Dar Yıllık Halka Grubuna Ait Ağaçlarda Yıllık Halka Genişlikleri Varyans Grafiği.....	25
Şekil 10. Yıllık Halka Gruplarına Göre İlkbahar ve Yaz Odunu Genişlikleri.....	25
Şekil 11. Farklı Yıllık Halka Gruplarına Göre Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı.....	26
Şekil 12. Diri Odun Traheid Uzunluklarına Ait Varyans Grafiği.....	28
Şekil 13. Diri Odun Traheid Çaplarına Ait Varyans Grafiği.....	30
Şekil 14. Doğu Ladini Odununda Bir Yıllık Halka İçindeki Traheidlerin Görünüşü.....	33
Şekil 15. Diri Odun Traheid Genişliklerine Ait Varyans Grafiği.....	36
Şekil 16. Diri Odun Lümen Genişliklerine Ait Varyans Grafiği.....	39
Şekil 17. Diri Odun Çeper Kalınlıklarına Ait Varyans Grafiği.....	41
Şekil 18. Diri Odun Kenarlı Geçit Çaplarına Ait Varyans Grafiği.....	45
Şekil 19. Diri Odun Porus Çaplarına Ait Varyans Grafiği.....	48
Şekil 20. Radyal Kesitte Piceoid Tip Geçitlerin Görünüşü.....	50
Şekil 21. Diri Odun Reçine Kanalı Çaplarına Ait Varyans Grafiği.....	52
Şekil 22. Doğu Ladini Odununda Boyuna Reçine Kanallarının Görünüşü.....	53
Şekil 23. Diri Odununda Birim Uzunluktaki Özışını Sayısına Ait Varyans Grafiği.....	54
Şekil 24. Diri Odununda Birim Alandaki Özışını Sayısına Ait Varyans Grafiği.....	55
Şekil 25. Diri Odununda Maksimum Özışını Yüksekliklerine Ait Varyans Grafiği.....	57
Şekil 26. Teğet Kesitte Özışınlarının İçinde Enine Reçine Kanallarının Görünüşü.....	60



Şekil 27. Diri Odunda Birim Alandaki Traheid Sayısına Ait Varyans Grafiği.....	61
Şekil 28. Taze Halden Tam Kuru Hale Getirilen Ladin Diri Odununda Aspirasyon Sonrası Kenarlı Geçit Çiftlerinin Görünüşü.....	67
Şekil 29. Taze Halden Tam Kuru Hale Getirilen Ladin Diri Odununda Aspirasyon Sonrası Kenarlı Geçit Çiftlerinin Görünüşü.....	67
Şekil 30. Tamamen Aspirasyona Uğramış Bir Diri Odun Kenarlı Geçit Çifti.....	68
Şekil 31. Hava Kuru Haldeki Diri Odunda Aspirasyon Sonrası Kenarlı Geçit Çiftlerinin Görünüşü.....	68
Şekil 32. Hava Kuru Haldeki Öz Odunda Aspirasyon Sonrası Kenarlı Geçit Çiftlerinin Görünüşü.....	69
Şekil 33. Aspirasyona Uğramış Bir Kenarlı Geçit Çifti.....	69
Şekil 34. Aseton ile Muamele Edilmiş Ladin Diri Odunundaki Kenarlı Geçit Çiftleri.....	70
Şekil 35. Aseton ile Muamele Edilmiş Ladin Öz Odunundaki Kenarlı Geçit Çiftleri.....	71
Şekil 36. Aspirasyona Uğramamış Bir Diri Odun Kenarlı Geçit Çifti.....	71
Şekil 37. Mekanik Bir Etki Sonucu Hasar Görmüş Kenarlı Geçit Çifti.....	72
Şekil 38. Pentan ile Muamele Edilmiş Ladin Diri Odunundaki Kenarlı Geçit Çiftleri.....	72
Şekil 39. Pentan ile Muamele Edilmiş Ladin Öz Odunundaki Kenarlı Geçit Çiftleri.....	73
Şekil 40. Pentan ile Muamele Edilmiş Ladin Diri Odununda Aspirasyona Uğramış ve Uğramamış Kenarlı Geçit Çiftleri.....	73
Şekil 41. Aspirasyona Uğramamış Bir Kenarlı Geçit Çifti.....	74
Şekil 42. Benzen ile Muamele Edilmiş Ladin Diri Odununda Kenarlı Geçit Çiftleri.....	74
Şekil 43. Benzen ile Muamele Edilmiş Ladin Öz Odununda Kenarlı Geçit Çiftleri.....	75
Şekil 44. Benzen ile Muamele Edilmiş Ladin Öz Odununda Kısmen Aspirasyona Uğramış Kenarlı Geçit Çiftleri.....	75
Şekil 45. Aspirasyona Uğramamış Bir Diri Odun Kenarlı Geçit Çifti.....	76

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Morfolojik Bakımdan İğne Yapraklı Ağaç Odunu Hücreleri.....	2
Tablo 2. Bazı Organik Çözücülerin Kimyasal Özelliklerine Bağlı Olarak Geçit Aspirasyonu Oluşturabilme Kapasiteleri.....	10
Tablo 3. Doğu Ladini ile Diğer Bazı Ladin ve İğne Yapraklı Türlerin Teknolojik Özellikleri.....	17
Tablo 4. Örnek Gruplarına Göre Yıllık Halka Genişlikleri.....	23
Tablo 5. Diri Odun Traheid Uzunlukları.....	27
Tablo 6. Öz Odun Traheid Uzunlukları.....	28
Tablo 7. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O da Traheid Uzunlukları Üzerine Etkisi.....	29
Tablo 8. İ.O ve Y.O da Traheid Uzunluklarına Gövde Yüksekliğinin Etkisi.....	29
Tablo 9. İ.O ve Y.O da Traheid Uzunluklarına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi.....	30
Tablo 10. Diri Odun Traheid Çapları.....	31
Tablo 11. Öz Odun Traheid çapları.....	32
Tablo 12. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O Traheidlerinin Teğet Yöndeki Çapları Üzerine Etkisi.....	33
Tablo 13. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O Traheidlerinin Radyal Yöndeki Çapları Üzerine Etkisi.....	34
Tablo 14. İ.O ve Y.O da Traheidlerin Teğet Yöndeki Çaplarına Gövde Yüksekliğinin Etkisi.....	34
Tablo 15. İ.O ve Y.O da Traheidlerin Radyal Yöndeki Çaplarına Gövde Yüksekliğinin Etkisi.....	35
Tablo 16. İ.O ve Y.O da Traheidlerin Teğet Yöndeki Çaplarına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi.....	35
Tablo 17. İ.O ve Y.O da Traheidlerin Radyal Yöndeki Çaplarına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi.....	36
Tablo 18. Diri Odun Traheid Genişlikleri.....	37
Tablo 19. Öz Odun Traheid Genişlikleri.....	38
Tablo 20. Diri Odun Lümen Genişlikleri.....	39
Tablo 21. Öz Odun Lümen Genişlikleri.....	40
Tablo 22. Diri Odun Çeper Kalınlıkları.....	41
Tablo 23. Öz Odun Çeper Kalınlıkları.....	42
Tablo 24. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O da Çeper Kalınlığı Üzerine Etkisi.....	42
Tablo 25. İ.O ve Y.O da Çeper Kalınlığına Gövde Yüksekliğinin Etkisi.....	43

Tablo 26. İ.O ve Y.O da Çeper Kalınlığına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi.....	43
Tablo 27. Diri Odun Kenarlı Geçit Çapları.....	44
Tablo 28. Öz Odun Kenarlı Geçit Çapları.....	45
Tablo 29. Öz Odun Ve Diri Odunun Kenarlı Geçitlerin Boyuna ve Enine Yöndeki Çapları Üzerine Etkisi.....	46
Tablo 30. Kenarlı Geçitlerin Boyuna ve Enine Yöndeki Çaplarına Gövde Yüksekliğinin Etkisi.....	46
Tablo 31. Kenarlı Geçitlerin Boyuna ve Enine Yöndeki Çaplarına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi.....	47
Tablo 32. Diri Odun Porus Çapları.....	48
Tablo 33. Öz Odun Porus Çapları.....	49
Tablo 34. Karşılaşma Yerlerindeki Geçit Çapları.....	50
Tablo 35. Diri Odunda Boyuna Yöndeki Reçine Kanallarının Çapları.....	51
Tablo 36. Öz Odunda Boyuna Yöndeki Reçine Kanallarının Çapları.....	52
Tablo 37. Diri Odunda Özışınlarının Birim Alan ve Birim Uzunluktaki Sayıları.....	54
Tablo 38. Öz Odunda Özışınlarının Birim Alan ve Birim Uzunluktaki Sayıları.....	55
Tablo 39. Öz Odun ve Diri Odunun Birim Alandaki Özışını Sayısı Üzerine Etkisi.....	56
Tablo 40. Birim Alandaki Özışını Sayısına Gövde Yüksekliğinin Etkisi.....	56
Tablo 41. Birim Alandaki Özışını Sayısına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi.....	56
Tablo 42. Diri Odunda Özışını Yükseklikleri ve Genişlikleri.....	58
Tablo 43. Öz Odunda Özışını Yükseklik ve Genişlikleri.....	59
Tablo 44. Diri Odunda Birim Alandaki Traheid Sayısı.....	61
Tablo 45. Öz Odunda Birim Alandaki Traheid Sayısı.....	62
Tablo 46. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayısı Üzerine Etkisi.....	62
Tablo 47. İ.O ve Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayısına Gövde Yüksekliğinin Etkisi.....	63
Tablo 48. İ.O ve Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayısına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi.....	63
Tablo 49. İç Morfolojik Özelliklere Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamalarının Scheffe Çoklu Karşılaştırma Sonuçları.....	64
Tablo 50. Traheid Uzunlukları.....	77
Tablo 51. Doğu Ladini ve Diğer Bazı Önemli İYA Türlerinin Traheid Uzunlukları.....	78
Tablo 52. Traheid Çapları.....	79
Tablo 53. Traheid, Lümen Genişlikleri ve Çeper Kalınlıkları.....	80
Tablo 54. Kenarlı Geçit ve Porus Çapları.....	82
Tablo 55. Reçine Kanalı Çapları.....	83

Tablo 56. Özişını Sayıları, Yükseklikleri ve Genişlikleri.....	84
Tablo 57. Birim Alandaki Traheid Sayısı.....	85
Tablo 58. Kullanılan Organik Çözücülerin Bazı Kimyasal Özellikleri.....	86
Tablo 59. Doğu Ladini Odununun İç Morfolojik Özellikleri.....	91



# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Ağaç malzemenin iç morfolojik özellikleri ile higroskopik, permeabilite, özgül ağırlık, termik, elektriksel, akustik, sürtünme özellikleri olarak bilinen fiziksel özellikleri arasında önemli ilişkiler mevcuttur (1). Örneğin ağaç malzemenin permeabilitesine etki eden faktörler incelendiğinde, kullanılan akışkanın fiziksel özelliklerinin sabit olduğu kabul edilirse, permeabilite tamamen malzemenin iç morfolojik özelliklerine bağlıdır. Bu yapı içerisinde akışa belirli oranlarda direnç gösteren traheidler, özışınları, özışını traheidleri, kenarlı geçit çiftleri, reçine kanalları ayrı birer faktör olarak ele alınır. Teorik olarak, tüm bu faktörlerin gövde yüksekliğine, diri odun ve öz odun kısmına ve yıllık halka genişliğine göre değişiklik gösterdiği bilinmekle birlikte, ülkemizde yetişen doğal türlere yönelik detaylı araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

Ülkemizde yalnız Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğal yayılış alanı bulunan ve odununun sahip olduğu yüksek teknolojik özellikleri nedeni ile gerek odun kökenli endüstrilerin ve gerekse pratik amaçlı odun kullanımının hemen her dalında aranan bir tür olan Doğu Ladini, ülkemiz ekonomisi bakımından da önde gelen türler arasındadır. Ancak, iç morfolojik özelliklerinden özellikle kenarlı geçitlerinin kolay aspirasyona uğraması nedeni ile akışa önemli ölçüde direnç göstermesi, özellikle emprenye sanayiindeki kullanımı için önemli sorunlar oluşturmaktadır.

Emprenye maddelerinin ağaç malzeme içerisine nüfuz etmesinde esas rolü kenarlı geçit çiftleri üstlenmektedir. Ancak reçine kanallarının da boyuna yönde akışı kolaylaştırdığı ve özışını traheidleri ve özışını paranzim hücrelerinin ise radyal yöndeki akışta etkili oldukları bilinmektedir (2, 3).

Geçit aspirasyonu iğne yapraklı ağaçlar için ortak bir sorun olup birçok araştırmaya konu olmuştur (4, 5, 6). Bu araştırmaların sonuçlarına göre, ağaç malzemedeki geçit aspirasyonu üzerinde geçitlerin doğal yapısının ve akışkanın higroskopik özelliklerinin de en az yüzey gerilim ve kapılar basınç kadar önemli bir etkiye sahip olduğu ve odundaki serbest suyun organik bir çözücü ile yer değiştirilmesi sağlandıktan sonra kurutulması halinde geçit aspirasyonunun önemli oranda azaltılabileceği belirtilmektedir.

Doğu Ladini'nin anatomik yapısının detaylı olarak bilinmesi ile bu odunun emprenye, kağıt, kimyasal modifikasyon ve kurşun kalem sanayiinde kullanımının artırılmasına ve gelecekteki kullanım alanlarına uygunluk derecesini saptamaya yönelik çalışmalara bilimsel verilerin hazırlanması önemlidir.

Bu amaç doğrultusunda, öncelikle öz odun - diri odun, gövde yüksekliği ve yıllık halka genişliğinin Doğu Ladini odununun anatomik yapısını oluşturan elemanlar üzerine

etkisi araştırılmıştır. Daha sonra, elektron mikroskop çalışmaları ile, serbest su ile bazı organik çözücülerin yer değiştirilmesi esasına göre uygulanan bir kurutmanın geçit aspirasyonunu nasıl etkilediği incelenmiş ve elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılmıştır.

## 1.2. İğne Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı

İğne yapraklı ağaç odun dokusunda traheidler ve paranzim hücreleri olmak üzere iki hücre çeşidi vardır. Bunlar morfolojik özellikleri bakımından boyuna ve enine yönde olmak üzere iki grupta incelenebilir (7).

Tablo 1. Morfolojik Bakımdan İğne Yapraklı Ağaç Odunu Hücreleri

Boyuna Elemanlar		Enine Elemanlar	
Prozenşimatik	Paranzimatik	Prozenşimatik	Paranzimatik
İlkbahar odunu traheidleri	Boyuna paranzimler	Özışını traheidleri	Özışını paranzimleri
Yaz odunu traheidleri	Boyuna reçine kanalı etrafındaki epitel hücreleri		Enine reçine kanalı etrafındaki epitel hücreleri
Basınç odunu traheidleri			

İYA odunlarında iletim elemanları prozenşimatik hücreler olan boyuna traheidler ve özışını traheidleridir. Özışını paranzimleri, boyuna paranzim hücreleri, reçine kanallarını çevreleyen epitel hücreleri paranzimatik hücreler olup dikili ağaçlarda genellikle karbonhidratların depolanması işlevini görürler.

İYA odunlarının büyük bir kısmını oluşturan boyuna traheidler uzun, uçları incelmış, enine kesitleri dört ile altıgen olan prizmatik hücreler olup ilkbahar odunu traheidleri yaz odunu traheidlerine nazaran daha kısa, uçları küt, geniş lümenli ve ince çeperli, yaz odunu traheidleri ise daha uzun, uçları sivri, dar lümenli ve kalın çeperlidir. Traheidlerin teğet yöndeki çapları kalıtsal, radyal yöndeki çapları ise bölge, iklim, yükseklik gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Ağaç türlerine göre teğet çap 10 - 80 µm, traheid uzunluğu 1 - 11 mm arasında değişmektedir (8, 9). İYA odununda boyuna yönde akış bir traheidten diğerine kenarlı geçit çiftlerinin yardımı ile gerçekleşir. Genellikle traheidlerin radyal çeperleri üzerinde bulunan geçitler teğet çeperlerdekinden daha büyüktür ve teğet çeperlerdeki geçitler yaz odununun son traheidleri ile yıllık halka başlangıcındaki traheidlerde bulunurlar (3, 10).

Radyal yönde uzanan özışını traheidleri genellikle özışını paranzim hücrelerinin kenar kısımlarında bulunurlar. Ancak türlere bağlı olarak, özışını paranzim hücrelerinin aralarında veya tamamen ayrı bir grup oluşturarak da bulunabilirler. Özışını traheidlerinin çeperlerinde bulunan kenarlı geçitler, boyuna traheidlerin çeperlerinde bulunan kenarlı

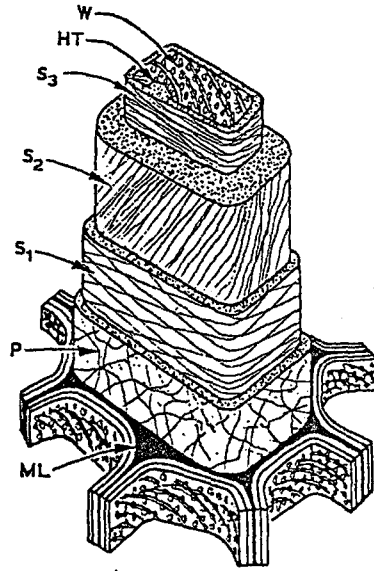
geçitlerden daha küçüktür ve radyal çeperlerde bulunabildikleri gibi teğet çeperlerde de bulunabilirler (11). Yaz odununda bulunan özışını traheidlerinin uzunluğu ilkbahar odununda bulunanların yaklaşık yarısı kadardır ve bu özellik Ladin (*Picea spp.*)'in koruyucu maddelerle emprenyesinin ilkbahar odununda yaz odununa oranla daha fazla olmasının bir açıklaması olarak kabul edilir (12).

Bazı İYA türlerinde bulunan boyuna paraşimler genellikle dağınık bir şekilde bazen de yıllık halkanın dış kenarında dar konsantrik bantlar halinde yerleşmişlerdir (11).

Reçine kanalları, traheidler arasında eksene paralel (boyuna) ve özışınları içinde yatay şekilde yerleşmişlerdir. Ladin, Çam gibi türlerde her ikisinde bulunmakla beraber, bazı türlerde hiç yoktur veya bazılarında yalnızca birisi bulunmaktadır.

İYA'larda boyuna traheidlerle özışını paraşim hücrelerinin karşılaşma yerlerinde, pineoid, piceoid, cupressoid, taxodioid ve pencere şeklinde özel tip geçitler bulunmaktadır.

Elektron mikroskobu çalışmaları ile odun hücre çeperinin herbiri farklı karakteristik mikrofibril düzenine sahip tabakalardan oluştuğu belirtilmiştir (13). Hücre çeperinin en dış tabakası olan primer çeperde mikrofibriller gevşek bir yapıda olup gayrimuntazam bir örgü şeklindedir ve mikrofibrillerin yönü hücre eksenine ile  $85^\circ$  lik bir açı yapmaktadır. Sekonder çeper  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  tabakalarından oluşmakta olup  $S_1$  tabakasında mikrofibriller yatık helezon şeklinde yönelerek hücre eksenine yaklaşık  $50^\circ - 70^\circ$  lik açı yaparlar. En kalın tabaka olan  $S_2$ , ağaç malzemedeki gerek direnç özellikleri ve gerekse fiziksel özellikler üzerinde en fazla etkiye sahip olup bu tabakadaki mikrofibriller hücre eksenine ile  $10^\circ - 30^\circ$  açı yapacak şekilde yerleşmişlerdir.  $S_3$  tabakasında ise mikrofibriller hücre eksenine ile  $60^\circ - 90^\circ$  açı yapmakta ve bu tabaka siğilli bir tabaka ile çevrilmiş bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Odun Hücre Çeper Yapısı (13)

ML, Orta lamel; P, Primer çeper;  $S_1$ , Sekonder çeperin dış tabakası;  $S_2$ , Sekonder çeperin orta tabakası;  $S_3$ , Sekonder çeperin iç tabakası; HT, Helisel kalınlaşma; W, Siğilli tabaka.

Hücre çeperinin kalınlaşması ve primer çeper üzerinde sekonder çeper tabakasının oluşması sırasında, sekonder çeperde kanal şeklinde geçitler oluşmakta olup bu geçitler geçit zarı ve geçit boşluğu olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Geçit zarı, orta lamel ile primer çeper tabakalarından oluşan geçirgen bir yapıya sahiptir. Geçit boşluğu ise geçit zarı ile lümen arasındaki kısmı kapsamakta ve sekonder çeper tarafından çevrelenmektedir (14).

### 1.2.1. İğne Yapraklı Ağaçlarda Geçit Yapısı

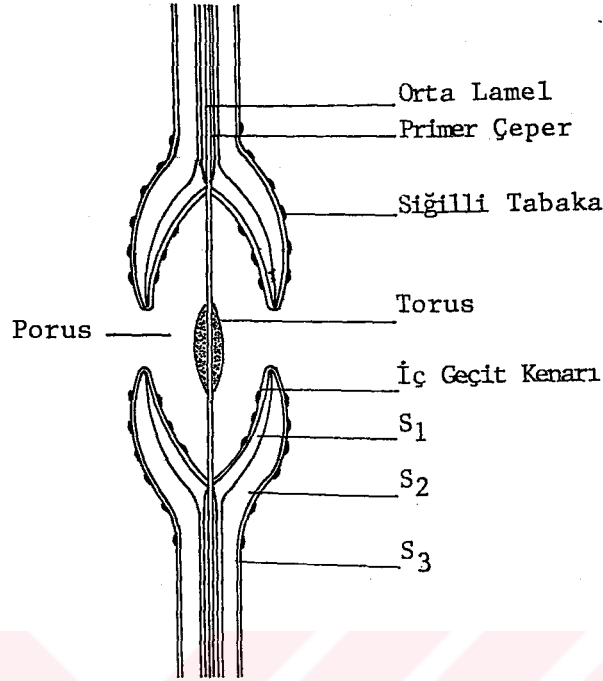
İYA'larda boyuna traheidler arasında ve boyuna traheidlerle özışını traheidleri arasında kenarlı geçit çiftleri, özışını traheidleri ile paranzim hücreleri arasında yarı kenarlı geçit çiftleri ve boyuna paranzim ile özışını hücrelerinin kendi aralarında da basit geçit çiftleri bulunur (8).

İYA'larda traheid lümeninden geçerek geçit girişine gelen akışkan, sırası ile geçit boşluğu ve geçit zarı açıklıklarından geçerek diğer hücre lümenine ulaşır (7).

Basit geçitlerde hücre boşluğu ya düzgündür yada lümene doğru hafif bir şekilde genişlemiştir. Kenarlı geçitlerde ise geçit boşluğu, hücre lümeninden bitişikteki hücreye gidildikçe fazla miktarda genişlemekte ve kubbe şeklini almaktadır. Kenarlı geçitin lümene doğru dar olan giriş kısmına *geçit ağzı (porus)* denir. İYA'larda geçit zarının orta kısmı iki yandan kalınlaşarak mercek şeklini almaktadır. *Torus* adı verilen bu kalınlaşmış kısım ile geçit kenarı arasındaki kısma *margo* adı verilmektedir. Margoda, primer çeper ağından oluşmuş torustan geçit kenarına kadar yarıçap yönünde uzanan ve torusu geçit kenarına bağlayan mikrofibriler bir yapı bulunur. Hücre gelişim evreleri sırasında enzimlerle dolu olan bu kısımda 0.1 - 1.0  $\mu\text{m}$  çapında mikrofibril demetleri oluşmakta ve buradan sıvı akışları olabildiği gibi çok küçük katı taneciklerin akışları da sağlanabilmektedir (7, 15). Margo hem torustan hem de orta lamelden daha az selüloz içerir ve genellikle çok yüksek bir poroziteye sahiptir. Ancak, boyuna ve özışını traheidleri arasındaki ve yaz odunu traheidleri arasındaki geçitlerde zarlar ya kısmen delikli yada tamamen deliksizdir. Ayrıca özellikle ilkbahar odununda özışını traheidlerinin geçit zarları genellikle porozif ve kalın zarlı bir yapıya sahiptirler. Bu nedenle bu tip geçitler aspirasyona uğramazlar (16).

Sekonder çeperin kenarlı geçit bölgesindeki mikrofibrillerin düzeni hakkında birçok araştırma yapılmış olup çeşitli görüşler mevcuttur (2, 14, 17, 18). Harada ve Cote'ye göre (18), İYA'larda kenarlı geçitlerin iç yüzeyi konsantrik mikrofibriler bir yapıya sahip olup geçit açıklığı (porus) S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> mikrofibrilleri ile iç geçit kenarı ise S<sub>1</sub> tabakası ile çevrelenmiştir. S<sub>2</sub> tabakasının mikrofibrilleri hücre eksenine yaklaşık paralel ve S<sub>3</sub> tabakasının mikrofibrilleri ise dik bir şekilde yöneliş gösterirken, porusa yakın bölgelerde her iki tabakanın mikrofibrilleri akışa izin verecek şekilde geçit açıklığı etrafında yönelmişlerdir (Şekil 2).





Şekil 2. Bir Kenarlı Geçit Çiftinin Şematik Yapısı (18)

İlkbahar odunu traheidlerinde bulunan kenarlı geçitler yaz odunu traheidlerinde bulunanlara oranla daha fazla ve büyük çaplıdır. Yaz odunu radyal çeperlerindeki geçitler ise daha az sayıda ve yaz odununa doğru gidildikçe radyal çeper genişliği azaldığı için daha küçük çaplıdır. Ayrıca yaz odunundaki geçitler yaklaşık 10  $\mu\text{m}$  çapta, ilkbahar odunu geçitleri ise 15 - 20  $\mu\text{m}$  çaptadır. Buna bağlı olarak yaz odunu geçit zarı ilkbahar odununa oranla çok daha kalın liflere ve kabuklaşmış torusa sahiptir (19, 20). Kenarlı geçitlerde geçit boşluğu iz düşümü oval veya elips şeklindedir. Porusun izi oval, elips veya yarık şeklinde olabilir. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerinde enine yöndeki geçit sayısı radyal çeperlerin genişliğine bağlıdır. Traheidlerin radyal çapı arttıkça enine yöndeki geçit sayısı da artar. Radyal çeperlerdeki bu geçitler enine yönde yatay sıralar oluştururlar (7).

İYA'ların kenarlı geçit çiftlerinde özellikle öz odununda permeabiliteyi azaltan üç önemli faktör vardır. Birinci faktör, akışa direnç gösteren ve en önemli faktör olarak kabul edilen geçit aspirasyonu olup torusun geçit kısmını kapatacak şekilde emilmesi olayıdır. İkinci faktör, geçit zarı açıklıklarının ekstraktiflerle tıkanmasıdır. Ancak bu tıkanmalar odunun sıcak su ile muamele edilmesi sonucunda giderilebilmektedir. Üçüncü faktör ise yine geçit zarı açıklıklarının lignine benzer maddelerle kabuk şeklinde tıkanmasıdır. Bu kabuklaşma ise odunun seyreltik asetik asit içerisindeki sodyum klorit ile çözündürülebilmektedir (20).

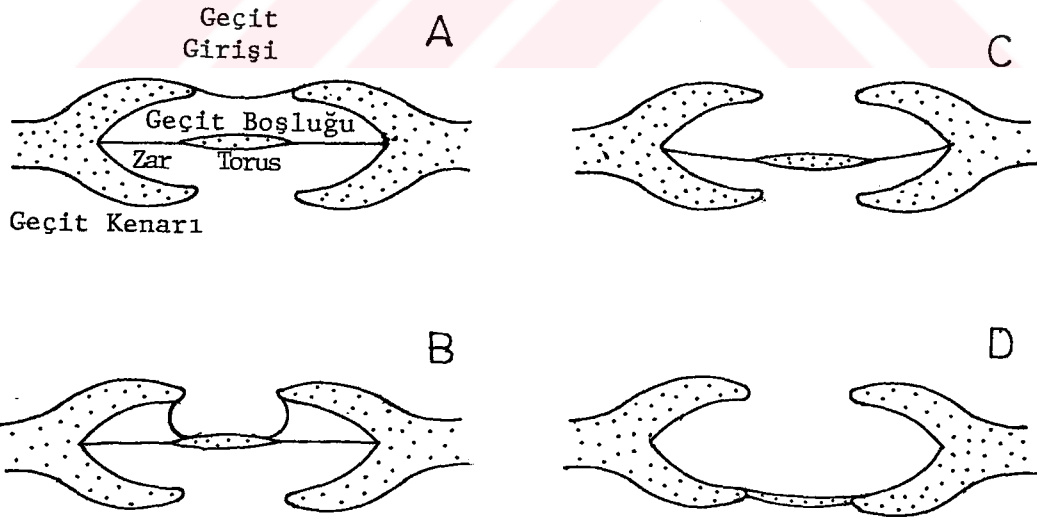
### 1.2.2. Geçit Aspirasyonu

İYA'larda gelişimini tamamlamış bir kenarlı geçit çiftinde geçit zarı (margo) geçit boşluğunun tam ortasında bulunur ve akış bir lümeden diğerine margodan geçerek sağlanır. Bu şekildeki bir geçit zarının statik konumu çevresindeki su fazının kapılar basıncına bağlıdır. Basıncıta oluşan değişimler sonucunda, torus mevcut konumundan kayarak basınç yönündeki geçit girişine doğru yönelmekte ve kısmen veya tamamen geçit ağzını kapatarak geçit aspirasyonu oluşumuna neden olmaktadır. Odunun kurutulması sırasında, geçit aspirasyonu özellikle taze halden lif doygunluk noktası (LDN) rutubet derecesine kadar önemli ölçüde artar (21).

Genel olarak, geçit aspirasyonu İYA odunlarında su fazının kenarlı geçit çiftlerinin geçit girişinde oluşturduğu kavisli yüzeyin durumuna göre 2 farklı konumda meydana gelir (22).

#### 1.2.2.1. Tek Yönlü Kavisli Yüzey

Kenarlı geçit çiftinin bir tarafı kapalı su fazında ise diğer tarafta kavisli yüzeyde buharlaşma nedeni ile bir gerilim oluşur (Şekil 3 A) ve kavis çapı geçit boşluğundan margoya doğru artar (Şekil 3 B).



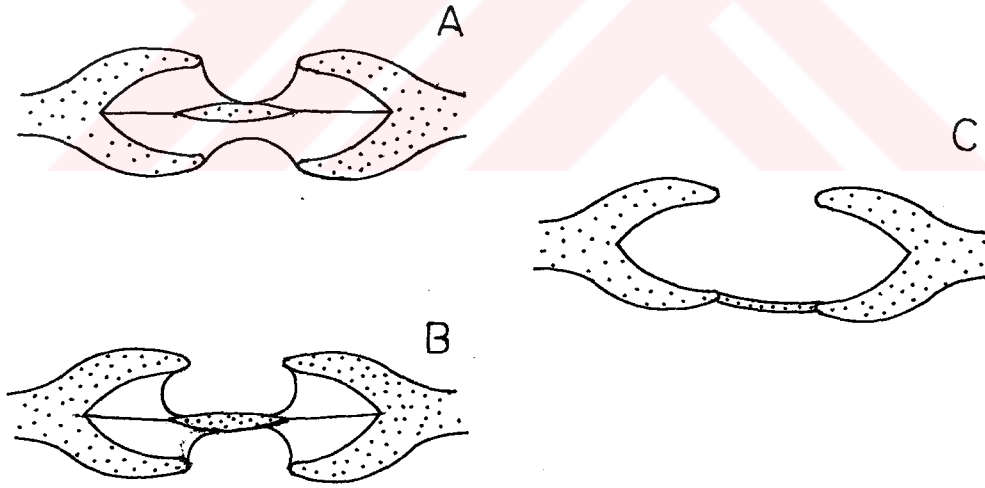
Şekil 3. Tek Yönlü Kavisli Yüzeye Sahip Kenarlı Geçit Çiftinde Aspirasyon Oluşumu (22)

Başlangıçta su fazındaki düşük yüzey gerilim nedeni ile margo geçit boşluğunda düz bir konumdadır. Ancak buharlaşmanın devam etmesi ile su fazındaki basıncın çekme etkisi

ve hava fazındaki basıncın artması ile geçit zarı su tarafındaki geçit girişine doğru çekilir (Şekil 3 C). Kavisli yüzey çapı ve yüzey gerilimindeki bu sürekli artış torusun geçit girişini tamamen kapatmasına kadar sürer. Bu şekildeki bir aspirasyon olayında geçit tıkanması her zaman su fazı tarafında oluşur (Şekil 3 D). Genel olarak bu aspirasyon oluşumu, serbest suyun buharlaşması sırasında, bir lümendeki serbest su tamamen buharlaşırken kenarlı geçit ile bağlantılı olan diğer lümenin henüz serbest su ile dolu olduğu durumlarda görülür.

#### 1.2.2.2. Çift Yönlü Kavisli Yüzey

Kurutma sırasında odun rutubeti lif doygunluk noktasına yaklaştıkça özellikle ilkbahar odunu traheidlerindeki kenarlı geçitlerin büyük bir bölümü serbest suyun lümenlerden buharlaşması sırasında geçitin her iki tarafında oluşan kavisli yüzey etkisi ile aspirasyona uğrar (Şekil 4 A). Serbest suyun buharlaşmaya devam etmesi sonucu kapilar basıncın diğerine oranla daha fazla olan kavisli yüzeyi ile torus bir süre sonra temas haline gelir (Şekil 4 B). Kavisli yüzey çapının giderek arttığı taraftaki kapilar gerilimin çekme etkisi ile torus geçit girişini tamamen kapatarak aspirasyona neden olur (Şekil 4 C).



Şekil 4. Çift Yönlü Kavisli Yüzeye Sahip Kenarlı Geçit Çiftinde Aspirasyon Oluşumu (22)

Yukarıda açıklanan her iki aspirasyon mekanizması gerek dikili ağaçlarda ve gerekse kurutma sırasındaki serbest suyun buharlaşması sırasında görülebilmektedir.

Comstock ve Cote' ye göre (23), geçit aspirasyonunun kontrol edilmesinde c önemli faktör etkin bir rol oynamaktadır. Bunlar;

1. Geçit zarını mevcut konumundan çekerek, aspirasyona neden olan yüzey gerilim kuvveti,
2. Geçit zarının yüzey gerilim kuvvetlerine ters yönde etki gösteren kendi doğal direnci,
3. Aspirasyon sonrası geçit zarının geçit kenarına olan yapışma direncidir.

Birinci faktör, esas olarak sıvının yüzey gerilimine ve geçit açıklığı (porus), geçit boşluğu, torus ve geçit zarının porozif yapısına bağlıdır. Hart ve Thomas' a göre (22), geçit aspirasyonu tamamen mevcut yüzey gerilim kuvvetleri ve kapılar basıncın byklğine bağlıdır.

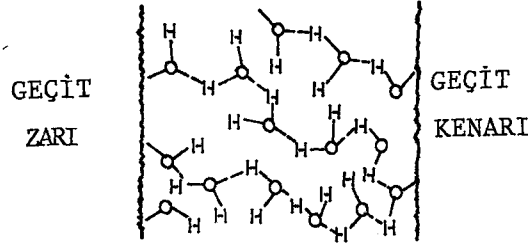
Daha sert olan geçit zarının aspirasyona uğraması için daha büyük kuvvet gereklidir. İlbahar odunu geçitleri, yaz odunu geçitlerine nazaran daha büyük olması ve geçit zarının daha ince ve gevşek yapısı nedeni ile torusun ve margoyu saran selülozik mikrofibrillerin statik dirençlerinin zayıflığı da bilinmektedir. Dolayısı ile kurutma sırasında odun lif doğunluk noktasına yaklaştıkça ilkbahar odununda bulunan kenarlı geçitlerin büyük bir kısmı aspirasyona maruz kalırken, aynı yüzey gerilim ve kapılar basınç altında yaz odunu traheidlerinin bazı kenarlı geçitlerinde aspirasyon görülür (17). Nitekim, Thomas ve Kringstad (24) ve Banks (5) yaptıkları çalışmalar sonucunda aspirasyon oluşumu ve dolayısıyla permeabilitenin azalmasında, geçitlerin doğal yapısının ve akışkanın higroskopik özelliklerinin de en az yüzey gerilim kuvvetleri ve kapılar basınç kadar önemli bir etken olduğunu göstermişlerdir.

Thomas ve Kringstad'a göre (24), geçit aspirasyonu sıvının aşağıdaki özelliklerine bağlıdır. Bunlar;

1. Hidrojen bağı oluşturabilen fonksiyonel gruplarının olması,
2. Odunun şişme özelliği üzerinde suya oranla eşit yada daha fazla etkili olması,
3. Yüzey gerilim kuvvetinin geçit zarının yer değişimini sağlayabilecek derecede büyük olması.

Odunun serbest hidroksil grupları, buharlaşan sıvının fonksiyonel grupları ile hidrojen bağı oluşturarak, hem geçitin aspirasyona uğraması için gerekli olan kapılar kuvvetlerin oluşmasına hemde geçit zarı ile geçit kenarı arasında bir yapışmanın meydana gelmesine ve aspirasyona uğramış geçitin bu durumunu korumasına neden olmaktadır. Kimyasal bağ oluşturmak için molekül yapısında hem alıcı hem de verici grupları olan organik zcler sadece serbest hidroksil grupları ile değil aynı zamanda kendi ilerinde de bağ oluşturarak geçit zarı ve geçit kenarı arasında çapraz bağlar yapabilirler (Şekil 5). Bu bağlar da kapılar gerilimin iletimini arttırarak aspirasyon oluşumunu kolaylaştırır. Bağ yapabilen alıcı ve verici gruplardan birine veya her ikisine de sahip olmayan organik

çözücülerde kuvvetli çapraz bağlar oluşmadığı için aspirasyon etkisi de o oranda azalabilmektedir.



Şekil 5. Geçit Zarı İle Geçit Kenarı Arasında Sürekli Bir Hidrojen Bağı Oluşturan Alıcı ve Verici Grupların Rolü (25)

Hidrojen bağı oluşturma kapasitesi ile yüzey gerilim kuvveti arasında kesin bir ilişki henüz bulunmamakla birlikte, odunun higroskopik sınırlar içerisinde adsorpsiyon halinde şişmesi hidrojen bağı oluşumu ile doğrudan ilişkilidir. Margodaki fibrillerin selülozik yapıda oldukları kabul edilirse, adsorpsiyon halinde hücre çeperinde meydana gelen şişme, margodaki selülozik fibrilleri de genişleterek geçit açıklıklarının daralmasına neden olur. Bu mekanizma ise aspirasyonu kolaylaştırıp akışı engelleyebilir (26).

Yapılan araştırmalar (4, 6, 21, 22, 23, 27, 28), odunun bir süre yüzey gerilimi düşük organik çözücü içerisinde bekletilerek serbest suyun organik çözücü ile yer değiştirmesi sağlandıktan sonra kurutulması halinde geçit aspirasyonunun bir miktar önlenilebileceğini göstermiştir. Ayrıca, suya göre daha düşük polariteye sahip bir organik çözücünün kullanılması kapilar gerilimleri azaltacağından torusun merkezi konumda kalmasını sağlayabilecektir. Geçitlerin aspirasyona uğramaları halinde ise, odunun su ile tam doyum hale getirildikten sonra çözücü değişimi yapılarak tekrar kurutulması durumunda da bazı geçitlerin açılması (deaspirasyon) sağlanabilmektedir. Liese ve Bauch'a göre (4), serbest su ile yer değiştirmek amacı ile kullanılan çözücünün 26 dyne/cm'den daha düşük bir yüzey gerilimine sahip olması halinde aspirasyon önlenilebilmektedir.

Aspirasyona neden olan kapilar kuvvetler sıvının yüzey gerilimine ve kavisli yüzeyin temas açısına bağlıdır. Bu nedenle yüzey gerilimi farklı iki ayrı organik çözücü ile odundaki suyun yer değiştirilmesi esasına göre yapılan bir kurutma işleminin birinde aspirasyon olurken diğerinde olmayabilir. Thomas ve Krinstad (24) tarafından bu yaklaşımla yapılan çalışmaların bir özeti Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Bazı Organik Çözücülerin Kimyasal Özelliklerine Bağlı Olarak Geçit Aspirasyonu Oluşturabilme Kapasiteleri

Organik Çözücü	Formül	A ve V Gruplar	$\sigma$ (Dyne/cm)	Suya Göre Şişme Özelliği	Aspirasyon + (Evet) - (Hayır)
Amonyak	NH <sub>3</sub>	A ve V	18	116	+
Dietilamin	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH	A ve V	16	108	+
Su	H <sub>2</sub> O	A ve V	72	100	+
Metanol	CH <sub>3</sub> OH	A ve V	22	95	+/-
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N	A ve V	23	83	+
Piridin	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	A	38	118	-
Furfurol	C <sub>4</sub> H <sub>3</sub> CHO	A	44	68	-
Aseton	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	A	23	63	-
Benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	-	29	0	-
Pentan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	-	16	3	-

$\sigma$ : Yüzey Gerilim Sabiti

A: Hidrojen Bağlı Oluşturabilen Alıcı Gruplar

V: Hidrojen Bağlı Oluşturabilen Verici Gruplar

### 1.2.3. Öz Odun ve Diri Odun Özellikleri

Genç yaştaki ağaçlarda ağacın bütün gövdesi, besi suyu iletimine, mekanik destek sağlama ve rezerve maddelerini depo etme görevini yerine getirmektedir. Ağaç yaşlandıkça ve gövde kalınlaştıkça gövdenin iç kısmına gerek görülmekte ve bu kısımdaki yaşayan paransim hücrelerinin protoplazmaları ölmektedir. Gövdenin dış kısmında yaşayan hücreler içeren, su ileten, ağacın hayatında aktif rol oynayan açık renkli kısma diri odun; iç kısımda ölü hücrelerden oluşan ve genellikle koyu renkli olan özün etrafını kuşatan kısma öz odun denir (29).

Öz odun oluşumu ile ilgili iki hipotez mevcut olup, bunlardan ilki, kapalı hücre sistemi içersine havanın dolmasıyla öz odunun oluştuğu görüşünü savunmaktadır. Bu durum ekstraktiflerin paransim hücrelerine yerleşerek protoplazmaların ölümüne yol açan ikincil bir değişime neden olmaktadır. Daha yeni bir hipotez olan Rudman'ın görüşüne göre (30) ise öz odun,

1. Yılın belli periyotlarında ağacın tepe kısmının su gereksiniminin gövdenin iç kısımlarının rutubet miktarını azalttığına,

2. Ağacın fotosentetik aktiviteleriyle gerekenden çok daha fazla miktarda besin maddesi depolandığında oluşmaktadır.

Bu koşullar altında, diri odun paransim hücrelerinde bulunan nişasta, çözünebilir karbonhidratlara hidroliz edilir ve tek yönlü bir reaksiyonla ekstraktif maddelere dönüşür.

Fotosentetik olarak gereksiniminden daha fazla besin maddesi üreten bir ağaçta, genç olmasına rağmen öz odunu oluşumu başlayabilir. Böylece bu türlerin olgun ağaçları geniş öz odun ile dar diri oduna sahip olur. Aksine, gereksinimi kadar besin maddesi üreten bir ağaçta ise öz odunu oluşumu geçikir veya hiç oluşmaz (30).

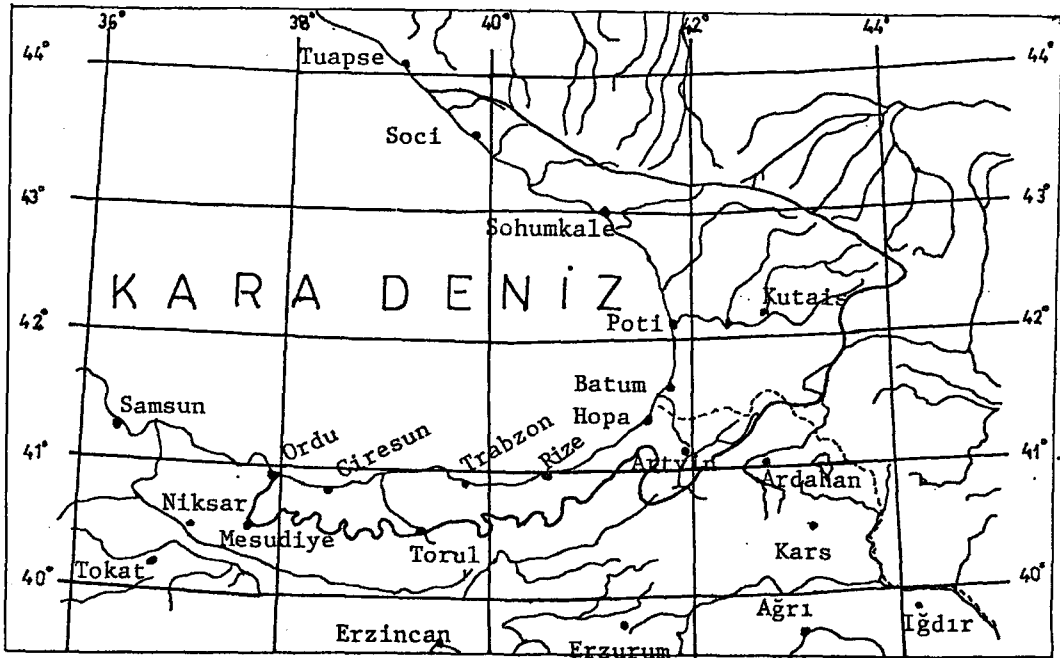
Bunlara göre, ağaçtaki diri odun ve öz odun miktarı, ağaç türü, ağaç yaşı, ağaçtaki pozisyon, büyüme hızı ve yetiştirme muhiti gibi faktörlerle ilişkilidir (31). Örneğin, Ladin'de diri odun Çam'a nazaran daha dar olup bütün ağaç gövdesi boyunca yaklaşık olarak aynı genişlikte devam etmekte ve tepeye doğru çok az bir genişleme göstermektedir (29).

İYA'larda diri odunun rutubet miktarı öz oduna oranla daha fazladır (31). Ayrıca diri odunun permeabilitesi öz odun permeabilitesinden daha yüksektir. Öz odunlarının koyu renkli ekstraktif maddelerce zengin olmamasından dolayı Sıtka Ladini hariç diğer Ladinler, Gökmar ve Tsuga öz odun ve diri odunu renk bakımından farklılık göstermez (32).

### 1.3. Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.]

#### 1.3.1. Yayılış Alanı

Doğu Ladini'nin yayılışı yereldir (33). Kafkasya ile ülkemizin kuzey doğusunda  $40^{\circ}23'$  -  $43^{\circ}50'$  kuzey enlemleri ile  $37^{\circ}40'$  -  $44^{\circ}13'$  doğu boylamları arasında yayılışını yapar (Şekil 6).



Şekil 6. Doğu Ladini'nin Yayılış Alanı (33)

Ülkemizde Sovyetler Birliği sınırı ile Ordu - Melet ırmağı arasında, dağların denize bakan yamaçlarında saf ve karışık meşcereler oluşturur (34, 35). Doğu Karadenizin batı kısımlarında bu ağacın yayılışını sınırlayan faktör rutubettir (36).

Genellikle 900 - 2200 m yükseltiler arasında denize dönük nemli yamaçlarda yayılmaktadır. Karadeniz ardı bölgelerde ise nemli deniz rüzgarlarının içlere değin taşınmasına olanak veren Çoruh Nehri ve Harşit Çayı'nın etkisinde kalan alanlarda, yüksek dağların yine kuzey yamaçlarında saf ve karışık olarak yayılım göstermektedir (37). Genellikle 900 - 1500 m'ler arasında karışık, 1500 - 2200 m bazen de 2400 m'ler arasında saf ormanlar kurar. Atilla Ormanları, Yalnız Çam Dağları'nda, Karanlık Meşe Ormanları ve Torul-Sarıç Dağları'nda olduğu gibi Karadeniz ardı kesimlere geçebilmekte ve bu kesimlerde son ağaç sınırına (2400 - 2500 m) ulaşmaktadır (38). Trabzon civarında saf ormanları 900 - 1650 m'lerden sonra başlamakta, Meryemana Yöresinde 1500 - 1650 m ye kadar çıkmaktadır. Karışıma girdiği önemli türlerin başında Sarıçam, Doğu Karadeniz Göknarı ve Doğu Kayını gelmektedir (39).

### 1.3.2. Botanik Özellikleri

Gymnospermae'lerin Coniferae sınıfının Pinacea Familyasının Abitoidae alt familyasından Picea cinsinin bir türü olan Doğu Ladini, 40 - 50 m bazen 60 m boylara ulaşan, 1.5 - 2 m çap yapabilen, dolgun ve düzgün gövdeli, sivri tepeli birinci sınıf orman ağacıdır. Kabuk genç gövdelerde açık renkli ve düzgün, yaşlı gövdelerde koyu renkli ve çatlaktır. Dallar çevrel olarak sık bir halde tüm gövdeye yerleşmiştir. Genç sürgünler ince açık renkli ve çıplaktır. Tomurcuk kahverengi, sivri ve reçinesizdir.

Doğu Ladini mevcut Ladin türlerinden kısa iğne yaprakları ile ayrılır. Boyları 1 - 3 mm arasında değişen yapraklar parlak koyu yeşil olup yatay kesitleri dört köşe şeklindedir. Uçları fazla sivri olmayıp, her yüzünde 1 - 4 sıra stoma çizgisi vardır. 6 - 9 cm uzunluğundaki olgun kozalak açık kiremit renginde, oval yada silindirik yapıda, pulların kenarları tam olup dış pul dışarıdan görülmemektedir.

İlk yaşlarda yavaş büyüyen Doğu Ladini'nde 8 - 10 yaşından sonra büyüme hızlanmakta ve uzun yıllar sürmektedir. Kök sistemi genel olarak sığdır. Ancak gevşek ve derin yani fiziksel yapısı elverişli olan topraklarda kuvvetli yan kökler ve derine inebilen ana kök sistemi oluşturabilmektedir (35, 36, 40).



### 1.3.3. Anatomik Özellikleri

#### 1.3.3.1. Makroskopik Özellikleri

Doğu Ladini odunu sarımsı beyaz renkte olup, boyuna kesitlerde ipek gibi parlaktır. Diri odun ve öz odun renk bakımından farksız olup gövdenin iç kısmında diri odun ile aynı renkte ancak su oranı daha az olan olgun odun bulunmaktadır. Yıllık halka sınırları belirgin ve ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş tedricidir. Yaz odunu kırmızımsı sarı renkte ve çok dar olup radyal kesitte birbirine paralel şeritler oluşturmaktadır. Dar ve seyrek bir şekilde dağılmış bulunan reçine kanalları genellikle yaz odunu içinde açık renkte noktacıklar halinde ve radyal kesitte ince, fazla belirgin olmayan boyuna çizikler halinde görülürler. Reçinesi sarı ile kahverengindedir. Çok ince olan özişinleri çıplak gözle görülmemekle beraber tam radyal kesilmiş yüzeylerde mat bantlar halinde farkedilebilir. Budaklar çoğunlukla küçük ve oval şekildedir (11, 29, 32).

#### 1.3.3.2. Mikroskopik Özellikleri

İlkbahar ve yaz odunu traheidleri toplamı Doğu Ladini odununun % 90'ını oluşturmaktadır (41). Traheid uzunluğu 1.1 - 6.3 mm arasında değişim göstermekte olup yerli ağaçlar içerisinde en uzun traheidlere sahip türler arasında yer almaktadır. Ayrıca boyuna traheidlerin iç yüzeylerinde oldukça belirgin çıkıntılar oluşturarak hücre çeperinin iç kısımlara doğru çentikli bir görünümüne sebep olan spiral kalınlaşmalara da sahiptir. Spiral kalınlaşmalara daha çok ağacın özüne yakın yaz odunu traheidlerinde rastlanılmaktadır (29, 42).

İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerinde geniş çaplı ve çok sayıda, yaz odunu traheidlerinin radyal ve nadiren teğetsel çeperlerinde küçük çaplı kenarlı geçitler bulunmaktadır. Kenarlı geçitler traheid boyunca genelde tek sıra halinde bulunmakla beraber bazen ilkbahar odunu traheidlerinde yan yana sıralar oluşturabilmektedirler. Annulus çapları genelde 17.95 - 25.64 µm ve torus çapları da 5.13 - 10.77 µm arasında değişmektedir (41).

Özişinleri üniseri ve heterojendir. Reçine kanalı bulunan iğimsi özişinleri orta kısımda çok sıralıdır. Uzunlukları 1 - 20 hücre yüksekliğinde olup bazen 40 hücreye ulaşabilir. Özişimi paransim hücreleri teğet kesitte oval veya elips şeklindedir (32). Özişinlerinin genel hacme katılım oranı % 8.61 civarındadır (41).

Özişinlerinin kenarlarında alt ve üst kısımlarda bir veya birkaç sıra halinde, bazen arada olmak üzere özişimi traheidleri bulunmaktadır. Ancak özişimi traheidleri, özişimi paransim hücreleri ile beraber olmaksızın tek sıralı veya çok sıralı olarak da

bulunabilmektedir. Çeperleri ince, düz veya hafif dişli olup çok sayıda kenarlı geçitlere sahiptir. Özışını paranzimleri ise kalın çeperli olup çok sayıda geçitlere sahiptir. Ortalama özışını traheid uzunluğu 193.70  $\mu\text{m}$ , genişliği 13.35  $\mu\text{m}$  dir Özışını paranzim hücreleri özışını traheidlerinden daha uzun ve daha geniş olup ortalama özışını uzunluğu 276.01  $\mu\text{m}$ , genişliği 17.78  $\mu\text{m}$  dir (41). Boyuna traheidlerle özışını paranzim hücrelerinin karşılaşma yerindeki geçitler piceoid tipte olup sayıları 1 - 4 adettir.

Boyuna paranzim hücrelerine sahip değildir. Boyuna reçine kanallarının dağılımı belirgin bir kural göstermemekle birlikte tek veya gruplar halinde sadece yaz odununda bulunabildikleri gibi hem yaz hemde ilkbahar odununda da bulunabilirler. Özellikle dar yıllık halkalarda ilkbahar odununda vejetasyon mevsimi başında oluşmuş boyuna reçine kanallarına da rastlamak mümkündür. Bazı yıllık halkalarda sayıları fazla bazılarında az bazılarında ise hiç bulunmamaktadır. 7 - 9 hücreli ve kalın çeperlidirler. Dış çapları ortalama 67 - 68  $\mu\text{m}$  dir. Enine reçine kanallarının etrafı daima fusiform özışınları ile çevrilidir ve çapları da boyuna reçine kanallarına oranla daha küçüktür. Reçine kanallarının genel hacme katılım oranı % 1.39 dur. Ayrıca Doğu Ladini'nde küçük boyutlu ve odun içinde sık bir şekilde dağılmış reçine keselerine de rastlanmaktadır (4).

Bozkurt (43), Doğu Ladini ve Toros Karaçamı'nın lif morfolojisini incelemiş ve Doğu Ladini'nde traheid boyu ve çeper kalınlığının Toros Karaçamı'na nazaran daha yüksek, buna karşın traheid ve lümen çaplarının daha düşük olduğunu belirtmiştir. Ayrıca her iki ağaçta en kısa traheidlerin öze ve ağacın tip kısmına yakın yerlerinde, en uzun traheidlerin ise ağacın orta ve çevreye yakın kısımlarında bulunduğunu saptamıştır.

Bostancı (44), Doğu Ladini odununun kimyasal bileşimini ve mekanik kağıt hamuru endüstrisinde kullanılma olanaklarını araştırmış ve traheid boylarının 10 cm çapta 2.64 mm den 50 cm çapta 3.47 mm ye yükselmekle beraber 35 cm çapta saptanan 3.44 mm den itibaren görülen traheid boyu artışının önemli olmadığını belirtmiştir. Ayrıca hücre çeperi ve lümen genişliklerinin de çap artımı ile 35 cm çapa kadar belirgin bir artış gösterdiğini ancak bu çaptan sonraki artışın önemli olmadığını belirterek traheid boyu bakımından en uygun çapın 35 cm olduğunu belirtmiştir. Sonuçta da, Doğu Ladini yongalarının mekanik kağıt hamuru üretimi için uygun olduğu vurgulanmıştır.

Merev, Gerçek ve Serdar (45), çevre kirliliğinin bazı Gymnospermae odunları üzerine etkisini anatomik yönden incelemiş ve çevre kirliliğinin etkisiyle Doğu Ladini'nde özışını yüksekliği,  $\text{mm}^2$  de ve mm deki özışını sayısı, reçine kanalı sayısının arttığını ve ayrıca patolojik reçine kanallarının ve traheidlerde trabeküllerin oluştuğunu belirtmişlerdir.

Lobzanidze (46), Doğu Ladini'nin meşçeredeki durumuna bağlı olarak seçici kesim yöntemi ile kesimden sonra ilk 5 yılda yıllık halka genişliğinin % 15.8 - 29.16, yaz odunu oranının % 5.4 - 8.8, ortalama traheid uzunluğunun % 5.0 - 15.8 ve ortalama traheid çeper kalınlığının % 17.0 - 41 arttığını göstermiştir.

Topçuoğlu (41), Doğu Ladini basınç odununda, gövde odununa kıyasla, traheid uzunluklarının daha az, çeper kalınlıklarının daha fazla, lümen çaplarının genellikle daha dar, özışını paranzim hücrelerinin uzunluklarının daha az ve boyuna reçine kanallarında salgı hücresi sayısının daha fazla olduğunu belirtmiştir.

#### 1.3.4. Teknolojik Özellikleri

Eraslan (47), Doğu Ladini'nin fiziksel özelliklerinden yıllık halka genişliği, özgül ağırlık, hacim yoğunluk değeri, higroskopik özellikleri ve mekanik özelliklerinden basınç direnci ve eğilme direncini incelemiş ve yıllık halka genişliğinin yaşla birlikte hızlı bir şekilde arttığını, daha sonra yavaş bir azalma gösterdiğini belirtmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; yaz odunu katılım oranı % 6 - 50 arasında değişmekte olup, en çok rastlanan değer % 22 dir. Yıllık halka genişliği arttıkça hacim yoğunluk değeri de azalmakta ve odun hafiflemektedir. Ayrıca gövdenin dip kısımlarında Doğu Ladini odunu ağır olup 5 m ye kadar biraz hafiflemekte ve bu yükseklikten sonra 5 - 9 m arasında hemen hemen aynı kalmakta ve tepeye doğru tedrici bir ağırlaşma görülmektedir. Lif doygunluk noktası rutubeti ise % 30 - 34 arasında değişmekte olup ortalama LDN rutubeti % 32 olarak belirlenmiştir.

Berkel (48), Doğu Ladini'nin liflere paralel ve liflere dik yönde Brinell sertlik değerleri ve bu değerlerle özgül ağırlık ve yıllık halka genişliği arasındaki ilişkileri araştırmış ve Doğu Ladini'nin liflere paralel Brinell sertlik değerinin  $3.70 \text{ kg/mm}^2$  ve liflere dik Brinell sertlik değerinin  $1.41 \text{ kg/mm}^2$  olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Brinell sertlik değerinin dar yıllık halkalardan geniş yıllık halkalara gidildikçe azaldığını ve özgül ağırlığın artmasıyla arttığını saptamıştır.

Topçuoğlu ve Erkan (49), Doğu Ladini ve diğer ağaç türlerinin değişik iklim bölgelerinde odun bünyesinde meydana gelen rutubet değişimlerinin, belirli bir periyod içerisinde ne şekilde seyrettiğini ve böylece en düşük ve en yüksek denge rutubet değerlerinin hangi mevsimlerde ne miktarda olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada, ortalama denge rutubetinin Trabzonda en yüksek, Diyarbakır'da en düşük olduğu belirtilmektedir.

Eren ve Topçuoğlu (50), Doğu Ladini yuvarlak odununda bir yılda  $2.24 \text{ mm}$  kuruma payı olduğunu saptamışlardır.

Bilgin (51), Doğu Ladini'nin odun ve kabuğunun kimyasal bileşimini incelemiş ve holoselüloz miktarının odunda % 71.05, iç kabukta % 62.16, dış kabukta % 58.10, selüloz miktarının odunda % 56.09, iç kabukta % 39.61, dış kabukta % 31.80, lignin miktarının odunda % 25.98, iç kabukta % 15.77, dış kabukta % 20.45 oranında olduğunu belirtmiştir.

Akyüz (52), Doğu Ladini odununun teknolojik özelliklerini araştırmış ve özgül ağırlığın gövdenin en alt ve en üst kısımlarında yüksek, orta kısımlarda düşük olduğunu, enine yönde değişimlerde ise öze ve çevreye yakın kısımlarda yüksek diğer kısımlarda düşük olduğunu belirtmiştir.

Doğu Ladini ile diğer bazı Ladin ve iğne yapraklı türlerin teknolojik özellikleri Tablo 3'de verilmiştir.

### 1.3.5. Kullanım Yerleri

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde geniş bir yayılım alanı bulunan Doğu Ladini odunundan gerek doğrudan ve gerekse bünyesinde yapılan değişiklikler sonucunda çok çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır. Bunların başlıcaları; odun hamuru eldesi, selüloz üretimi, direk ve kalıp tahtası imalatı, bina yapımı, taşıt araçları yapımı, uçak yapımı, mobilya, yonga levha, kaplama ve kontrplak sanayii, kalem, kiprit çöpü, kürdan, oyuncak sanayii ve emprenye edilmiş olarak su soğutma kuleleri yapımıdır (36, 47).

Özellikle odun hamuru ve selüloz üretiminde uzun lifleri, yumuşaklığı, üniform yapısı ve verimi gibi üstün özelliklerinden ötürü rakipsizdir. Doğu Ladini selüloz üretimi bakımından Avrupa'da selüloz üretiminde kullanılan Avrupa Ladini (*Picea abies*) ile eşdeğerdedir (44).

Ayrıca iyi ses verme özelliğinden dolayı müzik aletleri yapımında da kullanılmaktadır (55).

Kabuğunun ihtiva ettiği sepi maddesi, iğne yapraklarından elde edilen eterik yağlar ve özellikle reçinesi de pek çok alanda yararlanılan yan ürünleri arasındadır.

Tablo 3 . Doğu Ladini ile Diğer Bazı Ladin ve İğne Yapraklı Türlerin Teknolojik Özellikleri (52, 53, 54)

AĞAÇ TÜRÜ	Yıllık Halka Genişliği (mm)	Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )		Hacim Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	Hacmen Daralma (%)	Basınç Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	Eğilme Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	Elastiklik Modülü (kg/cm <sup>2</sup> )	Çekme Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )		Makaslama Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	Yarıma Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	Şok Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	Brinell Sertlik Değeri (kg/mm <sup>2</sup> )	
		$\delta_0$	$\delta_{12}$						$\varphi_{\parallel}$	$\varphi_{\perp}$				H <sub>B</sub> //	H <sub>B</sub> r
<i>Picea orientalis</i>	2.34	0.42	0.451	0.366	11.207	390.7	707	105285	875	16.2	63.52	4.6	0.39	3.08	1.47
<i>Picea excelsa</i>	-	0.43	0.47	0.377	11.9	500.0	780	110000	900	27.0	67.0	-	0.46	3.2	1.2
<i>Picea rubra</i>	-	0.41	0.38	-	11.5	410.0	720	107000	-	25.0	76.0	-	0.35	-	-
<i>Picea engelmannii</i>	-	0.35	0.39	-	10.3	320.0	600	82000	-	-	71.0	-	0.21	-	-
<i>Picea sitchensis</i>	4.06	-	0.56	-	11.8	363.4	-	107000	-	-	-	4.7	-	3.07	1.72
<i>Picea abies</i>	-	0.43	0.47	-	11.7	500.0	780	110000	900	27.0	67.0	-	0.46	3.2	1.2
<i>Pinus sylvestris</i>	-	0.49	0.52	0.42	14.6	379.2	1000	120000	1040	30.0	100.0	9.5	0.40	4.0	1.9
<i>Pinus brutia</i>	-	0.53	0.57	0.47	12.2	447.0	821	-	-	19.6	-	5.7	0.26	-	-
<i>Pinus pinaster</i>	5.55	0.42	0.45	0.38	9.87	333.0	442	21947	345	-	64.3	-	-	-	-
<i>Abies bormülleriana</i>	5.52	0.40	0.43	0.35	12.2	374.0	730	83000	620	14.0	46.0	2.9	0.36	3.6	1.2

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

### 2.1. Örnek Ağaçların Seçimi

Araştırmada kullanılan ağaçlar, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Hamsiköy İşletme Şefliğine bağlı 3. bonitet ve 2 kapalılık özelliğindeki Karahava mevkinin saf Ladin meşcerelerinden seçilmiştir. Kuzey bakı ve 1600 m yükseklikten, 36 - 44 cm gövde çapında ve ortalama 80 - 85 yaş kademesinde bulunan budaksız, çatlaksız ve anormal tepe formu göstermeyen düzgün gövdeli ağaçların seçilmesine özen gösterilmiştir.

Gövde yapısı bakımından uygunluğu belirlenen 112 adet ağacın araştırma amacına da uygunluğunun tesbit edilmesi için her ağaçtan artım burgusu yardımı ile örnek alınarak yıllık halka yapılarına göre gruplama yapılmıştır.

### 2.2. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Hazırlanması

Araştırma için uygunluğu belirlenen 10 adet ağaçtan alınan örnekler, 2 m gövde yüksekliği baz alınarak, kambiyumdan sonraki 12. yıllık halkadan itibaren 12 mm'lik uzunluğa net olarak düşen yıllık halka sayısına göre 3 ana grup altında toplanmıştır. Buna göre, bu uzunluk içinde 3 - 4 yıllık halka sayısına sahip olanlar "*Geniş yıllık halka grubu*", 8 - 10 yıllık halka sayısına sahip olanlar "*Normal yıllık halka grubu*" ve 12 ve daha fazla yıllık halka sayısına sahip olanlar ise "*Dar yıllık halka grubu*" olarak kabul edilmiştir.

Gövde formu ve yıllık halka yapısının uygunluğu belirlenen ağaçlar, kuzey yönleri işaretlendikten sonra dipten itibaren 0.2 m gövde yüksekliğinden kesilmiştir. Kesim sonrası 2, 7 ve 12 m yüksekliklerden 30 cm uzunluğunda toplam 30 adet tekerlek alınarak ağaç, kesit ve yıllık halka grubuna ait numaralandırmaları yapılmıştır.

Diri odun örnekleri her kesitin kuzey yönündeki 12. yıllık halkadan başlamak üzere kesitin tüm çevresi boyunca 1.5×1.5×1.5 cm boyutlarında kesilmiştir Ladin'de öz odun ve diri odun ayrımı net olmadığından dolayı öz odun örnekleri özden itibaren çevreye doğru 7. yıllık halkadan başlamak üzere aynı boyutlarda elde edilmiştir.

### 2.3. Yıllık Halka Genişliği ile İlgili Ölçümler

#### 2.3.1. Yıllık Halka Genişlikleri

Yıllık halka ölçümleri ağaçların 2, 7 ve 12 m yüksekliklerden alınan kesitlerden elde edilen örnekler üzerinde yapılmıştır. Hava kurusu örneklerin enine kesitleri parlatılarak

yıllık halkaların daha net bir şekilde görünmeleri sağlanmış ve merkezden geçen bir çizgi çizilerek ölçümler bu çizgi üzerinden yapılmıştır.

Ölçümler yıllık halka ölçüm mikroskobu ile gerçekleştirilerek her örnek üzerinde özden çevreye doğru yapılmış ve yıllık halka genişliğinden ilkbahar odunu genişliği çıkarılarak yaz odunu genişliği hesaplanmıştır.

### **2.3.2. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişki**

Yıllık halka genişliklerine göre belirlenen yıllık halka grupları apsis eksenine, yaz odunu katılım oranları da ordinat eksenine işaretlenerek her üç yıllık halka grubuna ait grafik elde edilmiştir.

## **2. 4. Anatomik Ölçümler**

### **2.4.1. Preparatların Hazırlanması**

2, 7 ve 12 m gövde yükseklikleri ve öz odun ve diri odun kısımlarından elde edilmiş ve yıllık halka grupları belirlenmiş örnekler, ilk işlem olarak damıtık su içerisinde kabın dibine çökünceye kadar kaynatılmıştır. Daha sonra 1 hacim % 96 lik alkol, 1 hacim gliserin ve 1 hacim damıtık su karışımında 15 - 20 gün bekletilmiştir. Mantarlaşmayı önlemek için karışıma birkaç küçük kristal asit-fenol ilave edilmiştir.

Kesitler, Reichert kızaklı mikrotomunda alınmıştır. Her örnekten enine, radyal ve teğetsel yönlerde olmak üzere 15 - 20  $\mu$ m kalınlığında üçer kesit alınarak 15 - 20 dakika sodyum hipoklorit içerisinde bırakılmıştır. Daha sonra damıtık suyla yıkanan kesitler 1 - 2 dakika asetik asitli ortamda nötrleştirilmiştir. Kesitler saf suyla iyice yıkandıktan sonra safraninle boyanmıştır.

Boyama işleminden sonra kesitler su ile iyice yıkandıktan sonra % 50 lik alkole batırılmıştır. Son işlem olarak da lam ve lamel arasına enine, radyal ve teğetsel sıraya göre gliserin jelatinle kapatılarak ölçmeye hazır hale getirilmiştir (56).

### **2.4.2. Enine Kesitte Yapılan Ölçümler**

Enine kesitte, traheidlerin birim alandaki sayıları (1 mm<sup>2</sup>) ilkbahar ve yaz odununda ayrı olarak vizopanda sayılmıştır. Obj  $\times$ 10 ile bir kenarı 12.5 cm olan kare şeklindeki şeffaf milimetrik kağıt kullanılmıştır (Ölçek: 1mm = 12.5 cm). Yıllık halka sınırı karenin tam ortasında, alt ve üst kenarlara tam paralel hale getirilmiş, ilkbahar odunundaki traheidler üst yarım karede, bir önceki yıllık halkanın yaz odunu traheidleri alt yarım karede sayılmıştır.

Traheidlerin ve boyuna reçine kanallarının ilkbahar ve yaz odunundaki çapları (teğet ve radyal yönde) araştırma mikroskobunun  $\times 40$  objektifinde (1 taksimat =  $2.66\mu\text{m}$ ) ölçülmüştür.

#### 2.4.3. Radyal Kesitte Yapılan Ölçümler

Bu kesitte kenarlı geçitlerin ve porusların enine ve boyuna yöndeki çapları, piceoid tipi geçitlerin boyutları  $\times 100$  objektifte (1 taksimat =  $1\mu\text{m}$ ) ölçülmüştür.

#### 2.4.4. Teğet Kesitte Yapılan Ölçümler

Teğet kesit üzerinde özışınlarının birim alan ve birim uzunluktaki sayıları  $\text{obj}\times 10$  ile vizopanda sayılmıştır. Özışınlarının yükseklikleri ve genişlikleri araştırma mikroskobunun  $\times 10$  objektifinde (1 taksimat =  $10.46\mu\text{m}$ ) ölçülmüştür.

#### 2.4.5. Traheidlere İlişkin Ölçümler

Anatomik araştırmalarda odunu oluşturan elemanları incelemek için uygulanan yöntemlerden biri de maserasyon yöntemidir. Maserasyon için Asetik asit, Sodyum klorit, Franklin ve Schultze yöntemi gibi çeşitli yöntemler vardır. Maserasyon işleminde odun elemanları, odun dokusundan ayrılarak serbest hale gelir. Serbest hale gelmiş elemanların hücre uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri, çeper kalınlıkları ölçülebilir (56).

Bu çalışmada odun elemanlarına en az zarar vermesi ve kolay uygulanabilirliği bakımından Schultze maserasyon yöntemi kullanılmıştır.

Maserasyon işleminden önce, örnekler kibrit çöpü büyüklüğünde parçacıklara ayrıldıktan sonra elde edilen parçacıklar, beher içine konulup biraz su ilave edildikten sonra nitrik asit ve sodyum kloritle muamele edilmiştir. Bu ortamda ağaç malzeme reaksiyon başlayacak kadar ısıtılıp ışıktan uzak bir ortamda traheidler serbest hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Malzeme beyazlaştıktan sonra manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak elemanlar serbest hale getirilmiş, süzme işlemi ile sudan tamamen arındırılarak küçük şişelere depolanıp gliserin içinde saklanmıştır. Ölçme işleminden önce safraninle boyanan traheidler lam ve lamel arasına alınmıştır.

Ölçmeler araştırma mikroskobunda yapılmış, traheidlerin uzunluğu için  $\text{obj}\times 4$  (1 tak. =  $24.76\mu\text{m}$ ), traheid genişliği, lümen genişliği, çeper kalınlığı için  $\text{obj}\times 40$  (1 tak. =  $2.66\mu\text{m}$ ) kullanılmıştır.



## 2.5. Ultramikroskopik İncelemeler

### 2.5.1. Örneklerin Hazırlanması

Organik çözücüler ile odundaki suyun yer değiştirilmesi esasına bağlı olarak uygulanan kurutma yöntemi için yüzey gerilim kuvveti suya göre çok daha az olan aseton, benzen ve pentan kullanılmıştır.

Suyla doymun haldeki örnekler önce, literatüre uygun olarak (19, 28) günlük değişimler halinde % 20, % 40, % 60, % 80 ve % 100 lük karışımlar içerisinde bekletilmiştir. Çözücü değişimini takiben 1.5×1.5×1.5 cm boyutundaki örnekler daire testerede 0.5× 0.5× 0.5 cm boyutlarında hazırlanmıştır. Daha sonra bu örnekler 1 - 2 mm küpler haline indirgenmiştir. Örneklerin hazırlanması sırasında, özellikle incelenecek olan odun yüzeylerinin (enine, radyal ve teğet) mümkün olduğu kadar pürüzsüz olmasına dikkat edilmiştir (57). Bu işlemden sonra örnekler, hem organik çözücünün tamamen buharlaşmasının sağlanması hem de örneklerin tam kuru hale getirilmesi için etüvde 50, 60, 70 ,80 C° sıcaklıklarda her bir sıcaklık kademesi için bir saat bekletilerek tedrici bir kurutma sağlanmıştır.

Organik çözücü değişimi uygulanmamış tam yaş haldeki örnekler de aynı boyutlarda hazırlanmış ve bu örneklerin bir kısmı iklim odasında  $20 \pm 2$  C° sıcaklık ve  $65 \pm 5$  C° bağıl nem şartlarında bekletilerek hava kuru hale, diğerleri de  $103 \pm 2$  C° sıcaklıktaki etüvde tam kuru hale getirilmiştir.

Tüm örnekler daha sonra elektron mikroskop incelemelerine kadar süre içinde desikatörde saklanmış ve vakumla kurutma öncesi elektron mikroskop incelemeleri için kullanılan özel olarak hazırlanmış küçük metal disklere yapıştırılmıştır.

### 2.5.2. Görüntü İnceleme

Ultramikroskopik incelemeler için Jeol-JSM 6400 Taramalı Elektron Mikroskop kullanılmıştır. Tüm örnekler inceleme öncesi tekrar vakum altında kurumaya bırakılmış ve 1.5 mA akımda 45 saniye süre ile incelenecek olan yüzeyler (enine, radyal ve teğet) altın ile kaplanmıştır. Hazırlanan örnekler daha sonra elektron mikroskobuna yerleştirilerek özellikle kenarlı geçit çiftlerinin organik çözücü değişimiyle ne derece etkilendikleri ve hangi organik çözücünün geçit aspirasyonunu önlemede daha etkili olduğu bütün yüzeyler taranarak incelenmiş ve görsel olarak yorumlanmıştır. Ayrıca kenarlı geçit çiftleri, reçine kanalları, traheidler ve piceoid tip geçitlerin farklı açılardan en uygun görüntüleri tesbit edilerek fotoğrafları çekilmiştir.

## 2.6. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Örneklerin traheid uzunluklarının, traheid çaplarının, çeper kalınlıklarının, kenarlı geçit çaplarının, birim alandaki özışını sayılarının ve birim alandaki traheid sayılarının öz odun ve diri oduna göre değişimi t-Testi ile incelenmiştir.

Gövde yüksekliği ve yıllık halka genişliğinin traheid uzunluğu, traheid çapları, çeper kalınlıkları, kenarlı geçit çapı, birim alandaki özışını sayısı ve birim alandaki traheid sayısı üzerindeki etkisi ise basit varyans analizi ile belirlenmiştir. Scheffe testi kullanılarak da farklılıkların hangi özellikler arasında önemli olduğu araştırılmıştır.



### 3. BULGULAR

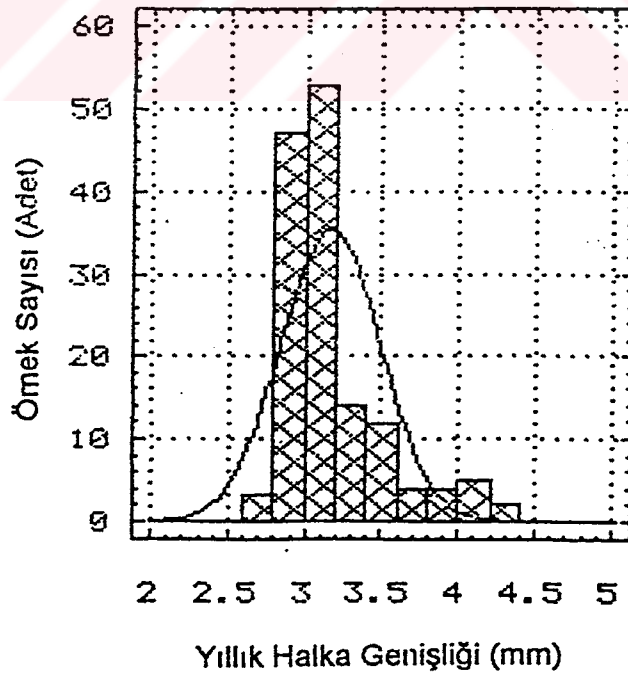
#### 3.1. Makroskopik Özellikler

##### 3.1.1. Yıllık Halka Genişlikleri

Yıllık halka gruplarına göre her gruptan 150 adet olmak üzere toplam 450 örnek üzerinde yıllık halka ölçümleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 4'de, yıllık halka gruplarına ait varyans grafikleri de Şekil 7 - 11 'de verilmiştir.

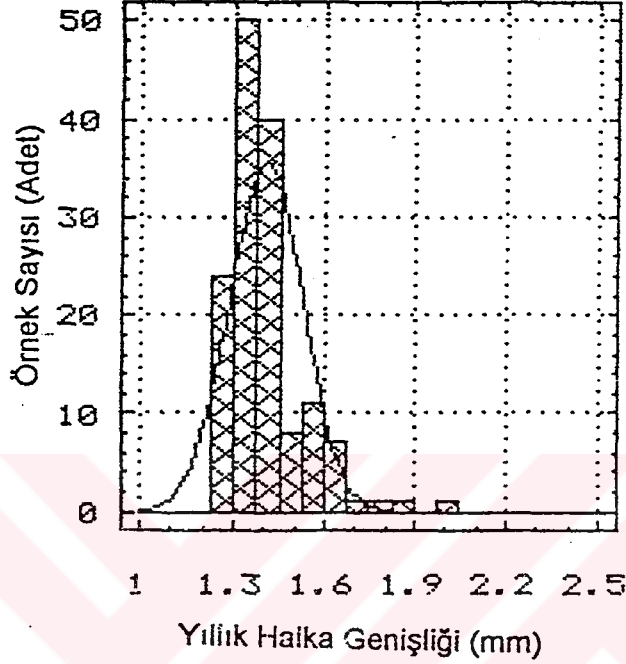
Tablo 4. Örnek Gruplarına Göre Yıllık Halka Genişlikleri

Yıllık Halka Grubu	Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka G.	150	3.17	0.31	0.09	9.77	1.67	2.70-4.37
Normal Yıllık Halka G.	150	1.50	0.11	0.01	7.33	0.83	1.29-2.12
Dar Yıllık Halka G.	150	1.09	0.12	0.01	11.00	0.92	0.61-1.53



Şekil 7. Geniş Yıllık Halka Grubuna Ait Ağaçlarda Yıllık Halka Genişlikleri Varyans Grafiği

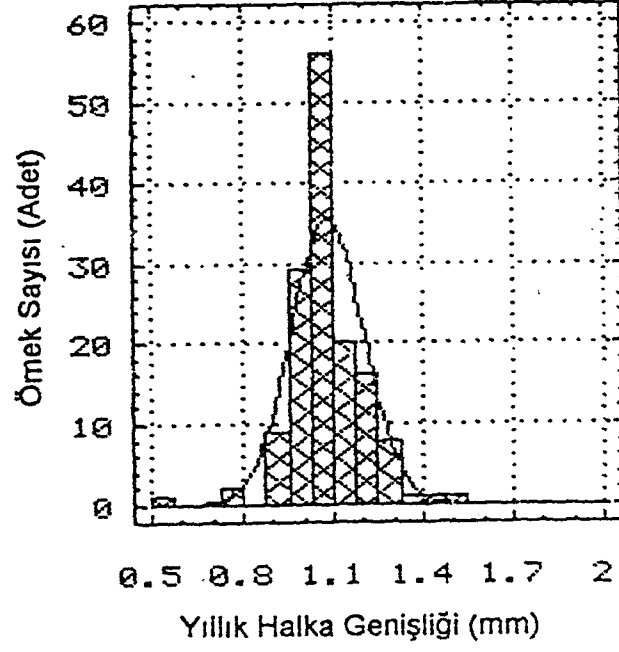
Geniş yıllık halka grubuna ait ağaçlarda en fazla tekrarlanan yıllık halka genişliği % 35 katılım oranı ile 3.10 mm'dir. Ortalama yıllık halka genişliği 3.17 mm olup bu değer in sağında yer almaktadır.



Şekil 8. Normal Yıllık Halka Grubuna Ait Ağaçlarda Yıllık Halka Genişlikleri Varyans Grafiği

Normal yıllık halka grubuna ait olan ağaçların yıllık halka genişliği varyans grafiğine göre (Şekil 8), en fazla tekrarlanan yıllık halka genişliği % 33 katılım oranı ile 1.35 mm dir. Ortalama yıllık halka genişliği normal yıllık halka grubu için 1.50 mm olup en fazla tekrarlanan değer in sağında yer almaktadır.

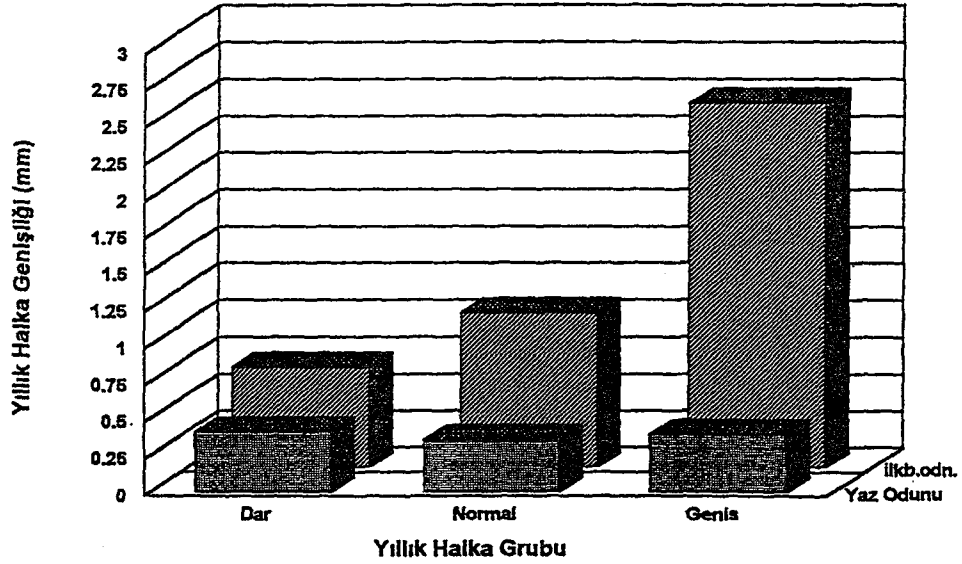
Dar yıllık halka grubuna ait ağaçların yıllık halka genişliği varyans grafiğine (Şekil 9) göre ise en fazla tekrarlanan değer % 37 katılım oranı ile 1.09 mm dir. Ortalama yıllık halka genişliği dar yıllık halka grubu için 1.09 mm olup en fazla tekrarlanan değer ile aynı bölgede yer almaktadır.



Şekil 9. Dar Yıllık Halka Grubuna Ait Ağaçlarda Yıllık Halka Genişlikleri Varyans Grafiği

### 3.1.2. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Genişliği Arasındaki İlişki

Yıllık halka gruplarına göre yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişki Şekil 10'da gösterilmiştir.

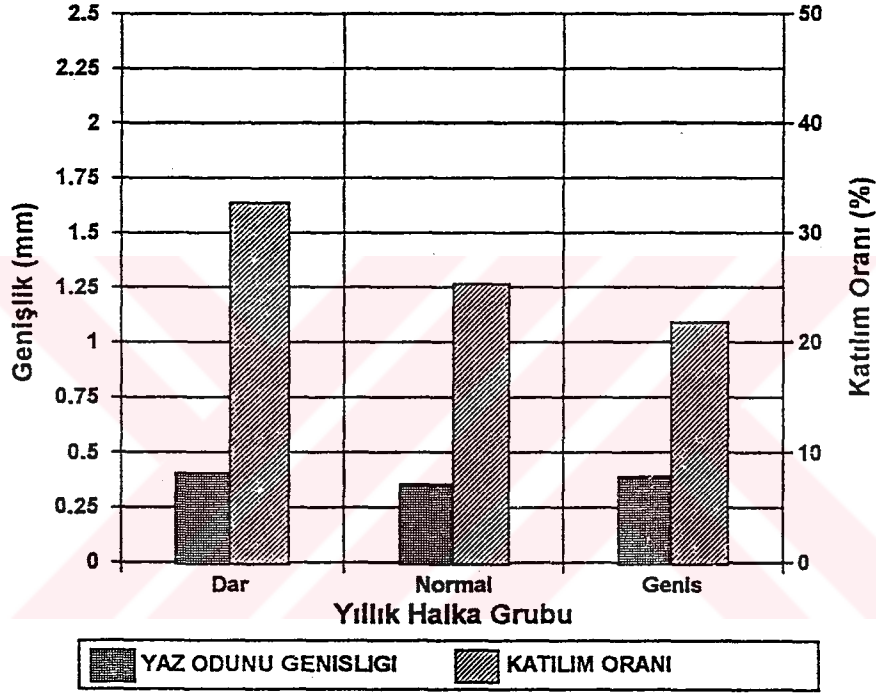


Şekil 10. Yıllık Halka Gruplarına Göre İlkbahar ve Yaz Odunu Genişlikleri

Yaz odunu genişliği, normal ve geniş yıllık halka grubuna ait olan ağaçlar arasında önemli bir fark göstermemekle birlikte yıllık halka genişliğinin artması ile azalmaktadır.

### 3.1.3. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişki

Yıllık halka genişliği ile yaz odunu katılım oranı arasındaki ilişki, her üç yıllık halka grubu için Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Farklı Yıllık Halka Gruplarına Göre Yaz Odunu Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranları

Dar yıllık halka gruplarına ait ağaçlarda yaz odunu % 33'lük katılım gösterirken bu oran geniş yıllık halka grubuna ait ağaçlarda % 21'e düşmektedir. Normal yıllık halka grubuna ait ağaçlarda ise yaz odunu katılım oranı yaklaşık % 26 civarındadır.

### 3.2. Mikroskopik Özellikler

Mikroskopik özelliklerin tümü 2 m, 7 m ve 12 m gövde yüksekliklerinde, öz odun ve diri odun kısmında ve geniş, normal, dar yıllık halka gruplarına göre ayrılmış odun örnekleri üzerinde çalışılarak ortaya konulmuştur. Mikroskopik özelliklere öz odun ve diri odunun etkisi 2 m gövde yüksekliğinde, gövde yüksekliğinin etkisi diri odun kısmında, yıllık halka genişliğinin etkisi ise 2 m gövde yüksekliğindeki diri odun kısmında araştırılmıştır.

Varyans grafikleri, apse ölçü değerleri için oluşturulan basamakların orta noktaları, ordinata belirli bir genişlikte olan bu basamaklar içerisine giren ölçü değeri sayısı (frekans) işaretlenerek oluşturulmuştur.

#### 3.2.1. Traheid Uzunlukları

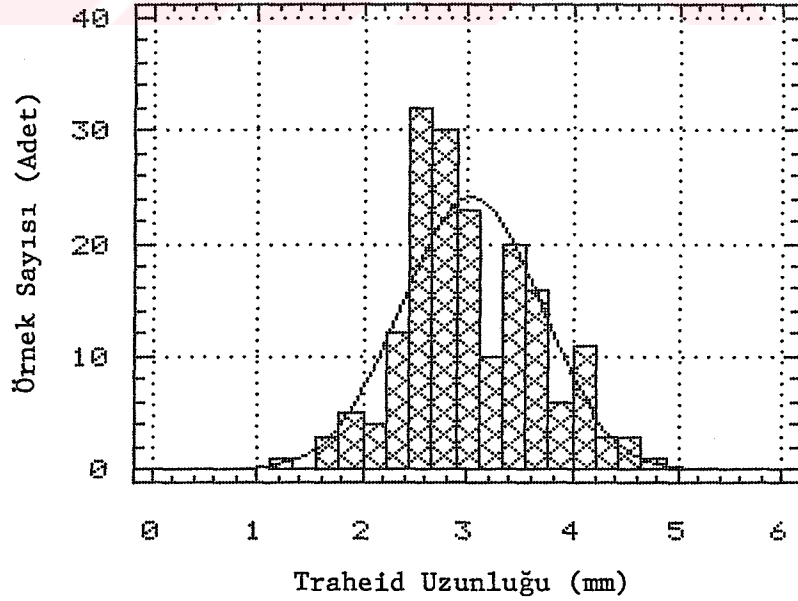
İlkbahar odunu (İ.O) ve yaz odununda (Y.O) ölçülen traheid uzunlukları Tablo 5, 6 da bunlara ait varyans grafiği de Şekil 12'de verilmiştir.

Tablo 5. Diri Odun Traheid Uzunlukları

DİRİ ODUN TRAHEİD UZUNLUKLARI ( mm )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	60	2.78	0.5298	280751.6	19.04	2.23	1.73-3.96
		Y.O	70	3.57	0.4238	179683.7	11.85	1.85	2.72-4.58
	7 m	İ.O	60	3.03	0.5117	261928.2	16.89	1.98	1.98-3.96
		Y.O	70	3.44	0.5281	278922.1	15.34	2.97	1.98-4.95
	12 m	İ.O	60	3.01	0.4615	213006.6	15.35	1.73	2.23-3.96
		Y.O	70	3.73	0.4563	208234.1	12.21	1.73	2.72-4.46
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	70	2.97	0.5268	277616.0	17.71	2.47	1.85-4.33
		Y.O	70	3.51	0.4550	207105.8	12.96	1.98	2.35-4.33
	7 m	İ.O	70	3.12	0.5392	290815.2	17.29	2.47	1.98-4.45
		Y.O	70	3.82	0.4545	206655.3	11.87	1.86	2.85-4.70
	12 m	İ.O	70	2.95	0.5878	345511.6	19.93	2.72	1.61-4.33
		Y.O	70	3.70	0.4387	192499.1	11.85	2.10	2.72-4.83
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	50	3.37	0.8136	661967.1	24.12	3.47	1.24-4.70
		Y.O	50	3.56	0.6090	370997.9	17.08	2.23	2.35-4.58
	7 m	İ.O	50	3.36	0.7346	539680.1	21.88	3.22	1.73-4.95
		Y.O	50	4.02	0.6435	414108.2	16.01	2.47	2.72-5.19
	12 m	İ.O	50	3.23	0.5548	307882.5	17.14	2.10	2.35-4.46
		Y.O	50	3.54	0.5590	312571.3	15.78	2.23	2.35-4.58

Tablo 6. Öz Odun Traheid Uzunlukları

ÖZ ODUN TRAHEİD UZUNLUKLARI (mm)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	70	2.27	0.3998	159899.2	17.55	1.98	1.24-3.22
		Y.O	70	2.74	0.3367	113391.1	12.56	1.36	1.98-3.34
	7 m	İ.O	70	2.05	0.3362	113057.8	16.40	1.73	1.24-2.97
		Y.O	70	2.41	0.3315	109916.4	13.74	1.98	1.48-3.47
	12 m	İ.O	70	2.47	0.3258	106172.7	13.24	1.48	1.61-3.09
		Y.O	70	2.84	0.3426	117428.5	12.05	1.61	1.98-3.59
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	70	2.08	0.3795	144073.9	18.22	1.73	1.36-3.09
		Y.O	70	2.51	0.3149	99191.7	12.53	1.36	1.73-3.09
	7 m	İ.O	70	2.11	0.3189	101702.8	15.09	1.48	1.24-2.72
		Y.O	70	2.52	0.3263	106495.7	12.95	2.10	1.61-3.71
	12 m	İ.O	70	1.80	0.2968	88133.2	16.48	1.61	1.11-2.72
		Y.O	70	2.12	0.2285	52228.2	10.76	1.11	1.48-2.60
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	70	2.13	0.3355	112558.9	15.73	1.66	1.31-2.97
		Y.O	50	2.55	0.3164	100129.7	12.38	1.36	1.98-3.34
	7 m	İ.O	70	1.73	0.2874	82635.3	15.07	1.31	1.29-2.60
		Y.O	50	2.28	0.2654	70451.6	11.67	1.36	1.48-2.85
	12 m	İ.O	70	1.91	0.2807	78836.5	15.02	1.48	1.11-2.60
		Y.O	50	2.20	0.3421	117089.3	15.55	1.48	1.24-2.72



Şekil 12. Diric Odun Traheid Uzunluklarına Ait Varyans Grafiği



Buna göre; diri odun örneklerinin İ.O traheid uzunluklarında en fazla tekrarlanan traheid uzunluğu % 18 katılım oranı ile 2.50 mm dir. Diri odunda ortalama İ.O traheid uzunluğu 3.02 mm olup bu değer in sağında yer almaktadır.

Öz odun ve diri odunun İ.O ve Y.O da traheid uzunlukları üzerine etkisini incelemek için t - Testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O da Traheid Uzunlukları Üzerine Etkisi

		Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Örnek Sayısı	t-Hesap Değeri	Önem Düzeyi
İ.O	Öz Odun	2.16	0.38	0.1444	210	15.98	***
	Diri Odun	3.02	0.66	0.4356	180		
Y.O	Öz Odun	2.60	0.33	0.1143	190	21.92	***
	Diri Odun	3.54	0.48	0.2382	190		

Bu sonuçlara göre,öz odun ve diri odunun İ.O ve Y.O traheid uzunluklarına etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da traheid uzunluklarına gövde yüksekliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. İ.O ve Y.O da Traheid Uzunluklarına Gövde Yüksekliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	3.0838	2	1.5419	4.20	*
	Gruplar İçi	187.1904	510	0.3670		
	Toplam	190.1904	512			
Y.O	Gruplar Arası	3.4542	2	1.7271	6.37	**
	Gruplar İçi	153.5878	576	0.2708		
	Toplam	157.0421	569			

Varyans analizi sonuçlarına göre; İ.O da traheid uzunluklarına gövde yüksekliğinin etkisi 0.05, Y.O da ise 0.01 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da traheid uzunluklarına yıllık halka genişliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

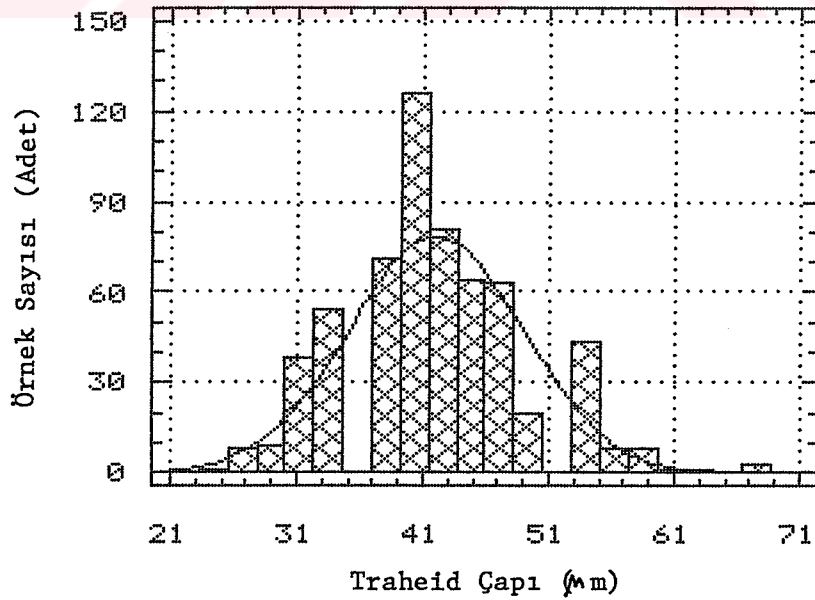
Tablo 9. İ.O ve Y.O da Traheid Uzunluklarına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	
İ.O	Gruplar Arası	9.7940	2	4.8970	12.71	***
	Gruplar İçi	68.1803	177	0.3851		
	Toplam	77.9744	179			
Y.O	Gruplar Arası	0.1678	2	0.0839	0.35	B.D
	Gruplar İçi	44.8628	187	0.2399		
	Toplam	45.0307	189			

Buna göre; İ.O da traheid uzunluklarına yıllık halka genişliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılığı ile önemli, Y.O da ise 0.05 yanılma olasılığı ile önemsiz bulunmuştur. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları Tablo 49'da toplu olarak verilmiştir.

### 3.2.2. Traheid Çapları

Öz odun - diri odun kısmı, gövde yükseklikleri ve herbir yıllık halka grubu için traheid çapları radyal ve teğet yönde ölçülerek, İ.O ve Y.O traheid çapları ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 10 - 11'de, bunlara ait varyans grafiği de Şekil 13'de verilmiştir.



Şekil 13. Diri Odun Traheid Çaplarına Ait Varyans Grafiği

Diri odunda İ.O teğet yöndeki traheid çaplarında en fazla tekrarlanan teğetsel traheid çapı % 21 katılım oranı ile 40.00  $\mu\text{m}$  dir. Diri odun için ortalama traheid çapı 42.00  $\mu\text{m}$  olup bu değer in sağında yer almaktadır.

Tablo 10. Diri Odun Traheid Çapları

DİRİ ODUN TRAHEİD ÇAPLARI ( $\mu\text{m}$ )										
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği			Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsays (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	T	200	38.33	5.29	27.98	13.87	29.26	23.94-53.20
			R	200	35.11	6.22	38.69	17.69	29.26	21.28-50.54
		Y.O	T	200	34.26	6.01	36.12	17.57	29.26	15.96-45.22
			R	200	16.89	3.88	15.05	22.96	15.96	10.64-26.60
	7 m	İ.O	T	200	40.67	6.22	38.74	15.27	26.60	26.60-53.20
			R	200	38.57	6.78	46.01	17.55	37.24	21.28-58.52
		Y.O	T	200	35.64	5.48	30.03	15.42	29.26	18.62-47.88
			R	200	18.62	4.49	20.16	24.18	21.28	7.98-29.26
	12 m	İ.O	T	200	42.27	5.90	34.87	13.10	31.92	26.60-58.52
			R	200	37.21	6.76	45.65	18.17	34.58	21.28-55.86
		Y.O	T	200	35.03	8.17	66.75	23.32	39.90	13.30-53.20
			R	200	17.21	4.34	18.84	25.24	15.96	10.64-26.60
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	T	200	40.75	5.72	32.71	14.02	29.26	29.26-58.52
			R	200	35.88	7.24	52.35	20.18	34.58	23.94-58.52
		Y.O	T	200	34.74	6.06	36.72	17.46	29.26	18.62-47.88
			R	200	17.39	3.33	11.09	19.12	15.96	10.64-26.60
	7 m	İ.O	T	200	45.46	8.22	67.56	18.07	39.90	26.60-66.50
			R	200	41.04	6.41	41.09	15.63	31.92	26.60-58.52
		Y.O	T	200	37.93	7.39	54.61	19.51	37.24	15.96-53.20
			R	200	19.66	3.94	15.52	20.02	18.62	10.64-29.26
	12 m	İ.O	T	200	43.36	4.52	20.45	10.46	23.94	29.26-53.20
			R	200	37.51	6.44	41.44	17.18	31.92	23.94-55.86
		Y.O	T	200	34.53	7.90	62.41	22.88	37.24	13.30-50.54
			R	200	17.87	4.47	19.98	24.95	15.96	10.64-26.60
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	T	200	46.95	6.67	44.58	14.21	37.24	29.26-66.50
			R	200	39.39	6.63	40.08	16.07	31.92	23.94-55.86
		Y.O	T	195	41.65	6.33	40.07	15.23	31.92	21.28-53.20
			R	195	18.38	4.49	20.16	24.43	23.94	10.64-34.58
	7 m	İ.O	T	200	49.45	6.54	42.82	13.25	29.26	34.58-63.84
			R	200	39.79	5.69	32.40	14.29	26.60	26.60-53.20
		Y.O	T	192	43.23	8.17	66.75	18.86	37.24	18.62-55.86
			R	192	19.89	4.31	18.58	21.66	21.28	10.64-31.92
	12 m	İ.O	T	200	44.87	6.17	38.08	13.76	37.24	26.60-61.18
			R	200	38.41	6.25	39.07	16.29	31.92	26.60-58.52
		Y.O	T	194	41.57	6.94	48.16	16.75	34.58	21.28-55.86
			R	194	17.95	3.91	15.29	22.00	26.60	10.64-37.24

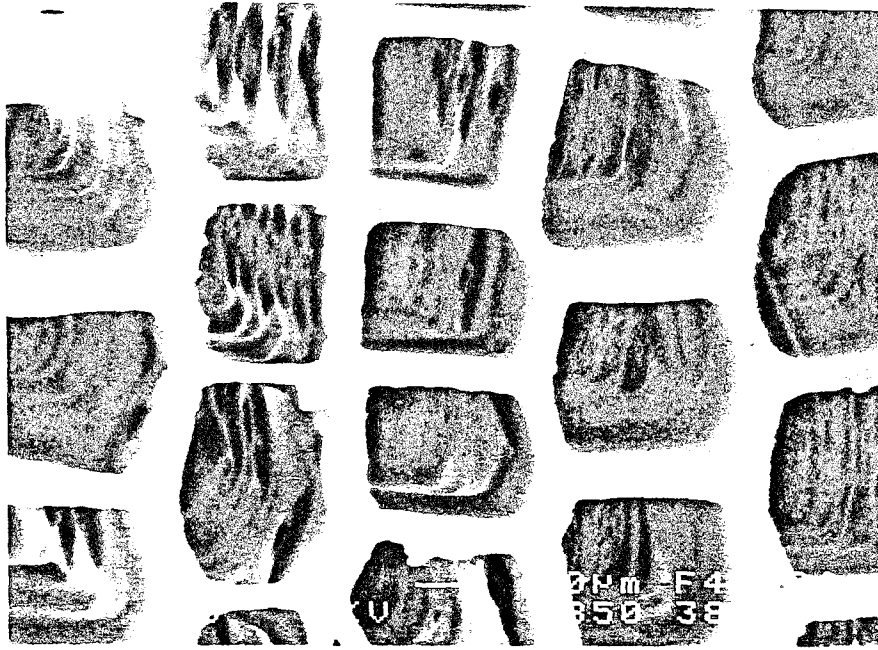
T: Teğetsel

R: Radyal

Tablo 11. Öz Odun Traheid Çapları

ÖZ ODUN TRAHEİD ÇAPLARI (µm)										
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği			Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsays (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	T	200	36.04	5.51	30.32	15.27	31.92	15.96-44.88
			R	200	34.37	6.62	43.87	19.31	45.22	21.28-66.50
		Y.O	T	200	32.43	5.77	33.32	17.82	31.92	13.30-45.22
			R	200	17.90	4.15	17.22	23.14	18.62	10.64-29.26
	7 m	İ.O	T	200	32.48	4.55	20.69	14.07	31.92	15.96-47.88
			R	200	33.22	5.79	33.52	17.42	31.92	15.96-47.88
		Y.O	T	200	26.12	5.83	33.94	22.38	29.26	15.96-45.22
			R	200	14.74	3.62	13.09	24.56	18.62	7.98-26.60
	12 m	İ.O	T	200	36.68	6.09	37.09	16.59	29.26	23.94-53.20
			R	200	33.06	2.93	8.58	16.08	26.60	18.62-45.22
		Y.O	T	194	33.49	7.39	54.68	22.07	31.92	16.44-47.88
			R	200	15.56	3.54	12.52	22.68	18.62	7.98-26.60
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	T	200	29.63	5.83	33.94	19.68	26.60	13.30-39.90
			R	200	25.56	5.08	25.81	19.91	29.26	13.30-42.56
		Y.O	T	200	27.00	3.54	12.52	13.12	31.28	13.30-34.58
			R	200	14.31	2.77	7.65	19.22	10.64	10.64-21.28
	7 m	İ.O	T	200	32.11	4.49	20.21	14.00	23.94	21.28-45.22
			R	200	28.44	3.13	9.81	19.51	29.26	18.62-47.88
		Y.O	T	200	30.51	4.65	21.67	15.31	29.26	13.30-42.56
			R	200	16.20	3.94	15.50	24.37	18.62	7.98-26.60
	12 m	İ.O	T	200	32.11	5.50	30.32	17.13	29.26	18.62-47.88
			R	200	28.49	4.57	20.93	16.07	21.28	18.62-39.90
		Y.O	T	200	29.61	4.92	24.22	16.66	31.92	13.30-45.22
			R	200	14.95	3.14	9.85	20.99	18.62	7.98-26.60
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	T	200	33.41	5.43	29.45	16.23	26.60	21.28-47.88
			R	200	31.55	5.16	26.63	16.36	29.26	18.62-47.88
		Y.O	T	200	31.60	5.56	30.91	17.63	34.58	13.30-47.88
			R	200	16.25	4.73	22.42	29.11	23.94	7.98-31.92
	7 m	İ.O	T	200	34.95	5.79	33.63	16.58	34.58	18.62-53.20
			R	200	30.46	5.00	25.00	16.43	29.26	15.96-45.22
		Y.O	T	200	31.55	6.01	36.14	19.05	34.58	15.30-47.88
			R	200	16.83	3.54	12.52	21.01	21.28	7.98-29.26
	12 m	İ.O	T	200	36.55	5.98	35.82	16.40	34.58	18.62-53.20
			R	200	29.63	5.21	27.18	17.61	29.26	18.62-47.88
		Y.O	T	200	30.75	6.14	37.76	19.45	37.24	10.64-47.88
			R	200	15.45	3.38	11.41	21.89	13.30	10.64-23.94

Doğu Ladini odununda yıllık halka sınırı oldukça belirgin olup yaz odunu traheidleri kalın çepirli ve dar lümenlidir. ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş tedricidir. Şekil 14'de traheidlerin yapısı görülmektedir.



Şekil 14. Doğu Ladini Odununda Bir Yıllık Halka İçindeki Traheidlerin Görünüşü ( $\times 850$ )

Öz odun ve diri odunun, İ.O ve Y.O da traheidlerin teğet yöndeki çapları üzerine etkisini incelemek için yapılan t - Testi sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O Traheidlerin Teğet Yöndeki Çapları Üzerine Etkisi

		Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Örnek Sayısı	t-Hesap Değeri	Önem Düzeyi
İ.O	Öz Odun	33.02	6.17	38.07	600	-23.66	***
	Diri Odun	42.00	6.94	48.23	600		
Y.O	Öz Odun	30.28	5.57	31.10	595	17.89	***
	Diri Odun	36.85	6.99	48.96	595		

t - Testi sonuçlarına göre, İ.O ve Y.O da traheidlerin teğet yöndeki çaplarına öz odun ve diri odunun etkileri 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

Öz odun ve diri odunun İ.O ve Y.O traheidlerinin radyal çapları üzerine etkisini incelemek için yapılan t - Testi sonuçları Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O Traheidlerinin Radyal Yöndeki Çapları Üzerine Etkisi

		Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Örnek Sayısı	t-Hesap Değeri	Önem Düzeyi
İ.O	Öz Odun	30.48	6.75	45.60	600	16.07	***
	Diri Odun	36.80	6.85	47.04	600		
Y.O	Öz Odun	16.17	4.22	17.84	595	5.81	***
	Diri Odun	17.55	3.96	15.70	595		

Öz odun ve diri odunun İ.O ve Y.O da traheidlerin radyal çapları üzerine etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da traheidlerin teğet yöndeki çaplarına gövde yüksekliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. İ.O ve Y.O da Traheidlerin Teğet Yöndeki Çaplarına Gövde Yüksekliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	3060.12	2	1530.06	32.12	***
	Gruplar içi	85578.42	1797	47.62		
	Toplam	88638.55	1799			
Y.O	Gruplar Arası	1517.71	2	758.85	12.76	***
	Gruplar İçi	105733.01	1778	59.46		
	Toplam	107250.72	1780			

Buna göre; İ.O ve Y.O da traheidlerin teğet yöndeki çaplarına gövde yüksekliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da traheidlerin radyal yöndeki çaplarına gövde yüksekliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. İ.O ve Y.O da Traheidlerin Radyal Yöndeki Çaplarına Gövde Yüksekliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	2831.24	2	1415.62	32.67	***
	Gruplar içi	77762.64	1795	43.32		
	Toplam	80593.88	1797			
Y.O	Gruplar Arası	1249.20	2	624.60	35.86	***
	Gruplar İçi	30968.08	1778	17.41		
	Toplam	32217.28	1780			

İ.O ve Y.O da traheidlerin radyal yöndeki çaplarına gövde yüksekliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da traheidlerin teğet yöndeki çaplarına yıllık halka genişliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. İ.O ve Y.O da Traheidlerin Teğet Yöndeki Çaplarına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	7929.55	2	3964.77	112.90	***
	Gruplar içi	20963.94	597	35.11		
	Toplam	28893.49	599			
Y.O	Gruplar Arası	6728.77	2	3364.38	89.09	***
	Gruplar İçi	22353.91	592	37.76		
	Toplam	29082.69	594			

Buna göre, İ.O ve Y.O da traheidlerin teğet yöndeki çaplarına yıllık halka genişliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da traheidlerin radyal yöndeki çaplarına yıllık halka genişliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 17'de verilmiştir.

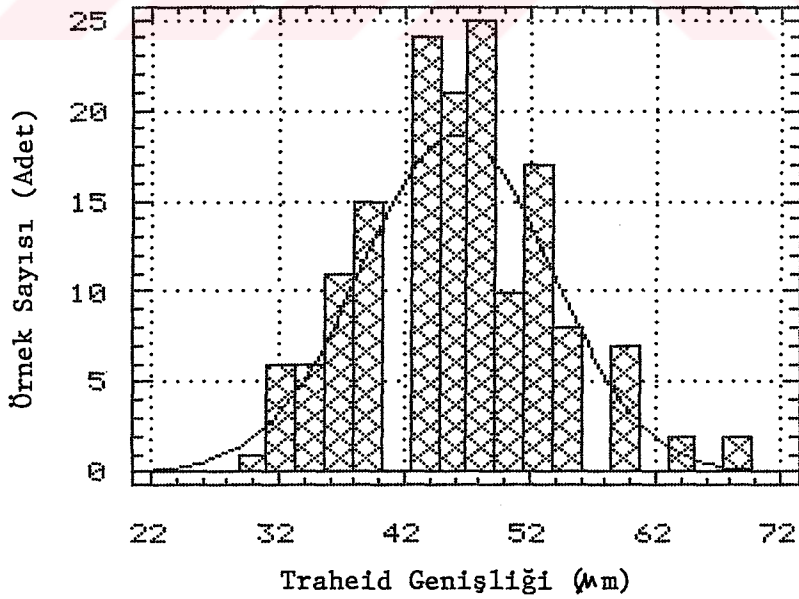
Tablo 17. İ.O ve Y.O da Traheidlerin Radyal Yöndeki Çaplarına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	2079.44	2	1039.72	23.78	***
	Gruplar İçi	26100.29	597	43.71		
	Toplam	28179.74	599			
Y.O	Gruplar Arası	219.84	2	109.92	7.14	***
	Gruplar İçi	9111.45	592	15.39		
	Toplam	9331.30	594			

İ.O ve Y.O da traheidlerin radyal yöndeki çaplarına yıllık halka genişliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları Tablo 49'da verilmiştir.

### 3.2.3. Traheid Genişlikleri

Masere edilmiş örneklerde İ.O ve Y.O da traheid genişlikleri Tablo 18 - 19'da, bunlara ait varyans grafiği de Şekil 15'de verilmiştir.



Şekil 15. Diri Odun Traheid Genişliklerine Ait Varyans Grafiği



Diri odun örneklerinin İ.O da traheid genişliklerine ait varyans grafiğine göre (Şekil 15), en fazla tekrarlanan traheid genişliği %16 katılım oranı ile 48.01  $\mu\text{m}$  dir. Ortalama traheid genişliği diri odun kısmında 46.01  $\mu\text{m}$  olup bu değerin solunda yer almaktadır.

Ortalama İ.O traheid genişliği, 2 m, 7 m ve 12 m gövde yüksekliği için diri odun kısmında sırasıyla 45.88, 50.01, 47.91  $\mu\text{m}$ ; öz odun kısmında ise 39.82, 37.94, 37.88  $\mu\text{m}$  dir. Y.O da traheid genişliği ise yine aynı sırayla diri odun kısmında, 33.18, 36.83, 33.98  $\mu\text{m}$ , öz odunda ise 28.43, 28.27, 30.31  $\mu\text{m}$ dir. Ortalama değerler karşılaştırıldığında diri odun değerlerinin öz odun değerlerinden büyük olduğu ve gövde yüksekliğiyle diri odun değerlerinin daha fazla değişim gösterdiği görülmüştür.

Tablo 18. Diri Odun Traheid Genişlikleri

DIRİ ODUN TRAHEİD GENİŞLİKLERİ ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	55	44.53	7.47	55.87	16.78	29.26	29.26-58.52
		Y.O	53	32.08	6.04	36.45	18.86	23.94	18.62-42.56
	7 m	İ.O	55	48.84	6.33	40.08	12.98	31.92	31.92-63.84
		Y.O	51	32.29	6.62	43.87	20.52	29.26	18.62-47.88
	12 m	İ.O	50	47.19	7.66	58.69	16.22	39.90	29.26-69.16
		Y.O	50	32.35	7.50	56.27	23.16	34.58	13.30-47.88
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	52	43.25	5.53	30.61	12.77	26.60	31.92-58.52
		Y.O	50	30.86	5.66	32.10	18.43	21.28	21.28-42.56
	7 m	İ.O	52	49.72	5.72	32.71	11.48	29.26	39.90-69.16
		Y.O	50	35.11	7.82	61.16	22.28	31.92	15.96-47.88
	12 m	İ.O	49	47.83	7.18	51.58	15.04	29.26	37.24-66.50
		Y.O	50	33.20	7.34	53.87	22.09	34.58	21.28-55.86
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	54	49.87	7.44	55.47	14.96	34.58	34.58-69.16
		Y.O	52	36.60	6.84	46.73	18.73	31.92	18.62-50.54
	7 m	İ.O	50	51.49	6.57	43.16	12.77	29.26	37.24-66.50
		Y.O	34	41.60	6.99	48.94	16.86	26.60	26.60-53.20
	12 m	İ.O	49	48.73	7.47	55.86	15.36	29.26	34.58-63.84
		Y.O	46	36.41	6.62	43.86	18.20	26.60	21.28-47.88

Tablo 19. Öz Odun Traheid Genişlikleri

ÖZ ODUN TRAHEİD GENİŞLİKLERİ ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	53	41.26	6.86	47.09	16.61	23.94	29.26-53.20
		Y.O	53	28.09	7.34	53.90	26.15	31.92	15.96-47.88
	7 m	İ.O	37	42.34	9.84	96.86	23.24	39.90	26.60-66.50
		Y.O	33	28.86	7.58	57.47	26.28	31.92	15.96-47.88
	12 m	İ.O	53	42.61	8.25	67.99	19.38	31.92	29.26-61.18
		Y.O	32	33.91	5.85	34.24	17.25	23.94	21.28-45.22
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	50	33.57	4.81	23.18	14.31	21.28	23.94-45.22
		Y.O	50	25.96	4.76	22.67	18.35	23.94	15.96-39.90
	7 m	İ.O	50	33.41	4.34	18.80	12.98	15.96	26.60-42.56
		Y.O	50	26.55	3.99	15.92	15.08	18.62	15.96-34.58
	12 m	İ.O	55	35.19	3.57	14.07	10.68	15.96	26.60-42.56
		Y.O	54	25.72	3.51	12.33	13.63	15.96	15.96-31.92
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	52	44.39	6.59	43.52	14.89	26.60	29.26-55.86
		Y.O	47	31.44	6.46	41.78	20.57	29.26	18.62-47.88
	7 m	İ.O	53	38.09	5.34	28.58	14.08	21.28	26.60-47.88
		Y.O	50	29.42	6.14	37.75	18.93	23.94	15.96-39.90
	12 m	İ.O	50	35.85	5.82	33.93	16.29	21.28	26.60-47.88
		Y.O	49	31.30	6.14	37.75	19.63	29.26	18.62-47.88

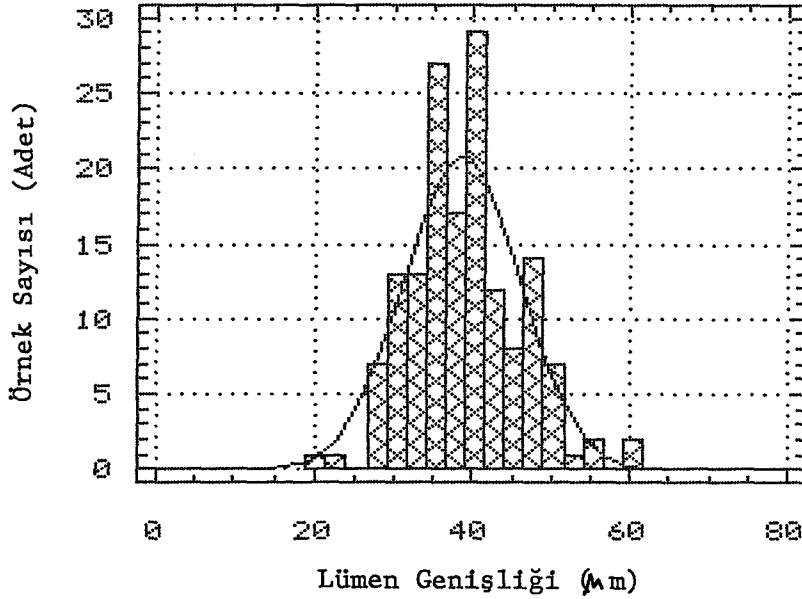
### 3.2.4. Lümen Genişlikleri

İ.O ve Y.O da lümen genişlikleri Tablo 20, 21'de, bunlara ait varyans grafiği de Şekil 16'da verilmiştir.

İ.O da lümen genişliği, 2 m, 7 m, 12 m gövde yüksekliklerinde ve diri odunda sırası ile 38.56, 42.81, 39.57  $\mu\text{m}$  ve öz odunda 31.92, 30.51, 30.31  $\mu\text{m}$  dir. Y.O lümen genişliği ise yine aynı sırayla diri odunda, 18.76, 21.24, 18.12  $\mu\text{m}$  ve öz odunda 14.92, 15.92, 17.47  $\mu\text{m}$  dir. İ.O ve Y.O ortalamaları karşılaştırıldığında, tüm gövde yüksekliklerinde ve öz odun ve diri odunda İ.O lümen genişliğinin Y.O lümen genişliğine oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca diri odunda gerek İ.O gerekse Y.O lümen genişliklerinin öz oduna oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 20. Diri Odun Lümen Genişlikleri

DİRİ ODUN LÜMEN GENİŞLİKLERİ ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	55	37.35	7.07	50.06	18.99	29.26	21.28-50.54
		Y.O	53	19.42	6.46	41.78	33.28	26.60	5.32-31.92
	7 m	İ.O	53	42.24	6.19	38.41	14.69	31.92	23.94-55.86
		Y.O	51	19.34	7.42	55.07	38.40	31.92	5.32-37.24
	12 m	İ.O	49	39.07	7.47	55.87	19.16	39.90	21.28-61.18
		Y.O	50	17.39	7.26	52.73	41.69	26.60	2.66-29.26
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	51	35.77	5.40	29.16	15.11	26.60	23.94-50.54
		Y.O	50	14.84	7.26	52.73	48.86	29.26	5.32-34.58
	7 m	İ.O	53	42.11	5.45	29.73	12.98	26.60	31.92-58.52
		Y.O	50	17.87	7.78	60.33	43.46	26.60	5.32-31.92
	12 m	İ.O	49	38.97	6.65	44.22	17.09	26.60	26.60-53.20
		Y.O	50	15.37	8.43	71.10	54.85	37.24	5.32-42.56
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	52	42.58	7.47	55.80	17.59	31.92	29.26-61.18
		Y.O	52	22.02	7.63	58.28	34.73	37.24	5.32-42.56
	7 m	İ.O	50	44.10	6.03	36.45	13.73	29.26	31.92-61.18
		Y.O	34	26.52	9.28	86.18	35.04	34.58	7.98-42.56
	12 m	İ.O	49	40.69	7.28	53.12	17.90	26.60	26.60-53.20
		Y.O	46	21.62	2.90	62.41	36.54	29.26	5.32-34.58



Şekil 16. Diri Odun Lümen Genişliklerine Ait Varyans Grafiği

Diri odun örneklerinin İ.O da lümen genişliklerine ait varyans grafiğine göre (Şekil 16), en fazla tekrarlanan İ.O lümen genişliği % 19 katılım oranı ile 40.80  $\mu\text{m}$  dir. Diri odunda ortalama lümen genişliği 38.56  $\mu\text{m}$  olup en fazla tekrarlanan değerin solunda yer almaktadır.

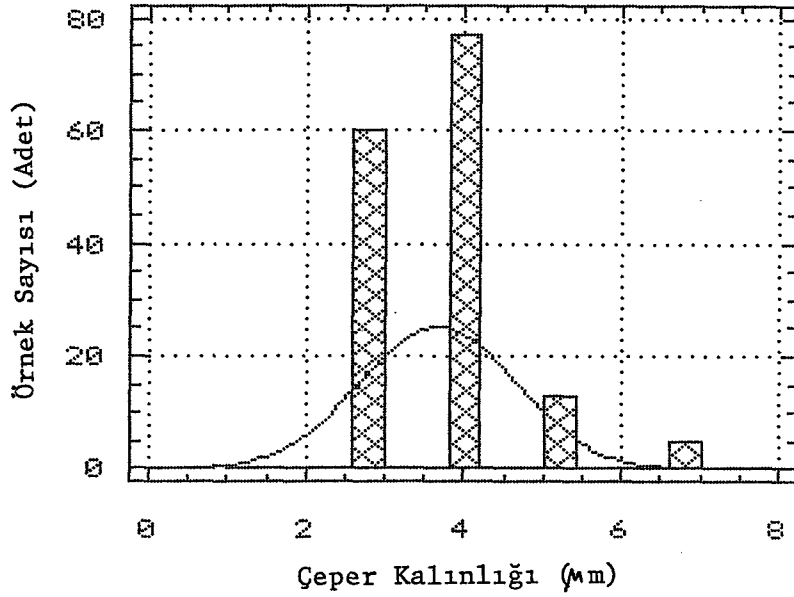
Tablo 21. Öz Odun Lümen Genişlikleri

ÖZ ODUN LÜMEN GENİŞLİKLERİ ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	51	31.33	7.29	53.12	23.22	26.60	18.62-45.22
		Y.O	54	13.83	5.19	26.90	37.58	21.28	2.66-23.94
	7 m	İ.O	37	32.72	9.04	81.79	27.63	37.24	15.96-53.20
		Y.O	31	15.27	5.21	27.18	41.69	23.94	5.32-29.26
		İ.O	53	33.11	7.71	59.51	23.34	31.92	18.62-50.54
Y.O	31	17.50	6.36	40.41	33.47	21.28	5.32-26.60		
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	51	26.89	4.65	21.67	17.31	21.28	15.96-37.24
		Y.O	50	12.71	5.43	29.44	42.74	21.28	2.66-23.94
	7 m	İ.O	50	27.29	4.09	16.78	15.10	18.62	18.62-37.24
		Y.O	50	14.79	3.69	13.67	24.95	15.96	5.32-21.28
		İ.O	56	28.20	4.09	16.78	14.57	18.62	18.62-37.24
Y.O	53	13.43	3.80	14.47	28.35	37.24	5.32-26.60		
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	52	37.53	6.65	44.22	17.72	29.26	21.28-50.54
		Y.O	48	18.22	6.83	46.73	37.58	29.26	5.32-34.58
	7 m	İ.O	54	31.52	5.42	29.44	17.22	26.60	15.96-42.56
		Y.O	50	15.53	6.19	38.41	39.95	29.26	5.32-34.58
		İ.O	47	29.63	5.87	34.55	19.79	21.28	18.62-39.90
Y.O	49	21.49	6.70	44.93	31.22	31.92	5.32-37.24		

İ.O traheidlerinin yaz odununa göre daha büyük çaplı ve çeper kalınlıklarının daha ince olması nedeniyle lümen genişlikleri daha büyüktür. İ.O traheidleri su iletimi görevini üstlendikleri için daha geniş lümenli, yaz odunu traheidleri ise daha çok destekleme görevi yaptıkları için daha dar lümenli ve kalın çeperli olmaktadır.

### 3.2.5. Çeper Kalınlıkları

Tüm gövde yükseklikleri, yıllık halka grupları ve öz odun ve diri odun kısmı için ölçülen İ.O ve Y.O da çeper kalınlıkları Tablo 22, 23'de, bunlara ait varyans grafiği de Şekil 17'de verilmiştir.



Şekil 17. Diric Odun Çeper Kalınlıklarına Ait Varyans Grafiği

Tablo 22. Diric Odun Çeper Kalınlıkları

DIRİ ODUN ÇEPER KALINLIKLARI (µm)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	55	3.59	1.06	1.13	29.86	3.99	2.66-6.65
		Y.O	64	6.38	1.49	2.22	23.54	5.32	3.99-9.31
	7 m	İ.O	52	3.77	0.88	0.77	23.48	2.66	2.66-5.32
		Y.O	51	6.57	1.52	2.29	23.39	5.32	3.99-9.31
		İ.O	49	4.01	1.09	1.19	27.44	3.99	2.66-6.65
		Y.O	50	7.37	1.65	2.72	22.54	7.98	3.99-11.97
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	51	3.78	0.93	0.86	24.74	3.99	2.66-6.65
		Y.O	51	7.10	2.04	4.19	29.13	9.31	3.99-13.30
	7 m	İ.O	53	3.78	0.95	0.92	25.68	3.99	2.66-6.65
		Y.O	50	8.83	2.02	4.08	22.92	7.98	3.99-11.97
		İ.O	49	4.38	1.35	1.84	30.99	5.32	2.66-7.98
		Y.O	50	8.88	2.21	4.87	25.02	10.64	5.32-15.96
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	52	3.62	0.93	0.87	26.26	3.99	2.66-6.65
		Y.O	52	7.18	1.83	3.37	25.72	6.65	3.99-10.64
	7 m	İ.O	51	3.54	0.82	0.68	23.32	2.66	2.66-5.32
		Y.O	34	7.50	2.31	5.35	30.79	7.98	3.99-11.97
		İ.O	50	3.99	0.74	0.55	19.05	3.99	2.66-6.65
		Y.O	46	7.42	1.81	3.27	24.62	7.98	3.99-11.97

Tablo 23. Öz Odun Çeper Kalınlıkları

ÖZ ODUN ÇEPER KALINLIKLARI ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	52	4.55	1.56	2.46	34.87	5.32	2.66-7.98
		Y.O	53	6.78	1.75	3.08	26.19	6.65	3.99-10.64
	7 m	İ.O	37	4.73	1.38	1.91	29.20	5.32	2.66-7.98
		Y.O	31	6.86	1.65	2.72	24.04	5.32	5.32-10.64
	12 m	İ.O	51	4.76	1.46	2.14	31.12	6.65	2.66-9.31
		Y.O	32	8.13	2.39	5.73	29.50	7.98	3.99-11.97
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	51	3.33	1.01	1.02	30.21	2.66	2.66-5.32
		Y.O	51	6.59	1.35	1.84	20.54	6.65	3.99-10.64
	7 m	İ.O	50	3.08	0.69	0.48	22.10	2.66	2.66-5.32
		Y.O	50	5.85	1.65	2.72	22.02	5.32	2.66-7.98
	12 m	İ.O	60	3.56	0.74	0.55	21.14	2.66	2.66-5.32
		Y.O	53	6.06	1.65	2.72	27.33	6.65	2.66-9.31
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	52	3.46	0.90	0.82	26.39	2.66	2.66-5.32
		Y.O	48	6.49	1.46	2.14	22.78	7.98	3.99-11.97
	7 m	İ.O	54	3.24	0.87	0.77	27.14	2.66	2.66-5.32
		Y.O	50	6.86	1.41	1.98	20.85	5.32	3.99-9.31
	12 m	İ.O	48	3.11	0.61	0.37	20.42	1.33	2.66-3.99
		Y.O	49	4.89	1.46	2.14	29.86	5.32	2.66-7.98

Diri odun çeper kalınlıklarına ait varyans grafiğine göre (Şekil 17), diri odunda en fazla tekrarlanan İ.O çeper kalınlığı % 49 katılım oranı ile 3.98  $\mu\text{m}$  dir. Ortalama çeper kalınlığı diri odun için 3.67  $\mu\text{m}$  olup en fazla tekrarlanan değerinde yer almaktadır.

Öz odun ve diri odunun İ.O ve Y.O da çeper kalınlığı üzerine etkisini incelemek için t - Testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O da Çeper Kalınlığı Üzerine Etkisi

		Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Örnek Sayısı	t-Hesap Değeri	Önem Düzeyi
İ.O	Öz Odun	3.79	1.319	1.741	155	-0.90	B.D
	Diri Odun	3.67	0.983	0.966	155		
Y.O	Öz Odun	6.64	1.549	2.401	152	2.72	**
	Diri Odun	7.18	1.934	3.743	152		

Öz odun ve diri odunun İ.O da çeper kalınlığı üzerine etkisi 0.05 yanılma olasılığı ile önemsiz, Y.O da çeper kalınlığı üzerine etkisi ise 0.01 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da çerper kalınlığına gövde yüksekliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 25. İ.O ve Y.O da Çerper Kalınlığına Gövde Yüksekliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	20.327	2	10.163	10.15	***
	Gruplar İçi	459.420	459	1.000		
	Toplam	479.747	461			
Y.O	Gruplar Arası	46.125	2	23.062	5.28	**
	Gruplar İçi	1890.495	433	4.366		
	Toplam	1936.620	435			

Buna göre, çerper kalınlığına gövde yüksekliğinin etkisi İ.O da 0.001 yanılma olasılığı ile, Y.O da ise 0.01 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da çerper kalınlığına yıllık halka genişliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 26 'da verilmiştir.

Tablo 26. İ.O ve Y.O da Çerper Kalınlığına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	0.954	2	0.477	0.484	B.D
	Gruplar İçi	152.693	155	0.985		
	Toplam	153.648	157			
Y.O	Gruplar Arası	77.333	2	38.666	10.65	***
	Gruplar İçi	595.123	164	3.628		
	Toplam	672.457	166			

Çerper kalınlığına yıllık halka genişliğinin etkisi İ.O da 0.05 yanılma olasılığı ile önemsiz, Y.O da ise 0.001 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

### 3.2.6. Kenarlı Geçit Çapları

İlkbahar odununda radyal çeper yüzeylerinde bulunan kenarlı geçitlerin çapları Tablo 27, 28'de, bunlara ait varyans grafiği de Şekil 18'de verilmiştir.

Diri odun kenarlı geçit çaplarına ait varyans grafiğine göre (Şekil 18), en fazla tekrarlanan boyuna kenarlı geçit çapı % 28 katılım oranı ile 18.20  $\mu\text{m}$  dir. Ortalama boyuna yöndeki kenarlı geçit çapı diri odun için 17.84  $\mu\text{m}$  olup bu değerinde yer almaktadır.

Doğu Ladini odununda kenarlı geçitler genellikle tek sıralı olup bazen de çift sıralılara rastlanılmaktadır. Ayrıca kenarlı geçitler traheid ortalarında seyrek uçlara doğru sık bir şekilde yerleşmişlerdir.

Tablo 27. Diri Odun Kenarlı Geçit Çapları

DIRİ ODUN KENARLI GEÇİT ÇAPLARI ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	B	58	17.84	1.67	2.80	9.38		15-22
		E	53	20.00	1.58	2.50	7.91	7	14-23
	7 m	B	59	17.54	1.29	1.66	7.36	9	15-20
		E	56	19.41	0.95	0.90	4.89	5	17-21
	12 m	B	58	16.64	1.56	2.44	9.40	4	13-20
	E	61	18.88	1.51	2.30	8.04	7	16-23	
Normal Yıllık Halka	2 m	B	51	17.63	1.98	3.92	11.23	7	15-23
		E	50	19.58	1.26	1.59	6.45	8	18-24
	7 m	B	59	17.98	1.36	1.84	7.55	6	15-20
		E	56	19.68	1.15	1.31	5.82	5	17-23
	12 m	B	49	17.08	1.06	1.12	6.19	6	15-20
	E	50	18.78	1.57	2.46	8.35	5	16-23	
Dar Yıllık Halka	2 m	B	58	17.98	1.21	1.46	6.71	7	15-20
		E	56	19.46	0.99	0.98	5.09	5	16-22
	7 m	B	58	18.10	1.19	1.43	6.60	6	16-20
		E	50	19.48	1.28	1.64	6.58	4	16-22
	12 m	B	51	17.94	1.61	2.58	8.85	6	15-22
	E	50	19.04	1.14	1.30	5.99	7	15-21	

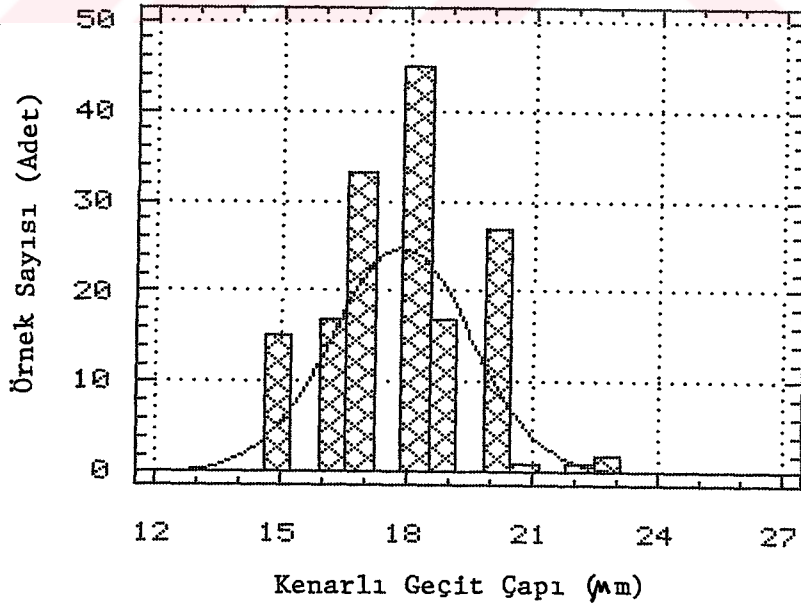
B: Boyuna

E: Enine



Tablo 28. Öz Odun Kenarlı Geçit Çapları

ÖZ ODUN KENARLI GEÇİT ÇAPLARI (µm)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	B	49	15.37	1.51	2.28	9.82	7	13-20
		E	52	18.15	2.05	4.21	11.30	9	14-23
	7 m	B	52	16.40	1.56	2.44	9.52	7	13-20
		E	53	17.38	1.71	2.93	9.85	10	14-24
	12 m	B	54	17.55	1.73	3.00	9.88	7	13-20
		E	54	19.44	1.34	1.80	6.89	5	17-22
Normal Yıllık Halka	2 m	B	56	15.15	1.13	1.28	7.48	5	13-18
		E	53	15.36	1.53	2.35	9.98	8	12-20
	7 m	B	57	15.49	1.07	1.15	6.91	5	13-18
		E	56	16.21	1.07	1.15	6.62	5	14-19
	12 m	B	48	15.13	1.42	2.07	9.41	7	13-20
		E	50	14.92	1.06	1.14	7.14	5	13-18
Dar Yıllık Halka	2 m	B	58	15.22	1.81	3.26	11.87	8	12-20
		E	56	16.75	1.58	2.48	9.40	7	14-21
	7 m	B	58	15.03	0.95	0.91	6.35	5	12-17
		E	60	15.57	1.29	1.67	8.31	6	13-19
	12 m	B	55	14.98	1.10	1.20	7.32	6	12-18
		E	56	15.69	1.26	1.60	8.05	7	13-20



Şekil 18. Diri Odun Kenarlı Geçit Çaplarına Ait Varyans Grafiği

Öz odun ve diri odunun kenarlı geçitlerin boyuna ve enine yöndeki çapları üzerine etkisini incelemek için t - Testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29. Öz Odun ve Diri Odunun Kenarlı Geçitlerin Boyuna ve Enine Yöndeki Çapları Üzerine Etkisi

		Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Örnek Sayısı	t-Hesap Değeri	Önem Düzeyi
Boyuna K.G.Ç	Öz Odun	15.22	1.51	2.59	158	14.66	***
	Diri Odun	17.84	1.65	2.75	158		
Enine K.G.Ç	Öz Odun	16.74	2.06	4.28	158	15.09	***
	Diri Odun	19.67	1.31	1.72	158		

Öz odun ve diri odunun kenarlı geçitlerin hem boyuna hemde enine yöndeki çaplarına etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

Kenarlı geçitlerin boyuna ve enine yöndeki çaplarına gövde yüksekliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Kenarlı Geçitlerin Boyuna ve Enine Yöndeki Çaplarına Gövde Yüksekliğinin Etkisi

		Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Boyuna K.G.Ç	Gruplar Arası	46.62	2	23.31	10.49	***	
	Gruplar İçi	1106.13	498	2.22			
	Toplam	1152.75	500				
Enine K.G.Ç	Gruplar Arası	54.54	2	27.27	16.34	***	
	Gruplar İçi	799.45	479	1.66			
	Toplam	854.00	481				

Buna göre, kenarlı geçitlerin boyuna ve enine yöndeki çaplarına gövde yüksekliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

Kenarlı geçitlerin boyuna ve enine yöndeki çaplarına yıllık halka genişliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Kenarlı Geçitlerin Boyuna ve Enine Yöndeki Çaplarına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Boyuna K.G.Ç	Gruplar Arası	3.45	2	1.72	0.646	B.D
	Gruplar İçi	438.50	164	2.67		
	Toplam	441.96	166			
Enine K.G.Ç	Gruplar Arası	8.53	2	4.26	2.53	B.D
	Gruplar İçi	262.10	156	1.68		
	Toplam	270.64	158			

Kenarlı geçitlerin boyuna ve enine yöndeki çaplarına yıllık halka genişliğinin etkisi 0.05 yanılma olasılıkları ile önemsiz bulunmuştur.

Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 49'da verilmiştir.

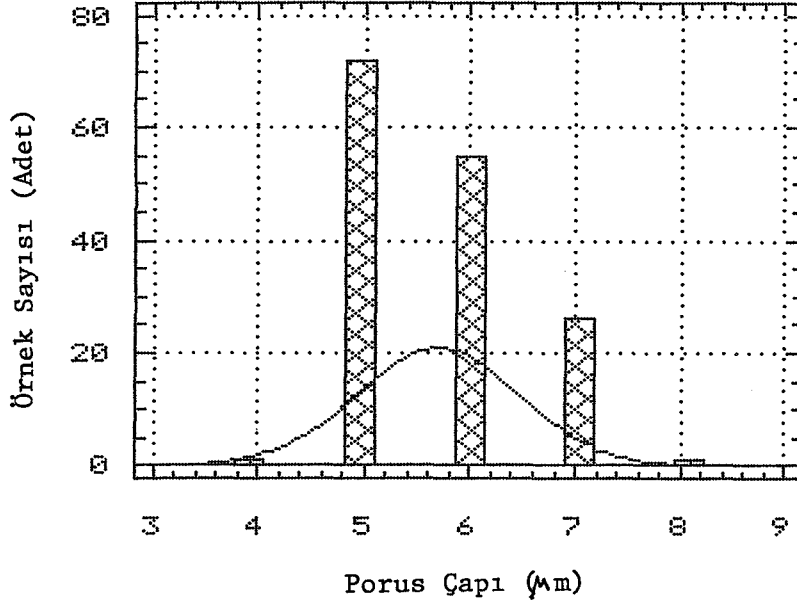
### 3.2.7. Porus Çapları

Kenarlı geçitlerde boyuna ve enine yönde geçit ağzı açıklıkları (porus çapları) Tablo 32, 33'de, bunlara ait varyans grafiği Şekil 19'da verilmiştir.

2 m, 7 m, 12 m gövde yüksekliklerinde, boyuna yöndeki porus çapları diri odunda sırası ile 5.36, 5.57, 5.22  $\mu\text{m}$ , öz odunda ise 5.01, 4.97, 5.26  $\mu\text{m}$  dir. Enine yöndeki porus çapları yine aynı sıra ile diri odunda 5.37, 5.58, 5.26  $\mu\text{m}$ , öz odunda ise 5.09, 4.88, 4.58  $\mu\text{m}$  dir.

2 m gövde yüksekliğinde ve diri odun kısmında boyuna yöndeki porus çapları geniş, normal, dar yıllık halka grupları için sırasıyla, 5.13, 5.60, 5.35  $\mu\text{m}$  ve enine yönde ise 5.35, 5.06, 5.72  $\mu\text{m}$  olup yıllık halka genişliğiyle porus çaplarında önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Diri odun örneklerinin porus çaplarına ait varyans grafiğine göre (Şekil 19), en fazla tekrarlanan enine porus çapı % 45 katılım oranı ile 4.85  $\mu\text{m}$  dir. Ortalama porus çapı 5.36  $\mu\text{m}$  olup bu değer in sağında yer almaktadır.



Şekil 19. Dirî Odun Porus Çaplarına Ait Varyans Grafiği

Tablo 32. Dirî Odun Porus Çapları

DİRİ ODUN PORUS ÇAPLARI (µm)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	B	59	5.13	0.62	0.39	12.24	3	4-7
		E	60	5.35	0.52	0.27	9.63	2	5-7
	7 m	B	54	5.48	0.86	0.74	15.75	3	4-7
		E	59	5.32	0.68	0.46	12.79	4	4-8
		E	55	5.09	0.67	0.45	13.24	2	4-6
Normal Yıllık Halka	2 m	B	62	5.11	0.58	0.33	11.26	3	4-7
		E	50	5.60	0.81	0.65	14.43	3	4-7
	7 m	B	50	5.06	0.77	0.59	12.66	2	5-7
		E	55	5.93	0.66	0.44	11.18	2	5-7
		E	54	5.91	0.73	0.54	12.42	3	5-8
Dar Yıllık Halka	2 m	B	55	5.35	0.64	0.41	12.06	3	4-7
		E	54	5.37	0.73	0.54	13.68	3	4-7
	7 m	B	60	5.35	0.63	0.40	11.83	3	4-7
		E	58	5.72	0.83	0.69	14.56	4	4-8
		E	54	5.30	0.66	0.44	12.51	3	4-7
12 m	B	52	5.52	0.61	0.37	11.05	3	4-7	
	E	50	5.22	0.84	0.71	16.09	5	4-9	
	E	50	5.30	0.58	0.33	10.95	2	4-6	

Tablo 33. Öz Odun Porus Çapları

ÖZ ODUN PORUS ÇAPLARI (µm)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	B	38	5.21	0.81	0.66	15.56	3	4-7
		E	47	5.51	0.86	0.73	15.54	4	4-8
	7 m	B	38	4.71	1.27	1.62	26.99	4	2-6
		E	51	4.98	0.62	0.38	12.37	3	4-7
	12 m	B	66	5.82	0.84	0.70	14.43	4	4-8
		E	69	5.68	0.76	0.57	13.33	2	5-7
Normal Yıllık Halka	2 m	B	50	4.96	0.60	0.37	12.19	2	4-6
		E	50	4.82	0.52	0.27	10.84	2	4-6
	7 m	B	50	5.26	0.66	0.44	12.63	3	4-7
		E	50	4.92	0.53	0.28	10.73	2	4-6
	12 m	B	50	5.00	0.57	0.33	11.43	2	4-6
		E	50	4.70	0.54	0.29	11.57	2	4-6
Dar Yıllık Halka	2 m	B	58	4.93	0.72	0.52	14.64	2	4-6
		E	58	4.95	0.63	0.40	12.79	2	4-6
	7 m	B	50	4.94	0.59	0.34	11.86	2	4-6
		E	50	4.76	0.59	0.35	12.41	2	4-6
	12 m	B	58	4.67	0.63	0.39	13.53	3	3-6
		E	58	4.55	0.65	0.43	14.36	3	3-6

B: Boyuna

E: Enine

### 3.2.8. Karşılaşma Yerlerindeki Geçit Çapları

Boyuna traheidlerle özışını paranzim hücrelerinin karşılaşma yerlerindeki geçitler 1 - 4 adet olup piceoid tiptedir. Diri odunda piceoid tip geçitlerin boyuna ve enine yöndeki çapları Tablo 34'de verilmiştir.

Boyuna yöndeki piceoid geçit çapları 2 m, 7 m, 12 m, gövde yüksekliklerinde ve diri odun kısmında sırası ile diri odunda ortalama 4.04, 4.09, 4.12 µm dir. Enine yöndeki piceoid geçit çapları ise yine aynı sırayla 4.20, 4.03, 4.05 µm dir. Ortalamalar karşılaştırıldığında değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

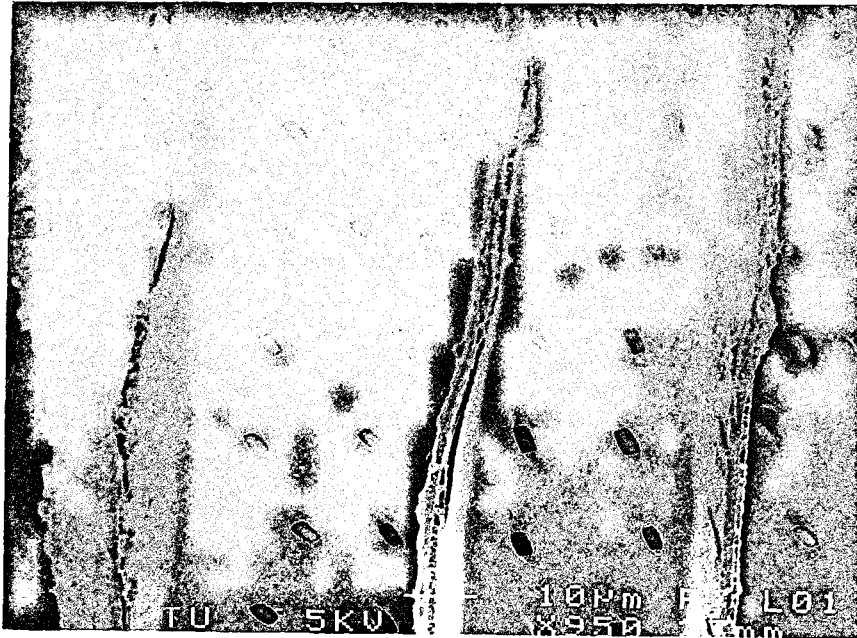
Piceoid tip geçitler pencere tipine göre daha küçük, şekil bakımından daha değişken ve sayıları daha fazla olan geçitlerdir (Şekil 20).

Tablo 34. Karşılaşma Yerlerindeki Geçitlerin Çapları

DİRİ ODUN PİCEOİD GEÇİTLERİN ÇAPLARI ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	B	25	4.00	0.76	0.58	19.09	3	3-6
		E	25	4.24	0.72	0.52	17.06	3	3-6
	7 m	B	25	4.12	0.60	0.36	14.56	2	3-5
		E	25	4.12	0.60	0.36	14.56	2	3-5
	12 m	B	25	4.18	0.71	0.50	16.98	2	3-5
		E	25	4.12	0.78	0.61	18.95	2	3-5
Normal Yıllık Halka	2 m	B	25	4.08	0.91	0.82	22.28	3	3-6
		E	25	4.20	0.70	0.50	16.83	2	3-5
	7 m	B	25	4.16	0.75	0.56	18.02	2	3-5
		E	25	4.14	0.73	0.53	17.63	2	3-5
	12 m	B	25	4.17	0.43	0.19	10.31	1	4-5
		E	25	4.16	0.68	0.46	16.34	2	3-5
Dar Yıllık Halka	2 m	B	25	4.04	0.67	0.45	16.72	2	3-5
		E	25	4.16	0.55	0.30	13.31	2	3-5
	7 m	B	25	4.00	0.64	0.41	16.13	2	3-5
		E	25	3.84	0.62	0.39	16.26	2	3-5
	12 m	B	25	3.92	0.64	0.41	16.33	2	3-5
		E	25	3.88	0.72	0.52	18.70	2	3-5

B: Boyuna

E: Enine

Şekil 20. Radyal Kesitte Piceoid Tip Geçitlerin Görünüşü ( $\times 950$ )

### 3.2.9. Boyuna Yönde Reçine Kanallarının Çapları

Enine kesit üzerinde boyuna yöndeki reçine kanallarının radyal ve teğet yönlerdeki çapları Tablo 35, 36'da, bunlara ait varyans grafiği Şekil 21'de verilmiştir.

Boyuna yöndeki reçine kanallarının ortalama teğet çapları 2 m, 7 m, 12 m gövde yüksekliklerinde, diri odunda sırası ile ortalama 66.73, 61.39, 57.17  $\mu\text{m}$ ; öz odunda ise 39.15, 40.30, 43.73  $\mu\text{m}$  dir. Radyal çapları ise yine aynı sırayla diri odunda ortalama 60.56, 56.25, 57.31  $\mu\text{m}$  ve öz odunda 46.09, 49.17, 50.62  $\mu\text{m}$  dir. Diri odun ve öz odun ortalamaları karşılaştırıldığında, öz odun değerlerinin diri odun değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca öz odun teğet ve radyal yöndeki reçine kanalı çaplarının her ikisinin de gövde yüksekliğiyle arttığı, diri odunda ise azaldığı belirlenmiştir.

Tablo 35. Diri Odunda Boyuna Yöndeki Reçine Kanallarının Çapları

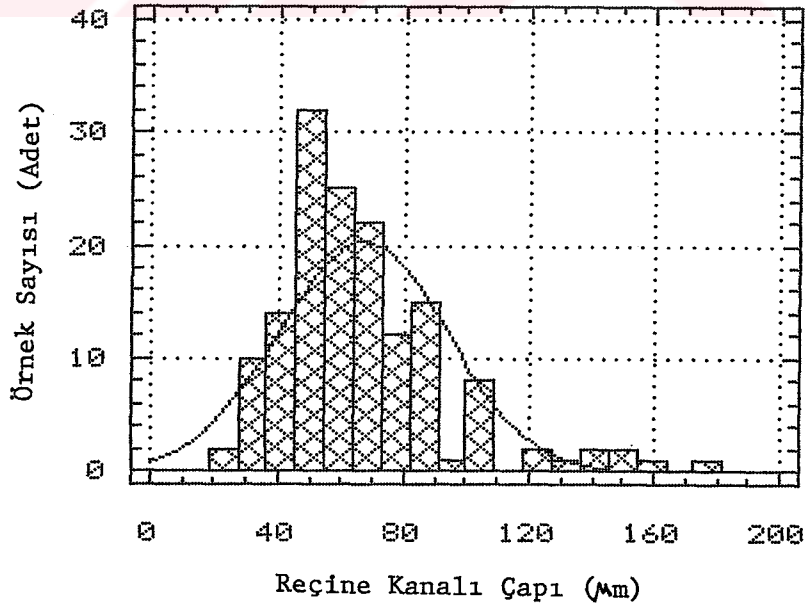
DİRİ ODUN REÇİNE KANALI ÇAPLARI ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	T	50	75.60	29.90	894.01	39.54	140.98	31.92-172.90
		R	50	69.80	13.83	191.27	19.81	58.52	47.88-106.40
	7 m	T	50	60.86	21.46	460.53	35.27	106.40	34.58-140.98
		R	50	59.26	14.76	217.86	24.92	61.18	31.92-93.10
	12 m	T	50	62.62	22.05	486.20	35.25	130.34	18.62-148.96
		R	50	60.59	17.90	320.41	29.55	101.08	26.60-127.68
Normal Yıllık Halka	2 m	T	50	60.81	25.91	671.33	42.60	133.00	26.60-159.60
		R	50	51.82	17.15	294.12	33.14	74.48	18.62-93.10
	7 m	T	50	54.32	16.81	282.57	30.94	74.48	26.60-101.08
		R	50	49.69	11.46	131.33	23.06	42.56	31.92-74.48
	12 m	T	50	47.14	14.95	223.50	31.74	93.10	26.60-119.70
		R	50	47.14	11.52	132.71	24.48	53.20	21.28-74.48
Dar Yıllık Halka	2 m	T	50	63.79	22.21	493.28	34.82	119.70	26.60-146.30
		R	50	60.06	16.30	265.69	27.17	74.48	31.92-106.40
	7 m	T	50	69.00	29.63	877.94	42.96	135.66	37.24-172.90
		R	50	59.80	17.13	293.44	28.65	66.50	31.92-98.42
	12 m	T	50	61.76	25.99	675.48	43.07	125.02	34.58-159.60
		R	50	64.21	14.34	205.56	22.33	69.16	34.24-106.40

T: Teğetsel

R: Radyal

Tablo 36. Öz Odunda Boyuna Yöndeki Reçine Kanallarının Çapları

ÖZ ODUN REÇİNE KANALI ÇAPLARI ( $\mu\text{m}$ )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	T	50	43.62	16.59	275.51	38.03	79.80	21.28-101.08
		R	50	46.50	11.28	127.20	24.25	53.20	21.28-74.48
	7 m	T	50	40.27	11.04	121.86	27.38	55.86	23.94-79.80
		R	50	54.37	10.43	108.73	19.22	42.56	31.92-74.48
	12 m	T	50	55.70	16.94	287.11	30.42	101.08	31.92-133.00
		R	50	62.13	12.37	152.99	19.91	53.20	39.90-93.10
Normal Yıllık Halka	2 m	T	50	31.81	9.07	82.28	28.51	37.24	15.96-53.20
		R	50	35.86	8.91	79.41	24.86	31.92	21.28-53.20
	7 m	T	50	37.35	9.58	91.70	25.70	39.90	18.62-58.52
		R	50	41.97	10.61	112.64	25.29	39.90	23.94-63.84
	12 m	T	50	37.51	12.16	147.77	28.77	58.52	21.28-79.80
		R	50	42.40	9.74	94.78	22.93	45.22	21.28-66.50
Dar Yıllık Halka	2 m	T	50	42.08	11.23	126.01	26.68	50.54	23.94-74.48
		R	50	55.97	12.45	154.97	22.23	50.54	34.58-85.12
	7 m	T	50	43.30	14.34	205.56	23.09	71.82	23.94-95.76
		R	50	51.18	10.05	101.10	19.66	39.90	29.26-69.16
	12 m	T	50	37.98	12.48	155.64	32.82	63.84	15.96-79.80
		R	50	47.35	10.85	117.78	22.90	47.88	26.60-74.48

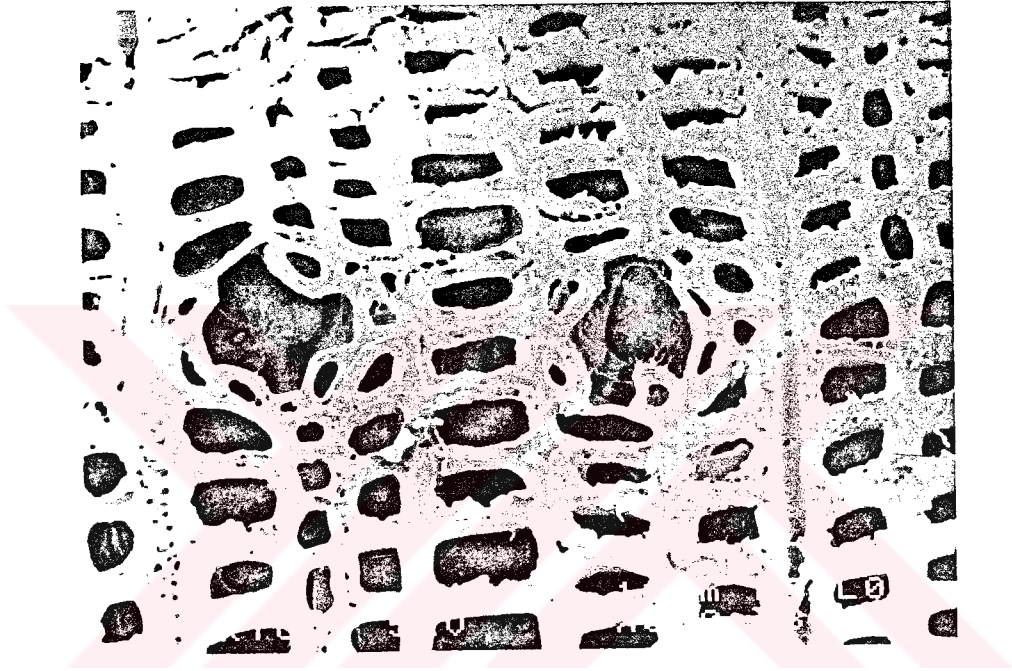


Şekil 21. Diri Odun Reçine Kanalı Çaplarına Ait Varyans Grafiği



Diri odun örneklerinin boyuna yönde reçine kanalı çaplarına ait varyans grafiğine göre (Şekil 21), en fazla tekrarlanan teğet reçine kanal çapı % 21 katılım oranı ile 50.20  $\mu$  m dir. Ortalama boyuna reçine kanal çapı diri odunda 66.73  $\mu$  m olup bu değer in sağında yer almaktadır.

Doğu Ladini odununda boyuna yöndeki reçine kanalları tek tek ya da ikisi bir arada bulunmaktadır (Şekil 22). Enine kesitlerde genellikle bir özışının iki yanında ikişer ikişer bulunurlar. Epitel hücreleri kalın çeperlidir.



Şekil 22. Doğu Ladini Odununda Boyuna Reçine Kanallarının Görünüşü ( $\times 500$ )

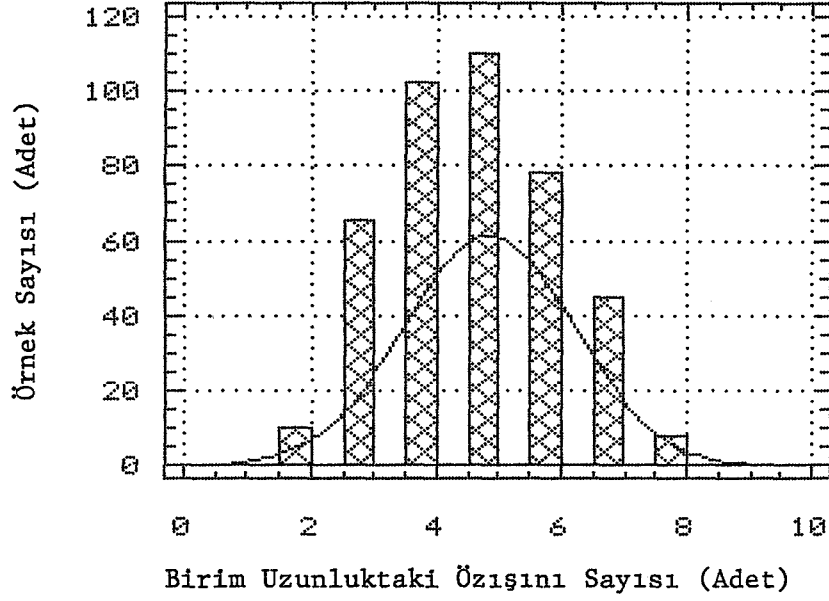
### 3.2.10. Özışını Ölçümleri

**YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

#### 3.2.10.1. Birim Alan ve Birim Uzunluktaki Özışını Sayısı

Özışınlarının teğet kesitte birim alan ( $\text{mm}^2$ ) ve birim uzunluktaki (mm) sayıları Tablo 37, 38'de, birim uzunluktaki özışını sayısına ait varyans grafiği Şekil 23'de ve birim alandaki özışını sayısına ait varyans grafiği de Şekil 24'de verilmiştir.

Diri odun örneklerinin birim uzunluktaki özışını sayılarına ait varyans grafiğine göre (Şekil 23), en fazla tekrarlanan özışını sayısı % 25 katılım oranı ile 4.80 adettir. Diri odun için ortalama değer 4.83 olup bu değerle aynı bölgede yer almaktadır.



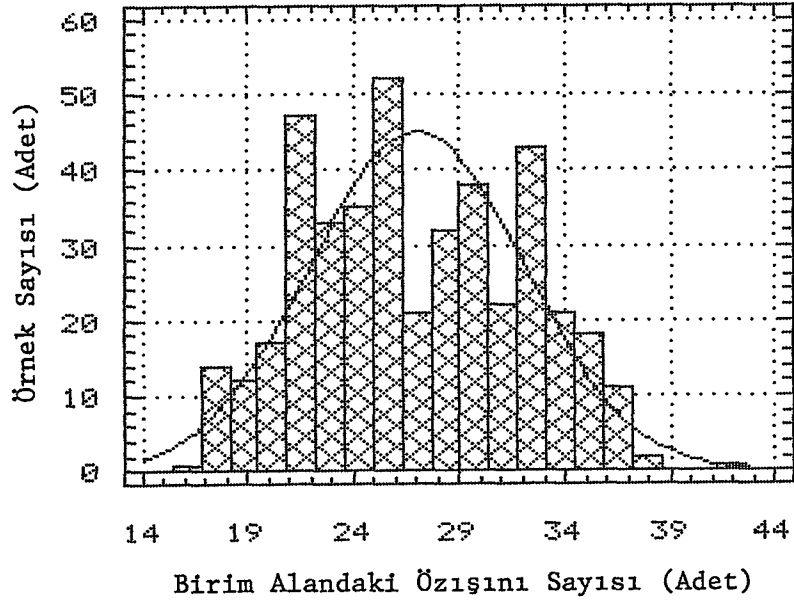
Şekil 23. Diri Odunda Birim Uzunluktaki Özişini Sayısına Ait Varyans Grafiği

Tablo 37. Diri Odunda Özişinlerinin Birim Alan ve Birim Uzunluktaki Sayıları

DİRİ ODUN ÖZİŞİNİ SAYILARI (adet)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	mm <sup>2</sup>	199	31.18	3.33	11.10	11.92	15	18-33
		mm	199	5.72	1.04	1.09	18.24	4	4-8
	7 m	mm <sup>2</sup>	154	25.55	3.05	9.28	11.92	15	18-33
		mm	154	5.29	1.08	1.16	20.37	6	3-9
		mm <sup>2</sup>	142	26.54	2.99	8.97	11.29	19	18-37
		mm	143	5.44	1.14	1.30	20.99	6	3-9
Normal Yıllık Halka	2 m	mm <sup>2</sup>	125	24.62	2.56	6.58	10.41	13	18-31
		mm	126	3.94	1.15	1.33	29.27	5	2-7
	7 m	mm <sup>2</sup>	103	23.96	2.47	6.14	10.33	13	18-31
		mm	102	3.85	0.80	0.64	20.79	5	2-7
		mm <sup>2</sup>	103	23.67	3.14	9.89	13.28	16	16-32
		mm	104	3.59	0.98	0.96	27.37	4	2-6
Dar Yıllık Halka	2 m	mm <sup>2</sup>	132	21.79	2.50	6.26	11.48	12	16-28
		mm	133	4.12	0.96	0.92	23.34	4	2-6
	7 m	mm <sup>2</sup>	130	22.61	2.70	7.28	11.93	12	16-28
		mm	132	3.83	0.93	0.86	24.28	4	2-6
		mm <sup>2</sup>	138	23.18	2.46	6.06	10.62	11	19-30
		mm	136	3.93	0.98	0.96	24.92	5	2-7

Tablo 38. Öz Odunda Özışınlarının Birim Alan ve Birim Uzunluktaki Sayıları

ÖZ ODUN ÖZİŞİNİ SAYILARI (adet)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	mm <sup>2</sup>	200	32.29	3.60	12.96	11.15	19	22-41
		mm	199	5.34	1.07	1.15	20.12	6	3-9
	7 m	mm <sup>2</sup>	196	29.94	3.59	12.85	11.97	21	20-41
		mm	196	5.50	1.03	1.05	18.64	4	4-8
	12 m	mm <sup>2</sup>	176	26.91	3.77	14.28	14.04	20	17-37
	mm	175	4.96	0.96	0.91	19.26	5	3-8	
Normal Yıllık Halka	2 m	mm <sup>2</sup>	112	32.89	4.83	23.36	14.69	23	22-45
		mm	110	3.94	1.01	1.01	25.58	5	2-7
	7 m	mm <sup>2</sup>	124	34.65	4.64	21.59	13.41	21	24-45
		mm	125	4.04	1.06	1.12	26.19	5	2-7
	12 m	mm <sup>2</sup>	105	35.34	4.18	17.44	11.82	23	20-43
	mm	104	4.00	1.13	1.28	28.30	6	2-8	
Dar Yıllık Halka	2 m	mm <sup>2</sup>	109	26.33	2.95	8.72	11.22	13	20-33
		mm	109	4.02	1.00	1.00	24.88	4	2-6
	7 m	mm <sup>2</sup>	132	28.91	3.12	9.75	10.80	16	20-36
		mm	132	4.19	0.95	0.90	22.68	4	2-6
	12 m	mm <sup>2</sup>	135	26.40	2.65	7.00	10.02	12	20-32
	mm	135	4.01	1.04	1.08	25.96	5	2-7	



Şekil 24. Diri Odunda Birim Alandaki Özışını Sayılarına Ait Varyans Grafiği

Diri odun örneklerinin birim alandaki özışını sayılarına ait varyans grafiğine göre (Şekil 24), en fazla tekrarlanan özışını sayısı % 13 katılım oranı ile 25.50 adettir. Diri odunda ortalama birim alandaki özışını sayısı 26.96 adet olup bu değerin sağında yer almaktadır.

Öz odun ve diri odunun birim alandaki özışını sayısı üzerine etkisini incelemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. Öz Odun ve Diri Odunun Birim Alandaki Özışını Sayısı Üzerine Etkisi

	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Örnek Sayısı	t-Hesap Değeri	Önem Düzeyi
Öz Odun	30.89	4.68	21.96	420	-11.63	***
Diri Odun	26.96	5.08	25.88	420		

Öz odun ve diri odunun birim alandaki özışını sayısı üzerine etkisi 0.001 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Birim alandaki özışını sayısına gövde yüksekliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Birim Alandaki Özışını Sayısına Gövde Yüksekliğinin Etkisi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	1565.52	2	782.76	49.98	***
Gruplar İçi	19151.60	1223	15.65		
Toplam	20717.12	1225			

Buna göre, birim alandaki özışını sayısına gövde yüksekliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Birim alandaki özışını sayısına yıllık halka genişliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. Birim Alandaki Özışını Sayısına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi

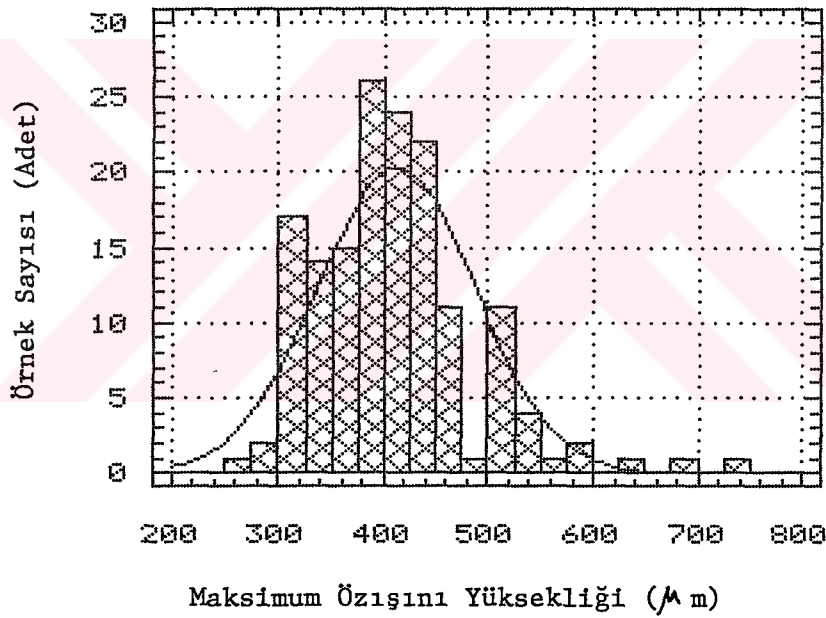
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	7709.75	2	3854.87	455.67	***
Gruplar İçi	3832.23	453	8.45		
Toplam	11541.99	455			

Buna göre, birim alandaki özışını sayısına yıllık halka genişliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Denemeler sonucu varyans kaynaklarının ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları Tablo 49'da toplu olarak verilmiştir.

### 3.2.10.2. Maksimum Özışını Yükseklikleri ve Genişlikleri

Maksimum özışını yükseklikleri ve genişlikleri Tablo 42, 43'de, maksimum özışını yüksekliklerine ait varyans grafiği Şekil 25'de verilmiştir.



Şekil 25. Diric Odununda Maksimum Özışını Yüksekliklerine Ait Varyans Grafiği

Diric odun örneklerinin maksimum özışını yüksekliklerine ait varyans grafiğine göre (Şekil 25), en fazla tekrarlanan maksimum özışını yüksekliği % 17 katılım oranı ile 397.48 µm dir. Ortalama özışını yüksekliği diric odununda 411.13 µm olup bu değer in sağında yer almaktadır.

Tablo 42. Diri Odunda Özışını Yükseklikleri ve Genişlikleri

DİRİ ODUN ÖZİŞİNİ YÜKSEKLİK ve GENİŞLİKLERİ ( $\mu\text{m}$ ve adet )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	Ö.Y	54	451.66	70.81	5014.65	15.68	397.48	334.7-732.2
		Ö.G	25	18.83	4.29	18.40	22.68	10.46	10.46-20.92
		M.H.Y	54	25.89	4.24	17.95	16.36	21	19-40
	7 m	Ö.Y	52	551.97	72.59	5269.66	13.16	345.18	418.4-763.66
		Ö.G	25	19.10	5.13	26.32	29.87	10.46	10.46-20.92
		M.H.Y	51	30.96	5.57	20.92	14.77	21	22-43
	12 m	Ö.Y	50	510.03	89.75	8054.49	17.60	418.40	366.1-784.5
		Ö.G	25	19.66	5.54	30.73	27.98	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	50	28.88	4.97	24.76	17.23	26	20-46
Normal Yıllık Halka	2 m	Ö.Y	55	355.64	59.69	3214.12	15.94	340.58	261.5-502.1
		Ö.G	25	20.08	5.96	35.55	29.77	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	55	20.05	3.05	9.31	15.22	13	15-28
	7 m	Ö.Y	51	340.89	69.56	4838.45	20.39	397.48	230.1-627.6
		Ö.G	25	20.40	5.13	27.30	29.87	10.46	10.46-20.92
		M.H.Y	51	19.96	3.21	10.28	16.06	21	14-35
	12 m	Ö.Y	50	324.47	48.01	2305.09	14.79	156.90	265-1.5-418.4
		Ö.G	25	24.27	6.58	43.43	27.03	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	50	19.38	3.28	10.73	16.90	13	14-27
Dar Yıllık Halka	2 m	Ö.Y	50	421.33	64.75	4192.23	15.36	345.18	334.7-679.9
		Ö.G	25	21.76	2.82	7.95	13.31	10.46	20.92-31.38
		M.H.Y	50	24.62	3.38	11.46	13.75	17	18-35
	7 m	Ö.Y	53	396.22	48.74	2375.94	12.30	251.04	313.8-564.8
		Ö.G	25	20.60	3.87	14.98	20.33	10.46	10.46-20.92
		M.H.Y	52	22.69	3.18	10.10	14.00	17	17-34
	12 m	Ö.Y	51	422.69	61.61	3795.72	14.59	313.80	318.8-627.6
		Ö.G	25	20.50	6.17	38.09	30.52	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	52	24.15	3.41	11.66	14.14	17	18-35

Ö.Y : Maksimum özışını yüksekliği (  $\mu\text{m}$  )

Ö.G : Özışını genişliği (  $\mu\text{m}$  )

M.H.Y : Maksimum özışını hücre yüksekliği ( adet )

Tablo 43. Öz Odunda Özışını Yükseklik ve Genişlikleri

ÖZ ODUN ÖZİŞİNİ YÜKSEKLİK ve GENİŞLİKLERİ ( $\mu\text{m}$ ve adet )									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans ( $S^2$ )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	Ö.Y	52	515.89	100.52	10104.27	19.49	481.16	355.64-386.80
		Ö.G	25	23.85	4.81	23.15	20.10	10.46	20.92-31.38
		M.H.Y	52	28.17	5.88	34.62	20.88	30	18-48
	7 m	Ö.Y	52	501.88	76.67	5878.28	15.26	282.42	366.10-648.52
		Ö.G	25	23.43	4.60	21.18	19.46	10.46	20.92-31.38
		M.H.Y	52	25.75	3.92	15.32	15.20	18	18-36
	12 m	Ö.Y	51	556.68	133.99	17953.32	24.07	554.38	334.72-889.10
		Ö.G	21	23.40	5.02	25.21	20.52	10.46	20.92-31.38
		M.H.Y	51	30.65	7.35	54.07	23.99	28	20-48
Normal Yıllık Halka	2 m	Ö.Y	52	331.89	83.89	7037.53	25.27	313.80	209.20-523.00
		Ö.G	25	20.50	6.38	40.71	31.17	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	52	18.34	4.66	21.73	25.42	18	11-29
	7 m	Ö.Y	54	341.31	82.63	6827.72	24.22	397.48	230.12-627.60
		Ö.G	25	19.25	5.75	33.10	30.09	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	54	17.76	4.51	20.37	25.42	21	12-33
	12 m	Ö.Y	57	361.29	101.77	10357.13	28.18	387.02	261.50-648.52
		Ö.G	25	20.10	6.69	44.81	29.34	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	57	17.05	4.53	20.51	26.55	18	11-29
Dar Yıllık Halka	2 m	Ö.Y	63	433.46	91.63	8396.05	21.14	596.22	292.88-889.10
		Ö.G	25	20.50	4.70	22.16	23.19	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	63	24.02	4.66	21.76	19.42	30	17-47
	7 m	Ö.Y	55	394.45	63.91	4084.48	16.20	292.88	292.88-585.76
		Ö.G	25	20.50	4.70	22.16	23.19	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	55	20.15	3.26	10.62	16.17	16	14-30
	12 m	Ö.Y	50	390.37	73.12	5346.53	18.75	334.72	292.88-627.60
		Ö.G	25	20.40	6.69	44.81	32.27	20.92	10.46-31.38
		M.H.Y	50	20.98	3.63	13.16	17.29	17	16-33

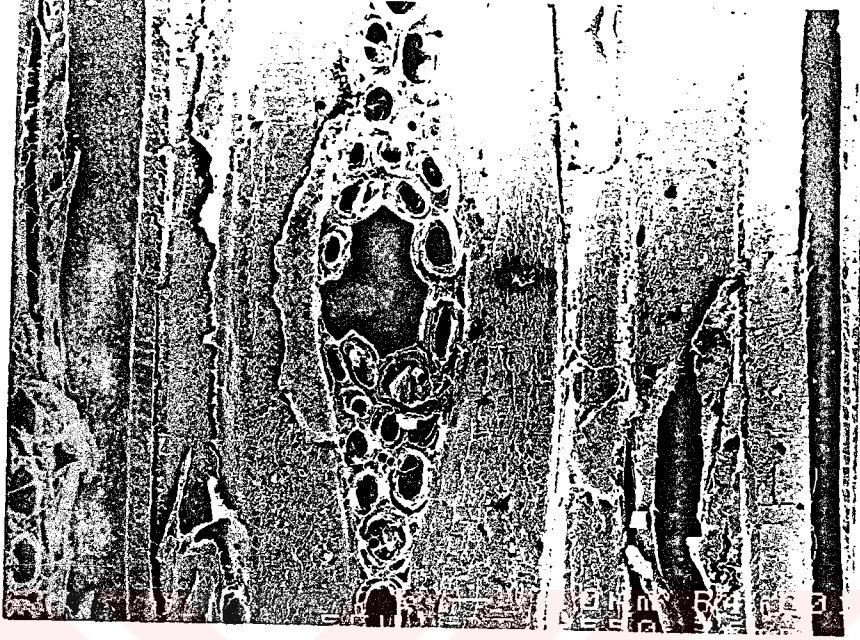
Ö.Y : Maksimum özışını yüksekliği (  $\mu\text{m}$  )

Ö.G : Özışını genişliği (  $\mu\text{m}$  )

M.H.Y : Maksimum özışını hücre yüksekliği (adet )

Maksimum özışını yükseklikleri 2 m, 7 m, 12 m gövde yüksekliklerinde ve diri odunda sırasıyla ortalama 411.07, 429.67, 419.06  $\mu\text{m}$ ; öz odunda 429.17, 412.54, 436.11  $\mu\text{m}$  dir. Özışını genişliği ise yine aynı sırayla diri odunda 20.18, 20.03, 21.47  $\mu\text{m}$ , öz odunda ise 21.54, 21.06, 21.30  $\mu\text{m}$  dir.

Doğu Ladini odununda özışınları genellikle tek sıralı bazen de çok sıralı olup heterojen yapıdadırlar. Çok sıralı özışınları enine reçine kanallarının etrafında yer almaktadır (Şekil 26).



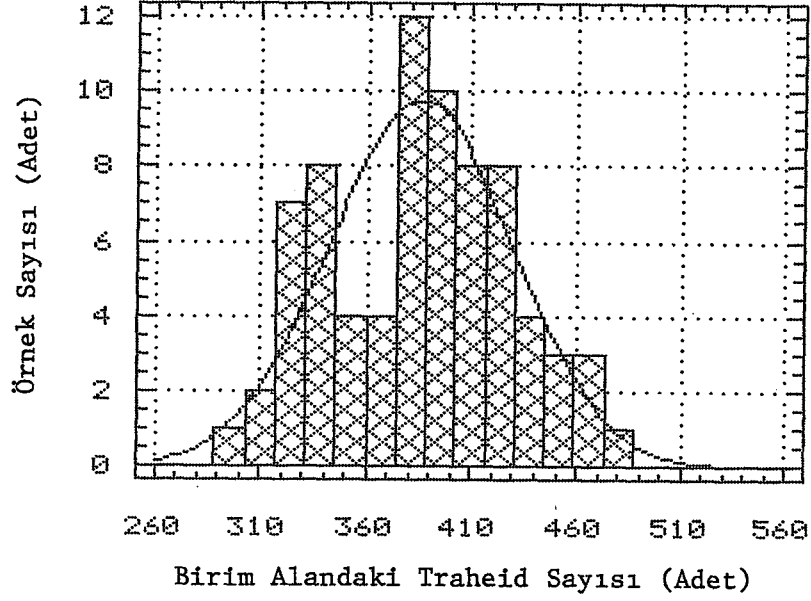
Şekil 26. Teğet Kesitte Özışınlarının İçinde Enine Reçine Kanallarının Görünüşü ( $\times 550$ )

### 3.2.11. Birim Alandaki Traheid Sayısı

İ.O ve Y.O da traheidlerin birim alandaki sayıları ( $\frac{1}{2} \text{ mm}^2$ ) Tablo 44, 45 de bunlara ait varyans grafiği de Şekil 27'de verilmiştir.

Diri odun örneklerinin birim alandaki traheid sayısına ait varyans grafiğine göre (Şekil 27), en fazla tekrarlanan traheid sayısı % 16 katılım oranı ile 375 adettir. Diri odunda ortalama İ.O traheid sayısı 385 adet olup bu değer sağında yer almaktadır.





Şekil 27. Diri Odunda Birim Alandaki Traheid Sayısına Ait Varyans Grafiği

Tablo 44. Diri Odunda Birim Alandaki Traheid Sayısı

DİRİ ODUN TRAHEİD SAYISI (adet)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	25	414	30.34	920.5	7.33	108	375-483
		Y.O	25	659	48.25	2328.3	7.32	183	565-748
	7 m	İ.O	25	379	31.64	1000.9	8.34	142	322-464
		Y.O	25	703	49.39	2439.5	7.02	200	600-800
	12 m	İ.O	25	386	21.30	453.8	5.51	96	326-422
	Y.O	25	622	45.83	2100.1	7.37	168	552-720	
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	25	398	36.46	1329.4	9.16	133	332-465
		Y.O	25	607	54.25	2942.8	8.94	220	510-730
	7 m	İ.O	25	349	42.08	1771.2	12.06	201	275-476
		Y.O	25	556	34.03	1158.2	6.12	130	500-630
	12 m	İ.O	25	401	41.34	1709.1	10.31	150	330-480
	Y.O	25	591	49.91	2491.4	8.44	202	493-695	
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	25	344	28.87	833.5	8.39	100	300-400
		Y.O	25	468	57.93	3356.3	12.38	190	400-590
	7 m	İ.O	25	325	22.32	498.0	6.86	98	280-378
		Y.O	25	455	36.49	1331.7	8.02	150	390-540
	12 m	İ.O	25	367	38.04	1447.3	10.36	190	220-410
	Y.O	25	516	53.36	2847.4	10.33	210	380-590	

Tablo 45. Öz Odunda Birim Alandaki Traheid Sayısı

ÖZ ODUN TRAHEİD SAYISI (adet)									
Yıllık Halka Grubu	Gövde Yüksekliği		Örnek Sayısı (N)	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Varyans (S <sup>2</sup> )	Varyans Katsayısı (V)	Değişim Genişliği (R)	Min. ve Maks. Değer
Geniş Yıllık Halka	2 m	İ.O	50	484	35.78	1280.2	7.38	146	414-560
		Y.O	50	775	70.12	4917.5	9.04	358	560-918
	7 m	İ.O	38	559	40.85	1668.7	7.30	168	490-658
		Y.O	38	988	80.57	6492.2	8.15	346	820-1166
	12 m	İ.O	25	433	40.00	1599.9	9.23	153	372-525
		Y.O	25	713	47.21	2228.4	6.62	143	644-787
Normal Yıllık Halka	2 m	İ.O	25	760	63.57	4040.9	8.36	208	680-888
		Y.O	25	1039	97.54	9514.3	9.38	350	850-1200
	7 m	İ.O	25	608	45.64	2083.0	7.51	185	505-690
		Y.O	25	793	49.98	2498.4	6.31	180	720-900
	12 m	İ.O	25	653	53.36	2846.9	8.17	234	561-795
		Y.O	25	848	80.08	6412.3	9.45	260	700-960
Dar Yıllık Halka	2 m	İ.O	25	529	35.86	1285.7	6.77	140	460-600
		Y.O	25	744	59.28	3514.2	7.97	210	640-850
	7 m	İ.O	25	551	65.31	4265.1	11.86	235	440-675
		Y.O	25	775	60.58	3669.7	7.82	220	670-890
	12 m	İ.O	25	563	69.14	4780.2	12.28	237	466-703
		Y.O	25	795	104.89	11000.9	13.19	480	620-1100

Öz odun ve diri odunun İ.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayısı üzerine etkisini incelemek için t - Testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 46 'da verilmiştir.

Tablo 46. Öz Odun ve Diri Odunun İ.O ve Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayısı Üzerine Etkisi

		Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Örnek Sayısı	t-Hesap Değeri	Önem Düzeyi
İ.O	Öz Odun	592.29	129.16	16682.8	75	-13.14	***
	Diri Odun	385.32	43.71	1910.7	75		
Y.O	Öz Odun	847.38	157.37	24766.8	75	-12.63	***
	Diri Odun	577.78	96.91	9392.8	75		

Buna göre, öz odun ve diri odunun İ.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayısı üzerine etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayısına gövde yüksekliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 47. İ.O ve Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayısına Gövde Yüksekliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	57401.36	2	28700.68	17.83	***
	Gruplar İçi	357206.40	222	1609.03		
	Toplam	414607.76	224			
Y.O	Gruplar Arası	1770.7	2	885.36	0.102	B.D
	Gruplar İçi	1919148.2	222	8644.81		
	Toplam	1920918.9	224			

Birim alandaki traheid sayısına gövde yüksekliğinin etkisi İ.O da 0.001 yanılma olasılığı ile önemli, Y.O da ise 0.05 yanılma olasılığı ile önemsiz bulunmuştur.

İ.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayısına yıllık halka genişliğinin etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. İ.O ve Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayısına Yıllık Halka Genişliğinin Etkisi

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
İ.O	Gruplar Arası	47394.0	2	33697.0	32.785	***
	Gruplar İçi	74002.3	72	1027.8		
	Toplam	141396.3	74			
Y.O	Gruplar Arası	488014.4	2	244007.2	84.849	***
	Gruplar İçi	207056.1	72	2875.7		
	Toplam	695070.5	74			

İ.O ve Y.O da traheid sayısına yıllık halka genişliğinin etkisi 0.001 yanılma olasılıkları ile önemli bulunmuştur.

Bulunan varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları toplu olarak Tablo 49'da verilmiştir.

Tablo 49. İç Morfolojik Özelliklere Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamalarının Scheffe Çoklu Karşılaştırma Sonuçları\*

	Varyans Kaynakları	İ.O Traheid Uzunluğu			Y.O Traheid Uzunluğu		
		Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar
Yıllık Halka Grubu	Geniş	60	2.78	a	70	3.57	a
	Normal	70	2.97	a	70	3.51	a
	Dar	50	3.37	b	50	3.56	a
Gövde Yüksekliği	2 m	180	3.02	a	190	3.54	a
	7 m	168	3.19	b	190	3.73	b
	12 m	165	3.04	ab	190	3.67	ab
		İ.O Teğet Y. Traheid Çapı			Y.O Teğet Y. Traheid Çapı		
	Varyans Kaynakları	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar
Yıllık Halka Grubu	Geniş	200	38.31	a	200	34.27	a
	Normal	200	40.73	b	200	34.73	a
	Dar	200	46.94	c	195	41.65	b
Gövde Yüksekliği	2 m	600	42.00	a	595	36.85	a
	7 m	600	45.19	b	592	38.88	b
	12 m	600	43.50	c	594	36.99	a
		İ.O Radyal Y. Traheid Çapı			Y.O Radyal Y. Traheid Çapı		
	Varyans Kaynakları	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar
Yıllık Halka Grubu	Geniş	200	35.11	a	200	16.90	a
	Normal	200	35.89	a	200	17.40	ab
	Dar	200	39.39	b	195	18.37	b
Gövde Yüksekliği	2 m	600	36.80	a	595	17.55	a
	7 m	600	39.80	b	592	19.38	b
	12 m	598	37.73	c	594	17.67	a
		Boyuna Y. Kenarlı Geçit Çapı			Enine Y. Kenarlı Geçit Çapı		
	Varyans Kaynakları	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar
Yıllık Halka Grubu	Geniş	58	17.84	a	53	20.00	a
	Normal	51	17.62	a	50	19.58	a
	Dar	58	17.98	a	56	19.46	a
Gövde Yüksekliği	2 m	167	17.82	a	159	19.67	a
	7 m	176	17.87	a	162	19.52	a
	12 m	158	17.19	b	161	18.90	b

		<i>İ.O Birim A. Traheid Sayısı</i>			<i>Y.O Birim A. Traheid Sayısı</i>		
	Varyans Kaynakları	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar
Yıllık Halka Grubu	Geniş	25	413.92	a	25	659.00	a
	Normal	25	398.92	a	25	606.00	b
	Dar	25	343.92	b	25	467.80	c
Gövde Yüksekliği	2 m	75	385.82	a	75	577.78	a
	7 m	75	351.20	b	75	571.36	a
	12 m	75	384.84	a	75	576.68	a
		<i>İ.O Çeper Kalınlıkları</i>			<i>Y.O Çeper Kalınlıkları</i>		
	Varyans Kaynakları	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar
Yıllık Halka Grubu	Geniş	55	3.60	a	64	6.35	a
	Normal	51	3.78	a	51	8.00	b
	Dar	52	3.63	a	52	7.18	ab
Gövde Yüksekliği	2 m	158	3.67	a	167	7.19	a
	7 m	156	3.70	a	135	7.64	ab
	12 m	148	4.13	b	134	7.57	b
		<i>Birim A. Özışını Sayısı</i>					
	Varyans Kaynakları	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Homojen Gruplar			
Yıllık Halka Grubu	Geniş	199	31.17	a			
	Normal	125	24.62	b			
	Dar	132	21.78	c			
Gövde Yüksekliği	2 m	456	26.66	a			
	7 m	387	24.14	b			
	12 m	383	24.55	b			

\* ( $P < 0.05$ ) Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur.

Buna göre, traheid uzunluğuna yıllık halka genişliğinin etkisinin İ.O da önemli, Y.O da ise önemsiz olduğu görülmüştür. Yıllık halka grupları arasında yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, İ.O traheid uzunluklarının 2 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir. İ.O ve Y.O da traheid uzunluklarına gövde yüksekliğinin etkili olduğu ve ortalamalar karşılaştırıldığında İ.O ve Y.O da traheid uzunluklarının her ikisinin de 2 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

İ.O ve Y.O da teğet yöndeki traheid çaplarına yıllık halka genişliğinin ve gövde yüksekliğinin etkili olduğu görülmüştür. Yıllık halka grupları arasında yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre, teğet yöndeki traheid çaplarının İ.O da 3, Y.O da 2 homojen grupta toplandıkları; gövde yüksekliği ortalamaları karşılaştırıldığında da teğet yöndeki traheid çaplarının İ.O da 3, Y.O da 2 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

İ.O ve Y.O da radyal yöndeki traheid çaplarına yıllık halka genişliği ve gövde yüksekliğinin etkili olduğu ve yıllık halka grupları ortalamaları karşılaştırıldığında radyal

yöndeki traheid çaplarının İ.O ve Y.O da 2 homojen grupta toplandıkları; gövde yükseklikleri ortalamaları karşılaştırıldığında ise radyal yöndeki traheid çaplarının İ.O da 3, Y.O da 2 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

Boyuna ve enine yöndeki traheid çaplarına yıllık halka genişliğinin etkili olmadığı, gövde yüksekliğinin ise etkili olduğu görülmüştür. Gövde yüksekliği ortalamaları karşılaştırıldığında enine ve boyuna yöndeki kenarlı geçit çaplarının 2 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

Birim alandaki traheid sayılarına yıllık halka genişliğinin etkisinin İ.O ve Y.O da önemli olduğu, ortalamalar karşılaştırıldığında da birim alandaki traheid sayılarının İ.O da 2, Y.O da ise 3 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir. Birim alandaki traheid sayılarına gövde yüksekliğinin etkisinin ise İ.O da önemli, Y.O da ise önemsiz olduğu ve yapılan Scheffe testi sonucunda da İ.O da birim alandaki traheid sayılarının 2 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

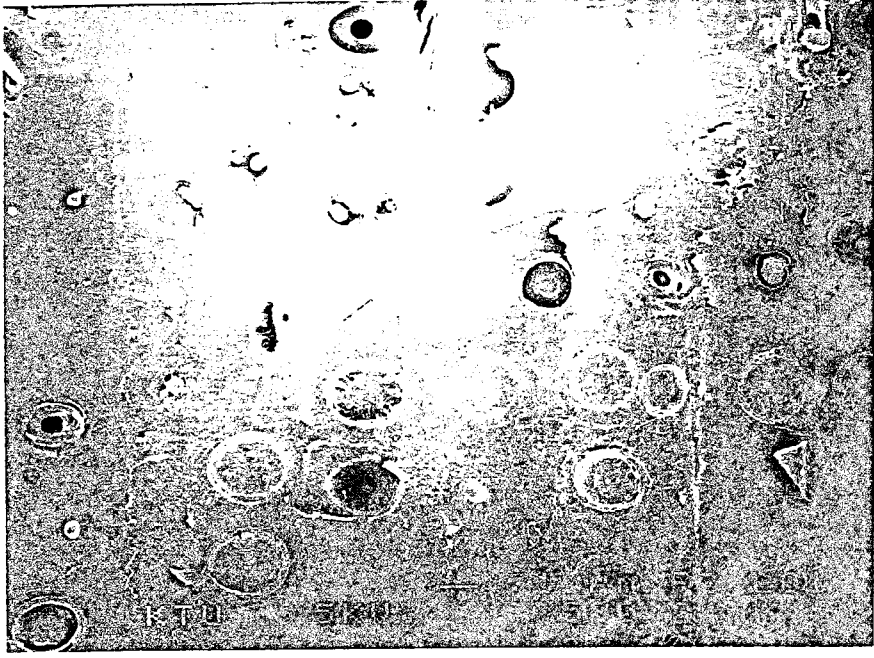
Çeper kalınlıklarına yıllık halka genişliğinin etkisinin İ.O da önemsiz, Y.O da önemli olduğu ve Y.O da çeper kalınlıklarının 2 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir. Gövde yüksekliğinin çeper kalınlıklarına etkisinin ise İ.O ve Y.O da önemli olduğu ve ortalamalar karşılaştırıldığında çeper kalınlıklarının 2 homojen grupta toplandıkları saptanmıştır.

Birim alandaki özışını sayısına yıllık halka genişliği ve gövde yüksekliğinin etkili oldukları ve yıllık halka genişliği ortalamaları karşılaştırıldığında birim alandaki özışını sayısının 3 homojen grupta toplandığı, gövde yüksekliği ortalamaları karşılaştırıldığında ise birim alandaki özışını sayısının 2 homojen grupta toplandığı belirlenmiştir.

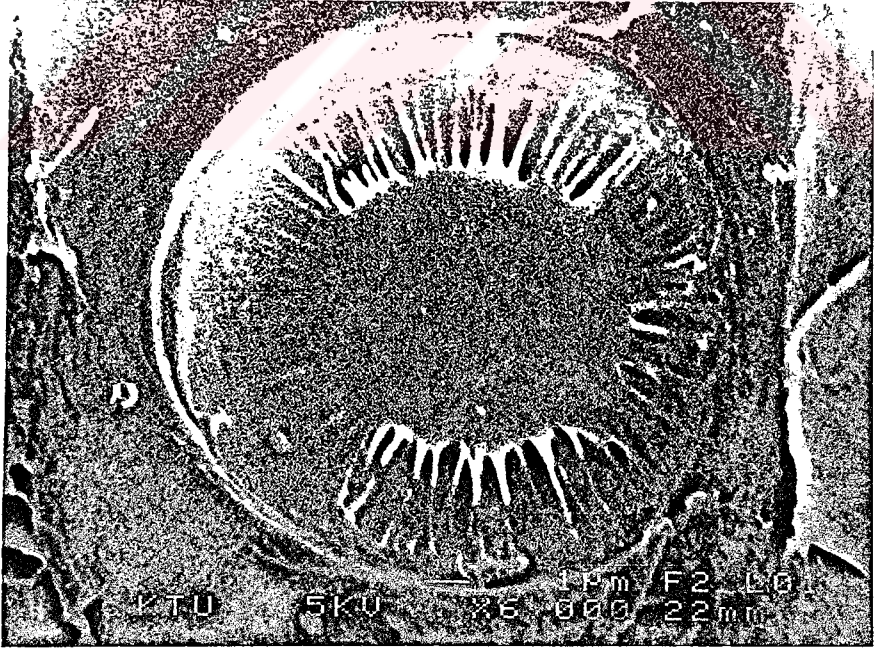
### **3.3. Elektron Mikroskobu İncelemeleri**

#### **3.3.1. Taze Haldeki Örnekler**

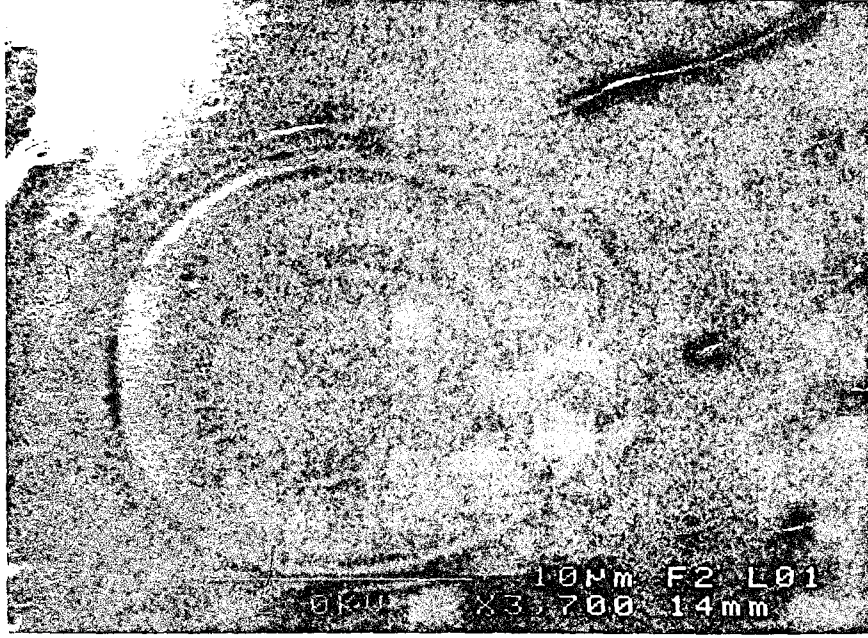
Taze halden tam kuru hale getirilen örneklerde bulunan traheidlerin radyal yüzeylerindeki kenarlı geçit çiftlerinin elektron mikroskobu incelemeleri sonucunda elde edilen görüntüleri Şekil 28 - 30 da verilmiştir.



Şekil 28. Taze Halden Tam Kuru Hale Getirilen Ladin Diri Odununda Aspirasyon Sonrası Kenarlı Geçit Çiftlerinin Görünüşü (×500)



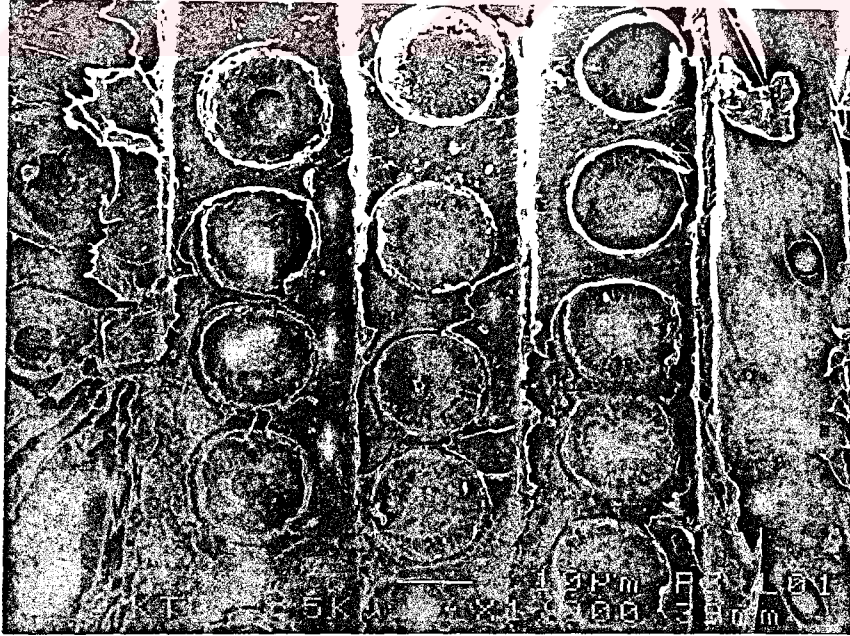
Şekil 29. Taze Halden Tam Kuru Hale Getirilen Ladin Diri Odununda Aspirasyona Uğramış Bir Kenarlı Geçit Çifti (×6000)



Şekil 30. Tamamen Aspirasyona Uğramış Bir Diri Odun Kenarlı Geçit Çifti (×3700)

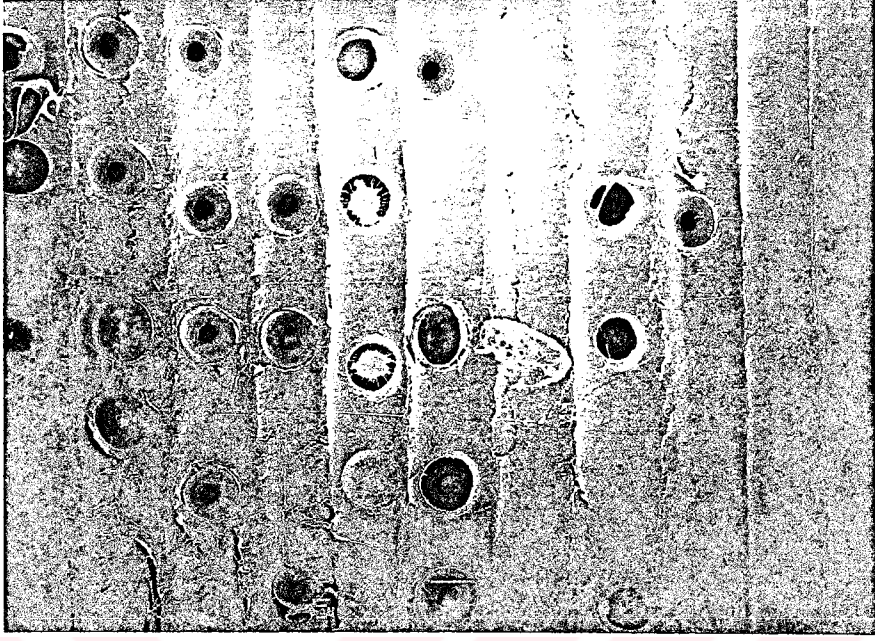
### 3.3.2. Hava Kuru Haldeki Örnekler

Klima odasında taze halden hava kurusu hale getirilen örneklerin traheidlerinin radyal yüzeylerindeki kenarlı geçit çiftlerinin elektron mikroskobu incelemeleri sonucunda elde edilen görüntüleri Şekil 31 - 33'de verilmiştir.

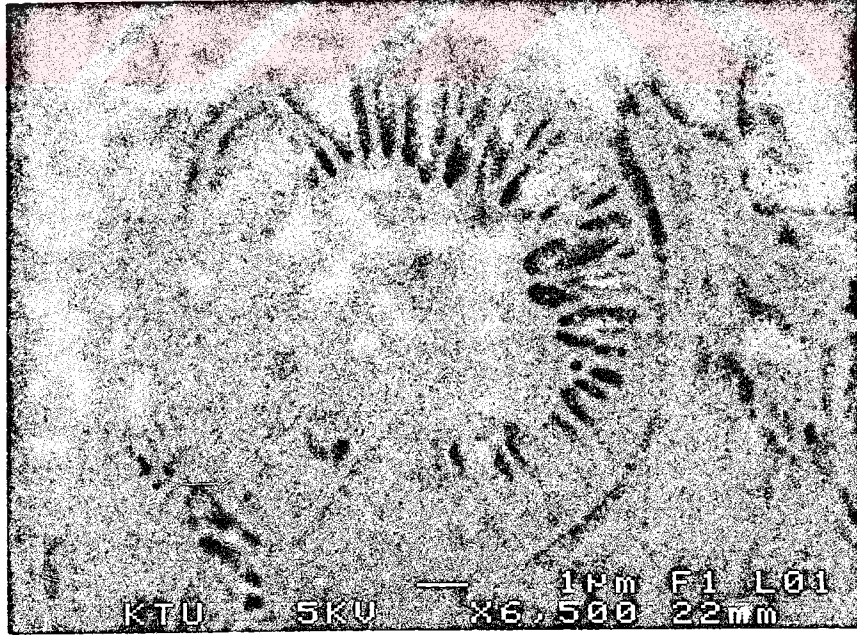


Şekil 31. Hava Kuru Haldeki Diri Odunda Aspirasyon Sonrası Kenarlı Geçit Çiftlerinin Görünümü (×1300)





Şekil 32. Hava Kuru Haldeki Öz Odunda Aspirasyon Sonrası Kenarlı Geçit Çiftlerinin Görünümü (×600)



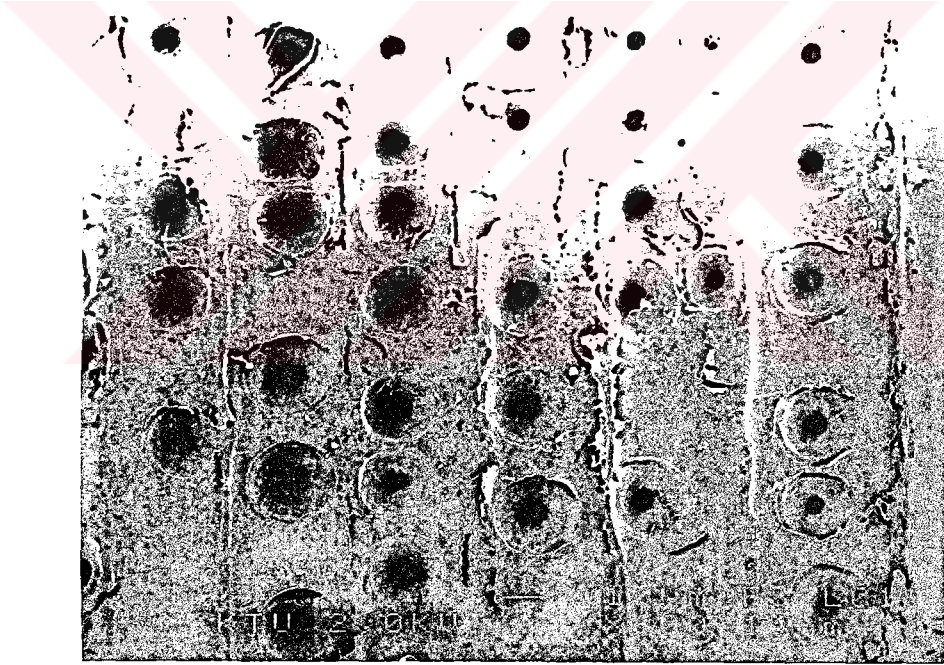
Şekil 33. Aspirasyona Uğramış Bir Kenarlı Geçit Çifti (×6500)

### 3.3.3. Organik Çözücü Değişimi Uygulanarak Kurutulan Örnekler

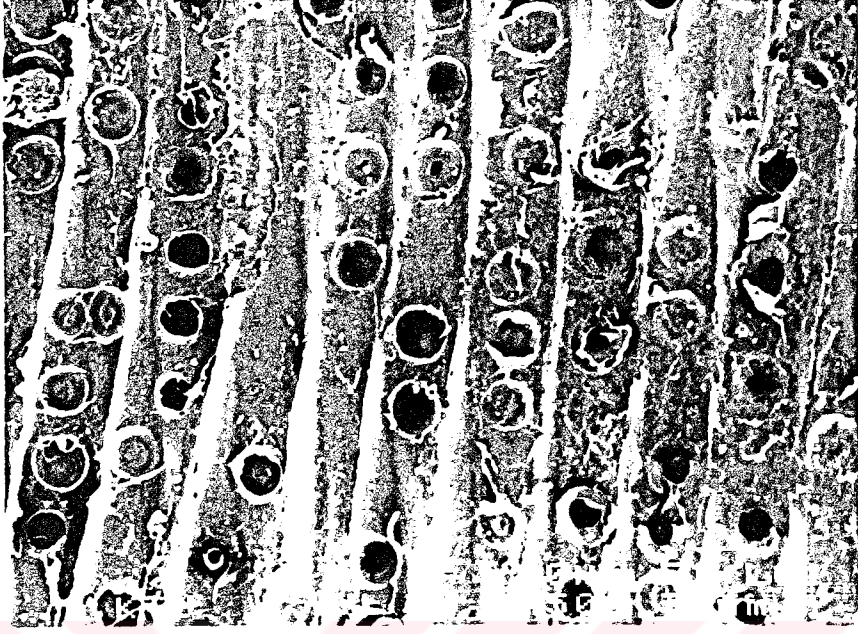
Odunun yüzey gerilimi düşük organik çözücülerin belirli yüzdeleri içerisinde bir süre bekletilerek serbest suyun organik çözücü ile yer değiştirmesi sağlandıktan sonra kurutulması halinde geçit aspirasyonunun önemli oranda engellenebileceği birçok araştırmanın bulguları arasındadır (1, 15, 21, 22, 27, 28).

#### 3.3.3.1. Aseton ile Muamele Edilmiş Örnekler

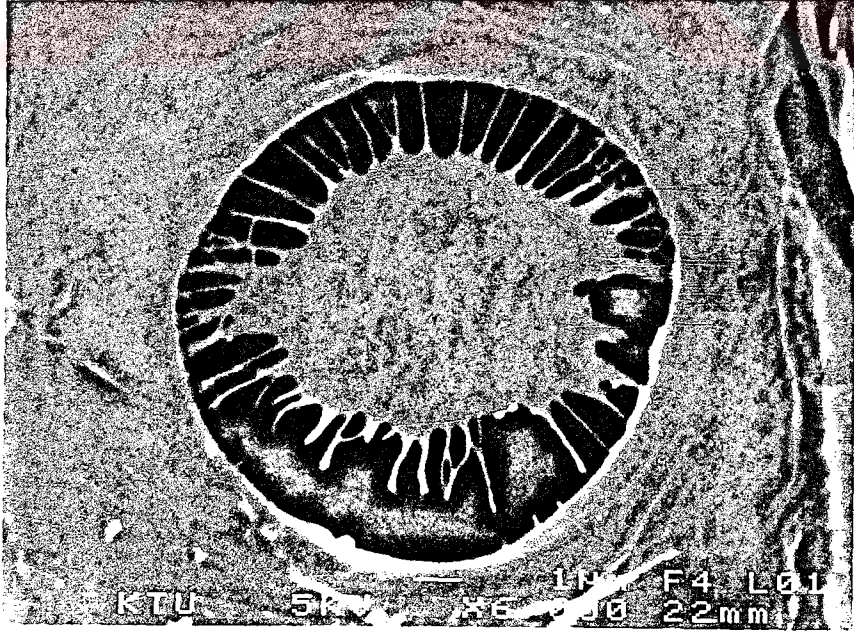
Aseton ile uygulanan kurutma sonrası yapılan elektron mikroskobu incelemeleri sonucunda traheidlerin radyal yüzeylerindeki kenarlı geçit çiftlerinin görüntüleri Şekil 34-37'de verilmiştir.



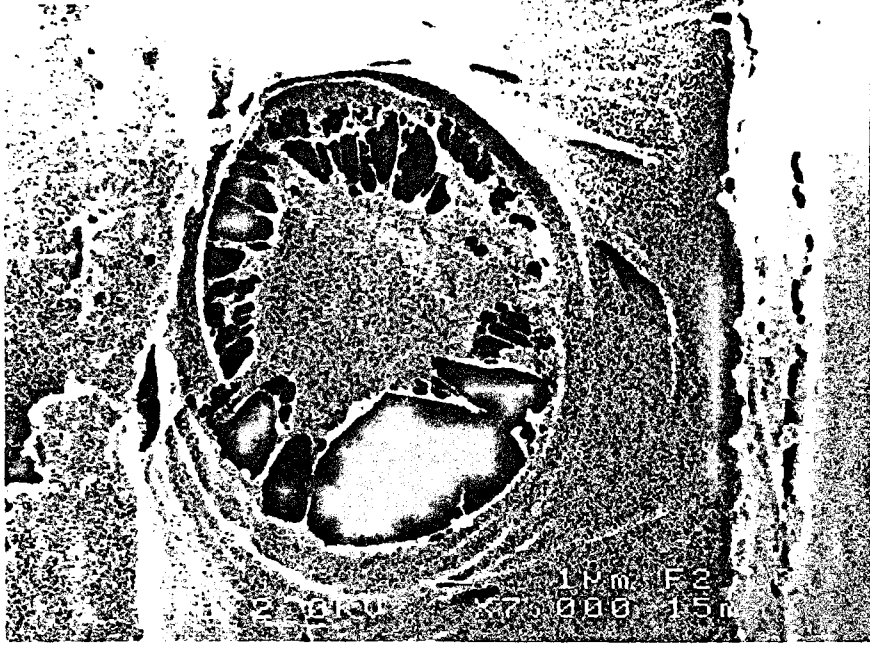
Şekil 34. Aseton ile Muamele Edilmiş Ladin Diri Odunundaki Kenarlı Geçit Çiftleri (×600)



Şekil 35. Aseton ile Muamele Edilmiş Ladin Öz Odunundaki Kenarlı Geçit Çiftleri ( $\times 500$ )



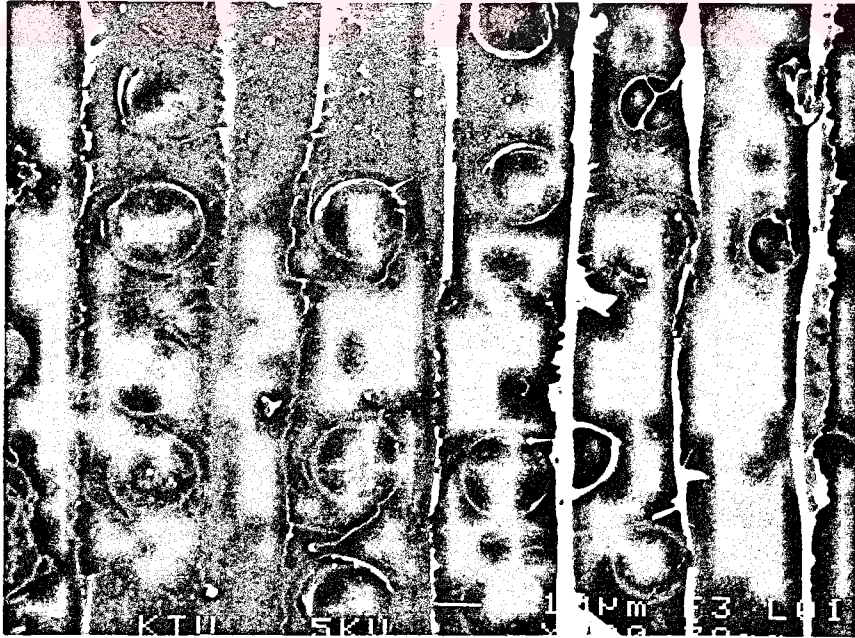
Şekil 36. Aspirasyona Uğramamış Bir Diri Odun Kenarlı Geçit Çifti ( $\times 6000$ )



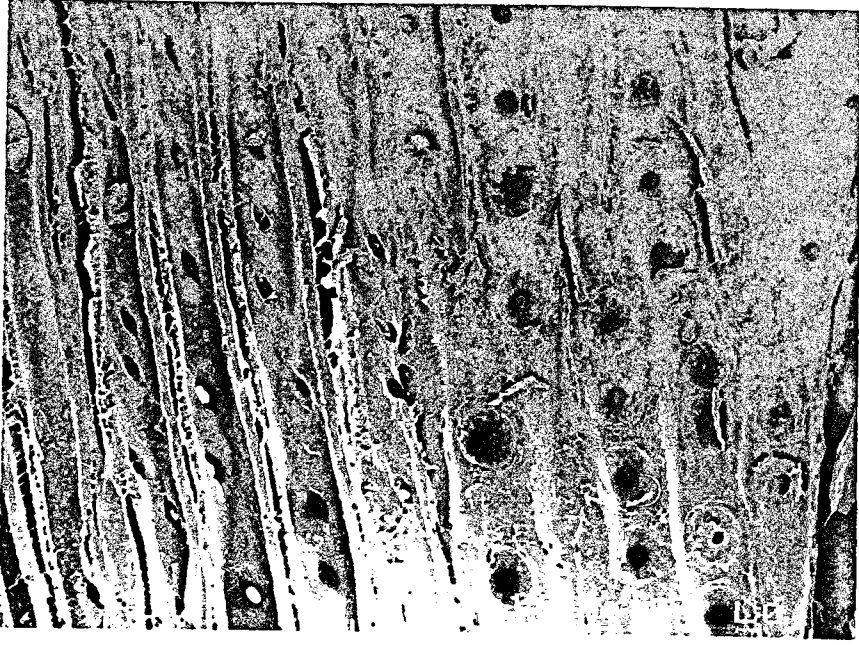
Şekil 37. Mekanik Bir Etki Sonucu Hasar Görmüş  
Kenarlı Geçit Çifti ( $\times 7000$ )

### 3.3.3.2. Pentan ile Muamele Edilmiş Örnekler

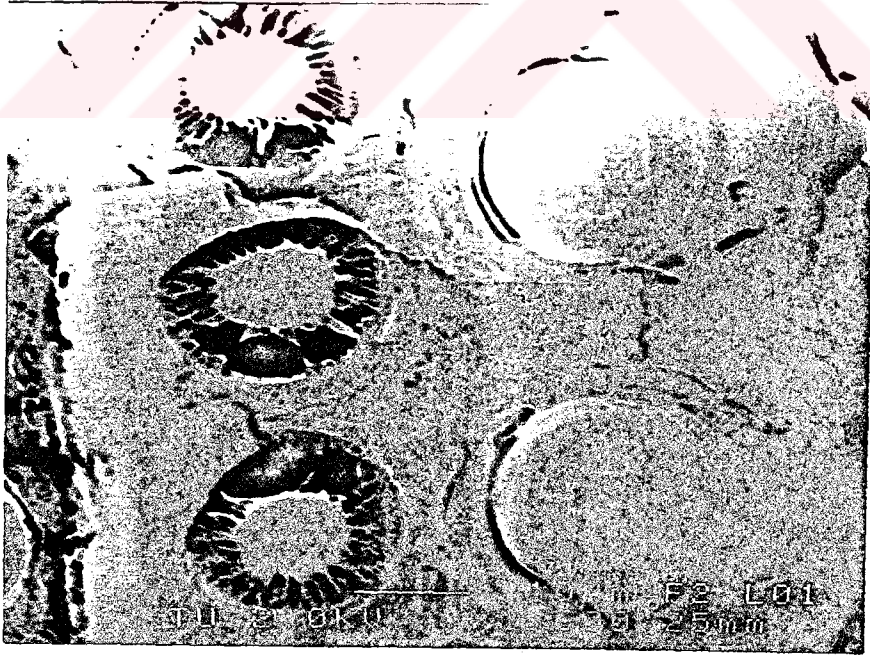
Pentan kullanılarak uygulanan kurutma sonrası yapılan elektron mikroskobu incelemeleri sonucunda elde edilen traheidlerin radyal yüzeylerindeki kenarlı geçitlerinin görüntüleri Şekil 38 - 41'de verilmiştir.



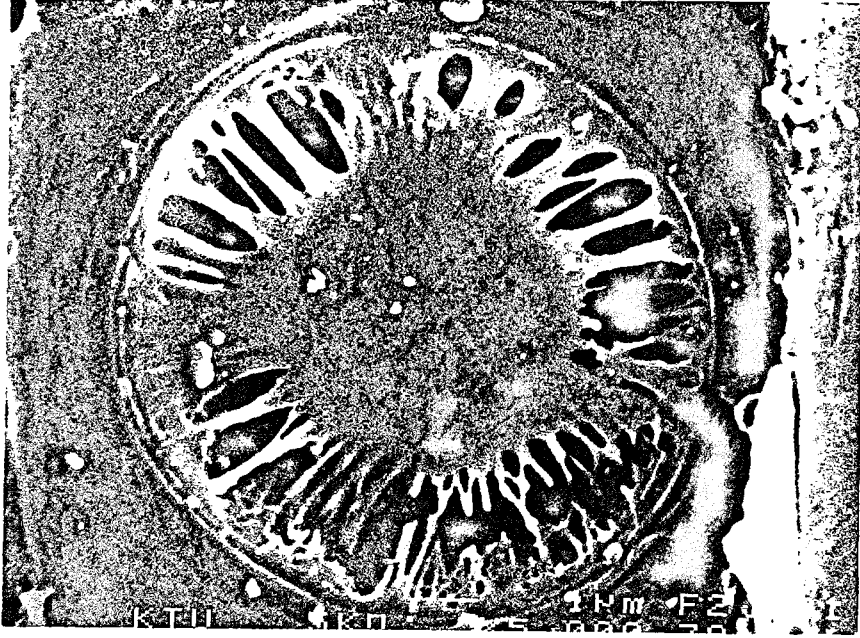
Şekil 38. Pentan ile Muamele Edilmiş Ladin Diri Odunundaki  
Kenarlı Geçit Çiftleri ( $\times 700$ )



Şekil 39. Pentan ile Muamele Edilmiş Ladin Öz Odunundaki Kenarlı Geçit Çiftleri (×500)



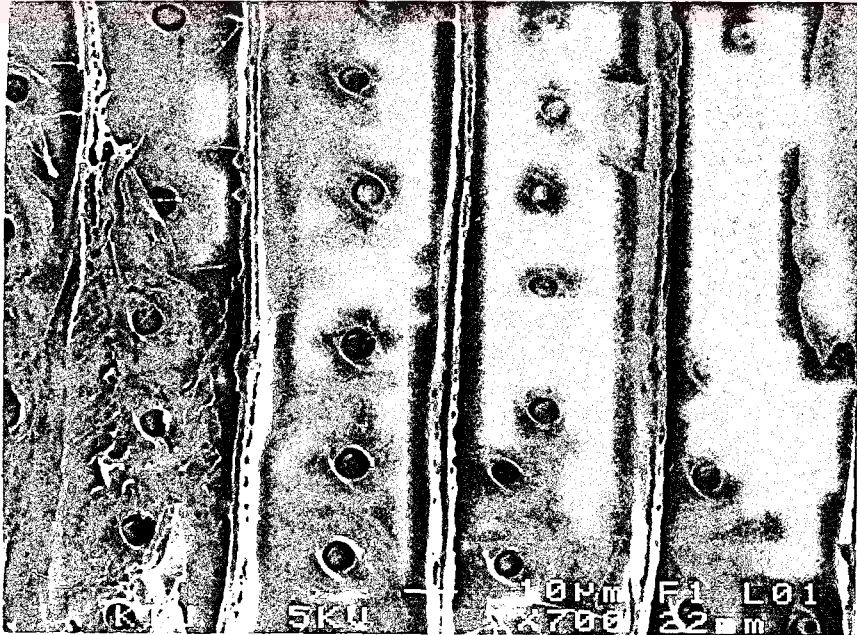
Şekil 40. Pentan ile Muamele Edilmiş Ladin Diri Odunundaki Aspirasyona Uğramış ve Uğramamış Kenarlı Geçit Çiftleri (×1600)



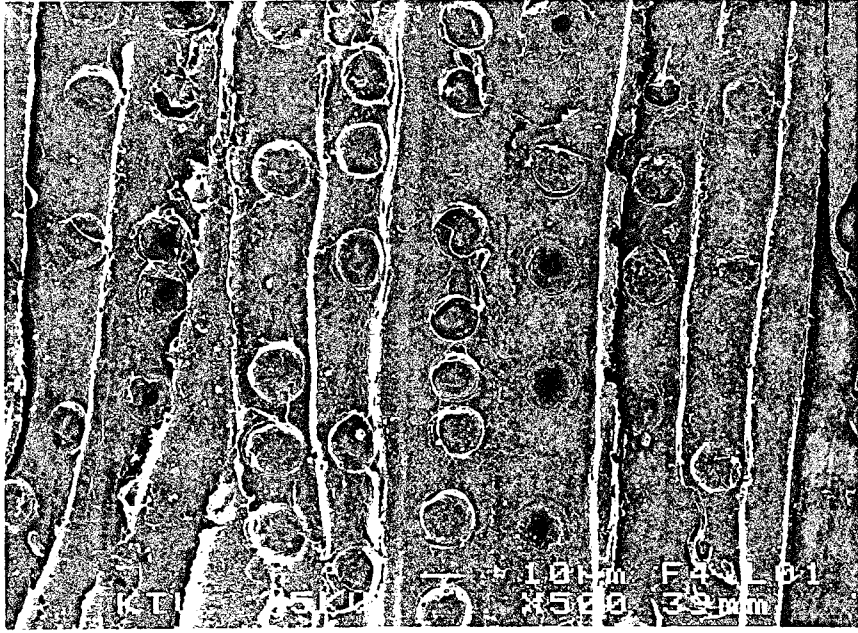
Şekil 41. Aspirasyona Uğramamış Bir Kenarlı Geçit Çifti ( $\times 5000$ )

### 3.3.3.3. Benzen ile Muamele Edilmiş Örnekler

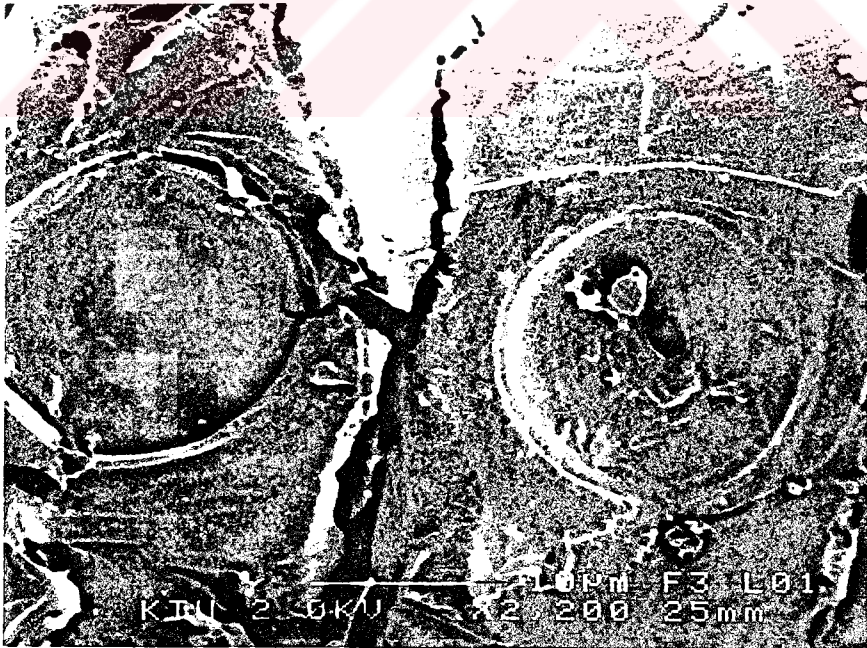
Benzen kullanılarak uygulanan kurutma sonrası yapılan elektron mikroskobu incelemeleri sonucunda elde edilen traheidlerin radyal yüzeylerindeki kenarlı geçit çiftlerinin görüntüleri Şekil 42 - 45'de verilmiştir.



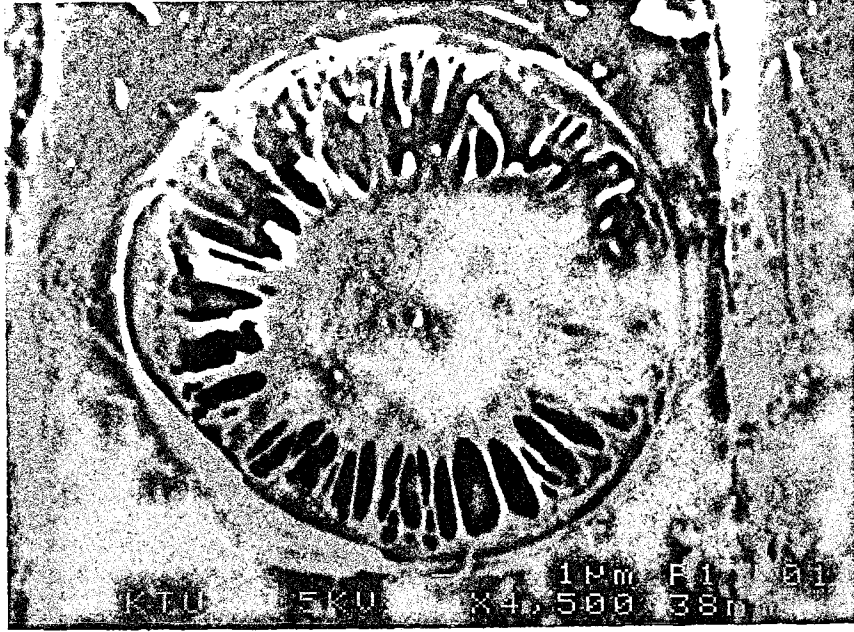
Şekil 42. Benzen ile Muamele Edilmiş Ladin Diri Odununda Kenarlı Geçit Çiftleri ( $\times 700$ )



Şekil 43. Benzen ile Muamele Edilmiş Ladin Öz Odununda Kenarlı Geçit Çiftleri (×500)



Şekil 44. Benzen ile Muamele Edilmiş Ladin Öz Odununda Kısmen Aspirasyona uğramış Kenarlı Geçit Çiftleri (×2200)



Şekil 45. Aspirasyona Uğramamış Bir Diri Odun  
Kenarlı Geçit Çifti (×4500)



## 4. İRDELEME

### 4.1. Yıllık Halka Genişlikleri

Yıllık halka genişlikleri Tablo 4'de verilmiş olup, geniş, normal, dar yıllık halka gruplarına göre ortalama yıllık halka genişliği sıra ile 3.17, 1.50, 1.09 mm olarak bulunmuştur. Ölçülen tüm yıllık halka genişlikleri grup ayrımı yapılmaksızın incelendiğinde 0.61 mm ile 4.37 mm arasında değişim göstermektedir.

Yaz odunu katılım oranı, yıllık halka içinde yaz odunu genişliğine bağlı olarak değişmekte ve yıllık halka genişliğinin artması ile yaz odunu katılım oranı da azalmaktadır. Dar yıllık halka grubu örneklerinde yaz odunu katılım oranı ortalama %33 olup bu oran geniş yıllık halka grubu örneklerinde %21'e düşmektedir. Bu oran ise, yaz odunu katılım oranının % 20'den yüksek istendiği kullanım yerlerinde, örneğin uçak inşaatında, önemli bir teknik özelliktir (47).

### 4.2. Mikroskopik özellikler

#### 4.2.1. Traheid Uzunlukları

2 m gövde yüksekliğindeki diri odun kısmındaki yıllık halka grupları, diri odunda 2 m, 7 m, 12 m gövde yükseklikleri ve 2m gövde yüksekliğindeki öz odun ve diri odun için belirlenen ortalama traheid uzunlukları Tablo 50'de verilmiştir.

Tablo 50. Traheid Uzunlukları

		Yıllık Halka Grubu			Gövde Yüksekliği			Öz odun	Diri Odun
		Geniş	Normal	Dar	2 m	7 m	12 m		
Traheid	İ.O	2.78	2.97	3.37	3.02	3.19	3.04	2.16	3.02
Uzunluğu mm	Y.O	3.57	3.51	3.56	3.54	3.73	3.67	2.60	3.54

Yıllık halka genişliğinin traheid uzunlukları üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, yıllık halka genişliğinin İ.O traheid uzunluğu üzerine etkisinin önemli, Y.O da ise önemsiz olduğu bulunmuş ve yıllık halka genişliğinin artmasıyla İ.O traheid uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Literatüre göre (58, 59, 29), yıllık halka genişliğinin artmasıyla traheid uzunluğu azalmaktadır. Bu çalışmada bulunan sonuçlar literatürde bulunan sonuçlara uyum göstermektedir.

İYA odunlarında traheid uzunluğu gövde yüksekliği boyunca önce hızlı bir artış göstermekte ve belirli bir yükseklikten sonra yeniden düşmektedir (7, 29, 59, 60, 61). Doğu Ladini'nde de İ.O ve Y.O traheid uzunluklarında 2 - 7 m arasında hızlı bir artış ve 7 m'den

sonra tedrici bir azalma görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre, gerek İ.O ve gerekse Y.O da 2 - 7 m arasındaki fark belirgin olmakla beraber 2 - 12 m ve 7 - 12 m arasındaki fark belirgin değildir.

Öz odun ve diri odundaki traheid uzunluklarının ortalamaları incelendiğinde öz odun traheidlerinin diri odun traheidlerinden daha kısa olduğu görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizlerle öz odun ve diri odun farklılığının İ.O ve Y.O da traheid uzunluğu üzerindeki etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda (59, 60, 62, 63), özden çevreye doğru traheid uzunluklarının arttığı belirtilmekte olup bu çalışmada bulunan sonuçlar literatür ile uyumludur.

Traheid uzunluğu biçimde elde edilen yüzey düzgünlüğünü etkilemekte uzunluk arttıkça yüzey düzgünlüğü bozulabilmektedir. Ancak ağaçların çok genç yaşta kesilmesi de lif verimi bakımından sakıncalıdır. Bu nedenle Doğu Ladini öz odun ve diri odun değerlerine dikkat edildiğinde kağıt üretiminde kullanılmak maksatıyla diri odun kısmının daha uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca kalın çeperli yaz odunu hücreleri ince çeperli ilkbahar odunu hücrelerinden daha yoğun olduğundan kağıt hamuru üretiminde daha yüksek verime sahiptirler. Verim farkı Ladinde % 70'e yakındır (64).

Doğu Ladini ve diğer bazı önemli İYA odunlarının traheid uzunluklarına ait değerler Tablo 51'de verilmiştir. Uzun traheidlere sahip türler kağıt yapımına elverişli türler olup Doğu Ladini bu özelliği bakımından kağıt yapımına uygundur.

Tablo 51. Doğu Ladini ve Diğer Bazı Önemli İYA Türlerinin Traheid Uzunlukları

AĞAÇ TÜRÜ	Traheid Uzunluğu ( mm )
Doğu Ladini	3.20
Avrupa Ladini (54)	2.80
Sarıçam (65)	2.83
Kızılçam (66)	3.01
Duglas (56)	2.63
Doğu Karadeniz Göknarı (44)	3.93

#### 4.2.2. Traheid Çapları

Yıllık halka grupları, gövde yükseklikleri ve öz odun - diri odun için belirlenen ortalama traheid çapları Tablo 52'de verilmiştir.

Tablo 52. Traheid Çapları

		Yıllık Halka Grubu			Gövde Yüksekliği			Öz odun	Diri odun
		Geniş	Normal	Dar	2 m	7 m	12 m		
Teğet Y.	İ.O	38.31	40.73	46.94	42.00	45.19	43.50	33.02	42.00
Traheid çapı $\mu\text{m}$	Y.O	34.27	34.73	41.65	36.85	38.88	36.99	30.28	36.85
Radyal Y.	İ.O	35.11	35.89	39.39	36.80	37.73	39.80	30.48	36.80
Traheid çapı $\mu\text{m}$	Y.O	16.90	17.40	18.37	17.55	19.38	17.67	16.17	17.55

Yıllık halka genişliğinin teğet ve radyal yöndeki traheid çapları üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, yıllık halka genişliğinin İ.O ve Y.O da teğet ve radyal yöndeki traheid çaplarına etkisinin önemli olduğu bulunmuş ve yıllık halka genişliğinin azalmasıyla teğet ve radyal traheid çaplarının arttığı belirlenmiştir.

Gövde yüksekliğinin teğet ve radyal yöndeki traheid çapları üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, gövde yüksekliğinin gerek teğet gerekse radyal traheid çaplarına etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Gövde yükseklik ortalamaları karşılaştırıldığında, İ.O ve Y.O da teğet ve radyal traheid çaplarında 2 - 7 m arasında önemli bir artış ve 7 m'den sonra tedrici bir azalma görülmüştür. Ancak İ.O da 2 - 12 m arasındaki fark da istatistiksel olarak önemlidir. Gövde yüksekliğiyle birlikte traheid çaplarında önce hızlı bir artışın olduğu daha sonra yüksekliğin artmasıyla bir azalmanın görüldüğü belirtilmektedir (7). Böylece bu çalışmada bulunan sonuçların literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

Özden çevreye doğru traheid çapları artmaktadır (7, 29). Bu çalışmada da İ.O ve Y.O traheid çaplarının öz odun ve diri odunda farklılık gösterdiği ve diri odun traheid çaplarının öz odun traheid çaplarından daha büyük olduğu belirlenmiştir.

Doğu Ladini için ortalama teğetsel çap 38.33  $\mu\text{m}$ , radyal çap ise 26.94  $\mu\text{m}$  dir. Traheidlerdeki teğetsel çapın büyüklüğü veya küçüklüğü odun yapısının kaba tekstürlü veya ince tekstürlü oluşunu tayin etmektedir (30). Bu çalışmada bulunan teğetsel çaplar gözönüne alınırsa Doğu Ladini odununun ince tekstürlü olduğunu söylemek mümkündür.

İşlenme özellikleri, tutkallama kabiliyeti, kurutma, geçirgenlik, emprenye edilebilme kabiliyeti traheid çapı ile ilgili bulunmaktadır. Çapın büyük olması odun içinde sıvı hareketini, geçitlerinde büyük olması nedeniyle kolaylaştırmakta ve bu sayede kurutma, geçirgenlik, emprenye edilebilme özellikleri iyileşmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, traheid çapları bakımından göz önüne alındığında Doğu Ladininin emprenyesinin güç olduğu ve ayrıca öz odunun traheid çaplarının küçük olması ve öz odunu oluşumu esnasında meydana gelen geçit aspirasyonu nedeniyle öz odunun emprenye edilebilme kabiliyetinin diri oduna oranla önemli oranda az olduğu söylenebilir.

Traheid boyunun traheid çapına oranlanması ile hesaplanan keçeleşme katsayısının İYA'larda 70'in üstünde olması, elde edilecek kağıdın yırtılma direncinin yeterli olacağını

göstermektedir (67). Keçeleşme katsayısı, diri odunda 2 m gövde yüksekliğinde 98.49, 7 m gövde yüksekliğinde 98.03 ve 12 m gövde yüksekliğinde 97.27 ; öz odunda ise 86.58 dir. Bu sonuçlara göre, diri odunda keçeleşme katsayısı öz oduna oranla yüksek olup gövde yüksekliğiyle azalmaktadır. Bununla beraber, bütün değerler kağıdın yırtılma direnci için yeterlidir. Traheid boyu ve çapı olarak tüm değerlerin ortalaması alınarak hesaplanan keçeleşme katsayısı 95.09 olarak bulunmuş olup Doğu Ladininin kağıt yapımına uygun olduğu söylenebilir.

#### 4.2.3. Traheid, Lümen Genişlikleri ve Çeper Kalınlıkları

Masere edilmiş örneklerden elde edilen ortalama sonuçlar Tablo 53'de verilmiştir.

Tablo 53. Traheid, Lümen Genişlikleri ve Çeper Kalınlıkları

		Yıllık Halka Grubu			Gövde Yüksekliği			Öz odun	Diri odun
		Geniş	Normal	Dar	2 m	7 m	12 m		
Traheid Genişliği $\mu\text{m}$	İ.O	44.53	43.25	49.87	45.88	50.01	47.91	39.82	45.88
	Y.O	32.08	30.86	36.60	33.18	36.33	33.98	28.43	33.18
Lümen Genişliği $\mu\text{m}$	İ.O	37.35	35.77	42.58	38.56	42.81	39.57	31.92	38.56
	Y.O	19.42	14.84	22.02	18.76	21.24	18.12	14.92	18.76
Çeper Kalınlığı $\mu\text{m}$	İ.O	3.60	3.78	3.63	3.67	3.70	4.13	3.79	3.67
	Y.O	6.35	8.00	7.18	7.19	7.64	7.97	6.64	7.18

Traheid genişliği bütün değerlerin ortalaması olarak 39.44  $\mu\text{m}$ , lümen genişliği ise 28.23  $\mu\text{m}$  dir. Yıllık halka gruplarına göre lümen ve traheid genişliği ortalamalarına dikkat edildiğinde (Tablo 53), lümen ve traheid genişliğinin dar yıllık halkalarda en yüksek, normal yıllık halkalarda ise en düşük değerde olduğu belirlenmiştir.

Gövde yüksekliğinin artmasıyla ise lümen ve traheid genişliği önce hızlı bir şekilde artmakta ve 7 m den sonra tedrici bir azalma olmaktadır. *Picea engelmannii* ve *Pinus contorta* ile ilgili yapılmış benzer bir çalışmada da radyal ve teğet lümen çapı, lümen çapı/hücre çapı oranının gövdenin orta kısmına doğru arttığı ve sonra yüksekliğin daha fazla artmasıyla azaldığı belirtilmektedir (61).

Öz odun ve diri odun ortalamaları karşılaştırıldığında, traheid ve lümen genişliğinin öz odunda diri odundan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Ortalama çeper kalınlığı 5.59  $\mu\text{m}$  dir. Yıllık halka genişliğinin çeper kalınlıkları üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, yıllık halka grupları arasında İ.O çeper kalınlığı bakımından önemli bir fark bulunmadığı ancak Y.O çeper kalınlığında ise yıllık halka genişliğinin azalmasıyla bir artışın olduğu belirlenmiştir.

Ağaç gövdesinde, genel olarak aşağıdan yukarıya doğru gidildikçe Y.O hücre çeper kalınlığında bir incelmeye görülmekte ve birçok durumda hücre çeperi gövdenin tepe

kısımında tekrar bir miktar kalınlaşmaktadır (29). Gövde yüksekliğinin İ.O ve Y.O da çeper kalınlığı üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, gövde yüksekliğinin İ.O ve Y.O da çeper kalınlığı üzerinde etkili olduğu ve İ.O çeper kalınlığında 2 - 7 m arasındaki artış önemli değilken, 2 - 12 m ve 7 - 12 m arasındaki artışın önemli olduğu belirlenmiştir. Y.O da ise gövde yüksekliğiyle çeper kalınlığı artmakta ancak bu artış 2 - 7 m ve 7 - 12 m arasında önemsiz, 2 - 12 m arasında önemli bulunmuştur. Ölçüm sonuçları literatürdeki sonuçlarla benzer olup 2 - 7 m arasında görülen farklılık yükseklik kademelerinin farklı olmasının yanı sıra yıllık halka genişliklerinin de bu çalışmada farklı gruplandırılmış olmasından kaynaklanabilir.

Diri odun ve öz odunun çeper kalınlığı üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, öz odun ve diri odunun İ.O çeper kalınlığı üzerine etkisinin önemsiz, Y.O çeper kalınlığı üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuş ve Y.O çeper kalınlığının öz odunda diri oduna oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir. *Picea abies* Karst. üzerinde yapılan benzer bir çalışmaya göre, öze yakın yıllık halkalarda çeper kalınlığının düşük olduğu ve yalnızca yaz odununda az bir artışın görüldüğü belirtilmektedir (68). Bu çalışmada İ.O çeper kalınlığında az bir artış görülmüş ancak bu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Lümen genişliğinin traheid çapına oranlanıp 100 ile çarpılmasıyla hesaplanan "esneklik oranı" 75'den büyük ise "iyi" kalitede kağıt yapımına uygun olmakta, 30'dan küçük ise bu maksatla uygun olmamaktadır (56). Bu değer, Doğu Ladininde diri odunda 2 m gövde yüksekliğinde 86.06, 7 m gövde yüksekliğinde 90.74, 12 m gövde yüksekliğinde 83.61 ve öz odunda 85.22 olup ortalama 89.40 olarak bulunmuştur.

Çift çeper kalınlığının lümen genişliğine oranlanması ile bulunan "Runkel oranı" 1'den küçük iken kağıdın yırtılma ve çift katlama dışında kalan özellikleri yükselmekte ve traheidlerin ince çeperli oldukları kabul edilmektedir (69). Bu değer, Doğu Ladininde diri odun kısmında gövde yüksekliğinin 2 m, 7m, 12 m kademelerinde sırasıyla 0.37, 0.35, 0.41 ve öz odun kısmında 0.44 olup ortalama 0.38 olarak bulunmuştur.

Traheid uzunluğunun çeper kalınlığına oranlanması ile bulunan "F faktörü" kağıdın esnekliği hakkında bilgi verir. Kağıt sanayiinde yoğun olarak kullanılan Kızılcım odununun F faktörü 472.66 olup (70), bu değer Doğu Ladini örneklerinde ortalama 580.81 olarak bulunmuştur. Diri odunda 2 m, 7 m ve 12 m gövde yüksekliklerinde hesaplanan değerler sırasıyla 604.04, 610.22 ve 554.54; öz odunda hesaplanan değer ise 456.81 dir.

Çeper kalınlığının traheid çapına oranlanması ile bulunan "Rijitide katsayısı" kağıdın patlama ve kopma dirençleri hakkında bilgi verir. Kızılcım odununun rijitide katsayısı 20 olup (70), bu değer Doğu Ladini odununda ortalama 17.02 olarak bulunmuştur.

Esneklik, Runkel oranı, F faktörü ve rijitide katsayısı değerlerine göre Doğu Ladini odununun kağıt yapımına uygun olduğu söylenebilir. Bütün faktörler göz önüne alındığında

ise en iyi kalitedeki kağıdın diri odun kısmındaki 7 m gövde yüksekliğinden elde edileceği görülmektedir.

#### 4.2.4. Kenarlı Geçit ve Porus Çapları

Kenarlı geçit ve porus çaplarının ortalamaları Tablo 54'de verilmiştir. Tüm değerlerin ortalamaları dikkate alındığında kenarlı geçit çapının ortalama 17.86  $\mu\text{m}$  olduğu belirlenmiştir.

Tablo 54. Kenarlı Geçit ve Porus Çapları

		Yıllık Halka Grubu			Gövde Yüksekliği			Öz odun	Diri odun
		Geniş	Normal	Dar	2 m	7 m	12 m		
Kenarlı Geçit Çapı $\mu\text{m}$	B	17.84	17.62	17.98	17.82	17.87	17.19	15.22	17.82
	E	20.00	19.58	19.46	19.67	19.52	18.90	16.74	19.67
Porus Çapı $\mu\text{m}$	B	5.13	5.60	5.35	5.36	5.57	5.22	5.01	5.36
	E	5.35	5.06	5.72	5.37	5.58	5.26	5.07	5.37

Yıllık halka genişliğinin enine ve boyuna yöndeki kenarlı geçit çapları üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre yıllık halka genişliğindeki değişme kenarlı geçit çaplarını etkilememektedir.

Gövde yüksekliğinin enine ve boyuna yöndeki kenarlı geçit çapları üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre ise gövde yüksekliği arttıkça kenarlı geçit çapı düşmekte olup en yüksek değerlere ( Boyuna:17.82, Enine:19.67) 2 m gövde yüksekliğinde, en düşük değere 12 m gövde yüksekliğinde rastlanmaktadır.

Öz odun ve diri odun boyuna ve enine yöndeki kenarlı geçit çapları arasındaki fark önemli olup her iki yöndeki kenarlı geçit çapları diri odunda öz oduna oranla daha yüksek çıkmıştır.

Geçit çapı büyüklüğü dikkate alınarak Doğu Ladini odununda sıvı hareketinin gövdenin alt kısımlarında ve diri odun kısmında daha kolay olduğu söylenebilir. Doğu Ladininin permeabilitesi üzerinde yapılmış bir çalışmada gövdede aşağıdan yukarıya çıkıldıkça ve öz odun kısmında permeabilite oranının düşük olduğu belirtilmektedir (71). Ancak Ladinin kesimden sonra hiçbir işlem uygulanmadan kuruyarak LDN ulaşması durumunda geçit aspirasyonunun oluşması nedeniyle diri odunda geçirgenliğin önemli oranda azaldığı da dikkate alınmalıdır (29).

Doğu Ladini için ortalama porus çapı 5.41  $\mu\text{m}$  olup Tablo 54'deki değerlere dikkat edildiğinde yıllık halka genişliği ve gövde yüksekliğinin artmasıyla porus çaplarında önemli bir değişimin olmadığı, öz odun porus çaplarının diri oduna oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir.

#### 4.2.5. Karşılaşma Yerlerindeki Geçit Çapları

Piceoid tipi geçitlerin çapları Tablo 34'de verilmiştir. Ortalama boyuna piceoid tip geçitlerin çapları geniş, normal, dar yıllık halka grupları için sırasıyla 4.00, 4.08, 4.04  $\mu\text{m}$ ; 2, 7 ve 12 m gövde yükseklikleri için 4.04, 4.09, 4.09  $\mu\text{m}$  dir. Boyuna piceoid tip geçit çapı ise yine geniş, normal, dar yıllık halka grupları için sırasıyla 4.24, 4.20, 4.16  $\mu\text{m}$ ; 2, 7, 12 m gövde yükseklikleri için 4.20, 4.03, 4.05  $\mu\text{m}$  dir. Ortalama değerler karşılaştırıldığında piceoid tip geçit çaplarının yıllık halka genişliği ve gövde yüksekliğiyle önemli bir değişme göstermediği belirlenmiştir. Bütün faktörlerin ortalaması alındığında ortalama piceoid tip geçit çapı 4.10  $\mu\text{m}$  dir. Piceoid geçitler radyal yöndeki iletimde önemli bir rol oynamaktadır.

#### 4.2.6. Boyuna Reçine Kanallarının Çapları

Diri odun ve 2 m gövde yüksekliğindeki yıllık halka grupları, diri odunda 2 m, 7 m ve 12 m gövde yükseklikleri ve 2 m gövde yüksekliğindeki öz odun ve diri odun için belirlenen ortalama reçine kanalı çapları Tablo 55'de verilmiştir.

Tablo 55. Reçine Kanalı Çapları

		Yıllık Halka Grubu			Gövde Yüksekliği			Öz odun	Diri odun
		Geniş	Normal	Dar	2 m	7 m	12 m		
Reçine Kanalı	T	75.60	60.81	63.79	66.73	61.39	57.17	39.15	66.73
Çapı $\mu\text{m}$	R	69.80	51.82	60.06	60.56	56.25	57.31	46.09	60.56

Boyuna reçine kanalı çapı ortalama 59.60  $\mu\text{m}$  dir. Yıllık halka grupları ve gövde yüksekliği teğet ve radyal reçine kanalı ortalamaları dikkate alındığında en yüksek değerlerin geniş yıllık halka grubunda ve 2 m gövde yüksekliğinde bulunduğu görülmektedir. Öz odun ve diri odun ortalamaları karşılaştırıldığında ise öz odun reçine kanalı çaplarının diri oduna oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Doğu Ladini reçine kanalları küçük çaplı olup tek veya gruplar halinde sadece yaz odunu içinde bulunabildiği gibi yaz odunu ile ilkbahar odununa geçiş sınırında da dağılmış bulunabilmektedir. Bazı yıllık halkalarda sayıları fazla olmakla beraber bazı yıllık halkalarda (özellikle dar yıllık halka grubunda) hiç yoktur. Reçine miktarının az olması soyma kaplama gibi kullanım alanlarında avantaj sağlamak ve işlenme özelliğini olumlu yönde etkilemektedir.

#### 4.2.7. Özışını Ölçümleri

Yıllık halka grupları, gövde yükseklikleri ve öz odun- diri odun için belirlenen ortalama özışını değerleri Tablo 56'da verilmektedir.

Tablo 56. Özışını Sayıları, Yükseklikleri ve Genişlikleri

	Yıllık Halka Grubu			Gövde Yüksekliği			Öz odun	Diri odun
	Geniş	Normal	Dar	2 m	7 m	12 m		
Birim A. Özışını Sayısı adet	31.17	24.62	21.78	26.66	24.14	24.55	30.89	26.66
Birim U. Özışını Sayısı adet	5.72	3.94	4.12	4.58	4.32	4.32	4.43	4.58
Özışını Yüksekliği $\mu\text{m}$	451.66	355.64	421.33	409.54	429.69	419.06	427.08	409.54
Özışını Hücre Yüksekliği adet	25.89	20.05	24.62	23.52	23.84	24.13	23.51	23.52
Özışını Genişliği $\mu\text{m}$	18.83	20.08	21.76	20.22	20.03	21.47	21.61	20.22

Birim alandaki özışını sayısı ortalama olarak 26.34 adettir. Yıllık halka genişliğinin birim alandaki özışını sayısı üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, yıllık halka genişliğinin birim alandaki özışını sayısı üzerine etkisinin önemli olduğu ve yıllık halka genişliğinin azalmasıyla birim alandaki özışını sayısının azaldığı ve en yüksek değere geniş yıllık halka grubunda rastlandığı belirlenmiştir.

Gövde yüksekliğinin birim alandaki özışını sayısı üzerine etkisinin incelendiği istatistiksel analizlere göre gövde yüksekliğinin birim alandaki özışını sayısı üzerine etkili olduğu ve gövde yüksekliğinin artmasıyla özışını sayısının azaldığı belirlenmiştir. En yüksek değere (26.66 adet) 2 m gövde yüksekliğinde rastlanmış olup 2-7 m arasında önemli bir azalmanın olduğu ancak 7 m den sonra birim alandaki özışını sayısında önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir.

Yapılan istatistiksel analizlere göre, birim alandaki özışını sayısı bakımından öz odun ve diri odun arasındaki fark belirgin olup, öz odunda birim alandaki özışını sayısı diri oduna oranla daha yüksektir. Özışınlarının boyut ve sayıları enine yöndeki iletimi etkilemektedir. Bundan dolayı, Doğu Ladininde genç yaşlarda ve ağacın alt kısımlarında enine yöndeki iletimin nispeten daha fazla olduğu söylenebilir.

Birim uzunluktaki özışını sayısı ortalama 4.50 adet olup en yüksek değerlere geniş yıllık halka grubunda, 2 m gövde yüksekliğinde ve diri odunda rastlanmakta olup gruplar arası belirgin farklılıklar bulunmamaktadır (Tablo 56).

Maksimum özışını yüksekliği ortalama 23.63 hücre ve 415.44  $\mu\text{m}$  dir. Ölçüm değeri olarak en yüksek değerler geniş yıllık halka grubunda, 7 m gövde yüksekliğinde ve diri odunda çıkmıştır.



Ortalama özışını genişliği 20.52  $\mu\text{m}$  olup yıllık halka genişliği, gövde yüksekliği ve öz odun ve diri odun kısmına göre değişim göstermemektedir. Enine yönde reçine kanalları bazı özışınlarının içinde yer almaktadır.

#### 4.2.8. Birim Alandaki Traheid Sayısı

Birim alandaki traheid sayıları ortalamaları Tablo 57'de verilmiştir. Birim alandaki traheid sayısı ortalama İ.O da 409 adet, Y.O da 614 adettir.

Tablo 57. Birim Alandaki Traheid Sayısı

		Yıllık Halka Grubu			Gövde Yüksekliği			Öz odun		Diri odun	
		Geniş	Normal	Dar	2 m	7 m	12 m				
Birim A. Traheid Sayısı adet	İ.O	413	398	343	385	351	384	592	385		
	Y.O	659	606	467	577	571	576	847	577		

Yıllık halka genişliğinin İ.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayıları üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, yıllık halka genişliğinin İ.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayılarına etkisinin önemli olduğu bulunmuş ve yıllık halka genişliğinin azalmasıyla birim alandaki traheid sayısının azaldığı belirlenmiştir.

Gövde yüksekliğinin İ.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayıları üzerine etkisinin belirlendiği istatistiksel analizlere göre, gövde yüksekliğinin İ.O da birim alandaki traheid sayılarına etkisinin önemli, Y.O da ise önemsiz olduğu bulunmuş ve gövde yüksekliğiyle İ.O da birim alandaki traheid sayılarının önce azaldığı ve 7 m de en düşük değerlere ulaştığı ve 7 m den sonra tekrar arttığı belirlenmiştir.

Diri odun ve öz odunun birim alandaki traheid sayısı üzerine etkili olduğu yapılan istatistiklerle bulunmuş ve İ.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayısının öz odunda diri oduna oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Traheid çapları ile traheid sayıları karşılaştırıldığında , yıllık halka genişledikçe traheid çapları azalmakta buna paralel olarak, birim alandaki traheid sayısı artmaktadır. Aynı şekilde gövde yüksekliği boyunca traheid çapları önce artmakta ve 7 m den sonra azalmakta bunun sonucu olarakta birim alandaki traheid sayısı önce azalmakta ve sonra yeniden artmaktadır. Traheid çapları öz odunda diri oduna oranla daha küçüktür. Bu değerler birim alandaki traheid sayıları ile karşılaştırıldığında öz odun traheid sayısının diri oduna oranla daha fazla sayıda olması beklenmelidir.

### 4.3. Geçit Aspirasyonu İncelemeleri

Elektron mikroskop incelemelerine göre (Şekil 28 - 45), organik çözücüler ile odundaki serbest suyun yer değiştirilmesi esasına dayanılarak uygulanan kurutma işlemi geçit aspirasyonu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Odunun aseton, pentan ve benzen ile muamele edildikten sonra incelenen radyal yüzeylerindeki kenarlı geçitler, hiç işlem görmemiş ve taze halden tam kuru ve hava kurusu hale getirilen odun yüzeylerinde bulunanlarla karşılaştırıldığında, organik çözücülerle muamele edilmiş örneklerdeki aspirasyona uğramış geçit sayısının diğerlerine oranla daha az olduğu gözlenmiştir. Bu gözlemler literatürle de uyumludur (4, 6, 21, 22, 23, 27, 28). Ayrıca organik çözücülerle muamele edilmiş odunlarda aspirasyon önemli ölçüde önleneceğinden permeabilite de önemli bir artış görülür. Aynı organik çözücüler kullanılarak, Doğu Ladini'nin permeabilitesinin incelendiği bir araştırmada bulunan sonuçlarla bu çalışmada elde edilen sonuçlar birbiriyle uyum göstermektedir. (71).

Organik çözücü ile muamele edilmiş odunların radyal yüzeylerindeki kenarlı geçitler incelendiğinde (Şekil 34 - 37, 38 - 41, 42 - 45), aspirasyona uğrayan geçit sayısının, asetonunda en az, benzende en fazla olduğu görülmektedir. Kullanılan organik çözücülerin bazı kimyasal özellikleri Tablo 58'de verilmiştir.

Tablo 58. Kullanılan Organik Çözücülerin Bazı Kimyasal Özellikleri

Çözücü Türü	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\sigma$ (dyne/cm)	Mr (gr/mol)	Aspirasyon (Evet;Hayır)
Aseton	0.791 (*)	23 (**)	58.08 (*)	Hayır (*)
Pentan	0.626 (*)	16 (**)	72.15 (*)	Hayır (*)
Benzen	0.879 (*)	29 (**)	78.12 (*)	Hayır (*)
Su	1.027 (*)	72 (**)	18.02 (*)	Evet (*)

(\*) Aldrich Katalog, (72)

(\*\*) Thomas ve Kringstad, (24)

$\rho$ : Molekül büyüklüğü

Mr: Molekül ağırlığı

Yüzey gerilimi pentana oranla daha büyük olmasına rağmen asetonun molekül ağırlığı bakımından daha hafif ve molekül büyüklüğü olarak da önemli bir fark göstermemesi nedeniyle, odundaki serbest su ile daha kolay yer değiştirmesini sağlayabilecektir. Benzen ise hem yüzey gerilim kuvveti hem de molekül ağırlığı ve büyüklüğü olarak aseton ve pentana oranla daha az yer değiştirme özelliğine sahiptir. Her üç organik çözücünün kimyasal bağları itibarı ile odundaki serbest hidroksil grupları ile bağ yapabilecek alıcı veya verici gruplara sahip olmaması da gerek çözücü ile serbest suyun yer değiştirmesi ve gerekse çözücünün odundan buharlaşması sırasında aspirasyon riskini azaltması aspirasyona uğrayan geçit sayısının taze ve hava kurusu odunlara oranla daha az

olmasının önemli bir nedeni olarak kabul edilebilir. Öz odunda aspirasyona uğrayan geçitlerin diri oduna oranla daha fazla olduğu da elektron mikroskobu çalışmaları ile gözlenmiştir. Bu olay, öz odunu oluşumu esnasında bazı kenarlı geçitlerin aspirasyona uğramasından kaynaklanmaktadır.



## 5. SONUÇLAR

Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.] odununun iç morfolojik özellikleri ve bazı organik çözücülerin geçit aspirasyonu üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışmada araştırılan özellikler bakımından elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Doğu Ladini'nde geniş, normal, dar yıllık halka grupları için yıllık halka genişlikleri sıra ile 3.17, 1.50, 1.09 mm dir. İğne yapraklı ağaç odunlarının genel karakteristik özelliğine uygun olarak, yıllık halka genişliği ile yaz odunu katılım oranı arasında negatif bir ilişki olup geniş ve dar yıllık halka gruplarının yaz odunu katılım oranı arasında % 12'lik bir fark vardır.

2. Traheid uzunluğu ortalama 3.20 mm olarak bulunmuştur. Genel olarak, diri odun traheid uzunlukları öz oduna oranla daha yüksek olup yıllık halka genişledikçe İ.O traheid uzunluğu azalmakta Y.O traheid uzunluğu değişmemektedir. Gövde yüksekliği boyunca ise İ.O ve Y.O traheid uzunluğu önce hızlı bir artış göstermekte ve 7 m den sonra yeniden azalmaktadır.

3. Teğet traheid çapı ortalama 38.33 µm, radyal traheid çapı ise ortalama 26.94 µm dir. Gerek teğet gerekse radyal traheid çapı diri odunda öz oduna oranla daha yüksektir. Traheid çaplarında yıllık halkanın genişlemesiyle önemli bir azalma belirlenmiştir. Gövde yüksekliğinin artmasıyla traheid çapları 2 - 7 m arasında önemli oranda artmakta, 7 m de en yüksek seviyeye ulaşmakta ve bu noktadan sonra tedrici bir azalma göstermektedir.

4. Traheid genişliği ortalama 39.44 µm olup diri odunda öz oduna oranla daha yüksektir. En yüksek değerlere dar yıllık halka grubunda ve 7 m gövde yüksekliğinde, en düşük değerlere ise normal yıllık halka grubunda ve 2 m gövde yüksekliğinde rastlanmaktadır.

5. Lümen genişliği ortalama olarak 28.23 µm dir. Diri odun lümen genişlikleri öz oduna oranla daha yüksek olup en yüksek değerler dar yıllık halka grubunda ve 7 m gövde yüksekliğinde, en düşük değerler normal yıllık halka grubunda ve 2 m gövde yüksekliğinde bulunmaktadır.

6. Çeper kalınlığı ortalama İ.O da 3.82 µm, Y.O da 7.36 µm dir. Diri odun ile öz odun arasında İ.O çeper çeper kalınlığı bakımından önemli bir fark olmamakla beraber Y.O çeper kalınlığı diri odunda öz oduna oranla daha yüksektir. Yıllık halka genişledikçe İ.O çeper kalınlığı değişmemekte Y.O çeper kalınlığı azalmaktadır. Gövde yüksekliği boyunca ise, İ.O ve Y.O çeper kalınlığı artmaktadır.

7. Kenarlı geçit çapı ortalama 17.86 µm dir. Diri odun kenarlı geçit çapları öz oduna oranla daha büyük olup yıllık halka genişledikçe kenarlı geçit çapı değişmemekte, gövde yüksekliği arttıkça azalmaktadır.

8. Porus çapları ortalama 5.41  $\mu\text{m}$  olup diri odun porus çapları öz oduna oranla daha büyük olup yıllık halka gruplarına ve gövde yüksekliği kademelerine göre önemli bir değişme göstermemektedir.

9. Piceoid tip geçitlerin çapları ortalama 4.10  $\mu\text{m}$  olup yıllık halka grupları ve gövde yüksekliği kademelerine göre önemli bir değişme göstermemektedir.

10. Boyuna reçine kanalı çapları ortalama 59.60  $\mu\text{m}$  dir. Diri odun reçine kanal çapları öz oduna oranla daha yüksek olup en yüksek değerlere geniş yıllık halka grubunda, 2 m gövde yüksekliğinde, en düşük değerlere ise normal yıllık halka grubunda ve 12 m gövde yüksekliğinde rastlanmaktadır.

11. Birim alandaki özışını sayısı 26.34 adettir. Diri odunda birim alandaki özışını sayısı öz oduna oranla daha düşük olup yıllık halka genişledikçe artmakta, gövde yüksekliğiyle azalmaktadır.

12. Birim uzunluktaki özışını sayısı ortalama 4.50 adet olup öz odun ve diri oduna göre önemli bir fark göstermemektedir. En yüksek değerlere geniş yıllık halka grubunda ve 2 m gövde yüksekliğinde rastlanmaktadır.

13. Maksimum özışını yüksekliği ortalama 23.63 hücre ve 415.44  $\mu\text{m}$  dir. En yüksek değerlere öz odunda, geniş yıllık halka grubunda ve 7 m gövde yüksekliğinde rastlanmaktadır.

14. Özışını genişliği ortalama 20.52  $\mu\text{m}$  olup yıllık halka genişliği, gövde yüksekliği ve öz odun- diri odun kısmına göre değişim göstermemektedir.

15. Ortalama birim alandaki traheid sayısı İ.O da 409 adet, Y.O da 614 adettir. Gerek İ.O gerekse Y.O da birim alandaki traheid sayısı diri odunda öz oduna oranla daha düşük olup yıllık halka genişledikçe artmaktadır. Gövde yüksekliğiyle birim alandaki traheid sayısı, İ.O da 7 m'ye kadar hızlı bir azalma ve sonra tekrar bir artış göstermekte, Y.O da ise önemli bir değişme göstermemektedir.

Mikroskopik ölçümlerden elde edilen sonuçlar iğne yapraklı ağaçların genel karakteristik özelliklerine uyum göstermektedir. Doğu Ladini odununun iç morfolojik özelliklerine ait ortalama değerler Tablo 59'da toplu olarak verilmiştir.

16. Taze haldeki ağaç malzemedeki geçitlerin büyük bir çoğunluğu aspirasyona uğramamış durumdadır. Ancak serbest suyun buharlaşması ile aspirasyon oluşumu artar ve lif doygunluk noktasında hemen hemen bütün kenarlı geçitler aspirasyona uğramış durumdadır. Hiçbir işlem uygulanmadan tam kuru ve hava kurusu hale getirilen örneklerde bulunan aspirasyona uğrayan geçitler organik çözücü değişimi yapılarak kurutulanlara oranla belirgin şekilde fazladır. Ayrıca öz odunu oluşumu esnasında bazı kenarlı geçitlerin aspirasyona uğraması nedeni ile öz odunda bulunan aspirasyona uğrayan geçitler diri oduna oranla daha fazladır.

17. Odundaki serbest suyun yüzey gerilimi düşük organik çözücüler ile yer değiştirilmesi esasına dayanılarak uygulanan kurutma işlemi, buharlaşma sırasında kapılar kuvvetlerin etkisini azalttığından geçit aspirasyonunu önlemede önemli bir etkiye sahiptir. Doğu Ladini odununun aseton, pentan ve benzen ile muamele edilmesiyle geçit aspirasyonunun önemli oranda önlendiği elektron mikroskop çalışmaları ile gözlenmiş ve literatür ile desteklenmiştir. Yüzey gerilim kuvveti, molekül ağırlığı ve molekül büyüklüğüne bağlı olarak en iyi sonuç aseton uygulamasıyla elde edilmiştir.



Tablo 59. Doğu Ladini Oduunun İç Morfolojik Özellikleri

MİKROSKOPİK ÖZELLİKLER	DIRİ ODUN			ÖZ ODUN			Yıllık Halka Grubu (2m Gövde Yüksekliğindeki Diri Odunda)			
	Gövde Yüksekliği			Gövde Yüksekliği			Geniş	Normal	Dar	
	2 m	7 m	12 m	2 m	7 m	12 m				
Traheid	İ.O	3.02	3.19	3.04	2.16	1.96	2.06	2.78	2.97	3.37
Uzunluğu (mm)	Y.O	3.54	3.73	3.67	2.60	2.40	2.38	3.57	3.51	3.56
Traheid	İ.O	42.00	45.19	43.50	33.02	32.48	36.68	38.31	40.73	46.94
	R	36.80	37.73	39.80	30.28	33.22	33.06	35.11	35.89	39.39
Çapı (µm)	Y.O	36.85	38.88	36.99	30.48	26.12	33.49	34.27	34.73	41.65
	R	17.55	19.38	17.67	16.17	14.74	15.56	16.90	17.40	18.37
Traheid	İ.O	45.88	50.01	47.91	39.82	37.94	37.88	44.53	43.25	49.87
	Y.O	33.18	36.33	33.98	28.43	28.27	30.31	32.08	30.86	36.60
Lümen	İ.O	38.56	42.81	39.57	31.92	30.51	30.31	37.35	35.77	42.58
	Y.O	18.76	21.24	18.12	14.92	15.19	17.47	19.42	14.84	22.02
Çeper	İ.O	3.67	3.70	4.13	3.79	3.68	3.81	3.60	3.78	3.63
	Y.O	7.19	7.64	7.97	6.64	6.52	6.36	6.35	8.00	7.18
Kenarlı Geçit	Boy	17.82	17.87	17.19	15.22	15.64	15.88	17.84	17.62	17.98
	En	19.67	19.52	18.90	16.74	16.38	16.68	20.00	19.58	19.46
Porus	Boy	5.36	5.57	5.22	5.01	4.97	5.26	5.13	5.60	5.35
	En	5.37	5.58	5.26	5.07	4.88	4.97	5.35	5.06	5.72
Boyuna Reçine	T	66.73	61.39	57.17	39.15	40.30	43.73	75.60	60.81	63.79
	R	60.56	56.25	57.31	46.09	49.17	50.62	69.80	51.82	60.06
Kanalı Çapı (µm)	İ.O	385	351	384	592	572	549	413	398	343
	Y.O	577	571	576	847	852	785	659	606	467
Traheid Sayısı (adet)	Boy	4.04	4.09	4.09	-	-	-	4.00	4.08	4.04
	En	4.20	4.03	4.05	-	-	-	4.24	4.20	4.16
Maks. Özışını Yüksekliği (µm)		409.54	429.69	419.06	427.08	412.54	436.11	451.66	355.64	421.33
		23.52	23.84	24.13	23.51	21.22	22.89	25.89	20.05	24.62
Birim Alandaki Özışını Sayısı (adet)		26.66	24.14	24.55	30.89	31.16	29.55	31.17	24.62	21.78
		4.58	4.32	4.32	4.43	4.57	4.32	5.72	3.94	4.12
Özışını Genişliği (µm)		20.22	20.03	21.47	21.61	21.06	21.30	18.83	20.08	21.76

## 6. ÖNERİLER

Doğu Ladini odununun iç morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve öz odun, diri odun, gövde yüksekliği ve yıllık halka genişliğine göre değişimlerinin incelenmesi ile, bu odun ile ilgili yapılmış olan veya yapılacak olan çalışmalara bilimsel katkılar sağlanabileceği gibi bu ağaç türünün halen kullanılmakta olduğu alanlara ve gelecekteki kullanım alanlarına uygunluğu belirlenebilir.

Doğu Ladini odunu, lif morfolojisinin uygunluğu nedeni ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır. Ancak, gövde yükseklik kademelerine göre öz ve diri odunda yapılan incelemeler sonucunda, bu endüstrinin aradığı özellikler bakımından en iyi kağıdın elde edilebileceği odun kısmını belirlemek mümkün olabilir.

Gerek iğne yapraklı ağaç ve gerekse yapraklı ağaç odunlarının iç morfolojik özelliklerinin gövde yüksekliği, yıllık halka genişliği ve öz odun-diri odun kısmına göre değişiminin belirlenmesi, aynı faktörler bakımından fiziksel ve mekanik özelliklerdeki farklılığın nedenlerinin belirlenmesinde de bilimsel bir yaklaşım oluşturabilir.

İç morfolojik özelliklerinden özellikle kenarlı geçitlerinin kolay aspirasyona uğraması ve bu nedenle akışa önemli oranda direnç göstermesi, Doğu Ladini odununun özellikle kurutma, emprenye ve kurşun kalem sanayiinde kullanımı için önemli sorunlar oluşturmaktadır. Yüzey gerilimi düşük organik çözücülerle yapılan kurutma sonrasında geçit aspirasyonunun önemli ölçüde önlenemediği görülmüştür. Bu yöntemle yapılan bir kurutma sonrası Doğu Ladininin emprenye edilebilme kabiliyetinin önemli oranda artabileceği görülmekle beraber bu konunun daha detaylı ve diğer türleri de kapsayan çalışmalarında yapılması gerekir.

Kenarlı geçitler üzerindeki kapilar kuvvetlerin en aza indirilerek aspirasyon oluşumunu önlemek için odunun organik çözücülerle muamele edilmesine yönelik araştırmaların genişletilerek alternatif çözücülerin ve yöntemlerin bulunması araştırmaya değer konulardır. Böylece doğal yapıları nedeniyle geçirgenlikleri düşük olan ağaç türlerine alternatif kullanım alanları oluşturulabilir.



## 7. KAYNAKLAR

1. Thomas, R.J., The Ultrastructure of Southern Pine Bordered Pit Membranes As Revealed By Specialized Drying Techniques, Wood and Fiber, 2, 1 (1969) 110 - 123.
2. Wardrop, A.B. ve Davies, G.W., Morphological Factors Relating to the Penetration of Liquids into Wood, Holzforschung, 15, 5 (1961) 129 - 140.
3. Bailey, P.J., Some Studies on the Permeability of Wood in Relation to Timber Preservation, Record of the Fifteenth Annual Convention - Br. Wood Preserv. Assoc., 2 (1965) 31 - 50.
4. Liese, W. ve Bauch, J., On the Closure of Bordered Pits in Conifers, Wood Science and Technology, 1 (1967) 1 - 13.
5. Banks, W. B., Adressing the Problem of Non Steady Stade Liquid Flow in Wood, Wood Science and Technology, 15 (1981) 171 - 177.
6. Bolton, A.J. ve Petty, J.A., Variation of Susceptibility to Aspiration of Bordered Pits in Conifer Wood, Journal of Experimental Botany, 28, 105 (1977) 935 - 941.
7. Bozkurt, Y., Odun Anatomisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 415, İstanbul, 1992.
8. Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 388, İstanbul, 1987.
9. Bozkurt, Y., İğne Yapraklı Odunların Anatomik Yapısı, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 17, 1 (1967) 118 - 135.
10. Flynn, K.A., A Review of the Permeability, Fluid Flow and Anatomy of Spruce (*Picea spp.*), Wood Science and Technology, 27, 3 (1995) 279 - 284.
11. Bailey, P.J., The Permeability of Softwoods, Journal Inst. of Wood Science, 12 (1964) 44 - 55.
12. Liese, W. ve Bauch, J., On Anatomical Causes of the Refractory Behaviour of Spruce and Douglas Fir, Journal Inst. of Wood Science, 19, 1 (1967) 3-14.
13. Butterfield, B.G. ve Meylan, B.A., Three Dimensional Structure of Wood, An Ultrastructural Approach, Second Edition, Chapman and Hall, New York, 1980.
14. Jutte, S.M. ve Spit, B.J., The Submicroscopic Structure of Bordered Pits on the Radial Walls of Tracheids in Parana Pine, Kauri and European Spruce, Holzforschung, 17, 6 (1963) 168 - 175.

15. Thomas, R.J. ve Nicholas, D.D., Pit Membrane Structure in Loblolly Pine As Influenced by Solvent Exchange Drying, Forest Products Journal, 16, 3 (1966) 53 - 56.
16. Fengel, D., Structure and Function of the Membrane in Softwood Bordered Pits, Holzforschung, 26, 1 (1972) 1 - 9.
17. Murmanis, L. ve Sachs, I.B., Structure of Pit Border in Pinus Strobus L., Wood and Fiber, 1, 1 (1969) 7 - 17.
18. Harada, H. ve Cote, Jr., Cell Wall Organization in the Pit Border Region of Softwood Tracheids, Holzforschung, 21, 3 (1967) 81 - 85.
19. Petty, J.A., Permeability and Structure of the Wood Sitka spruce, Proceedings, Royal Society Lond., B 175 (1970) 149 - 166.
20. Siau, J.F., Flow in Wood, First Edition, Syracuse University Press, USA, 1971.
21. Phillips, E.W.J., Movement of the Pit Membrane in Coniferous Woods, With Special Reference to Preservative Treatment, Forestry, 2 (1933) 109 - 120.
22. Hart, C.A. ve Thomas, R.J., Mechanism of Bordered Pit Aspiration As Caused by Capillarity, Forest Products Journal, 17, 11 (1967) 61 - 68.
23. Comstock, G.L. ve Cote, W.A., Factors Affecting Permeability and Pit Aspiration in Coniferous Sapwood, Wood Science and Technology, 2 (1968) 279 - 291.
24. Thomas, R.J. ve Kringstad, K.P., The Role of Hydrogen Bonding in Pit Aspiration, Holzforschung, 25, 5 (1971) 143 - 149.
25. Thomas, R.J. ve Krinstad, K.P., A Note On Hydrogen Bonding and Pit Aspiration, Wood Science, 5, 1 (1972) 63 - 64.
26. Banks, W.G. ve Levy, J.F., The Effect of Cell Wall Swelling on the Permeability of Grand-fir Wood, Wood Science and Technology, 14 (1980) 49 - 62.
27. Petty, J.A., The Aspiration of Bordered Pits in Conifer Wood, Proceedings, Royal Society of London., B 181 (1972) 395 - 406.
28. Bolton, A.J. ve Petty, J.A., Influence of Critical Point and Solvent Exchange Drying On the Gas Permeability of Conifer Sapwood, Wood Science, 9, 4 (1977) 187 - 193.
29. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, Birinci Cilt, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 147, İstanbul, 1970.
30. Panshin, A.J. ve De Zeeuw, C., Textbook of Wood Technology, Volume 1, Third Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1970.

31. Bamber, R.K. ve Fukazawa, K., Sapwood and Heartwood: A Review, Forestry Abstracts, 46, 9 (1985) 567 - 580.
32. Corc, H.A., Cote, W.A.J. ve Day, A.C., Wood Structure and Identification, Second Edition, Syracuse University Press, USA, 1979.
33. Eyüboğlu, K., Küçük, M. ve Atasoy, H., Saf Doğu Ladini [*Picea orientalis (L.) Link*] Meşçerelerinin Doğal Yolla Gençleştirilmesi Üzerine Çalışmalar, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No : 248, Ankara, 1995.
34. Kayacık, H., Doğu Ladini (*Picea orientalis (L.) Carr*)'ın Coğrafi Yayılışı, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 10, 2 (1960) 25 - 33.
35. Anşin, R., Tohumlu Bitkiler (Gymnospermae (Açık Tohumlular)), Cilt 1, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 15, Trabzon, 1988.
36. Anonim, Doğu Ladini, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi : 5, Muhtelif Yayınlar Serisi :58, Ankara, 1989.
37. Anşin, R., Saf Doğu Ladini Florası ile Traşlama Kesimleri Yöntemine Göre Açılan Doğu Ladini Alanlarında Oluşan Yabancı Floranın Kıyaslanması, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 4, 2 (1981) 239 - 252.
38. Anşin, R. ve Özkan, C., Tohumlu Bitkiler (Spermetophyta) Odunsu Taksonlar, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 19, Trabzon, 1993.
39. Anşin, R. ve Terzioğlu, S., Ülkemizin En Boylu Ağacı ve Tek Ladin Türü: Doğu Ladini, Ahşap, Araştırma, Teknoloji, Tasarım ve Dekorasyon Dergisi, 5 (1994) 62 - 63.
40. Yaltrık, F. ve Efe, A., Dentroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 431, İstanbul, 1994.
41. Topçuoğlu, M., Doğu Ladini [*Picea orientalis (L.) Carr.*] Odununun İç Morfolojisi Üzerine Araştırmalar, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No : 34, Ankara, 1985.
42. Mersev, N., Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No : 306, Trabzon, 1988.
43. Bozkurt, Y., Doğu Ladini (*Picea orientalis Link. Et Carr.*) ile Toros Karaçamı [*Pinus nigra var. Caramanica (Lound.) Rehd.*] dan Birer Ağaçta Lif Morfolojisi Üzerine Denemeler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 21 (1971) 70 - 91.
44. Bostancı, Ş., Türkiye Doğu Ladini [*Picea orientalis (L.) Carr.*] Odununun Kimyasal Bileşimi ve Doğu Ladini ile Doğu Karadeniz Göknaı [*Abies nordmanniana (Sach.)*] Yongalarından Elde Edilen Mekanik Kağıt Hamurunun Endüstride Kullanılma Olanakları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 6, Trabzon, 1979.

45. Merev, N., Gerçek, Z. ve Serdar, B., Murgul Bakır İşletmelerinin Yarattığı Çevre Kirliliğinin Bazı Gymnospermae (Açık Tohumlular) Odunlarına Etkisinin Anatomik Yönden İncelenmesi, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 23 - 25 Ekim 1995, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Cilt 3, 31 - 36.
46. Lobzanidze, ED., Change in the Anatomical Structure of *Picea orientalis* Wood in Connexion with Selective Logging, Soobsi. Akad. Nauk Gruz SSR, 56, 1 (1969) 189 - 192.
47. Eraslan, İ., Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link. ve Carr.) nin Teknik Vasıfları ve Kullanma Yerleri Hakkında Araştırmalar, Çankaya Yayınevi, Ankara, 1947.
48. Berkel, A., Doğu Ladini (*Picea orientalis*) de Brinell Sertlik Denemeleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 10, 1 (1960) 16 - 25.
49. Topçuoğlu, M.Y. ve Erkan, İ.T., Orman Ürünlerine İlişkin Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No : 159 - 160, Ankara, 1986.
50. Eren, M.E. ve Topçuoğlu, M.Y., Yuvarlak Odunlarda Kuruma Paylarının Saptanması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No : 199, Ankara, 1988.
51. Bilgin, Ö., Doğu Ladini Odun ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1995.
52. Akyüz, M., Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.] Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1993.
53. Akyüz, M., Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.] Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 23 - 25 Ekim 1995, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Cilt 2, 113 - 122.
54. Wagenführ, R. ve Scheiber, Chr., Holzatlas, Veb Fachbuchverlag Leibzig, 1974.
55. Arganaskvili, LN., Rational Utilization of Resonance Wood, Lesnoe-Khozyaistvo., 10 (1988) 54 - 55.
56. Ay, N., Douglas [*Pseudotsuga Menziesii* (Mirb.) Franco] Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
57. Finlandy, G.W.D. ve Levy, J.F., Scanning Electron Microscopy As An Aid To The Study of Wood Anatomy and Decay, Journal Inst. Wood Science, 23 (1969) 57 - 63.
58. Dinwoodie, JM., Variation in Tracheid Length in *Picea sitchensis* Carr., Spec. Rep. For. Prod. Res., Lond., 16 (1963) 55.
59. Ward, D. ve Gardiner, JJ., The Influence on Spacing on Tracheid Length and Density in Sitka Spruce, Irish-Forestry, 33, 1 (1976) 39 - 56.

60. Wang, EIC. ve Micko, MM., Wood Quality of White Spruce From North Central Alberta, Canadian-Journal of Forest Research, 14, 2 (1984) 181 - 185.
61. France, RC. ve Mexal, JG., Morphological Variation of Tracheids in the Bole Wood of Mature *Picea engelmanni* and *Pinus contorta*, Canadian Journal of Forest Research, 10, 4 (1980) 573 - 578.
62. Wu, S.C. ve Hsieh, J.S., Study on Variation of Tissue Structure of the Economic Trees in Taiwan (II), Tracheid Length, Juvenile Wood Ratio, Annual Ring Width and Latewood Ratio of The Softwood Species, Quarterly Journal of the Experimental Forest of National Taiwan University, 3, 1 (1989) 159 - 185.
63. Saranpaa, P., Basic Density, Longitudinal Shrinkage and Tracheid Length of Juvenile Wood of *Picea abies* (L.) Karst., Scandinavian Journal of Forest Research, 9, 1 (1994) 68 - 74.
64. Örs, Y., Odunun Tekstürü ve Belirlenmesi Yöntemleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2 (1978) 191 - 200.
65. Ay, N., Türkiye'de Doğal Olarak Yetişen Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) Odunlarının Değişik Yetiştirme Ortamlarında İç Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1990.
66. As, N., *Pinus Pinaster* Ait Değişik Irkların Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1992.
67. Bostancı, Ş., Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 13, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 1987.
68. Jones, GB., Variations in Cell Size and Cell Wall Thickness in Norway Spruce, *Picea abies* Karst., J. Oxf. Univ. For. Soc., 6 (1958) 35 - 43.
69. Runkel, R.O.H., Mitt. Bund. Forsch. Enst., Forest U. Holz., No : 29, 1965.
70. Göksel, E., Kızılcamin Lif Morfolojisi ve Odunundan Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 1, 31 (1981) 203 - 216.
71. Keskinol, M., Rutubet Oranı ve Bazı Organik Çözücülerin Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.] Odunu Gaz Permeabilitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
72. Aldrich Catalogue Handbook of Fine Chemicals (1992 - 1993), Aldrich Chemical Company Limited, Dorset, UK., 1992.