

33710

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DUGLAS [PSEUDOTSUGA MENZIESII (MIRB.) FRANCO] ODUNUNUN

ANATOMİK, FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Orman End.Yük.Müh. Nurgül AY

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

" Doktor "

Unvanı Verilmesi için Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7.6.1994

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 12.09.1994

Tezin Danışmanı : Prof.Dr. Yalçın ÖRS

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Ramazan ÖZEN

Jüri Üyesi : Prof.Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU

Enstitü Müdürü : Prof.Dr. Temel SAVAŞKAN

EYLÜL 1994

TRABZON

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
BULUNULAN YERİ

ÖNSÖZ

" Douglas [Pseudotsuga menziesii(Mirb) Franco] Odununun Anatomik , Fiziksel ve Mekanik Özellikleri " konulu bu çalışma, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma süresince bana her konuda yardımcı olan, beni bu alanda bilimsel düşünceleri ve önerileri ile aydınlatan Sayın Hocam Prof.Dr. Yalçın Örs'e, yapıcı katkılarından yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Burhan AYTUĞ ve Sayın Prof.Dr. Yener GÖKER'e teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım sırasında eserlerinden yararlanıp tavsiyelerini aldığım diğer tüm hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür etmeyi bir görev sayarım.

Araştırma materyallerinin temininde, yardımlarını esirgemeyen Orman Genel Müdürlüğü'nün her dereceden elemanlarına ve örneklerin hazırlanmasında emeği geçen Sayın Mustafa Koç'a teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Haziran- 1994

Nurgül Ay

İÇİNDEKİLER

ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİL LİSTESİ.....	IX
TABLO LİSTESİ	XI
RESİM LİSTESİ	XVII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Botanik özellikleri	2
2.2. Anatomik özellikleri	2
2.3. Douglas Odunu Üzerine Yapılan Teknolojik Araştırmalar	6
2.4. Genç Odun özellikleri	12
2.5. Douglas Odununun Kullanım Yerleri	13
3. MATERYAL VE METOD.....	15
3.1. Deneme Alanları	15
3.2. Deneme Ağaçlarının Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması	16
3.3. Yıllık Halka ile İlgili Ölçümler	17
3.3.1. Yıllık Halka Genişlikleri	17
3.3.2. Yıllık Halka Kronolojisi	18
3.3.3. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişki	18
3.4. Anatomik Özellikler	18
3.4.1. Preparatların Hazırlanması	18
3.4.2. Enine Kesitte Yapılan Ölçümler	19
3.4.3. Radyal Kesitte Yapılan Ölçümler	19
3.4.4. Teğet Kesitte Yapılan Ölçümler	19
3.4.5. Traheidlere İlişkin Ölçümler	20
3.5. Fiziksel Özellikler	21
3.5.1. Özgül Ağırlık	21
3.5.1.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık	21
3.5.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık	22
3.5.1.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Oranı	23
3.5.2. Hacim-Yoğunluk Değeri	24
3.5.3. Odun-Su İlişkileri	24

3.5.3.1.	Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti	26
3.5.3.2.	Duğlas Odununun Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	26
3.6.	Mekanik Özellikler	26
3.6.1.	Liflere Paralel Basınç direnci	27
3.6.2.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü	29
3.6.3.	Şok Direnci	31
3.6.4.	liflere Paralel Makaslama Direnci	33
3.6.5.	Brinell Sertlik	34
3.7.	Kullanılan İstatistiksel Yöntemler	36
4.	BULGULAR	38
4.1.	Makroskopik Bulgular	38
4.1.1.	Yıllık Halka Genişlikleri	38
4.1.2.	Yıllık Halka Kronolojisi	41
4.1.3.	Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişki	44
4.1.4.	Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Genişliği Arasındaki İlişki	45
4.2.	Mikroskopik Bulgular	47
4.2.1.	Traheid Uzunlukları	47
4.2.2.	Traheid Çapları	51
4.2.3.	Traheid Genişlikleri	60
4.2.4.	Lümen Genişlikleri	61
4.2.5.	Çeper Kalınlıkları	63
4.2.6.	Kenarlı Geçit Çapları	65
4.2.7.	Porus Çapları	68
4.2.8.	Karşılaşma Yerlerindeki Geçitlerin Çapları	70
4.2.9.	Boyuna Reçine Kanallarının Çapları	72
4.2.10.	Özışını Ölçümleri	74
4.2.11.	Birim Alandaki Traheid Sayısı	80
4.3.	Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular	85
4.3.1.	Özgül Ağırlıklar	85
4.3.1.1.	Hava Kuru Özgül Ağırlık	85
4.3.1.2.	Tam Kuru Özgül Ağırlık	88
4.3.1.2.1.	Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Yıllık Halka Ge- nişliği Arasındaki İlişki	91
4.3.3.	Hacim-Yoğunluk Değeri	92
4.3.2.1.	Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Hacim-Yoğunluk Değeri Arasında- ki İlişki	96
4.3.3.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Oranları	97

4.3.4.	Odun-Su İlişkileri	98
4.3.4.1.	Duglas Odununun Lif Doygunluğu Rutubeti	103
4.3.4.2.	Duglas Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	103
4.4.	Mekanik Özelliklere Ait Bulgular	104
4.4.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci	104
4.4.1.1.	Basınç Direnci ile Özgöl Ağırlık Arasındaki İlişki	106
4.4.1.2.	Statik Kalite Değeri	107
4.4.1.3.	Spesifik Kalite Değeri	108
4.4.2.	Eğilme Direnci	108
4.4.2.1.	Eğilme Direnci ile Özgöl Ağırlık Arasındaki İlişki	111
4.4.2.2.	Eğilmede Elastiklik Modülü	112
4.4.2.3.	Eğilme Direnci ile elastiklik: Modülü Arasındaki İlişki	115
4.4.3.	Şok Direnci	116
4.4.3.1.	Şok Direnci ile Özgöl Ağırlık Arasındaki İlişki	119
4.4.3.2.	Dinamik Kalite Değeri	120
4.4.4.	Makaslama Direnci	123
4.4.5.	Brinell-Sertlik	123
4.4.5.1.	Brinell Sertlik ile Özgöl Ağırlık Arasındaki İlişki ...	128
5.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR	133
5.1.	Yıllık Halka Genişliği	133
5.2.	Mikroskobik Özellikler	134
5.2.1.	Traheid Uzunlukları	134
5.2.2.	Traheid Çapları	136
5.2.3.	Traheid, Lümen genişlikleri, Çeper Kalınlıkları	137
5.2.4.	Kenarlı Geçit çapları	138
5.2.5.	Porus ve Piceoid Tipi Geçitlerin Çapları	138
5.2.6.	Boyuna Reçine Kanallarının Çapları	139
5.2.7.	Özişını Ölçümleri	139
5.2.8.	Birim Alandaki Traheid sayısı	140
5.3.	Fiziksel Özellikler	141
5.3.1.	Özgöl Ağırlıklar	141
5.3.1.1.	Hava Kuruşu Özgöl Ağırlık	141
5.3.1.2.	Tam Kuru Özgöl Ağırlık	142
5.3.2.	Hacim-Yoğunluk Değeri	143
5.3.3.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Oranları	143

5.3.4. Odun-Su ilişkileri	143
5.3.4.1. Douglas Odununun Lif Doygunluğu Rutubeti	144
5.3.4.2. Douglas Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	145
5.4. Mekanik Özellikler	145
5.4.1. Liflere Paralel Basınç Direnci.....	145
5.4.2. Eğilme Direnci	146
5.4.2.1. Eğilmede Elastiklik Modülü	147
5.4.3. Şok Direnci	148
5.4.4. Makaslama Direnci	149
5.4.5. Brinell-Sertlik	149
6. KAYNAKLAR	156
7. ÖZGEÇMİŞ	167

ÖZET

Çalışmada hızlı gelişen türler içinde önemli bir yer tutan Duğlas odununun [Pseudotsuga menziesii(Mirb)Franco] bazı anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması esas alınmıştır.

Bunun için Maçka, Tonya, Ayancık ve izmit Bölgelerinden örnekler alınmış ve deneyler ilgili standartlara göre hazırlanmış örnekler üzerinde yapılmıştır.

Anatomik özelliklerden; traheidlerin boyutları, birim alandaki sayıları, özışınlarının boyutları, birim alan ve uzunluktaki sayıları, reçine kanalları ve geçitlerin çapları, fiziksel özelliklerden; yıllık halka genişlikleri, özgül ağırlık, hacim-yoğunluk değeri, odunun çalışma miktarları ve mekanik özelliklerden; liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü, makaslama direnci, şok direnci ve Brinell-Sertlik değerleri incelenmiştir.

Sonuç olarak orijin ve bölge farklılığının özellikler arasında çeşitli güven düzeylerinde anlamlı farklılıklar oluşturduğu, anatomik özelliklerin, fiziksel ve mekanik özelliklere göre daha az etkilendikleri belirlenmiştir. Bölge ortalamaları arasında t.O traheid çapları hariç çeşitli güven düzeylerinde anlamlı farklılıklar saptanmıştır.

ANATOMICAL, PHYSICAL AND MECHANICAL
PROPERTIES OF DUGLAS [Pseudotsuga menziesii(Mirb) Franco] WOOD

SUMMARY

In this study, some anatomical, physical and mechanical properties of rapid grown Douglas-fir[Pseudotsuga menziesii(Mirb) Franco] were investigated.

All trees used for experiments were obtained from Maçka, Tonya, Ayancık and İzmit and samples were then prepared in accordance with the related standards.

Length of tracheid, number of tracheid per unit area, dimension of rays, diameter of resin canals and pits, specific gravity, density, the amount of shrinkage and swelling, the width of annual rings, strength properties and hardness were determined as anatomical, physical and mechanical properties respectively.

Experiments showed that regional differences affect anatomical properties much more than others.

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1. Basınç direnci deneyi ve örnek boyutları
- Şekil 2. Eğilme direnci deneyi ve örnek boyutları
- Şekil 3. Şok direnci deneyi ve örnek boyutları
- Şekil 4. Makaslama direnci deneyi ve örnek boyutları
- Şekil 5. Brinell-Sertlik deneyi ve örnek boyutları
- Şekil 6. Yıllık halka genişliği varyasyon grafiği (İzmit Bölgesi)
- Şekil 7. Yıllık halka genişliği varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 8. İzmit Bölgesi ağaçlarında yıllık halka kronolojisi
- Şekil 9. Ayancık Bölgesi ağaçlarında yıllık halka kronolojisi
- Şekil 10. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu katılım oranı arasındaki ilişki (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 11. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu katılım oranı arasındaki ilişki (İzmit Bölgesi)
- Şekil 12. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişki (İzmit Bölgesi)
- Şekil 13. Traheid uzunluklarına ait varyasyon grafiği (İzmit Bölgesi)
- Şekil 14. Tonya Bölgesi traheid çaplarına ilişkin varyasyon grafiği
- Şekil 15. Ayancık Bölgesi traheid çaplarına ait varyasyon grafiği
- Şekil 16. Tonya Bölgesi traheid genişliklerine ait varyasyon grafiği
- Şekil 17. Tonya Bölgesi lümen genişliklerine ait varyasyon grafiği

- Şekil 18. Çeper kalınlıklarına ait varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 19. Kenarlı geçitlere ait varyasyon grafiği (Maçka Bölgesi)
- Şekil 20. Forus çaplarına ait varyasyon grafiği (Maçka Bölgesi)
- Şekil 21. Boyuna yönde reçine kanallarına ait varyasyon grafiği (Maçka Bölgesi)
- Şekil 22. Özışınlarının birim alandaki sayılarına ait varyasyon grafiği
- Şekil 23. Özışını yüksekliklerine ait varyasyon grafiği (Maçka Bölgesi)
- Şekil 24. Hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ait varyasyon grafiği (Maçka Bölgesi)
- Şekil 25. Hava kurusu özgül ağırlık varyasyon grafiği (İzmit Bölgesi)
- Şekil 26. Tam kuru özgül ağırlık varyasyon grafiği (Maçka Bölgesi)
- Şekil 27. Tam kuru özgül ağırlık varyasyon grafiği (İzmit Bölgesi)
- Şekil 28. Tam kuru özgül ağırlık ile yıllık halka genişliği arasındaki ilişki (İzmit Bölgesi)
- Şekil 29. Tam kuru özgül ağırlık ile yıllık halka genişliği arasındaki ilişki (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 30. Hacim-yoğunluk değeri varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 31. Hacim-yoğunluk değeri varyasyon grafiği (Maçka Bölgesi)
- Şekil 32. Tam kuru özgül ağırlık ile hacim-yoğunluk değeri arasındaki ilişki (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 33. Hacimsel genişleme varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)

- Şekil 34. Hacimsel daralma varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 35. Basınç direnci varyasyon grafiği (Maçka Bölgesi)
- Şekil 36. Özgül ağırlık ile basınç direnci arasındaki ilişki (Maçka Bölgesi)
- Şekil 37. Eğilme direnci varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 38. Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki ilişki (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 39. Duglas odunu ortalama eğilme grafiği
- Şekil 40. Elastiklik modülü varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 41. Eğilme direnci ile elastikiyet modülü arasındaki ilişki (Maçka Bölgesi)
- Şekil 42. Şok direnci varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 43. Şok direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki (İzmit Bölgesi)
- Şekil 45. Enine yönde Brinell-sertlik değeri varyasyon grafiği (Ayancık Bölgesi)
- Şekil 46. Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişki (Tonya Bölgesi)

TABLO LİSTESİ

- Tablo 1. Duglaslarda genç ve olgun odun özellikleri
- Tablo 2. Duglas odunun kullanım yerleri
- Tablo 3. Yıllık halka genişlikleri
- Tablo 4. Maçka-Tonya bölgesinde yıllık halka genişliğine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 5. Yıllık halka genişliğine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi

- Tablo 6. Yıllık halka genişliği yaz odunu genişliği arasındaki bağıntıya ilişkin varyans analizi
- Tablo 7. Traheid uzunlukları
- Tablo 8. Maçka-Tonya bölgelerinde f.O da traheid uzunluklarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 9. f.O da traheid uzunluklarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 10. Maçka-Tonya bölgelerinde Y.O da traheid uzunluklarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 11. Y.O da traheid uzunluklarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 12. Radyal ve teğet yönlerde traheid çapları
- Tablo 13. Maçka-Tonya bölgelerinde i. O da teğet yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 14. f.O da teğet yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 15. Maçka-Tonya bölgelerinde i. O da radyal yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 16. f.O da radyal yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 17. Maçka-Tonya bölgelerinde Y. O da teğet yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 18. Y.O da teğet yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 19. Maçka-Tonya bölgelerinde Y. O da radyal yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 20. Y.O da radyal yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 21. f.O ve Y.O da traheid genişlikleri

- Tablo 22. Duglas odununun f.O ve Y.O lümen genişlikleri
- Tablo 23. f.O ve Y.O da çeper kalınlıkları
- Tablo 24. Duglas odununun kenarlı geçit çapları
- Tablo 25. Maçka-Tonya bölgelerinde kenarlı geçit çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 26. Duglas odununun kenarlı geçit çaplarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 27. Boyuna(B) ve Enine (E) yönde porus çapları
- Tablo 28. Karşılaşma yerlerindeki geçitlerin çapları
- Tablo 29. Boyuna yönde reçine kanallarının teğetsel ve radyal yönlerdeki çapları
- Tablo 30. Özışınlarının birim alan ve birim uzunluktaki sayıları
- Tablo 31. Maksimum özışını yükseklikleri ve genişlikleri
- Tablo 32. f.O ve Y.O da birim alandaki traheid sayıları
- Tablo 33. Maçka-Tonya bölgelerinde f.O da birim alandaki traheid sayılarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 34. f.O da birim alandaki traheid sayılarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 35. Maçka-Tonya bölgelerinde Y.O da birim alandaki traheid sayılarına orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 36. Y.O da birim alanda traheid sayılarına bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 37. Anatomik özelliklere etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe çoklu karşılaştırma testi sonuçları
- Tablo 38. Hava kurusu özgül ağırlık değerleri
- Tablo 39. Maçka-Tonya' bölgelerinde hava kurusu özgül ağırlık değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi

- Tablo 40. Hava kurusu özgül ağırlık değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 41. Tam kuru özgül ağırlık değerleri
- Tablo 42. Maçka-Tonya bölgelerinde tam kuru özgül ağırlık değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 43. Tam kuru özgül ağırlık değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 44. Hacim-yoğunluk değerleri
- Tablo 45. Maçka-Tonya bölgelerinde hacim-yoğunluk değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 46. Tam kuru özgül ağırlık değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 47. Tam kuru özgül ağırlık ile hacim-yoğunluk değerleri arasındaki bağıntıya ilişkin varyans analizi
- Tablo 48. Hücre çeperi ve hava boşluğu oranları
- Tablo 49. Daralma ve genişleme miktarları
- Tablo 50. Maçka-Tonya bölgelerinde teğetsel daralma değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 51. Teğetsel yönde daralma değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 52. Maçka-Tonya bölgelerinde radyal yöndeki daralma değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 53. Radyal yöndeki daralma değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 54. En yüksek su miktarı
- Tablo 55. Basınç direnci değerleri
- Tablo 56. Maçka-Tonya bölgelerinde basınç direnci değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi

- Tablo 57. Basınç direnci değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 58. Özgül ağırlık ve basınç direnci arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi
- Tablo 59. Eğilme direnci değerleri
- Tablo 60. Maçka-Tonya bölgelerinde eğilme direnci değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 61. Eğilme direnci değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 62. Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki bağıntıya ait varyans analizi
- Tablo 63. Elastiklik modülü değerleri
- Tablo 64. Maçka-Tonya bölgelerinde elastiklik modülü değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 65. Elastiklik modülü değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 66. Eğilme direnci ile elastiklik modülü arasındaki bağıntıya ilişkin varyans analizi
- Tablo 67. Şok direnci değerleri
- Tablo 68. Maçka-Tonya bölgelerinde şok direnci değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 69. Şok direnci değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 70. Şok direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin varyans analizi
- Tablo 71. Makaslama direnci değerleri
- Tablo 72. Maçka-Tonya bölgelerinde makaslama direnci değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 73. Makaslama direnci değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi

- Tablo 74. Brinell-Sertlik değeri
- Tablo 75. Maçka-Tonya bölgelerinde enine yönde sertlik değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 76. Enine yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 77. Maçka-Tonya bölgelerinde teğet yönde sertlik değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 78. Teğet yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 79. Maçka-Tonya bölgelerinde radyal yönde sertlik değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 80. Radyal yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisine ilişkin varyans analizi
- Tablo 81. Brinell-Sertlik ile özgül ağırlık arasındaki ilişki
- Tablo 82. Fiziksel ve mekanik dirençlere etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe oklu karşılaştırma testi sonuçları
- Tablo 83. Yıllık halka genişlikleri
- Tablo 84. Traheid uzunlukları
- Tablo 85. Özgül ağırlık değerleri
- Tablo 86. Çalışma değerleri
- Tablo 87. Basınç direnci değerleri
- Tablo 88. Eğilme direnci değerleri
- Tablo 89. Eğilmede elastiklik modülü değerleri
- Tablo 90. Şok direnci değerleri
- Tablo 91. Makaslama direnci değerleri
- Tablo 92. Duglas odununun anatomik zellikleri
- Tablo 93. Duglas odununun fiziksel zellikleri

Tablo 94. Douglas odununun mekanik özellikleri

Tablo 95. Yıllık halka genişliği ile mekanik özellikler arasında oluşturulan korelasyon matrisi

Tablo 96. Yıllık halka genişliği ile fiziksel özellikler arasında oluşturulan korelasyon matrisi



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması, orman ürünleri üretimi ile tüketimi arasındaki açığın her yıl biraz daha büyümesine neden olmaktadır. Bu açığın kapatılması amacıyla ağaçlandırma çalışmalarına özel bir önem verilmekte ise de uzun zaman isteyen çalışmalarla üretim açığının kapanması kuşkuludur.

Ülkemizde odun hammaddesine olan talep her geçen gün biraz daha artmakta olduğundan devamlı bir arz açığı gündemdedir. Endüstriyel odun hammaddesine olan talebin karşılanması için düşünülen alternatiflerden birisi çeşitli yetiştirme ortamlarına uyum sağlayan hızlı gelişen ağaç türlerinin plantasyonudur.

Dünyada doğal ormanların yıllık ortalama artımı $2-3 \text{ m}^3/\text{ha}$ iken, emekle yetiştirmiş hızlı gelişen tür dikimlerinde bu miktar ortalama $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ civarındadır. Ülkemiz ortalamasına göre ise bu rakam $1-3 \text{ m}^3/\text{ha}$ tür(1).

Hızlı gelişen türler "idare süresi yaşında yıllık ortalama artımı $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve daha fazla olan türler" olarak tanımlanır(2).

Hızlı gelişen iğne yapraklı türler içinde Avrupa ülkeleri tarafından en çok ithal edilen duglas olmuştur.

Duglas ile ilgili çalışmalar, bu türün ülkemize büyük çapta adapte olabileceğini göstermektedir(3-10).

Duglas, Fransa'da "yabancı koniferlerin başka bir iklimde yetiştirilmesi zaferi" olarak tanımlanmaktadır. Çıplak sahaların ağaçlandırmasında veya ormanların zenginleştirilmesinde tercih edilen bir ağaç türüdür(1). Çok geniş bir yayılış sahası içerisinde, fazla sayıda yetiştirme ortamı ırkının bulunması duglas türlerinin çok çeşitli yetiştirme ortamı şartları altında yetiştirilmelerine olanak sağlamaktadır.

Hızlı gelişen türlerden seçilen orijinlerin teknik özelliklerinin belirlenmesi ve yaygın kullanım alanlarının saptanması gerekir.

Bu maksatla hızlı gelişen türler içinde önemli yer tutan duglasın anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada sonuçlar bölgelere ve orijinlere göre sınıflandırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Botanik Özellikleri

Duglas, Gymnospermae'lerin Coniferae sınıfının Pinaceae familyasının, Pinoideae alt familyasının Pseudotsuga cinsinin, Pseudotsuga menziesii(Mirb.) Franco türüdür.

Duglas, 55-75 m hatta 90-100 m ye kadar boy, 3 m ye kadar çap yapabilen önemli bir ağaç türüdür. Avrupa'da 30-40 m boy yapmaktadır. Silindirik bir gövde formu vardır(11)

Gençlikte yıllık halkalar koyu gri, düzgün ve parlak, yaşlandıkça kabukta boyuna çatlaklar oluşmakta ve rengi kırmızı kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişmektedir(12).

2.2. Anatomik Özellikleri

İlkbahar odunu çeperleri ince, lümenleri geniş, yaz odunu çeperleri kalın, lümenleri dardır. İlkbahar ve yaz odunu traheidleri toplamı duglas odununun % 93 ünü oluşturmaktadır(13). Radyal kesitte enine traheidler 1-3 sıralıdır. Lif uzunlukları 4,5 mm dir(14).

İlkbahar ve yaz odununda belirgin bir renk farklılığı vardır. Öz odunu koyu kahverengi, kırmızımsı kahverengidir. İlk yıllık halkalar 5-8 mm genişliktedir. Yaz odunu kısmı ladin odununa benzemekte ve reçine kanalları yaz odununda bulunmaktadır. Reçine kanalları toplam odunun % 0,2 sini oluşturmaktadır(15).

İlkbahar odununun radyal çeperlerinde spiral kalınlaşma bulunmaktadır.

Özişinleri 1-12 hücre yüksekliğinde, maximum 20-25 hücre uzunluğunda ve heteroselülerdir. Enine traheidler 1-3 sıralıya kadar olmaktadır. Enine traheidlerin duvarları dişli değildir. Paronşim hücreleri kalın duvarlı olup karşılaşma yerlerindeki geçitler 2-6 adet, küçük piceoid tiptedir.

Paronşim hücreleri genellikle yaz odunun yıllık halka sınırına yakın ve az sayıda bulunmaktadır.

Reçine kanalları az sayıda, çapları küçük ve epitel hücrelerinin duvarları kalındır(14).

İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerinde geniş çaplı kenarlı geçitler, yaz odunu traheidlerinin radyal ve teğetsel çeperlerinde küçük çaplı kenarlı geçitler bulunmaktadır.

Özişini traheidlerinin çeperleri ince ve düzgün, çok sayıda kenarlı geçit bulunmaktadır. Bazı özişinlerinde enine reçine kanalları bulunmaktadır.

Boyuna reçine kanalları 40-140 μm ölçülerinde, dar ve daha çok yaz odununda, az sayıda, tek tek ya da küçük gruplar halinde bulunmaktadır(16).

Çeper kalınlığı İ.O da 6,0 μm , Y.O da 12,0 μm , lümen boşluğu İ.O da 42,0 μm , Y.O da 22 μm , Lif uzunluğu 2,5-6 mm, Öz ışını yüksekliği 40-80-140 μm , özişini hücre yüksekliği 1-12 adet, genişliği 7-12-14 μm , max hücre genişliği 5 adet, enine reçine kanal çapı 15-25 μm dir(16).

Duglas odununun % 7 sini özişinleri oluşturmaktadır. --

Miller(17), duglas odununun anatomik yapısını permeabilite özelliği bakımından incelemiş ve yeşil duglasların(var. menziesii) mavi duglaslara (var. glauca) göre daha geçirgen özellikler taşıdığını ve buna traheid ölçülerinin daha büyük olmasının neden olduğunu belirtmiştir.

Krahmer(18), geçirgenliği iyi olan ve olmayan duglasların anatomik özelliklerini incelemiş, traheid uzunluğu ile lümen alanı arasında yaptığı korelasyonda, enine kesit lümen alanı daha geniş olan duglasların daha geçirgen olduklarını ve

aradaki farklılıkları şu şekilde belirtmiştir:

Geçirgenliği iyi olanlarda ortalama lif uzunluğu daha uzun, ilkbahar odunu lümenleri daha geniş, liflerin enine kesitleri hegzagonal olup, geçit tipleri her iki grupta da aynıdır.

Pechmann(19), duglas odununun traheid uzunluğunu incelemiş, ladin ve çama göre daha uzun olduğunu belirtmiştir.

Liese ve Bauch(20), ladin ve duglas odununun geçirgenlik özelliklerini incelemiş ve duglasta geçirgenliği, bölge farklılığı, traheid boyutları, geçitlerin açık veya kapalı olmasının etkilediğini ve duglas diri odununda öz ışını traheidlerinin geçit zarlarında fazla miktarda tıkanma meydana geldiğini ve bu yüzden radyal penetrasyonun az olduğunu belirtmişlerdir.

Stamm(21), Juniperus virginiana, Larix laricina, Libocedrus (calocedrus) decurrens, Pseudotsuga menziesii, Sequoia sempervirens, Thuja occidentalis türlerinde traheid uzunluklarını, lümen çaplarını incelemiş ve diri odunda öz oduna göre daha yüksek değerler çıktığını belirtmiş, ayrıca öz ve diri odun arasındaki permeabilite farklarını incelemiş ve bu farkların melezde en fazla, sekoyada en az olduğunu açıklamıştır.

Mc Kimmy(22), 50 adet 47 yaşındaki duglas ağaçlarından alınan örneklerde traheid uzunluklarını incelemiş ve traheid uzunluğu üzerinde genetik ve çevresel faktörlerin çok etkili olduğunu, gelişme hızı arttıkça bazı bölgelerde ortalama traheid uzunluklarında az miktarda azalma olduğunu, ağaç yüksekliği arttıkça traheid uzunluğunun azaldığını belirtmiştir.

Bauch ve diğ.(23), ladin, larix, pseudolarix, duglas ve çam odunlarının geçit yapılarını incelemiş ve margonun yapısının ışık mikroskobu altında açık bir şekilde görülemeyeceğini buna karşılık duglasta diri odundaki margo

yapısının daha belirgin ve yapısında amorf bileşikler olduğunu açıklamışlardır.

Dougal(24), duglas odununun iç kabuk yapısında bulunan boyuna paranzim, öz ışını paranzimi, sklereidler, kalburlu hücreleri incelemiş, boyuna paranzim hücreleri uzunluğunun 0,1 mm olduğunu ve besin depolama görevi yaptıklarını, kabuk içindeki paranzimler dışındaki boyuna paranzim hücrelerinin 3 şekilde davranabildiğini belirtmiştir:

- 1) Herhangi bir etkide bulunmazlar.
- 2) Çap büyümesini gerçekleştirirler.
- 3) Farklılaşarak sklereid içine girerler.

Dış kabuktaki paranzim hücrelerinin genişlemiş halde olması ve bu genişlemenin kalburlu hücreleri parçalaması, kalbur hücrelerinin ve boyuna paranzimlerin lignifikasyonunun dış kabukta meydana geldiğini ifade etmektedir.

Kocon(25), Polonya'da Abies alba ve duglas ağacı odunlarından 800 m yükseklikten örnekler alarak basınç odununun yapısı ve oluşumunu incelemiş, traheid enine kesitlerinin daire şeklinde, sekonder çeperde özellikle duglasta spiral çatlaklar oluştuğunu, selülöz fibrilleri arasında yaklaşık 45° açı olduğunu, S3 tabakasının Abies'de siğilli bir tabaka ile örtüldüğünü ve duglasta bu tabakanın daha kötü formda ve dağınık görünümde olduğunu belirtmiştir.

Dodd(26), duglasın traheid özelliklerini araştırmış ve traheidlerin radyal çaplarının vejetasyon mevsimi başında az miktarda arttığını ve mayıs başlangıcından itibaren büyümeye ara verilmesiyle belirgin olarak azaldığını belirterek sonuçları P. silvestris, P. radiata ve Tsuga canadensis ile karşılaştırmış ve bu türlerde de benzer sonuçlar bulmuştur.

Korth(27), duglas odununda yıllık halka genişliği ile traheid genişliği arasındaki ilişkiyi araştırmış ve sonuçta açık bir ilişki bulunmadığını belirtmiştir.

2.3. Duglas Odunu Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar

Japing(28), Hollanda da yetişen duglas odununun teknik özelliklerini incelemiş, sonuçları Amerika ve Avrupa'da yetişen duglaslarla, Giordano(29) ise italya'da yetişen duglasların direnç özelliklerini araştırmış ve diğer hızlı yetişen türlerle karşılaştırmıştır.

Quiguandon(30), Fransa'da yetişen duglasların şimdiki ve gelecekteki plantasyonlarını dikkate alarak incelemiş ve 40-60 yaşındaki duglaslarda anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri ile dayanıklılık ve kullanım yerlerini araştırmıştır.

Pietrzak(31), Polonya'da kıyı bölgelerde yetişen 65 yaşındaki duglasların fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmış ve sonuçların Larix decidua, Picea abies odununa benzer özellikler gösterdiğini belirlemiştir.

Sacre(32), Loffler(33), Kunesh(34), duglas odununun özelliklerini incelemişler, Kunesh, duglası Tsuga heterophyllasa ile karşılaştırmış ve direnç özellikleri bakımından iki tür arasında önemli farklılıklar bulmuştur.

Knigge(35), duglas odununda büyüme ve odun özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmış, yıllık halka genişliğindeki değişimin ilk 40 yılda doğal yetişen türlere göre daha fazla olduğunu, ortalama yıllık halka genişliği ve yaz odunu oranının arttığını, daha sonra azalma gösterdiğini, belirli bir yaştan sonra değişmez olduğunu belirtmiştir.

Aynı çalışmada en uygun fiziksel ve mekanik özelliklerin 2 mm genişliğindeki yıllık halkalarda elde edilebileceğini ve yaz odunu oranı ile direnç özelliklerinin merkezden çevreye doğru artış gösterdiğini ifade etmiştir.

Harris(36), Yeni Zelanda'da yetişen duglasları incelemiş; özgül ağırlığın yaş, büyüme oranı ve yaz odunu oranıyla ilişkili olduğunu, bulunan değerlerin Kuzey Amerika'nın batı kıyılarında yetişen duglas odunlarının direnç özelliklerine benzerlikler gösterdiğini belirtmiştir.

Brodovic(37), duglas odununun fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiş ve Ukrayna'daki Larix decidua ile benzer özellikler gösterdiğini açıklamıştır.

Lassen(38), duglas odununun diri odun miktarını araştırmış ve ağaç çapı arttıkça diri odun miktarının arttığını ve bu artımın kıyı bölgelerinde yetişenlerde iç bölgelerde yetişenlere göre daha fazla olduğunu, kıyı tipi duglaslarda yükseklik arttıkça diri odun kısmının azaldığını, hızlı çap büyümesi yapan ağaçlarda ise arttığını ortaya koymuştur.

Brun(39), Hejnowicz(40), duglas odununun yıllık halka gelişimini boyuna ve radyal yönde incelemiş, yıllık halka genişliği, özgül ağırlık, hacimsel çekme ve hücre çeperi özgül ağırlığı arasında bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Overholser(41), duglasın kereste endüstrisinde değerlendirilmesi, fiziksel ve mekanik özellikleri, korunması, tutkallanma özellikleri, kurutma ve buharlanması, dayanıklılığı, kağıt, kaplama ve palet yapımında kullanılabilirliğini açıklamıştır.

Espenas(42), Mc Gowan(43), duglas odununun çekme direnci özelliklerini incelemiş ve bölge farklılığının direnç özelliklerini önemli oranda etkilediklerini belirtmiş ve sonuçları Picea engelmanni ile karşılaştırmıştır.

Sachse(44), Trendelenburg(45), duglas odununun özgül ağırlığı üzerine çalışmışlar, ortalama özgül ağırlığın Almanya'da ve Fransa'da yetişenlerde $0,48 \text{ gr/cm}^3$ olduğunu belirtmişlerdir.

Eddy ve Graham(46), Duglas odununun direnç özellikleri üzerine kurutma şartlarının etkisini incelemiş ve kurutma tipine bağlı olarak direnç özelliklerinin değiştiğini belirtmişlerdir.

Vliet(47), Gethard(48), duglas odununda tam kuru ve hava kurusu örneklerde liflere paralel çekme direnci ve özgül ağırlık değerlerini incelemişler ve lif açısının artmasıyla çekme direncinin önemli oranda azaldığını açıklamışlardır.

İngiltere'de Douglas-Fir adlı yayında ülkede yetiştirilen duglasların direnç özellikleri verilmiş ve Amerika'da yetişenlerden daha düşük oldukları belirtilmiştir(49).

Knigge(50), 48-85 yaşlarındaki duglas odunlarının direnç özelliklerini incelemiş ve ortalama özgül ağırlığı $0,47 \text{ gr/cm}^3$, yıllık halka genişliğini $0,2-3.1 \text{ mm}$ bulmuştur.

Snodgrass(51), duglas odununun bazı direnç özelliklerini bölgesel olarak incelemiş ve kıyı bölgelerinden alınan örneklerden elde edilen direnç özelliklerinin iç bölgelere oranla daha büyük çıktığını, sadece makaslama direncinde bu durumun görülmediğini belirtmiştir.

Kommert(52), Avrupa'daki 87-89 yaşlarındaki duglas odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiş, Kuzey Amerika'da yetişenler ile benzerlik gösterdiğini açıklamıştır.

Neusser ve diğ.(53), Avusturya'da yetişen yeşil ve gri iğne yapraklı duglas odunlarının teknolojik özelliklerini araştırmış ve iki varyete arasında önemli farklılıklar bulmuşlardır.

Koltzenburg(54), Hapla(55), duglasın direnç özelliklerini araştırmışlar ve ortalama özgül ağırlığın $0,470-0,540 \text{ gr/cm}^3$ arasında değiştiğini, yıllık halka genişliği arttıkça özgül ağırlığın azaldığını, buna karşılık yaz odunu oranı arttıkça özgül ağırlığın da arttığını belirtmişlerdir.

Hapla(56), duglasın öz ve diri odununun direnç özelliklerini incelemiş ve özden çevreye doğru gidildikçe tam kuru özgül ağırlık, çekme, basınç, eğilme ve şok direnci değerlerinin artış gösterdiğini ifade etmiştir.

Batı Almanya'daki duglas odunlarının direnç özellikleri normal yetiştirme kusuru ihtiva eden ve etmeyen örneklerde belirlenmiş ve sonuçta duglas odununun yapı kerestesi üretimine uygun olduğu ve Norveç ladinine benzer özellikler gösterdiği belirtilmiştir(57).

Gonzales ve Richards(58), duglas odununun özgül ağırlığını incelemiş ve özgül ağırlığın, 5-15 yaş arası, yaş arttıkça

arttiğını, 15-30 yaş arası ise bu artışın önemli olmadığını bulmuşlardır.

Hapla(59), Almanya'da aralama yapılmış ve normal alanlarda duglas odununun x ışınları yardımıyla özgül ağırlıkları, yıllık halka genişlikleri ve yaz odunu oranlarını belirlemiş ve aralama yapılmış alanlardan alınan örneklerde elde edilen sonuçların daha yüksek olduğunu açıklamıştır.

Hapla(60), farklı aralamalar ile saf ve karışık meşçerelerde yetiştirilmenin duglas odununun teknik özelliklerine etkisini araştırmak için 30-35 yaşlarındaki 60 adet duglas ağaçlarında aralama ve meşçere tipinin teknik özellikleri önemli oranda etkilediğini belirtmiştir.

Hapla(61), alçak ve yüksek aralamanın duglas odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisini araştırmış,yıllık halka genişliğinin önemli oranda etkilendiğini, alçak aralama örneklerinden elde edilen basınç direnci değerinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Ara ve alt tabakayı koruyan yüksek aralama ile ara ve alt tabakası bulunmayan alçak aralamadan alınan duglas odunu örneklerinde, gövde yüksekliği arttıkça özgül ağırlığın azaldığını ve bu sonucun iki aralama için de geçerli olduğunu belirtmiştir.

Hapla(62), Almanya'da duglas odununun eğilme ve basınç direnci üzerine yıllık halka genişliği ile özgül ağırlığın etkisini araştırmış, yıllık halka genişliğinin eğilme ve basınç direncini % 2,5, özgül ağırlığın ise % 32 oranında etkilediğini belirtmiştir.

Hapla ve Sachsse(63), Quirk(64), optik yöntemlerle duglasda hücre çeperi özgül ağırlığını incelemişler, ilkbahar odununda daha yüksek olmak üzere, tam doygun halde $1,0 \text{ gr/cm}^3$, tam kuru halde $1,43 \text{ gr/cm}^3$ olduğunu tesbit etmişlerdir.

Dastin ve diğ.(65), Springer ve Dog(66), yüksek sıcaklıkla (400-600-800 °C) muamele edilen duglas örneklerinin çekme, basınç ve makaslama dirençlerini incelemişler ve sıcaklık farkının direnç özelliklerini önemli oranda etkilediğini

saptamışlardır.

Johnson(67), Douglas fir ve Hem fir odunlarında liflere dik basınç direncini incelemiş ve duglasta bulunan değerlerin daha yüksek olduğunu, liflere dik basınç direncine özgül ağırlığın etkisinin önemsiz olduğunu belirtmiştir.

Möhler ve Beyersdorfer(68), duglas odununun yapı malzemesi olarak direnç özelliklerini araştırmış ve bulunan sonuçların ladin ve çam odunundan daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Barret ve Lav(69), duglas yapı kerestelerinin basınç direncine rutubetin etkisini incelemiş, kurudukça basınç direncinin arttığını, Tsuga, Abies, Pinus ve Picea odunlarında da benzer ilişkinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Nepveu ve Blachon(70), duglas, sarıçam, sahil çamı, sıtka ladini, Norveç ladini ve Orta Avrupa göknarı odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiş, özgül ağırlık ve elastikiyet modülü bakımından en yüksek değerlerin 35 yaşındaki duglas odunlarında bulunduğunu açıklamışlardır.

Oliver ve diğ.(71), duglas odununun eğilme, çekme ve basınç dirençlerinin liflerin örnek boyuna eksenine ile yaptıkları açıya göre değişimini incelemiş ve açı arttıkça dirençlerin azaldığını belirtmişlerdir.

Hapla ve Knigge(72), saf ve karışık meşçerelerde öz ve diri odun ilişkisini belirlemek için 20 adet duglasta 1,30 m yükseklikten örnekler alarak ölçümler yapmış, diri odun ve kabuk miktarının saf meşçerelerde azaldığını, öz odun miktarının arttığını belirtmişlerdir.

Aynı araştırmada 68-80 yaşlarındaki duglas ormanlarında yer bakımından hakim olan ağaçlarda öz odunu genişliğinin daha fazla olduğu, ağaç yaşı ile öz odunu genişliği arasında önemli bir ilişki olmadığı, ayrıca öz odunu genişliğinin ağaçlar arasında önemli değişiklikler gösterdiği belirlenmiştir.

Sachsse(73), duglas ağaçlandırmalarında budamanın odun özelliklerine etkisini araştırmış, budamayla yıllık halka genişliği ve yaz odunu oranının azaldığını, reçine kanalları

sayısında artış olduğunu, odun kalitesinde meydana gelen azalmanın budama işlemi kışın yapıldığı zaman önemli olmadığını belirtmiştir.

80 yaşındaki duglas ağaçlarının kesme kaplama için uygun olduğu , soyma kaplama için ise daha genç yaşlardaki ağaçların kullanılabileceği bildirilmektedir(74).

Sandoe ve diğ.(75), duglas odunlarından elde edilen kaplamaların yapışma dirençlerini incelemiş ve 1 mm kalınlığında kaplamaların yapışma direncinin 0,25 mm kalınlığındaki kaplamalardan daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Suh ve Kim(76), pinus Koreaiensis, pinus radiata ve duglaslardan üretilen kontrplakların özelliklerini araştırmış ve duglastan elde edilen kontrplakların elastikiyet modüllerinin diğer iki türe göre daha büyük çıktığını açıklamışlardır.

Sachsse ve Roffael(77), duglas odununun soyma kaplama üretimine uygunluğunu araştırmışlar ve 54 ağaçta öz ve diri odunu ayrı ayrı değerlendirerek, diri odundan elde edilen kontrplaklarda öz odundan elde edilenlere göre formaldehid emisyonunu daha yüksek bulmuşlardır.

Kumar ve Morrel(78), Duglas odununu 6 değişik CCA bileşiği ile dolu hücre yöntemine göre emprenye etmiş ve duglas diri odununun diğer türlere göre en zor emprenye edilebilme özelliği taşıdığını açıklamışlardır.

Winandy(79), duglas ve kavak odunundan üretilen kontrplaklarda yangın önleyici maddelerin mekanik özellikleri önemli oranda etkilediğini belirtmiştir.

Stillinger(80), yaşlı duglas ağaçlarında Fomes pini mantarının bazı direnç özelliklerine etkisini incelemek için çürüklüğün olduğu örnekleri 3 sınıf altında toplamış, sonuçta 1. ve 2. sınıf çürüklüğün olduğu örneklerdeki direnç özelliklerinin fazla etkilenmediği, 3. aşamadaki örneklerin kaplamalık malzeme, yer döşemesi, çatı malzemesi olarak kullanılabileceğini, ayrıca kontrplaklarda orta tabakada

kullanıldığında iyi bir bağ oluşturabileceğini açıklamıştır.

Miller ve Graham(81), mavi ve yeşil duglaslarda öz odununun dayanıklılığını araştırmış ve her iki varyete arasında önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Susan ve Robert(82), duglas odunlarında kahverengi çürüklük ile radyal yöndeki basınç direnci arasındaki ilişkiyi araştırmış ve madde kaybı ile meydana gelen basınç direnci azalmasının önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Winandy(83), duglas odununu kahverengi çürüklük mantarının etkisine bırakmış, çürüklükten sonra odunların eğilme direnci ve kimyasal kompozisyonlarını belirlemiş ve sonuçta ağırlık kaybı % 1-8 arasında iken direnç kaybının % 5-70 arasında olduğunu, dirençteki azalmanın hemiselülozun degradasyonundan kaynaklandığını belirtmiştir.

Kurt(84), Duglas kabuğuyla ilgili çalışmasında kabuktan tanen ve waks eldesini araştırmış, kabukta tam kuru ağırlığa oranla % 8-9 oranında değişen tanen ve waks bulunduğunu belirtmiştir.

Teishinger ve Krenn(85), Avusturya'da yaptıkları çalışmada, pH değerinin öz odunda 3,6, diri odunda ise 5,0 olduğunu belirtmişlerdir.

2.4 Genç Odun Özellikleri

Genç odunda yıllık halka içinde özgül ağırlık değeri ilkbahar odunundan yaz odununa doğru gidildikçe artmaktadır. Bu artış genç odunda % 27, olgun odunda % 67 civarında olabilmektedir.

Genç odun ve olgun odun özellikleri tablo 1'de verilmektedir(44).

Tablo 1. Duglaslarda Genç ve Olgun Odun Özellikleri

	Genç Odun Özellikleri			Olgun Odun Özellikleri		
	Xmin	X	Xmax	Xmin	X	Xmax
i.O Özg. Ağ. gr/cm ³	0,25	0,32	0,41	0,28	0,36	0,44
Y.O Özg. Ağ. gr/cm ³	0,49	0,59	0,69	0,50	0,60	0,75
Ortalama Yıllık Halka Özg. Ağ. gr/cm ³	0,32	0,40	0,49	0,37	0,47	0,61
i.O Genişliği mm	1,46	2,9	5,66	0,37	0,95	1,75
Y.O Genişliği mm	0,43	1,2	2,53	0,38	0,80	1,67
Yıllık Halka Genişliği mm	2,30	4,0	7,65	0,94	1,76	2,96
Yaz Odunu Oranı %	0,146	0,29	0,47	0,26	0,464	0,69

2.5. Duglas Odununun Kullanım Yerleri

Duglas odunu, Avrupa'da kereste endüstrisinde, Amerika'da ise kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakta olup direnç özellikleri bakımından çam ve melez arasında yer almaktadır. Çeşitli araştırmalar sonucu Avrupa'da ladin ve çam yerine kullanılabilen ortaya konulmuş olup, sanayide direk, sırık, palet, kutu, özel amaçlı kereste, kazık, yapı kirişleri, yer döşemeleri, dekoratif amaçlı duvar kaplamaları, parke, kapı, pencere, maden direği yapımında uygun olabileceği belirtilmektedir(54,86-88).

Gemi, vagon, bot, uçak, köprü yapımında, selülöz ve kağıt endüstrisinde sülfat, sülfite yöntemine uygun olduğu, pencere çerçevesi yapımında özellikle sürmeli pencereler için çok uygun olduğu, çam odunu yerine kullanılabilen, soğutma odalarının kapılarının yapımında tercih edildiği belirtilmektedir(17, 74, 89).

Profil malzemesi, dekoratif amaçlı ev döşemelerinde, bahçe mobilyasında, nehirlerde set yapımında kullanılmaktadır(12).

Almanya'da yapılan bir araştırmaya göre duglasın kullanım yerleri tablo 2'de verilmektedir(90).

Tablo 2. Duğlas Odununun Kullanım Yerleri

Kullanım Yerleri	Duğlas Odunu Kullanım Oranı %
Balkon	7,1
Bahçe mobilyası	6,5
Ambalaj	4,1
Kapı	6,5
Pencere	4,8
Tavan ve duvar kaplama	22,0
Oturma mobilyası	7,7
Yer döşemesi	7,7
Merdiven	6,6
Sanat eşyası	3,0
Oyuncak	9,0
Kullanım eşyası	6,0
Ev eşyası	9,0

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Deneme Alanları

Çalışmada, örneklerin alınacağı yerlerin seçiminde bu türün ülkemizdeki deneme alanları incelenmiş ve bu alanları temsil edebilmesine özen gösterilmiştir.

Araştırmada kullanılan ağaçlar, iyi gövde yapısına sahip, düzgün ağaçlardan seçilmiş ve Maçka, Tonya, Ayancık ve İzmit Bölgelerinden alınmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinden aynı orijin olmaları nedeniyle orijin karşılaştırılması yapmak amacıyla 2 orijin, İzmit ve Ayancık Bölgelerinden 1'er orijin alınmıştır.

Maçka, Tonya ve İzmit Bölgelerinden alınan deneme ağaçları yaklaşık aynı yaşta olup 1970 yılında ağaçlandırma yapılmıştır. Ülkemizde ilk Douglas ağaçlandırmaları Ayancık ve Belgrad Ormanlarında gerçekleştirildiği için daha yaşlı Douglasları incelemek amacıyla, araştırmaya Ayancık Bölgesi de dahil edilmiş ve denemeler toplam 33 ağaç üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Deneme Alanlarının Tanıtımı

Deneme alanı no:1

kazası:Maçka

işletmesi:Maçka

bölgesi:Maçka

seri adı:Çataldere-Maden

bölme no:52

bakı:batı

yükseklik:1000 m

orijin:Olympia : A1 , Steven Pas :B1

Deneme alanı no:2
kazası:Tonya
işletmesi:Trabzon
bölgesi:Tonya
seri adı:Kalınçam
bölme no:108
bakı:batı
yükseklik:1000 m
orijin: Olympia :A2 , Steven Pas: B2

Deneme alanı no:3
işletmesi:Ayancık
bölgesi:Çangal
bölme no:50
bakı: kuzey
yükseklik:1200 m
orijin:Washington

Deneme alanı no:3
işletmesi:Kocaeli
bölgesi:Işıktepe
bölme no:21
bakı:kuzey
yükseklik:520 m
orijin:Washington

3.2. Deneme Ağaçlarının Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması

Örnek ağaçların seçiminde TS 4176 esaslarına göre hareket edilmiş, deneme alanlarında bütün ağaçların göğüs çapları ölçülerek ortalama göğüs çapı bulunmuş ve bu çapa en yakın değerdeki ağaçlar seçilmiştir. Ağaçlar üzerine numaraları yazılmış ve kuzey yönleri işaretlenmiştir.

Her deneme ağacında 2 m aralıklarla 15 cm lik gövde kısımları ve 2-4 m yüksekliklerden 1 m lik gövde kısımları çıkarılarak her parça üzerine gerekli bilgiler işaretlenmiştir.

15 cm lik kısımlardan özgül ağırlık ile hacim yoğunluk denemeleri için 2x2x3 cm boyutlarında örnekler, 1,30 m yükseklikten alınan örnekler üzerinde ise anatomik özellikler belirlenmiştir.

Özgül ağırlık örnekleri için kuzey-güney ve doğu-batı yönünde 2 cm genişliğinde şeritler çıkarılmış, örnekler hazırlanarak hava kurusu hale getirilmiştir.

Deneme alanlarından alınan 1 m lik gövde parçacıkları mekanik özelliklerin deney örnekleri için kullanılmış, kuzey-güney ve doğu-batı yönünden 6 cm genişlikte parçalar kesilerek, Brinell sertlik, basınç, eğilme, şok, makaslama direnci deneyleri ve çalışma örnekleri çıkarılıp hava kurusu hale getirilmişlerdir.

3.3. Yıllık Halka ile ilgili Ölçümler

3.3.1. Yıllık Halka Genişlikleri

Yıllık halka ölçümleri için toplam 33 ağaçtan yararlanılmış ve deneme ağaçlarının 0,30 m kesitlerinden kuzey-güney yönünde 2 cm kalınlığında parçalar alınmıştır. Bu parçaların enine kesitleri parlatılarak yıllık halkaların net bir şekilde görünmesi sağlanmış ve özden geçen bir çizgi çizilerek ölçümler bu çizgi üzerinden yapılmıştır.

Ölçümler yıllık halka ölçüm mikroskobu ile gerçekleştirilmiş, her ağaçta yaz odunu genişliği, yıllık halka genişliği ölçülmüş ve yıllık halka genişliğinden yaz odunu genişliği çıkarılmak suretiyle ilkbahar odunu genişliği hesaplanmıştır.

3.3.2. Yıllık Halka Kronolojisi

Apsis eksenine yıllar, ordinat eksenine sırasıyla, yaz odunu genişliği, yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranı değerleri verilerek grafikleri çizilmiştir.

3.3.3. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişkisi

Deneme ağaçlarından alınan örneklerden ölçülen yıllık halka genişliği apsis eksenine, yaz odunu katılım oranları ordinat eksenine işaretlenmiş ve buna göre grafikler elde edilmiştir.

Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişki regresyon analizi ile araştırılmıştır.

3.4. Anatomik Özellikler

Anatomik özellikler için örnekler, ağacın 1,30 m yüksekliğinden ve batı yönünden, 2x2x2 cm boyutlarında, dar ve geniş yıllık halkalara ait kısımlardan birer adet alınmıştır.

Elde edilen parçalar ilk işlem olarak damıtık su içerisinde kabın dibine çökünceye kadar kaynatılmıştır. Daha sonra 1 hacim % 96 lık alkol, 1 hacim gliserin ve 1 hacim damıtık su karışımında 15-20 gün bekletilmiştir. Mantarlaşmayı önlemek için karışıma küçük birkaç kristal asit- fenol ilave edilmiştir.

3.4.1. Preparatların Hazırlanması

Her örnekten mikrotomla enine, boyuna radyal ve boyuna teğetsel olmak üzere 15-20 µm kalınlığında üç yönde kesit alınmıştır. Alınan kesitler 15-20 dakika sodyumhipoklorit içerisinde bırakıldıktan sonra damıtık suyla yıkanmıştır. Daha sonra 1-2 dakika asetik asitle ortam nötrleştirilmiştir. Kesitler saf suyla iyice yıkandıktan sonra safraninle boyanmıştır.

Safraninle boyanan kesitler su ile iyice yıkanmış ve % 50 lik alkole batırılmıştır. Son işlem olarak kesitler lam ve lamel arasında enine, boyuna radyal ve boyuna teğetsel sıraya göre

gliserin jelatinle kapatılarak ölçmelere hazır hale getirilmiştir.

3.4.2. Enine Kesitte Yapılan Ölçümler

Enine kesitte, traheidlerin birim alandaki sayıları (1 mm^2) ilkbahar ve yaz odununda ayrı olarak vizopanda sayılmıştır. Obj x10 ile bir kenarı 12,5 cm olan kare şeklindeki şeffaf milimetrik kağıt kullanılmıştır (ölçek: 1 mm = 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 ilkbahar ve yaz odunundaki çapları (teğet ve radyal yönde) araştırma mikroskobunun x 40 objektifinde (1 taksimat = $2,66 \mu\text{m}$) ölçülmüştür.

3.4.3. Boyuna Radyal Kesitte Yapılan Ölçümler

Bu kesitte kenarlı geçitlerin çapları, porusların enine ve boyuna yöndeki çapları, piceoid tipi geçitlerin boyutları x100 objektifde (1 taksimat = $1 \mu\text{m}$) ölçülmüştür.

3.4.4. Boyuna Teğetsel Kesitte Yapılan Ölçümler

Boyuna reçine kanallarının teğetsel ve radyal yöndeki çapları araştırma mikroskobunun x 40 objektifinde (1 taksimat = $2,66 \mu\text{m}$) ölçülmüştür.

Teğet kesit üzerinde öz ışınlarının birim alan ve birim uzunluktaki sayıları obj x10 ile vizopanda sayılmıştır. Özışınlarının yükseklikleri araştırma mikroskobunun x10 objektifinde (1 taksimat = $10,46 \mu\text{m}$) ölçülmüştür.

3.4.5. 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 geçmiş elemanların hücre uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri, çeper kalınlıkları ölçülebilir(91).

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 mikroskopunda yapılmış, Traheidlerin uzunluğu için obj x 4 (1 tak.= 24,76 µm), traheid genişliği, lümen genişliği, çeper kalınlığı için x 40 obj.(1 taksimat = 2,66 µm) kullanılmıştır.

3.5. Fiziksel Özellikler

Duglas odununun özgül ağırlık, hacim-yoğunluk değeri, daralma ve genişleme miktarları farklı bölgeler için incelenmiştir. Özgül ağırlık değerleri özgül kütle olarak alınmıştır.

3.5.1 Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık tayini için TS 2471, TS 2472 ve TS 53 esaslarına uyulmuştur. Örnekler 0,30 m yükseklikten itibaren her 2 m de bir 15 cm lik tekerleklerden alınmış, kuzey-güney ve doğu-batı yönünden 2 cm lik parçalar çıkarıldıktan sonra her örnek numaralanmış, parçalar 3 cm aralıkla kesilmiş ve 2X2X3 cm boyutlarda örnekler hazırlanmıştır.

3.5.1.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık örnekleri, iklim odasında 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin % 12 olması sağlanmıştır.

Örnekler her 3 yönde(boyuna, teğet, radyal) 0,01 mm hassasiyette ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır.

Örneklerin ağırlıkları 0.001 mm duyarlıklı analitik terazide belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlikten hava kuru özgül ağırlıkları hesaplanmıştır(92).

$$\rho_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \text{ gr/cm}^3$$

ρ_{12} = Hava kuru özgül ağırlık gr/cm^3

M_{12} = Hava kuru ağırlık gr

V_{12} = Hava kuru hacim cm^3

örneklerin rutubetleri, tam kuru haldeki ağırlıkları (Mo) tartıldıktan sonra,

$$r = \frac{Mr - Mo}{Mo} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır(93).

Hesaplanan rutubet miktarları % 9-15 arasında değerler aldığından, farklı rutubet miktarlarındaki özgül ağırlık değerlerinin, % 12 rutubetteki özgül ağırlık değerlerine dönüştürülmesi için TS 2471'deki eşitlik kullanılmıştır.

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

$$\rho_{12} = \% 12 \text{ rutubetteki özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3$$
$$\rho_r = r \text{ rutubetteki özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3$$
$$r = \text{örnek rutubeti } \%$$

3.5.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

örnekler tam kuru hale gelinceye kadar fırında 103 ± 2 °C de kurutulmuştur. Fırından çıkarılan örnekler desikatörde soğutulmuş, ağırlıkları ve boyutları ölçülmüş, aşağıdaki eşitlik yardımıyla tam kuru özgül ağırlıklar hesaplanmıştır(92).

$$\rho_o = \frac{M_o}{V_o} \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_o = \text{Tam kuru özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3$$

$$M_o = \text{Tam kuru ağırlık } \text{gr}$$

$$V_o = \text{Tam kuru hacim } \text{cm}^3$$

2x2x3 cm boyutlarındaki özgül ağırlık örnekleri üzerinde yapılan tam kuru özgül ağırlık deneylerinden sonra aynı örnekler üzerinde ölçülen tam yıllık halkalar, yıllık halka sayısına bölünerek her örneğin ortalama yıllık halka genişliği bulunmuştur.

Yıllık halka genişlikleri apsis eksenine, tam kuru özgül ağırlık değerleri ordinat eksenine noktalanmak suretiyle grafik üzerinde gösterilmiştir.

3.5.1.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Oranları

Tam kuru ağırlık değerlerinden yararlanarak, tam kuru odun hacmi içerisindeki hücre çeperi ve hava boşluğu hacmi oranları aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır(92).

$$V_{\phi} = \frac{\rho_0}{\rho_{\phi}(1,5)} \times 100$$

V_{ϕ} = Hücre çeperi oranı %

ρ_0 = Tam kuru özgül ağırlık gr/cm^3

ρ_{ϕ} = Hücre çeperi özgül ağırlığı ($1,5 \text{ gr/cm}^3$)

Tam kuru haldeki odunun hava boşluğu oranı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(94, 95).

$$b = \left(1 - \frac{\rho_0}{1,5}\right) \times 100$$

b = Hava boşluğu oranı %

3.5.2. Hacim-Yoğunluk Değeri

Bu maksatla özgül ağırlık tayininde kullanılan örneklerden yararlanılmış, aynı örnekler tam kuru ağırlıkları bulunduktan sonra doygun hale ulaşincaya kadar su içinde bekletilmiştir.

Örneklerin 3 farklı yönde yaş boyutları mikrometre yardımıyla belirlenerek hacimleri hesaplanmış ve aşağıdaki eşitlikten hacim-yoğunluk değerleri elde edilmiştir(92).

$$y = \frac{M_o}{V_d}$$

y = Hacim-yoğunluk değeri gr/cm³

M_o = Tam kuru ağırlık gr

V_d = Lif doygunluk noktası üzerindeki hacim cm³

3.5.3. Odun-Su İlişkileri

Duglas odunundan hazırlanan çalışma örnekleri, 1 m lik gövde kısımlarından elde edilmiş ve deneyler bu örnekler üzerinde yapılmıştır

Teğet ve radyal yöndeki çalışma yüzdelerini belirlemek için 30x30x15 mm boyutlarında örnekler hazırlanmış ve yıllık halkaların radyal yönde olmasına dikkat edilmiş, kusursuz örnekler hazırlanmıştır.

Liflere paralel çalışma yüzdeleri için 30x30x100 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır.

Deneyler TS 4083 , TS 4084 , TS 4085 ve TS 4086 esaslarına göre yürütülmüştür.

Daralma miktarlarını hesaplamak için, hava kurusu hale gelen örnekler, içerisinde su bulunan bir kaba konularak 1 hafta kadar bekletildikten sonra sudan çıkarılmış ve fazla suları alındıktan sonra boyutları mikrometre ile ölçülmüştür.

Aynı örnekler, daha sonra 103 ± 2 °C sıcaklıktaki fırında ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar bekletilmiş ve desikatörde soğutulduktan sonra boyutları ölçülmüştür.

Daralma yüzdeleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(93).

Doygun ölçü - Tam kuru ölçü

$$\beta = \frac{\text{Doygun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}}{\text{Doygun ölçü}} \times 100$$

Doygun ölçü

Boyuna, teğet, ve radyal yöndeki daralmalar için ayrı ayrı değerler hesaplanmış, hacimsel daralma miktarı (β_v) ise teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdelerinin toplamından elde edilmiştir. Boyuna yöndeki daralma yüzdesi hesaplamalara dahil edilmemiştir.

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

Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için örnekler önce fırında tam kuru hale getirilmiş, daha sonra su içerisinde tam doygun hale getirilerek her iki durumda boyutları ölçülmüştür.

Genişleme yüzdeleri için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır(96).

Doygun ölçü - Tam kuru ölçü

$$\alpha = \frac{\text{Doygun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}}{\text{Tam kuru ölçü}} \times 100$$

Tam kuru ölçü

Hacimsel genişleme miktarı (α_v), teğet ve radyal yöndeki genişleme yüzdelerinin toplamından elde edilmiş, boyuna genişleme yüzdesi hesaplara dahil edilmemiştir.

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

3.5.3.1. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti

Lif doygunluğu noktasında rutubet derecesi, hacmen daralma yüzdesi ve hacim-yoğunluk değerinden yararlanarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(96).

$$\text{LDR} = \frac{\text{Đv}}{\text{Y}}$$

LDR = lif doygunluğu rutubeti

Đv = Hacmen daralma yüzdesi

Y = Hacim-yoğunluk değerı gr/cm³

3.5.3.2 Odunun içerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Boyut stabilizasyonunu sağlamak ve mantarlara karşı dayanımı arttırmak için odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarının (Γ_{max}) bilinmesi gerekmektedir. Bunun için Γ_{max} 'ın hesabında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır(97).

$$\Gamma_{\text{max}} = \frac{\rho_{\text{đ}} - \text{Y}}{\rho_{\text{đ}} \times \text{Y}} \times 100$$

3.6. Mekanik Özellikler

Deneylerde 1-10 ton kapasiteli üniversal deney makinesi kullanılmıştır.

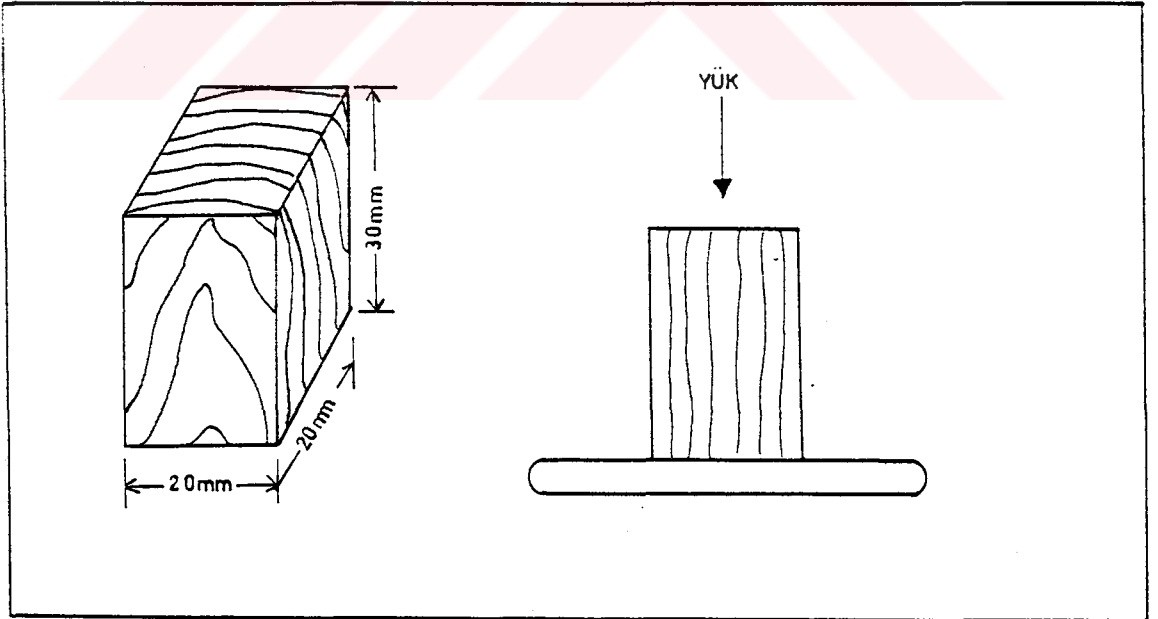
Mekanik özellikler olarak, basınç, eğilme, dinamik eğilme, makaslama dirençleri ile Brinell sertlik değerı deneyleri yapılmıştır.

3.6.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

TS 2595'e göre 2x2x3 cm boyutlarında hazırlanan örnekler, ağacın 2-4 m ler arasından alınan 1 m lik kısmından hazırlanmıştır (Şekil 1). Örnekler, kusurlu kısımlardan kaçınılarak kesilmiş, klimatize edilen örneklerin enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları ± 1 mm, ağırlıkları ise $\pm 0,1$ gr duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler makinede 1,5-2 dakikada kırılacak şekilde deney hızı ayarlanmış olup kırılma anındaki kuvvet (F_{max}) ölçülmüştür. Basınç direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(98).

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{max}}{axb}$$

$\sigma_{B//}$ = Liflere paralel basınç direnci kgf/cm^2
 F_{max} = Kırılma anındaki kuvvet kgf



Şekil 1. Basınç Direnci Deneyi ve Örnek Boyutları

Deneylerden sonra TS 2471 'e göre örnek rutubetleri belirlendikten sonra, rutubetleri % 12 den farklı olan örneklerin basınç direnci değerleri, aşağıdaki eşitlikten % 12 rutubetteki değerlere dönüştürülmüştür(98).

$$\sigma_{B//}(12) = \sigma_{B//} [1 + 0,05 (r-12)]$$

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

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye dayanarak, odunun basınca göre kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır(99).

$$St = \frac{\sigma_{B//}(12)}{100 \times \rho_{12}} \text{ km}$$

$$\begin{aligned} St &= \text{Statik kalite değeri} \\ \sigma_{B//}(12) &= \% 12 \text{ rutubetteki basınç direnci değeri } \text{kgf/cm}^2 \\ \rho_{12} &= \% 12 \text{ rutubetteki özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Spesifik kalite değeri aşağıdaki formüle göre bulunmuştur(98).

$$Sp = \frac{\sigma_{B//}(12)}{100 \times \rho_{12}^2}$$

$$\begin{aligned} Sp &= \text{Spesifik kalite değeri} \\ \sigma_{B//}(12) &= \% 12 \text{ rutubetteki basınç direnci değeri } \text{kgf/cm}^2 \\ \rho_{12} &= \% 12 \text{ rutubetteki özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3 \end{aligned}$$

3.6.2. Eğilme Direnci ve Eğilmeye Elastiklik Modülü

Eğilme direnci deneyleri, TS 2474 esaslarına uygun olarak yürütülmüştür. Örnekler, ağacın 2-4 m lik kısımlarından alınan 1 m lik gövde parçasından 2x2x30 cm boyutlarında hazırlanmıştır(Şekil 2). Klimatize işlemleri yapılarak % 12 rutubete getirilen örneklerin radyal yönü en, teğet yönü de kalınlık alınmak suretiyle boyutları \pm % 1 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık, kalınlığın 12 katı olacak şekilde yerleştirilmiş, yük deney örneklerinin radyal yüzüne ve tam orta kısımdan uygulanmıştır. Deney hızı, makinede yükleme başladıktan sonra, örnek 1,5 \pm 0,5 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış olup, kırılma anındaki F_{max} kaydedilmiştir. Eğilme direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(98).

$$\sigma_e = \frac{3xFxL}{2xaxb^2}$$

σ_e = Eğilme direnci kgf/cm^2

F = Kırılma anındaki kuvvet kgf .

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık cm

a = Örnek genişliği cm

b = Örnek kalınlığı cm

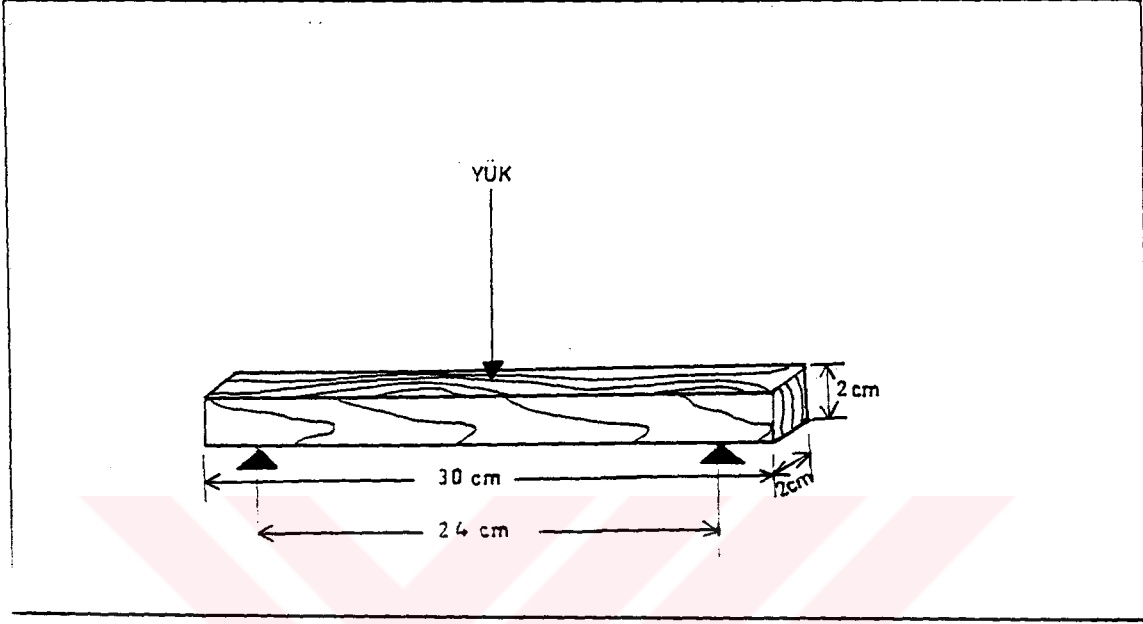
Deneylerden sonra, kırılma bölgesine yakın kısımdan alınan örneklerden rutubet miktarı belirlendikten sonra, Rutubetleri % 12'den farklı örneklerin eğilme dirençleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla % 12 rutubet için hesaplanmıştır(98).

$$\sigma_e(12) = \sigma_e [1 + 0,04 (r - 12)]$$

$\sigma_e(12)$ = % 12 rutubetteki eğilme direnci kgf/cm^2

σ_e = % r rutubetteki eğilme direnci kgf/cm^2

r = Deney anındaki örnek rutubeti %



Şekil 2. Eğilme Direnci Deneyi ve Örnek Boyutları

Eğilmede elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direnci örneklerinden yararlanılmış ve deneyler TS 2478' e göre yapılmıştır.

Eğilme direnci deneyleri yapılırken, uygulanan her 10 kg kuvvete karşılık gelen eğilme miktarı, makinenin üzerine yerleştirilmiş bir komparatör yardımıyla ± 1 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Kuvvet ve eğilme miktarlarından eğilme grafiği çizilmiş ve oluşturulan eğrideki elastik deformasyon

bölgesindeki değerler kullanılarak, elastiklik modülü aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(98).

$$E = \frac{FxL}{4xexbxa^3}$$

E = Elastiklik modülü kgf/cm²

F = Elastik deformasyon bölgesindeki kuvvet kgf.

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık cm

a = Örnek genişliği cm

b = Örnek kalınlığı cm

e = Eğilme miktarı cm

Rutubetleri % 12 den farklı olan deney örneklerinin elastiklik modülü, deney anındaki örneklerin rutubetleri belirlenerek aşağıdaki eşitlik yardımıyla % 12 rutubetteki değerlere dönüştürülmüştür(99).

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

E₁₂ = % 12 rutubetteki elastikiyet modülü kgf/cm²

E_r = % r rutubetindeki elastikiyet modülü kgf/cm²

r = Deney anındaki örnek rutubeti %

3.6.3. Şok Direnci

Deneyler, TS 2470, TS 2477'e göre yapılmış ve 2x2x30 cm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır(Şekil 3). Klimatize edilerek hava kurusu hale getirilen örneklerin deneyden önce enine kesit boyutları ± % 1 mm duyarlıkta ölçülmüştür.

Deney örnekleri, 15 kgm lik iş gücüne sahip pandüllü çekiç aleti ile kırılmış ve her bir örneğin kırılmadan sonraki

elde edilen iş miktarı belirlenerek şok dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(98).

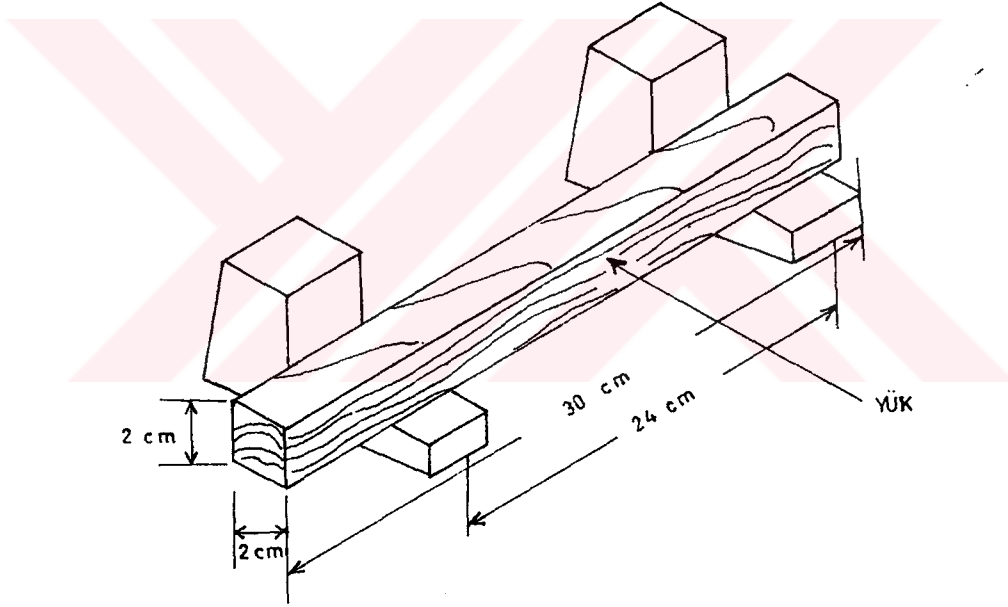
$$\sigma_s = \frac{W}{axb} \text{ kgm/cm}^2$$

σ_s = şok direnci kgm/cm^2

W = örnek kırıldığında elde edilen iş miktarı kgm

a = örnek genişliği cm

b = örnek kalınlığı cm



Şekil 3. Dinamik Eğilme Direnci Deneyi ve Örnek Boyutları

Deneylerden hemen sonra, örneklerin kırılma yerlerine yakın kısımlardan özgül ağırlık örnekleri alınarak, özgül ağırlıkları ve rutubetleri belirlenmiştir. Rutubetleri % 12 den farklı olan örneklerin, % 12 rutubetteki şok dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(98).

$$\sigma_s(12) = \sigma_s [1 + 0.025 (r-12)]$$

$$\begin{aligned}\sigma_s(12) &= \% 12 \text{ rutubetteki şok direnci } \text{kgm/cm}^2 \\ \sigma_s &= \% r \text{ rutubetteki şok direnci } \text{kgm/cm}^2 \\ r &= \text{Deney anındaki örnek rutubeti } \%\end{aligned}$$

Şok direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiden yararlanılarak dinamik kalite değeri hesaplanmıştır(98).

$$Id = \frac{\sigma_s}{(\rho_{12})^2}$$

$$\begin{aligned}Id &= \text{Dinamik kalite değeri} \\ \sigma_s &= \text{Dinamik eğilme direnci } \text{kgm/cm}^2 \\ \rho_{12} &= \% 12 \text{ rutubetteki özgül ağırlık } \text{gr/cm}^3\end{aligned}$$

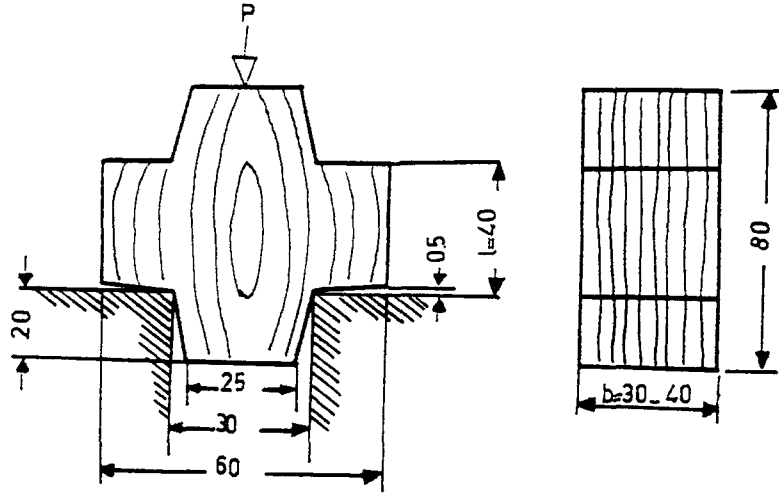
3.6.4 Liflere Paralel Yönde Makaslama Direnci

Deney örnekleri TS 3459'a göre, deneme ağaçlarınının 2-4 m lik kısımlarından alınan 1 m lik gövde parçalarından hazırlanmıştır(Şekil 4).

Klimatize edilen örneklerin boyutları ± 5 mm duyarlıkta ölçülmüş ve deneme hızı, yük uygulanmaya başladıktan sonra 1,5-2 dakika içinde örnek kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Okunan F_{max} değerleri aşağıdaki eşitlikte yerine konmak suretiyle makaslama direnci değerleri hesaplanmıştır(98).

$$\sigma_m = \frac{F_{max}}{2lxa}$$

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \text{Makaslama direnci } \text{kgf/cm}^2 \\ F &= \text{Makaslama anındaki maksimum kuvvet } \text{kgf.} \\ l &= \text{Kayma yüzeyi uzunluğu } \text{cm} \\ a &= \text{Kayma yüzeyi genişliği } \text{cm}\end{aligned}$$



Şekil 4. Makaslama Direnci Deneyi ve Örnek Boyutları

Deneylerden sonra rutubetleri % 12'den farklı olan makaslama direnci değerleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla % 12 rutubet için hesaplanmıştır(98).

$$\sigma_m(12) = \sigma_m [1 + 0,03 (r-12)]$$

$\sigma_m(12)$ = % 12 rutubetteki makaslama direnci kgf/cm^2

σ_m = % r rutubetindeki makaslama direnci kgf/cm^2

r = Deney anındaki örnek rutubeti %

3.6.5 Brinell Sertlik Değeri

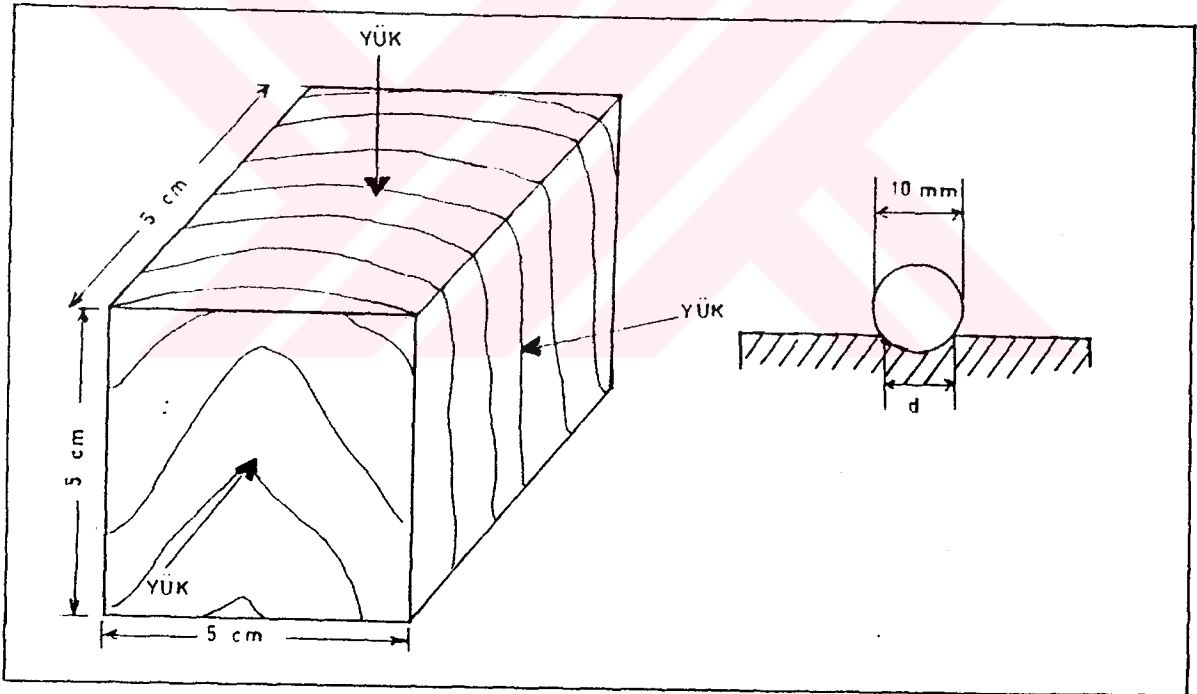
Deney örnekleri, TS 2479'a göre 5x5x5 cm boyutlarında hazırlanmış ve klimatize edilmiştir(Şekil 5).

Örnekler, liflere paralel, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde kesitlerinin orta noktalarına kuvvet uygulanacak şekilde makineye yerleştirilmiştir. Deneylerde 10 mm çapındaki çelik küreden yararlanılmış, deneyde uygulanacak kuvvet olarak, orta sertlikteki ağaçlar için önerilen 50 kg kuvvet seçilmiştir. Maksimum kuvvete 15 sn içerisinde ulaşılacak

şekilde hız ayarlanmış ve bu kuvvet etkisinde 30 sn beklenmiştir. Örnek üzerinde oluşan çukur çapları yıllık halka mikroskobu ile ± 5 mm duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten Brinell sertlik değerleri hesaplanmıştır(100).

$$H_B = \frac{2 \times F}{\pi \times D \times [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$$

- H_B = Brinell sertlik değeri kgf/mm^2
 F = Uygulanan kuvvet kgf
 D = Brinell küresi çapı mm
 d = örnek yüzeyindeki çukur çapı mm



Şekil 5. Brinell Sertlik Deneyi ve Örnek Boyutları

Deneylerden sonra, örneklerin özgül ağırlığı ve rutubet miktarları belirlenmiş, % 12 rutubetteki sertlik değerleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır(98).

$$H_B(12) = H_{Br} [1 + 0,04 (r-12)] \text{ (Liflere paralel yönde)}$$

$$H_B(12) = H_{Br} [1 + 0,025 (r-12)] \text{ (Liflere dik yönde)}$$

$$H_B(12) = \% 12 \text{ rutubetteki Brinell sertlik değeri } \text{ kgf/mm}^2$$

$$H_{Br} = \% r \text{ rutubetindeki Brinell sertlik değeri } \text{ kgf/mm}^2$$

$$r = \text{Deney anındaki örnek rutubeti } \%$$

3.7. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Bölge ve orijin farklılığının, traheid uzunluğu, traheid çapları, kenarlı geçit çapları, birim alandaki traheid sayısı, hava kurusu ve tam kuru özgül ağırlık, hacim-yoğunluk değeri, daralma ve genişleme değerleri, basınç, eğilme, şok, makaslama direnci ve Brinell sertlik değerleri üzerinde etkili olup olmadığı istatistiksel anlamda belirlenmiştir.

Maçka ve Tonya bölgesinde, 2 farklı orijin, 2 farklı bölge etkisini belirlemek için çoğul varyans analizi uygulanmış olup, farklılıkların çıkması halinde Scheffe testi ile farklılıkların hangi bölge ve orijin arasında önemli olup olmadığı araştırılmıştır.

Ayrıca Maçka, Tonya, İzmit ve Ayancık bölgelerini birbirleriyle karşılaştırmak amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlardaki farklılıkların hangi orijinler arasında olduğunu anlamak için Scheffe testi uygulanmıştır. Scheffe testinin seçilmesinin sebebi karşılaştırılan toplumların örnek büyüklüklerinin eşit olmamasıdır.

Serbest değişkenlerle bağlı değişkenler arasındaki bağıntının belirlenebilmesi için tam kuru özgül ağırlık ile hacim yoğunluk değerleri arasında ve özgül ağırlık ile mekanik özellikler arasında regresyon analizi yapılmıştır.

Serbest değişken 1 tane alındığı için model olarak doğrusal fonksiyon ($y = a+bX$) seçilmiştir.

İlişkinin derecesini denetlemek ve ilişkinin

kuvvetliliğini ortaya koymak üzere basit doğrusal korelasyon katsayısı hesaplanmış, bulunan korelasyon katsayısı değerinin +1'e yakınlığı ölçüsünde doğrusal artan kuvvetli bir ilişkinin olduğu kabul edilmiştir.

Bunlara ilaveten yıllık halka genişliği ile fiziksel özelliklerden tam kuru özgül ağırlık, hava kurusu özgül ağırlık, hacim-yoğunluk değerleri ve daralma ve genişleme miktarları ile mekanik özelliklerden eğilme, makaslama , şok,basınç direnci, eğilmede elastiklik modülü ve Brinell-sertlik değerleri arasında oluşturulan korelasyon matrisleri ile ilişkilerin düzeyleri için genel bir değerlendirme yapabilme imkanı sağlanmıştır.



4. BULGULAR

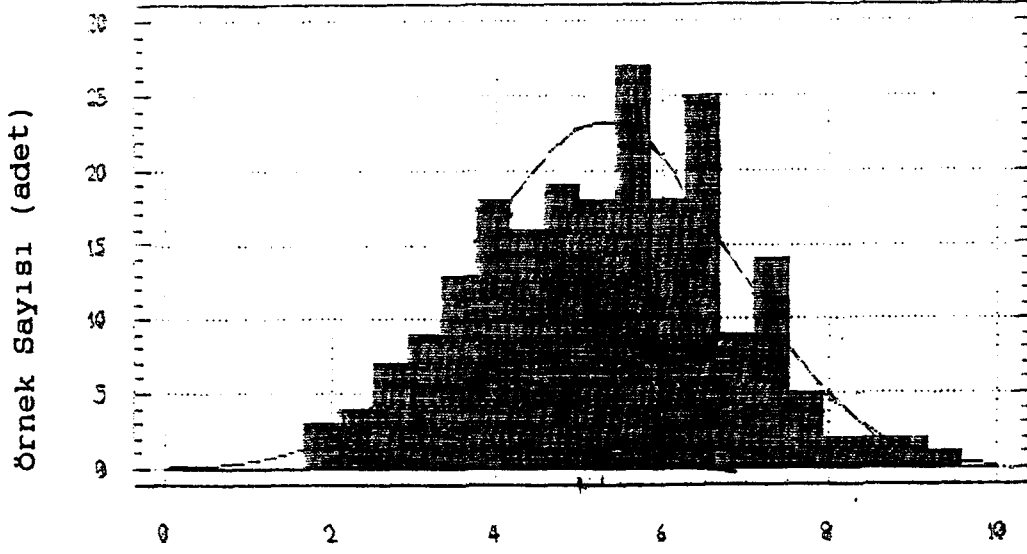
4.1 Makroskopik Özellikler

4.1.1. Yıllık Halka Genişlikleri

Bütün bölgelere ait örnek ağaçlarda toplam 777 adet yıllık halka ölçümü yapılmış ve sonuçlar tablo 3'de, Ayancık ve İzmit Bölgelerine ait varyasyon grafikleri şekil 6-7'de verilmiştir.

Tablo 3. Yıllık Halka Genişlikleri

Yıllık Halka Genişlikleri mm							
Bölge		Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	İzmit
Numune sayısı	N	87	86	90	90	212	212
Aritmetik ortalama	X	5.40	5.52	5.78	5.95	5.018	5.28
Standart sapma	S	2.11	2.29	2.29	2.44	1.49	1.51
Varyans	S ²	4.47	5.27	5.27	5.98	2.24	2.29
Varyasyon katsayısı	V	39.14	38.32	39.72	41.08	29.88	28.66
Değişim genişliği	R	8.89	8.50	8.50	8.64	7.25	7.55
Min ve max değerler		1.01 9.90	1.00 9.50	1.10 9.60	1.02 9.66	1.05 8.30	1.90 9.45

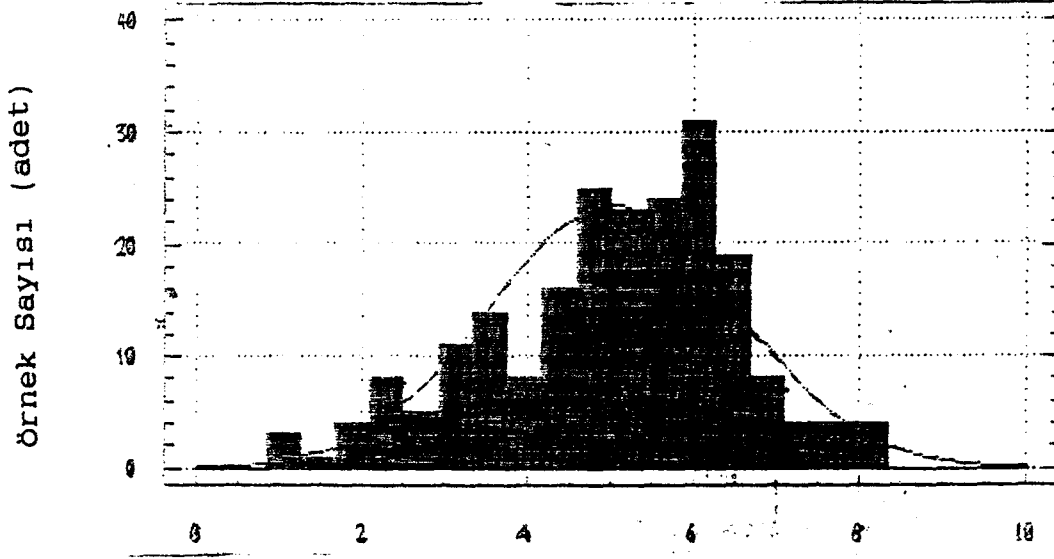


Yıllık Halka Genişliği mm

Şekil 6. Yıllık Halka Genişliği Varyasyon Grafiği
(izmit Bölgesi)

izmit Bölgesinden alınan örnek ağaçların yıllık halka genişliğine ait varyasyon grafiğinde (şekil 6); en fazla tekrarlanan yıllık halka genişliği % 13 katılım oranı ile 5,7 mm dir. Ortalama yıllık halka genişliği 5,28 mm olup en fazla tekrarlanan değerlerin solunda yer almaktadır.

Ayancık Bölgesinden alınan örnek ağaçlara ait yıllık halka genişliği varyasyon grafiğinde (şekil 7) ise; en fazla tekrarlanan yıllık halka genişliği % 15 katılım oranı ile 6,2 mm dir. Ortalama yıllık halka genişliği bu bölgede 5,018 mm olup bu değerlerin solunda yer almaktadır.



Yıllık Halka Genişliği mm

Şekil 7. Yıllık Halka Genişliği Varyasyon Grafiği
(Ayancık Bölgesi)

Maçka ve Tonya bölgesinde duglas odunlarında yıllık halka genişliği bakımından orijin ve bölge farklılıklarını incelemek için çoğul varyans analizi uygulanmış ve sonuçlar tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Maçka-Tonya Bölgesinde Yıllık Halka Genişliğine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	0,2169	1	0,2169	0.43	B.D.
Bölge	14,08	1	14,08	2,77	B.D.
OXB	0,074	1	0,074	0,15	B.D.
Hata	1769,82	349	5.071		
Toplam	1784,21	352			

Buna göre; her iki bölgedeki orijin ve bölge farklılığı ile orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Bütün bölgelerin yıllık halka genişliklerini karşılaştırmak için uygulanan basit varyans analizi sonuçları tablo 5' de gösterilmiştir.

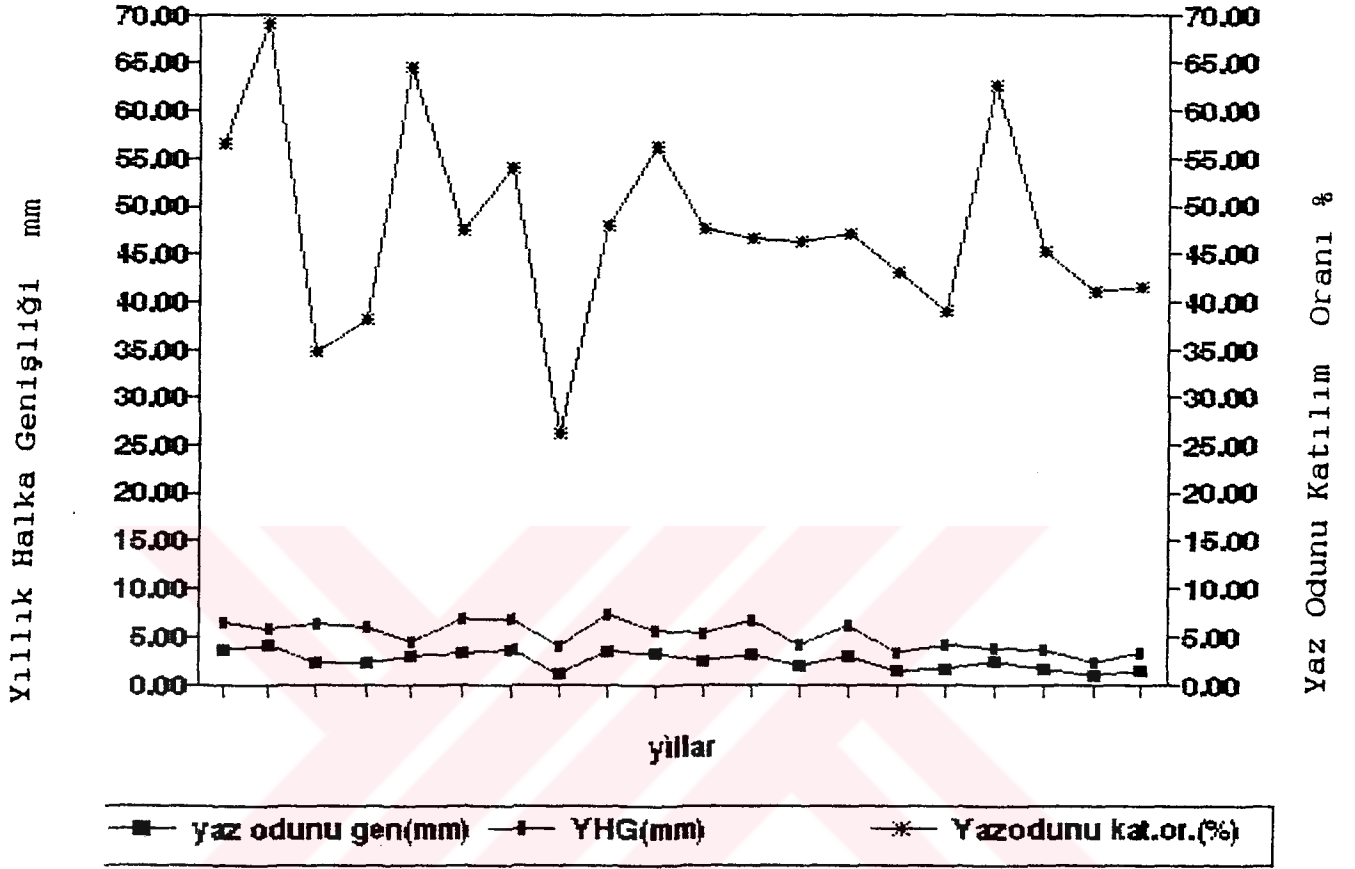
Tablo 5. Yıllık Halka Genişliğine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar içi	75,6517	5	15,13	4,27	***
Gruplar Arası	2527,14	771	3,53		
Toplam	2602,79	776			

Bölge farklılığının yıllık halka genişliği üzerine etkisi 0,001 yanılma olasılığı düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 37'de özetlenmiştir.

4.1.2. Yıllık Halka Kronolojisi

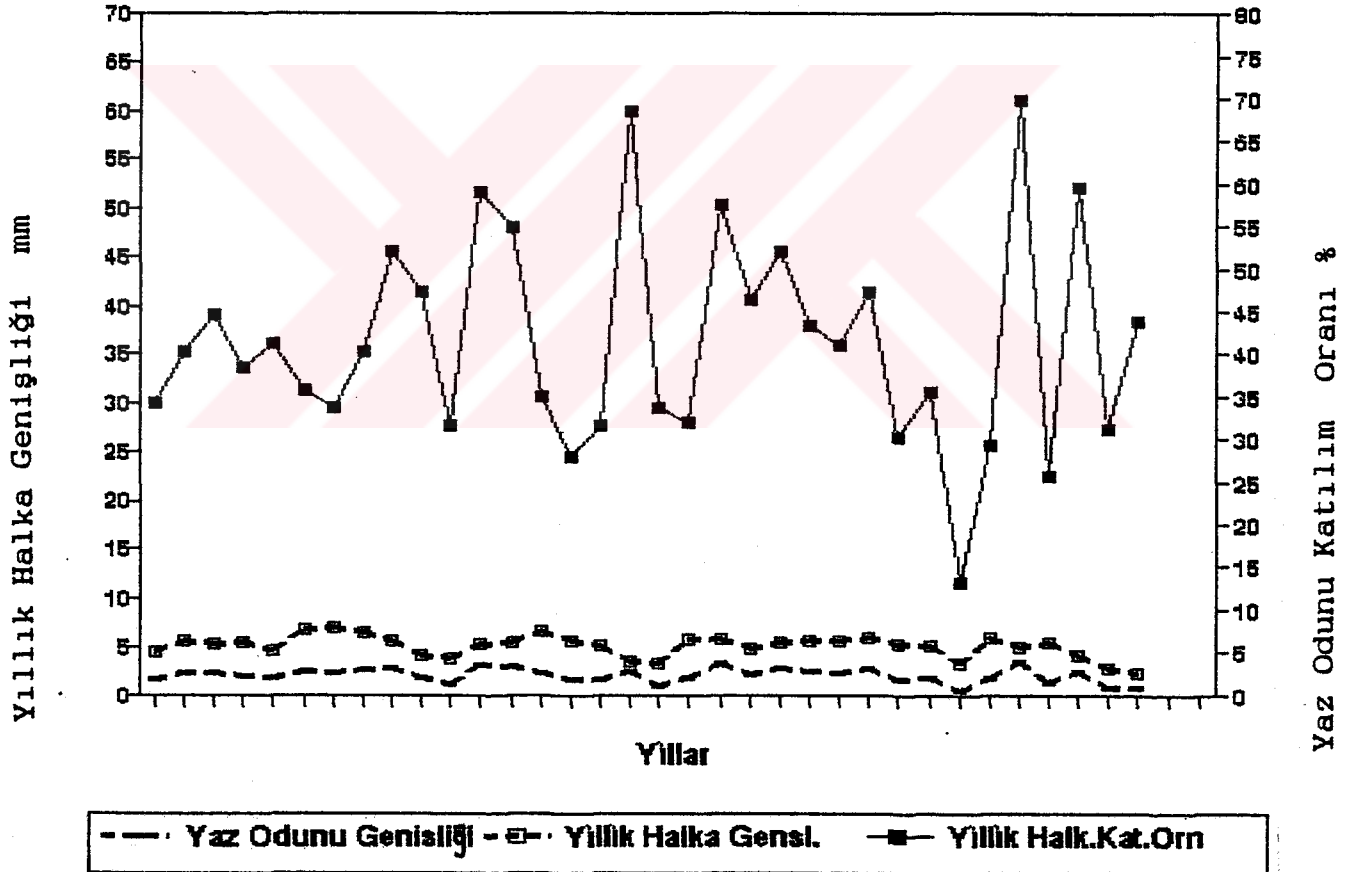
Yıllık halka kronolojisi izmit Bölgesinden alınan örnek ağaçlar için şekil 8, Ayancık Bölgesi örnek ağaçları için ise şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 8. izmit Bölgesi Ağaçlarında Yıllık Halka Kronolojisi

izmit bölgesinden alınan örnek ağaçlarda yıllık halka genişlikleri ilk yıllarda azalırken yaz odunu genişliği artmakta ve buna bağlı olarak da yaz odunu katılım oranı artış göstermektedir(şekil 8). 73-74 yılları arasında yıllık halka genişliği aynı düzeyde seyrederken yaz odunu genişliği azalmakta ve buna bağlı olarak yıllık halka içinde yaz odunu katılım oranı azalmaktadır. 74-76 yılları arasında yıllık halka genişliği azalırken yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı da artmaktadır. 76-79 yılları arasında yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği orantılı değişim göstermekte,

79 yılında yıllık halka genişliği azalırken yaz odunu genişliği de aynı derecede azaldığından yaz odunu katılım oranı minimum düzeye inmektedir. 79-82 yılları arasında artış gösteren yaz odunu katılım oranı 82 yılında azalmakta 85 yılına kadar çok az bir değişim göstermektedir. 88 yılında yıllık halka genişliği azalırken yaz odunu genişliği artmakta, dolayısıyla yaz odunu katılım oranında da bir artış görülmektedir. 90 yılına kadar yıllık halka genişliği, yaz odunu genişliği ve yaz odunu katılım oranı azalmakta olup yaz odunu katılım oranı % 43 civarındadır.

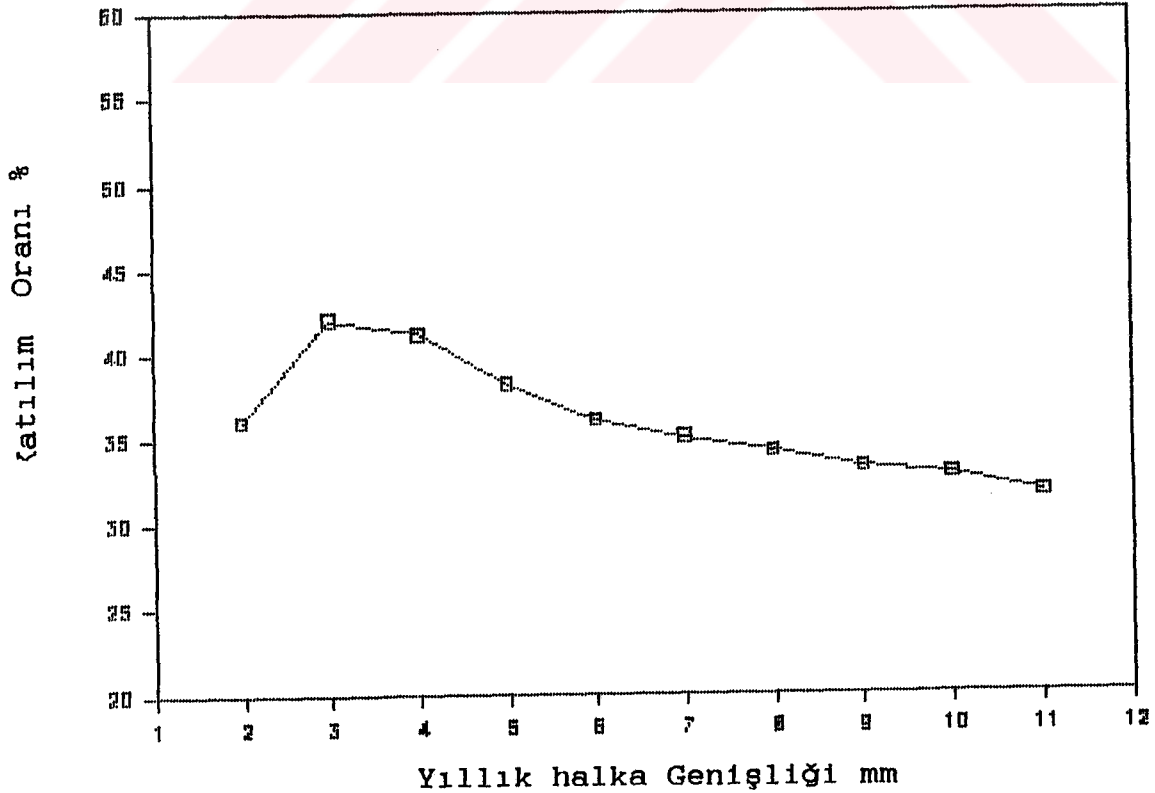


Şekil 9. Ayancık Bölgesi Ağaçlarında Yıllık Halka Kronolojisi

Ayancık Bölgesinden alınan örnek ağaçlarda ise(şekil 9); yıllık halka genişliği ilk yıllarda fazla değişmemekte, 62 yılından itibaren iniş ve çıkışlar şeklinde değişim göstermektedir. Yıllık halka genişliğinin azaldığı, yaz odunu genişliğinin arttığı 74 ve 87 yıllarında yaz odunu katılım oranı maksimum değerlere ulaşmaktadır. Yaz odunu genişliğinin yıllık halka içindeki değişimine bağlı olarak yaz odunu katılım oranı da değişim göstermektedir. Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliğinin birlikte azaldığı 85 yılında yaz odunu katılım oranı minimum değer almaktadır. 88 yılından itibaren yıllık halka genişliğinde azalma görülmekte olup yaz odunu katılım oranı % 36 civarındadır.

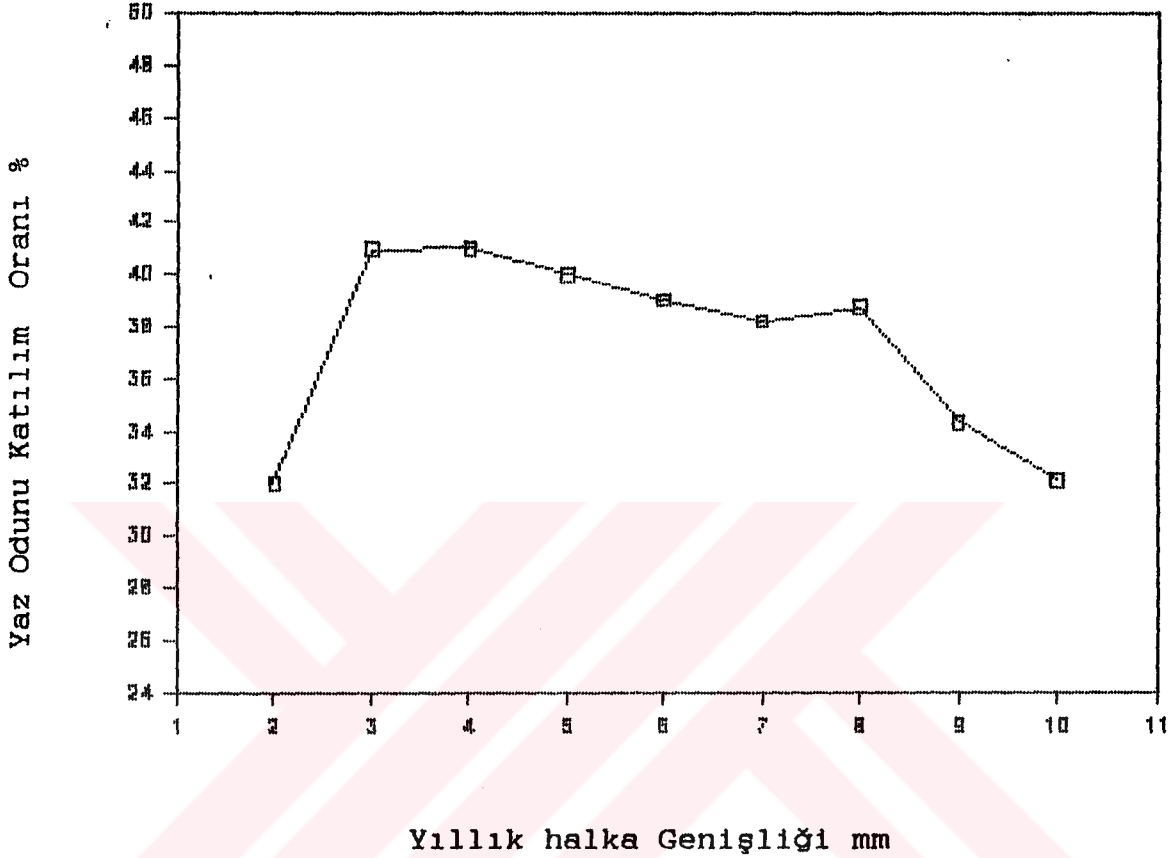
4.1.3. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişki

Yıllık halka genişliği ile yaz odunu katılım oranı arasındaki ilişki, Ayancık Bölgesi için şekil 10 ve İzmit Bölgesi için şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 10. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki İlişki (Ayancık Bölgesi)

Ayancık Bölgesi ağaçlarında (şekil 10), yaz odunu katılım oranı 3mm yıllık halka genişliğine kadar artmaktadır. Yaklaşık 6 mm yıllık halka genişliğine kadar hızlı bir şekilde azalan yaz odunu katılım oranı , bu noktadan sonra tedrici bir azalma göstermektedir.



Şekil 11. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Katılım Oranı Arasındaki ilişki (Izmit Bölgesi)

Izmit Bölgesi ağaçlarında ise (şekil 11), yaz odunu katılım oranı 3 mm yıllık halka genişliğine kadar artmakta daha sonra 7 mm ye kadar tedrici bir azalma görülürken, 8-10 mm arası hızlı bir azalma görülmektedir.

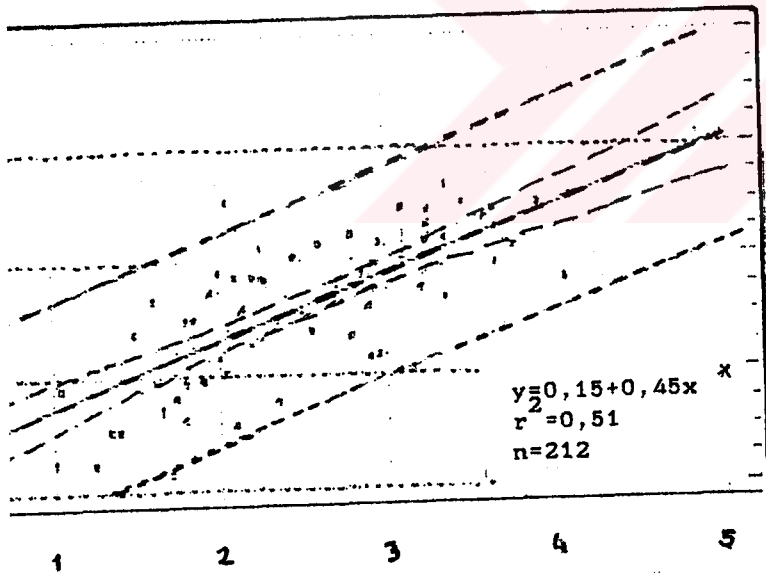
4.1.4. Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Genişliği Arasındaki ilişki

Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi için yapılan regresyon analizi sonuçları tablo 6 ve şekil 12'de gösterilmiştir.

Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Genişliği arasındaki Bağıntıya İlişkin Varyans Analizi

Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
28,2665	1	28,2665	83,47	***
25,3979	75	0,3386		
53,6645	76	0,1568		

Yaz odunu genişliği ile yıllık halka genişliği arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, korelasyon katsayısı 0,51'dir.



Yaz Odunu Genişliği mm

Yıllık Halka Genişliği ile Yaz Odunu Genişliği arasındaki ilişki (İzmit Bölgesi)

4.2 Mikroskobik Özellikler

4.2.1 Traheid Uzunlukları

Seçilen ağaçların genç olması nedeniyle genç odun ve kısmen de olgun odun üzerinde ölçmeler yapılabilmektedir.

Yaşlı odun zonu henüz oluşmadığından bu kısımlardan örnek alınamamıştır. Örnek alınan ağaçların yaşları Ayancık bölgesi hariç yaklaşık olarak aynıdır.

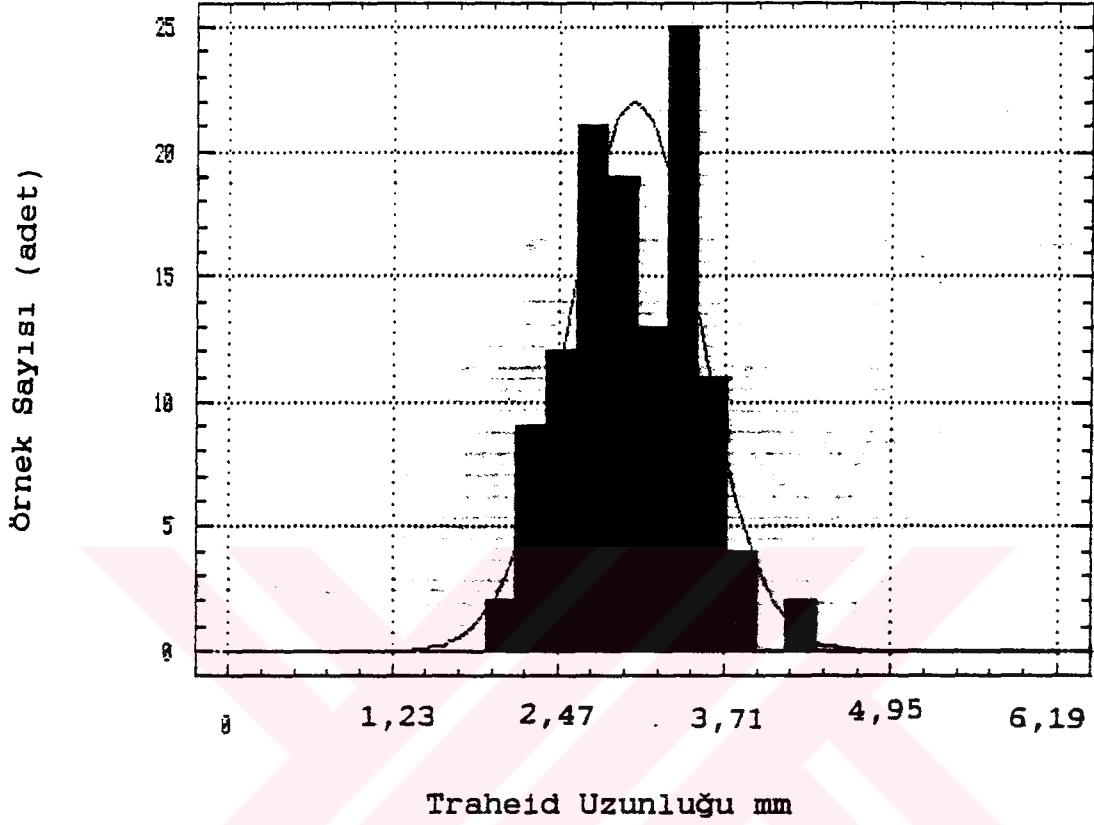
Maçka ve Tonya Bölgelerinde iki orijin, izmit ve Ayancık bölgesinde birer orijin olmak üzere farklı 4 bölge incelenmiştir.

Varyasyon grafikleri, apsise ölçü değerleri için oluşturulan basamakların orta noktaları, ordinata belirli bir genişlikte olan bu basamaklar içerisine giren ölçü değeri sayısı (frekans) işaretlenmek suretiyle oluşturulmuştur.

Traheid uzunlukları tablo 7 de, bunlara ait varyasyon grafiği şekil 13 de verilmiştir.

Tablo 7. Traheid Uzunlukları

Traheid uzunlukları mm							
Bölge	Örnek Sayısı n	Aritme. Orta. x	Stand. sapma s	Varyans s ²	Var. kat. v	Değiş. gen. R	Min ve max D.
Maçka A1	İ.O 310	2,15	364,57	132912,3	16,89	1,85	1,48-3,33
	Y.O 400	2,87	433,23	187695,2	15,08	2,47	1,72-4,19
Maçka B1	İ.O 255	2,34	467,32	218391,7	19,93	2,71	1,28-4,00
	Y.O 340	2,96	466,33	17469,2	15,71	2,84	1,70-4,56
Tonya A2	İ.O 51	2,28	486,09	236283,4	21,26	3,08	1,60-4,69
	Y.O 58	2,88	345,05	119059,5	11,96	1,04	2,22-3,82
Tonya B2	İ.O 200	2,31	364,32	132729,0	15,74	1,97	1,48-3,45
	Y.O 192	2,83	540,18	291794,4	19,08	2,61	1,70-4,32
Ayancık	İ.O 108	2,29	399,4	159520,3	17,38	2,76	1,35-4,12
	Y.O 302	3,09	517,4	267702,7	16,74	2,47	1,97-4,44
izmit	İ.O 100	2,64	696,7	485390,8	26,37	2,55	1,30-3,85
	Y.O 118	3,02	477,9	228388,4	15,80	2,22	2,09-4,32



Şekil 13. Traheid Uzunluklarına Ait Varyasyon Grafiği
(izmit Bölgesi)

Buna göre; en fazla tekrarlanan traheid uzunluğu % 21 katılım oranı ile 3,46 mm dir. izmit bölgesine ait ortalama traheid uzunluğu 3,02 mm olup bu değer in solunda yer almaktadır.

Maçka ve Tonya Bölgesinde t.O traheid uzunluklarına orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar tablo 8 de verilmiştir.

Tablo 8. Maçka-Tonya Bölgelerinde t.O da Traheid Uzunluklarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	2394,7877	1	2394,7877	8,797	**
Bölge	489,8507	1	489,8507	1,799	B.D.
OXB	1297,3477	1	1297,3477	4,766	*
Hata	221041,70	812	272,2184		
Toplam	230362,29	815			

Her iki bölgede t.O da traheid uzunluklarına orijin farklılığının etkisi 0,01, orijin ve bölge farklılığının karşılıklı etkisi 0,05 yanılma olasılığı için anlamlı bulunurken, bölge farklılığının etkisi 0,05 güven düzeyinde önemsiz çıkmıştır.

t.O da traheid uzunluklarına bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 9 da verilmiştir.

Tablo 9. t.O da Traheid Uzunluklarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar A.	30318,59	5	6063,7186	18,829	***
Gruplar t.	327846,31	1018	322,0494		
Toplam	358164,90	1023			

i.O da traheid uzunluklarına bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde Y.O da traheid uzunluklarına orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 10 da verilmiştir.

Tablo 10. Maçka-Tonya Bölgelerinde Y.O da Traheid Uzunluklarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	100,9639	1	100,9639	0,28	B.D
Bölge	941,6370	1	941,6370	2,68	B.D
OXB	1329,9502	1	1329,9502	3,78	B.D
Hata	346281,68	986	351,1984		
Toplam	350948,84	989			

Her iki bölgede Y.O da traheid uzunluklarına orijin ve bölge farklılığının etkisi ile orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Y.O da traheid uzunluklarına bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 11 de verilmiştir.

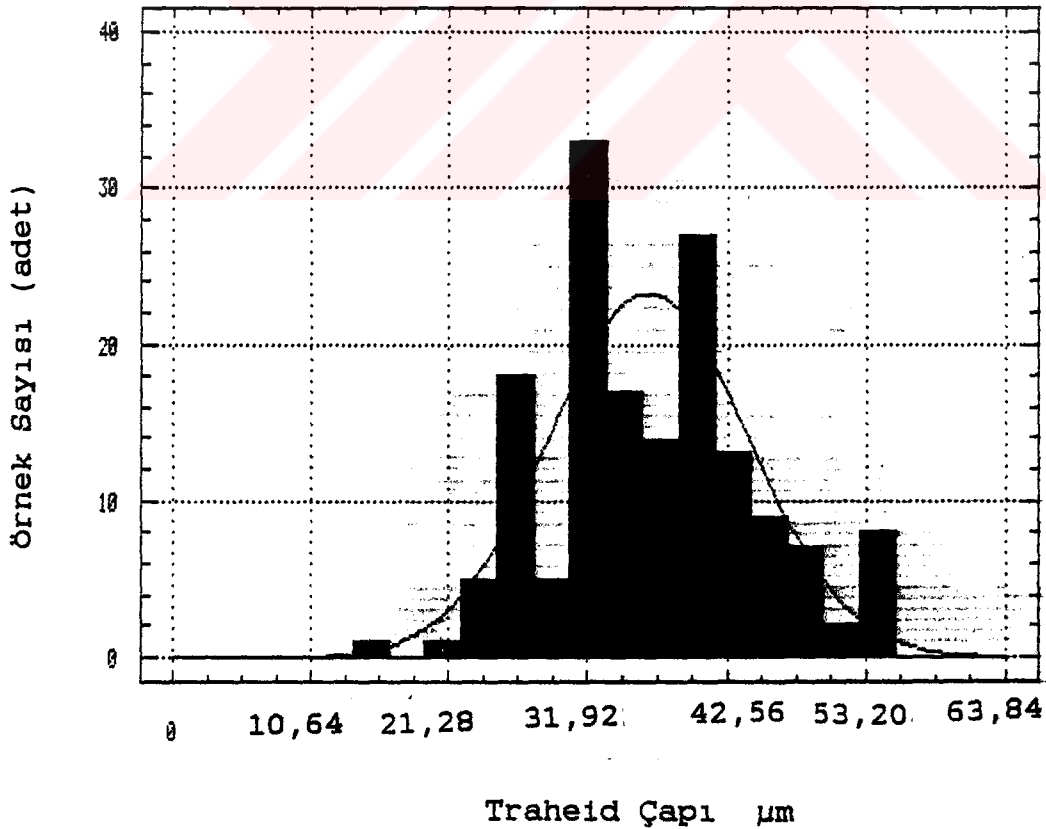
Buna göre; Y.O da traheid uzunluklarına bölge farklılığının etkisi 0,01 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları toplu olarak tablo 37 de verilmiştir.

Tablo 11.Y.O da Traheid Uzunluklarına Bölge Farklılığının Etkisine ilişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar A.	19885,96	5	3977,1914	10,69	**
Gruplar t.	522337,26	1404	372,0351		
Toplam	542223,22	1409			

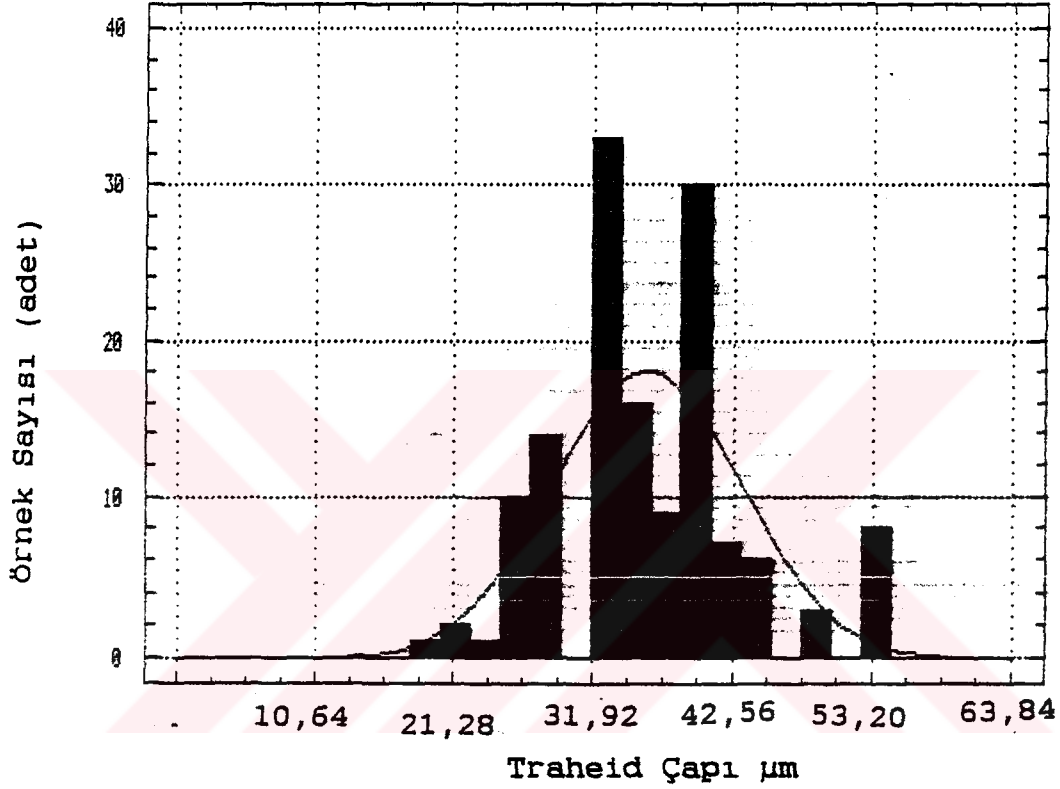
4.2.2 Traheid Çapları

Bütün bölge ve orijinler için traheid çapları radyal ve teğet yönde ölçülmüş, t.O ve Y.O traheid çapları ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sonuçlar her bölge için tablo 12'de, bunlara ilişkin varyasyon grafikleri şekil 14-15' de verilmiştir.



Şekil 14. Tonya Bölgesi Traheid Çaplarına İlişkin Varyasyon Grafiği

Tonya Bölgesi B2 orijini örneklerinin i.O da teğet yönündeki traheid çaplarında en fazla tekrarlanan teğetsel traheid çapı % 20 katılım oranı ile 31,92 μm dur. Ortalama teğetsel traheid çapı bu bölge için 36,52 μm olup bu değer in sağında yer almaktadır.



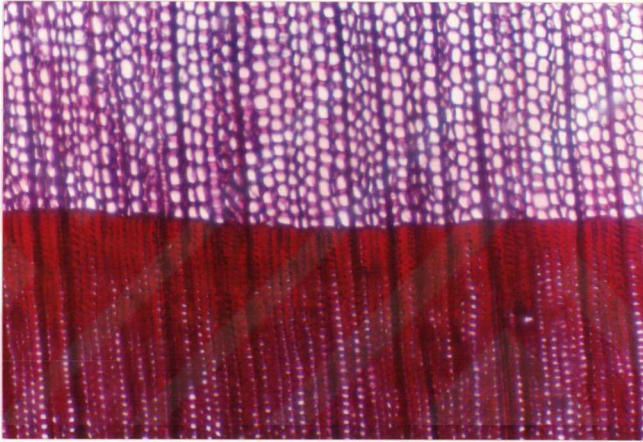
Şekil 15. Ayancık Bölgesi Traheid Çaplarına ait Varyasyon Grafiği

Ayancık Bölgesi örneklerinin i.O da Teğet yönündeki traheid çaplarına ait varyasyon grafiğine göre (şekil 15), en fazla tekrarlanan teğetsel traheid çapı % 34 katılım oranı ile 30,54 μm dur. Ortalama teğetsel traheid çapı bu bölgede 35,91 μm olup, en fazla tekrarlanan değer in sağında yer almaktadır.

Tablo 12. Radyal ve Teğet Yönlerde Traheid Çapları

Traheid Çapları μm								
Bölge		Ör.	Arit.	Stand.	Var.	Varyas	Değişim	Min ve
		Say.	Ort.	Sapma	s^2	Kats.	Gen.	Max D
		n	x	s		v	R	
M A ÇB1	İ.O	T 280	37,26	8,37	70,05	22,50	47,88	15,96-63,84
		R 280	38,88	7,26	52,70	18,70	34,58	23,94-58,52
K A	Y.O	T 280	25,69	5,45	29,70	21,25	31,92	13,30-45,22
		R 280	20,05	4,38	19,18	21,95	23,94	10,64-34,58
M A ÇA1	İ.O	T 346	36,57	6,83	46,64	18,74	39,90	18,62-58,55
		R 326	37,29	6,72	45,15	18,09	37,24	21,28-58,52
K A	Y.O	T 346	26,89	5,61	31,47	20,86	37,24	13,30-50,54
		R 345	21,38	4,44	19,71	20,00	39,90	13,31-53,20
T O NA2	İ.O	T 58	35,98	5,50	30,25	15,30	21,28	26,60-47,88
		R 60	36,57	5,74	32,94	15,76	23,94	26,60-50,54
Y A	Y.O	T 60	27,39	4,57	20,88	16,70	21,28	18,62-23,99
		R 59	23,06	2,92	8,52	12,73	7,98	18,62-26,60
T O NB2	İ.O	T 160	36,52	7,60	57,76	20,86	37,24	15,96-53,20
		R 160	35,51	5,55	30,8	15,72	31,92	23,94-31,92
Y A	Y.O	T 63	25,03	5,21	27,14	20,90	26,60	13,30-39,90
		R 161	21,12	3,85	14,82	18,36	15,96	13,30-29,26
A Y A N C I K	İ.O	T 140	35,91	7,36	54,16	20,58	37,24	21,28-58,52
		R 139	38,85	7,68	58,98	21,47	39,9	13,30-53,20
İ Z M İ T	İ.O	T 140	25,74	5,08	25,80	19,77	29,26	13,30-45,25
		R 140	21,04	5,29	27,98	25,15	34,58	13,30-47,88
İ Z M İ T	İ.O	T 140	35,96	7,10	50,41	9,79	34,58	18,62-53,20
		R 140	34,55	5,66	32,03	16,39	31,92	21,28-53,20
İ Z M İ T	Y.O	T 140	26,46	4,78	22,84	18,13	29,26	10,64-39,90
		R 140	19,81	3,37	11,35	17,05	15,96	13,30-29,26

Duğlas odununda yıllık halka sınırı oldukça belirgin olup yaz odunu traheidleri kalın çeperli ve dar lümenlidir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş hızlıdır (Şekil 16). Diğer hızlı gelişen türlere göre traheid çapları daha küçüktür.



Şekil 16. Duğlas Odununda Yıllık Halka İçinde Traheidlerin Görünüşü (X150)

Maçka-Tonya Bölgelerinde i.O da traheidlerin teğet yöndeki çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 13 de verilmiştir.

Tablo 13. Maçka-Tonya Bölgelerinde i.O da Teğet Yöndeki Traheid Çaplarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	0,1619	1	0,1619	0,021	B.D.
Bölge	8,4660	1	8,4660	1,074	B.D.
OXB	7,1623	1	7,1623	0,909	B.D.
Hata	6619,4098	840	7,8802		
Toplam	6637,9846	843			

Her iki bölgede i.O da teğet yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığı ile bölge-orijin karşılıklı etkisi 0,05 hata payı ile önemsiz çıkmıştır.

i.O da teğet yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 14 de verilmiştir.

Tablo 14. i.O da Teğet Yöndeki Traheid Çaplarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar A.	38,4225	5	7,6844	0,989	B.D
Gruplar İ.	8689,2955	1118	7,7721		
Toplam	8727,7180	1123			

i.O da teğet yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde i.O da radyal yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisini gösteren varyans analizi sonuçları tablo 15 de verilmiştir.

Tablo 15. Maçka-Tonya Bölgelerinde i.O da Radyal Yöndeki Traheid Çaplarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	34,1079	1	34,1079	5,433	*
Bölge	81,6141	1	81,6141	12,99	**
OXB	1,4084	1	1,4084	0,224	B.D.
Hata	5160,8251	822	6,2783		
Toplam	5337,8850	825			

Maçka ve Tonya Bölgelerinde i.O da radyal yöndeki traheid çaplarına orijin farklılığının etkisi 0,05, bölge farklılığının etkisi 0,01 hata payı ile anlamlı , bölge ve orijinin karşılıklı etkisi ise 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz bulunmuştur.

i.O da radyal yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisini gösteren varyans analizi sonuçları tablo 16 da verilmiştir.

Tablo 16. i.O da Radyal Yöndeki Traheid Çaplarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar A.	341,6544	5	68,3308	10,807	***
Gruplar i.	6548,52309	1099	6,3225		
Toplam	6890,1774	1104			

i.O da radyal yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde Y.O da teğet yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının birlikte etkisini araştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 17 de verilmiştir.

Tablo 17. Maçka-Tonya Bölgelerinde Y.O da Teğet Yöndeki Traheid Çaplarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	6,2578	1	6,2578	1,504	B.D.
Bölge	0,1195	1	0,1195	0,029	B.D.
OXB	61,1511	1	61,1511	14,695	***
Hata	3516,3755	845	4,1613		
Toplam	3593,4770	848			

Her iki bölgede Y.O da teğet yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz, orijin ve bölge farklılığının karşılıklı etkisi ise 0,001 hata payı ile anlamlı bulunmuştur.

Bütün bölgelerde Y.O da teğet yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 18 de verilmiştir.

Tablo 18. Y.O da Teğet Yöndeki Traheid Çaplarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar A.	82,1406	5	16,4281	4,119	***
Gruplar İ.	4479,1969	1123	3,9885		
Toplam	4561,3375				

İ.O da teğet yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde Y.O da radyal yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 19 da verilmiştir.

Buna göre; Maçka ve Tonya Bölgelerinde Y.O da radyal yöndeki traheid çaplarına orijin farklılığının etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz, bölge farklılığı ile bölge ve orijinin karşılıklı etkisi 0,001 hata payı ile anlamlı bulunmuştur.

Tablo 19. Maça-Tonya Bölgelerinde Y.O da Radyal Yöndeki Traheid Çaplarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	1,8360	1	1,8360	0,723	B.D.
Bölge	36,2040	1	36,2040	14,24	***
OXB	51,4324	1	51,4324	20,23	***
Hata	2137,2118	841	2,5412		
Toplam	2216,0426	844			

Bütün bölgelerde Y.O da radyal yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisini gösteren varyans analizi sonuçları tablo 20 de verilmiştir.

Tablo 20. Y.O da Radyal Yöndeki Traheid Çaplarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S D	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar A.	103,3850	5	20,6770	7,943	***
Gruplar İ.	2912,9261	1119	2,6031	2,6031	
Toplam	3016,3111	1124			

Y.O da radyal yöndeki traheid çaplarına bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

4.2.3. Traheid Genişlikleri

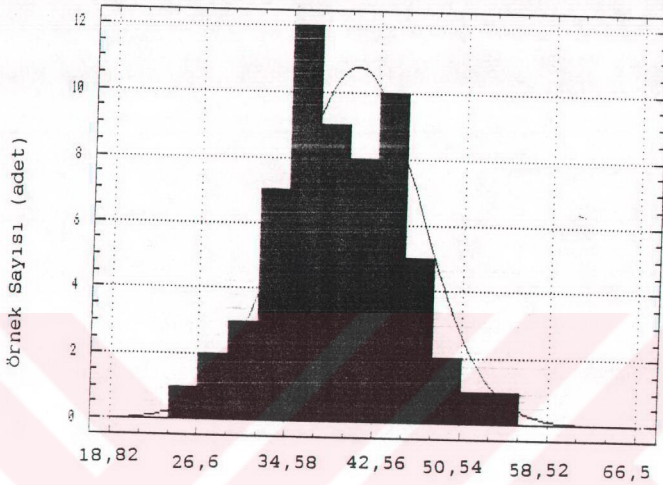
Masere edilmiş örneklerde i.O ve Y.O da traheid genişlikleri tablo 21'de, bunlara ilişkin varyasyon grafiği ise şekil 16'da verilmiştir.

Tablo 21. i.O ve Y.O da Traheid Genişlikleri

		Traheid Genişlikleri μm						
Bölge		Ör. Say. n	Arit. Ort. \bar{x}	Stand. Sapma s	Var. s^2	Varyas Kats. v	Değiş. Gen. R	Min ve Max D
M A K A	i.O	56	45,35	8,75	76,58	19,34	34,58	29,26-63,84
	Y.O	62	30,32	5,50	30,31	18,20	31,92	18,62-50,54
M A C B1	i.O	63	48,82	6,70	44,93	13,50	31,92	37,24-69,16
	Y.O	62	29,20	6,91	47,83	23,74	21,28	21,28-42,56
T O N A2	i.O	52	52,37	5,32	28,30	10,15	26,60	39,90-66,5
	Y.O	54	34,60	6,25	39,07	18,06	29,26	23,94-53,20
T O N B2	i.O	62	53,65	6,01	36,13	11,22	31,92	37,24-69,16
	Y.O	61	40,48	6,01	36,13	14,84	29,26	26,60-55,86
A Y A N C C I K	i.O	60	47,80	6,57	43,16	13,50	31,92	37,24-69,16
	Y.O	91	35,27	7,36	54,10	20,90	26,60	23,94-50,54
İ Z M İ T	i.O	80	46,20	6,30	39,74	13,65	31,92	29,26-61,18
	Y.O	73	30,59	4,22	17,80	13,90	21,28	21,28-42,56

Ortalama traheid genişliği i.O da 49,03 μm , Y.O da 33,41 μm hesaplanmıştır. Değişim aralığı 18,62-69,16 μm arasındadır. i.O değerleri Y.O değerlerinden daha büyük olup traheid

genişlikleri bölgelere göre farklılık göstermektedir.



Traheid Genişliği μm
Şekil 17. Tonya Bölgesi Traheid Genişliklerine Ait Varyasyon Grafiği

Tonya Bölgesi B2 orijini örneklerinin Y.O da traheid genişliklerine ait varyasyon grafiğine göre(şekil 16); en fazla tekrarlanan traheid genişliği % 20 katılım oranı ile 36,57 μm dur. Ortalama traheid genişliği bu bölgede 40,48 μm olup en fazla tekrarlanan değerinde yer almaktadır.

4.2.4. Lümen Genişlikleri

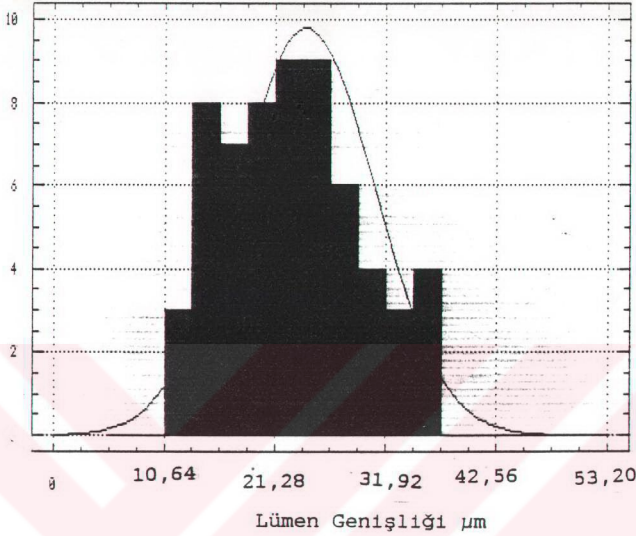
İlkbahar ve yaz odunlarında lümen genişlikleri tablo 22'de, bunlara ilişkin varyasyon grafiği şekil 17' de verilmiştir.

Bunlara göre ortalama lümen genişliği İ.O da 40,6 μm , Y.O da 17,39 μm olup bu değerler 5,32-61,18 μm arasında değişmektedir.

İlkbahar odunu traheidlerinin yaz odununa göre daha büyük çaplı ve çeper kalınlıklarının daha ince olması nedeniyle lümen genişlikleri daha büyüktür. İlkbahar odunu 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.

Tablo 22. Duğlas Odununun İ.O ve Y.O da Lümen Genişlikleri

		Lümen Genişlikleri μm							
Bölge		Ör. Sayısı n	Arit. Ort. x	Stand. Sapma s	Vary. s^2	Varyas Kats. v	Değişim Gen. R	Min ve Max	D
M A C A 1	İ.O	56	38,55	9,33	87,04	24,36	7,44	15,96-58,52	
	Y.O	61	15,82	5,77	33,29	36,61	31,92	7,98-42,56	
M A C B 1	İ.O	61	42,50	6,51	42,38	15,38	31,92	26,60-58,52	
	Y.O	63	15,64	3,16	10,01	20,25	15,96	7,98-23,94	
T O N A 2	İ.O	52	42,29	6,19	38,41	14,69	26,60	29,26-55,86	
	Y.O	53	18,06	4,84	23,43	26,83	21,28	7,98-29,26	
T O N B 2	İ.O	62	45,47	5,74	33,01	12,62	31,92	29,26-61,18	
	Y.O	61	24,23	6,62	43,86	27,32	23,94	13,30-37,24	
A Y A N C I K	İ.O	62	38,51	6,11	37,33	15,89	26,60	26,60-53,20	
	Y.O	93	17,44	5,42	29,37	31,08	21,28	7,98-29,26	
İ Z M İ T	İ.O	62	36,78	5,93	35,18	16,14	26,60	23,94-50,54	
	Y.O	77	13,19	3,56	12,62	27,05	16,96	5,32-21,28	



Şekil 18. Tonya Bölgesi Lümen Genişliklerine Ait Varyasyon Grafiği

Tonya Bölgesi B2 orijini örneklerinin Y.O lümen genişliklerine ait varyasyon grafiğine göre(şekil 17); en fazla tekrarlanan Y.O lümen genişliği % 15 katılım oranı ile 24,19 µm dur. Ortalama lümen genişliği 24,23 µm ile bu değer in sağında yer almaktadır.

4.2.5. Çeper Kalınlıkları

İlkbahar ve yaz odununda traheidlerin çeper kalınlıkları tablo 23' de, bunlara ilişkin varyasyon grafiği şekil 18' de verilmiştir.

Buna göre, ortalama çeper kalınlığı İ.O da 4,3 µm, Y.O da 6,93 µm olup bu değerler 2,66-14,63 µm arasında değişmektedir. Bölge ortalamaları incelendiğinde, yaz odunu traheidleri çeper kalınlıklarının ilkbahar odununa göre bölge

Çeper kalınlıklarından daha fazla incelendiği görülmektedir.

Tablo 23. İ.O ve Y.O da Çeper Kalınlıkları

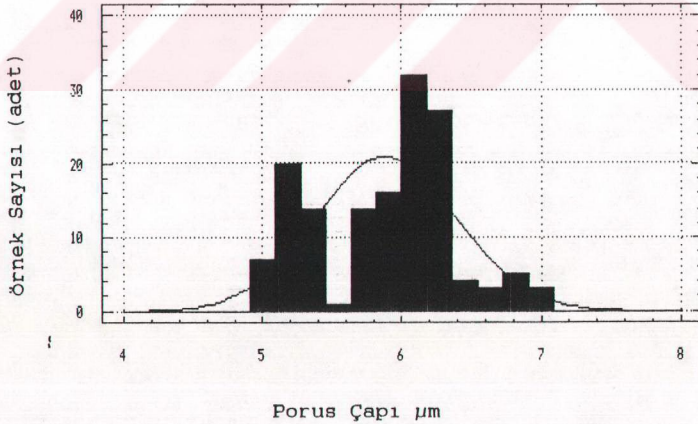
		Çeper Kalınlıkları μm						
Orijin		Örnek Say.	Aritmetik Ortalama	Stand. Sapma	Var. s^2	Varyas. Kats. v	Değiş. Gen. R	Min ve Max D
		n	\bar{x}	s				
M A ÇA1 K A	İ.O	55	3,48	1,11	1,24	32,12	2,66	2,66-5,22
	Y.O	64	7,42	1,99	3,96	30,50	10,64	2,66-13,30
M A ÇB1 K A	İ.O	63	3,40	1,22	1,24	32,28	2,66	2,66-13,30
	Y.O	61	7,12	2,10	4,41	29,50	7,98	2,66-10,64
T O NA2 Y A	İ.O	43	4,97	1,27	1,63	26,12	5,32	2,66-7,98
	Y.O	54	8,11	1,94	3,77	24,13	7,98	5,32-13,30
T O NB2 Y A	İ.O	43	4,97	1,27	1,63	26,12	5,32	2,66-7,98
	Y.O	63	8,13	1,94	3,77	24,08	7,98	3,99-11,97
A Y A N I K	İ.O	60	4,68	1,30	1,69	28,28	5,32	2,66-7,98
	Y.O	94	9,04	2,07	4,28	23,05	9,31	5,32-14,63
İ Z M İ T	İ.O	61	4,30	1,09	1,18	25,56	3,95	2,66-6,55
	Y.O	76	8,61	1,94	3,77	22,54	7,98	5,32-21,28

Bölgesindeki örneklerde ölçülen porus çapları diğer bölgelerden düşük çıkmıştır.

Ortalama porus çapları boyuna yönde 5,43 μm , enine yönde 5,07 μm olup 4-7 μm arasında değişmektedir.

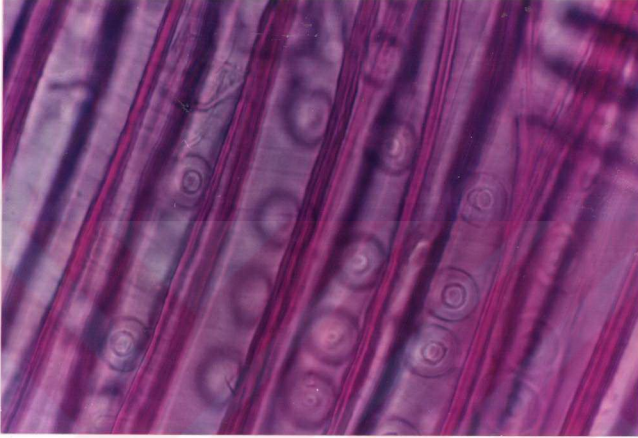
Tablo 27. Boyuna(B) ve Enine(E) Yönde Porus Çapları

Bölge	Porus Çapları μm							
	Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Stand. Sapma	Varyans	Varyas Kats.	Değişim Gen.	Min Max D	
Maçka A1	B	146	5,88	0,50	0,25	8,60	2	5-7
	E	112	5,17	0,71	0,50	13,76	2	4-6
Maçka B1	B	143	5,70	0,72	0,51	12,62	2	5-7
	E	128	5,06	0,71	0,51	14,18	3	4-7
Tonya A2	B	84	5,51	0,54	0,30	9,95	2	5-7
	E	62	5,24	0,43	0,18	8,23	1	5-6
Tonya B2	B	94	5,57	0,66	0,44	11,90	2	5-7
	E	97	5,05	0,50	0,25	10,04	2	4-6
Ayancık	B	75	4,77	0,62	0,39	13,14	3	4-7
	E	76	4,65	0,47	0,22	10,25	1	4-5
İzmit	B	79	5,32	0,54	0,30	10,28	2	4-6
	E	74	5,25	0,43	0,19	8,36	1	5-6



Şekil 22. Porus Çaplarına Ait Varyasyon Grafiği(Maçka Bölgesi)

Maçka Bölgesi A1 orijini örneklerinin porus çaplarına ait varyasyon grafiğine göre (şekil 20); en fazla tekrarlanan porus çapı % 22 katılım oranı ile 6,1 μm dur. Ortalama porus çapı 5,88 μm olup bu değer in solunda yer almaktadır.

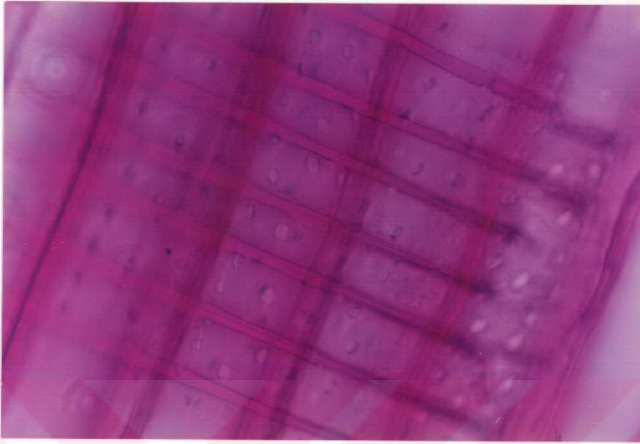


Şekil 23. Kenarlı Geçitlerde Porusların Görünüşü

Duğlas odununa ait kenarlı geçitler, radyal yüzeyde içiçe geçmiş üç halka görünümündedir(Şekil 23). Buna göre traheidlerin yüzeylerinde bulunan spiral kalınlaşmalar diğer türlere göre daha yatay seyretmektedir.

4.2.8. Karşılaşma Yerlerindeki Geçit Çapları

Boyuna traheidlerle öz ışınlarının karşılaşma yerlerindeki geçitler 1-4 adet olup piceoid ve cupressoid tıptedir.Piceoid tip geçitler pencere tipine göre daha küçük, şekil bakımından daha değışken ve sayıları daha fazla olan geçitlerdir(Şekil 24). Piceoid tip geçitlerin boyuna ve enine yöndeki çapları tablo 28 de verilmiştir.



Şekil 24. Piceoid Tip Geçitlerin Görünüşü(X600)

Tablo 28. Karşılaşma Yerlerindeki Geçitlerin Çapları

		Piceoid Geçitlerin Çapları μm						
Bölge		Örnek	Aritmetik	Stand.Varyans	Varyas	Değişim	Min	
		Sayısı	Ortalama	Sapma	Kats.	Gen.	Max D	
		n	x	s	s^2	v	R	
Maçka A1	B	62	4,98	0,68	0,47	13,83	2	4-6
	E	48	4,25	0,43	0,19	10,29	1	4-5
Maçka B1	B	63	5,14	0,50	0,25	9,78	2	4-6
	E	60	4,51	0,14	0,38	7,75	2	4-6
Tonya A2	B	63	5,30	0,46	0,21	8,72	1	5-6
	E	66	4,95	0,71	0,50	14,35	2	4-6
Tonya B2	B	58	4,93	0,76	0,59	15,59	3	4-7
	E	58	4,51	0,42	0,65	14,50	2	4-6
Ayancık	B	57	5,59	0,56	0,31	10,05	2	5-7
	E	63	4,23	0,42	0,18	10,13	1	4-5
İzmit	B	63	3,93	0,53	0,28	13,95	2	3-5
	E	57	3,89	0,45	0,25	11,56	2	3-5

Ortalama piceoid tip geçit çapları boyuna yönde 4,97 μm , enine yönde 4,39 μm olup bu değerler 3-7 μm arasında değişmektedir. Ortalamalar karşılaştırıldığında; değerlerin birbirine yakın olduğu ve İzmit Bölgesindekilerin diğer bölgelerden daha küçük olduğu anlaşılmaktadır.

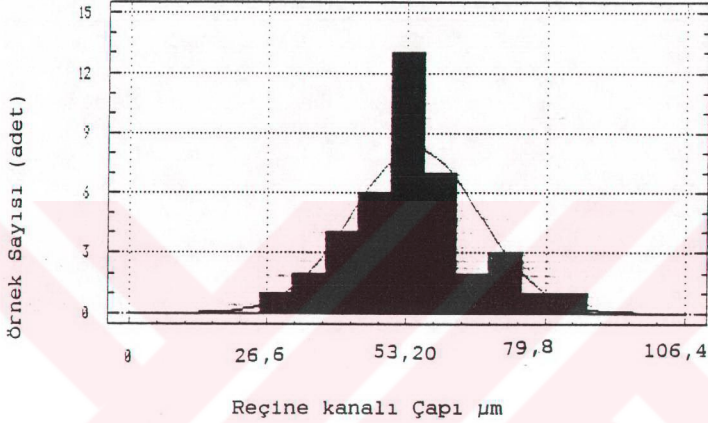
4.2.9. Boyuna Yönde Reçine Kanallarının Çapları

Enine kesit üzerinde boyuna yöndeki reçine kanallarının radyal ve teğet yönlerdeki çapları tablo 29'da, bunlara ilişkin varyasyon grafiği şekil 21'de verilmiştir.

Tablo 29. Boyuna Yönde Reçine Kanallarının Teğetsel ve Radyal Yönlerdeki Çapları

Bölge	Reçine Kanal Çapları μm						
	Örnek Say. n	Arit. Ort. x	Stand. Sapma s	Vary. s^2	Varyas Kats. v	Değişim Gen. R	Min ve Max D
Maçka B1	T 43	51,76	11,03	121,66	21,34	53,2	21,28-74,48
	R 43	51,44	11,46	131,33	22,29	50,54	29,26-79,80
Maçka A1	T 40	54,84	12,15	147,62	22,19	58,52	26,60-85,82
	R 40	55,32	10,87	118,15	19,66	50,54	31,92-82,46
Tonya A2	T 52	51,71	13,40	179,58	25,91	61,18	26,60-87,78
	R 50	65,96	14,47	209,39	21,96	61,18	31,92-93,10
Tonya B2	T 52	51,71	13,37	178,75	25,91	61,18	26,60-87,78
	R 52	50,38	13,03	169,78	25,86	63,84	23,94-87,78
Ayan-cık	T 50	57,66	13,59	184,68	23,60	58,52	34,58-93,10
	R 50	49,26	11,67	136,18	23,71	50,54	26,60-77,14
İzmit	T 50	63,57	13,37	178,75	21,05	58,52	34,58-93,10
	R 50	51,01	10,50	110,25	20,65	47,88	31,92-79,80

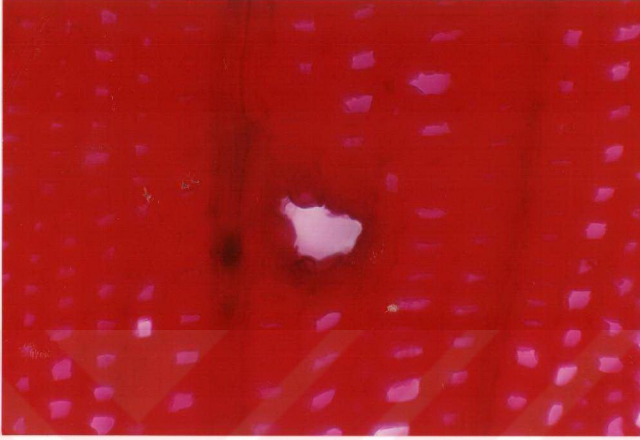
Boyuna yönde reçine kanallarının ortalama çapları, teğetsel yönde 55,20 μm , radyal yönde 53,89 μm olup bu değerler 21,29-93,10 μm arasında değişmektedir.



Şekil 25. Boyuna Yönde Reçine Kanallarına Ait Varyasyon Grafiği (Maçka Bölgesi)

Maçka A1 orijini örneklerinin boyuna yönde reçine kanalı çaplarına ait varyasyon grafiğine göre (Şekil 21), en fazla tekerrür eden reçine kanal çapı % 33 katılım oranı ile 53,2 µm dur. Ortalama boyuna reçine kanal çapı bu bölgede 54,84 µm olup bu değer in sağında yer almaktadır.

Duglas odununda boyuna yöndeki reçine kanalları tek tek veya ikisi bir arada bulunmaktadır (Şekil 26). Epitel hücreleri kalın çeperlidir. Genellikle ilkbahar odunu dışında yerleşmişlerdir.

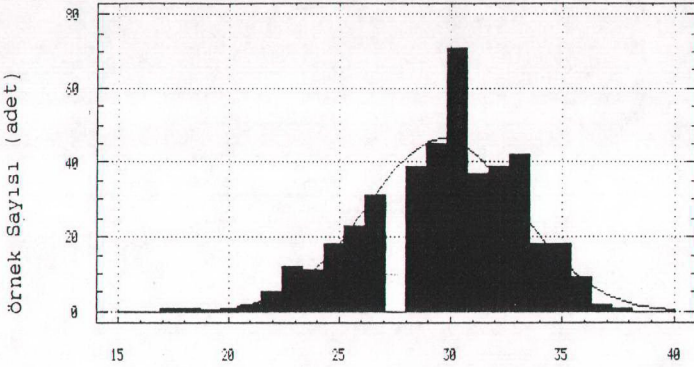


Şekil 26. Douglas Odununda Boyuna Yönde Reçine Kanallarının Görünüşü(X380)

4.2.10. Özişinleri Üzerindeki Ölçümler

Özişinlerinin teğet kesitte birim alan ve birim uzunluktaki sayıları tablo 30'da, birim alandaki sayılarına ait varyasyon grafiği şekil 22'de verilmiştir.

Özişinlerinin birim alandaki sayıları ortalama 30,11 adet olup değişim aralığı 17-46 dır. Birim uzunluktaki sayıları ise ortalama 4,06 adet olup 1-8 adet arasında değişim göstermektedir. Özişinlerinin birim alan ve birim uzunluktaki ortalamaları karşılaştırıldığında; değerlerin birbirine yakın ve Tonya bölgesinin B2 orijininde diğer bölgelerden daha küçük olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 27. Özişinlerinin Birim Alandaki Sayılarına Ait Varyasyon Grafiği (Maçka Bölgesi)

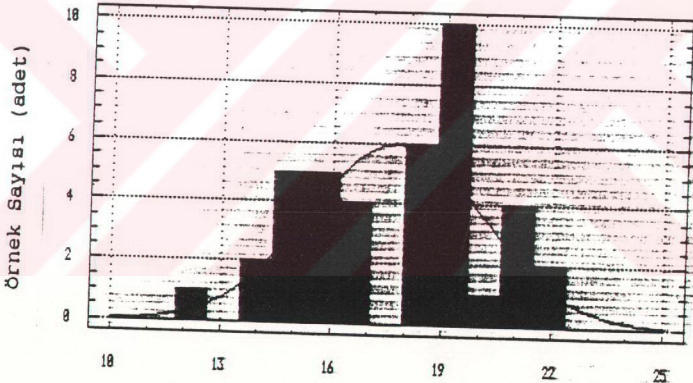
Tablo 30. Özişinlerinin Birim Alan ve Birim Uzunluktaki Sayıları

Bölge	Özişinlerinin sayısı (adet)							
	örnek Sayısı n	Arit. Ort. x	Stand. Sapma s	Vary. s ²	Varyas Kats. v	Değiş. Gen. R	Min ve Max D	
Maçka B1	mm ²	400	30,34	3,29	10,82	10,86	18	22-40
	mm	400	3,76	1,10	1,21	29,25	6	1-7
Maçka A1	mm ²	426	29,61	3,39	11,49	11,47	21	17-38
	mm	426	4,01	0,98	0,96	24,43	5	2-7
Tonya A2	mm ²	101	29,71	2,91	8,46	9,80	15	22-37
	mm	100	4,19	0,91	0,82	21,90	4	2-6
Tonya B2	mm ²	101	26,02	3,73	13,91	14,33	15	19-34
	mm	198	3,44	1,16	1,34	33,87	7	1-8
Ayan-cık	mm ²	207	32,86	3,92	15,36	11,94	21	25-46
	mm	171	4,41	1,09	1,18	24,78	6	2-8
İzmit	mm ²	203	32,14	3,40	11,56	10,59	19	22-41
	mm	200	4,59	1,15	9,32	25,07	6	2-8

Maçka A1 orijini örneklerinin birim alandaki özişinlarına ait varyasyon grafiğine göre(şekil 22); en fazla tekrarlanan özişini sayısı % 17 katılım oranı ile 30 adettir. Ortalama birim alandaki özişini sayısı 29,61 adet olup bu değer in solunda yer almaktadır.

Özişinlarının maksimum yükseklikleri ve özişini genişlikleri tablo 31' de, bunlara ilişkin varyasyon grafiği şekil 23'de verilmiştir.

Özişinlarının maksimum genişliği, ortalama 410,68 μm olup değişim aralığı 209,2-732,2 μm dur. Ortalama özişini genişliği ise 23,04 μm olup 10,3-41,84 μm arasında değişim göstermektedir.



Şekil 28. Özişini Yüksekliklerine Ait Varyasyon Grafiği (Maçka Bölgesi)

Maçka A1 orijini örneklerinin maksimum özişini yüksekliklerine ait varyasyon grafiğine göre(şekil 23); en fazla tekrarlanan maksimum özişini yüksekliği % 25 katılım oranı ile 19,2 hücredir. Ortalama özişini yüksekliği 17,72 hücre olup bu değer in solunda yer almaktadır.

Tablo 31. Özişinlerinin Maksimum Yükseklikleri ve Genişlikleri

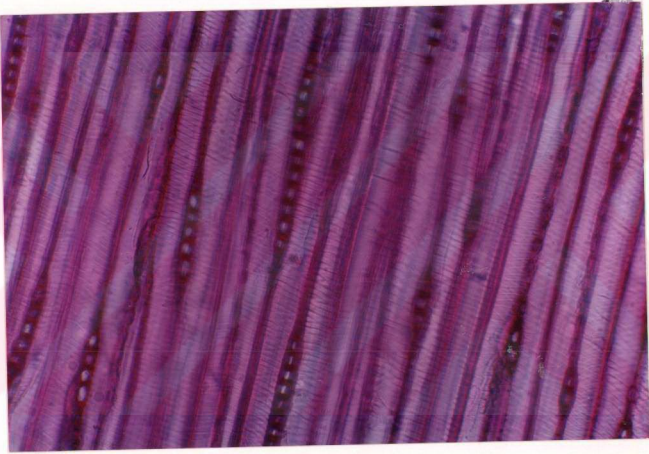
Özişinini Yükseklik ve Genişlikleri μm ve hücre								
Bölge	Örnek Say. n	Arit. Ort. x	Stand. Sapma s	Varyans s^2	Varyas Kats. v	Değişim Gen. R	Min	Max D
Maçka A1	Ö.Y. 60	389,63	75,93	5765,36	19,90	345,1	209,2-554,3	
	Ö.G. 40	24,26	5,96	35,52	24,61	20,9	21,3-42,2	
	M.H. 40	17,72	2,35	5,52	13,27	10	12-22	
	Y.							
Maçka B1	Ö.Y. 73	416,28	92,86	8624,60	22,30	365,7	262,4-628,1	
	Ö.G. 57	23,95	4,81	23,15	20,08	10,2	21,3-31,5	
	M.H. 31	16,83	2,70	7,29	16,08	11	13-24	
	Y.							
Tonya A2	Ö.Y. 63	451,87	60,46	3655,26	13,40	376,5	355,6-732,2	
	Ö.G. 50	22,48	4,91	24,16	22,16	15,6	26,15-41,84	
	M.H. 23	19,08	2,04	4,16	10,70	6	16-22	
	Y.							
Tonya B2	Ö.Y. 50	371,53	60,45	3655,26	16,29	251,0	292,8-543,9	
	Ö.G. 51	29,18	6,27	3,76	21,52	26,15	15,6-41,8	
	M.H. 38	18,50	2,21	4,88	11,97	10	14-24	
	Y.							
Ayan- cık	Ö.Y. 60	400,00	68,50	4692,20	17,15	272,1	314,1-586,2	
	Ö.G. 41	17,04	6,48	41,99	38,10	20,8	10,3-31,1	
	M.H. 50	18,04	2,49	6,20	13,80	10	15-25	
	Y.							
izmit	Ö.Y. 61	434,80	54,28	2946,30	12,49	241,6	282,1-523,7	
	Ö.G. 43	21,33	5,96	35,54	28,11	20,92	10,4-31,8	
	M.H. 50	19,56	2,85	8,16	14,61	12	16-28	
	Y.							

Ö.Y. Özişinlerinin maksimum yüksekliği

Ö.G. Özişinini genişliği

M.H.Y. Özişinlerinin maksimum hücre yüksekliği

Duglas odununda özişinleri genelde tek sıralı (üniseri) bazen de çift sıralı (biseri) olup heterojen yapıdadırlar. (Şekil 29). Enine reçine kanalları bazı özişinlerinin içinde yer almaktadır. Traheidlerin çeperlerindeki spiral kalınlaşma teğetsel kesitte, radyal kesitten daha belirgin görülmektedir. Enine traheidlerde boyuna traheidlerde olduğu gibi spiral kalınlaşmalar bulunmaktadır.



Şekil 29. Teğet Kesitte Özişinlerinin Görünüşü(X380)

4.1.11 Birim Alandaki Traheid Sayısı

i.O ve Y.O da traheidlerinin birim alandaki sayıları(1/2 mm²) tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32. i.O ve Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayıları

		Traheid Sayısı (adet)						
Bölge		Örnek Sayısı	Aritmetik Ortalama	Stand. Sapma	Varyans	Varyas Değişim Kats.	Min Gen.	Max D
Maçka	i.O	100	336	36,32	1319,4	10,82	153	259-412
	Y.O	100	584	46,37	2150,5	7,94	237	468-705
MaçA1	i.O	100	340	31,63	1000,9	9,31	199	214-413
	Y.O	100	568	40,68	1655,0	7,16	200	464-664
Tona2	i.O	50	337	20,18	407,4	5,99	99	272-371
	Y.O	50	530	31,82	1012,6	6,00	183	452-635
TonB2	i.O	100	331	24,69	609,7	7,46	119	280-399
	Y.O	100	541	42,89	1839,6	7,93	219	450-669
Ayancık	i.O	100	331	32,65	1066,1	9,85	165	245-410
	Y.O	100	554	47,36	2243,3	8,54	210	472-682
İzmit	i.O	100	323	42,85	1836,1	13,27	185	255-440
	Y.O	100	631	55,49	3080,1	8,79	246	504-750

Maçka ve Tonya Bölgelerinde i.O da birim alandaki traheid sayısına orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için

varyans analizi yapılmış ve sonuçlar tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 33. Maçka ve Tonya Bölgelerinde f.O da Birim Alandaki Traheid Sayılarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Orijin	112,3380	1	112,3380	0,125	B.D.
Bölge	1152,1620	1	1152,1620	1,286	B.D.
AXB	2101,2500	1	2101,2500	2,345	B.D.
Hata	310060,03	346	896,1272		
Toplam	752861.45	349			

Buna göre; Maçka ve Tonya Bölgelerinde f.O da birim alandaki traheid sayısına orijin ve bölge farklılığı ile orijin ve bölgenin karşılıklı etkileri 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Bütün bölgelerde f.O da birim alandaki traheid sayılarına bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34. f.O da Birim Alandaki Traheid Sayılarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar A.	16643,31	5	3328,6626	3.031	**
Gruplar f.	597450,04	544	1098.2537		
Toplam	614093.35	549			

f.O da birim alandaki traheid sayılarına bölge farklılığının etkisi 0,01 hata payı ile anlamlıdır. Varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 37'de verilmiştir.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde Y.O da birim alandaki traheid sayılarına orijin ve bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 35'de verilmiştir.

Tablo 35.Maçka ve Tonya Bölgelerinde Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayılarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Orijin	591,87	1	591,87	0,337	B.D
Bölge	130443,55	1	130443,55	74,17	***
AXB	14108,672	1	14108,672	8,022	*
Hata	608501,10	346	1785,6737		
Toplam	752861,45	349			

Buna göre; Maçka ve Tonya Bölgelerinde Y.O da birim alandaki traheid sayılarına orijin farklılığının etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz bulunurken, bölge farklılığının etkisi 0,001,bölge ve orijinin karşılıklı etkisi ise 0,05 hata payı için anlamlı çıkmıştır.

Bütün bölgelerde Y.O da birim alandaki traheid sayılarına bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 36 da verilmiştir.

Tablo 36. Y.O da Birim Alandaki Traheid Sayılarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar A.	57,6234,5	5	115246,89	55.103	***
Gruplar İ.	113764,5	544	2091,48		
Toplam	1713998.9	549			

Y.O da birim alandaki traheid sayılarına bölge farklılığın etkisi 0.001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bulunan varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 37 de verilmiştir.

Tablo 37. Anatomik Özelliklere Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamalarının Scheffe Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları *

Varyans kaynakları	n	İ.O Traheid Uzunluğu		n	Y.O. Traheid Uzunluğu		n	İ.O Teğet Y. Traheid Çapı	
OrijinA	361	89,95	a	458	116,56	a	338	13,77	a
OrijinB	455	94,31	b	532	117,40	a	506	13,74	a
Maçka	565	91,15	a	740	115,70	a	626	13,88	a
Tonya	251	93,12	a	250	118,29	a	218	13,63	a
Maçka A1	310	87,36	a	400	116,32	a	280	14,01	a
Maçka B1	251	94,93	b	340	120,21	b	346	13,75	a
Tonya A2	51	92,54	ab	58	116,81	ab	58	13,53	a
Tonya B2	200	93,70	b	192	114,60	a	160	13,73	a
Ayancık	108	93,04	b	302	125,14	c	140	13,52	a
İzmit	100	106,96	c	118	122,45	bc	140	13,50	a

Varyans kaynakları	n	Y.O Teğet Traheid Çapı	Y.	n	I.O Radyal Traheid Çapı	Y.	n	Y.O Radyal Traheid Çapı	Y.
OrijinA	340	9,98	a	340	14,18	a	339	8,11	a
OrijinB	509	9,76	a	486	13,68	b	506	7,99	a
Maçka	626	9,88	a	606	14,32	a	625	7,79	a
Tonya	223	9,85	a	220	13,55	b	220	8,31	b
Maçka A1	280	9,66	ab	280	14,62	c	280	7,54	a
Maçka B1	346	10,15	c	326	14,02	b	345	8,04	b
Tonya A2	60	10,30	c	60	13,75	ab	59	8,67	c
Tonya B2	163	9,41	a	160	13,35	a	161	7,94	b
Ayancık	140	9,95	ab	140	12,99	a	140	7,45	a
İzmit	140	9,68	ab	139	13,48	a	140	7,91	b
Varyans kaynakları	n	Kenarlı Geçit Çapı	Geçit	n	I.O Birim A. Traheid s.	Y.O Birim A. Traheid s.	n	Y.O Birim A. Traheid s.	Y.
OrijinA	317	7,86	a	150	336,13	a	150	557,09	a
OrijinB	284	8,35	b	200	335,13	a	200	554,37	a
Maçka	399	7,98	a	200	337,62	a	200	575,92	b
Tonya	202	8,23	b	150	333,82	a	150	535,54	a
Maçka A1	103	7,33	a	100	335,65	b	100	583,92	d
Maçka B1	119	7,38	a	100	339,50	b	100	567,43	c
Tonya A2	214	7,67	b	50	337,10	b	50	530,48	a
Tonya B2	101	8,03	c	100	331,05	ab	100	540,82	a
Ayancık	186	8,27	d	100	330,96	ab	100	554,35	b
İzmit	103	8,39	d	100	322,90	a	100	630,93	e
Varyans kaynakları	n	Yıllık Halka Genişlikleri							
OrijinA	176	5,63	a						
OrijinB	177	5,68	a						
Maçka	172	5,46	a						
Tonya	181	5,86	a						
Maçka A1	87	5,40	abc						
Maçka B1	86	5,52	bc						
Tonya A2	90	5,78	c						
Tonya B2	90	5,95	c						
Ayancık	212	5,01	a						
İzmit	212	5,28	ab						

* ($P < 0,05$) Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuşlardır.

Buna göre; Maçka ve Tonya Bölgelerinde f.O da traheid uzunluğuna orijin farklılığının etkisinin önemli olduğu Y.O da ise önemsiz olduğu görülmüştür.

Bölgeler arası yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre f.O ve Y.O da traheid uzunluklarının 3 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde f.O ve Y.O da teğet yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılıklarının etkili olmadığı, radyal yöndeki traheid çaplarında ise orijin farklılığının f.O da önemli, bölge farklılığının ise f.O ve Y.O da önemli olduğu görülmüştür.

Bölge ortalamaları karşılaştırıldığında, teğet yöndeki traheid çapı ortalamaların f.O da 1 , Y.O da 3 , Radyal yöndeki traheid çaplarının ise f.O ve Y.O da 3 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde kenarlı geçit çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkili olduğu görülmüştür.

Kenarlı geçit çaplarının bölge ortalamaları karşılaştırıldığında değerlerin 4 homojen grupta toplandıkları saptanmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde birim alandaki traheid sayılarına orijin ve bölge farklılığının etkisinin f.O da önemsiz, Y.O da ise bölge farklılığının önemli olduğu görülmüştür.

Birim alandaki traheid sayıları, bölge ortalamaları bakımından f.O da 2, Y.O da ise 5 homojen gruba ayrılmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde yıllık halka genişliklerine orijin ve bölge farklılığının etkili olmadığı görülmüştür.

Tüm bölgelerde yıllık halka genişlikleri karşılaştırıldığında , ortalamaların 3 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

4.3. Fiziksel özellikler

4.3.1. Özgül Ağırlıklar

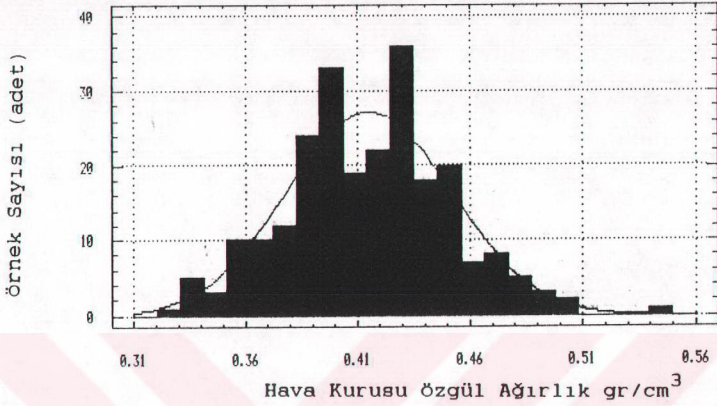
4.3.1. Hava Kuruğu Özgül ağırlık

1447 örnek üzerinde bulunan ortalama hava kuruğu özgül ağırlık değerleri tablo 38 'de , bunlara ilişkin varyasyon grafikleri şekil 24-25' de verilmiştir.

Tablo 38. Hava Kuruğu Özgül Ağırlık Değerleri

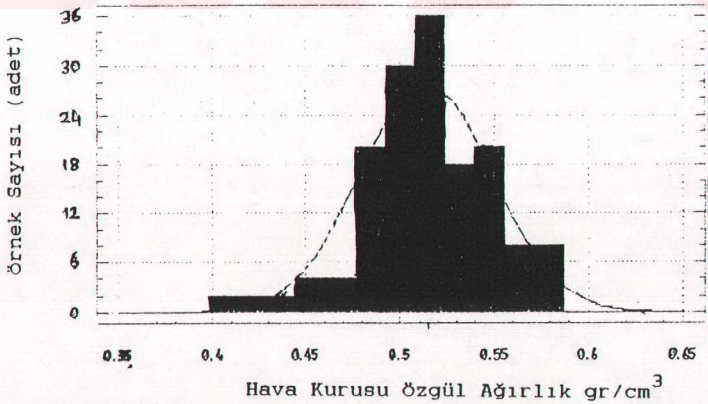
Bölge	Hava Kuruğu Özgül Ağırlık gr/cm ³						
	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	izmit	
Numune sayısı	N	285	355	144	176	349	138
Aritmetik ortalama	X	0,441	0,414	0,436	0,433	0,411	0,513
Standart sapma	S	0,049	0,036	0,041	0,044	0,042	0,034
Varyans	S	0,0024	0,0012	0,0016	0,0019	0,0017	0,0011
Varyasyon katsayısı	V	11,12	8,81	9,48	10,24	10,41	6,77
Değişim genişliği	R	0,206	0,214	0,217	0,205	0,204	0,182
Min ve max değerler		0,346 0,552	0,327 0,541	0,357 0,575	0,358 0,563	0,316 0,520	0,401 0,583

Hava kuruğu özgül ağırlık değeri ortalama 0,441 gr/ cm³ olup 0,316-0,583 gr/cm³ arasında değişmektedir.



Şekil 30. Hava Kurusu Özgül Ağırlık Değerlerine Ait Varyasyon Grafiği (Maçka Bölgesi)

Maçka Bölgesi B1 orijini örneklerinin hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ait varyasyon grafiğine göre(şekil 24); en fazla tekrarlanan hava kurusu özgül ağırlık değeri % 26 katılım oranı ile 0,430 gr/cm³ dür. Ortalama hava kurusu özgül ağırlık değeri 0,414 gr/cm³ olup bu değer in solunda yer almaktadır.



Şekil 31. Hava Kurusu Özgül Ağırlık Değerlerine Ait Varyasyon Grafiği (İzmit Bölgesi)

izmit Bölgesi örneklerinin hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ait varyasyon grafiğine göre ise (şekil 25); En fazla tekrarlanan hava kurusu özgül ağırlık değeri % 13 katılım oranı ile 0,515 gr/cm³ dür. Ortalama hava kurusu özgül ağırlık değeri 0,513 gr/cm³ olup bu değerin üzerinde yer almaktadır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde hava kurusu özgül ağırlık değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları tablo 39 da gösterilmiştir.

Tablo 39. Maçka-Tonya Bölgelerinde Hava Kurusu Özgül Ağırlık Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	0,2928	1	0,2928	24,40	***
Bölge	0,0061	1	0,0061	5,08	B.D.
OXB	0,0206	1	0,0206	16,60	**
Hata	1,1702	955	0,0012		
Toplam	1,2586	958			

Buna göre; her iki bölgedeki orijin farklılığı, 0,001, orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi 0,01 yanılma olasılığı için anlamlı, bölge farklılığının etkisi ise 0,05 hata payı ile önemsiz çıkmıştır.

Bütün bölgelerin hava kurusu özgül ağırlıklarını karşılaştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 40 da gösterilmiştir.

Tablo 40. Hava Kurusu Özgül Ağırlık Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	0,6998	5	0,1399	127,18	***
Gruplar Arası	1,6877	1441	0,0011		
Toplam	2,3876	1446			

Bölge farklılığının hava kuru özgül ağırlık değerleri üzerine etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlıdır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 82 'de özetlenmiştir.

4.3.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

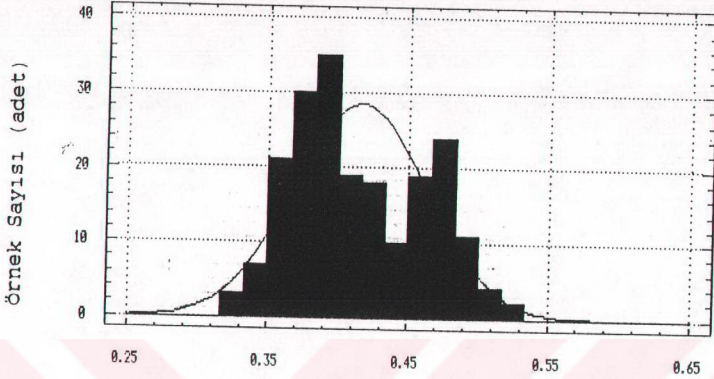
1447 örnek üzerinde bulunan tam kuru özgül ağırlık değerleri tablo 41'de, bunlara ait varyasyon grafikleri şekil 26-27'de verilmiştir.

Tablo 41. Tam Kuru Özgül Ağırlık Değerleri

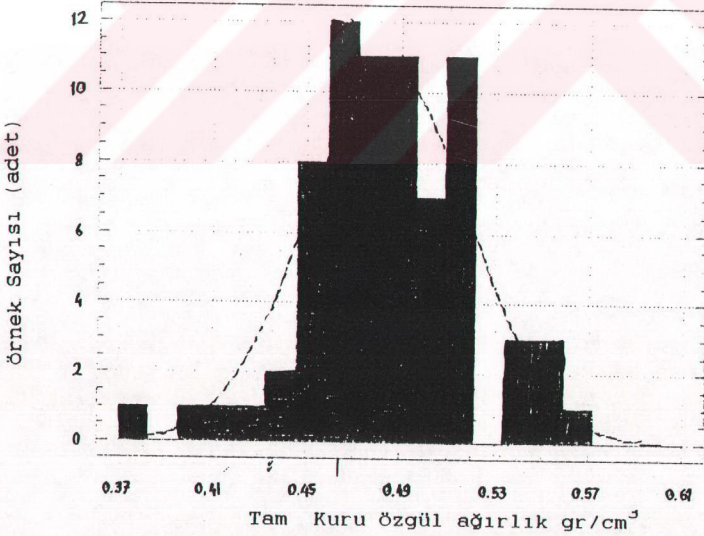
		Tam kuru özgül ağırlık gr/cm ³					
Bölge		Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	İzmit
Numune sayısı	N	285	355	144	176	349	138
Aritmetik ortalama	X	0,415	0,389	0,406	0,408	0,393	0,482
Standart sapma	S	0,047	0,038	0,048	0,042	0,043	0,035
Varyans	S	0,0022	0,014	0,0023	0,0017	0,0018	0,0012
Varyasyon katsayısı	V	11,40	9,84	11,87	10,49	10,55	7,36
Değişim genişliği	R	0,201	0,199	0,249	0,187	0,231	0,182
Min ve max değerler		0,324 0,525	0,299 0,498	0,297 0,546	0,345 0,532	0,259 0,490	0,380 0,562

Tam kuru özgül ağırlık değeri ortalama 0,415 gr/cm³ olup 0,259-0,562 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Maçka Bölgesi A1 orijini örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ait varyasyon grafiğine göre (şekil 26); en fazla tekrarlanan tam kuru özgül ağırlık değeri % 10 katılım oranı ile 0,395 gr/cm³ dür. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri bu bölgede 0,415 gr/cm³ olup bu değer in sağında yer almaktadır.



Şekil 32. Tam Kuru özgül Ağırlık Değerlerine ait Varyasyon Grafiği (Maçka Bölgesi)



Şekil 33. Tam Kuru özgül Ağırlık Değerlerine ait Varyasyon Grafiği (İzmit Bölgesi)

izmit Bölgesi örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerine ait varyasyon grafiğine göre ise (şekil 27); en fazla tekrarlanan tam kuru özgül ağırlık değeri % 16 katılım oranı ile 0,465 gr/cm³ dür. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri bu bölgede 0,482 gr/cm³ olup bu değer in sağında yer almaktadır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde tam kuru özgül ağırlık değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 42-de verilmiştir.

Tablo 42. Maçka-Tonya Bölgesinde Tam Kuru Özgül Ağırlık Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	0,0199	1	0,0199	16,58	**
Bölge	0,0037	1	0,0037	1,912	B.D.
OXB	0,0128	1	0,0128	10,66	*
Hata	1,2221	955	0,0012		
Toplam	1,2788	958			

Her iki bölgedeki orijin farklılığı 0,01, orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi 0,05 yanılma olasılığı için anlamlı, bölge farklılığının etkisi 0,05 hata payı ile önemsiz çıkmıştır.

Bütün bölgelerin tam kuru ağırlıklarını karşılaştırmak için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar tablo 43 de gösterilmiştir.

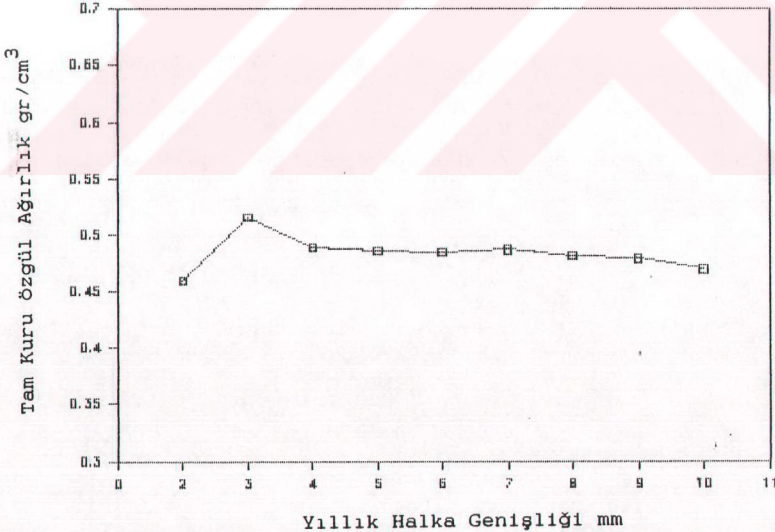
Bölgeler arasındaki tam kuru özgül ağırlık değerleri arasındaki farklılık 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 82'de verilmiştir.

Tablo 43. Tam Kuru Özgül Ağırlık Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar içi	0,5699	5	0,1139	94,91	***
Gruplar Arası	1,8009	1441	0,0012		
Toplam	2,3708	1446			

4.3.1.2.1. Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki

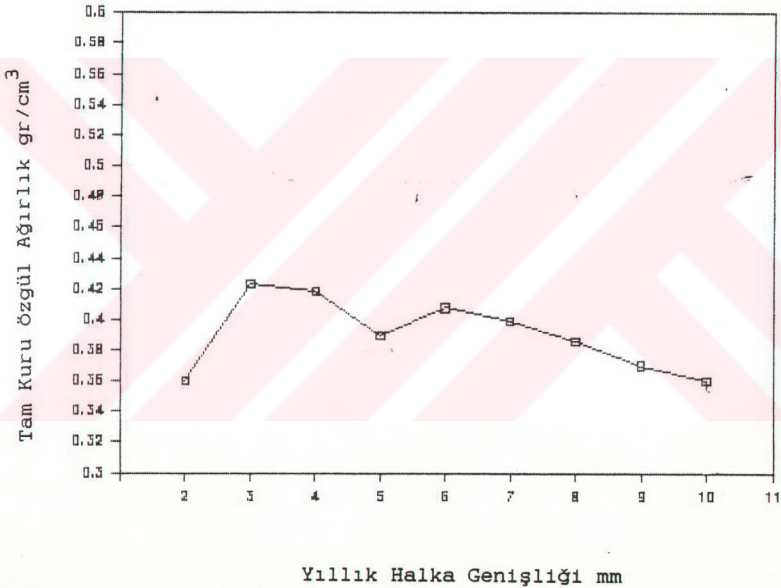
Tam kuru özgül ağırlık ile yıllık halka genişliği arasındaki ilişki şekil 28-29'da verilmistir.



Şekil 34. Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki (izmit Bölgesi)

Tam kuru özgül ağırlık değeri, izmit Bölgesinde 3 mm yıllık halka genişliğine kadar maksimum değere ulaşmakta, 3-4 mm arası hızlı bir düşüş görülmektedir. 4 mm yıllık halka genişliğinden sonra özgül ağırlık değeri tedrici olarak azalmaktadır.

Ayancık Bölgesinde ise; 3 mm yıllık halka genişliğine kadar artmakta daha sonra 5 mm ye kadar azalmaktadır. 6 mm ye kadar tekrar artış göstermekte ve yıllık halka genişliği arttıkça azalmaktadır.



Şekil 35. Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Yıllık Halka Genişliği Arasındaki İlişki (Ayancık Bölgesi)

4.2.3 Hacim-Yoğunluk Değeri

1441 örnek üzerinde ölçülen hacim-yoğunluk değerleri tablo

44' de, bunlara ilişkin varyasyon grafikleri şekil 30-31' de verilmiştir.

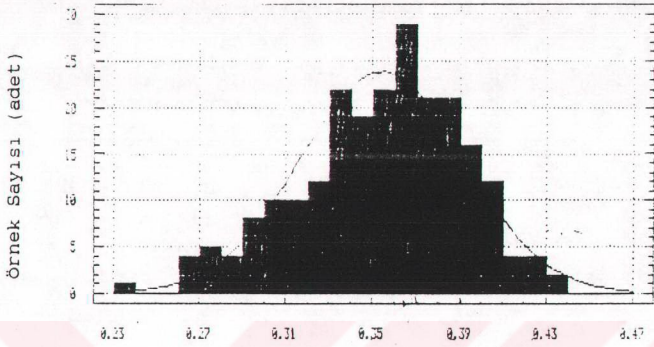
Tablo 44. Hacim-Yoğunluk Değerleri

		Hacim-yoğunluk değeri kg/m^3					
Bölge		Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık izmit	
Numune sayısı	N	285	355	144	176	349	138
Aritmetik X ortalama	X	365	343	366	361	354	424
Standart sapma	S	39,2	29,3	33,1	33,2	37,1	25,3
Varyans	S	1536,64	858,49	1095,61	1102,24	1376,41	640,09
Varyasyon katsayısı	V	4,20	2,50	2,99	3,05	3,88	1,50
Değişim genişliği	R	161,90	176,79	178,09	149,61	200,14	159,92
Min ve max değerler		289,12 451,02	273,11 449,90	297,03 475,12	304,51 454,12	240,20 440,34	338,09 498,01

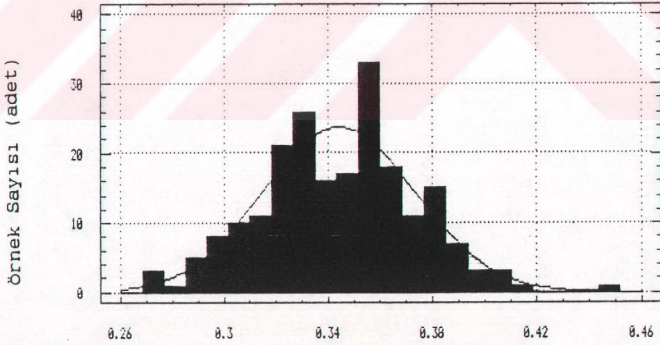
Hacim-yoğunluk değeri ortalama 368 kg/m^3 olup $240-498 \text{ kg/m}^3$ arasında değişim göstermektedir.

Ayancık Bölgesinde, en fazla tekrarlanan hacim-yoğunluk değeri % 9 katılım oranı ile $0,365 \text{ gr/cm}^3$ dür. Ortalama hacim-yoğunluk değeri bu bölgede $0,354 \text{ gr/cm}^3$ olup bu değer in solunda yer almaktadır.

Maçka Bölgesi B1 orijini örneklerinin hacim-yoğunluk değerlerine ait varyasyon grafiğine göre ise (şekil 31) ; en fazla tekrarlanan hacim-yoğunluk değeri % 9 katılım oranı ile $0,357 \text{ gr/cm}^3$ dür. Ortalama hacim-yoğunluk değeri bu bölgede $0,343 \text{ gr/cm}^3$ olup bu değer in solunda yer almaktadır.



Şekil 36. Hacim-Yoğunluk Değerlerine Ait Varyasyon Grafiği (Ayancık Bölgesi)



Şekil 37. Hacim-Yoğunluk Değerlerine Ait Varyasyon Grafiği (Maçka Bölgesi)

Maçka ve Tonya Bölgelerinde hacim-yoğunluk değerine, orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 45'de gösterilmiştir.

Tablo 45. Maçka-Tonya Bölgelerinde Hacim-Yoğunluk Değerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	0,01791	1	0,0179	29,83	***
Bölge	0,0095	1	0,0095	15,83	*
OXB	0,0069	1	0,0069	11,5	*
Hata	0,6385	955	0,0006		
Toplam	0,6086	958			

Buna göre; her iki bölgedeki orijin farklılığı 0,001, orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi ile bölge farklılığı ise 0,05 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Bütün bölgelerin hacim-yoğunluk değerlerini karşılaştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 46 da gösterilmiştir.

Tablo 46. Hacim-Yoğunluk Değerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar içi	0,3698	5	0,0739	135,31	***
Gruplar Arası	1,0378	1441	0,0007		
Toplam	1,4076	1446			

Hacim-yoğunluk değerine bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynaklarının ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 82'de özetlenmiştir.

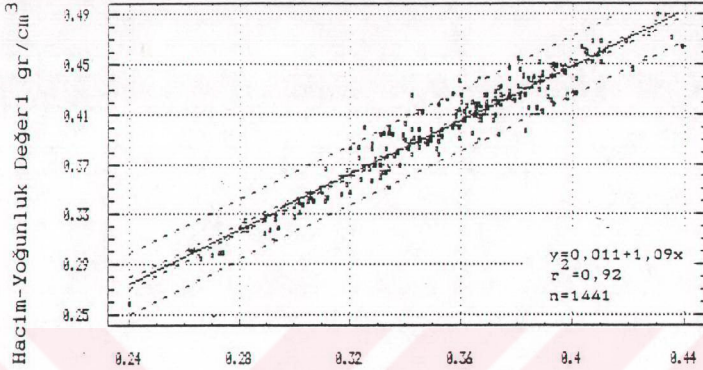
4.3.2.1. Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Hacim-Yoğunluk Değeri Arasındaki İlişki

Tam kuru özgül ağırlık ile hacim-yoğunluk değeri arasındaki regresyon analizi sonuçları tablo 47 ve şekil 32'de gösterilmiştir.

Tablo 47. Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Hacim-Yoğunluk Değerleri Arasındaki Bağintıya İlişkin Varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Regresyon	0,3844	1	0,3844	2562,66	***
Hata	0,03317	224	0,00015		
Toplam	0,01671	225			

Tam kuru özgül ağırlık ile hacim-yoğunluk değeri arasındaki ilişki 0,001 güven düzeyinde anlamlı olup korelasyon katsayısı $r=0,95$ bulunmuştur.



Tam Kuru Özgül Ağırlık gr/cm³

Şekil 38. Tam Kuru Özgül Ağırlık ile Hacim-Yoğunluk Değeri Arasındaki İlişki (Ayancık Bölgesi)

4.2.4 Hücre Çeperi ve Hava Boşluğu Oranları

Hücre çeperi ve hava boşluğu hacmi oranları her bölge için tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. Hücre Çeperi ve Hava Boşluğu Oranları

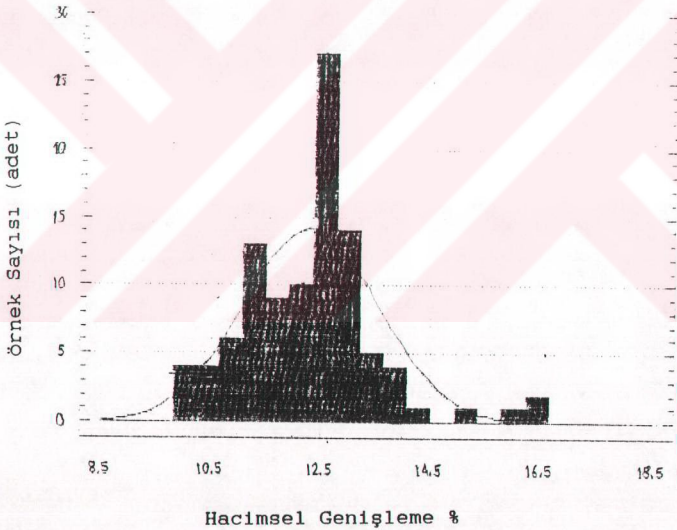
	Hücre çeperi hacmi %					
	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	İzmit
Min	21,60	19,93	19,80	23,00	17,26	25,33
X	27,66	25,93	27,00	27,20	26,20	32,13
Max	35,00	33,20	36,40	35,46	32,60	37,46
	Hava Boşluğu Hacmi %					
	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	İzmit
Min	65,00	66,80	64,00	65,54	67,40	62,54
X	72,34	74,07	73,00	72,80	73,80	67,87
Max	78,40	80,07	80,20	72,00	82,74	74,67

Buna göre, en düşük hücre çeperi hacmi Ayancık Bölgesinde, en yüksek değer ise Izmit Bölgesinde bulunmuştur. Ortalama hücre çeperi hacmi % 27,68 olup % 17,26-37,46 arasında değişim göstermektedir.

Hücre çeper maddesine bağlı olarak hava boşluğu hacmi değişim göstermekte, hücre çeper hacmi azaldıkça hava boşluğu hacmi artmaktadır.

4.2.5 Odun-Su ilişkileri

Daralma ve genişleme miktarları tablo 49' da, bunlara ilişkin varyasyon grafikleri şekil 33-34'de verilmiştir.

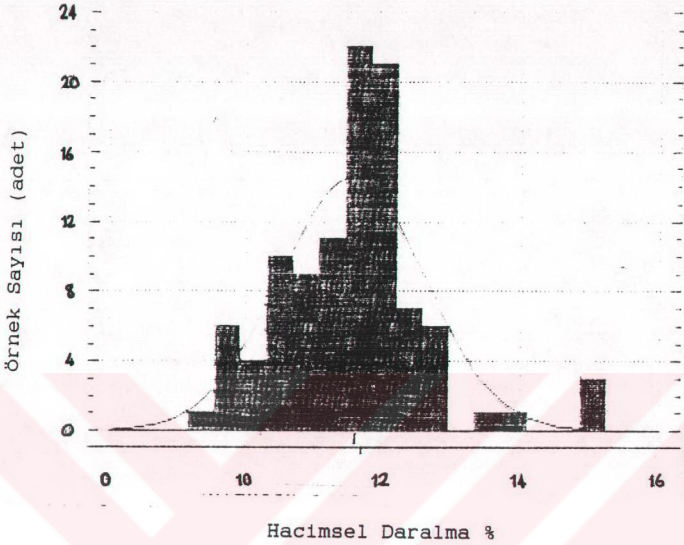


Şekil 39. Hacimsel Genişleme Varyasyon Grafiği (Ayancık Bölgesi)

Hacimsel genişleme miktarı için, Ayancık Bölgesinde, en çok tekrarlanan değer % 26 katılım oranı ile 12,6 dır. Ortalama hacimsel genişleme değeri 12,31 olup bu değer in solunda yer almaktadır.

Tablo 49. Daralma ve Genişleme Miktarları %

		Bölge örnek sayısı	aritmetik ortalama	stand. sapma	vary. kats.	değişim geniş.	min	max
M AKSARAY	Bt	115	7,365	1,08	1,16	14,57	5,50	3,20
	Bv	115	3,961	0,82	0,77	20,78	5,20	3,50
	Bq	115	1,771	0,552	0,59	11,44	3,10	1,79
	Bt	114	4,413	1,337	1,44	20,65	5,44	3,20
	Bv	114	1,133	0,377	0,40	11,44	3,10	1,79
	Bq	45	0,250	0,080	0,09	4,46	1,20	0,70
	B1	45	0,290	0,114	0,14	4,49	1,51	0,61
B1 MÜHÜR	Bt	135	7,148	1,13	1,28	15,86	5,78	4,00
	Bv	135	3,824	0,73	0,53	11,91	4,41	2,31
	Bq	135	10,368	1,76	1,10	16,22	4,15	2,22
	Bt	133	3,332	0,75	0,76	17,36	4,81	2,99
	Bv	133	11,188	1,87	1,53	16,17	4,69	2,72
	Bq	46	0,211	0,13	0,13	1,62	0,59	0,35
	B1	46	0,274	0,14	0,14	1,54	0,39	0,57
B2 FİDAN	Bt	228	7,217	0,89	0,80	12,22	3,18	1,88
	Bv	228	4,270	0,48	0,23	11,44	3,10	1,79
	Bq	228	11,799	1,19	0,43	10,88	3,10	1,79
	Bt	228	4,479	0,34	0,10	9,10	2,73	1,59
	Bv	228	12,470	1,33	0,45	12,77	3,10	1,79
	Bq	228	0,520	0,11	0,05	1,45	0,39	0,22
	B1	228	0,520	0,231	0,23	1,45	0,39	0,22
B3 FİDAN	Bt	44	7,073	1,33	1,77	11,88	4,04	2,31
	Bv	44	3,823	0,50	0,31	11,44	3,10	1,79
	Bq	44	11,504	1,47	0,74	15,44	4,04	2,31
	Bt	44	1,442	0,81	0,88	14,01	3,10	1,79
	Bv	44	7,730	1,87	1,38	14,44	4,04	2,31
	Bq	42	3,317	0,23	0,05	7,44	1,97	1,18
	B1	42	0,036	0,21	0,04	5,77	1,18	0,23
A MÜHÜR	Bt	102	7,380	0,91	0,83	12,36	3,40	2,00
	Bv	102	4,160	0,74	0,55	17,24	4,13	2,22
	Bq	102	11,545	1,06	0,73	13,44	3,10	1,79
	Bt	101	3,950	0,66	0,53	13,11	3,10	1,79
	Bv	101	3,338	0,33	0,13	9,44	2,73	1,59
	Bq	101	11,153	1,15	0,66	14,44	4,04	2,31
	B1	52	0,413	0,22	0,05	7,44	1,97	1,18
T FİDAN	Bt	70	7,448	1,02	1,04	13,69	4,55	2,60
	Bv	70	4,429	0,70	0,49	11,50	3,80	2,22
	Bq	70	11,924	1,51	0,99	15,50	4,55	2,60
	Bt	70	9,660	1,23	0,82	11,45	3,80	2,22
	Bv	70	4,600	0,77	0,52	11,50	3,80	2,22
	Bq	60	5,560	0,49	0,24	8,65	2,44	1,45
	B1	60	0,401	0,35	0,09	7,77	1,16	0,59
B1	60	0,412	0,36	0,13	7,78	1,20	0,61	



Şekil 40. Hacimsel Daralma Varyasyon Grafiği
(Ayancık Bölgesi)

Ayancık Bölgesinde hacimsel daralma miktarlarına ait varyasyon grafiğine göre ise (şekil 34); en çok tekrarlanan değer % 24 katılım oranı ile 11,80 dir. Ortalama hacimsel daralma miktarı 11,54 olup bu değer in solunda yer almaktadır.

Maçka-Tonya Bölgelerinde teğetsel yönde daralma miktarlarına orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 50' de gösterilmiştir.

Her iki bölgede teğetsel yönde daralma miktarına orijin farklılığının etkisi 0,001, orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi 0,01, bölge farklılığının etkisi ise 0,05 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Tablo 50. Maçka-Tonya Bölgelerinde Teğetsel Yönde Daralma Miktarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	22,9949	1	22,9949	18,044	***
Bölge	7,4853	1	7,4853	5,874	*
OXB	10,6474	1	10,6474	8,355	**
Hata	397,5963	312	1,2743		
Toplam	423,6361	315			

Bütün bölgelerdeki teğetsel yönde daralma miktarlarını karşılaştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 51 de gösterilmiştir.

Tablo 51. Teğetsel Yönde Daralma Miktarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar içi	77,8325	5	15,5655	13,535	***
Gruplar Arası	553,2092	481	1,1501		
Toplam	631,0417	486			

Tüm bölgelerin teğetsel yöndeki daralma miktarları arasındaki farklılık, 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde radyal yöndeki daralma değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 52 de verilmiştir.

Tablo 52. Maçka-Tonya Bölgelerinde Radyal Yöndeki Daralma Miktarlarına Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	0,4915	1	0,4915	0,915	B.D.
Bölge	0,7168	1	0,7168	1,334	B.D.
OXB	0,0069	1	0,0069	0,013	B.D.
Hata	168,1308	313	0,5371		
Toplam	169,6995	316			

Her iki bölgede radyal yöndeki daralma miktarlarına orijin ve bölge farklılığının etkisi ile orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Bütün bölgelerde radyal yöndeki daralma miktarlarına bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 53'de verilmiştir.

Bölgelerin radyal yöndeki daralma miktarları arasındaki farklılık 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Tablo 53. Radyal Yöndeki Daralma Miktarlarına Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar içi	59,7539	5	11,9507	22,36	***
Gruplar Arası	258,0740	483	0,5343		
Toplam	317,8280	488			

Duglas odununun hacmen daralma miktarı ve hacim yoğunluk değerinden yararlanılarak belirlenen ortalama lif doygunluğu noktası rutubeti % 31,84 olarak hesaplanmıştır.

4.2.7 Odunun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Duglas odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı tablo 54 de verilmiştir.

Tablo 54. Duglas Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı %						
Bölge	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	izmit
min	279,5	156,1	144,0	153,7	160,6	134,1
ort.	207,3	225,0	206,5	210,5	215,8	169,3
max	279,5	299,6	270,0	262,5	350,0	229,2

Duglas odununun içerisine alabileceği ortalama maksimum su miktarı % 205,73 bulunmuştur.

4.4. Mekanik Özellikler

4.4.1. Basınç Direnci

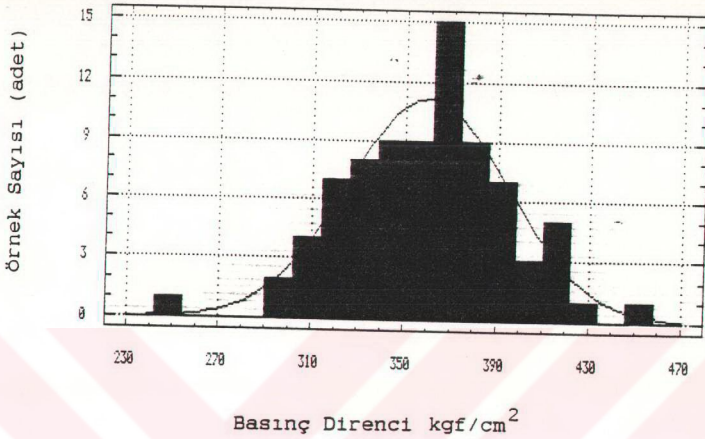
Basınç direnci değerleri 496 örnek üzerinde ölçülmüş ve sonuçlar tablo 55'de, bunlara ilişkin varyasyon grafiği şekil 35'de verilmiştir.

Tablo 55. Basınç Direnci Değerleri

Basınç Direnci - kgf/cm ²						
Bölge	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	İzmit
örnek sayısı	81	116	38	83	117	61
aritm. x ort.	359,66	350,21	364,16	370,98	380,09	460,50
stand. S sapma	34,84	62,57	33,86	43,52	58,50	46,83
varyans S	1213,95	3915,03	1147,13	1894,0	3423,29	2193,6
varyas. V katsa.	9,68	17,86	9,30	11,73	15,39	10,17
değişim R geniş.	210,9	317,28	173,17	199,21	268,21	237,27
min ve max D.	242,89 453,79	210,41 527,69	250,71 424,08	247,45 446,66	235,89 504,10	327,23 564,50

Liflere paralel ortalama basınç direnci değeri 380,93 kgf/cm² olup 210,41-564,50 kgf/cm² arasında değişmektedir.

Maçka Bölgesi A1 orijini örneklerinin basınç direnci değerlerine ait varyasyon grafiğine göre (şekil 35); en fazla tekrarlanan basınç direnci değeri % 19 katılım oranı ile 370 kgf/cm² dir. Ortalama basınç direnci değeri 359,66 kgf/cm² bu değerlerin solunda yer almaktadır.



Şekil 41. Basınç Direnci Varyasyon Grafiği (Maçka Bölgesi)

Maçka-Tonya bölgelerinde basınç direnci değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 56' da gösterilmiştir.

Tablo 56. Maçka-Tonya Bölgelerinde Basınç Direnci Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	116,8320	1	116,8320	0,049	B.D.
Bölge	10758,0020	1	10758,002	4,533	*
OXB	4460,1517	1	4460,1517	1,879	B.D.
Hata	745144,36	314	2373,0712		
Toplam	766899,50	317			

Her iki bölgede basınç direnci değerlerine orijin farklılığının etkisi ile orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz, bölge farklılığının etkisi ise 0,05 hata payı ile anlamlı çıkmıştır.

Bütün bölgelerin basınç direnci değerlerini karşılaştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Basınç Direnci Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	529799,3	5	105959,86	40,331	***
Gruplar Arası	1287356,4	490	2627,26		
Toplam	1817155,7	495			

Bölge farklılığının basınç direnci üzerine etkisi, 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 82' de özetlenmiştir.

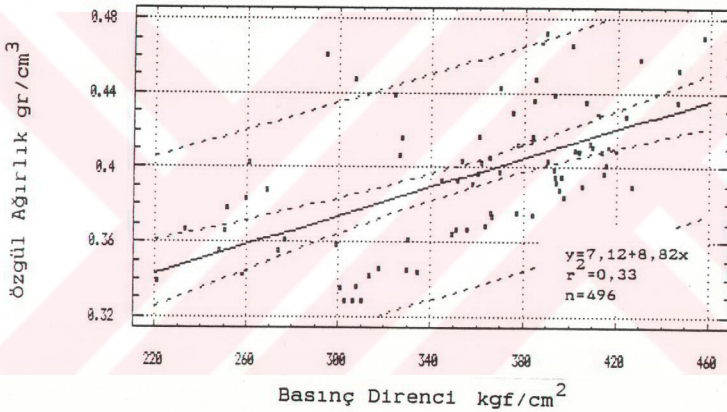
4.4.1.1. Basınç Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Özgül ağırlık ile basınç direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları tablo 58 ve şekil 36'da gösterilmiştir.

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı olup korelasyon katsayısı 0,58 bulunmuştur.

Tablo 58. Özgül Ağırlık ve Basınç direnci Arasındaki Bağıntıya İlişkin Regresyon Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Regresyon	84418,003	1	84418,003	40,64	***
Hata	162019,40	78	2077,17		
Toplam	246437	79			



Şekil 42. Özgül Ağırlık ile Basınç Direnci Arasındaki İlişki

4.4.1.2. Statik Kalite Değeri

Liflere paralel yönde basınç direnci değerlerinden hesaplanan ortalama statik kalite değeri 8,860 km olarak bulunmuştur.

İğne yapraklı ağaçlarda statik kalite değeri 7'den küçük olduğu takdirde kalite özelliği "düşük", 7-8 arasında ise

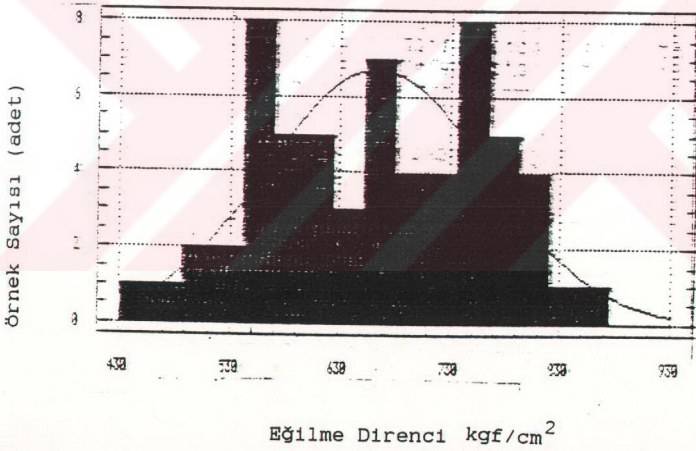
"orta", 8'den yukarı iken "iyi" olarak kabul edilmektedir. Bu sınıflamaya göre duğlas odunu "iyi" derecede kalite özelliğine sahip bulunmaktadır.

4.4.1.3 Spesifik Kalite Değeri

Spesifik kalite değeri 20,37 olarak hesaplanmış olup, buna göre duğlas odunu " yumuşak odun" sınıfına girmektedir.

4.4.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyleri 285 örnek üzerinde yapılmış ve sonuçlar tablo 59'da, bunlara ilişkin varyasyon grafiği şekil 37 de verilmiştir.



Şekil 43. Eğilme Direnci Varyasyon Grafiği
(Ayancık Bölgesi)

Buna göre; Ayancık Bölgesinde en fazla tekrarlanan eğilme direnci değeri % 13 katılım oranı ile 550 kgf/cm² ve 750 kgf/cm² dir. Ortalama eğilme direnci 663,03 kgf/cm² olup bu değerlerin arasında yer almaktadır.

Tablo 59. Eğilme Direnci Değerleri

Bölge	Eğilme Direnci kgf/cm^2				Ayancık izmit		
	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2			
Örnek sayısı	n	44	51	37	41	61	51
Aritmetik ortalama	x	898,26	591,39	615,94	595,48	663,03	832,30
Standart sapma	S	128,70	120,07	70,11	80,63	100,39	108,47
Varyans	S	16564,1	14416,8	4916,6	6501,6	10078,9	11766,4
Varyasyon katsayısı	V	14,32	20,30	11,38	13,54	15,14	13,03
Değişim genişliği	R	529,64	605,93	272,84	357,99	398,01	426,01
Min ve max D.		683,23 1212,87	402,39 1008,32	488,84 761,68	437,23 795,22	452,60 850,61	559,35 1021,36

Maçka-Tonya Bölgelerinde eğilme direnci değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 60'da verilmiştir.

Her iki bölgedeki eğilme direnci değerlerine orijin farklılığının etkisi, orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi ile bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Tablo 60. Maçka-Tonya Bölgelerinde Eğilme Direnci Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	621274,98	1	621274,98	52,73	***
Bölge	448869,57	1	448869,57	38,09	***
OXB	475389,30	1	475389,30	40,34	***
Hata	1166403,20	168	6942,87		
Toplam	2836087,40	171			

Bütün bölgelerdeki eğilme direnci değerlerini karşılaştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 61 de gösterilmiştir.

Tablo 61. Eğilme Direnci Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar içi	2391481,0	5	478296,2	42,55	***
Gruplar Arası	2124132,6	281	7559,19		
Toplam	4515613,6	286			

Eğilme direnci değerlerine bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 82'de verilmiştir.

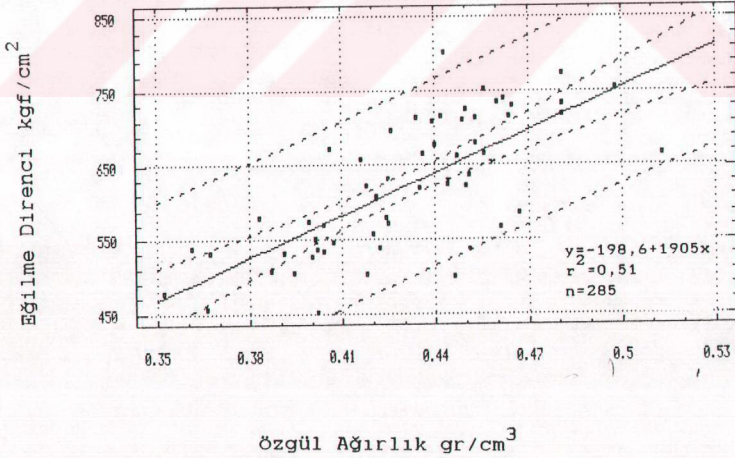
4.4.2.1. Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki ilişki 59 örnek üzerinde araştırılmış ve sonuçlar tablo 62 ve şekil 38 de gösterilmiştir.

Tablo 62. Özgül Ağırlık ile Eğilme Direnci Arasındaki İlişkiye Ait Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Regresyon	0,034229	1	0,034229	61,54	***
Hata	0,031699	57	0,000556		
Toplam	0,065928	58			

Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmış olup korelasyon katsayısı 0,72 bulunmuştur.



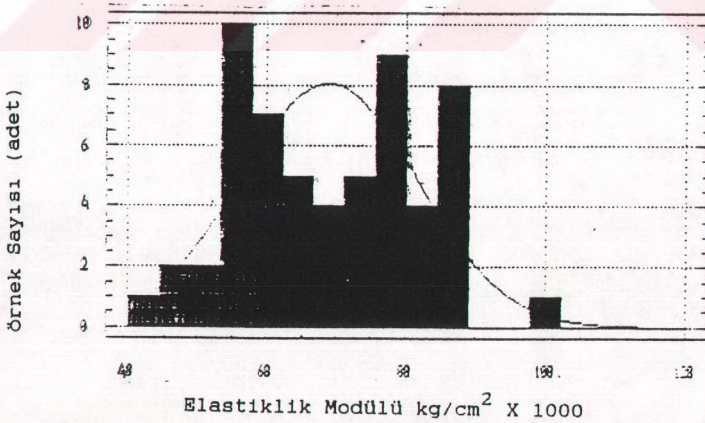
Şekil 44. Özgül Ağırlık ile Eğilme Direnci Arasındaki İlişki (Ayancık Bölgesi)

4.4.2.2. Eğilmede Elastiklik Modülü

Elastiklik modülü 216 örnek üzerinde belirlenmiş ve sonuçlar , tablo 63'de, Ayancık bölgesine ait varyasyon grafiği şekil 40'da verilmiştir.

Tablo 63. Elastiklik Modülü Değerleri

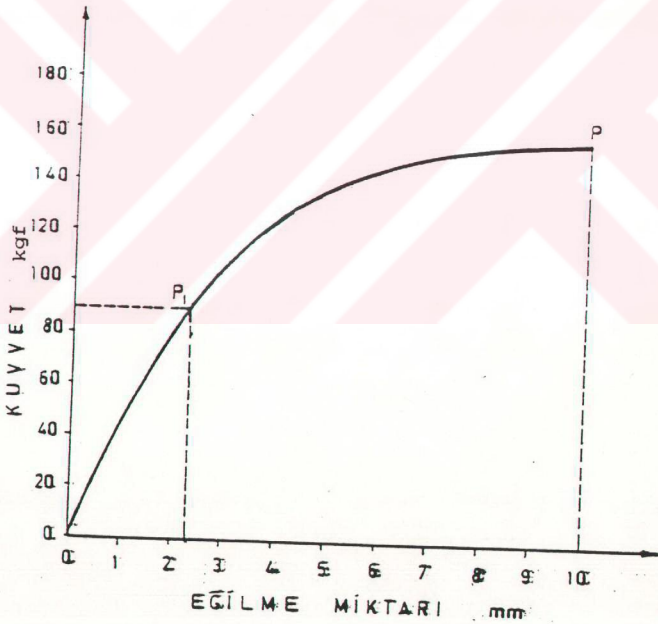
Bölge	Elastiklik Modülü kgf/cm^2					
	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	İzmit
Örnek n sayısı	25	37	38	28	58	30
Arit. x ort.	79437,1	66040,6	69577,8	67500,0	76813,8	80900,4
Stand. S sapma	16438,1	15728,8	11642,2	12522,8	12805,0	10377,4
Vary. S	2,701E8	2,47E8	1,36E8	1,56E8	1,63E8	1,07E8
Varyas. V kats.	20,69	23,81	16,73	18,55	16,67	12,82
Değişim geniş. R	63098	64155	46400	50680	55528	44142
Min ve max D.	47070 110168	33656 97811	48590 94990	41540 92220	51064 106592	53864 98006



Şekil 45. Elastiklik Modülü Varyasyon Grafiği (Ayancık Bölgesi)

Buna göre; Ayancık Bölgesinde en fazla tekrarlanan elastiklik modülü % 17 katılım oranı ile 64000 kgf/cm² dir. Ortalama elastiklik modülü 76813,8 kgf/cm² olup bu değer in sağında yer almaktadır.

Elastiklik modülünün belirlenmesi için çizilen ortalama eğilme grafiğı şekil 39'da gösterilmiştir. Buna göre 90 kg kuvvet uygulandığında meydana gelen eğilme 2,35 mm olup bu bölgede eğilme miktarı ile kuvvet doğru orantılıdır. Elastiklik sınırı ve elastik deformasyon bölgesi şekilde belirtilmiş olup elastiklik sınırından sonra uygulanan kuvvete karşı eğilme miktarı artmakta ve bu eğilme P noktasına kadar devam etmekte, P noktasında örnekler kırılmaktadır.



Şekil 46. Douglas Odununda Ortalama Eğilme Grafiğı

Maçka-Tonya Bölgelerinde elastiklik modülü değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 64'de verilmiştir.

Tablo 64. Elastiklik Modülü Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	1512700000	1	1512700000	7,174	**
Bölge	4457730000	1	4457300000	2,114	B.D.
OXB	80930000	1	809330000	3,838	B.D.
Hata	21928000000	123	178276420		
Toplam	24912000000	126			

Her iki bölgede elastiklik modülü değerlerine, orijin farklılığının etkisi 0,01 yanılma olasılığı için anlamlı, bölge farklılığı ile bölge ve orijin farklılığının karşılıklı etkisi ise 0,05 hata payı ile önemsiz çıkmıştır.

Bütün bölgelerin elastiklik modülü değerlerine bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 65'de verilmiştir.

Elastiklik modülü değerlerine bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 82'de özetlenmiştir.

Tablo 65. Elastiklik Modülü Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	6493000000	5	1298600000	7,173	***
Gruplar Arası	34398000000	210	163800000		
Toplam	40891000000	215			

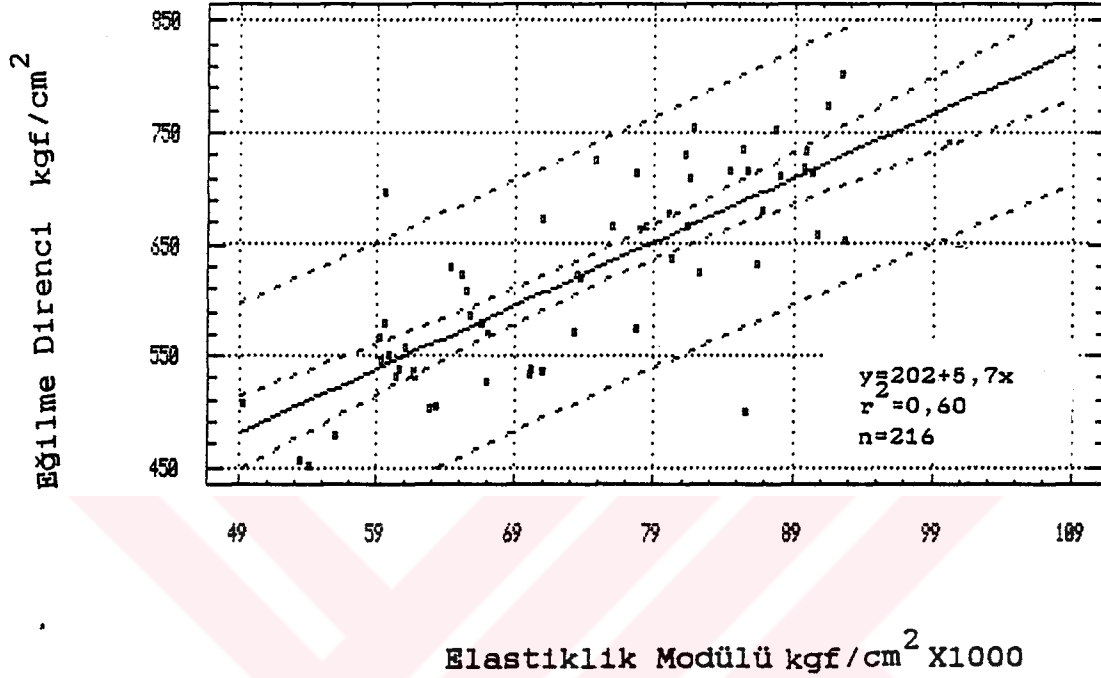
4.4.2.3. Eğilme Direnci ile Elastiklik Modülü Arasındaki İlişki

Eğilme direnci ile elastiklik modülü arasındaki ilişki regresyon analizi ile araştırılmış, sonuçlar tablo 66 ve şekil 41'de gösterilmiştir.

Tablo 66. Eğilme Direnci ile Elastiklik Modülü Arasındaki Bağıntıya İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Regresyon	5412100000	1	5412100000	92,04	***
Hata	3351700000	57	58801000		
Toplam	8763800000	58			

Eğilme direnci ile elastiklik modülü arasındaki ilişki 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı olup korelasyon katsayısı 0,78 bulunmuştur.

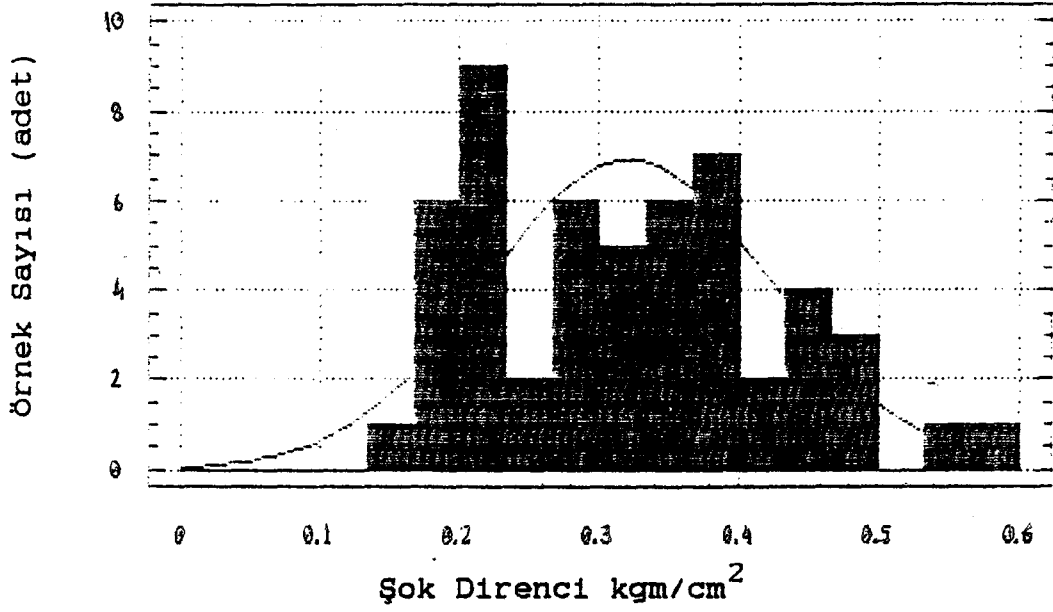


Şekil 47. Eğilme Direnci ile Elastikiyet Modülü Arasındaki ilişki (Maçka Bölgesi)

4.3.4 Şok Direnci

Şok direnci deneyleri 209 örnek üzerinde yapılmış ve sonuçlar tablo 67'de, bunlara ilişkin varyasyon grafiği Ayancık Bölgesi için şekil 42'de verilmiştir.

Ayancık Bölgesinde en çok tekrarlanan şok direnci değeri % 17 katılım oranı ile 0,21 kgm/cm² dir. Ortalama şok direnci değeri ise 0,321 kgm/cm² olup bu değer in sağında yer almaktadır.



Şekil 48. Şok Direnci Varyasyon Grafiği (Ayancık Bölgesi)

Tablo 67. Şok Direnci Değerleri

Şok Direnci kg/cm ²							
Bölge		Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık Izmit	
Örnek sayısı	n	30	37	27	30	53	32
Aritmetik ortalama	x	0,435	0,296	0,430	0,359	0,321	0,352
Standart sapma	S	0,190	0,154	0,145	0,139	0,102	0,081
Varyans	S	0,036	0,023	0,021	0,019	0,010	0,006
Varyasyon katsayısı	V	43,84	52,13	33,87	38,96	31,77	23,05
Değişim genişliği	R	0,68	0,70	0,45	0,65	0,43	0,34
Min ve max D.		0,11 0,79	0,10 0,80	0,17 0,62	0,13 0,78	0,14 0,57	0,16 0,50

Maçka-Tonya bölgelerinde şok direnci değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 68. Maçka-Tonya Bölgelerinde Şok Direnci Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	0,3271	1	0,3271	13,11	**
Bölge	0,0122	1	0,0122	0,490	B.D.
OXB	0,0188	1	0,0188	0,757	B.D.
Hata	2,7199	119	0,0228		
Toplam	3,1267	122			

Maçka ve Tonya Bölgesinde şok direnci değerlerine orijin farklılığının etkisi 0,01, orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi ile bölge farklılığının etkisi ise 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz bulunmuştur.

Tüm bölgelerin şok direnci değerlerini karşılaştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 69'da verilmiştir.

Tablo 69. Şok Direnci Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	0,4780	5	0,0956	4,882	***
Gruplar Arası	3,5834	203	0,017		
Toplam	4,0614	208			

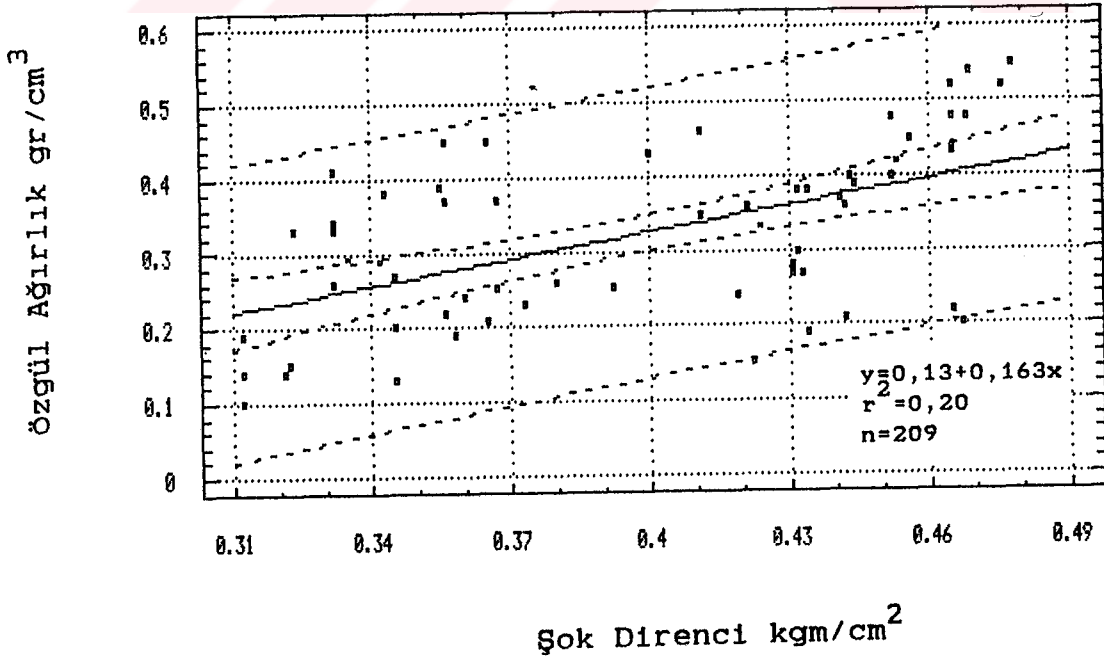
Şok direnci değerlerine bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 82'de özetlenmiştir.

4.4.3.1. Şok Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Şok direnci ile özgül ağırlık arasındaki regresyon analizi sonuçları tablo 70 ve şekil 43'de gösterilmiştir.

Tablo 70. Dinamik Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki Bağıntıya İlişkin Regresyon Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Regresyon	0,051129	1	0,511	25,14	***
Hata	0,1240	61	0,0020		
Toplam	0,1751	62			



Şekil . 49. Şok Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı olup korelasyon katsayısı 0,45 bulunmuştur.

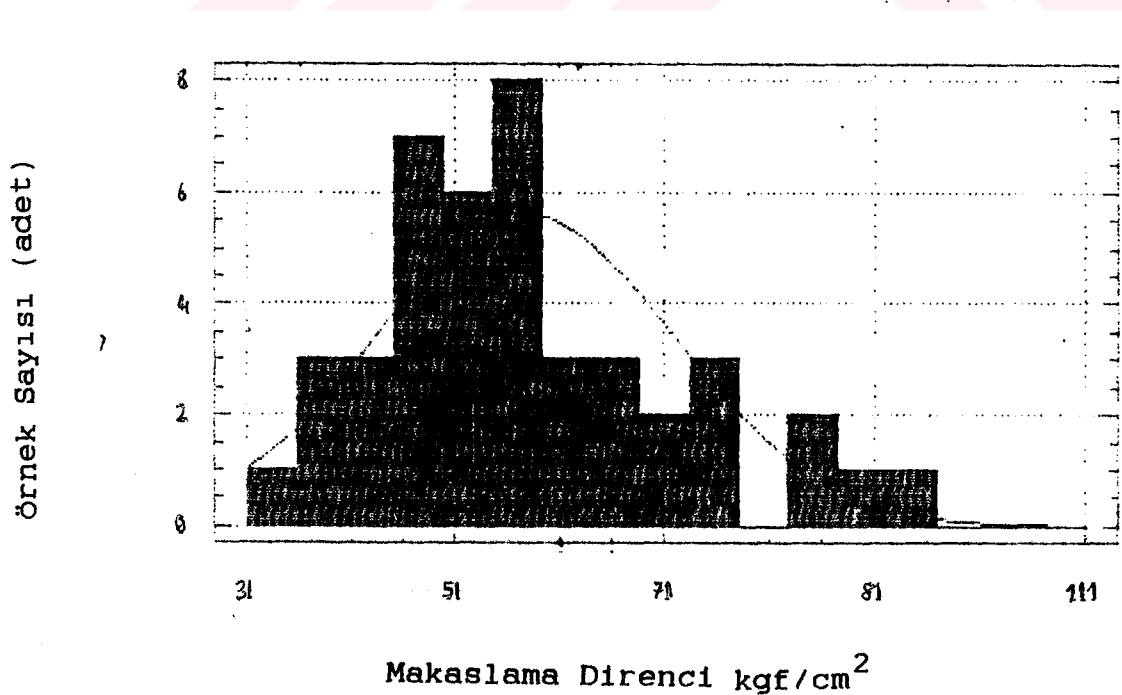
4.4.3.2. Dinamik Kalite Değeri

Şok direnci ve tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak dinamik kalite değeri 1,897 olarak hesaplanmıştır.

Dinamik kalite faktörü 0,8 den küçük olduğu zaman ağaç malzeme "gevrek", 0,8-1,2 arası "orta", 1,2 den büyük olduğu zaman "elastik" kabul edilmektedir. Bu değerlendirmeye göre Douglas odunu "elastik" olarak sınıflandırılabilir.

4.4.4. Makaslama Direnci

Makaslama direnci deneyleri 200 örnek üzerinde yapılmış sonuçlar tablo 71'de, Izmit Bölgesi için varyasyon grafiği şekil 45'de verilmiştir.



Şekil 50. Makaslama Direnci Varyasyon Grafiği
(Izmit Bölgesi)

izmit Bölgesinde en çok tekrarlanan makaslama direnci değeri % 19 katılım oranı ile 58 kgf/cm²dir. Ortalama makaslama direnci değeri 60,14 kgf/cm² olup bu değer in sağında yer almaktadır.

Tablo 71. Makaslama Direnci Değerleri

Makaslama Direnci kgf/cm ²						
Bölge	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	izmit
Örnek sayısı	n 31	32	24	24	46	43
Aritmetik ortalama	x 70,59	63,13	65,58	63,23	60,14	57,62
Standart sapma	S 13,31	10,46	11,73	12,08	10,19	14,39
Varyans	S 177,26	109,60	137,82	146,11	103,85	207,22
Varyasyon katsayısı	V 18,86	16,58	17,87	19,11	16,94	24,98
Değişim genişliği	R 48,08	30,25	35,66	38,50	44,07	57,92
Min ve max D.	48,95 97,04	47,89 78,14	52,75 88,41	47,05 85,50	36,83 82,70	34,26 92,18

Maçka-Tonya Bölgelerinde makaslama direnci değerlerine bölge ve orijin farklılığının etkisini incelemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar tablo 72'de verilmiştir.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde makaslama direnci değerlerine orijin ve bölge farklılığı ile orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Tablo 72. Maçka-Tonya Bölgelerinde Makaslama Direnci Değerlerine Bölge ve Orijin Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	255,6166	1	255,6166	1,808	B.D.
Bölge	117,6634	1	117,6634	0,832	B.D.
OXB	23,097	1	23,097	0,163	B.D.
Hata	5231,091	140	37,36		
Toplam	5647,203	143			

Tüm bölgelerdeki, makaslama direnci değerlerine bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 73'de verilmiştir.

Tablo 73. Makaslama Direnci Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar içi	1784,030	5	356,8060	2,36	*
Gruplar Arası	17796,786	194	91,73		
Toplam	19580,817	199			

Makaslama direncine bölge farklılığının etkisi 0,05 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma

sonuçları tablo 82'de verilmiştir.

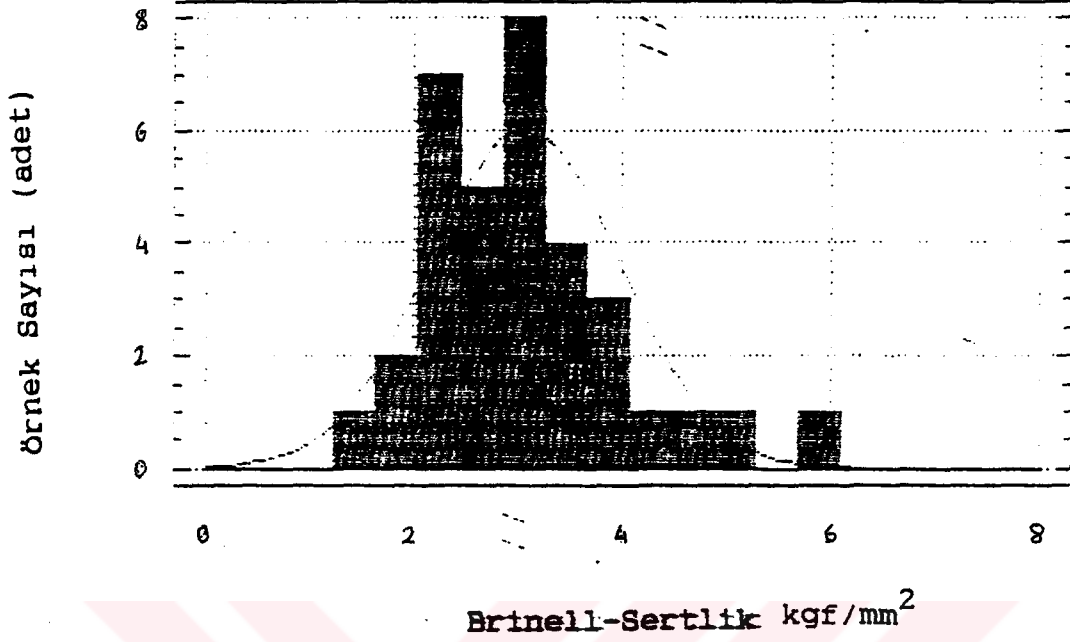
4.4.5. Brinell-Sertlik Değeri

Brinell sertlik değerleri, 199 adet örnek üzerinde yapılmış ve sonuçlar tablo 74'de, izmit Bölgesi için liflere paralel yönde Brinell-Sertlik değerlerine ait varyasyon grafiği şekil 45'de verilmiştir.

Tablo 74. Brinell- Sertlik Değerleri

Brinell Sertlik (kgf/mm ²)																		
Bölge	Macra A1			Macra B1			Tonya A2			Tonya B2			Ayancık			izmit		
Örn. n say.	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
Arit. ort. x	3,78	2,14	1,37	3,17	1,75	1,18	3,21	2,19	1,82	3,76	1,73	1,47	2,96	1,40	1,32	3,05	1,50	1,62
Stan. Sapma	0,74	0,36	0,54	1,01	0,97	0,43	0,89	0,86	0,65	1,08	0,69	0,68	1,09	0,59	0,49	0,91	0,65	0,49
Vary. Kat.	0,54	0,75	0,29	1,02	0,95	0,18	0,79	0,75	0,43	1,16	0,48	0,46	1,19	0,35	0,24	0,83	0,43	0,24
Değiş. geniş.	2,93	4,12	1,91	4,38	2,97	1,77	3,04	2,88	2,56	3,66	2,41	3,39	5,85	2,54	2,11	4,45	2,42	2,62
Min ve max D.	2,26	0,83	0,82	0,25	0,23	0,10	2,16	1,12	0,79	2,37	0,79	0,65	0,56	0,66	0,44	1,24	0,60	0,92
	5,19	4,95	2,73	5,93	3,72	2,49	5,2	4,00	3,35	6,03	3,20	4,04	6,41	3,20	2,55	5,69	3,02	3,54

izmit Bölgesinde en fazla tekrarlanan liflere paralel yönde sertlik değeri % 24 katılım oranı ile 3,05 kgf/mm² olup ortalama sertlik değerinin üzerinde yer almaktadır.



Şekil 51. Liflere Paralel Yönde Brinell Sertlik Değeri Varyasyon Grafiği (Izmit Bölgesi)

Maçka-Tonya Bölgelerinde liflere paralel yönde sertlik değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 75'de verilmiştir.

Tablo 75. Maçka-Tonya Bölgelerinde Liflere Paralel Yönde Sertlik Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	0,0177	1	0,0177	0,020	B.D.
Bölge	0,0029	1	0,0029	0,003	B.D.
OXB	6,4479	1	6,4479	7,271	**
Hata	69,1722	78	0,8868		
Toplam	75,6346				

Her iki bölgedeki liflere paralel yönde sertlik değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisi 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz, orijin ve bölgenin karşılıklı etkisi ise 0,01 hata payı ile anlamlı bulunmuştur.

Liflere paralel yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 76'da verilmiştir.

Tablo 76.Liflere Paralel Yönde Sertlik Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	21,5854	5	4,3170	4,304	***
Gruplar Arası	188,5614	188	1,0020		
Toplam	210,1468	193			

Liflere paralel yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde teğet yönde sertlik değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 77'de verilmiştir.

Her iki bölgede teğet yönde sertlik değerlerine orijin farklılığının etkisi 0,05 yanılma olasılığı için anlamlı, bölge farklılığı ile bölge ve orijin farklılığının karşılıklı etkisi ise 0,05 hata payı ile önemsiz çıkmıştır.

Tablo 77. Maçka-Tonya Bölgesinde Teğet Yönde Sertlik Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	3,6451	1	3,6451	5,219	*
Bölge	0,0027	1	0,0027	0,004	B.D.
OXB	0,0225	1	0,0225	0,032	B.D.
Hata	55,1725	79	0,6983		
Toplam	59,0017	82			

Tüm bölgelerde teğet yöndeki sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 78'de verilmiştir.

Tablo 78. Teğet Yönde Sertlik Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar içi	15,2996	5	3,0599	5,990	***
Gruplar Arası	97,0612	190	0,5108		
Toplam	112,3608	195			

Teğet yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde radyal yönde sertlik

değerlerine orijin ve bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 79'da verilmiştir.

Tablo 79. Maçka-Tonya Bölgelerinde Radyal Yönde Sertlik Değerlerine Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Orijin	5,5098	1	5,5098	15,514	***
Bölge	0,2716	1	0,2716	0,765	B.D.
OXB	0,5647	1	0,5647	1,59	B.D.
Hata	28,0562	79	0,3551		
Toplam	33,9892	82			

Her iki bölgede radyal yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisi 0,001 hata payı ile anlamlı ,bölge farklılığı ile orijin ve bölge farklılığının karşılıklı etkisi ise 0,05 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Tüm bölgelerde radyal yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları tablo 80'de verilmiştir.

Tablo 80. Radyal Yönde Sertlik Değerlerine Bölge Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	9,8068	5	1,9613	6,786	***
Gruplar Arası	55,7838	193	0,2890		
Toplam	65,5907	198			

Radyal yönde sertlik değerlerine bölge farklılığının etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

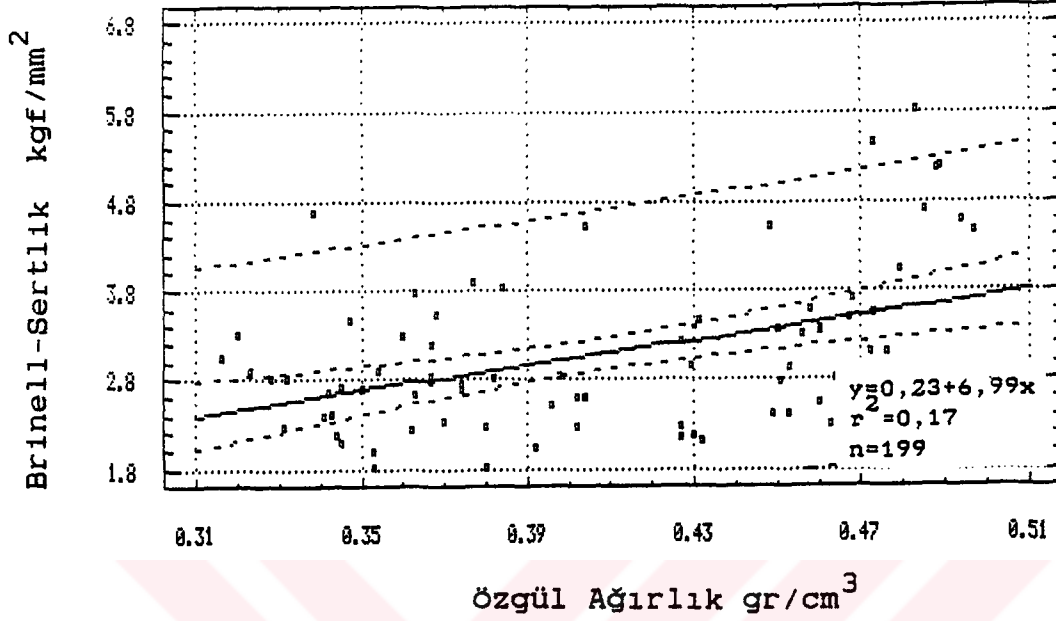
4.4.5.1. Brinell-Sertlik Değeri ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki regresyon analizi sonuçları tablo 81 ve şekil 46'da verilmiştir.

Tablo 81. Brinell-Sertlik Değeri ile Özgül Ağırlık Arasındaki regresyon analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
Regresyon	0,04149	1	0,4149	16,85	***
Hata	0,1845	75	0,002461		
Toplam	0,2260	77			

Brinell-Sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişki 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı olup korelasyon katsayısı 0,42 bulunmuştur.



Şekil 52. Brinell- Sertlik Değeri ile Özgül Ağırlık Arasındaki ilişki

Denemeler sonucu varyans kaynakları ortalamalarının Scheffe karşılaştırma sonuçları tablo 82' de özetlenmiştir.

Tablo 82. Fiziksel ve Mekanik Özelliklere Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamalarının Scheffe Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları *

Varyans Kaynakları	Hava Kuru			Tam Kuru			Hacim-Yoğunluk	
	n	Özgül Ağırlık gr/cm ³		n	Özgül Ağırlık gr/cm ³		Değeri ₃ gr/cm ³	
OrijinB	531	0,424	a	531	0,399	a	0,352	a
OrijinA	429	0,430	b	429	0,411	b	0,365	b
Maçka	640	0,428	a	640	0,402	a	0,354	a
Tonya	320	0,435	a	320	0,407	a	0,364	b
Ayancık	349	0,411	a	349	0,393	a	0,354	b
Maçka B1	355	0,414	a	355	0,389	a	0,343	a
Tonya B2	176	0,433	b	176	0,408	b	0,361	bc
Tonya A2	144	0,436	b	144	0,406	b	0,366	c
Maçka A1	349	0,441	b	349	0,415	b	0,365	c
izmit	138	0,513	c	138	0,484	c	0,424	d

Varyans Kaynakları	n	Teğet Y. Daralma %	n	Radyal Y. Daralma %	n	Basınç Direnci kgf/cm ²
OrijinB	178	7,110 a	179	3,915 a	199	360,59 a
OrijinA	138	7,791 b	138	4,016 a	119	361,91 a
Maçka	248	7,257 a	250	3,905 a	197	354,93 a
Tonya	68	7,645 b	67	4,026 a	121	367,57 b
Tonya B2	44	7,073 a	44	3,982 ab	83	370,98 bc
Maçka B1	134	7,148 a	135	3,848 a	116	350,21 a
Maçka A1	114	7,365 a	115	3,961 a	81	359,66 ab
Ayancık	102	7,387 a	102	4,166 b	118	381,15 c
Tonya A2	24	8,217 b	23	4,070 ab	38	364,16 abc
izmit	69	8,248 b	70	4,929 c	60	459,75 d
Varyans Kaynakları	n	Eğilme Direnci kgf/cm ²	n	Dinamik Eğilme D ₂ kgm/cm ²	n	Makaslama Direnci kgf/cm ²
OrijinB	92	593,42 a	67	0,320 a	56	63,12 a
OrijinA	81	757,10 b	60	0,432 b	55	68,13 a
Tonya	78	605,69 a	57	0,387 a	48	63,93 a
Maçka	95	744,82 b	67	0,365 a	63	67,33 a
Maçka A1	44	898,26 d	30	0,435 c	31	63,13 ab
Maçka B1	51	591,39 a	37	0,296 a	32	70,59 b
Tonya A2	37	615,94 ab	27	0,430 bc	24	65,68 ab
Tonya B2	41	595,44 a	30	0,359 ab	24	63,23 a
Ayancık	61	832,30 c	53	0,321 a	46	60,24 a
izmit	51	663,03 b	32	0,352 ab	43	57,74 a
Varyans Kaynakları	n	Enine Yönde Sertlik ₂ kgf/mm ²	n	Teğet Yönde Sertlik ₂ kgf/mm ²	n	Radyal Yönde Sertlik ₂ kgf/mm ²
OrijinB	42	3,47 a	46	1,74 a	42	1,33 a
OrijinA	40	3,50 a	37	2,17 b	41	1,85 b
Maçka	40	3,47 a	36	1,95 a	39	1,53 a
Tonya	42	3,49 a	47	1,96 a	44	1,64 a
Maçka A1	24	3,78 b	19	2,14 c	22	1,87 c
Maçka B1	16	3,17 ab	17	1,75 abc	17	1,18 a
Tonya A2	16	3,21 ab	18	2,19 c	19	1,82 c
Tonya B2	26	3,76 b	29	1,73 b	25	1,47 ab
Ayancık	78	2,95 a	78	1,40 a	80	1,32 a
izmit	34	3,05 a	35	1,60 ab	36	1,62 bc

Varyans Kaynakları	n	Elastiklik Modülü kgf/cm ²	
OrijinB	65	66770,00	a
OrijinA	63	74507,44	b
Maçka	62	72738,90	a
Tonya	66	68538,90	a
Maçka A1	25	79437,12	b
Maçka B1	37	66040,59	a
Tonya A2	38	69577,77	a
Tonya B2	28	67500,03	a
Ayancık	58	76813,81	b
izmit	30	80900,40	b

* (P< 0,05) Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksız bulunmuşlardır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde Scheffe testi sonuçlarına göre hava kuru ve tam kuru özgül ağırlık değerleri üzerine orijin farklılığının önemli olduğu, bölge farklılığının ise önemli olmadığı görülmüştür.

Bölge ortalamaları incelendiğinde, hava kuru ve tam kuru özgül ağırlıkların 3 homojen grup altında toplandıkları belirlenmiştir.

Hacim yoğunluk değerleri üzerine orijin ve bölge farklılığının etkisinin önemli olduğu, ayrıca bölge ortalamalarının 4 homojen grupta toplandıkları görülmüştür.

Teğet yönde daralma miktarları üzerine orijin ve bölge farklılığı etkisinin önemli olduğu, radyal yönde daralma miktarları üzerine etkisinin ise önemli olmadığı saptanmıştır.

Bölge ortalamaları karşılaştırıldığında, teğet yönde daralma miktarlarının 2 homojen grupta, radyal yönde daralma miktarlarının ise 3 homojen grupta toplandıkları görülmüştür.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde basınç direnci değerlerine orijin farklılığının etkisinin önemli olmadığı, bölge farklılığı etkisinin ise önemli olduğu, ayrıca basınç direnci değerlerinin 4 homojen grupta toplandıkları belirlenmiştir.

etkisinin önemli olduğu ve ortalamaların 4 homojen grupta toplandıkları saptanmıştır.

Dinamik Eğilme direnci değerlerine orijin farklılığı etkisinin önemli olduğu, bölge farklılığı etkisinin ise önemli olmadığı görülmüştür. Dinamik eğilme direnci değerleri 3 homojen grup altında toplanmışlardır.

Makaslama direnci değerlerinin orijin ve bölge farklılığından etkilenmedikleri ve 2 homojen grupta yer aldıkları görülmüştür.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde , teğet ve radyal yönde sertlik değerlerinin orijin farklılıklarından etkilendikleri, bölge farklılığı etkisinin ise sertlik üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Brinell-Sertlik değerlerinin bölge ortalamaları karşılaştırıldığında, liflere paralel yönde sertlik değerlerinin 2, teğet yönde ve radyal yönde sertlik değerlerinin 3 homojen grup altında toplandıkları saptanmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde yapılan Scheffe testi sonuçlarına göre elastiklik modülü değerleri üzerine orijin farklılığının etkisinin önemli, bölge farklılığı etkisinin ise önemsiz olduğu görülmüştür.

Elastiklik modülü değerleri bölge ortalamaları bakımından 2 homojen grupta toplanmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

5.1. Yıllık Halka Genişliği

Yıllık halka genişlikleri tablo 3'de verilmiş olup ortalama yıllık halka genişliği 5,49 mm olarak bulunmuştur. Tüm bölgeler karşılaştırıldığında yıllık halka genişliğinin Tonya Bölgesi B2 orijininde en yüksek (5,95 mm), Ayancık Bölgesinde ise en düşük (5,01 mm) olduğu görülmektedir. Ortalama yaz odunu katılım oranı % 38 bulunmuştur.

Yıllık halka genişliğine orijin ve bölge farklılığının etkisi birlikte araştırılmış ve sonuçta etkinin önemli olmadığı, bütün bölgeler karşılaştırıldığında ise bölge farklılığının yıllık halka genişliğini etkilediği belirlenmiştir.

Duglas odunu ile ilgili yapılan çalışmalarda bulunan bazı yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım değerleri tablo 83'de verilmiştir.

Tablo 83. Duglas Odununda Yıllık Halka Genişlikleri

	Yıllık Halka Genişliği mm	Ağaç Yaşı	Yaz Odunu Katılım Oranı %
Knigge(35)	0,2-3,1	48-75	41
Pechmann(19)	4-6	20-40	-
Kommert(52)	3	87-89	-
Neusser ve diğ.(53)	4,1 3,2 3,7 3,1 4,3	60 72 35 59 -	- - - - 43
Nepveu ve Blachon(70)	3-7	35	-
Sachsse ve Roffael(77)	2,5	-	50,4

Tablo değerleri incelendiğinde ağağ yaşı arttikça yıllık halka genişliğinin azaldığı gör÷lmektedir. Çalışmada ölç÷len yıllık halka genişliği değerleri genç ağağlarda bulunan değerlere yakın çıkmıştır.

Yaz odunu katılım oranı, ortalama 3 mm yıllık halka genişliğine kadar maksimum değerine ulaşmakta, daha sonra azalan bir dağılım göstermektedir.

Yaz odunu katılım oranı, yıllık halka içinde yaz odunu genişliğine bağlı olarak değişmekte olup yıllık halka genişliğinin azaldığı ve yaz odunu genişliğinin arttığı yıllarda maksimum değere ulaşmıştır.

Yıllık halka genişliği arttikça yaz odunu genişliği de artmaktadır.

Yıllık halka kronolojileri incelendiğinde, aynı ağağ içerisinde yıllık halka genişliklerinin az veya çok düzenli olmak üzere bazı değişiklikler gösterdiği ve son yıllarda yıllık halka genişliğinin daralmaya başladığı gözlenmiştir.

Yaz odunu katılım oranı, odunun özgül ağırlığını etkilemektedir. Bu değerin yüksek olduğu izmit Bölgesinde özgül ağırlık değeri de en yüksek çıkmıştır.

iğne yapraklı ağağlarda yıllık halka genişledikçe yaz odunu katılım oranı azalmakta, buna bağlı olarak özgül ağırlık da azalmaktadır.

5.2. Mikroskopik Özellikler

5.2.1. Traheid Uzunlukları

İlkbahar ve yaz odununda yapılan ölç÷mler sonucu bulunan traheid uzunlukları tablo 7' de verilmiştir.

İlkbahar odununda traheid uzunlukları, izmit Bölgesinde en yüksek (2,64 mm), Maçka-A1 Bölgesinde en düşük (2,15 mm), yaz odununda ise, Ayancık Bölgesinde en yüksek (3,09 mm) , Tonya-B2 Bölgesinde en düşük (2,83 mm) bulunmuştur.

Ortalama traheid uzunluğu 2,63 mm bulunmuğu olup, Maçka ve Tonya Bölgelerinde traheid uzunluklarına orijin ve bölge farklılığının etkisi araştırılmış ve sonuçta ilkbahar odunu traheid uzunluklarına etkide buldukları, yaz odununda ise etkinin önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Tüm bölgeler karşılaştırıldığında, bölge farklılığının traheid uzunlukları üzerine çeşitli güven düzeylerinde etkili oldukları ortaya çıkmıştır..

Duglas odununun traheid uzunluğuna ait bazı literatür değerleri tablo 84'de verilmiştir.

Tablo 84. Duglas Odununda Traheid Uzunlukları

	Traheid Uzunluğu mm
Pechmann(19)	4,0
Kommert(52)	3,0
Neusser(53)	2,6
Panshin ve de Zeeuw(101)	3,0
Jacquot(16)	2,5-6,0
Oliver (71)	4,0
Scheiber(102)	2,5-5,6

Deneme ağaçlarının yaşları ve yetiştirme yeri şartlarının traheid uzunlukları üzerinde etkili oldukları görülmektedir. Aynı yaşlı ağaçlar üzerinde yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar çıkmıştır.

Ağaç yaşı arttıkça traheid uzunluğu artmaktadır(104). idare süresinin uzatılması kağıt yapımına elverişli traheid uzunlukları elde edilebilmesi bakımından yararlı olacaktır. Traheid uzunluğu, biçmede elde edilen yüzey düzgünlüğünü etkilemekte, uzunluk arttıkça yüzey düzgünlüğü bozulabilmektedir. Çok genç yaştaki ağaçlar lif verimi bakımından uygun değildir. Kalın çeperli yaz odunu hücreleri

ilkbahar odunundan lifce daha zengindir. Lif verimi farkı duglas odununda % 200'e yakındır(103).

5.2.2.Traheid apları

Teğet ve radyal yöndeki traheid çapları tablo 12'de verilmiştir. Radyal yöndeki çapları, i.O da Maçka-B1 Bölgesinde ve Y.O da Tonya-A2 Bölgesinde en yüksek, izmit Bölgesinde ise en düşük çıkmıştır. Radyal yöndeki traheid çapları i.O'da ortalama 36,94 μm , Y.O'da ise 21,07 μm dir.

Traheidlerin teğet yöndeki çapları kalıtsal olup radyal yöndeki çapları bölge, iklim, yükseklik gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir(104).

i.O'da ortalama teğet yöndeki traheid çapı 36,36 μm , Y.O'da ise 26,20 μm bulunmuştur.

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda radyal yöndeki traheid çaplarına orijin ve bölge farklılığının etkisinin teğet çaplara göre daha etkili olduğu görülmekte ve literatür değerlerine göre ortalama traheid çapı 21-40 μm arasında değerler almaktadır (19, 35, 52,53,105,106).

Duglas odununun traheid çapları diğer hızlı yetişen türlere göre daha küçük olmakta, bu durum odun içindeki sıvı hareketini zorlaştırdığından kurutma ve emprenye edilebilme özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir.

Traheid boyunun traheid çapına oranlanması ile hesaplanan keçeleşme katsayısının i.Y ağaçlarda 70 in üzerinde olması, elde edilecek kağıdın yırtılma direncinin yeterli olacağını göstermektedir(107). Duglas odunu örneklerinde keçeleşme katsayısı ortalama 94,54 olup, kağıt yapımına uygun olduğu söylenebilir.

5.2.3. Traheid, Lümen Genişlikleri ve Çeper Kalınlıkları

Masere edilmiş örneklerden alınan sonuçlar tablo 21, 22, ve 23'de verilmiştir.

Ortalama traheid genişliği i.O'da 49,03 μm , Y.O'da 33,41 μm dir.

Ortalama lümen genişliği i.O'da 40,61 μm , Y.O'da 17,39 μm olup, i.O ve Y.O da yapılan ölçümlerde lümen genişlikleri Tonya-B2 Bölgesinde en yüksek, izmit Bölgesinde ise en düşük bulunmuştur.

Ortalama çeper kalınlığı i.O da 4,3 μm , Y.O da 6,93 μm olmak üzere i.O da Tonya Bölgesinde en yüksek, Maçka-B1 Bölgesinde en düşük, Y.O da ise Ayancık Bölgesinde en yüksek, Maçka Bölgesinde en düşük bulunmuş olup, çeper kalınlıkları literatürdeki değerlerle uyum göstermektedir(16, 35, 53).

Lümen genişliğinin traheid çapına oranlanıp 100 ile çarpılmasıyla hesaplanan "esneklik oranı" 75 den büyük iken "iyi" kalitede kağıt yapımına uygun olmakta, 30 dan küçük iken bu maksatla uygun olmamaktadır(108). Esneklik oranı duglas odunu örneklerinde ortalama 92,82 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(109). Duglas odunu örneklerinde bu değer ortalama 0,58 bulunmuştur.

Traheid uzunluğunun çeper kalınlığına oranlanması ile bulunan "F faktörü" kağıdın esnekliği hakkında bilgi verir. Kağıt sanayisinde yoğun olarak kullanılan kızılçam odununun F faktörü 472,66 olup (110), bu değer duglas odunu örneklerinde ortalama 460 olarak bulunmuştur.

Çeper kalınlığının traheid çapına oranlanması ile bulunan "Rijitide katsayısı" kağıdın patlama ve kopma dirençleri hakkında bilgi verir. Kızılçam odununun rijitide katsayısı 20 olup(110), bu değer duglas odununda ortalama 23,11 bulunmuştur.

Esneklik, Runkel oranı, F faktörü ve rijitide katsayısı değerlerine göre duglas odununun kağıt yapımına uygun olduğu söylenebilir.

5.2.4. Kenarlı Geçit Çapları

Sonuçlar tablo 24'de verilmiş olup ortalama kenarlı geçit çapı 20,75 μm bulunmuştur. En yüksek ortalama değer Maçka-B2 Bölgesinde, en düşük ortalama değer ise Ayancık Bölgesinde bulunmuştur.

Orijin ve bölge farklılığının kenarlı geçit çapı üzerine etkili olduğu görülmüştür.

Geçit çapı büyüklüğü dikkate alınarak, duglas odununda sıvı hareketinin hızlı ve üst yüzey işlemlerine uygun olduğu, ancak çeperlerinin ince ve özgül ağırlığının düşük olması sebebiyle, bu özelliklere bağlı işlemlerde dikkate alınması gerektiği sonucu çıkarılabilir.

Duglas odununda traheidlerin çeperlerinde bulunan spiral kalınlaşmalar genellikle ilkbahar odununda belirgin olup yaz odununda net bir şekilde görülmemektedir.

5.2.5. Porus ve Piceoid Tipi Geçitlerin Çapları

Porus çapları tablo 27'de verilmiş olup ortalama olarak boyuna yönde 5,43 μm , enine yönde ise 5,07 μm dir. Boyuna yönde, Maçka-A1 Bölgesinde en yüksek, Ayancık Bölgesinde en düşük, enine yönde ise izmit Bölgesinde en yüksek, Ayancık Bölgesinde en düşük çıkmıştır.

Piceoid tipi geçitlerin çapları tablo 28'de verilmiş olup ortalama değerleri boyuna yönde 4,97 μm , enine yönde ise 4.39 μm ölçülmüştür. Boyuna yönde Ayancık Bölgesinde, enine yönde ise Tonya Bölgesinde en yüksek, izmit Bölgesinde ise en düşük bulunmuştur.

5.2.6. Boyuna Reçine Kanallarının Çapları

Reçine kanal çapları tablo 26'da verilmiş olup, teğet yönde reçine kanal çapı izmit Bölgesinde en yüksek, Tonya Bölgesinde en düşük, radyal yöndeki çaplar ise, Tonya-A2 Bölgesinde en yüksek, Ayancık Bölgesinde en düşük bulunmuştur.

Ortalama reçine kanalı çapları teğet yönde 55,20 μm , radyal yönde ise 53,89 μm ölçülmüştür.

Reçine kanalları küçük çaplı olup daha çok yaz odununda ve az sayıda , yıllık halka içinde seyrek olup epitel hücrelerinin duvarları kalındır.

Reçine miktarının az olması soyma kaplama gibi kullanım alanlarında avantaj sağlamakta ve işlenme özelliğini olumlu yönde etkilemektedir.

5.2.7. Özışını Ölçümleri

Özışınları ile ilgili ölçüm sonuçları tablo 30-31'de verilmiştir.

Birim alandaki ortalama özışını sayısı 30,11 adet olup Ayancık Bölgesinde en yüksek, Tonya-B2 Bölgesinde en düşük çıkmıştır.

Birim uzunluktaki ortalama özışını sayısı 4,06 adet olup izmit Bölgesinde en yüksek, Tonya-B2 Bölgesinde ise en düşük bulunmuştur.

Maksimum özışını yükseklikleri ortalama 18,28 hücre ve 410,68 μm dir. Ölçüm değeri olarak en yüksek değer Tonya-A2 Bölgesinde , en düşük değer ise yine aynı bölgedeki B2 orijininde, hücre sayısı bakımından ise izmit bölgesinde en yüksek, Maçka-B1 Bölgesinde en düşük bulunmuştur.

Ortalama özışını genişliği 23,04 μm olup, en yüksek değer Tonya-B2 Bölgesinde , en düşük değer ise Ayancık Bölgesinde çıkmıştır.

Özışınlarının boyut ve sayıları enine yöndeki iletimi etkilemektedir. Diğer hızlı gelişen türlerden sahil çamına göre özışını sayısı daha fazladır(111).

Enine yönde reçine kanalları bazı özışınlarının içinde yer almaktadır.

5.2.8. Birim Alandaki Traheid Sayısı

İlk bahar ve yaz odunundaki traheid sayıları tablo 32'de verilmiştir.

Birim alandaki ortalama traheid sayısı İ.O'da 333 adet olup, Maçka-A1 Bölgesinde en yüksek, Tonya-B2 ile Ayancık Bölgelerinde en düşük, Y.O'da ise 568 adet olup, İzmit Bölgesinde en yüksek, Tonya-A2 Bölgesinde en düşük çıkmıştır. Toplam olarak birim alandaki ortalama traheid sayısı 901 dir.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde birim alandaki traheid sayılarına İ.O'da orijin ve bölge farklılığının etkisinin önemsiz, yaz odununda ise çeşitli güven düzeylerinde etkili olduğu görülmüştür. Tüm bölgeler karşılaştırıldığında, İ.O ve Y.O da bölge farklılığı etkisi önemli çıkmıştır.

Traheid sayılarıyla radyal yöndeki traheid çapları karşılaştırıldığında, birim alandaki traheid sayısının en yüksek olduğu İzmit Bölgesinde traheid çaplarının diğer bölgelere göre daha küçük olduğu saptanmıştır.

Traheid sayıları yavaş büyüyen türlerle karşılaştırıldığında düşük, hızlı gelişen bir tür olan sahil çamıyla karşılaştırıldığında daha yüksek çıkmıştır.

İzmit Bölgesinde birim alandaki ortalama traheid sayısı 954 adettir. En yüksek ortalama özgül ağırlık İzmit Bölgesinde elde edilmiştir. Buna göre, traheid sayısı arttıkça, özgül ağırlığın artacağı söylenebilir.

5.3. Fiziksel Özellikler

5.3.1. Özgül Ağırlıklar

5.3.1.1. Hava Kuruğu Özgül Ağırlık

Hava kuruğu özgül ağırlık değerleri tablo 38'de verilmiş olup ortalama değer $0,441 \text{ gr/cm}^3$ olarak bulunmuştur. En yüksek özgül ağırlık değeri ($0,513 \text{ gr/cm}^3$) izmit Bölgesinde, en düşük değer ($0,411 \text{ gr/cm}^3$) Ayancık Bölgesinde elde edilmiştir.

Bölge ve orijin farklılığının özgül ağırlık üzerine ęeřitli güven düzeylerinde etkili olduğu istatistiksel anlamda belirlenmiş olup, bazı özgül ağırlık değerleri tablo 85'de verilmiştir.

Tablo 85. Douglas Odununda Özgl Ağırlık Değerleri

	Hava Kuruğu Özgl Ağırlık gr/cm ³
Kommert(52)	0,519
Neusser(53)	0,573
Panshin ve de Zeeuw(101)	0,459
Scheiber(102)	0,35-0,51-0,75
Sachsse (44)	0,48
Trendelenburg(45)	0,48
Eddy(46)	0,562
Wood Handbook(112)	0,463
Van Vliet (47)	0,450
Snoddgrass(51)	0,429
Knigge(50)	0,47

Çalışmada bulunan değerler, literatürdeki değerlere yakın çıkmıştır. Farklılıklar bölge, iklim, ağaç yaşı, orijin farklılığı gibi faktörlerden kaynaklanmış olabilir.

Özgül ağırlığın, yavaş büyüyen diğer türlerden küçük çıkması direnç özelliklerini etkilemekte ve bu da kullanım alanlarını sınırlamaktadır. İdare süresinin uzun tutulması probleme çözüm getirebilir.

Maden direği kullanımı için basınç direnci değerinin yüksek olması istendiğinden genç yaşlarda maden direği olarak kullanımı uygun değildir.

Yonga levha yapımında kullanılan odunda özgül ağırlığın 0,400-0,700 gr/cm³ arasında olması istenir(113). Douglas odununun, özellikle izmit Bölgesinden alınan örneklerin, özgül ağırlık bakımından yonga levha yapımına uygun olduğu söylenebilir. Deneme ağaçlarının yaşlarının genç olması sebebiyle özgül ağırlıkları düşük çıkmıştır.

Yıllık halka içinde ilkbahar ve yaz odunu sınırının belirgin olması soyma kaplama üretiminde yüzey kalitesi bakımından sakınca oluşturmaktadır. Özgül ağırlığı düşük olan odunlardan üretilen kaplamaların yüzeyi tiftikli bir görünüm alır ve kullanılan tutkal miktarını arttırır.

5.3.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

Tam kuru özgül ağırlık değerleri tablo 41'de verilmiştir. Ortalama tam kuru özgül ağırlık, izmit Bölgesinde en yüksek, Maçka-B1 Bölgesinde en düşük çıkmıştır. Ortalama tam kuru özgül ağırlık 0,415 gr/cm³ olarak bulunmuştur.

Bölge ve orijin farklılığının çeşitli güven düzeylerinde tam kuru özgül ağırlık üzerine istatistiksel anlamda etkili olduğu belirlenmiş olup sonuçlar literatürde bulunanlara yakın çıkmıştır (44-47,49-53,93,103, 112).

5.3.2. Hacim-Yoğunluk Değeri

Hacim-yoğunluk değerleri tablo 44'de verilmiş olup ortalama değer 368 gr/cm^3 olarak bulunmuştur. Bölgelere göre; en yüksek değer (424 gr/cm^3) ile izmit Bölgesinde, en düşük değer (343 gr/cm^3) ile Maçka-B1 Bölgesinde bulunduğu belirlenmiştir.

Hacim-yoğunluk değeri üzerine orijin ve bölge farklılığının çeşitli güven düzeylerinde etkili olduğu saptanmış ve hacim-yoğunluk değeri ile tam kuru özgül ağırlık arasında , kuvvetli artan bir ilişki belirlenmiştir.

Hacim-yoğunluk değeri; birim hacimde, yaş haldeki odun içerisinde bulunan kuru odun maddesi miktarını göstermekte ve kağıt üretiminde selüloz verimini belirlemede kullanılmaktadır. Ticari kağıt hamuru odunlarında bu değer $0,3-0,6 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir(107).

5.3.3. Hücre Çeperi ve Hava Boşluğu Oranları

Tablo 48'e göre; en yüksek hücre çeperi hacmi (% 32,13) izmit Bölgesinde, en düşük değer ise (% 25,93) Maçka-B1 Bölgesinde çıkmıştır.

Hava boşluğu hacmi de hücre çeperi hacmine bağlı olarak değişmektedir.

5.3.4. Odun-Su ilişkileri

Denemeler sonucu bulunan değerler tablo 49'da verilmiş olup ortalama çalışma miktarları, en yüksek izmit Bölgesinde en düşük Tonya-B2 Bölgesinde bulunmuştur.

Ortalama hacimsel daralma miktarı % 11,31, hacimsel genişleme miktarı % 12,11 bulunmuş olup, orijin ve bölge farklılığı çeşitli güven düzeylerinde çalışma miktarları üzerine etkili olmaktadır.

Duglas odununa ait çalışma miktarları tablo 86'da verilmiştir.

Tablo 86. Duglas Odununda Çalışma Miktarları (%)

	β1	βr	βt	βv
Panshin ve				
de Zeeuw(101)	0,17	3,4	5,9	9,47
Scheiber(102)	0,3	4,2	7,4	11,9
Bozkurt(116)	-	4,8	7,6	12,4
Wood Handbook(112)		4,8	7,6	12,4

Bulunan değerler, literatür değerlerine yakın çıkmıştır.

Maçka ve Tonya Bölgelerinde, teğetsel yöndeki daralma miktarlarına, orijin ve bölge farklılığı çeşitli güven düzeylerinde etkili olurken, radyal yöndeki daralma miktarlarına etkinin önemsiz olduğu, ayrıca tüm bölgeler karşılaştırıldığında, bölge farklılığının teğetsel ve radyal yöndeki daralma miktarları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Deneme örneklerinin özgül ağırlıkları düşük olduğu için hacimsel daralma miktarları küçük çıkmıştır. Ağaç malzemenin az çalışması kullanım yerleri açısından özellikle mobilya, parke, kaplama endüstrisinde istenilen bir özelliktir.

5.3.4.1. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti

Duglas odununun lif doygunluğu noktası rutubeti, ortalama % 31,84 olarak bulunmuş olup izmit Bölgesinde en yüksek, Maçka-B2 Bölgesinde en düşük çıkmıştır.

Bu değer ağaç malzemenin çalışma özelliğini etkilemekte, emprenye, kurutma gibi işlemlerde önemli olmaktadır.

5.3.4.2. Odunun içerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Tablo 54'e göre; ortalama değer % 205,73 bulunmuştur. Maksimum su yüzdesi, Maçka-B1 Bölgesinde en yüksek (% 225), izmit bölgesinde en düşük (% 169,3) ıkmıştır.

Bu değer ağaç malzemenin emprenye ve kurutma işleminde önem kazanmakta olup, gerekli emprenye maddesi miktarını belirlemede kullanılmaktadır.

5.4. Mekanik zellikler

5.4.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Basınç direnci değerleri tablo 55'de verilmiş olup ortalama 380,93 kgf/cm² bulunmuştur. Bu değer izmit Bölgesinde en yüksek (460,50 kgf/cm²), Maçka-B1 Bölgesinde en düşük (350,21 kgf/cm²) ıkmıştır.

Orijin ve bölge farklılığı çeşitli güven düzeylerinde basınç direnci üzerinde etkilidir. Douglas odununda basınç direncine ait bazı literatür değerleri tablo 87'de verilmiştir.

Tablo 87. Douglas Odununda Basınç Direnci Değerleri

	Basınç Direnci kgf/cm ²
Grosser (14)	500
Wood Handbook (112)	508
Scheiber (102)	430-520
Douglas-Fir (49)	559
Knigge (50)	460
Snodgrass (51)	244
Kommert (52)	674
Neusser (53)	440
Koltzenburg (55)	400
Panshin ve de Zeeuw (101)	506
Hapla (59)	534
Hapla (60)	430
Hapla (62)	494
Möhler (68)	450

Deneme ağaçlarında genç odun fazla olduğu için basınç direnci literatürdekilerden düşük değerler almıştır. Bunda bölge iklim, yetiştirme şartları farklılıkları da etkili olabilir. Özgül ağırlık ile basınç direnci arasında artan yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Statik kalite ortalama değeri 8,62 bulunmuş olup bu değer Ayancık Bölgesinde en yüksek (9,24), Maçka-A1 Bölgesinde en düşük (8,15) çıkmıştır. Buna göre; duglas odunu "iyi" kalite özelliğine sahiptir.

Spesifik kalite değeri bakımından ise, " yumuşak odun" sınıfına girmektedir.

5.4.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci değerleri tablo 59'da verilmiş olup ortalama değer 700 kgf/cm² olarak bulunmuştur. Bu değer Maçka-A1 Bölgesinde en yüksek (898,26 kgf/cm²), aynı bölgenin B1 orijininde en düşük (591,39 kgf/cm²) çıkmıştır.

Duglas odununda eğilme direnci değerlerine ait bazı literatür değerleri tablo 88'de verilmiştir.

Tablo 88. Duglas Odununda Eğilme Direnci Değerleri

Eğilme Direnci kgf/cm ²	
Grosser (14)	800
Wood Handbook (112)	868
Scheiber (102)	680-820
Duglas-Fir (49)	940
Knigge (50)	903
Kommert (52)	1000
Neusser (53)	1000
Koltzenburg (55)	800
Panshin ve de Zeeuw (101)	906
Hapla (59)	1005
Hapla (62)	984
Wiiese (114)	934
Mitchel (115)	680-820

Deney sonuçları Maçka-A1 ve Izmit Bölgelerinde literatür değerlerine yakın, diğer bölgelerde ise daha düşük çıkmıştır.

Orijin ve bölge farklılığı, eğilme direnci üzerine 0,001 güven düzeyinde etkilidir.

Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında artan yönde bir ilişki mevcut olup , genç yaştaki duglas odunları yüksek eğilme direnci isteyen kullanım yerlerinde sakıncalı olabilir.

5.4.2.1.Eğilmede Elastiklik Modülü

Tablo 63'e göre, elastiklik modülü değerleri izmit Bölgesinde en yüksek(80900 kgf/cm²), Maçka-B1 Bölgesinde ise en düşük (66040 kgf/cm²) çıkmıştır. Ortalama değer 73377 kgf/cm² dir.

Duglas odununda eğilmede elastiklik modülüne ait bazı literatür değerleri tablo 89'da verilmiştir.

Tablo 89. Duglas Odununda Eğilmede Elastiklik Modülü Değerleri

Eğilmede Elastiklik Modülü	kgf/cm ²
Grosser(14)	120000
Wood Handbook(112)	136500
Scheiber(103)	115-135000
Duglas-Fir(49)	115000
Kommert(52)	155000
Neusser(53)	129000
Koltzenburg(54)	116000
Panshin ve de Zeeuw(102)	116000
Wiese(114)	121600
Mitchel(115)	1150000
Eddy(46)	140000
Snotgrass(51)	104860

Deney sonuçları, literatür değerlerinden daha düşük olup yaş farkı, bölge ve orijin farklılığı elastiklik modülü üzerinde etkili olmaktadır.

Eğilme direnci ile elastiklik modülü arasında artan bir ilişki mevcut olup, deneme ağaçlarının genç yaşta olması elastiklik modüllerinin küçük çıkmasında etkili olabilir.

5.4.3. Şok Direnci

Şok direnci değerleri tablo 67'de verilmiş olup ortalama değer $0,365 \text{ kgm/cm}^2$ olarak bulunmuştur. bu değer Maçka-A1 Bölgesinde en yüksek ($0,435 \text{ kgm/cm}^2$), Maçka-B1 Bölgesinde ise en düşük ($0,296 \text{ kgm/cm}^2$) çıkmıştır.

Duglas odununa ait bazı şok direnci değerleri tablo 90'da verilmiştir.

Tablo 90. Duglas Odununda Şok Direnci Değerleri

Şok Direnci kgm/cm^2	
Scheiber (102)	0,38
Neusser (53)	0,55
Hapla (61)	0,48
Mitchel (115)	0,38
Hapla (62)	0,30
Hapla (60)	0,31

Literatür değerlerinin, çalışma sonucu bulunan değerlere yakın olduğu görülmektedir. Şok direncini orijin ve bölge farklılığı çeşitli güven düzeylerinde etkilemektedir.

Şok direnci ile özgül ağırlık arasında diğer dirençlere göre daha zayıf olmak üzere artan bir ilişki bulunmuştur.

Duglas odununun ortalama dinamik kalite değeri 1,887 olup, buna göre " elastik" odun sınıfındadır.

Deneme ağaçlarının genç ve dolayısı ile yıllık halkaların geniş oluşmasına rağmen çok direnci değerleri yaşlı örneklerden elde edilen değerlere yakın çıkmıştır. Bu bakımdan tel direği yapımında kullanılabilir.

5.4.4. Makaslama Direnci

Makaslama direnci değerleri tablo 71'de verilmiş olup, Maçka-A1 Bölgesinde en yüksek (70,59 kgf/cm²), İzmit Bölgesinde en düşük (57,62 kgf/cm²)tür.

Douglas odununda makaslama direncine ait bazı literatür değerleri tablo 91'de verilmiştir.

Tablo 91. Douglas Odununda Makaslama Direnci Değerleri

	Makaslama Direnci kgf/cm ²
Scheiber(44)	79
Douglas-Fır(51)	114,1
Snodgrass(53)	62,16
Mitchel(115)	79
Pechmann(19)	61,7

Deney örneklerinde ortalama makaslama direnci 63,38 kgf/cm² olup, literatürde verilen bazı değerlere yakındır. Maçka-Tonya Bölgelerinde makaslama direncine orijin ve bölge farklılığının etkisinin önemli olmadığı, tüm bölgeler karşılaştırıldığında makaslama direncine bölge farklılığının etkisinin 0,05 güven düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

5.4.5. Brinell-Sertlik Değeri

Brinell sertlik değerleri tablo 74'de verilmiştir. Liflere paralel yöndeki sertlik değeri Maçka-A1 Bölgesinde en yüksek (3,78 kgf/mm²), Ayancık Bölgesinde en düşük (2,96 kgf/mm²)

çıkmiş olup ortalama değer $3,32 \text{ kgf/mm}^2$ olarak bulunmuştur.

Teğet yöndeki sertlik değeri, Tonya-A2 Bölgesinde en yüksek ($2,19 \text{ kgf/mm}^2$), Ayancık Bölgesinde en düşük ($1,40 \text{ kgf/mm}^2$) olup, ortalama değer $1,80 \text{ kgf/mm}^2$ dir.

Radyal yöndeki sertlik değeri, Maçka-A1 Bölgesinde en yüksek ($1,87 \text{ kgf/mm}^2$), aynı bölgedeki B1 orijininde en düşük ($1,18 \text{ kgf/mm}^2$) olup, ortalama değer $1,54 \text{ kgf/mm}^2$ dir.

Liflere paralel, teğet ve radyal yöndeki sertlik değerleri üzerine orijin ve bölge farklılığının etkisi çeşitli güven düzeylerinde önemli çıkmıştır. Liflere dik yöndeki sertlik değerleri liflere paralel yöndeki sertlik değerlerinden düşük, teğet yöndeki sertlik değerleri radyal yöndeki sertlik değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum radyal kesitteki özışınlarının yapısı ve katılım oranlarından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca yaz odunu katılım oranı, traheid çeperlerinin inceliği ve birim alandaki sayıları sertlik değeri üzerinde etkilidir.

Duglas odununun anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklere ait değerleri tablo 92-94'de, yıllık halka genişliği ile fiziksel ve mekanik özellikler arasında oluşturulan korelasyon matrisleri tablo 95-96'da verilmiştir.

Tablo 92. Duğlas Odununun Anatomik Özellikleri

Bölge		Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	İzmit	
Traheid Uzunluğu mm	İ.O	2,15	2,34	2,28	2,31	2,29	2,64	
	Y.O	2,87	2,96	2,88	2,83	3,09	3,02	
Traheid Çapı µm	İ.O	T	36,57	37,26	35,98	36,52	35,91	35,96
		R	37,29	38,88	36,57	35,51	38,85	34,55
	Y.O	T	26,89	25,69	27,39	25,03	25,74	26,46
		R	21,38	20,05	23,06	21,12	21,04	19,81
Traheid Geniş. µm	İ.O	45,35	48,82	52,37	53,65	47,80	46,20	
	Y.O	30,32	29,20	34,60	40,48	35,27	30,59	
Lümen Geniş. µm	İ.O	45,35	48,82	52,37	53,65	47,80	46,20	
	Y.O	30,32	29,20	34,60	40,48	35,27	30,59	
Çeper Kalın. µm	İ.O	3,485	3,40	4,97	4,97	4,68	4,38	
	Y.O	7,42	7,12	38,11	8,13	9,047	8,61	
Kenarlı Geçit Ç. µm	İ.O	20,42	21,19	21,35	22,45	19,49	19,63	
Porus Çapı µm	Boy	5,72	5,70	5,51	5,57	4,77	5,32	
	En	5,17	5,06	5,24	5,05	4,65	5,25	
Pinoid G. Ç. µm	Boy	4,98	5,14	5,30	4,53	5,59	3,93	
	En	4,25	4,51	4,95	4,51	4,23	3,89	
Boyuna Reçine K.Ç. µm	T	54,84	51,76	51,71	51,71	57,76	63,57	
	R.	55,32	51,44	65,96	50,38	49,26	51,01	
Birim Alandaki Özişini S. (Adet)		29,61	30,34	29,71	26,02	32,86	32,14	
Birim Uzunluk-taki Özişini S. (Adet)		30,32	29,20	34,60	40,48	35,27	30,59	
Mak. Özişini Y. (Hücre)		17,72	16,83	19,08	18,50	18,04	19,56	
Mak. Özişini Y. µm		389,6	416,2	451,8	371,53	400,00	434,80	
Özişini Genişliği µm		24,26	23,95	22,48	29,18	17,04	21,33	
Birim A. Traheid Sayısı (adet)	İ.O	340	336	337	331	331	323	
	Y.O	568	584	530	541	554	631	

Tablo 93. Duğlas Odununun Fiziksel Özellikleri

Bölge	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	İzmit	
Yıllık Halka Genişliği mm	5,40	5,52	5,78	5,95	5,01	5,28	
Hava Kuruğu Özgül A. gr/cm ³	0,441	0,414	0,436	0,433	0,411	0,513	
Tam Kuru Özgül A. gr/cm ³	0,415	0,389	0,406	0,408	0,393	0,482	
Hücre Çeperi Oranı %	27,66	25,93	27,00	27,20	25,20	32,13	
Hava Boşluğu Oranı %	72,34	74,07	73,00	72,80	73,80	67,87	
Çalışma Miktarları	8t	7,365	7,148	7,217	7,073	7,380	7,448
	8r	3,961	3,848	4,070	3,982	4,160	4,429
	8l	0,267	0,21	0,309	0,317	0,412	0,401
	8v	11,267	10,866	11,295	11,004	11,545	11,924
	ar	7,952	7,553	7,779	7,598	7,950	7,960
	ar	4,137	3,962	4,475	4,142	4,338	4,600
	al	0,290	0,274	0,352	0,336	0,461	0,412
	av	12,100	11,618	12,375	11,730	12,315	12,560
Lif Doygunluğu N. R. %	30,3	31,5	32,5	30,4	32,5	33,0	
Maksimum Su Yüzdesi %	270,3	225,0	206,5	210,5	215,8	169,3	

Tablo 94. Duğlas odununun Mekanik Özellikleri

Bölge	Maçka A1	Maçka B1	Tonya A2	Tonya B2	Ayancık	izmit
Basınc Dir. kg/cm^2	359,66	350,21	364,19	370,98	380,09	460,50
Eğilme Dir. kg/cm^2	896,26	591,59	615,94	595,48	663,03	832,30
Eğilmede Elastiklik Modülü kg/cm^2	79437,1	66040,6	69577,8	67500,0	76813,8	80900,4
Şok Direnci kgm/cm^2	0,435	0,296	0,430	0,359	0,321	0,352
Makaslama Direnci kg/cm^2	70,59	63,13	65,58	63,23	60,14	57,62
Brinell-Sertlik kg/mm^2	E	3,78	3,17	3,21	3,76	3,05
	T	2,14	1,75	2,19	1,73	1,60
	R	1,87	1,18	1,82	1,47	1,62

Tablo 95. Yıllık Halka Genişliği ile Mekanik Özellikler Arasında Oluşturulan Korelasyon Matrisi

	Y.H.G	σ_e	E	σ_m	σ_s	σ_b	H _{bl}	H _{bt}	H _{br}
Y.H.G	1	-0,14	-0,29	-0,10	-0,04	-0,36	0,25	0,22	0,15
σ_e	-0,14	1	0,72	-0,15	0,46	0,41	-0,08	0,34	-0,01
E	-0,29	0,72	1	-0,35	-0,42	0,16	-0,33	-0,22	-0,04
σ_m	-0,10	-0,15	-0,35	1	-0,03	-0,13	0,22	-0,07	0,04
σ_s	-0,04	-0,46	0,42	-0,03	1	0,25	-0,05	0,29	-0,15
σ_b	-0,36	0,41	0,16	-0,13	0,25	1	0,05	0,39	0,05
H _{bl}	0,25	0,08	-0,33	0,22	-0,05	0,16	1	-0,13	-0,24
H _{bt}	0,22	0,34	-0,22	-0,07	0,29	0,39	-0,13	1	-0,15
H _{br}	0,15	-0,01	-0,04	-0,04	-0,15	-0,05	-0,24	-0,15	1

Y.H.G= Yıllık Halka Genişliği

σ_e = Eğilme direnci

E= Eğilmede Elastiklik Modülü

σ_m = makaslama Direnci

σ_s = Şok Direnci

σ_b = Basınç Direnci

H_{bl}= Enine Yönde Sertlik

H_{br}= Radyal Yönde Sertlik

H_{bt}= Teğet Yönde Sertlik

Tablo 96. Yıllık Halka Genişliği ile Fiziksel Özellikler
Arasında Oluşturulan Korelasyon Matrisi

	Y.H.G	ρ_0	ρ_{12}	y	β_t	β_r	α_t	α_r	β_v	α_v
Y.H.G	1	-0,58	-0,56	-0,51	-0,01	0,28	0,05	0,29	0,21	0,22
ρ_0	-0,58	1	0,98	0,93	-0,46	0,06	-0,43	-0,02	-0,34	-0,36
ρ_{12}	-0,56	0,98	1	-0,93	-0,44	-0,07	-0,45	-0,08	-0,39	-0,40
y	-0,51	0,93	0,93	1	-0,47	-0,05	-0,41	-0,01	-0,34	-0,36
β_t	0,01	-0,46	-0,44	-0,47	1	-0,10	0,99	-0,10	0,63	0,66
β_r	0,28	0,06	-0,07	-0,05	-0,10	1	-0,09	0,99	0,69	0,63
α_t	0,05	-0,43	-0,45	-0,41	0,99	-0,09	1	-0,08	0,67	0,65
α_r	0,29	-0,02	-0,08	-0,01	-0,10	0,99	-0,08	1	0,69	0,67
β_v	0,21	-0,34	-0,39	-0,34	0,63	0,69	0,67	0,69	1	0,99
α_v	0,22	-0,36	-0,40	-0,36	0,66	0,63	0,65	0,67	0,99	1

Y.H.G=Yıllık Halka Genişliği

ρ_0 = Tam Kuru Özgül Ağırlık

ρ_{12} = Hava Kurusu Özgül Ağırlık

y = Hacim-Yoğunluk

β_t = Teğet Yönde Daralma

β_r = Radyal Yönde Daralma

α_t = Teğet Yönde Genişleme

α_r = Radyal Yönde Genişleme

β_v = Hacimsel Daralma

α_v = Hacimsel Genişleme

6. KAYNAKLAR

- (1) Kayın, N., Entansif Kültür Metodu ve Hızlı Gelişen İbrelili Türlerle Ağaçlama Çalışmaları Üzerine Bir İnceleme ve Türkiye İçin Önemi, Orman Mühendisliği I. Teknik Kongresi, 1966, Bildiriler Kitabı, Cilt II, 465.
- (2) Ürgenç, S., Hızlı Gelişen Bazı Egzotik İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Türkiye'ye İthalı ve Yetiştirilmesi İmkanları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No:175/188, İstanbul, 1972.
- (3) Şimşek, Y. Duğlas (Pseudotsuga menziesii (Mirb) Franco)'ın Türkiye'ye İthalı ve Orijin Problemleri Üzerine Araştırmalar, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enst.Yay., No:232, İzmit, 1979.
- (4) Şimşek, Y., Karadeniz Bölgesinde Yapılacak Duğlas Ağaçlandırmaları İçin Orijin Seçimi, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 190, Ankara, 1987.
- (5) Eyüboğlu, A. K., Meryemana Araştırma Ormanındaki Sahil Duğlası ile Doğu Ladini Verim Güçlerinin Karşılaştırılması, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 3, 2/66(1987) 47-50.
- (6) Şimşek, Y., 1973-1974 Yılında Türkiye'de Tesis Edilen Uluslararası Duğlas Orijin Denemelerinin Sonuçları, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No:17, İzmit, 1971.
- (7) Eyüboğlu, A. K., Pseudotsuga Taxifolia viridis Orijin Denemesi (Fidanlık Safhası), Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Tek. Bül. Ser. No: 62, Ankara, 1975.
- (8) Eyüboğlu, A. K., Pseudotsuga Taxifolia viridis Orijin Denemesi (Ağaçlama Safhası), Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Tek. Bül. Ser. No:98, Ankara, 1979.
- (9) Şimşek, Y., Duğlas Yetiştirme Tekniği, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi No:55, Ankara, 1988.
- (10) Ungan, K., Memleketimiz Orman Ağaçlandırmalarında Pseudotsuga Taxifolia var. viridis'in Takdimi ve Problemleri, Orman Mühendisliği Kongresi, 1969, Ankara, Bildiriler Kitabı, 312-318. .

- (11) Goldfarb, B. und Zaerr. J.B., Douglas-Fir [Pseudotsuga menziesii(Mirb)Franco], Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol.5, Trees II, Springer-Verlag, Berlin, 1989.
- (12) Grosser, D. und Teetz, W., Einheimische Nutzholzer (Loseblattsammlung), Centrale Marketing Gesellschaft der Deutschen Agrarwirtschaft mbH(CMA). Bonn, 1985.
- (13) Scheiber, W., Holz Atlas, VEB Fachbuch Verlag Leipzig, 1985.
- (14) Grosser, D., Die Hölzer Mitteleuropas, Springer-Verlag, Berlin, 1977.
- (15) Sachsse, H., Das Holz der Douglasie-Bau, Eigenschaften und Verwendung, Forst und Holz, 46, 12 (1991) 326-331.
- (16) Jacquiot, C., Atlas d'Anatomie des Bois des Coniferes, Centre Technique du Bois, Paris, 1955.
- (17) Miller, D.J., Permeability of Douglas Fir in Oregon, For. Prod. J., 12, 3 (1961) 14-17.
- (18) Krahmer, R., Anatomical Features of Permeable and Refractory Douglas-Fir, For. Prod. J., 2, 4 (1961) 439-441.
- (19) Pechmann C. H., Untersuchungen über die Holzeigenschaften von Douglasien aus Linksrheinischen Anbaugebieten, Institut für Holzkunde und Forstnutzung der Forstlichen Forschungsanstalt, 4, 2 (1968) 89-123.
- (20) Liese W. and Bauch, J., On Anatomical Causes of the Refractory Behaviour of Spruce and Douglas-fir, Journ. Inst of Wood Scn., 19, 4 (1967) 3-14.
- (21) Stamm, A.J., Maximum Effective Pit Pore Radius of the Heartwood and Sapwood of Six Softwoods as effected by Drying and Resoaking, Wood Fibre, 1, 4(1970),263-269.
- (22) Mc Kimmy, M.D. and Nicholas, D., Genetic Differences in Wood Traits Among Half-Century Old Families of Douglas-fir, Wood Fiber, 2, 4(1971), 347-355.
- (23) Bauch, J., Liese W. and Schultze R., The Morphological Variability of the Bordered Pit Membranes in Gymnosperms, Wood Science and Tech, 5, 6 (1962) 165-184.

- (24) Dougal, E. and Krahmer R., Ultrastructural Observations of Parenchyma and Sclereids in Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco] Bark, Wood and Fiber Science, 16, 2 (1984) 246-256.
- (25) Kocon J., Occurrence and Structure of Compression Wood in European fir (*Abies alba* Mill.) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* F.9 as Revealed by Electron Microscopy X Rays Diffraction, Folia-Forestalia-Polonica, Seria A-Lesnictwo, 30 (1988) 133-39.
- (26) Dodds, R.S., Fox, P., Kinetics of Tracheid Differentiation in Douglas-fir, Annals of Botany, 65, 6 (1990) 649-657.
- (27) Korth, I., Tracheid Length in Vital and Nonvital Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in the Netherlands, Iawa Bulletin, 11, 2 (1990) 203-209.
- (28) Japing, H.W., Technical Properties of Douglas Fir Timber, Ned.Bosb.Tijdschr., 30, 5 (1958) 150-163.
- (29) Giordano, G., Wood Properties of Some Exotic Conifers Grown in Italy, Part 1. *Pseudotsuga Taxifolia*, *Pinus Strobus*, *P. Caraiensis*, *L. Lwptolepis*, *Sonr. sci-prat. migl. Conose. Legno. Firenze fasc.* 3, 4 (1959) 312-328.
- (30) Quiguandon, B., The Wood of Douglas Fir from French Forest, Rev. Bois Appl., 14, 7 (1959) 23-27.
- (31) Pietrzak, E., Investigation of the Main Physical and Mechanical Properties of the the Wood of *Pseudotsuga taxifolia*, Prace Inst. Tech. Drewna, 11, 1 (1964) 87-92.
- (32) Sacre, E., Physical, Mechanical and Anatomical Analysis of Douglas Fir Wood Grown in the St-Hubertregion, Bull.Soc. For. Belg. 67, 7 (1960) 279-285.
- (33) Loffler, H., Properties and Uses of Central European Douglas Fir, Holz-Zbl., 92, 56 (1966) 1047-1049.
- (34) Kunesch, R. H., Strength and Elastic Properties of Wood in Transverse Compression, For. Prod. J., 18, 1 (1968) 67-72.
- (35) Knigge, W., Relation Between Wood Properties and Growth of *P. Taxifolia* as and Exotic (in Germany), Schreibe Forstl. Fak. Univ. Gottingen, 22 (1958) 101-118.

- (36) Harris, J. M., Orman, H.R., the Physical and Mechanical Properties of New Zealand Grown Douglas Fir (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.), Tech. Pap. For. Res. Inst., 2, 24 (1958) 87-95.
- (37) Brodovic, T. and Cybyk, B., Physical and Mechanical Properties of Wood of *Pseudotsuga menziesii* var. *viridis*, Lesn.2., Arhangel'sk, 12, 2 (1969) 74-76.
- (38) Lassen, L. and Okkonen, E. A., Sapwood Thickness of Douglas-Fir and Five Other Western Softwoods, U. S. Forestr Services Res. Pap., U. S. For. Prod. Lab. Madison, No:124, 1967.
- (39) Brun, R., Effect of Growth on the Wood Structure of *Pseudotsuga taxifolia* var. *viridis*, -Inf. tec. Inst. For. Santiago, 21 (1965) 50-55.
- (40) Hejnowicz, A., Anatomical Studies on the Wood of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco, Arboretum Kornickie, 16 (1971) 169-197.
- (41) Overholzer, J. L., Oregon Hartwood Sawtimber, Rep. Oregon Forest Res. Lab., No:6-9, 1968.
- (42) Espenas, L.D. Compression Tests on Engelmann Spruce and Douglas Fir Study Walls, Rep. Oregon Sch. For., No:I, 1971.
- (43) McGowan, W. M., Paralel to Grain Tensile Properties of Coast and Interior Grown Douglas fir, Inform, Rep. West. For. Prod. Lab., 87 (1971) 32.
- (44) Sachse, H., Das Holz der Douglasie-Bau, Eigenschaften und Verwendung, Forst und Holz, 46, 25 (1991) 326-323.
- (45) Trendelenburg, P. and Hanser, C., Die Rohwichte des Holzes, Das Holz als Rohstoff, 2, 12 (1957) 18.
- (46) Eddy, A. and Graham, R.D., The Effect of Drying Contions on Strength of Coast Type Douglas-Fir, For. Prod.J., 7, 22 (1955) 226-229.
- (47) Vliet, A. C., Strength of Second-Growth Douglas-Fir in Tension Parallel to the Grain, For. Prod. J., 9, 4 (1959) 141-148.
- (48) Gethard, C.C., Effect of Slope of Grain on Tensile Strength, For. Prod. J., 38, 7-8 (1988) 39-40.

- (49) Anonim, Douglas-fir, Home-Grown Timbers, For. Prod. Research Laboratory, London, 1963.
- (50) Knigge, W. and Schulz, H., Grundriss der Forstbenutzung, For. Prod. J., 32, 6 (1971) 31-18.
- (51) Snodgrass, J. and Noskowiak, A., Strength and Related Properties of Douglas Fir from Mill Samples, Forest Research Laboratory School of Forestry, Oregon State University Bulletin 10, 1968.
- (52) Kommert, R., Über die Holzeigenschaften der Douglasie auf Mittelgebirgsstandorten der DDR, Holz Technologie, 15, 2 (1974) 67-71.
- (53) Neusser, H., Krames, S., Strobach D. und Zentner, M., Über die technologischen Eigenschaften von in Österreich Gewachsenen Douglasien, Holz Forschung und Holzverwertung, 29, 15 (1977) 101-112.
- (54) Koltzenburg, C., Verwertung und Verwendung von Einheimischem Douglasienholz, Teil 2, Holzzentralblatt, 105, 135 (1979) 2007-2009.
- (55) Hapla, F., Untersuchung der Auswirkung Verschiedener Pflanzverbandweiten auf die Holz Eigenschaften der Douglasie [*Pseudotsuga menziesii*(Mirb) Franco], Forstarchiv, 52, 4-5 (1981) 134-143.
- (56) Hapla, F. und Saborowski, J., Überlegungen zur Wahl des Stichproben Umfangs bei Untersuchungen der Physikalischen und Technologischen Holzeigenschaften, Forstarchiv, 55, 3 (1984) 145.
- (57) Anonim, Strength Properties of Douglas fir Timber Grown in West Germany, Holz-Zentralblatt, 111, 25 (1985) 112-115.
- (58) Gonzales, J. and Richards, J., Early Selection for Wood Density in Young Coastal Douglas-fir Trees, Canadian Journal of Forest Research, 18, 9 (1988) 1182-1185.
- (59) Hapla, F., Radiographisch-Densitometrische Holzeigenschaften Untersuchungen an Douglasien aus Unterschiedlich durchforsteten Versuchsflächen, Holz als Roh und Werkstoff, 43, 4 (1985) 9-15.
- (60) Hapla, F., Beeinflussen Unterschiedliche Durchforstungsmassnahmen die Holzeigenschaften der Douglasie, Forstarchiv, 57, 3 (1986) 99-104.

- (61) Hapla, F. und Sauter, U., Auswirkungen der Hoch und Niederdurchfortung auf Zuwachs, Rohdichte und Festigkeit von Douglasien aus 100 Jahrigen Beständen, Der Forst und Holzwirt, 42, 25 (1987) 310-314.
- (62) Hapla, F., Einfluss von Rohdichte und Jahrringbreite auf Biege und Druckfestigkeit von Douglasie, Holz als Roh und Werkstoff, 3 (1986) 36.
- (63) Hapla, F. und Sachsse, H., Untersuchung der Packungs Dichte in Früh und Spatholz der Douglasie, Holz als Roh und Werkstoff, 44 (1986) 213-215.
- (64) Quirk, J., Cell Wall Density of Douglas fir by two Optometric Methods, Wood and Fiber Science, 16, 2 (1984) 224-226.
- (65) Dastin, R. and Stanke, D. A., Springer, G. S., Mechanical Properties of Southern Pine and Douglas fir at Elevated Temperatures, Journal of Fire and Flammability, 13, 4 (1982) 237-249.
- (66) Springer, G. and Dog, M. H., Degradation of Mechanical Properties of Wood During Fire, Final Report No. NBSIR-GCR-83-433, 1983.
- (67) Johnson, J., Compression Perpendicular to the Grain in Dry Douglas-fir and Hem fir, For. Prod. J., 33, 38 (1983) 55-63.
- (68) Möhler, K. and Beyersdorfer, P., Strength of Local Douglas fir as Construction Timber, Holz als Roh and Werkstoff, 45, 2 (1987) 49-58.
- (69) Barret, J. D. and Law, W., Compression Strength Adjustments for Moisture Content in Douglas-fir Structural Lumber, Wood and Fiber Science, 23, 4 (1991) 543-557.
- (70) Nepveu, G. and Blachon, J. L., Growth Ring Width and Suitability for Use as Construction Timber of Conifers; Douglas fir, Scots pine, maritime pine, Sitka spruce, Norway spruce and Silver fir, Revue Forestiere Francaise, 41, 6 (1989) 497-506.
- (71) Oliver, C.D. and Hanley, D., Johnson, J., Douglas-Fir Stand Management for the Future, Institute of Forest Resources Contribution, 2, 55 (1986) 81-95.
- (72) Hapla, F., Knigge, W., Untersuchung des Splint-Kern Verhältnisses an Douglasien aus Rein und

- Mischbeständen Xylorama: Trends in Wood Research, 2, 4 (1985) 43-49.
- (73) Sachsse, H., Wie Reagiert die Douglasie auf Maschinelle Wertasting, Forstarchiv, 44, 11 (1973) 237-240.
- (74) Pechmann, C. H., Untersuchungen Über die Holz Eigenschaften von Douglasien aus Einheimischen Anbaugebieten, Fortwiss-Centralbl., 89, 2 (1970) 88-122.
- (75) Sandoe, M. D., Wellons, J. , Parker. and J., Jokerst, R., Douglas- fir, For. Prod. J., 33, 718(1983), 57-62.
- (76) Suh, J. S. and Kim, S. K.; Effects of Softwood Log Pretreatment on Veneer Peeling, Drying Properties and Plywood Properties, Research Reports of the Forestry Research Institute-Seoul, 38 (1988) 63-71.
- (77) Sachsse, H. und Roffael, E., Untersuchung der Schalfurnier-Eignung von in Deutschland Erwachsenem Douglasienholz, Holz als Roh und Werkstoff, 51 (1993) 167-176.
- (78) Kumar, S. and Morrel J. , Penetration and Absorbtion of Different CCA Compositions in Six Western Conifers, For. Prod. J., 39, 10 (1989) 19-24.
- (79) Winandy, J. E., Levan, S. L., Schaffer, E. and Lee, P. W., Effect of fire-Retardant Treatment and Redrying on the Mechanical Properties of Douglas-fir and Aspen Plywood, Research Paper-Forest Prod. Lab., USDA; Forest Service, No. FPL-RD-485, 1988.
- (80) Stillinger, J. R., Some Strength and Related of Old Growth Douglas fir Decayed by Fomes Pini, Astm Bulletin, 173 (1951) 52-57.
- (81) Miller, D. J. and Graham, R., Durability of Douglas-fir Heartwood from Coastal and Interior Sources, For. Prod. J., 27, 12 (1977) 29-30.
- (82) Susan, M. S. and Graham, R. D., Relationship Between Early Decay and Radial Compression Strength of Douglas-fir, For. Prod. J., 33, 6 (1983) 49-52.
- (83) Winandy, J. E. and Morrel, J., Relationship Between Incipient Decay, Strength and Chemical Composition of Douglas-Fir Heartwood, Wood and Fiber Science, 25, 3 (1993) 278-288.

- (84) Kurth, E. F., Chemicals from Douglas-fir Bark, Report no.C.2, Oregon Forest Products Lab., Tappi, 36, 7 (1953) 119-122.
- (85) Teishinger, A. , Das Holz von in Österreich Gewachsener Douglasie, Holz Forschung und Holzwertung, 37, 4 (1985) 61-67.
- (86) Eiselt, M.G., Nadelgehölze, Neuman Verlag, München, 1960.
- (87) Gerstetter, E. und Keller, P., Die Eignung von Geringwertigem Kiefernstammholz aus dem Westdeutschen Raum für die Furnierplatten Erzeugung, Holz als Roh und Werkstoff, 34, 7 (1976) 239-245.
- (88) Noack, D., Holz-eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten Schnellwachsenden Baumarten, Der Forest und Holzwirt, 3, 11 (1979), 112-120.
- (89) Rad, R. and Sprackling, J. A., Douglas-Fir in Eastern Nebraska: A Provenance Study, USDA Forest Service Research Paper, Rm-178, 1976.
- (90) Heinrich, M. und Weber, Z., Über die Bedeutung, Verwertung und Verwendung der Douglasie in Bayern, Holz Zentrblatt, 25 (1987) 212-219.
- (91) Merev, N., Türkiye Kızılağaç (Alnus Mill.)'ları Odunlarının iç Yapıları, K. Ü. Orman Fak. Yayın No:2, K. Ü. Basımevi, Trabzon, 1983.
- (92) Örs, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi I. Kısım Odunun Fiziksel Özellikleri, K. Ü. Orman Fak., Ders Teksirleri Serisi No:11, K.Ü. Basımevi, Trabzon, 1986.
- (93) Örs, Y., Kurutma ve Buharlaşma Tekniği, K. Ü. Orman Fak., Ders Teksiri Serisi No:15, K.Ü. Basımevi, Trabzon, 1986.
- (94) Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, i. Ü. Orman Fak. Yayın No: 3445/388, İstanbul, 1987.
- (95) Bozkurt, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, Cilt 1, i. Ü. Orman Fak. Yayın No: 2481/259, İstanbul, 1980.
- (96) Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, Cilt I, i. Ü. Orman Fak. Yayın No: 1448/147, İstanbul, 1970.

- (97) Bozkurt, A. Y., Ağaç Teknolojisi, İ. Ü. Orman Fak. Yayın No: 2839/296, İstanbul, 1970.
- (98) Örs, Y., Odunun Mekanik Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K. T. Ü. Orman Fakültesi, 1986.
- (99) Kollmann, F. and Wilfred, A. C., Principles of Wood Science and Technology, I Solid Wood, Newyork, 1968.
- (100) Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ. Ü. Orman fak. Yayınları 3445/388, İstanbul, 1987.
- (101) Panshin, A. J. and Zeevw, C., Textbook of Wood Technology, McGraw-Hill Book Co., Newyork, 1987.
- (102) Scheiber, Holz Atlas, Wagenführ, 1974.
- (103) Örs, Y., Odunun Tekstürü ve Belirlenmesi Yöntemleri, K.T.Ü Orman Fak. Dergisi, 1, 2 (1978) 191-200.
- (104) Bozkurt, Y., İğne yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı, İ.Ü Orman Fak. Dergisi, Seri B, 15, 1(1967) 118-135.
- (105) Erickson, H. D. and Harrison, A., Douglas-Fir Wood Quality Studies, Part I: Effects of Age and Stimulated Growth on Wood Density and Anatomy, Wood Science and Tech., 8 (1974) 207-226.
- (106) Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Odunsu Lifler ve Tanımı, İ.Ü Orman Fak. Derg., Seri B, 39, 4 (1989) 1-16.
- (107) Bostancı Ş., Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi, K.Ü Orman Fak. Yay. no:114/13, K.T.Ü Basımevi, Trabzon, 1987.
- (108) Göksel, E., Huş, S. ve Tank, T., Türkiye (Tarsus-Karabucak)'de Yetişen Okaliptüs (E.camaldulensis Dehnh.) Türü Odununun Morfolojik Yönünden Etüdü ve Yarıkimyasal Selülozunun Kağıt Sanayiinde Değerlendirme İmkanları, TÜBİTAK Yayınları, No:275, Ankara, 1975.
- (109) Runkel, R.O.H., Mitt. Bund. Forsch. Enst., Forest U. Holz w., No:29, 1965.
- (110) Göksel, E., Kızılçamın Lif Morfolojisi ve Odunundan Sülfat Selülozü Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, 1, 31 (1981) 203-216.

- (111) As, N., Pinus Pinaster Ait Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ. Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, 1992.
- (112) Anonim , Wood Handbook, Government Printing Office U. S. A. Forest. Prod. Lab. Handbook 72,1955.
- (113) Öktem, E., Yonga Levha Sanayii, Hammadde Özellikleri ve Hammadde Olarak Kabuklu Odunun Kullanılabilme İmkanları, Orman Mühendisliği Dergisi, 2, 3 (1981) 34-42.
- (114) Wiese, G. und Böttcher, B.,Aufkommen und Eigenschaften von Douglasienholz in Niedersachsen, Holz als Roh und Werkstoff, 2, 43 (1985) 242.
- (115) Mitchell, A., Conifers Forestry Commission Bocklet, No:15, London,1985.

TS 4176, Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini için Homojen Meşçerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.

TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini, I. Baskı, T.S.E. , Ankara, 1981.

TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini I. Baskı, T. S. E. , Ankara, 1982.

TS 53, Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin için Numune Alma, Muayene ve Deney Metodları, I. Baskı, T. S. E. , Ankara, 1982.

TS 4083, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultudaki Çekmenin Tayini, I. Baskı, T. S. E. , Ankara, 1984.

TS 4084, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, I. Baskı, T.S. E. , Ankara, 1984.

TS 4085, Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, I. Baskı, T. S. E. , Ankara, 1984.

TS 4086, Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, I.Baskı, T. S. E. , Ankara, 1984.

TS 2595, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini,T.S.E. , Ankara, 1977.

TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini, I. Baskı, T.S.E. , Ankara,

TS 2474, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini I. Baskı, T. S. E., Ankara, 1977.

TS 2478, Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini I. Baskı, T. S. E., Ankara, 1976.

TS 2470, Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Numune Alma Metodları ve Genel Özellikler, I. Baskı, T. S. E., Ankara, 1976.

TS 2477, Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini I. Baskı, T. S. E., Ankara, 1976.

TS 3459, Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini, I. Baskı, T.S. E., Ankara, 1980.

TS 2479, Odunun Statik Sertliğinin Tayini, I. Baskı, T. S. E., Ankara, 1976.

ÖZGEÇMİŞ

1963 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Trabzon'da 1980 yılında tamamladıktan sonra aynı yıl K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümüne girdi. 1984 yılında mezun olduktan sonra 1986 yılında Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. 1990 yılında K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansını tamamlayarak aynı yıl doktora başladı. Almanca ve İngilizce bilir.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
DOKÜMANİZASYON MERKEZİ