

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ ANATOMİK YAPILARI VE İŞLEME
KOŞULLARININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Orm. End. Yük. Müh. Hatice ULUSOY

EKİM 2011
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ ANATOMİK YAPILARI VE İŞLEME
KOŞULLARININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ**

Orm. End. Yük. Müh. Hatice ULUSOY

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“DOKTOR (ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 06.09.2011

Tezin Savunma Tarihi : 14.10.2011

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

Trabzon 2011

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Hatice ULUSOY Tarafından Hazırlanan

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ ANATOMİK YAPILARI VE İŞLEME
KOŞULLARININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

Başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 11/ 01 / 2011 gün ve 1387 Sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

DOKTORA TEZİ

Olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ziya GERÇEK

Üye : Prof. Dr. Nurgül AY

Üye : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI

Üye : Prof. Dr. Erol BURDURLU

Üye : Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Bazı Ağaç Türü Odunlarının Anatomik Yapıları ve İşleme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi” konulu bu çalışma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora tezi danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarında her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU’na, en içten dileklerimle teşekkür ederim. Anatomik çalışmalarda her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Ziya GERÇEK’e, çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım tez izleme komisyonundaki Sayın Hocam Prof. Dr. Nurgül AY’a ve Sayın Hocam Prof. Dr. Hüseyin KIRCI’ya, tez savunma jürimde görevli Sayın Hocam Prof. Dr. Erol BURDURLU’ya teşekkür ederim.

Çalışmamda pürüzlülük ölçmelerinde katkılar sağlayan KTÜ Orman Fakültesi öğretim elemanlarından Sayın Hocam Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU ile Sayın Hocam Prof. Dr. İsmail AYDIN’a, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Dr.Turgay BİRTÜRK ve Arş. Gör. Bülent AKGÜN’e, istatistik değerlendirmelerdeki katkıları için Sayın Hocam Prof. Dr. Hakkı YAVUZ’a, verilerin analizlerindeki yardımları için Arş. Gör. İbrahim YILDIRIM ve Yrd. Doç. Dr. Aytaç AYDIN ile Ordu Üniversitesi Biyoloji Bölümü Arş. Gör. Sevda TÜRKİŞ’e teşekkür ederim.

Ayrıca Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvar görevlilerine ve çalışma arkadaşım Orman Mühendisi Aslı BÖBEK BAĞRAN’a teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen eşim Arif ULUSOY’a ve sevgili oğlum Anıl Berkant ULUSOY’a teşekkür ederim.

Hatice ULUSOY
Trabzon 2011

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Bazı Ağaç Türü Odunlarının Anatomik Yapıları ve İşleme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU’nun sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, deneyleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

11/11/2011

Hatice ULUSOY

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	X
SUMMARY.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
SEMBOLLER DİZİNİ	XIX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Ağaç Türlerinin Genel ve Anatomik Özellikleri	3
1.2.1. Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> (L.) Link) Odununun Özellikleri	3
1.2.2. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.) Odununun Özellikleri	4
1.2.3. Anadolu Kestanesi (<i>Castanea sativa</i> Mill.) Odununun Özellikleri	5
1.3. Ağaç Malzeme Odununun İşlenme Özellikleri	6
1.3.1. Planyalama İşlemleri	7
1.3.2. Tornalama İşlemleri.....	7
1.3.3. Frezeleme İşlemleri	8
1.3.4. Delgi İşlemleri	8
1.3.5. Lamba ve Zıvana Açma İşlemleri	8
1.3.6. Zımparalama İşlemleri.....	8
1.4. Kesme Yöntemleri ve Kesiş Çeşitleri	9
1.4.1. Kesme Yöntemleri	9
1.4.1.1. Besleme Yönüne Karşı veya Yukarı Kesiş.....	10
1.4.1.2. Besleme Yönünde veya Aşağıya Kesiş.	10
1.4.2. Kesiş Çeşitleri.....	10
1.5. İşleme Geometrisi.....	12
1.6. Yüzey Kalitesini Belirleme Ölçütleri	13

1.7.	Ağaç Malzemenin İşlenmesini Etkileyen Faktörler.	16
1.7.1.	Makine ve Kesme Aletlerinin Mekanik Durumu	16
1.7.2.	Makinelerin Ayarlanması ve Çalıştırılması	17
1.7.2.1.	Kesiş Açısı	17
1.7.2.2.	Kesiş Derinliği	18
1.7.2.3.	Kesme Hızı	18
1.7.2.4.	Besleme Hızı	19
1.7.2.5.	Birim Mesafedeki Bıçak İzi Sayısı	19
1.7.3.	Hammadde Odununun Seçimi ve Özellikleri	20
1.7.3.1.	Odun Rutubetinin İşleme Kalitesine Etkisi.	21
1.7.3.2.	Yoğunluğun İşleme Kalitesine Etkisi	21
1.7.3.3.	Büyüme Hızı, Yıllık Halka Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranının İşleme Kalitesine Etkisi	21
1.7.3.4.	Odun Kusurlarının İşleme Kalitesine Etkisi	22
1.8.	Yüzey Pürüzlülüğü	22
1.8.1.	Yüzey Pürüzlülük Sınıfları	23
1.8.2.	Yüzey Pürüzlülüğü İle İlgili Parametreler	25
1.8.2.1.	R_a Yüzey Pürüzlülük Değeri	25
1.8.2.2.	R_z Yüzey Pürüzlülük Değeri	26
1.8.2.3.	$R_y(R_{max})$ Yüzey Pürüzlülük Değeri	27
1.8.2.4.	R_p Yüzey Pürüzlülük Değeri	27
1.8.2.5.	R_v Yüzey Pürüzlülük Değeri.	28
1.8.2.6.	R_{sm} Yüzey Pürüzlülük Değeri.....	28
1.8.2.7.	Profil Ortalama Çizgisi (m).	29
1.8.3.	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri ve Kullanılan Aletler.....	28
1.8.3.1.	Yüzey Profillerini Kaydeden ve Büyüten Yöntemler.....	29
1.8.3.1.1.	Dokunmalı İğneli Taramalı Yöntem.....	29
1.8.3.1.2.	Işık Kurdele Metodu	30
1.8.3.1.3.	Yüksek Işık Metodu.....	31
1.8.3.1.4.	Forster Aleti.	31
1.8.3.1.5.	Optik Metotlar	31
1.8.3.1.6.	Pnömatik Metot.	32
1.8.3.1.7.	Kapasitans Metodu	32

1.8.3.1.8.	Işık Projeksiyon Metodu	32
1.8.4.	Ağaç Malzemede Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler	32
1.9.	Literatür Özeti	34
1.9.1.	Anatomik Yapı ve İşleme Koşullarındaki Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Araştırmalar	34
1.9.2.	Odunların İşleme Koşulları ile İlgili Araştırmalar	45
1.9.3.	Diğer Çalışmalar ile İlgili Araştırmalar	56
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	57
2.1.	Örnek Ağaçların Seçimi.	57
2.2.	Deney Örneklerinin Hazırlanması	57
2.3.	Yıllık Halka Genişlikleri ve Yoğunlukların Belirlenmesi.	58
2.3.1.	Yıllık Halka Genişliğinin Belirlenmesi	59
2.3.2.	Tam Kuru Yoğunluk.....	59
2.3.3.	Hava Kurusu Yoğunluk	59
2.5.	Yöntem.	61
2.5.1.	Planyalama İşlemleri	61
2.5.2.	Zımparalama İşlemleri.....	62
2.5.3.	Yüzey Pürüzlülük Ölçümleri.	62
2.5.4.	Anatomik Ölçümler	63
2.6.	Kullanılan İstatistik Yöntemler	64
3.	BULGULAR	66
3.1.	Yıllık Halka Genişlikleri ve Yoğunluklar.	66
3.1.1.	Yıllık Halka Genişlikleri.	66
3.1.2.	Yoğunluklar	67
3.1.2.1.	Tam Kuru Yoğunluklar.	67
3.1.2.2.	Hava Kurusu Yoğunluklar	69
3.2.	Anatomik Özellikler.	71
3.2.1.	Genel Anatomik Özellikler	71
3.2.1.1.	Doğu Ladini	71
3.2.1.2.	Doğu Kayını.	73
3.2.1.3.	Anadolu Kestanesi	76
3.2.1.4.	Genel Anatomik Özelliklerin Yüzey Pürüzlülüğü ile İlişkisi.....	78
3.2.2.	Özışınları Özellikleri.	81

3.2.2.1.	Doğu Ladini	81
3.2.2.2.	Doğu Kayını.	84
3.2.2.3.	Anadolu Kestanesi	88
3.2.2.4.	Özışınları Özelliklerinin Yüzey Pürüzlülüğü ile İlişkisi	92
3.2.2.4.1.	Doğu Ladini.	92
3.2.2.4.2.	Doğu Kayını.	93
3.2.2.4.3.	Anadolu Kestanesi	95
3.2.3.	Zımparalamada Odun Yüzey Deformasyonları.....	96
3.2.3.1.	Odun Yüzey Deformasyonları ile İşleme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	99
3.3.	İşleme Koşullarına ait Yüzey Pürüzlülükleri	102
3.3.1.	Besleme Hızlarındaki Planyalamalarda İlkbahar ve Yaz Odunları Yüzey Pürüzlülükleri	102
3.3.1.1.	Doğu Ladini	102
3.3.1.2.	Doğu Kayını.	104
3.3.2.	Besleme Hızlarındaki Planyalamadaki Yüzey Pürüzlülükleri.....	106
3.3.2.1.	Düşük Besleme Hızındaki Planyalamada Yüzey Pürüzlülükleri	106
3.3.2.2.	Yüksek Besleme Hızındaki Planyalamada Yüzey Pürüzlülükleri.....	108
3.3.2.3.	Farklı Besleme Hızlarındaki Planyalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	110
3.3.3.	Besleme Hızlarındaki Planyalama ve Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri	112
3.3.3.1.	Düşük Besleme Hızındaki Planyalama ve Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri	112
3.3.3.1.1.	Doğu Ladini	112
3.3.3.1.2.	Doğu Kayını	114
3.3.3.1.3.	Anadolu Kestanesi.	117
3.3.3.2.	Yüksek Besleme Hızındaki Planyalama ve Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri	120
3.3.3.2.1.	Doğu Ladini	120
3.3.3.2.2.	Doğu Kayını	122
3.3.3.2.3.	Anadolu Kestanesi.	125
3.3.3.3.	Farklı Besleme Hızlarındaki Planyalama ve Zımparalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	128
4.	İRDELEME	131
4.1.	Yıllık Halka Genişlikleri ve Yoğunluklar	131

4.1.1.	Yıllık Halka Genişlikleri	131
4.1.2.	Yoğunluklar	132
4.2.	Anatomik Özellikler	133
4.2.1.	Genel Anatomik Özellikler	133
4.2.1.1.	Genel Anatomik Özellikler ve Yüzey Pürüzlülüğü İlişkisi	136
4.2.2.	Özışınları Özellikleri	136
4.2.2.1.	Özışınları Özellikleri ile Yüzey Pürüzlülüğü İlişkisi	138
4.2.3.	Zımparalamada Odun Yüzey Deformasyonları.....	139
4.2.3.1.	Odun Yüzey Deformasyonları ile Yüzey Pürüzlülük İlişkisi	140
4.3.	İşleme Koşullarındaki Yüzey Pürüzlülükleri	141
4.3.1.	Planyalama Koşullarındaki İlkbahar ve Yaz Odunları Yüzey Pürüzlülükleri	141
4.3.2.	Besleme Hızlarındaki Planyalamada Yüzey Pürüzlülükleri.....	143
4.3.3.	Besleme Hızlarındaki Planyalama ve Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri	145
5.	SONUÇLAR	148
5.1.	Yıllık Halka Genişlikleri ve Yoğunluklar	148
5.2.	Anatomik Özellikler	148
5.3.	İşleme Koşullarına ait Pürüzlülükler	152
6.	ÖNERİLER	157
7.	KAYNAKLAR.	159
8.	EKLER.	168
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ ANATOMİK YAPILARI VE İŞLEME KOŞULLARININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

Hatice ULUSOY

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

2011, 167 Sayfa, 4 Ek Sayfa

Bu çalışmada; Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yetişen Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odunlarının anatomik yapıları ve işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi araştırılmıştır. Deneyler standartlara göre ağaç türü odunlarından hazırlanan teğet kesitli örneklerde yürütülmüştür. Bu amaçla işlemler planya makinesinde 8 ve 16 m/dk besleme hızları ile zımpara aletinde 80, 100, 150 ve 180 no'lu zımparalarla gerçekleştirilerek yüzey pürüzlülük ve anatomik ölçümler yapılmıştır.

Sonuç olarak; işleme koşullarındaki planyalamada yaz odunları ilkbahar odunlarından; düşük besleme hızlarındaki planyalamada, yüksek besleme hızlarından daha düşük pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Aynı şekilde; düşük besleme hızında planyalanan odunların zımparalama pürüzlülük değerleri yüksek besleme hızına göre daha düşük değerler göstermiştir. Ayrıca, zımparalamada Doğu Ladini ve Doğu Kayını odunları pürüzlülük değerleri zımpara no'ları arttıkça azalmıştır. Bunun yanında Anadolu Kestanesi heterojen yapısı nedeni ile farklı sonuçlar göstermiştir. Ağaç türü odunları yüzey deformasyonları zımpara no'ları arttıkça azalmış, işleme koşullarındaki yüzey pürüzlülükler anatomik yapıdan etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağaç türü, İşleme koşulları, Anatomik özellikler, Yüzey Pürüzlülüğü

PhD. Thesis

SUMMARY

EFFECT ON THE SURFACE ROUGHNESS OF SOME WOOD SPECIES OF WOOD ANATOMY AND MACHINING PROCESSING

Hatice ULUSOY

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forestry Industrial Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Abdulkadir MALKOÇOĞLU
2011, 167 Pages, 4 Pages Appendix

This study was investigated effect of the surface roughness characteristics of the processing and anatomical features naturally grown Oriental spruce (*Picea orientalis* (L) Link.), Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) and Sweet chesnut (*Castanea Sativa* Mill.) in The Eastern Black Sea Region of Turkey. The experiments were prepared according to the standards to the cross-section samples. Test specimens were prepared from the lumber cut tangentially from logs. For his purpose; There were determined surfaca roughness and anatomical properties using planning 8 and 16 m/min feeding rates and sanding tool with 80, 100, 150 ve 180 sanding numbers.

As a results, it was obtained, lower surface roughness values of erlywood than latewood. In addition, planning in lower feed rates than planning in higher feed rates. Sanding surface roughness lower feed rates was lower than that of higher feed rates. Surface roughness of Oriental spruce and Oriental beech were lower with increasing sanding numbers. However, Anatolian chestnut showed from different results due to heterogenous structure. Surface deformation of wood species decreased with increasing sanding numbers. In addition, surface roughnesses at the machining process were affected by anatomical structures of woods.

Key Words: Wood species, Machining processing, Anatomic properties, Surface roughness.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Doğu Ladini odununun mikroskopik görünümü.....	4
Şekil 2. Doğu Kayını odununun mikroskopik görünümü	5
Şekil 3. Anadolu Kestanesi odununun mikroskopik görünümü	6
Şekil 4. Kalınlık makinesi ve kısımları	7
Şekil 5. Ağaç malzemede lif yönlerine göre kesiş çeşitleri.....	11
Şekil 6. Kesiş işleminde yonga oluşumu ve kesici izleri	12
Şekil 7. Kesici izi uzunlukları ve yüzey kalitesi arasındaki ilişkisi	14
Şekil 8. İki bıçaklı bir planya başlığında bıçak açıları	17
Şekil 9. Birim mesafedeki bıçak izi sayısının kusursuz örnek yüzdesi üzerine etkisi	20
Şekil10. Planyalamada birim uzaklıktaki farklı bıçak izi sayıları.....	20
Şekil 11. Yüzey karakteristiklerinin şematik diyagramı	24
Şekil 12. Odun yüzeyindeki kusurlar.	25
Şekil 13. Profil sapmalarının aritmetik ortalaması	26
Şekil 14. Profil düzensizliklerinin on nokta yüksekliği.	27
Şekil 15. Maksimum profil yüksekliği	27
Şekil 16. Yüzey profillerinin ortalama genişliği	28
Şekil 17. Tarama iğnesi ile elde edilen yüzey grafiğinin örnek görünümü.....	30
Şekil 18. Pürüzlülük profili ile odunun hücre yapısı arasındaki ilişki.....	33
Şekil 19. Deney örnekleri kesim planı ve örnek boyutları (mm)	58
Şekil 20. Yıllık halka sayısı ve yoğunluk örnek boyutları (mm)	60
Şekil 21. Yoğunluk deney örnekleri.....	60
Şekil 22. Kalınlık makinesi (Model AC-K 500)	61
Şekil 23. Zımparalanmış deney örnekleri	62
Şekil 24. Yüzey pürüzlülük cihazının genel görünümü	63
Şekil 25. Türlerle ait yıllık halka genişlik değerleri	66
Şekil 26. Tam kuru yoğunluk değerlerine ait varyasyon grafiği	68
Şekil 27. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ait varyasyon grafiği	70
Şekil 28. Doğu Ladini odununun enine kesitte traheidlerin görünüşü.	72

Şekil 29. Doğu Ladini odununun teğet kesitte özışınlarının görünüşü	72
Şekil 30. Doğu Ladini odununun radyal kesitteki özışınlarının görünüşü	73
Şekil 31. Doğu Kayını odununun enine kesitte trahelerin görünüşü.....	74
Şekil 32. Doğu Kayını odununun teğet kesitte özışınlarının görünüşü.....	75
Şekil 33. Doğu Kayını odununun radyal kesitteki özışınlarının görünüşü	75
Şekil 34. Anadolu Kestanesi odununun enine kesitte trahelerin görünüşü	77
Şekil 35. Anadolu Kestanesi odununun teğet kesitte özışınlarının görünüşü	77
Şekil 36. Anadolu kestanesi odununun radyal kesitte özışınlarının görünüşü.	78
Şekil 37. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Doğu Ladini odununa ait değerler grafiği	82
Şekil 38. 80 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Ladini odununda çok fazla deformasyonlu yüzeyin görünümü.....	82
Şekil 39. 100 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Ladini odununda çok fazla deformasyonlu yüzeyin görünümü.....	83
Şekil 40. 150 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Ladini odununda çok az deformasyonlu yüzeyin görünümü.....	83
Şekil 41. 180 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Ladini odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü	84
Şekil 42. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Doğu Kayını odununa ait değerler grafiği.	86
Şekil 43. 80 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Kayını odununda çok az deformasyonlu yüzeyin görünümü.....	86
Şekil 44. 100 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Kayını odununda çok az deformasyonlu yüzeyin görünümü.....	87
Şekil 45. 150 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Kayını odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü	87
Şekil 46. 180 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Kayını odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü.....	88
Şekil 47. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununa ait değerler grafiği	90
Şekil 48. 80 no'lu zımpara ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununda çok az deformasyonlu yüzeyin görünümü.....	90
Şekil 49. 100 no'lu zımpara ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununda çok az deformasyonsuz yüzeyin görünümü	91
Şekil 50. 150 no'lu zımpara ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü	91
Şekil 51. 180 no'lu zımpara ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü	92

Şekil 52. Ağaç türü odunlarının zımparalamada odun yüzey deformasyon değerleri grafiği	97
Şekil 53. Doğu Ladini odununda radyal kesitte işlem sonrası yüzeyde oluşan odun deformasyonlarının görünümü	97
Şekil 54. Doğu Kayını odununda radyal kesitte işlem sonrası yüzeyde oluşan odun deformasyonlarının görünümü	98
Şekil 55. Anadolu Kestanesi odununda radyal kesitte işlem sonrası yüzeyde oluşan odun deformasyonlarının görünümü	98
Şekil 56. Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunu planyalamadaki pürüzlülük değerlerine ait grafik	103
Şekil 57. Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunu planyalamadaki pürüzlülük değerlerine ait grafik	105
Şekil 58. Düşük besleme hızındaki planyalama pürüzlülük değerlerine ait grafik	107
Şekil 59. Yüksek besleme hızındaki planyalama pürüzlülük değerlerine ait grafik	109
Şekil 60. Farklı besleme hızlarında yapılan planyalamaların yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	111
Şekil 61. Doğu Ladini odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik	113
Şekil 62. Doğu Kayını odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik	115
Şekil 63. Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik	118
Şekil 64. Düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisi	119
Şekil 65. Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik	121
Şekil 66. Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik	123
Şekil 67. Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik	126
Şekil 68. Yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisi	127
Şekil 69. Farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamaların yüzey pürüzlülüğüne etkisi	130

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Bazı ağaç türlerinin aynı şartlar altında zımparalanmış yüzeylerinde kuru ve rutubetli haldeki ortalama pürüzlülük değerleri arasındaki farklar	46
Tablo 2. Örnek ağaçların genel özellikleri	57
Tablo 3. İşleme koşulları	61
Tablo 4. Türlerle ait yıllık halka genişlik değerleri	66
Tablo 5. Ağaç türlerinin yıllık halka genişliklerine ait varyans analizi sonuçları	67
Tablo 6. Yıllık halka genişliklerine ait homojenlik grupları	67
Tablo 7. Tam kuru yoğunluk değerleri.	67
Tablo 8. Tam kuru yoğunluklara ait varyans analizi sonuçları.	68
Tablo 9. Tam kuru yoğunluk değerlerine ait homojenlik grupları	69
Tablo 10. Hava kurusu yoğunluk değerleri.	69
Tablo 11. Hava kurusu yoğunluklara ait varyans analizi sonuçları	70
Tablo 12. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ait homojenlik grupları	70
Tablo 13. Doğu Ladini odununun anatomik özellikleri.	71
Tablo 14. Doğu Kayını odununun anatomik özellikleri	73
Tablo 15. Anadolu Kestanesi odununun anatomik özellikleri	76
Tablo 16. Genel anatomik özellikler ile yüzey pürüzlülüğü ilişkisine ait korelasyon pearson analizi sonuçları	80
Tablo 17. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Doğu Ladini odununun özışınları özellikleri	81
Tablo 18. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Doğu Kayını odununun özışınları özellikleri	85
Tablo 19. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununun özışınları özellikleri.	89
Tablo 20. Doğu Ladini odununun özışını özellikleri ile yüzey pürüzlülük değerlerine ait pearson korelasyon analizi sonuçları	93
Tablo 21. Doğu Kayını odununun özışını özellikleri ile yüzey pürüzlülük değerlerine ait pearson korelasyon analizi sonuçları	94
Tablo 22. Anadolu Kestanesi odununun özışını özellikleri ile yüzey pürüzlülük değerlerine ait pearson korelasyon analizi sonuçları	96
Tablo 23. Odun yüzey deformasyonlarına ait değerler	96

Tablo 24. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarının pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları	99
Tablo 25. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarının ağaç türüne göre homojenlik dağılım tablosu	100
Tablo 26. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük değerlerinin zımpara no'larına göre homojenlik dağılım tablosu	100
Tablo 27. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri	101
Tablo 28. Örnek gruplarına ait korelasyonlar	101
Tablo 29. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşulları pürüzlülük değerlerine ait t testi sonuçları	101
Tablo 30. Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerleri	102
Tablo 31. Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları	103
Tablo 32. Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait homojenlik grupları	104
Tablo 33. Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerleri	104
Tablo 34. Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları	105
Tablo 35. Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait homojenlik grupları	106
Tablo 36. Düşük besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerleri	106
Tablo 37. Düşük besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları	107
Tablo 38. Düşük besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerlerine göre homojenlik grupları	108
Tablo 39. Yüksek besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerleri.....	108
Tablo 40. Yüksek besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları	109
Tablo 41. Yüksek besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerlerine göre homojenlik grupları	110
Tablo 42. Ağaç türleri odunlarının planyalamada pürüzlülük etkileşiminin çoklu varyans analizi.....	110
Tablo 43. Ağaç türü odunlarının farklı besleme hızlarındaki planyalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları.....	111
Tablo 44. Doğu Ladini odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamanın pürüzlülük değerleri	112

Tablo 45. Doğu Ladini odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	113
Tablo 46. Doğu Ladini odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamada pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı	114
Tablo 47. Doğu Kayını odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri	115
Tablo 48. Doğu Kayını odununda düşük besleme hızında planyalama ve zımparalama yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	116
Tablo 49. Doğu Kayını odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı	116
Tablo 50. Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri	117
Tablo 51. Anadolu Kestanesi odununda düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	118
Tablo 52. Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı.	119
Tablo 53. Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri	120
Tablo 54. Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	121
Tablo 55. Doğu Ladini odununun planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı	122
Tablo 56. Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri	123
Tablo 57. Doğu Kayını odununda yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	124
Tablo 58. Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı	124
Tablo 59. Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri	125
Tablo 60. Anadolu Kestanesi odununda yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	126
Tablo 61. Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı	127

Tablo 62. Planyalama ve zımparalama ağaç türleri ve zımpara no'ları arasındaki pürüzlülük etkileşiminin çoklu varyans analizi sonuçları	128
Tablo 63. Farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamada ağaç türlerine göre homojenlik grupları.....	129
Tablo 64. Farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamada zımpara no'larına göre homojenlik grupları.....	129
Tablo 65. Yıllık halka genişlik değerleri	131
Tablo 66. Tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değerleri	132
Tablo 67. Ağaç türlerinin genel anatomik özelliklerine ait değerler.....	133
Tablo 68. Ağaç türü odunlarının özışınları özelliklerine ait değerler	137
Tablo 69. Odun yüzey deformasyonlarına ait değerler	139
Tablo 70. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri	140
Tablo 71. Farklı besleme hızlarındaki planyalamada ilkbahar ve yaz odunu yüzey pürüzlülük değerleri	142
Tablo 72. Farklı besleme hızlarında planyalamalardaki yüzey pürüzlülükleri.	143
Tablo 73. Farklı besleme hızlarında planyalama ve zımparalamalardaki yüzey pürüzlülük değerleri	145
Tablo 74. Genel anatomik özelliklere ait değerler	149
Tablo 75. Özışınları özelliklerine ait değerler.....	150
Tablo 76. İşleme koşullarına ait yüzey pürüzlülük değerleri	153

SEMBOLLER DİZİNİ

ANOVA	: Analysis of Variance (Varyans Analizi)
ASTM	: American Society for Testing and Materials
DIN	: Deutsches Institut für Normung
ISO	: International Standart Organization
Lt	: (Tarama Uzunluğu) Değerlendirme Uzunluğu
Min	: En düşük
Max	: En yüksek
N	: Örnek Sayısı
R _a	: Ortalama pürüzlülük değeri
R _y	: En çıkıntılı profil yüksekliği
R _z	: Pürüzlülüğün on nokta yüksekliği
SPSS	: Statistical Package for The Social Science
S	: Standart Sapma
TK	: Teğet Kesit
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
λ _c	: (Sınır dalga boyu) Örnekleme Uzunluğu
$\bar{X}$	: Aritmetik Ortalama

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ülkemizde son yıllarda orman ürünlerine olan talebin artması ve orman kaynaklarının gitgide azalması, odun hammaddesinin en verimli şekilde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Türkiye ekonomisinde çok önemli bir yeri olan orman endüstrinin ana kaynağını oluşturan odunun kullanımı ve değerlendirilmesi ile ilgili oldukça fazla bilgi eksikliği vardır. Odunun ikincil ürünlerde daha etkin olarak kullanımında spesifik karakteristikleri veya teknolojik özellikleri yeterince değerlendirilmemektedir. Bu bakımdan üretimdeki bu eksikliklerin; insan gücü, malzeme, yöntem, makine v.b. yönünden ve sistematik olarak karşılanması gerekmektedir [1].

Son yıllarda odun işleme teknolojisindeki gelişmeler, odunun işlenme özellikleri ve odun kalitesi üzerinde önemli bir etki yaratmıştır. Kaliteli ürünlerin kullanımını etkinleştirmek, ulusal ve uluslararası pazarlardaki payını arttırmak için odunun işlenme özellikleri, yüzey karakteristikleri ve anatomik yapısının en iyi şekilde anlaşılması esastır. Böylece, kaliteli ürünlerin üretiminde ağaç türlerinin uygun olup olmadığının yanı sıra, iç ve dış pazarlarda da karşılaştırmalı bilgileri sağlayabilecektir [1].

Ağaç malzemenin renk, desen, tekstür gibi karakteristikleri, elde edilen ürünlerin kalitesini belirlemekte ve bu özellikleri onu diğer malzemelerden farklı kılmaktadır. Odun yüzeyi onun birçok uygulamaları için kullanımlarında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenlerle odunun anatomik özelliklerinin ve karakteristiklerinin bilinmesi veya kontrolü, orman ürünleri endüstrisinde odun ve odun kökenli malzemelerin yüzey kalitesinin önemini daha da artırmaktadır [1].

Pürüzlülük, üretimde uygulanan işlemler sonucu parça yüzeyinde oluşan şekil ve dalgalanma hataları dışında kalan, oldukça düşük ve periyodik olarak tekrarlanan düzensizliklere denilmektedir. Odunun yapışmasını ve zayıfatı etkilemesi üretim sırasında ürün kalitesini istenilen uygun düzeyde tutmak amacıyla orman ürünleri endüstrisinde odun özelliklerinin ve yüzey pürüzlülüğünün kontrollerinin yapılması gerekli görülmektedir.

Odun yüzeyi onun birçok uygulamalarındaki kullanımlarında önemli bir rol oynamaktadır. Odun yüzeyleri uygun tekniklerle iyi rendelenmiş veya zımparalanmış olarak düşünülse bile yüzey üzerindeki hücre boşlukları nedeniyle düzgün değildir.

İşlenmiş bir ağaç malzeme yüzeyi büyüteç altında incelendiğinde; parçalanmış lifler dağlar ve vadiler oluşmuş gibi görüntüler vermektedir. Bu oluşumların en alt düzeye indirilmesi pürüzsüz bir yüzey veya en az pürüzlülük için gereklidir. Bu amaçla odunun anatomik yapısının çok iyi bilinmesi ve odun üzerinde yapılacak işlemlerin buna göre yönlendirilmesi pürüzlülüğün azaltılmasında etkili olacaktır. Aynı şekilde ağaç türünün seçimi, kesiş yönü, bıçak sayısı, zımpara numarası, besleme hızı veya kesme hızı v.b. gibi etkenlerde yüzey pürüzlülüğünde oldukça önemlidir.

Odunun önemli karakteristiklerinden biri, işlenebilme ve üretilebilme kolaylığıdır. Bununla birlikte, ağaç türleri çeşitli alet veya makinelerle işlemlerde oldukça önemli değişik özellikler gösterirler. Bu nedenle bazı sistematik yöntemlerle, çeşitli kullanım yerleri için birinci derecede önemli bir gösterge olan işlenmiş odun yüzey özelliğini belirlemek gerekir. Ağaç türlerine ait belirlenen işlenme özelliklerinin yaygın kullanımları; kaliteli bir ürün için esas olan ve bunların gerektiği mobilya, marangozluk, doğrama veya diğer orman ürünleri gibi üretim alanlarını içermektedir. Yöntemlerde belirtilen işleme testleri; geleneksel işlemler olan planyalama, frezeleme, tornalama, delgi, lamba açma ve zımparalamayı kapsamaktadır. Bunlar; sonuçları yorumlamak ve nitel olarak geliştirmek için, uzun yılların yoğun araştırma ve incelemeleri sonucu ortaya konulmuştur. Orman ürünleri endüstrisinde çok çeşitli malzemeler bulunmakta ve bunların uygun olarak kullanımları gerekmektedir. Bu nedenle; belirtilen yöntemler ağaç türleri yanında çeşitli ağaç malzemelerde de uygulanabilmektedir [2].

Çalışmada; Ülkemiz ekonomisinde önemli bir yer tutan ve orman ürünlerinde özellikle mobilya ile doğrama endüstrisinin ana hammaddesi olan I. Sınıf orman ağaçları seçilmiştir. Bu amaçla; geniş yapraklı ağaç türlerinden olan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L) Link.) odunlarının anatomik yapıları ve işlenme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkileri araştırılmıştır.

Çalışmanın amacı; mobilya ve doğrama sektöründe yaygın olarak kullanılan ağaç türleri odunlarının anatomik yapıları ve işleme koşullarına bağlı yüzey pürüzlülüklerini belirlemektir. Böylece; işlemede ağaç türü odunları yüzey düzgünlüğünü etkileyen

faktörleri belirleyerek işleme kayıplarını azaltmak ve ürün kalitesini arttırarak ekonomik, verimli çalışmalarla seri üretime katkı sağlamaktır.

1.2. Ağaç Türlerinin Genel ve Anatomik Özellikleri

Çalışmada; biri iğne yapraklı, ikisi yapraklı olmak üzere üç ağaç türü seçilmiştir. Bunlara ait genel bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

1.2.1. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Odununun Özellikleri

Ülkemizde doğal olarak yetişen Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Kuzeydoğu Anadolu kıyı dağları üzerinde denize bakan kısımlarda 1200–2400 m.’ler arasında doğuda Türk-Rus sınırından batıda Ordu ili melet ırmağına kadar alanı kaplar [3, 4, 5].

Odunu sarımsı beyaz renkte olup, yıllık halka sınırları belirgindir. Reçine kanalları seyrek ve dardır. Budakları çoğunlukla küçük ve oval şekillidir. Odunu yumuşak ve orta ağırlıkta olup, kolay yarılr. Direnç değerleri ve elastikiyet modülü düşüktür. Fakat ağırlığına oranla yüksek direnç özellikleri göstermektedir. Çalışması azdır, az dayanıklıdır, güç emprenye edilir [5, 6, 7].

Doğu Ladini, makroskopik olarak diri ve öz odun renk bakımından farklı değildir. Yıllık halka sınırları çok belirgindir. Yaz odunu kırmızımsı sarı renkte radyal kesitte birbirine paralel şeritler teşkil etmektedir. Reçine kanalları vardır. Özışınları çok incedir. Boyuna paranzimler yoktur. Odunu yumuşak ve orta ağırlıktadır.

Mikroskopik olarak yıllık halka sınırları belirgin olup, birbirinden kolayca ayrılır. Yaz odunu traheidlerinin çeperleri kalın ve radyal çapları küçüktür. İlkbahar odunu traheidleri ise ince çeperli ve geniş lümenlidir. Teğet çapları 20-40 µm’dir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaştır. Özışınları ile ilkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerindeki geçitleri tek sıralıdır [8].

Yapı malzemesi, gemi ve maden direği, mobilya ve uçak yapımında, dar ve kusursuz yıllık halkalı odunu müzik aletlerinde, mekanik ve kimyasal odun hamuru ile ambalaj yapımında, yonga ve lif levha üretiminde kullanılmaktadır [5, 6, 7].



Şekil 1. Doğu Ladini odununun mikroskopik görünümü [6].

1.2.2. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Özellikleri

Ülkemizde Kayın cinsinin doğal olarak yetişen türü Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) doğuda Türk-Ermenistan sınırından başlayarak tüm Karadeniz sahilleri boyunca batıya doğru Istranca Dağları'na kadar uzanır. Karadeniz sahil alanları yanında Karadeniz ardı alanlarda da yetişir. 30-40 m kadar boylanabilen 1 m. den daha fazla çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli 1.sınıf orman ağacıdır [3, 4].

Odunu doğal halde kırmızımsı beyaz, buharlaşmış durumda daha koyu kırmızımsı renkte ileri yaşlarda koyu öz odunu oluşumu gösterir. Dağınık traheli, kalın ve parlak belirgin öz ışınlarına sahip, yıllık halka sınırları geniş yıllık halkalı türlerde belirgin, dar yıllık halkalarda ise hiç fark edilmemektedir [9, 10].

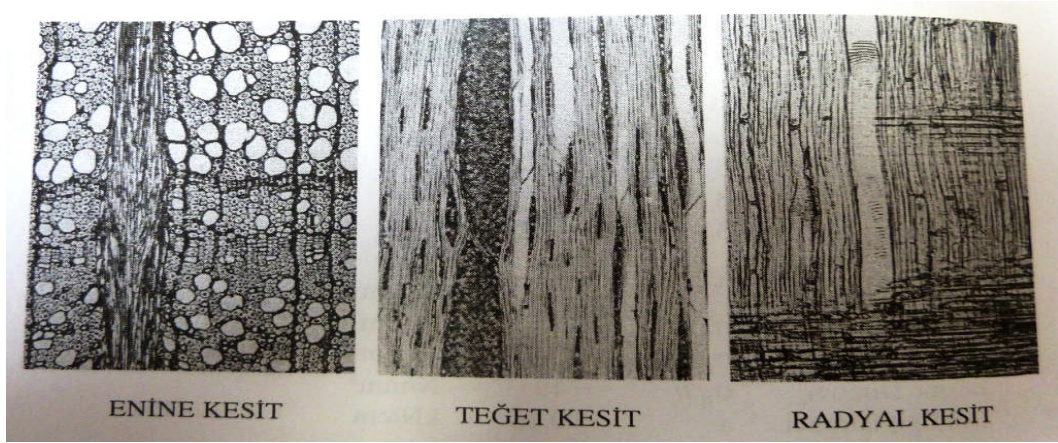
Doğu Kayını, makroskopik olarak odunu kırmızımsı beyaz renktedir. Olgun odun özelliklerine sahiptir. Dağınık trahelidir, yıllık halka sınırları koyu renkli yaz odununda trahelerin az sayıda olması ile belirgindir. Traheler küçük çaplıdır. Geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmektedir.

Mikroskopik olarak, dağınık traheli bir yapı mevcuttur. Boyuna paranşimler çok sayıdadır. Öz ışınları iki tiptedir. Homosellüler yapıdadırlar. Çok nadir olarak heterosellüler öz ışınlarına rastlanmaktadır [8].

Odunu orta sertlikte ve orta ağırlıktadır. Buharlama yöntemiyle kolaylıkla bükülebilir. Kurutmada özen gösterilmesi gereken bir ağaç türüdür. Fazla çalışır, kolay yarılır. İşlenmesi kolay ve düzgün yüzey verir. Soyulabilir, kesilebilir, yapıştırma ve yüzey işlemlerinde güçlük göstermez. İyi boyanı ve cilalanır. Böcek ve mantarlara karşı çok hassas olup dayanıksızdır. Çabuk ardaklanır.

Diri odunu kolay emprenye edilebilir. Öz odunda tül oluşumu emprenyeyi güçleştirir [6, 7, 11, 12].

Orman ürünleri endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif ve bükme mobilya, spor aletleri, tornacılıkta, levha ürünlerinde, kaplama levha, fıçı sanayiinde, karoser yapımında, emprenyeli olarak travers yapımında ve ayrıca odun kömürü yapımında değerlendirilmektedir [6, 11, 12].



Şekil 2. Doğu Kayını odununun mikroskopik görünümü [6].

1.2.3. Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Odununun Özellikleri

Anadolu Kestanesi ülkemizde doğal yayılış gösteren bir türdür. 20–25 m. boylara ulaşan dolgun gövdeli, geniş ve dağınık tepeli bir ağaçtır. [3, 4, 13] .

Genel yayılışı; Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Türkiye ve Kafkasya'dır. Ancak değerli meyveleri nedeniyle doğal yayılış alanı sınırlıdır. Çok değişmiş ve sürekli genişlemiştir. Ülkemizde yayılışı doğuda Gürcistan sınırından başlamakta, tüm Karadeniz sahilleri boyunca İstanbul boğazı yakınlarında Belgrat ormanına kadar uzanmaktadır [3, 4].

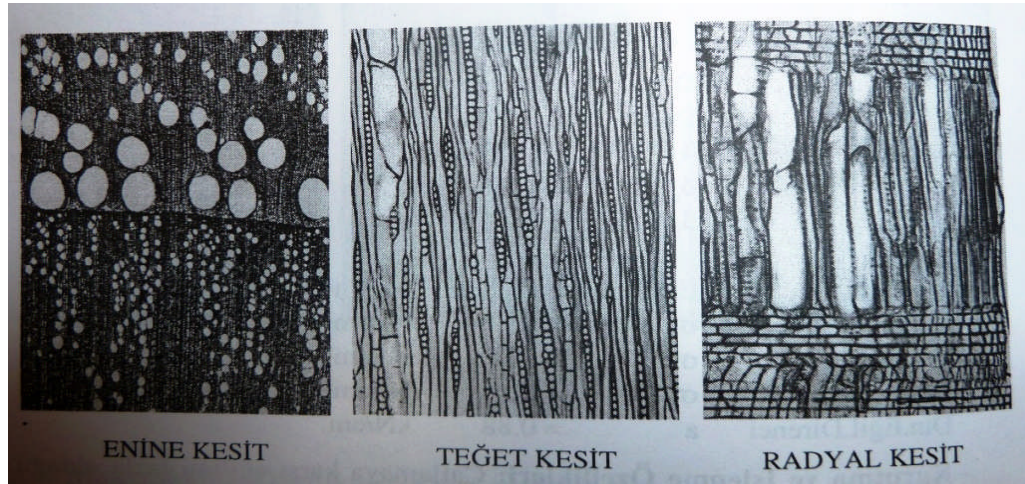
Diri odunu çok dar (2–5 yıllık halka genişliğinde), kirli sarımsı beyaz renktedir. Öz odunu taze halde açık kahverengi, sonraları daha koyu kahve renklidir. Odunu halkalı traheli olup, öz ışınları belirgin değildir [7, 10].

Kestane odunu, makroskopik olarak diri odun çok dar, gri ile kahverengimsi beyaz, öz odun taze halde gri-sarı ile soluk kahverengindedir.

Kesimden sonra koyulaşmaktadır. Yıllık halkalar halkalı büyük traheli oluşu nedeniyle belirgindir. Öz ışınları çok ince ve belirgin değildir. Mikroskopik olarak, halkalı traheli bir düzeni vardır. İlbahar odunu traheleri çok büyük oval ve radyal çapları 500 μ , teğet çapları 300 μ kadardır. Özışınları tek sıralıdır. Esas dokuyu libriform lifleri ve lif traheidleri teşkil etmektedir [8].

Odunu oldukça sert ve orta ağırlıkta olup, mat ve dekoratif bir görünüştedir. Öz odunu tanen içerdiğinden çürümeye oldukça dayanıklıdır. Kurutulması güç, eğilme direnci düşük, şok direnci orta derecede olup, çok güç yarılır. İşlenmesi kolay ve düzgün yüzey verir (6,7).

Yapı kerestesi, mobilya, tel ve çit direği, şarap fıçılar, deniz araçları ve kimyasal amaçlar için kullanılmaktadır [6,7].



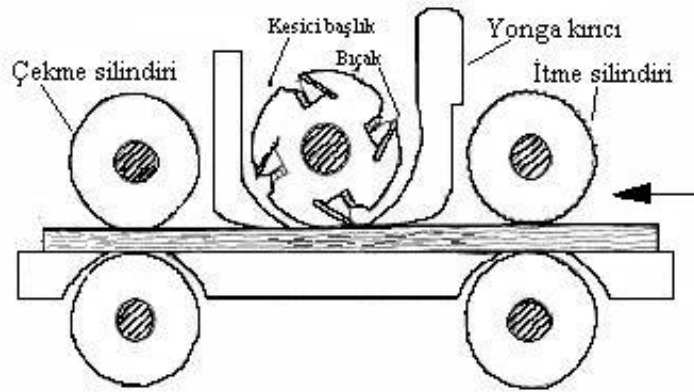
Şekil 3. Anadolu Kestanesi odununun mikroskopik görünümü [6].

1.3. Ağaç Malzeme Odununun İşlenme Özellikleri

Ağaç malzeme odunun işlenme özellikleri; genellikle düzgün yüzeyler elde etmek amacıyla odunun planyalanması, frezelenmesi, tornalanması, zıvana-lamba açılması, delme ve zımparalanma işlemleri olarak belirtilmektedir [14, 15, 16].

1.3.1. Planyalama İşlemleri

Planyalama; biçmeden sonra her türlü pratik amaçlar için çok çeşitli diğer işlemler öncesi toleranslı ölçülerdeki parçaların yüzey ve kenarlarının düzeltilmesi işlemidir. Daha çok ağaç malzeme odunda uygulanmaktadır. Aynı şekilde parçaların diğer yüz ve kenarlarının düzgünleştirilmesi de kalınlık işlemleri olarak bilinmekte ve parçalar enine kesitlerinde istenilen net ölçülerine getirilmektedir.



Şekil 4. Kalınlık makinesi ve kısımları [16].

İşlem genellikle ilk veya ön planyalama ve son planyalama (kalınlık) olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir. Planyalama işleminde kesicinin keskinliği, ağaç malzemedeki lif yönü veya lif kıvrıklığı (liflerin ağaç malzeme ekseninden sapması), ağaç malzemenin rutubet miktarı, birim mesafedeki bıçak izi sayısı ve bıçak açıları yüzey kalitesi üzerinde etkili olmaktadır. Ön planyalamada planya makinesinin son planyalamada kalınlık makinesinin kullanılmasının yanı sıra, yüz ve kenarlarını düzgünleştirme işlemleri iki ve dört taraflı işleme makineleri ile bir aşamada yapılabilmektedir. [16].

1.3.2. Tornalama İşlemi

Tornalama; parçaların eksenleri etrafında döndürülerek işleme tekniğidir. Diğer işleme tekniklerine göre farklılık göstermektedir.

Genellikle doğrusal besleme ile işlenen parçalar, tornalamada eksenleri etrafında döndürülerek gerçekleştirilmektedir [14, 15, 16, 18].

1.3.3. Frezeleme İşlemi

Mobilya ve doğrama üretiminde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Frezeleme, parçaların yüzey ve kenarlarına estetik ve konstrüksiyonlara uygun çeşitli biçimlerin verdirilmesidir. Bunlar; freze, profil, lamba, kiniş açma, çeşitli açılarda kesme, pah kırma vb. gibi birçok işlemleri kapsamaktadır [15, 16, 19, 20, 21].

1.3.4. Delme İşlemleri

Genellikle mobilya ve doğrama üretiminde çivi, vida, metal bağlantı, menteşe, kavela vb. birleştirme elemanlarının kullanılması için parçalara uygulanan işlemidir. Mobilya elemanlarının birbirleri ile birleştirilmesi, mobilya üzerinde ellik, kilit, menteşe, vb. elemanların yerleştirilmesi, masif ağaç malzeme üzerindeki budak ve reçine kusurlarının giderilmesinde yararlanılan işlemlerdir [15, 16, 19, 20, 21]

1.3.5. Lamba ve Zıvana Açma İşlemleri

Doğrama ve mobilya üretiminde elemanların birbirine birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılan lamba-zıvana açma işlemlerini kapsamaktadır [15, 16, 19, 20, 21].

1.3.6. Zımparalama İşlemleri

Zımparalama; odunun işlenme özelliklerinden sonuncusu olup, en yaygın olarak kullanılan işlemlerden biri olarak belirtilmektedir.

Mobilya ve doğrama üretiminde yüzey işlemi yapılacak parçanın kalitesini önemli derecede belirleyicidir ve bu nedenle ürünün bütününde kaliteyi etkilemektedir. [14, 22, 23, 24, 25, 26].

Ağaç malzeme yüzeylerini amacına uygun olarak düzgünleştirmek amacıyla sivri ve sert tanecikler ile kesme veya aşındırma işlemine zımparalama denilmektedir [27].

Zımparalamanın amacı rendeleme ve sistireleme, frezeleme, tornalama, delgi, lamba-zıvana açma işlemlerinden sonra yüzeylerde kalan işleme kusurlarını (kesiş izleri, kalınlık veya farklılıkları, lif kalkıklılıkları v.b) gidermek veya aza getirmektir. Zımparalama,

mobilya endüstrisinde yüzey işlemlerinin temel işlemlerinden birisi olarak nitelendirilmektedir. Ağaç malzemenin yüzey kalitesi, görünümü doğal yapısı ve renk güzellikleri zımparalama ile ortaya çıkarabilmektedir [22].

İşlem; kağıt, bez veya yapay malzemeler üzerine standart aralıklarla yerleştirilmiş doğal veya yapay kesicilerden (kesici taneler) oluşan, kağıt veya bantlarla genellikle çevresel kesişle gerçekleştirilmektedir. Zımparalama işlemleri; genellikle ağaç malzemenin işlenmesi sonrası, yüzey işlemleri öncesi ve yüzey işlemi aşamalarında olmak üzere üç aşamada uygulanmaktadır.

İlk aşama; çeşitli işlemlere tabi tutularak düzgünleştirilen, şekillendirilen ve birleştirme yerleri açılan parçalarda işleme kusurlarının giderilerek en az pürüzlülükte yüzeylerin elde edilmesi amacı ile uygulanmaktadır. Genellikle küçük no'lu (60–100 no'lu) zımpara bantları kullanılmaktadır. İkinci aşama ise; en az pürüzlü yüzey işlemlerine hazırlık aşamasıdır. Bu amaçla, en az pürüzlü yüzeyler amaçlanmakta ve zımparalamada (120–180 no'lu) zımparalar kullanılır. Üçüncü aşama ise yüzey işlemi aşamalarındaki zımparalamayı kapsar. Bu amaçla; genellikle yüzey işlemi öncesi yüzeylerin dolgu veya astar katları arasında uygulanan dolgu vernik veya astar boya vb. gibi yüzey işlem malzemelerinin daha büyük (220–400 no'lu) zımpara bantları kullanılarak düzgünleştirilmesi sağlanmaktadır [18, 20, 21, 22, 23, 28, 29].

Zımparalama işlemleri, çok çeşitli zımpara alet veya makineleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla; düz ve büyük boyutlu parçaların zımparalanmasında yaygın olarak silindirli, bantlı kalibre ve kontak zımpara makinelerinden ayrı ayrı veya komple yararlanılabilmektedir. Bunların yanında; daha çok parçaların zımparalanmasında uzun ve dar bantlı, lamelli silindirik, hava yastıklı (davul), profil baskı destekli ve profil diskli zımparalama alet ve makineleri kullanılmaktadır [16, 18, 20, 21].

1.4. Kesme Yöntemleri ve Kesiş Çeşitleri

1.4.1. Kesme Yöntemleri

Kesme yöntemleri; kesici ve besleme yönüne bağlı olarak iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlar; besleme yönüne karşı ve besleme yönündeki kesişlerdir. Orman ürünleri endüstrisinde alet ve makinelerle işlemlerde kesişin kontrollü yapılabilmesi veya iş kazalarına yol açmaması nedeniyle eskiden beri besleme yönüne

karşı kesiş yöntemi kullanılmaktadır. Son yıllarda; işlemede daha kolay ve düzgün yüzeylerin elde edildiği besleme yönündeki kesiş yöntemi üzerinde durulmakta ve gelişmiş makinelerde kullanılmasına çalışılmaktadır [16, 19, 27, 33, 35].

1.4.1.1. Besleme Yönüne Karşı veya Yukarı Kesiş

Bu yöntemde kesme yönü ve besleme yönü birbirine ters yöndedir. Geleneksel kesiş olarak adlandırılmaktadır. Kesişin başlangıcındaki yonga kalınlığı kesişin kazıma şeklinde gerçekleşmesi nedeniyle sıfırdır. Kesiş tamamlanması veya kesicinin parça yüzeyinden çıkış anındaki yonga kalınlığı en büyüktür [16, 19, 27, 33, 35].

Bu yöntemin birçok yarar ve sakıncaları vardır. Bıçak keskinliği veya değişiklikleri arasındaki süre yani bıçak ömrünün uzun olması, alet veya makinelerin çalıştırma süresini veya kapasitesini arttırması ve az güç gereksinimi yararları; besleme güç tüketiminin fazla, parçayı geri fırlatma rizikosunu ve düşük yüzey kalitesi önemli sakıncaları olarak belirtilebilir.

1.4.1.2. Besleme Yönünde veya Aşağıya Kesiş

Aletin kesme yönü ile iş parçasının besleme yönü aynı yöndedir. Kesişin başlangıcında yonga kalınlığı en büyüktür. En küçük yonga kalınlığına ulaşıldığında kesiş işlemi tamamlanır. Bu yöntem elle veya yarı otomatik beslemeli alet veya makinelerle işlemlerde tehlikelidir. Bu nedenle bu tip uygulamalarla çalışma yapılmamalıdır [16, 19, 27, 33, 35].

Bu yöntemin yararlar iyi yüzey kalitesi, besleme güç gereksiniminin az olması ve daha yüksek besleme hızlarına ulaşılabilme; sakıncaları ise iş parçasının çekme etkisinde olması, güç tüketiminin yüksekliği ile küçük kama açısı ve yüksek kesici direncine rağmen daha düşük kesici kullanım süresi olarak belirtilebilir.

1.4.2. Kesiş Çeşitleri

Ağaç malzemenin kusursuz bir şekilde işlenebilmesi için odunun özellikle teknolojik özelliklerinin göz önünde tutulması gerekmektedir. Bunlardan odunun anatomik yapısı,

rutubeti, özgül ağırlığı, direnç özellikleri ve sertlik miktarları en önemlileri olarak belirtilmektedir. Heterojen yapıdaki odunun işlenmesinde bu özelliklerin önemi büyüktür. Bunlardan odunun anatomik yapısındaki lif yönü ve kesit şekilleri kesişi oldukça etkilemekte ve farklılıklar oluşturmaktadır. Örneğin liflerle paralel yönde liflere dik yöne göre % 40 daha kolay işlenme sağlanabilmektedir [16, 17, 20, 32, 34].

Ağaç malzemenin işlenmesinde lif yönüne göre kesiş çeşitleri 5 gruba ayrılmaktadır (Şekil 14).

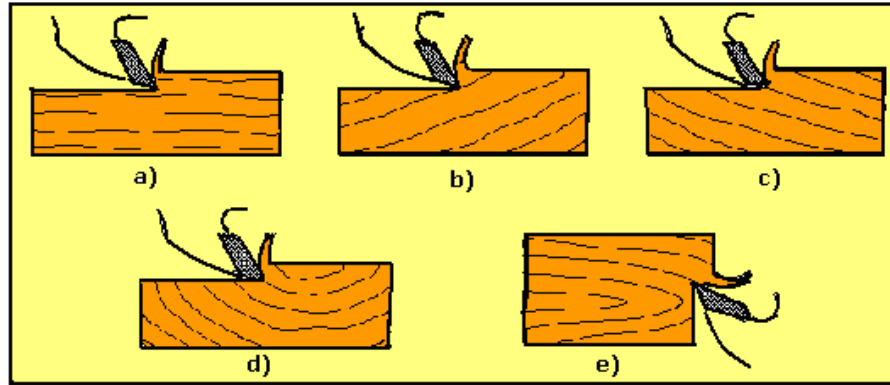
1. Lifler yönünde liflere paralel kesiş; işleme kolay ve düzgün kesiş yüzeyi elde edilmektedir (Şekil 14- a).

2. Lifler yönünde (yukarıya) kesiş; kesiş yönü kesiş yüzeyi boyunca, fakat lifler kesiş hareketinin yönüne paralel olmayıp, aşağıdan yukarı kesiş hareketi yönündedir. İşleme kolay ve düzgün kesiş yüzeyi elde edilmektedir (Şekil 14- b).

3. Lifler yönünde liflere karşı (aşağıya) kesiş; kesiş yönü kesiş yüzeyi boyunca, yalnız lifler kesiş hareketinin yönünde olmayıp, yukarıdan aşağıya kesiş hareketine karşı yöndedir. Kesiş direnci yüksek, malzemede yırtılmalar veya lif kopmaları görülmektedir (Şekil 14- c).

4. Enine yönlerde (liflere dik teğet veya radyal) kesiş; kesiş yönü ile lifler aynı düzlemde, fakat lifler kesiş yönüne dik, işleme kolay, fakat pürüzlü yüzey oluşmaktadır (Şekil 14- d).

5. Enine kesit (alın işlemesi) kesişi; kesiş yönü liflere 90^0 ' lik bir açı ile olmaktadır. İşleme zordur. Genellikle yüzeyler düzgün, kesiş sonuna doğru köşe veya kenarlarda önlemler alınmazsa lif kopmaları ile karşılaşmaktadır (Şekil 14- e).

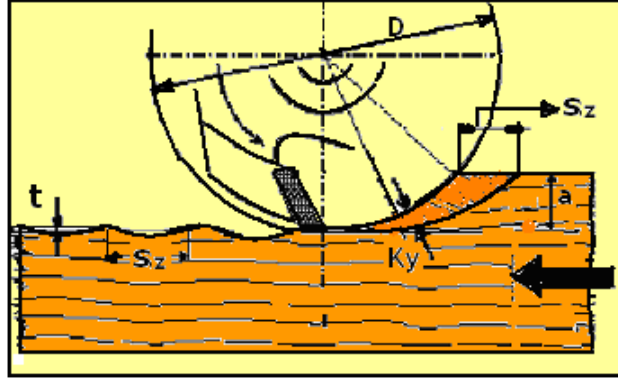


Şekil 5. Ağaç malzeme lif yönlerine göre kesiş çeşitleri [16].

1.5. İşleme Geometrisi

Planyalama, kalınlık, profillendirme, şablon şekillendirme veya kopya şekillendirme işlemlerinde bıçağın iş parçasında göreceli olarak hareketi besleme hızı (m/dak) ve devrin (dev/dak.) bir bileşenidir. İş parçası yüzeyindeki bıçak ucu izi eğrisel olup iç bükeydir. Dairesel olarak görülen bu tip oluşuma ait eşitlikler aşağıda verilmiştir [8, 27, 35, 36].

Pratik olarak; bir dönüşe ait eğri önemli bir hata olmaksızın ortaya konulabilmektedir. Şekil 8’de kalınlık işlemlerinde yonga ve yüzey oluşumu ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Burada; bıçak adımı veya bıçak izi uzunluğu ve derinliği aşağıdaki eşitliklerden hesaplanabilir.



Şekil 6. Kesiş işleminde yonga oluşumu ve kesici izleri [16].

$$S_z = 1000 \cdot u / n \cdot z \text{ (mm)} \quad (1)$$

Eşitlikte;

S_z = Bıçak adımı veya bıçak izi uzunluğu (mm),

U = Besleme hızı (m/dak),

n = Devir (dev/dak),

Z = Kesişe katılan bıçak sayısı (adet).

$$t = \frac{S_z^2}{4 D} \text{ (mm)} \quad (2)$$

Ayrıca aynı şekilde yonga oluşumunda, ortalama yonga kalınlığını belirlemek için yaklaşık olarak aşağıdaki eşitlikten yararlanılabilir.

$$K_y = S_z \cdot t / D \text{ (mm)} \quad (3)$$

Eşitlikte;

K_y = Ortalama yonga kalınlığı (mm),

a = Kesme yüksekliği veya derinliği (mm),

t = Kesiş izi derinliği (mm),

D = Kesici çapı (mm).

Ortalama yonga kalınlığına göre yüzey kalitesi sınıfları çok iyi 0.014–0.04 mm, iyi 0.041–0.16 mm ve kötü 0.161–0.4 mm olarak belirtilmektedir.

1.6. Yüzey Kalitesini Belirleme Ölçütleri

Yüzey kalitesi birçok ölçüte göre belirlenebilmektedir. Bunlar; kesiş izi uzunluğu (S_z), kesiş izi derinliği (t) ve ortalama yonga kalınlığı (K_y) olarak üç etkene bağlanabilmektedir [15, 16, 19, 30].

Uygulamada kesiş izi uzunluğu en basit ve yeterli ölçü olarak kabul edilmektedir. Yüzey kalitesini etkileyen en önemli faktörler; kesiş katılan kesici uç sayısı, malzemenin makineye verilme hızı veya besleme hızı ve aletin dakikadaki dönme hızına (devir) bağlı olarak değişen bıçak izi uzunluğu veya birim mesafedeki bıçak izi sayısıdır. Bilindiği gibi kesiş izi uzunluğu (S_z) ve derinliği (t) aşağıdaki eşitliklerden belirlenebilmektedir.

$$S_z = u \cdot 1000 / n \cdot z \text{ (mm)} \quad t = S_z^2 / 4 \cdot D \text{ (mm)}$$

Kesici izi uzunluğu veya birim uzunluktaki kesici izi sayısı; makinenin devri sabit tutulup besleme hızının artırılıp-azaltılması ile sağlanabilmektedir.

Genellikle kesiş izi uzunluğunun azalması ile yüzey kalitesi artmaktadır. Şekil 22’de kesici izi uzunlukları ve yüzey kalitesi, kesici körelmesi arasındaki ilişki görülmektedir. Burada 1.3 mm altındaki değerlerde yüzey kalitesi çok iyi olarak kabul edilmektedir.



Şekil 7. Kesici izi uzunlukları ve yüzey kalitesi arasındaki ilişkisi.

Ağaç malzemelerin işlenmesinde farklı endüstrilerde birim uzunluktaki (25 mm) bıçak izi sayıları aşağıdaki gibi önerilmekte ve uygulamada daha kolay ulaşılabilir olarak görülebilir. Bunlar:

Kereste üretimi	: 4-8 adet
Dış koşullardaki uygulamalar	: 8-12
Doğrama üretiminde	: 12-16
Mobilya üretiminde	: 16 adet veya daha fazla.

Ağaç malzemelerin işlenmesinde uygun bir besleme hızı, kesici sayısı ve kesme hızına göre seçilmelidir. Sabit bıçak kesici sayısı ve makine devrinde; normalin üzerinde bir besleme hızı ile parça işlenirse, motor gücünün yetersizliği yani zorlanması ile karşılaşılır. Bu durum devrin düşmesine ve işlemin yapılamamasına yol açabilir. Buna karşılık; yüksek kesme hızı ve düşük besleme hızı ile yapılan işlemlerde, her kesici uç işlenen parça yüzeyinde yeterli boyutta yonga oluşturmaması yanında, işleme derinliğini arttırabilir. Parçaların, işleme anında düşük hızda ilerlemesi veya durması ile oluşan parlak ve yanık yüzeyler bu şekildeki işlemlerin sonucudur. Ayrıca; işleme sırasındaki sürtünmeden dolayı oluşan sıcaklık artışı kesicilerinin kısa sürede körelmesine neden olmaktadır.

Yüzey kalitesinde göz önünde bulundurulacak diğer bir etken bütün bıçakların aynı düzeyde kesişe katılmasının sağlanabilmesidir. Bunun oluşturulamadığı durumlarda farklı kesici izi uzunlukları yüzey kalitesini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, kesici izi derinliği de aynı şekilde ölçüt olarak kabul edilmektedir, 1 mm.' lik bıçak izi uzunluğunda çok düşük olup, 0.03–0.04 mm arasında bulunmaktadır.

Yüzey kalitesinin belirlenmesinde diğer bir etken ortalama yonga (talaş) kalınlığıdır. Ortalama yonga kalınlığı (K_y); bıçak izi uzunluğu (S_z), kesme derinliği (a) ve kesiş dairesi çapından (D) etkilenmektedir. Ortalama yonga kalınlığı (K_y) aşağıdaki eşitliklerden hesaplanabilmektedir.:

$$K_y = \frac{U}{n \times z} \times \frac{a}{D} \text{ (mm) veya } K_y = S_z \frac{a}{D} \text{ (mm)}$$

Burada: K_y = Ortalama yonga kalınlığı (mm), u = Besleme hızı (m/dak),

z = Kesişe katılan bıçak sayısını (Adet), n = Devir sayısı (dev/dak),

D = Kesiş dairesi çapı (mm), a = Kesiş derinliği (mm)

Yonga kalınlığı; ön yarıma miktarını ve böylece bıçağın körelmesini, kesiş için gerekli kuvveti ve kesiş yüzeyinin düzgünlüğünü etkilemektedir.

Yonga kalınlığının artması ile yüzey pürüzlülüğü artmakta, azalması ile birlikte yüzeyin kalitesi iyileşmektedir. Ancak yonga kalınlığının azalması bıçakların körlenmesini arttırmaktadır. En uygun ortalama yonga kalınlığı 0,4 mm olup, 0,5 mm de ağaç malzemede yarıma eğilimi görülmekte, 0,3 mm de ise bıçaklar çabuk körelmektedir.

Uygulamada ortalama yonga kalınlığı kesiş kuvveti üzerinde daha fazla etkiye sahiptir. Bu bakımdan; yonga kalınlığından, yüzey kalitesinden daha çok kesiş için gerekli kuvvetin belirlenmesi amacıyla yararlanılmaktadır.

Bıçağın kesiş yönü ve malzemenin besleme yönünün aynı olduğu işlemlerde aynı yönde kesiş yöntemi söz konusu olup, bu da yüzey düzgünlüğü üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Bu durum bıçakların bileme açısının küçük olması ile açıklanmaktadır. Bunun sonucunda da aynı yönde kesişlerde serbest açının büyütülmesi zorunluluğu doğmakta ve kesişteki önceden ortaya çıkabilen ön yarıma etkisi azaltılmakta veya tamamen giderilmektedir.

Ağaç malzemelerin çeşitli makinelerde işlenmesinde, yüzey kalitesi ile ilişkili devir, kesme ve besleme hızları ile kesici sayısının belirlenmesine yarayan ve yaygın olarak kullanılan birçok grafikten yararlanılmaktadır.

1.7. Ağaç Malzemenin İşlenmesini Etkileyen Faktörler

Genel olarak ağaç malzemenin amaca uygun bir şekilde işlenebilmesini sağlamak için gerekli koşullar üç ana grup altında toplanmaktadır. Bunlar;

1. Makine ve kesme aletlerinin mekanik durumu,
2. Makinelerin ayarlanması ve çalıştırılması,
3. Hammadde odununun seçimi ve özellikleri olarak sıralanabilmektedir.

Belirtilen farklı koşulların yerine getirilmemesi veya yeteri kadar önemsenmemesi yapılan işlemleri doğrudan etkilemektedir. Doğal olarak ağaç malzemenin işlenmesinde beklenen kalite son kullanım amacına göre değişebilmektedir. Amaç, uygun işleme koşulları sağlanarak ağaç malzemedan elde edilen parça yüzeylerinin istenilen yüzey kalitesine getirilmesidir [8, 15, 16, 19, 30, 31].

1.7.1. Makine ve Kesme Aletlerinin Mekanik Durumu

İyi bir işleme kalitesi elde edebilmek için kesicilerin dengeli olarak yerleştirilmesi, bıçak seçimine özen gösterilmesi ve bıçakların sürekli olarak keskin bulundurulmasına gereken önemin verilmesidir. Ayrıca makinenin fazla kullanılan ve tahrip olan parçalarının zamanında değiştirilmesi ve bakımının yapılması da gerekmektedir [16].

a. Bıçak Türünün Etkisi: Pratik çalışmalarda uzun süre keskin kalması nedeniyle, daha çok sert uçlu, sert metal bıçaklar tercih edilmekte, daha sonra sırasıyla yüksek hız çeliği ve karbon çelik bıçaklar gelmektedir. Yumuşak odunlar körelmiş bıçaklardan daha fazla etkilenmektedir[16].

b. Bıçak Keskinliğinin Etkisi: İşlemin kalitesini etkileyen faktörlerden birisi de kesicilerin kör veya keskin olmasıdır. Körlüğün etkisi büyük ölçüde sert, hafif ve yumuşak odunlardaki kesişlerden sonra açıkça görülebilmektedir [16].

c. Bıçakların Bıçak Başlığına Yerleştirilmesi: Bilemeden sonra bıçaklar bıçak başlığına yerleştirilmektedir. Bütün bıçakların kesişe katılmalarını garanti etmek için aynı kesiş dairesine getirilmesi gerekli görülmektedir [16].

d. Makine Elemanlarının Mekanik Durumu ve Bakımı: Makine ve elemanlarının mekanik durumu, onların kullanılma sürelerinden daha önemli olup, işleme kalitesini etkilemektedir.

Dikkatli kullanılmayan yeni bir makinenin verimi düşmekte, iyi kullanılan ve bakımı yeterli olan eski makineden de en iyi şekilde yararlanılabilmektedir [15, 16].

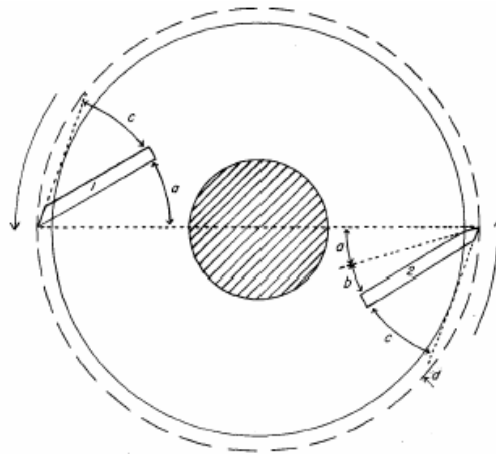
1.7.2. Makinelerin Ayarlanması ve Çalıştırılması

Ağaç malzemenin amaca uygun bir şekilde işlenebilmesi için; gerekli ana koşullardan diğer etken makinenin uygun şekilde ayarlanması ve çalıştırılmasıdır.

Buna göre; odun türlerine göre uygun kesiş açıları, kesiş derinliği, makinenin çalıştırılma koşulları (kesme, besleme hızları ve birim uzunluktaki bıçak izi sayısı) önemli bulunmaktadır [14, 15, 16, 19, 30].

1.7.2.1. Kesiş Açısı

Kesim açısının işin kalitesine etkisi bıçak tipleri ve odun rutubetine göre değişmektedir. Genellikle yapraklı ağaçlar ve iğne yapraklı ağaç odunları için sırasıyla Amerikan Standartlarına göre (ASTM) 20° , 30° Alman Standartlarına göre (DIN) ise 70° , 60° lik kesim açıları önerilmektedir. Yani özgül ağırlığı düşük ağaç odunları için büyük kesme açısı ve küçük kama açısı; yüksek yoğunluktaki ağaç odunları için küçük kesme açısı, büyük kama açısı uygulanmaktadır [8, 16, 32, 28, 33, 31].



Şekil 8. İki bıçaklı bir planya başlığında bıçak açıları (a. kesim açısı; b. kesim açısını değiştirme açısı c. serbest açısı; d. kesim (uçuş) daire; 1 ve 2 planya bıçakları) [30].

1.7.2.2. Kesiş Derinliği

Kesiş derinliği bakımından sığ veya derinliği az olan kesiş en iyi sonucu vermektedir. Kesiş derinliğinin artması ile sonuçlar kötüleşmektedir. Kesiş derinliği işin kalitesini genel olarak yapraklılarda ibrelilere göre daha az etkilemektedir. Genellikle bazı ağaç türü odunlarında önce kaba, sonra bunu izleyen sığ bir kesiş uygulanması önerilmektedir. Kural olarak iki derin olmayan kesiş bir derin kesişe göre daha iyi yüzey vermekte ve standartlarda 2 mm' den fazla kesiş derinliğine izin verilmemektedir.

1.7.2.3. Kesme Hızı

Ağaç malzemenin işlenmesinde kalite üzerine kesiş hızının etkisi oldukça büyüktür. Kesiş hızı; ağaç malzemenin işlendiği makinenin kesici veya bıçağının işlenen parça üzerinde birim zamanda (saniyede) metre cinsinden kat ettiği yol olarak belirtilmektedir. Ağaç malzemeyi işleyen makineler genellikle dönerek kesiş yaptıklarından, kesiş hızı bıçağın çevresel hızı olarak da tanımlanabilmektedir.

Kesici başlığın veya silindirlerin bağlı olduğu milin bir dakikadaki dönüş sayısı ise devir sayısı olarak adlandırılmakta ve devir / dakika olarak belirtilmektedir [8, 15, 16, 19, 33, 35].

Makinelerin devirleri sınırlı olup yüksek devirlerde büyük bir savurma kuvveti ve bunun sonucunda titreşimler ortaya çıkmaktadır. Bunu engellemek için makinelerin daha büyük boyutlu yapılması gerekmektedir. Orman endüstri makinelerinde devir sayısı dakikada 3500 ile 20000 arasında değişmektedir. Çok düşük devir veya kesiş hızlarında ise kaliteli yüzey elde edilememektedir.

Kesici başlıktaki bıçak sayısının artması kesiş hızını etkilememekte, ancak yonga boyutlarını dolayısıyla kesiş izi uzunluğu ve derinliğini azalttığından işleme kalitesini artırmaktadır. Kesiş hızı, makinenin devir sayısı yanında, bıçağın yerleştirildiği başlık veya silindir merkezinden uzaklığı ile de ilişkilidir. Buna göre; bıçağın mil veya silindir merkezinden en uzak noktası olan uç kısmının çizmiş olduğu daireye "uçuş daresi" denilmektedir. Dönerek veya çevresel hareketle kesiş yapan alet veya makinelerdeki kesiş hızı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmaktadır [14, 15, 16, 19, 33, 35].

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n}{60 \cdot 1000} \text{ (m / sn)} \quad (4)$$

Eşitlikte:

V = Kesiş hızı (m/sn),

r = Aletin yarı çapı (mm),

n = Devir sayısı (dev/dak).

1.7.2.4. Besleme Hızı

Besleme veya itme hızı; malzemenin alet veya makinelerde işlenmesi sırasında birim zamanda aldığı yol olup, m/dak olarak açıklanmaktadır. Bu durum; malzemenin döndürülerek işlendiği kaplama soyma makinelerinde mm/dönüş sayısı olarak, yukarı-aşağı hareketle işlem yapan katraş gibi makinelerde ise mm/kalkış-iniş hareketi olarak belirtilmektedir [8, 15, 16, 19, 33, 35].

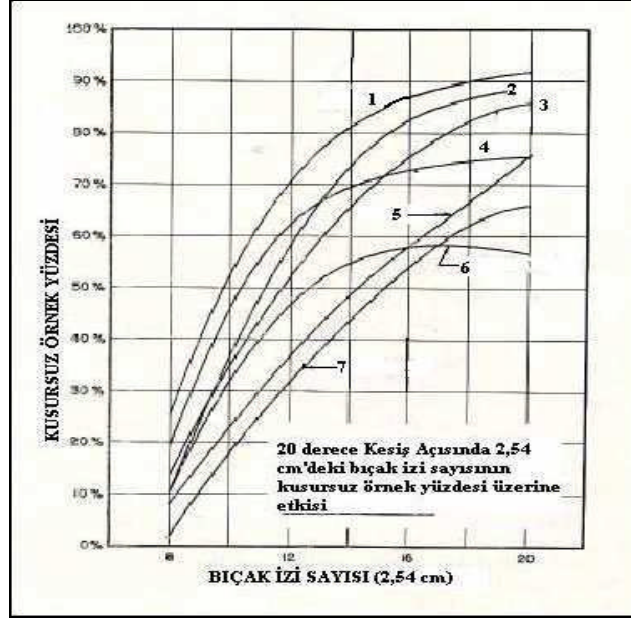
Besleme hızı, makinenin randımanına doğrudan etki yapmaktadır. Bu nedenle işleme kapasitesini artırmak için mümkün olduğunca yüksek besleme hızlarının kullanılması gerekmektedir.

Ancak besleme hızının üst sınırı sonsuz değildir. Çünkü yüksek besleme hızlarında bıçak izleri uzun ve daha belirgin olmakta, bu da işleme kalitesini olumsuz etkilemektedir [8, 15, 16, 19, 33, 35].

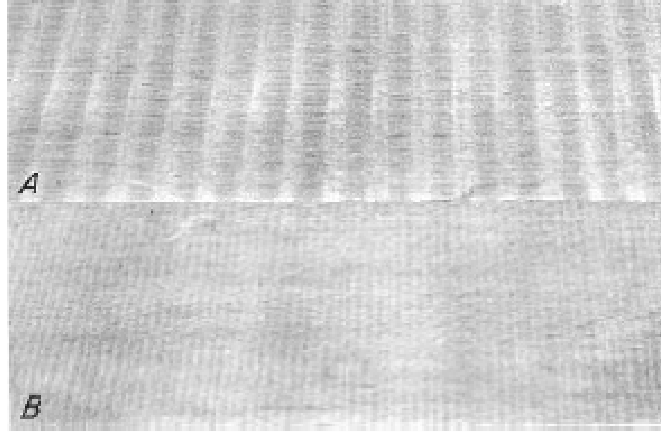
1.7.2.5. Birim Mesafedeki Bıçak İzi Sayısı

Yüzeyin paralel ışıkla gölgelendirilerek daha rahat görülebilen bıçak izleri sert ağaç malzemelerde yumuşak ağaç malzemelere göre daha rahat izlenebilmektedir. Birim mesafedeki bıçak izi sayısının yüzey kalitesini belirlemede önemli etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Genellikle yüzey kalitesindeki en büyük artış birim mesafedeki (2,54 cm) bıçak izi sayısının 8'den 12'ye ve 12'den 16'ya çıkarılması ile meydana gelmektedir.

Bu artış 2,54 cm' de 16 bıçak izi sayısından 20 bıçak izi sayısına çıkarılmasında ise oldukça küçüktür. Uygulamada birim uzunluktaki kesici sayıları mobilya endüstrisinde 16 adet ve üzerinde, doğrama endüstrisinde ise 8–12 adet arasında önerilmektedir.



Şekil 9. Birim uzaklıktaki bıçak izi sayısının kusursuz örnek yüzdesi üzerine etkisi (1.kırmızı meşe; 2. beyaz dişbudak; 3. kayın; 4. ıhlamur; 5. beyaz huş; 6. kavak; 7. şeker akçaağacı) [30].



Şekil 10. Planyalamada birim mesafedeki farklı bıçak izi sayıları A- Kesişin bir bıçakla gerçekleştirilmesi durumunda B- Kesişin dört bıçakla gerçekleştirilmesi durumunda [30].

1.7.3. Hammadde Odununun Seçimi ve Özellikleri

Ağaç malzemelerin işlenmesinde özellikle heterojen bir yapı gösteren odunun üzerinde durulmakta; rutubeti, yoğunluğu, büyüme hızı, 1 cm'deki yıllık halka sayısı ve doğal kusurları (lif kıvrıklıkları v.b. gibi) incelenmektedir.

Ayrıca, düzgün tekstürlü ve yoğunluğunun ağaç türünün ortalamalarına uygun olması istenmektedir [13, 15, 16, 17, 26].

1.7.3.1. Odun Rutubetinin İşleme Kalitesine Etkisi

Odun rutubeti işleme kalitesini oldukça etkilemektedir. Odun rutubetinin yüzey kalitesine etkisi üzerine araştırmalarda genellikle düşük odun rutubetinde, yüksek odun rutubetine göre daha iyi işlenme sağlandığı belirtilmektedir. Rutubetin fazla olması kesme işlemi sırasında suyun odun elemanları arasında sıkışarak onları parçalamaya zorlamakta ve düşük kaliteli yüzeylere neden olmaktadır. Aynı şekilde yüksek rutubet miktarı; odunun doğal karakteristiklerine bağlı olarak genellikle çok fazla kalkık liflilik, pürüzlü liflilik ve yongalı liflilik gibi işleme kusurlarının oluşumuna yol açmaktadır.

Yonga izi; diğer rutubet miktarlarına göre, % 20 ve daha fazla odun rutubet miktarlarında daha az oluşmaktadır. Yapraklı ağaç odunlarında ise, yoğunluğu yüksek odunlar düşük olanlara göre rutubet artışından daha az etkilenmektedir.

Ortalama olarak; % 6 rutubet miktarındaki odun % 12' ye göre % 25 , % 20 rutubet miktarına göre % 50' nin üstünde daha az kusurlu işlenmektedir [13, 34].

1.7.3.2. Yoğunluğun İşleme Kalitesine Etkisi

Odunun işlenmesinde diğer bir etken odunun yoğunluğudur. Kural olarak yoğunluğu yüksek odunlar düzgün yüzey vermekte ve yoğunluğu düşük odunlara göre daha iyi işlenmektedir.

1.7.3.3. Büyüme Hızı, Yıllık Halka Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranının İşleme Kalitesine Etkisi

Büyüme hızı, yıllık halka sayısı ve yaz odununun katılım oranının işleme kalitesine etkisinde; bütün bu özellikler enine kesitte boyuna kesitine göre daha belirgindir. Bunlardan büyüme hızının etkisi yoğunluktan daha önemli bulunmaktadır. Dağınık traheli odunlar halkalı trahelilere göre bu faktörden daha az etkilenmektedirler. Yani dağınık traheli odunlar (Kayın, Huş, Kızılağaç, Akçaağaç) halkalı traheli odunlara (Meşe, Kestane,

Dişbudak, Kavak ve bazı Ceviz türleri vb.) göre daha iyi işlenme özellikleri göstermektedir [14, 15].

1.7.3.4. Odun Kusurlarının İşleme Kalitesine Etkisi

İşleme güçlüğünü artıran faktörlerden birisi de odunun doğal karakteristiklerinden olan çapraz liflilik. Genellikle her kereste az veya çok çapraz liflilik içermektedir. Çapraz lifliliğin az olduğu durumlarda pek önemli değildir. Fakat belirgin olması halinde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çapraz lifliliğin bilindiği gibi diyagonal, spiral ve grift (dolanık) liflilik olarak üç türü bulunmaktadır [14, 15].

Çekme odunu yapraklılarda meydana gelmekte ve genellikle işlemlerde pürüzlü lifliliğe neden olmaktadır.

1.8. Yüzey Pürüzlülüğü

Pürüzlülük; üretim yöntemleri sonucu parça yüzeyinde oluşan şekil ve dalgalanma hataları dışında kalan, oldukça küçük ve periyodik olarak tekrarlanan düzensizliklere denilmektedir. Şekil ve dalgalanma hataları; makine mil ve siperlerindeki titreşim veya kaymalar, kesicilerde kırılma, körelme v.b. ile ağaç malzemede oluşan büyük kusurlardır.

Uygun tekniklerle işleme yöntemleri sonucunda; makine hassaslıkları, kesici ve malzemeden oluşan ve periyodik bir şekilde tekrarlanan hatalar pürüzlülük kapsamındadır ve oldukça sınırlıdır [2, 4, 5, 22].

Yüzey tekstürü; üç boyutlu bir kavram olup; malzeme ile onun çevresi genellikle hava arasındaki pürüzlülük veya malzeme yüzeyi içerisindeki düzensizliklerdir.

Yüzey profili ise iki boyutlu bir kavramdır ve yüzey tekstürünün tipik bir kesitinin hatlarını gösterir [37]. Uygun tekniklerle iyi rendelenmiş veya zımparalanmış olarak düşünülse bile, yüzey üzerindeki boşluklar nedeniyle düzgün değildir. İşlenmiş bir ağaç malzeme yüzeyi büyüteç altında incelendiğinde; parçalanmış lifler ve dağlar arasında vadiler oluşmuş gibi bir görüntü verir. Bunlar yüzeyde oluşan çıkıntı ve girintilerden oluşan periyodik dalgalanma serisidir. Dağa benzetilen çıkıntılı kısımların, girintili kısımların en alt düzeyine kadar düzeltilmesi, yani girinti çıkıntı farklılığının en aza indirilmesi pürüzsüz bir yüzey veya en az pürüzlülük için gereklidir [38,39].

Odunun anatomik yapısının heterojen olması nedeniyle ağaç malzemelerde tam olarak pürüzsüz bir yüzey elde etmek mümkün değildir. Odunun tekstür farklılıkları ve makine veya alet işleme duyarsızlıkları mevcut oldukça pürüzlülük söz konusu olacaktır [39].

Ağaç malzemenin yapısını oluşturan odun tamamıyla farklı bir anatomik yapıdadır. Hem hücre çeperleri içinde hem de hücre boşluklarında önemli miktarda boşluk hacmi oluşturur (8, 38, 40).

Odun bulunduğu ortamda havanın sıcaklığı ve bağıl nemine bağlı olarak rutubet değişiklikleri gösterir. Rutubet değişiklikleri fiziksel ve mekanik özelliklerini oldukça etkiler [12, 41, 42].

Odunun işlenmesi uygun alet ve makinelerle gerçekleştirilir. Odunda iyi bir kesim bile odun türlerine bağlı olarak hücre çökmeleri, çizikler, hücre boşlukları vb. girinti ve çıkıntıları oluşturur. İşlenme; iş parçasından mekanik olarak yonga, talaş gibi parçacıkların uzaklaştırılmasıyla gerçekleştirilir.

İşleme yöntemi ve odun yaşına bağlı olarak; yüzeylerde kesici izlerinin düzenli şekilleri yanında, kalkık, pürüzlü, yongalı liflilik, yonga izi ve lif ayrılması gibi rastlantılı şekilleri oluşur. Her bir işleme yöntemi sonucunda odunun yüzey karakteristiği ortaya çıkarılır [15, 43, 38].

Odunun işlenmesinde yüzeye yakın kısımlarda da mekanik etkiler nedeniyle yıkımlar oluşur. Pürüzlülüğü olumsuz etkileyecek bu gibi kusurların, uygun işleme teknikleri ile giderilebileceği veya iyi sonuçların alınacağı belirtilmiştir [38, 43, 44].

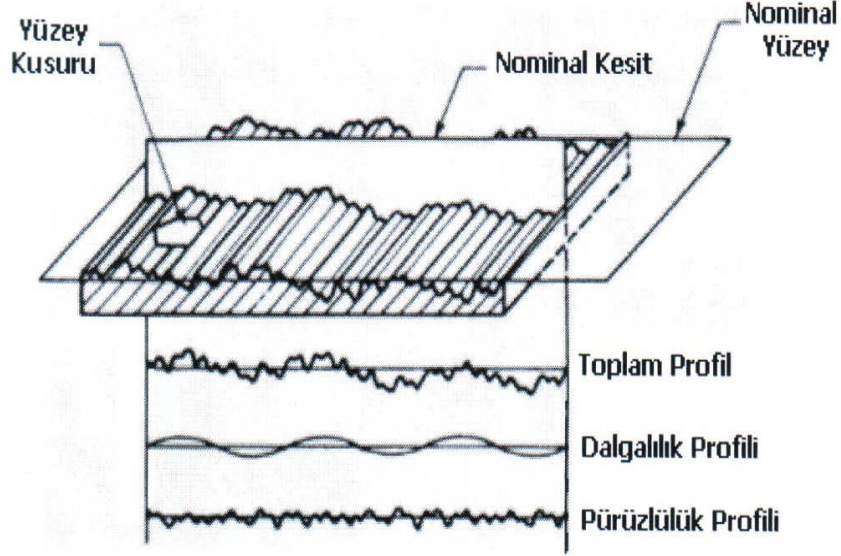
1.8.1. Yüzey Pürüzlülük Sınıfları

Yüzey tekstürü, madde veya malzemenin incelik veya kabalığı, düzgünlüğü veya pürüzlülüğünün derecesidir. Ağaç ve ağaç malzemeler gibi çoğu poröz yapıdaki malzemelerin yüzey tekstürü güçlükler oluşturur.

Yüzey çeşitli yüzey pürüzlülüklerinin bir bileşimi olarak düşünülebilir. Bütün bunlara rağmen yüzey tekstürü için çeşitli tanımlayıcı sınıflandırmalar önerilmiştir [38, 39, 45].

İngiliz standartlarına göre; birinci ve ikinci tekstür ile şekil hataları olarak üçlü bir sınıflama yapılmıştır (Şekil 11). Birinci tekstür alet veya makine işlemi sonucunda oluşan yüzey tekstür sonuçlarının bir bileşimidir. Bunlar daire testere kesiş izleri, planyalama ve

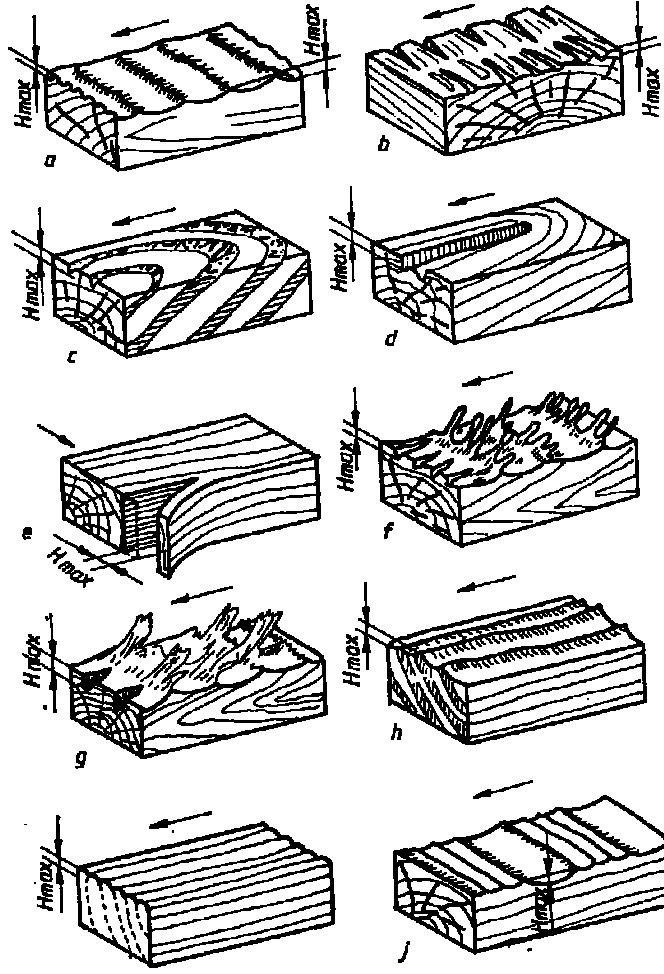
şekillendirme kesicileri izleri ile zımpara izleridir. İkinci derece tekstür, makine hassaslıklarından oluşan kusurları kapsar. Bunlar, mil titreşimleri, ayarsızlıklar, aşırı diş izleri veya körelmiş bıçaklardan oluşur. Şekil hataları; materyalin bir ucundan diğer ucuna yüzeyin geniş bir kısmını kapsayan kusurdur. Eğrilik, çarpıklık, burkulma ve oluklaşma şeklinde oluşur [39,41].



Şekil 11. Yüzey karakteristiklerinin şematik diyagramı [47].

Diğer bir sınıflamaya göre; üç sınıflamalı bir yüzey tekstürü odun ve diğer malzemeleri de kapsar.

Birinci derecede tekstür; anatomik yapıdan, ikinci derecede tekstür; makine işleme yöntemlerindeki hassaslıkları kapsar. Alman standardı DIN 4760'a göre; değerlendirme mikroskopik ve submikroskopik yapıdaki tekstürleri içermektedir. Gerekirse moleküler ve submoleküler yapıyı kapsayacak kadar geniş tutabilir. Bütün bu sınıflamaların hiçbiri ile belirleyici bir yüzey tekstürü sınıflama yerleştirilmesinin mümkün olmayacağı belirtilmiştir [46].



Şekil 12. Odun yüzeyindeki kusurlar [47].

1.8.2. Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Parametreler

Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili parametreler; profil ortalama çizgisine göre (m) yüzeyin iki boyutlu profilini veren, profil yükseklik yönünde veya yüzey düzlemine dik girinti-çıkıntıların oluşturduğu düzensizlikleri gösterir.

Bunlardan yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmede, genellikle ortalama pürüzlülük (R_a), on nokta yüksekliği (R_z) ve en büyük pürüzlülük (R_{max}) kriter olarak alınır [48].

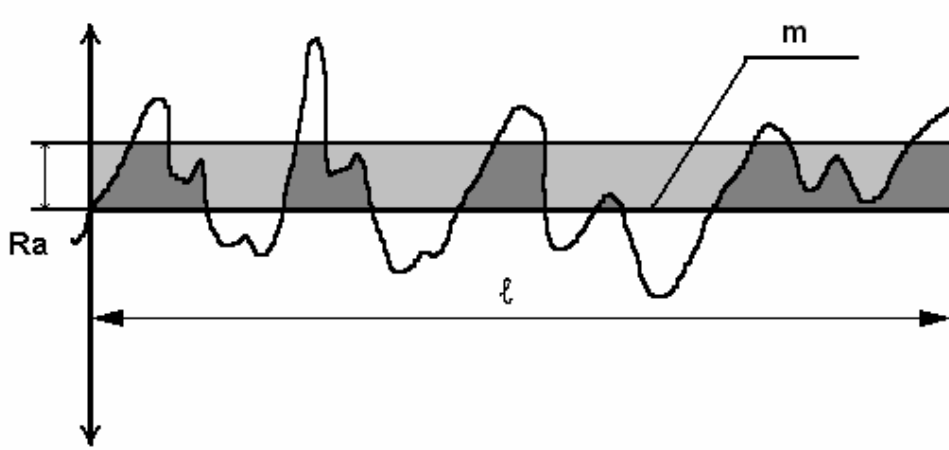
1.8.2.1. R_a Yüzey Pürüzlülük Değeri

Örnek parça üzerinde ve seçilen örnekleme uzunluğunda en derin 5 girinti ve en yüksek 5 çıkıntılı profilin mutlak değerlerinin ortalamasıdır. R_a yüzey pürüzlülük değeri;

profil sapmalarının aritmetik ortalaması, sınır dalga boyunda ortalama pürüzlülük eğrisinin (m) üzerindeki pürüzlülüklerin ortalama pürüzlülüğü olarak tanımlanmaktadır [48].

$$R_a = \left(\frac{1}{L} \right) \int_0^L |y(x)| dx$$

Profil sapmalarının aritmetik ortalaması R_a Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13. Profil sapmalarının aritmetik ortalaması [48].

1.8.2.2. R_z Yüzey Pürüzlülük Değeri

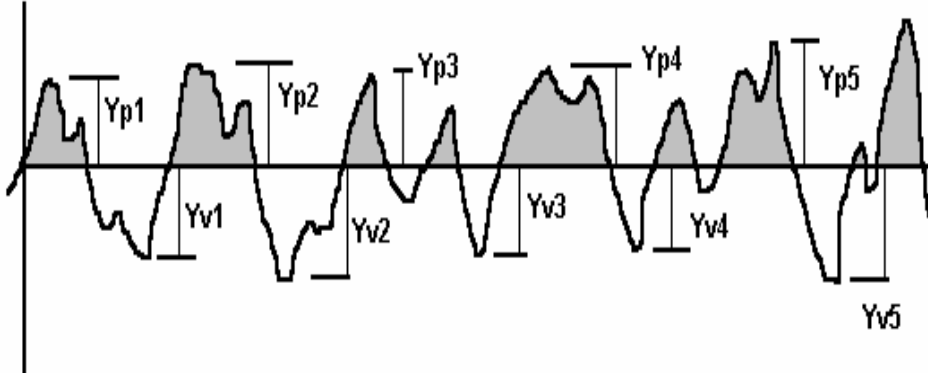
Örnek parça üzerinde ve örnekleme uzunluğunda en derin 5 girinti ve en yüksek 5 çıkıntılı profilin mutlak değerlerinin ortalamasıdır.

Profil düzensizliklerinin on nokta yüksekliği, sınır dalga boyu içerisinde en derin beş profil vadisi derinliği (Y_v) ile en yüksek beş profil tepe yüksekliğinin (Y_p) mutlak değerlerinin ortalamasıdır [48].

$$R_z = \frac{|Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}| + |Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5}|}{5}$$

5

Profil düzensizliklerinin on nokta yüksekliği (R_z) Şekil 14’ de verilmiştir.



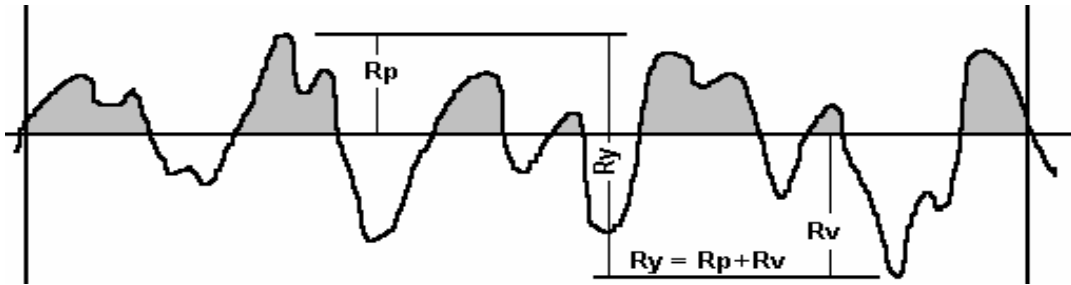
Şekil 14. Profil düzensizliklerinin on nokta yüksekliği [48].

1.8.2.3. R_y ($R_{\max}$) Yüzey Pürüzlülük Değeri

Örnek parça üzerinde uzunluğuna en uzun girintili profil derinliği (R_d) ile en çıkıntılı profil yüksekliği (R_y) arasındaki uzaklıktır. Profil tepesinin maksimum yüksekliği (R_p) ile profilin maksimum vadi derinliği (R_v) arasında kalan mesafedir [48].

$$R_y (R_{\max}) = R_p + R_v$$

Maksimum profil yüksekliği Şekil 15’de verilmiştir.



Şekil 15. Maksimum profil yüksekliği [48].

1.8.2.4. R_p Yüzey Pürüzlülük Değeri

Ortalama pürüzlülük eğrisinin üzerinde kalan en yüksek noktaların ortalamasıdır.

$$R_p = (R_{p1} + R_{p2} + R_{p3} + R_{p4} + R_{p5} + R_{pn}) / 5n$$

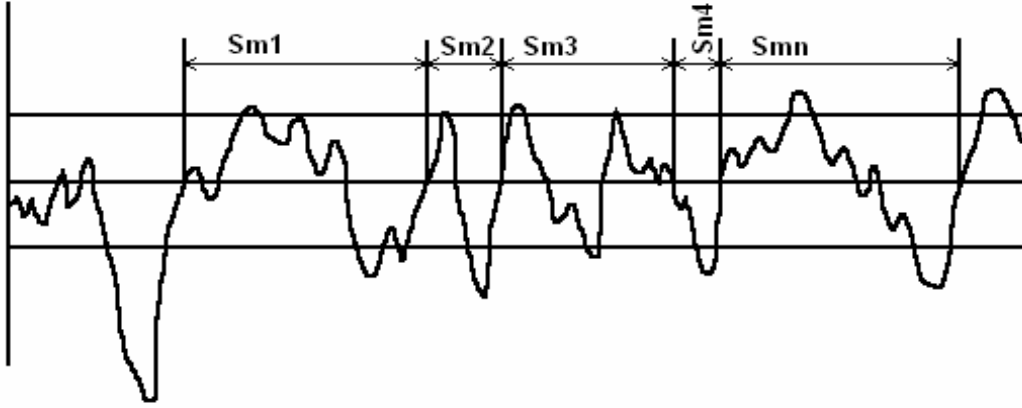
1.8.2.5. R_v Yüzey Pürüzlülük Değeri

Ortalama pürüzlülük eğrisinin altında kalan en derin noktaların ortalamasıdır. $R_v = (R_{v1} + R_{v2} + R_{v3} + R_{v4} + R_{v5} + R_{vn}) / 5n$

1.8.2.6. R_{sm} Yüzey Pürüzlülük Değeri

Örnek olarak incelenen yüzeydeki profil elemanlarının ortalama genişliğidir.

$$R_{sm} = (1/n) \times (R_{sm1} + R_{sm2} + \dots + R_{smn})$$



Şekil 16. Yüzey profillerinin ortalama genişliği [48].

1.8.2.7. Profil Ortalama Çizgisi (m)

Her iki tarafındaki profil alanları toplamını birbirine eşitleyen ve nominal profil genel doğrultusuna paralel olacak şekilde gerçek profili örnekleme uzunluğu boyunca kesen doğrudur.

1.8.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri ve Kullanılan Aletler

Yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemleri oldukça fazla olup, tamamıyla aletsiz değerlendirmelerden elektronik aletlere kadar gelişmelerin tümünü kapsar [38, 49, 50]. Bunlardan önemli bazı yöntemler ve kullanılan aletler hakkında açıklayıcı bilgiler

verilmeye çalışılacaktır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde kullanılan araçlar temel olarak iki kategoride toplanabilir:

- Dokunmalı aletler (iğne taramalı, pnömatik, kapasitans ve akustik ölçüm yöntemleri),
- Dokunmasız aletler (optik ve ultrasonik yöntemler).

1.8.3.1. Yüzey Profillerini Kaydeden ve Büyüten Yöntemler

Bu yöntemler metal yüzeyler için tasarlanmış olup, oldukça çeşitlidir. Bunlardan ikisi ilk yıllardaki çalışmalarda orman ürünlerinde kullanılmıştır [38, 45].

Günümüzde iğne taramalı yöntem çok duyarlı ve çeşitli pürüzlülük parametrelerini sağlaması bakımından bu iki yöneme tercih edilmektedir.

1.8.3.1.1. Dokunmalı İğneli Taramalı Yöntem

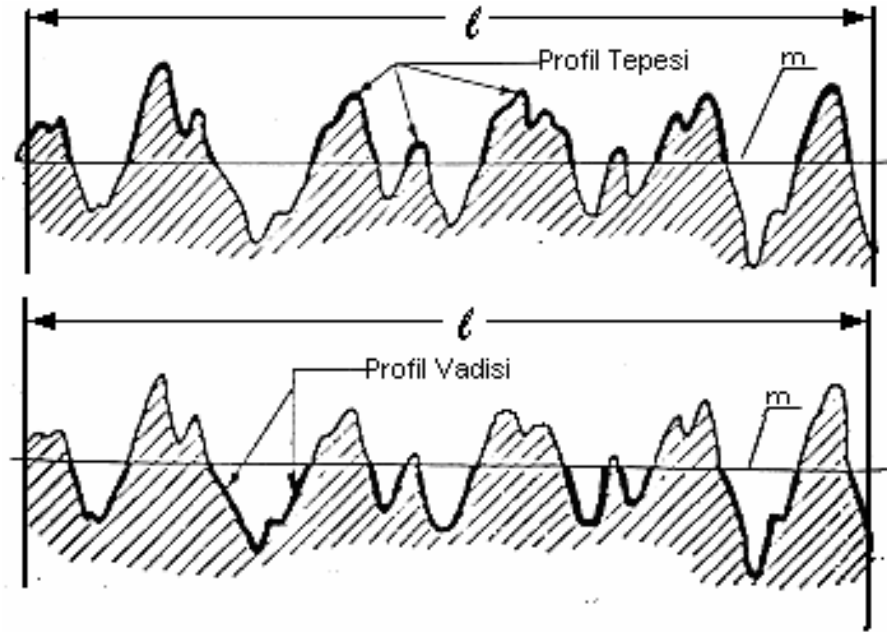
Günümüze kadar yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için genellikle en geniş tutulan ve kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde iğne tarama iğnesi ile yüzeyin tipik bir bölümünün iki boyutlu bir profili elde edilir. Yüzey taramaları tarama uzunluğu içerisinde basamaklar (sınır dalga boyu) biçiminde gerçekleştirilir. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında çalıştırılması basittir. Bununla birlikte yüzey profillerini tam bir duyarlılıkta elde etmek için çok sayıda ölçme gerçekleştirmek gerekir. Hem ölçüm hem de sonuçların değerlendirilmesi zaman kaybına neden olur. Yöntemde iğne ile enine yönde taranır [49].

Bu yöntemde iğne boyutlarının ve geometrisinin pürüzlülük sonuçlarına etkileri oldukça önemlidir. Yüzeylerde iğne tarama ile tarama sırasında; yüzeydeki odun yapısından ve işlenmesinden oluşan kusurların ölçmeyi engelleyeceği dolayısıyla uygun hızda taramaların yapılması zorunludur. Yüksek hızda iğnenin sıçraması nedeniyle, düşük hızda taramaların yapılması zorunludur. Yüksek hızda iğnenin sıçraması, düşük hızda ise iğne yüzey içerisindeki boşluklarına takılabilir. Odun ve odun kökenli malzemelere bu yöntem uygulanabileceği zaman gerçek pürüzlülüğü etkileyecek yani yüzeylerde sıçrama ve takılmaları önleyecek şekilde aletin basıncı ayarlanmalıdır [51].

Kısaca tarama teknikleri performansını etkileyen en önemli faktörler; iğne ucu geometrisi ve boyutu (genellikle iğne uç yarıçapı 2,5 μm -12,5 μm , tarama kolu girinti

ayarı, yana doğru tarama kolu ayarı ve ağırlık dengelemesi ($12,7\ \mu\text{m}$ iğne yarıçapı için $2,5\ \text{gr}$) olarak belirtilebilir [51].

Dokunmalı iğneli tarama metodu, halen kullanılmakta olan ve genel kabul görmüş en etkili yüzey ölçüm metotlarından biridir. Bu çalışmada dokunmalı iğneli tarama yüzey test cihazı (Mitutoyo Surftest SJ-301) ile iğneli tarama ölçme metodu uygulanmıştır. R_a , R_z , R_{max} , R_q ve diğer yüzey pürüzlülük ölçüm değerlerine ait verileri yüzey grafikleri üzerinde tanımlayabilmektedir. Şekil 17’de tarama iğnesi ile elde edilen yüzey grafiklerine bir örnek verilmiştir.



Şekil 17. Tarama iğnesi ile elde edilen yüzey grafiğinin örnek görünümü [48].

1.8.3.1.2. Işık Kurdele Metodu

Yüzeylerin pürüzlülük farklarını belirlemek için, ince kurdele şeklinde bir ışık demetinin örnekler üzerine gönderilip mikroskop altında geri yansımalarının incelenmesi yöntemi geliştirilmiştir. Burada mikroskoba bir kamera yerleştirilerek görüntüsü kaydedilmektedir. Görüntü ince sivri bir ışık şeklindedir. Ahşap malzemelerin yüzeylerinin kalitesini karşılaştıran bu metot zımparalanmış yüzeylerin ölçülmesinde yeterli bulunmuş ancak testerelelerle biçilmiş yüzeylerde de uygulanabileceği belirtilmiştir [49].

1.8.3.1.3. Yüksek Işık Metodu

Ahşap malzemenin yüzeyine, dar açıda bir ışık kaynağı yerleştirilerek ışık akışı ahşap malzemenin liflerine doğru girmekte, keskin bir objektif ile yüzeylerinin fotoğrafları çekilerek yüzeydeki girinti ve çıkıntılar görüntülenmektedir.

Profesyonel fotoğraf makinesi 410 numara ile zımparalanmış bir odun yüzeyindeki liflerin resmini çekebilmektedir. Bu metot da ışık akışının direkt olarak odun liflerine gönderilmesi ile yüzey görüntüleri daha net alınabilmektedir [49].

1.8.3.1.4. Forster Aleti

Bu alette test örneği bir motor yardımı ile dakikada 1 mm'den 5 mm'ye kadar hız ile yandan hareket ettirilmektedir. Bu hareket salımlı iğne bağlantılı olup gezer bir durumda ve yarıçapı ahşap yüzeylerine göre 50–60 μ arasında değişmektedir. İğne, saniyede 50–100 defa aşağı yukarı hareket ederek yüzey konturlarını bir film üzerine aktarılmaktadır. İğne hareket ettikçe ayna ışık demetini yansıtarak titreşimlerin fotoğrafı film üzerinde görüntülenir. İğne üzerindeki ağırlık 0,6–1,0 gr olmaktadır [49].

1.8.3.1.5. Optik Metodlar

İğne uçlu metotlardan farklı olarak optik metotlar tercih edilmektedir. Bunun sebebi; iğne uçlu metotlarda iğne uç parçası ahşap malzeme yüzeyi üzerinde hareket ederken yüzeye zarar vermektedir. Optik metotlarda ise ölçüm sırasında yüzeye temas olmamaktadır. Şekillendirilmiş ahşap malzeme yüzeylerin pürüzlülük ölçümlerinde de optik metotlar kullanılmaktadır. Bazı optik metotlarda lazer ışık kaynağı kullanılır. Lazer ışığı ahşap yüzey üzerine uygulandığında, pürüzlü yüzeylerde açı yaparak yansır. Yüzeyden yansıyan dağınık ışınları ölçen ve analiz eden değişik teknikler, yüzeyin profilini vermektedir [49].

1.8.3.1.6. Pnömatik Metod

Bu metot da hava akımı ahşap malzeme yüzeyine aralıklı bir baş ile uygulanır. Yüzeydeki pürüzler, sistem içine uygulanan basınçlı havanın hacmini değiştirmektedir. Bu metodla yüzey pürüzlülüğü kesin saptama yerine yakın ya da karşılaştırılmış sonuçlar vermektedir. Hava hacmine göre, 20 μ m ile 420 μ m arasındaki R_{max} yüzey pürüzlülük değerleri ölçülebilmektedir.

1.8.3.1.7. Kapasitans Metodu

Bu metodta ölçülecek yüzey, levha kondansatörün bir taraftaki elektrotlarından birini oluşturur. Uygun bir kapasitans oluşturmak ve iki kondansatör levhanın arasındaki uzaklığı ayarlamak için araya bir yalıtkan konulmaktadır.

İncelenen yüzeydeki düzensizliklerle arada kapalı kalan havada yalıtkanlık oluşur. Yüzey ile kondansatör yalıtkanın arasındaki havanın hacmi ölçülür. Bu metod, kondansatörün kapladığı alan altındaki yüzey düzensizliğinin ortalama değerini verir. Brecker, bu metodu tornalanmış ve şekillendirilmiş yüzeyler için 1,5 μ m – 6 μ m yüzey pürüzlülük sınırlarında uygulamıştır [49].

1.8.3.1.8. Işık Projeksiyon Metodu

İnce kenarların yüzey pürüzlülük ölçümü için bu ölçüm metodu önerilmektedir. İnce kenarın pürüzlülük profilini ışık projeksiyonu ile eğri bir kenara düşürerek yüzey profilinin büyütülmüş görüntüsü elde edilmektedir. 2 μ m–4,7 μ m R_a yüzey pürüzlülük değerleri bu metotla elde edilebilmiştir.

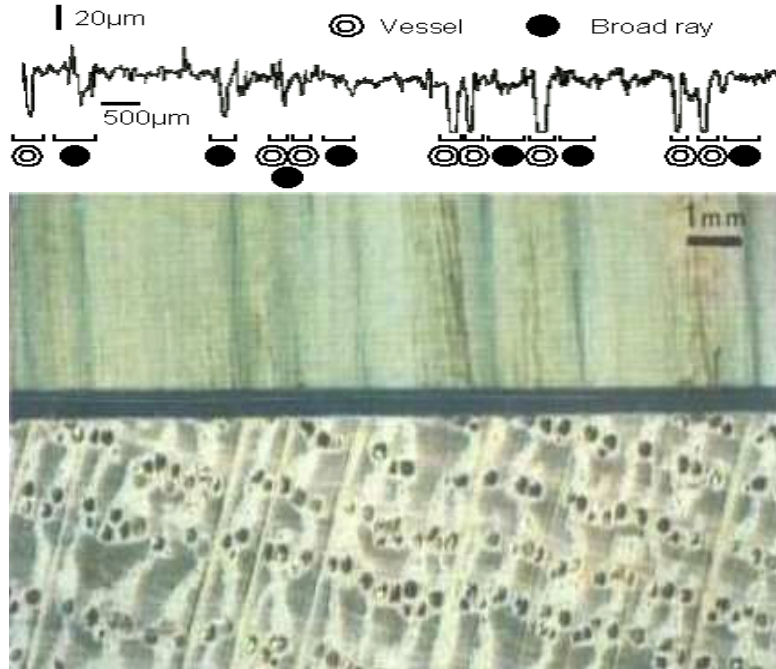
1.8.4. Ağaç Malzemedede Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler

Ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olan faktörlerin başında, anatomik yapıdan kaynaklanan faktörler gelmektedir. Genel olarak yumuşak odunların yüzeyleri sert odunlarınkine göre daha pürüzlüdür.

Yıllık halka içerisindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı yüzey pürüzlülüğü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Odundaki büyüme karakteristiklerinden sayılan budaklar, lif kıvrıklıklarının da pürüzlülüğü artırıcı yönde etki ettiğini; zımparalama işleminin liflere paralel yönde yapılmasına nazaran daha az yüzey pürüzlülüğünün oluştuğunu bildirmişlerdir [52].

Zımparalamada kullanılan araçlar da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Zımparalama işleminde yüzeyde oluşan pürüzlülüklerin büyüklüğü; zımpara numarası, malzeme besleme hızı ve kesiş derinliğine göre farklılıklar göstermektedir.

Aşındırıcı madde boyutunun küçülmesi ve zımpara baskı kuvvetinin artırılması ile daha düzgün yüzeyler elde edilmektedir. Kullanım yerlerine uygun olarak düşük rutubette daha düzgün yüzeyler elde edilebileceği söylenebilir. Sadece kesiş yönü dikkate alındığında R_a için teğet kesitteki yüzeylerin radyal kesitlere oranla daha düzgün yüzey verdikleri belirlenmiştir. Radyal kesit ve düşük rutubet daha düzgün yüzey elde etmek için uygun olduğu açıklanmaktadır [53]. Odunun hücresel yapısı ve pürüzlülük profili arasındaki ilişki Şekil 18’de gösterilmektedir.



Şekil 18. Pürüzlülük profili ile odunun hücresel yapısı arasındaki ilişki

Homojen malzemeler ile karşılaştırıldığında, odun anizotrop bir yapıya sahiptir ve anatomik yapısından dolayı kendine has özellikleri vardır. Odunun makineler ile işlenmesi

esnasında, odun hücreleri işleme aleti ile kesilerek trahe, paranşim, reçine kanalları, porlar, lifler vb. odun elemanlarının boşlukları açığa çıkar. Bu boşlukların boyutları ağaç türüne, ilkbahar odunu ve yaz odunu zonlarının kapladığı alana ve kesit tipine (enine, teğet ve radyal) bağlıdır. Odunun anatomik yapısından kaynaklanan düzensizlikler, makineler ile işlenmesinden bağımsızdır. Sadece odunun işlenmesinin etkisini ortaya koyabilmek için, anatomik yapıdan ve odunun işlenmesinden kaynaklanan etkileri birbirinden ayırt etmek gerekmektedir [54].

1.9. Literatür Özeti

1.9.1. Anatomik Yapı ve İşleme Koşullarındaki Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Araştırmalar

Stumbo [40] “ Kalite ve ürün kontrolü için yüzey pürüzlülük (tekstür) ölçmesi ” konulu derleme çalışmasında; ayrıntılı olarak odunun yüzey karakteristiklerini ve oluşumunu, yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemlerini, testere ile kesilmiş, planyalanmış, frezelenmiş ve zımparalanmış odun yüzey tekstürünü yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemleri ile araştırmış ve bunların uygulamalarını incelemiştir. Yüzey pürüzlülük ölçmelerinin odun kökenli ürünlerin kalite kontrolünde oldukça önemli olabileceğini; düzgün bir yüzeyin özellikle tutkallama ve yüzey işlemleri gibi alanlarda sorun yaratmayacağını belirtmiştir. Her ne kadar uzman kontrolü ile bir yüzey için karar verilmesi mümkünse de, daha duyarlı ölçmelerin yalnız yüzey ölçme aletleri ile yapılabileceğini açıklamıştır.

Şanlı [42] “ Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)’nın Türkiye’de çeşitli yörelerde oluşan odunları üzerine anatomik araştırmalar” konulu çalışmasında; trahelerin değişik yörelere göre dağılışı, mm²’de sayısı, çapları, gruplaşmaları, hücre boyları ve oduna katılma oranları; odun liflerinin yükseklikle boyutlarında oluşan farkları ve oduna katılma oranları; özışınların hücre sayısı genişliklerini incelemiştir. Sonuç olarak, deniz yüzeyinden yükseldikçe trahelerin sayısının arttığı ve alan olarak azaldığı, özışınlarının mm’deki sayısal değerlerinde azalma fakat destek dokusunda artışların olduğunu, genişliklerinin hücre sayısı olarak değiştiğini saptamıştır.

Stewart ve Crist [43] “ Rendeleme ve zımparalamadan sonra odun iç kısımlarındaki yıkımın SEM ile incelenmesi ” konulu çalışmasında; Akçaağaç, Titrek Kavak ve Douglas Göknaı ağaç türü odunlarını incelemiştir. Bu amaçla % 8 rutubet miktarındaki

odunları; 30 m/sn kesme hızı, 25°'lik kesme açısı, 3570 dev/dak devirde ve 18 m/dak besleme hızında dört bıçakla 1.5 mm kesiş derinliğinde planyalamışlardır. Ayrıca üç farklı zımpara no'su (36, 60, 80 numaralı) ile zımparalamışlardır. İşlemlerden sonra hem planyalama, hem de zımparalama ile yüzeye yakın kısımlardaki yıkımları (ezilme, çizilme v.b.) belirlemişlerdir.

Yüzeylerdeki yıkımların kesicilerin kuvvetleri yönüne ve büyüklüğüne bağlı olduğunu; zımparalamada planyalamadan daha büyük kuvvet oluştuğunu ve zımparalama ile planyalamadan daha fazla ezilmelere yol açtığını, bunların işleme koşullarına ve odun türlerine bağlı olarak 0.002 mm üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Zımparalamada liflere paralel yöne göre liflere dik yönde daha düşük ezilmeler görüldüğünü, zımpara bant numarasının sadece kesme kuvvetini değil ayrıca yonga boyutunu da etkilediğini, küçük numaralı zımpara bandı ile işlemlerde yüzeylerde daha büyük kusurlar görüldüğünü, ayrıca düşük özgül ağırlıktaki odunların daha fazla ezilmiş yüzeylere neden olduğunu; aynı şekilde planyalamada da benzer sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir.

Stewart ve diğ. [44] “ Zımparalama koşulları ile ilişkili yüzey ve yüzey altı karakteristikleri ” konulu çalışmalarında, değişik zımpara numaraları, besleme hızları ve kesiş derinlikleri kullanılarak zımpara ile düzgünleştirilen odun yüzeylerinin kalitesini belirlemeyi amaçlamışlardır. İncelemeler sonucunda; zımpara numarası ve odun yapısı ile özgül ağırlığın yüzey pürüzlülük tipi ve derinliği üzerine etkisinin besleme hızı ve kesiş derinliğinden daha önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Duglas Göknaı yüzey yıkımlarının her zımpara numarası, besleme miktarı ve kesim derinliğinde oluştuğu görülmüş, ilkbahar odunu yıkımlarının yaz odununa oranla çok daha fazla; Akçaağaç ve Amerikan Lale ağacı odunları yüzey pürüzlülüğü miktarlarının Duglas Göknaı'ndan daha farklı olduğunu açıklamışlardır.

Bu farklılıkların yüzey ve özışınları arasında oluşan açı ile farklı hücre tiplerinden olabileceğini, aynı odun türlerinde bile aynı koşullarda işlemenin yüzey kalitelerine etkilerinin benzer olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca; aynı tür veya türler arasındaki rutubet ve yoğunluk farklılıkları ile zımpara bandı koşullarının da yüzey kalite farklılıklarına neden olabileceğini, ancak araştırılmadığı açıklanmıştır.

Sadah ve Nakato [46] “ Odunun fiziksel yüzey özellikleri ve duyumsal görünüşler ” konulu çalışmalarında odun yüzeylerinin fiziksel, anatomik ve fizyolojik özellikleri arasında ilişkileri incelemişler, bunun ürünün son kullanımında önemli rol oynadığını

belirtmişlerdir. Araştırmada sert ağaç türlerinden ılıman zonlarda yetişen 6, tropikal zonlarda yetişen 5 türü incelenmişlerdir. Bu amaçla teğet, radyal ve karışık kesitli örneklerde iğne tarama yöntemi (iğne çapı 2 μm) ve diğer duyumsal yöntemler kullanılmıştır. Odun yüzeylerinin görme veya dokunma izlenimi ile kısmen yüzey profili elde edilmiş ve pürüzlülük değerlerine dayandırılarak açıklanmıştır.

Odun yüzeylerinin veya odun iç kısımlarının duyumsal sıcaklığı ve ısı davranışı el ile dokunularak ölçülmüştür. Sıcaklığın odunun ısı iletkenliği ile büyük oranda ilişkili olduğu belirtilmiştir. Odun yüzeylerinde çeşitli sertliklerde bilya ile çarpma ile sertlik elastiklik ilişkisini araştırmışlar ve sertlik ile esnekliğin farklı mekanizmalarla elde edilebileceğini önermişlerdir.

Elektron taramalı mikroskopla (Scanning electron mikroskopik-SEM) değerlendirilmelerinde ortalama pürüzlülük değerinin 15 μm olduğunu; halkalı traheli türlerin pürüzlülük değeri dağılımının bu değere yakın ve dağınık traheli türlerin bu değerden az olduğunu; teğet kesitli yüzeylerin radyal kesitli yüzeylere göre pürüzlü yüzeyler gösterdiğini bunun teğet kesitli yüzeylerin yıllık halka genişliklerindeki farklılıklardan oluşan daha heterojen yapıya bağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Gurau [47] “ Zımparalanmış Meşe yüzeylerinde odun anatomisinin işleme pürüzlülük değerlendirilmesinden ayrılması ” adlı çalışmasında; zımparalanmış odun yüzeyleri hem anatomik, hem de zımparalama işleminden kaynaklanan kusurları içerdiğini, bu yüzden makine işlemesine bağlı olmayan anatomik pürüzlülüğün uygun bir şekilde değerlendirilmesi için yüzey kusurları ölçümlerinden ayrı tutulması gerektiğini belirtmiştir. Bu araştırmada farklı zımpara numaralarıyla zımparalanmış meşenin yüzey parametreleri üzerine odunun anatomik yapısının etkilerini incelemiştir. Odunun anatomik pürüzlülüğü Gurau tarafından geliştirilen bir yöntem kullanılarak pürüzlülük profillerinden ayrı tutulmuştur. Hem odun anatomisi hem de işleme kusurlarını içeren toplam pürüzlülük parametreleri işleme pürüzlülük parametreleriyle karşılaştırılmıştır. Anatomik yapının etkisi pürüzlülük ölçümünü artırmıştır. Zımparalanmış meşe yüzeylerinin işleme pürüzlülüğünün zımpara numarasının artışı ile arttığını belirtmiştir.

Bonac [49] “ Pnömatik yüzey ölçümleri ile belirlenen derinlik ve odun pürüzlülüğü hacmi ” konulu araştırmasında; bu yöntemde odun ve odun kökenli ürünlerde yüzey pürüzlülük ölçümlerinde yüzeylerle ilişkili yüksek duyarlılıkta sonuçlar elde edildiğini saptamıştır. Avrupa Kayını, Ak Meşe, Kırmızı Meşe ve Kırmızı Meranti türleri odunlarından masif ve yonga levhalar üzerinde, kesilmiş, planyalanmış, zımparalanmış

olarak yüzey pürüzlülüklerini araştırmış ve geniş lümenli Ak Meşe, Kırmızı Meşe ve Kırmızı Meranti’de yüksek değerler elde etmiş; ancak daha düzgün yüzeyler oluşturan dağınık traheli tür ölçümlerinde bazı belirsizliklerin olduğunu, bu durumun ayrı bir araştırma ile ortaya konulabileceğini belirtmiştir.

Yüzeye dokunmalı yöntemlerle karşılaştırıldığında kolay kullanımı ve yüzeyleri yıkımlanmaması, yüzey tekstürünün üç boyutlu ölçülmesini avantaj olarak belirtmiştir. Ancak bu yöntemin üç boyutlu ölçüm değerleri ve geometrik parametreleri arasında ilişkinin anlaşılamadığı bu sonuçların sağlanabildiği sürece pratik olarak öneminin artacağını açıklamıştır.

Sieminski ve Skarzyńska [52] “ Farklı odun türlerinin zımparalandıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü ” konulu çalışmalarında, 10 tür odunda yüzey pürüzlülüğü değerlerini lifler yönünde, liflere dik ilkbahar ve yaz odunlarında ise farklı zımparalama numaralarında zımparalayarak incelemişlerdir. İlkbahar odunu pürüzlülük değerinin yaz odunu değerinden çok fazla olduğunu, ağaç türlerinden Huş, Akçaağaç, Gürgen ve Kayın odun yüzeylerinin Meşe, Dişbudak, İskoç Çamı, Norveç Ladini, Karakavak ve Titrek kavak odun yüzeylerinden daha düzgün olduğunu açıklamışlardır.

Donaldson ve diğ. [53] Biçilen yüzeylerin üç boyutlu görüntüsünün: confocal mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu ve seri bir ışık mikroskobu ile karşılaştırılmasını araştırmışlardır. Çalışmada; enine kesilmiş odun yüzeylerinin üç boyutlu yapısı kesilmiş yüzeydeki traheidlerdeki deformasyonların tiplerini araştırmak ve çalışma tekniklerini karşılaştırmak için çeşitli yöntemler kullanmışlardır.

Ladin diri odun örnekleri liflere paralel karşı yönde kesilmiş, enine kesilmiş yüzeyler confocal mikroskobuyla görüntülenmiş, alan emisyon taramalı elektron mikroskobuyla (FESEM) ve parçalı olarak taranmış ışık mikroskobu ile üç boyutlu (3D) yeniden yapılandırılarak taranmıştır. Hem confocal mikroskobu hem de FESEM odunun kesilen yüzeylerini sınırlandırdığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, ışık mikroskobu basit temel deformasyon hücre tipleri üzerinde daha çok bilgiyi sağlayan kesme yüzeyleri üzerindeki içyapıyı açıkça gösterebildiğini ortaya koymuşlardır. Odun yapısı bükülme, çarpma ve yarıma deformasyonlarıyla yüzeyin üzerinde 600 UM den daha çok derinlikte deformasyonlara neden olduğu görülmüştür. En yakın dış yüzey görüntüsü, kesme şeklinde hücre duvarının bulunduğu yerde traheit grupları şekillenmiştir.

Yarılmaya bağılı traheit grupları diğerkleriyle ilişkilendirilmiştir. Yaz odununda yüksek orandaki ilkbahar odununa göre liflenmede daha az kusurlarla yol açtığını açıklamışlardır.

Moura ve Hernandez [54] Sabit eğimli bıçakla, basınç- engel kesme sistemiyle işlenmiş akçağaç odun yüzeylerinin karakteristiklerini araştırmışlardır.

Çalışmada; İşlenmiş yüzeyin kalitesinin yanı sıra kesme gücü, alet geometrisi üzerindeki neden olan çeşitli değişimler bıçak ucuna verilen eğimle orthogonal kesmeden eğik kesme daha farklıdır. Bu çalışmada, baskı engeli liflerdeki yırtılmayı azaltmak için eğik kesme kullanılmıştır. Kesme derinliği etkisi, tarak açısı ve oblik (eğik) açı kesme gücü ve yüzey kalitesi üzerinde çalışılmıştır.

Yüzey topoğrafyası, hücre zararı ve ıslanabilme özellikleri yüzey kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bütün güç karışımlar eğik açı, azalan açı ve kesme derinliği arttıkça artmıştır. Bu yatay güç, bununla beraber eğik açı arttıkça artmıştır. Yüzey pürüzlülüğü yatay kesme gücünün artmasıyla artmıştır. En yüksek kesme derinliği ve oblik açılar yüzey pürüzlülüğünü azaltmaya eğimliyken, tarama açısı en yüksekten en yüksek yüzey pürüzlülüğünü sağlamaya eğimlidir.

Basınç engeli liflere karşı kesimde kullanıldığı zaman tarama kusurları oluşmasını önleyebilir. İşleme kusurlarının oluşumu eğik açı ve derinliği arttıkça artar. Tarama açısı azaldığında, makine kusur tipi parlak lift bozukluğunda tarak liflerin değişmesine sebep olur. Üstelik en iyi ıslanabilme özellikleri en yüksek yüzey pürüzlülüğü olduğu için en düşük tarak açısında oluşmaktadır. 25⁰ tarak açısı, 30⁰ oblik açı ve ince kesme derinliği uzakta zımparalamaya bağımlı olarak azalması tercih edilir.

Şahin [55] “ Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) odununun iç morfolojik özellikleri ve bazı organik çözücülerin geçit aspirasyonu üzerindeki etkilerinin incelenmesi” konulu doktora tezinde bu türün yıllık halka genişlikleri ve yaz odunu katılım oranlarını belirlemiş, traheid boyutları ve birim alandaki sayıları özışınları boyutları ve birim alan ve uzaklıktaki sayıları, reçine kanalı, kenarlı geçit, porus, karşılaşma yerlerindeki kenarlı geçit çaplarını ölçmüştür. Ölçümler öz ve diri odunlar ile ağaç yükseklikleri (2, 7 ve 12 m) ve yıllık halka genişliklerini (geniş, normal ve dar) kapsamıştır. Geçit aspirasyonu incelemeleri elektron mikroskopta gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, öz ve diri odunun, gövde yüksekliğinin ve yıllık halka genişliğinin iç morfolojik özellikler üzerine etkilerinin önemli olduğunu saptamıştır.

Mothe [56] “ Yüzey pürüzlülüğüne göre odunun sınıflandırılmasında üç yöntemin karşılaştırılması çalışması: Pnömatik ve duyumsal yöntemler” adlı çalışmasında, 3 tür ve 5 ayrı yüzey kalitesinde 18 adet odun örneğini hem görsel hem de dokunma (karanlıkta), hem de pnömatik test aletinde hava akımı ölçümü ile sınıflandırmıştır.

Sonuçlardan; pnömatik test aleti ile belirlenmiş verilerin yüzey özelliklerini tam olarak yansıttığını, odun yapısının (özellikle büyük traheli oluşumların) işleme (frezeleme) karakteristiklerinden daha çok yüzey pürüzlülüğünü etkilediğini açıklamıştır. Her iki yöntemin sınıflama düzeyinin oldukça etkili olduğu ve görsel olarak meşe odun örneğinin karanlıkta pürüzlü iken, aydınlıkta sanıldığının aksine daha az pürüzlü yüzey gösterdiğini açıklamıştır.

Krus ve Boratynski [57] “ Odun yüzey pürüzlülüğü anizotropisi ” konulu çalışmasında; Meşe, Norveç Ladini ve İskoç Çam türü odunları üzerinde, farklı kesit yönlerinde yüzey pürüzlülük ölçümlerini yapmışlardır. Şerit testere ile biçilmiş, daire testere ile kesilmiş, planyalanmış ve zımparalanmış her üç tür yöntemin hiçbirisi ile pürüzlülük miktarları arasında ilişki bulunamadığını; en iyi değerlendirmelerin ışık yöntemi ile elde edilen profillerde yapıldığını belirtmişlerdir.

Richter ve diğ. [58] “ Yüzey işleminin performansı üzerine yüzey pürüzlülüğünün etkisi: Pürüzlülük karakterizasyonu ve boya performansı” konulu çalışmalarında; yüzey pürüzlülüğü olarak bilinen oduna dış katlarının morfolojik yapısı ve yüzey işlem maddeleri ile kaplamanın arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Örnek kesitleri biçilerek hazırlanmış, sonra planyalanmış, zımparalanmış kırmızı sedir türünden teğet ve radyal kesitli, Güney sarıçam türünden teğet kesitli örneklerde ise 5 pürüzlülük sınıfında yüzey pürüzlülüklerini iğne tarama yöntemi ile ölçmüşlerdir. Ölçümler yarıçapı 40 µm olan iğne kullanılarak, 56 mm tarama uzunluğunda, 0.5 mm/sn tarama hızında ve liflere dik yönde yapılmıştır. Beş pürüzlülük sınıfında karakterize eden çeşitli yüzey parametrelerini hesaplamışlardır. Boya uygulaması öncesi aşamadaki işlemlerde zımparalanmış yüzeylerin önemli avantaj sağladığını; sonuç olarak zımparalanmış yüzeylerin kaplanması için düşük miktarlarda boya gerektireceği ve düşük kalitedeki odunların bile iyi boya performansı gösterebileceğini açıklamışlardır.

Hecker [59] “ Mikrotomla kesilmiş odunun yüzey pürüzlülüğü ” konulu araştırmalarında: Douglas Göknarı öz ve diri odunundan hem ilkbahar hem de yaz odunlarından teğet kesitte mikrotomla kestikleri örneklerde yüzey pürüzlülüklerini ölçmüşlerdir. Elde edilen verilerden örneklerin çeşitli odun özellikleri ile yüzey

pürüzlülükleri ilişkilerini araştırmışlar. Yüzey pürüzlülük değerlerini öz odunda, ilkbahar odununu 40.9 μm , yaz odununda 19.4 μm , diri odunda ise ilkbahar odununda 39,5 μm , yaz odununda 19,5 μm olarak bulmuştur.

Carrano [60] “ Odun hazırlanmasının karakterizasyonu ” adlı çalışmasında odun üretiminin ve işlenmesinin genellikle yüzey işlemlerine ön hazırlığını yanı sıra çoğunlukla cilalama işlemlerinde üretim kalitesinin son işlemlere bağlı olduğunu, çoğunlukla da önceden işlem görmüş yüzeylerin kalitesini en iyi bir şekilde anlamının büyük önemini olduğunu, bu araştırmanın amacının, sarıçam, akçaağaç ve meşede işleme sırasında odunun alt yüzeylerinde oluşan, son yüzey kalitesi üzerine etkisi olan odunun ilk zımparalanmasında oluşan sonuçları anlamak için gerekli olan bilgileri sağlamak olduğunu belirtmektedir.

Bunun yanı sıra, zımpara dağılımı ve bilinen aşındırıcı geometrisiyle yeni bir sınıfın ortaya çıkmasıyla çoklu etkileri birleştirirken yapılan işlemlerin bir modelini geliştirmenin mümkün olduğunu belirtmiştir. Deneylerin hepsinin üç alanda işlendiğini, aşındırıcılarla yüzey işlemlerini ve makine koşullarını yansıtan bir bilgisayar modelinin geliştirildiğini belirtmiştir. Sonuçlara göre; çalışmada zımpara numarası, aletin yönü ve odun gözeneklerinin bütün türler için önemli olduğunu, besleme hızının Kırmızı Meşe ve Sarıçam için önemli olduğunu ve kesme hızının istatistiksel olarak sadece Kırmızı Meşe için önemli olduğunu göstermiştir.

Yüzey tanımlayıcıları R_{sk} ve R_{kv} için hiçbir özel eğilim göstermezken, R_a , R_q ve R_z ‘nin makine koşullarında daha duyarlı olduğunu, yaygın mikroskobik dökümanları içeren bu araştırmanın odun içinde oluşan pürüzlerin nitelikli göstergelerini ve taksonomik sınıflandırmanın geliştirilmesini ortaya koymaktır. Ayrıca aşındırıcıların ayrı ayrı etkisini en iyi anlamak için bir bilgisayar modeli bulunmuştur.

Topçuoğlu [61] Doğu Ladini odununun iç morfolojisi üzerine araştırmalar yapmıştır. Doğu Ladini özışınlarının üniseri ve heterojen, uzunluklarının 1-20 hücre yüksekliğinde olup bazen 40 hücreye ulaştığını, özışınlarının genel hacme katılım oranının % 8.61 civarında olduğunu, ilkbahar ve yaz odunu traheidleri toplamının Doğu Ladini odununun % 90’ını oluşturduğunu belirlemiştir.

Gurau ve diğ [62] “ Zımparalanmış odun yüzeylerinde pürüzlülük işlemi ” adlı çalışmalarında; zımparalanmış bir yüzeyin herhangi sayısal değerlendirilmesi işlemi, dalga ve şekil hatalarını yok edecek bilgiyi gerektirdiğini belirtmişlerdir. Odun yüzeyi hem ağaç yapısı hem de zımparalama aşamasından dolayı düzensizlikler içerir.

Bunun için, anatomik pürüzlülük işleme pürüzlülüğü uygun olarak yapılırsa herhangi yüzey ölçümünden ayrı tutulmalıdır. P1000 ile zımparalanmış meşe, kayın ve ladin yüzeylerinin uygun olup olmadığını görmek için standart filtrelerin sayı bakımından yeterliliğini incelemişlerdir. Pürüz profilinde bozulmaya neden olmayan sağlam Gaussion filtresi hariç standart filtreler bozulmaya neden oldu.

Filtrelenmiş profile mevcut olan işlemsel ve anatomik pürüzler, madde oran eğiminde (kıvrımında) tanımlanan algoritma ile ayrıldılar. Tür kombinasyonlarını ve farklı zımpara ölçüsünün özelliklerini karşılaştırma çalışmalarına devam etmişlerdir.

Carrano ve diğ. [63] “ İşlemenin neden olduğu odun alt yüzeyi zararlarını ” araştırmışlardır. Çalışmada; Odunun işlenmesi sırasında büyük zararlar etkisinde kalan maruz kalan parçanın yonga oluşum mekanizmasının değişmesine neden olduğunu açıklamışlardır. Fakat, bu deformasyonlara sebep olan etkenin çok yerli bir güç olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuç olarak; malzemenin deforme olduğunu, planya görünümü yahut zon görünümü adlandırılırken genellikle dar bir alanda yoğunlaştığını belirtmişlerdir. Zarar gören bir alan en iyi şekilde tanımlanırken diğer yandan yaygın bir şekilde yapısal işleme deformasyonları çalışılmıştır. Bununla birlikte; odunda neden olduğu güç kullanılarak işleme sırasında meydana gelen en yakın tabakada bazı deformasyonların var olduğunu, buna rağmen alt yüzey deformasyonları incelenmiş, değişik özellikteki materyallerin karmaşık yapısından dolayı işlemenin sebep olduğu zararların var olduğunu belirlemişlerdir. Fakat odundaki sürekli olan basınçların hücre deformasyonlarının oluşmasına neden olduğunu, bu deformasyonların yüzeye uygulanan işlemlerde son yüzey kalitesini etkileyeceğini belirtmişlerdir. Bu araştırmada; işlenen parçaların alt yüzeylerinde oluşan parçalanmalar (trahe teğet ve radyal çapları, trahe uzunlukları) mikroskobik olarak görüntülemişlerdir.

Hendarto ve Carr [64] “ Zımparalanmış odun yüzeylerinde pürüzlülük analizleri ” adlı çalışmalarında homojen olmayan kereste örnek parçalarının pürüzlülük profilinin odunun anatomik yapısından etkilendiğini belirtmişlerdir. Buna göre; odun yüzey kalitesini belirlemek için yapılan analizlerin karmaşık olduğunu, gerçekte odun özellikleri veya ağaç türlerine bağlı yüzey kalitesinin analizini yapan güvenilir yöntemler olmadığını, ölçülmüş bir profilden yüzey pürüzlülüğünü belirlemede kullanılan bugün standart filtreleme metodu ya da odun yüzey analizlerinde güvenli sonuçlar almamızı sağlayan ilk profil olduğunu belirtmişlerdir.

Bu makalenin amacının kısa bir sürede yeni bir uygulamayı ve güvenilir, kesin pürüzlülük analiz yöntemlerini ortaya koymak olduğunu, 7 farklı zımparalarla (60, 80, 100, 120, 150, 180, 240) işlenmiş Eucalyptus odununun örneklerindeki 35 veri kullanılarak önerilen yöntemler şimdiki standartlarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, önerilen yöntemin zımparalanmış odun yüzey kalitesinde çok güvenli ve doğru olduğunu göstermiştir.

Afzal ve Hu [65] “ Lazer görüntüleme yöntemi ile odun yüzey pürüzlülüğünün otomatik olarak ölçülmesi ” adlı çalışmada yüzey cilalanmasının tamamıyla odunun yapışması, sürülmesi, tabaka oluşumu, son işleme ve estetik görünümle ilişkili olduğunu, ana kontakt yöntemin genellikle odun yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde laboratuvarlarda kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada bir lazer görüntüleme sisteminin iki yönlü Gaussion fonksiyon modelini kullanarak odun yüzey pürüzlülüklerini otomatik olarak belirleme yöntemini geliştirmişlerdir. Sonuçlara göre; görüntüleme sisteminin Japon Kayını ağaç türleri üzerinde yüzey pürüzlülüğünü belirlemede etkili olduğunu, rastlantılı olarak Gaussion fonksiyonunun maksimum genişliği arasında korelasyon olduğunu bulmuşlar ve diğer bir deyişle, Gaussion modelinin odun yüzey pürüzlülüğünün otomatik olarak değerlendirilmesinde uygun olduğunu, ayrıca anatomik yapı ve yoğunluk gibi odun özelliklerinin pürüzlülüğe etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Fujiwara ve diğ. [66] İki tür sert odunun zımparalanmış yüzeylerinde malzeme eğikliği ve ince pürüzlülük üzerine temel pürüzlülük parametrelerinin arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır. Malzeme eğikliği üzerinde pürüzlülük parametrelerinin buna ve mizunara örnekleri için pürüzlülük ilişkilendirilmiştir. Örneklerin yüzeyleri değişik zımparalar kullanılarak zımparalanmış ve pürüzlülük parametreleri Robust Gaussion filtresi kullanarak belirlenmiş pürüzlülük profillerinden incelenen malzeme eğiklik oranları üzerinde en yüksek nokta (R_{pk}), pürüzlülük derinliği (R_k) ve en uç derinlik (R_{vk}) ölçmüşlerdir. R_{pk} ve R_k değerleri, pürüzlülükle orantılı bir şekilde artan aynı zımpara koşulları altında buna ve mizunara için hemen hemen aynıdır. Bu parametrelerin belirleyici etkileri ve ince pürüzlülük bütün dalga genişliği 0.79 ‘dan daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Diğer bir deyişle, mizunara için R_{vk} değerleri derin boşluklardan dolayı belirgin bir şekilde bunadan daha büyük olduğunu; her iki tür için ince pürüzlülük ve R_{vk} arasında ilişki olmadığını belirlemişlerdir.

Gurau ve diğ. [67] “ Zımparalanmış odun yüzeylerinde pürüzlülük filtrelemesi ” adlı çalışmada zımparalanmış yüzeylerin pürüzlülüğünün herhangi bir yoğunluk ölçümü dalga

ve hatalı şekillerini yok eden filtreleme verileri gerektirdiğini açıklamışlardır. Pürüzlülük, filtrenin kesiş uzunluğu ile profil verilerinden ayrı tutulan dalga uzunluklarını ayarlayan belirleyici olduğunu, ağaç yüzeylerinin anatomik yapı ve zımparalama tekniğinden dolayı düzensizlikler içerdiğini, bu yapısal pürüzlülüklerin, işleme pürüzlülüğünden daha büyük olması durumunda, kısa kesme uzunluğu kullanıldığında oluşan bozukluklarda profil filtreleri uygulandığını açıklamışlardır.

İşleme hatalarından kaynaklanan ağacın yapısal düzensizlikleri için de kesme uzunluklarının seçiminde standart filtre uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, yüzey sağlam bir GR filtresi ile filtrelendiği zaman zımparalanmış sert bir ağacın pürüzlülük parametreleri üzerine filtre kesme uzunluğunun etkisini araştırmışlardır. Bu filtre ile kesme uzunluğu doğru seçildiği zaman bozuk olmayan pürüzlülük profilleri verdiği, genellikle bitim aşamasında uygulanan P120-P180 aralığındaki zımpara ölçüsü için 2,5 mm' lik kesme değerinin uygun olduğunu ortaya koymuşlardır. Fakat P1000'li zımparalama aşamasında toplu gözenek boşluklarını gidermek için de daha büyük kesme uzunlukları gerektirdiğini belirtmişlerdir.

Gurau ve diğ. [68] “ Zımparalanmış Avrupa Meşesi üzerine zımpara boyutunun etkisini değerlendirmek için, yünsü liflilik ve anatomik kusurlardan, işleme pürüzlülüklerinin ayrılmasını ” araştırmışlardır.

Çalışmada; zımparalanmış odun yüzeyleri, odun türünün hem anatomik yapısından, hem de zımparalama işleminden dolayı düzensizlikler içermektedir. İşlemeye bağlı anatomik pürüzlülükler, işleme pürüzlülüğü özellikle değerlendirildiğinde, yüzeyde ölçülen diğer verilerden hariç tutulması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmanın amacı, çeşitli standart pürüzlülük parametreleri ile ölçülen zımparalanmış Avrupa Meşesi'nin işleme pürüzlülüğü üzerine zımpara boyutunun etkisini araştırmaktır. İşleme pürüzlülüğü Gurau (2004) tarafından doktora çalışmasında geliştirilmiş olan Abbot- Curve'de tanımlanan temel eşik değerleri üzerine bir metod kullanılarak kusurlar odunun anatomik yapısından ayrılmıştır.

Gerçek [69] Bu çalışma; gerek kullanıcı ve gerekse dayanıklılık bakımından önemi büyük olan kaplama yüzeyindeki pürüzlülüğün saptanması için preparasyon yöntemi uygulanmış ve pürüzlülükler belirlenmiştir.

Murmanis ve diğ. [70] “ Planyalanma – zımparalanma koşulları ile ilgili yüzey ve yüzey altı karakteristikleri ” konulu çalışmalarında zımparalama işleminde aşındırıcı boyutunun, besleme hızının ve kesici derinliğinin yüzey pürüzlülüğünü etkilediğini

belirtmişlerdir. Bu çalışma aşındırıcı boyutunun, odunun anatomik yapısını ve yoğunluğunun kesme derinliğine ve hızına etkisini araştırmışlar ve zımpara aşındırıcı boyutunun küçülmesi ile yüzey pürüzlülüğünün azaldığını belirtmişlerdir. Douglas Gökmar'ında, besleme hızı, kesme hızı ve kesme derinliği ile genç odun yüzeylerindeki kusurların yaşlı odunlarda oluşan kusurlardan daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Zımparalamadan sonraki yüzey kusurlarının Kavak ve Akçağaç odununda ve Douglas Gökmarı'na oranla daha çok olduğunu, bu kusurların yüzeyde bulunan değişik yapıdaki hücrelerden veya yüzey ile odun liflerinin kesiştiği yerdeki açığa bağlı olarak kaynaklanabileceğini açıklamışlardır.

Gurau [71] “ Zımparalanmış odun yüzeylerinin pürüzlülüğü ” adlı doktora çalışmasında, zımparalanmış odunun yüzey pürüzlülüğü üzerine işleme değişkenlerinin etkisini detaylı araştırmıştır. İki farklı pürüzlülük ölçme metodu denemiş, iğne taramalı yöntemin daha etkili olduğunu, pürüzlülük parametrelerini belirlemede de standart filtrelerle, Gaussion regresyon (RGRF)'ni karşılaştırmış, RGRF'nin daha etkili olduğunu belirtmiştir. Anatomik pürüzlülük ile işleme pürüzlülüğünü filtrelerle değerlendirmiş, RGRF filtresiyle pürüzlülükleri değerlendirmiştir.

Fujiwara ve diğ. [72] “ İşlenmiş odun yüzeylerinin değerlendirilmesi üzerinde fazla işleme girintilerinin uzaklaştırılma etkisi ” adlı çalışmayı yapmışlardır. Bu araştırmanın amacı; hücre yapısını dikkate almadan zımparalanmış yaz odununun yüzey pürüzlülüğünün etkili değerlendirilebilmesi için yeni bir yöntem geliştirme olarak açıklamışlardır. Meşe ve Kayın odunu yüzeyleri değişik numaralı zımparalar kullanılarak zımparalanmış ve hem geleneksel hem de önerilen yöntemler kullanılarak yüzey pürüzlülükleri ölçülmüştür. Meşe de değişik zımpara numaralarıyla ilişkilendirilerek önerilen yöntem kullanılarak pürüzlülük parametreleri incelenmiştir. Kayında ise zımpara numaralarıyla ilişkilendirilen her iki yöntem kullanılarak ölçmeler yapılmıştır. Sonuçlara göre; önerilen yöntemin özellikle büyük çaplı ilkbahar odunları yerine yaz odunu örneklerin yüzey pürüzlülük değerlendirmesinde kullanılmasının yararlı olacağını belirtmişlerdir.

1.9.2. Odunların İşleme Koşulları ile İlgili Araştırmalar

Malkoçoğlu ve Özdemir [2] “ Türkiye’de doğal olarak yetişen 5 ağaç türünün ASTM D 1666-87 esaslarına göre işlenme özelliklerini ” araştırmışlardır. Bu amaçla; Doğu Kayını, Anadolu Kestanesi, Sakallı Kızılağaç, Sarıçam ve Doğu Ladini ağaç türlerine ait doğal yetiştirme yerlerinden basit rastlantılı örnekleme yöntemine göre 5’er adet olmak üzere toplam 25 örnek ağaç alınmıştır.

Örnek ağaçların 2.5-5.5 m. gövde yüksekliklerinden 1.25-1.5 m. uzunluğunda tomruklar alınmış ve bunlardan standarda göre örnekler hazırlanmıştır. Örnekler iklimlendirme işlemlerine tabi tutularak rutubet miktarları yaklaşık %12’ye getirilmiştir.

İşlenme performanslarının belirlenmesi için; örnek planyalama, frezeleme, tornalama, delme, lamba açma ve zımparalama işlemlerine tabi tutulmuştur. Bunlar, incelenerek kusur sayısı ve büyüklüğüne göre 1 ile 5 arasında sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak; Doğu Kayını, Anadolu Kestanesi, Sakallı Kızılağaç ve Sarıçam çok iyi ve iyi; Doğu Ladini ise, planyalama ve tornalamada kötü, diğer işlemlerde iyi performans göstermiştir. Planyalamada en iyi işleme koşulları birim uzunlukta (25.4 mm de) 20 bıçak izinde ve 15° ile 20° lik kesme açılarında belirlenmiştir. Ağaç türleri işleme performanslarının; daha çok bunların doğal karakteristiklerinden kaynaklanan odun kaliteleri ile ilgili olabileceğini belirtmişlerdir.

Malkoçoğlu ve Özdemir [73] “ Farklı koşullarda planyalanan çeşitli ağaç türlerinin işlenme özellikleri ve yüzey pürüzlülükleri ” konulu araştırmasında; Doğu Kayını, Anadolu Kestanesi Kızılağaç, Sarıçam ve Doğu Ladini odunlarını incelemiştir. Deneyler, teğet kesitli örneklerde ASTM D 1666–87 ve DIN 4768 esaslarına göre yapılmıştır. Kesiş derinliği 1.6 mm olarak sabit tutulmuştur. Sonuç olarak; Doğu Ladini en düşük işleme performansı göstermiş, besleme hızı ve göğüs açısı azaldıkça ağaç türü odunlarının işleme performansı artmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü bakımından, Anadolu Kestanesi dışında tüm ağaç türü odunları düşük değerler göstermiştir. Yüzey pürüzlülüğü besleme hızından etkilenmemiştir. Ayrıca yaz odunu ilkbahar odununa göre daha düşük yüzey pürüzlülüğü göstermiştir.

Pahlitzsch ve Dziobek [74] “ Biçerek İşlenmiş Odunların Yüzey Kalitesinin Belirlenmesi ” konulu iki bölüm çalışmanın “ Bant Zımpara İle Zımparalanmış Odunlar İçin Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri ” başlıklı birinci bölümünde: Odun yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi konusunda geniş bir literatür özeti yapıldıktan sonra kullanılan

ölçme alet ve yöntemlerinin odun yüzeyi için uygunluğu üzerine denemeler ve açıklamalar yapılmıştır. Deneylerde çeşitli ağaç türleri ve zımpara numaraları kullanılmış, kurutulmuş ve rutubetli yüzeyler karşılaştırılmıştır. 5 farklı ağaç türünde aynı şartlar altında zımparalanmış yüzeylerde rutubetlendirmeden önce ve sonra her biri için 100 adet maksimum pürüzlülük derinlikleri ölçülmüştür. Rutubetlendirmeden önce bütün örnekler yaklaşık olarak aynı pürüzlülük ortalama değerini göstermiştir.

Nemlendirmeden sonra (150 cm^2 yüzeyde oda sıcaklığında 2 gr su ile rutubetlendirilmiştir) kullanılan ağaç türleri için pürüzlülük değerleri artmıştır. Araştırmada 60 numara zımpara ile zımparalanmış kuru ve rutubetli yüzeylerin ortalama pürüzlülük değerleri ve bu değerler arasındaki farklar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Bazı ağaç türlerinin aynı şartlar altında zımparalanmış yüzeylerinde kuru ve rutubetli haldeki ortalama pürüzlülük değerleri arasındaki farklar (μm).

Ağaç Türü	Ladin	Çam	Kızılağaç	Kavak	Kayın	X kuru
Ladin	32.18	1.24	3.20	4.44	3.56	60.94
Çam	2.23	35.65	4.44	5.68	4.80	59.70
Kızılağaç	0.35	2.58	28.63	1.24	0.36	64.14
Kavak	3.64	1.41	3.99	31.35	0.88	65.38
Kayın	7.78	10.01	7.43	11.42	20.84	64.50
X rutubetli	93.12	95.35	92.77	96.76	85.34	---

Metal yüzey kalitesi ölçme aletlerinin odun yüzey kalitesi ölçmeleri için uygun olup olmadığını araştırmak ve buna bağlı olarak çeşitli odun işleme yöntemlerinin ve farklı işleme şartlarının odun yüzey kalitesi üzerine etkisini belirleyerek buradan hazırlanacak standart için altyapı oluşturmak amacı ile yapılmıştır.

Pahlitzsch ve Dzıobek [75] Aynı çalışmanın “ Önceden Zımparalanmış Odun Yüzeylerinin Kalitesi Üzerine İşleme Koşullarının Etkisi ” konulu ikinci bölümünde makine olarak kenar bant zımpara makinesi ve ağaç türü olarak kayın (*F.silvatica*) kullanılmıştır. Çalışmada yüzey pürüzlülüğü üzerine zımparalama süresi (zımparanın eskime durumu), lif yönü, bant hareket hızı ve zımpara bant basıncının etkileri araştırılmıştır. Zımparalama süresinin uzaması ile zımparanın körlenmesi sonucu zımparalama hacminin azaldığı, lif yönünün önemli olduğu ve küçük açılarda

pürüzlülüğün arttığını, en büyük pürüzlülüğün 20 m/sn bant hızında meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Stewart [76] “ Akçaağaç Odununda Liflere Dik Yönde Planyalama ile Yüksek Kaliteli Yüzeyler ve Yongalar Üretimi ” konulu araştırmasında; yoğunluğu fazla olan Akçaağaç odunundan üretilen 15.24 cm x 45.72 cm ölçülerindeki örnekler planya makinesinde liflere paralel ve liflere dik yönde 10^0 , 20^0 , 30^0 ve 45^0 ’lik serbest açılarda, 0.75, 1.5 ve 3 mm kesiş derinliğinde ve 10, 20, 30 m/dak. besleme hızlarında planyalanmıştır.

En büyük yüzey pürüzlülüğünün liflere paralel ve dik yönlerdeki planyalamada oluştuğunu, bunların ortalama pürüzlülük değerlerinin ise yaklaşık aynı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca; liflere dik yönde planyalama ile yüksek kaliteli yüzeyler ve yonga levha endüstrisi için kaliteli yongalar üretebileceğini atık miktarının azalacağını; en büyük pürüzlülük değerini liflere paralel planyalamada 45^0 ’lik açıda, liflere dik planyalamada 10^0 , 20^0 , 30^0 ’lik açılar, liflere dik planyalamada ise 20^0 ve 45^0 ’lik açılar izlediğini açıklamışlardır.

Stewart [77] “ Sert Odunların Planyalama ve Zımparalamasında Makine Gücünü Etkileyen Faktörlerin Karşılaştırılması ” adlı çalışmasında; Ihlamur, Meşe, Ceviz ve Kavak odunlarını üç farklı rutubette işleme tabi tutulmuş; genellikle hem planyalama hem de zımparalamada besleme hızı, kesme derinliği, rutubet artışı ve özgül ağırlık artışı ile makinenin güç tüketiminin arttığını; rutubet artışının zımparalamada güç gereksinimini daha az etkilediğini belirtmiştir.

Gürtekin [78] “ Ağaç işleri makinelerinde kesme ve besleme hızının ahşap yüzeyi kalitesine etkisi ” konulu yüksek lisans tez çalışmasında; mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan Kayın (*Fagus orientalis* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra* L.) örneklerini sayısına bağlı olarak, işlenen ahşabın yüzey kalitesinde meydana gelen etkilenmeleri araştırmıştır. Yüzeylerde kalite faktörü olarak; yüzey düzgünlüğü, yüzey çentikliliği ve pürüzlülüğü, bıçak izi, yanık oluşumu, yüzeyde yaz odunu ezilmesi, lif uçları uzamasının olup olmadığına göre değerlendirme yapmıştır.

Sonuç olarak; pürüzsüz ve düzgün yüzey elde etmek için, besleme hızını düşürmek, kesme hızını ve kesici sayısını artırmak gerektiğini belirtmiştir.

Mori ve Hoshi [79] “ Planyalama makinesi ile odun yüzeyinin işlenmesi üzerine çalışmalar: Odunun yüzey pürüzlülüğünün araştırılması ” konulu çalışmalarında; planyalanmış 16 ağaç türünün yüzey pürüzlülüğüne, bıçak açısı, besleme hızı, bıçak

genişliği ve bıçak izi uzunluğu gibi birçok faktörün etkilerini incelemiş ve sonuçları tablolarda göstermişlerdir.

Stewart [80] “ Kavak (*Populus tremuloides* Michx.) odununun liflere dik (enine yönde) planyalanmasında yüzey kalitesinin artırılması ve kullanımı ” konulu çalışmasında; % 6 rutubet miktarında, 25⁰ ‘lik göğüs açısında, 0,8 ve 1,6 mm kesiş derinliği ile 25,4 mm ‘de 20 bıçak izinde bu türün planyalanma liflere dik ve paralel; ayrıca 45⁰ lik göğüs açısında 0,8, 1,6 ve 3,2 mm kesiş derinliği ile 25,4 mm ‘de 20, 10, 5 ve 2,5 bıçak izinde planyalanmıştır. Sonuç olarak, liflere dik planyalamanın bütün işleme koşullarında liflere paralel yönden daha iyi yüzey elde edildiğini belirtmiştir.

Stewart [81] “ Sert odunlara uygulanabilen liflere karşı planyalama ” konulu araştırmasında; Kanada Kavağı (*P. Tremuloides* Michx.), Amerikan Sarı Kavağı, Amerikan Kirazı (*Prunus Serotina* Berkh.), Kırmızı Amerikan Meşesi (*Quercus rubra* L.) ve Amerikan Cevizi (*Carya tomentose* Nutt.) türlerinin planyalama özelliklerini incelemiştir. Buna göre; yoğunluk artışının işleme kalitesini arttırdığını, göğüs açısı (kesme açısı) artışının özgül ağırlığı düşük türlerde daha iyi yüzey kalitesi gösterdiğini, liflere karşı işlemede en iyi yüzey kalitesinin 25,4 mm uzunluktaki 10 adet bıçak izinde olduğunu, birim uzunlukta (25,4 mm) 5 bıçak izine kadarki besleme hızındaki kusurların 3,2 mm kesiş derinliğine kadar etkilenmediğini, kusur derinliklerinin ve 30⁰ ye eşit veya daha fazla göğüs açılarındaki birim uzunluktaki (25,4 mm) bıçak izi sayısı ve tüm kesiş derinliklerinde 1,6 mm’ den düşük çıktığını, genellikle göğüs açısının artışı ile yüzey kalitesinin arttığı belirlenmiştir.

En büyük kusur derinliği yaklaşık 10⁰ lik lif sapmasındaki karşı kesişlerde planyalamada 1,6 mm olarak bulunmuştur. Planyalamada en büyük kusur derinliği 25,4 mm 2.5 adet bıçak izinde en fazla çıkmıştır. Yüzey kalitesi (tekstür) önceden açıklanan makine işleme eşitlikleri için yeknesak; güç gereksinimi ise liflere dik yönde, liflere paralel yönden daha düşük çıkmıştır.

Mendoza [82] Hindistan Cevizi (*Cocos nucifera* L.) odununun planyalanma kalitesi ve güç tüketimi üzerine bazı işleme değişkenleri ve yoğunluğun etkisi” konulu çalışmasında; Hindistan cevizi odununun planyalanma işlemindeki güç tüketimi miktarı ile yüzey kalitesinde; özgül ağırlık, kesiş derinliği, bıçak kama ve göğüs açısının etkilerini belirlemiştir. Kesiş derinliği ve özgül ağırlık artışı bıçak kama ve göğüs açılarındaki güç tüketimini arttırmıştır. Farklı bıçak kama ve göğüs açısı etkileri ile işlemlerde güç tüketiminde önemli farklılıklar görüldüğünü; kesiş derinliği ve özgül ağırlığın yüzey

kalitesini (% 1 önem düzeyinde) farklı etkilediğini; en pürüzsüz yüzeyin; 0.8 mm kesiş derinliğinde, en pürüzlü yüzeyin ise 2.5 mm kesiş derinliğinde elde edildiğini ve özgül ağırlık artışının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını belirtmişlerdir.

Genellikle; çok iyi bir kalite düzeyi % 95 -100 miktarları ile kusursuz örnekler için elde edilmiş; genellikle düşük yoğunluktaki odunlarda lif kopması, yüksek yoğunlukta ise yongalı liflilik gibi kusurlarla karşılaşıldığını; pürüzlüğün önemli derecede yoğunluk ve kesiş derinliği ile ilişkili çıktığını, bunun yanında kama ve göğüs açısı etkisinin önemli olmadığını açıklamışlardır.

Triboulot ve diğerleri [83] “ Çok farklı yıllık halka genişliklerindeki Norveç Ladini (*Picea abies* Karst.) odununun planyalanması ” konulu araştırmalarında; işlenebilirliği (planyalama, lamba-zıvana açma veya frezelemede) belirlemek için bir yöntem önermişlerdir. Bu amaçla Fransa’da hızlı ve yavaş büyüyen Norveç Ladini odunundan elde edilen örnekleri kullanmışlardır. Hızlı büyüyen ağaç odununun geniş yıllık halkalı ve düşük özgül ağırlıkta olduğunu; kesme kuvvetinin yavaş büyüyen ağaç odununda özgül ağırlıkla doğrusal ilişkili, bunun yanında hızlı büyüyen ağaç odununda önemli bir ilişki çıkmadığını belirtmişlerdir. Hızlı büyüyen ağaç odununda üretilen yongalar homojen şekilde, yavaş büyüyen ağaç odununda ise kırılmalar olduğunu; yonga boyutlarına göre kalite değerlendirilmesinde her iki tip odunda da benzer çıktığını; yüzey kalitesini belirlemek için 8 kriter kullanıldığını ve bütün bunların sonucunda, hızlı büyüyen ağaç odunlarının en iyi yüzey kalitesi oluşturduğunu açıklamışlardır.

Lavery ve diğerleri [84] “ Sıtka Ladini (*Picea sitchensis* Carr.) odununun planyalanmasında yüzey işlemini etkileyen parametreler ” konulu çalışmalarında; Sıtka Ladin odunu üzerine iyi kalitede kereste yüzey işlemleri sağlayacak üretimde çeşitli silvikültürel faktörlerin (verimlilik sınıfı ve budanmış /budanmamış) ve makinede yüzey planyalama parametrelerinin etkilerini ve göreceli önemini araştırmışlardır. Verileri doğrusal çoklu regresyon analizi ile değerlendirerek sonuçları tablo ve grafiklerle göstermişlerdir. Sonuç olarak; besleme hızı, rutubet miktarı ve göğüs açısı değişikliklerinin, planyalanacak kereste kalitesini önemli derecede belirleyici etkenler olduğunu; özellikle 10 m/dak besleme hızındaki işlemin iyi bir yüzey kalitesi ile sonuçlandığını belirlemişlerdir.

Baykan [85] “ Rendelenmiş ve zımparalanmış masif ağaç malzeme yüzeylerinde yüzey pürüzlülüklerine ilişkin araştırmalar ” konulu doktora tez çalışmasında; mobilya ve doğrama endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaç türü odunlarından hazırlanan örnekler ile ağaç türü, ağaç malzemenin işlenme özelliklerinden olan rendeleme ve zımparalama, kesiş yönü, rutubet değişimi ve işlemedeki besleme hızlarına göre ayrı ayrı yüzey pürüzlülüğünü belirlemiştir.

Sonuç olarak; Doğu kayını odununun sarıçam odununa göre, teğet yönün radyal yöne göre daha düzgün yüzeyler verdiği, ayrıca rendelemede ve zımparalamada kesici bıçak sayısı, zımparalamada zımpara numarası arttıkça yüzey pürüzlülük değerlerinin küçüldüğü, besleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı, düşük besleme hızında ve düşük rutubet değerlerinde de daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiğini belirlemiştir.

Taylor ve diğerleri [86] “ Odunun zımparalama işleminde yöntem parametrelerinin belirlenmesi ” konula çalışmalarında; Sert Akçaağaç (*Acer saccharum* L.), Ak Meşe (*Quercus alba* L.), Ak Kiraz (*Prunus serotina* Ehrh.) ve Batı Ak Çamı (*Pinus strobus* L.) türlerinin zımparalama özelliklerin araştırmışlardır. Bu amaçla zımparalamanın orman ürünleri endüstrisinde yüzeylerin düzgünleştirilmesi için en yaygın uygulamalardan biri olduğunu, mobilya yapımında yararlanılan ağaç malzeme işleme yöntemleri arasında zımparalamanın en fazla yetenek gerektiren, zaman kaybına neden olan ve pahalı işlemleri gerektirdiğini, zımparalama işleminin otomasyonunun uygulanması ve etkileşimlerindeki esas işleme parametrelerinin etkisi ile ilgili bilgilerin eksikliği nedeniyle önemli derecede sınırlandırıldığını açıklamışlardır.

Çalışmada ortaya konan esas değişkenler ile malzeme uzaklaştırılması miktarı sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkileri ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu araştırmada, yerel kontrollü rastlantılı olarak tamamıyla fabrika tasarımlarında ortaya konulan değişkenleri izleyen kombinasyonların faktör-düzey etkileşimini incelemişlerdir.

Bu değişkenler; odun türleri, iç basınçlar, zımpara kesici tipi ve zımparalama yönüdür. Ayrıca yüzey işlemi yapılmış iş parçasının istenilen yüzey karakteristikleri ile ilgili etkileşimlerin etkisini de belirlemeyi amaçlamışlardır. Bütün işlemler üç farklı zımpara no'su ile gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; bütün zımpara no'ları için basıncın etkili olduğu, silisyum karpit zımpara bandının bütün ağaç türlerinde ve küçük zımpara no'larında alüminyum oksitli bantlardan daha iyi yüzeyler sağladığını; iki farklı yönde ve üç şekildeki faktör etkileşiminde hem malzeme uzaklaştırılması hem de yüzey pürüzlülüğü kapsamında önemli çıkmadığını belirtmişlerdir.

Hernandez ve diğerleri [87] “ Yapay yolla yetiştirilen ormanlardan elde edilen Ak Ladin (*Picea glauca* (Moench) Voss) odununun işlenme özellikleri ” konulu çalışmalarında

ASTM D 1666 – 87 standardına göre bir deneme alanı ve doğal yetiştirme yerlerinden Ak ladin odununun planyalama, frezeleme, delme, tornalama ve lamba açma özelliklerini araştırmışlardır.

Odun örnekleri farklı aletler kullanılarak % 7 rutubet miktarında işlenmiş ve yüzey kalitesi görsel olarak 1 ile 5 arasında (çok iyi veya kusursuz ile çok kötü) sınıflandırmışlardır. Planyalama sonucu oluşan lif kopmasının max. derinliğini 8 işleme koşulunda ölçmüşlerdir. Yapay olarak yetişen alanlardan alınan Ak Ladin odunlarının planyalama, frezeleme ve delme özelliklerini iyi; bununla birlikte, tornalama ve lamba açma özelliklerini ise kötü olarak belirlemişlerdir.

Planyalamada; 15⁰ kesiş açısı ve 25.4 mm uzunluktaki 20 adet bıçak izinde kusursuz örnek oranını yüksek olarak elde etmişlerdir. 10⁰ lik kesiş açısında lif kopması azalmakla birlikte, pürüzlü lifliliğin arttığını; işlenme özelliklerinin ise tohum kaynakları kökeninden etkilenmediğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte; genel kural olarak yoğunluğu fazla olan odunların frezeleme, delme, tornalama ve lamba açma işlemleri yönünden özgül ağırlığı düşük odundan daha iyi yüzey verdiğini; odun yoğunluğunun önemli oranda iyi orijinin seçimi ile dolaylı olarak odun işleme özelliklerini geliştirmeye katkıda bulunabileceğini; geleneksel kurutma işlemleri ile karşılaştırıldığında, yüksek sıcaklıkta kurutmanın odun işleme performansını etkilemediğini açıklamışlardır.

Aguilera ve Martin [88] “ Kayın (*Fagus silvatica* L.) ve Ladin (*Picea exelsa* L.) odunlarının işleme sınıflandırılması: kesme kuvvetleri, güç tüketimi ve yüzey pürüzlülüğü “ konulu çalışmalarında bir freze (şekillendirme) makinesinden yararlanarak işlemleri gerçekleştirmişlerdir. Kesme derinliği ile besleme ve kesme hızlarını değişken, ortalama yonga kalınlığı ve kesme genişliğini sabit tutmuşlardır.

İşlemede geleneksel kesiş olan liflere karşı yukarı ve modern kesiş olan lifler yönünde (aşağı) kesiş olarak iki farklı yöntem kullanmışlardır. Böylece; hem aynı işleme parametreleri ile çalışma eğilimlerini karşılaştırılmasını sağlamışlar hem de güç tüketimi ve yüzey pürüzlülüğünün kesme kuvvetleri üzerine etkilerini izlemişlerdir. Kesme kuvvetleri üzerindeki en önemli değişkenler olarak kesiş derinliği, odun yoğunluğu ve besleme yönü; güç tüketiminde ise, kesme hızı, besleme yönü, kesiş derinliği ve odun yoğunluğu olduğunu belirtmişlerdir. Ölçülen ve hesaplanan gücün çok iyi bir ilişki gösterdiğini ve kesme kuvvetlerinin hesaplanan güçten belirlenebileceğini; bundan da yararlanılarak odun ve makine koşulları için kesme gücünün ölçülmesi ile kesme kuvvetlerinin hesaplanmasında kullanılabileceğini açıklamışlardır.

Bütün deneylerde yüzey pürüzlülüğünün çok homojen olduğunu, en iyi işleme yöntemlerinin geleneksel işleme yöntemi ile elde edildiğini belirtmişler; kesme ile güç gereklilikleri ve pürüzlülüğe ait standart sapma değerlerinin küçük miktarlarda çıktığını açıklamışlardır.

Moura ve Hernandez [89] “ Akçaağaç (*Sugar Maple*) odununun zımparalanmış yüzeylerinin kalitesi üzerine beslenme hızı, zımpara no'su ve zımpara kesicilerinin etkileri ” adlı çalışma yapmışlardır. Zımparalama odun yüzeylerinin boyaya hazırlanmasında tercih edilen genel uygulanabilir bir yöntem olduğunu, ancak bu konuda yeterince çalışma yapılmadığını belirtmişlerdir.

Bu amaçla, Akçaağaç odununda iki zımpara kesici tipi üç zımpara no'su ve 4 farklı besleme hızlarında işlemleri gerçekleştirmişlerdir. Odunların yüzey kalitesi için pürüzlülük ıslanabilme özellikleri ve hücre yıkımlarını saptamışlardır. Zımparalama işlemlerinde 100 ve 120 no'lu zımparalarla işlemlerde pürüzlülük azalmış, 150 no'lu da ise pürüzlülükte bir değişiklik olmadığı; bunun yanında, zımpara no'su arttıkça deformasyonların azaldığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca; odun yüzeylerindeki işlemlerde silisyum karpitli zımparalarda, alüminyum oksitli zımparalardan daha düzgün ve daha az deformasyonlarla karşılaşıldığını belirtmişlerdir.

Kılıç ve diğ. [90] “ Odun yüzey pürüzlülüğü üzerine işlemenin etkisi ” adlı çalışmayı yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı; Kayın ve Kavak ağacının yüzey pürüzlülüğü üzerine değişik işleme tekniklerinin etkisini değerlendirmektir. Biçme, planyalama ve zımparalama işlemleri ile yüzey karakteristiklerini her iki örneğin dış tipi profilini belirlemişlerdir. Ortalama pürüzlülük (R_a), derinlik yüksekliği (R_z), merkez derinlik pürüzlülüğü (R_k), azalmış en yüksek nokta (R_{pk}) ve azalmış dış derinliği (R_{vk}) pürüzlülük parametreleri örneklerin yüzey karakteristiklerini belirlemede kullanılmıştır. Temelde istatistik analizlerinin sonuçları % 95 güven düzeyinde her iki türün teğet ve radyal yönlerinden alınan ölçümler arasında farklı sonuçlandığını açıklamışlardır. Bununla birlikte kavak ve kayın örneklerinin yüzey karakteristikleri arasında önemli istatistik farklılıklar bulunmuş, her iki odunun merkezinde dört farklı yöntemle işleme yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda iğne yönteminin odunun gözeneklerinde, zımparalama ve planyalamaya göre odunun yüzeyleri üzerinde eşitleyici ve ayırıcı değişimleri etkisi bir şekilde kullanılabilmektedir. Bu çalışmada elde edilen veriler iki türden hazırlanan odunun boyanması veya yapıştırılması gibi ileri işlemler için bir kalite kontrol aracı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Hernandez ve Cool [91] İki planyalama tekniği ile liflere karşı işlenmiş, huş odununun yüzey kalitesi üzerine kesme parametrelerinin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada; helisel planyalama ve frezeleme işlemi boyamadan önce huş odunu yüzeylerine liflere karşı uygulanmıştır. Üç besleme hızı ve üç kesme derinliği, spiral planyalamada kesme derinliği çalışmaları yapılırken frezeleme işlemi için değerlendirilmiştir. Helisel planyalama için, ıslanabilme özelliği ile pürüzlülük üzerine kesme derinliğinin hiçbir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Frezeleme için, ıslanabilme özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahipken yüzey pürüzlülüğü üzerinde kesme derinliğinin hiçbir önemli etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Beslenme hızı her iki parametreden de önemli derecede etkilenmiştir. Diğer bir deyişle, bu parametrelerin hepsinin ezme gücü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bununla beraber, helisel planyalamada eşit ıslanabilme özellikleri ile frezelemeden de daha yüksek ezme gücüne sahip daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

Gürleyen [92] “ Mobilyada kullanılan masif ağaç malzemelerde yüzey düzgünlüğünün karşılaştırılması” adlı yüksek lisans tezinde masif ağaç malzemelerin kesicilerle işlem gördükten sonra yüzey düzgünlüğünü karşılaştırmak amacıyla çalışmalarda bulunmuştur.

Denemelerinde Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*), Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), meşe (*Quercus petraea L.*), Akasya (*Robinia pseudoacacia L.*) ağaç türleri kullanılmıştır. Doğu Kayını, sarıçam, meşe ve akasya odunlarından, teğet ve radyal yönde, iki ve dört bıçak kullanılarak, yaprak ve jilet bıçaklarla rendelenerek hazırlanan deney örneklerinde; 4 bıçaklı rendeleme 2 bıçaklı rendelemeye göre, teğet yönün radyal yöne göre daha fazla düzgün yüzeyler verdiği, bıçak türleri arasında bir fark elde edilmediği, yüzey pürüzlülüğünün en düşük sarıçam odununda (R_a pürüzlülük değeri 4,36 μm), en yüksek meşe odununda (R_a pürüzlülük değeri 7,50 μm) elde edilmiştir.

Kılıç ve Demirci [93] “ Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve Kestane (*Castanea sativa Mill.*) odunlarının yüzey pürüzlülük değerlerinin araştırılması ” adlı çalışmalarında biçilmiş masif ağaç malzeme yüzeylerinde, ağaç türü, testere diş sayısı ve besleme hızlarının yüzey pürüzlülüğüne etkilerini araştırmışlardır. Bu amaç doğrultusunda geniş kullanım alanları bulunan sarıçam ve kestane ağaç türlerinden yararlanılmışlardır. Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde iğne taramalı yöntem kullanmışlardır. Deneme sonuçlarına göre en düzgün yüzeyi sarıçam odununda, 40 dişli testere ile elde etmişlerdir.

Bu durumun kestane odununun halkalı büyük traheli yapısı ve ilkbahar odunu trahe çaplarının büyük olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Sarıçam ve kestane odunlarının, 24 ve 40 dişli daire testerelerle, radyal yönde 5 ve 9 m/dk besleme hızlarında biçilmesi ile elde edilen örneklerde; sarıçam odununun (R_a değeri $7,47 \mu m$), kestane odununa ($9,62 \mu m$) göre, 40 dişli testerenin ($7,07 \mu m$), 24 dişli testereye ($10,01 \mu m$) göre, 5 m/dk besleme hızının ($7,75 \mu m$), 9 m/dk besleme hızına ($9,34 \mu m$) göre daha düzgün yüzeyler verdiğini belirlemişlerdir.

Söğütü [94] “ Bazı Yerli Ağaç türlerinin Kündekari Yapımında Kullanım İmkanları ” adlı Doktora çalışmasında zımpara makinesinde parça ilerleme hızı ve devir sayısı sabit tutularak, 80 ve 100 numara zımparalar ile radyal ve teğet yönde, akasya, armut, kestane, meşe ve Toros sediri odunlarından zımparalanarak hazırlanan örneklerde; teğet yönün (R_a : $6,51 \mu m$), radyal yöne (R_a : $6,32 \mu m$), 80 numaralı zımparanın (R_a : $7,92 \mu m$), 120 numaralı zımparaya (R_a : $4,91 \mu m$) göre daha pürüzlü yüzeyler verdiği, yüzey pürüzlülüğünün, en yüksek meşede teğet yönde 80 numara ile, en düşük armutta teğet yönde 120 numara ile elde edildiğini belirlemiştir. Ayrıca kaba tekstürlü ağaç malzemelerin ince tekstürlülere göre daha pürüzlü yüzeyler verdiğini belirtmiştir.

Sönmez ve Söğütü [95] “ Rendeleme işleminin ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etkisi ” adlı çalışmalarında rendeleme makinesinde işlem görmüş bazı ağaç türlerine ait örneklerin yüzey pürüzlülüklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada akasya, armut, kestane, sapsız meşe ve Toros sediri odunlarını kullanmışlardır. Sabit besleme hızında, radyal ve teğet yönde, iki ve dört bıçaklı rendeleme yapılarak, akasya, armut, kestane, meşe ve Toros sediri odunlarından hazırlanan örneklerde; 2 bıçaklı rendeleme, 4 bıçaklı rendelemeye göre, radyal yönün, teğet yöne göre daha pürüzlü yüzeyler verdiği, yüzey pürüzlülüğünün en yüksek meşede 2 bıçaklı (R_a : $7,76 \mu m$), en düşük armutta 4 bıçaklı (R_a : $3,54 \mu m$) rendelemede elde edildiğini belirlemişlerdir. Kaba tekstürlü malzemelerin ince tekstürlü malzemelere göre daha pürüzlü yüzeyler verdiğini, pürüzlülüğün radyal yönde daha fazla olduğu ve besleme hızı azaldıkça yüzey pürüzlülüğünün de azaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Ünsal ve Kantay [96] “ Türkiye’de üretilen meşe ve kayın masif parkelerin yüzey pürüzlülüğü üzerine araştırmalar ” başlıklı çalışmaları Türkiye’de meşe ve kayından üretilen masif parkelerin yüzey pürüzlülük değerleri hakkında bilgi edinmek ve diğer ülkelerde üretilen parkelerin yüzey pürüzlülük değerleri ile karşılaştırmalar yapılmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde iğne taramalı ölçme yöntemi kullanmışlardır. Türkiye’de üretilen kayın için 10 ve meşe için fabrikadan rastgele alınan teğet ve radyal masif parkelerin ortalama pürüzlülük değerleri (R_a) belirlenmiştir. Fabrikalar ortalaması meşe teğet parkelerde $R_a=5,18 \mu\text{m}$ ve meşe radyal parkelerde $R_a= 5,19 \mu\text{m}$, kayın teğet parkelerde $R_a= 4,73 \mu\text{m}$, kayın radyal parkelerde $R_a=5,19 \mu\text{m}$ bulunmuştur. Teğet biçilmiş kayın parkelerin pürüzlülük değerleri radyal biçilmiş olanlardan daha düşük bulunmuştur. Meşe parkelerde iki biçme yönü arasında önemli bir fark olmamasına rağmen, teğet biçilmiş parkelerin yüzey pürüzlülüklerinin daha büyük olduğu belirlenmiştir. İki ağaç türü arasındaki farkın ise genelde dağınık traheli olan kayın ile halkalı traheli olan meşenin anatomik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada ayrıca Bulgaristan’dan ithal edilen meşe ve kayın parkelerde de yüzey pürüzlülüğü değerlerinin yerli parkelerden yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Balkız [97] Doğu Kayını, meşe, sarıçam ve göknar odunlarının teğet ve radyal yönde daire testerede biçme, üç bıçaklı kalınlık makinesinde rendeleme ve kum zımpara ile zımparalama işlemine tabi tutulmuştur.

İşlemlerden sonra en düzgün yüzeylerin sırasıyla sarıçam $R_a= 5,23 \mu\text{m}$, göknar $R_a= 7,32 \mu\text{m}$, Doğu Kayını $R_a= 7,78 \mu\text{m}$ ve meşe $R_a= 11,84 \mu\text{m}$ odunlarında elde edildiği belirlenmiştir.

Aysel ve Doğu [98] “ Karaçam ve kızılçamda zımpara türü ve işlemlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi ” adlı tez çalışmalarında, ahşap yüzeyine 40, 50, 60, 80 ve 120 numaralı zımpara bantları ile zımpara işlemleri uygulayarak, zımpara numarası arttıkça daha düzgün yüzeyler elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Chen ve Huang [99] Ramin (*Gonystylus bancanus*-Tayland’da yetişen) ve kauçuk odunlarından 80, 100, 120, 150 ve 180 numaralı zımparalar ile 5, 7, 5 ve 10 m/dk besleme hızlarında kontakt zımpara makinesinde zımparalanarak hazırlanan örneklerde; zımpara numarası arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azaldığı, besleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı, ramin ve kauçuk odunlarının yüzey pürüzlülük değerleri arasında önemli bir fark olmadığı, kauçuk ağacının daha pürüzlü bir yüzey verdiğini belirlemişlerdir.

Aslan ve diğ. [100] “ Planyalanmış ve zımparalanmış Tarsus Sediri’nin yüzey pürüzlülüğü üzerine bıçak sayısı, zımpara no’su ve kesme yönünün etkisini ” araştırmışlardır. Deney örnekleri teğet ve radyal kesitte planyalamada 1 ve 3 bıçak kullanılmış ve zımparalamada ise 60 ve 100 nolu zımparalar kullanmışlardır. Deneyde;

toplam 80 adet örnek (2 kesme yönü x 2 farklı bıçak x 2 çeşit zımpara x 10 deney) hazırlanmıştır. Örneklerin pürüzlülüğü ISO 4287'ye göre ölçülmüştür. Araştırmadaki değerlerin istatistiksel olarak analizleri yapılmış ve sonuçlar verilmiştir. Sonuçlarına göre; yüzey pürüzlülüğü üzerine işleme teknikleri ve kesme yönünün istatistiksel olarak etkili olduğu; radyal ve teğet yönde kesilmiş Toros Sediri'nin yüzey düzgünlüğü belirlenmiş ve en düzgün yüzeylerin zımpara numarasının artmasıyla elde edildiğini belirlemişlerdir.

Duran [101] "Ağaç malzemede rendeleme faktörlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri" adlı yüksek lisans tezinde bazı masif ağaç malzemeler rendeleme işlemine tabi tutulduktan sonra yüzey düzgünlüğünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla mobilya endüstrisinde kullanılan Doğu Kayını, Sapsız Meşe, Adi Ceviz, Toros Sediri, Gümüşi Ihlamur ve Afrika Maunu odunu örnekleri kullanılmıştır. Deney örnekleri 36°, 38°, 40°, 42° ve 44 kama açılarında, radyal ve teğet yönde, 5 m/dk ve 9 m/dk besleme hızlarında rendelenmiştir. Sonuç olarak; en düzgün yüzey sedir odununda, 42 kama açısında, radyal yönde, 5 m/dk besleme hızında 4.72 µm olarak belirlenmiştir.

1.9.3. Diğer Çalışmalar ile İlgili Araştırmalar

Young ve diğ. [102] " Odun yapıştırma yeni yaklaşımlar: lignini etkinleştirici esas bir yapıştırma sistemi " konulu çalışmalarında: iyi bir yapıştırma için odun yüzeylerinin planyalama, zımparalama gibi işlenmesi sonucunda yüzey veya yüzeye yakın kısımlardaki yıkımların, yani pürüzlülüğün etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak hücre çeperi tabakaları ve kimyasal yapısı ile dış koşulların (rutubet, sıcaklık v.b.) yüzey karakteristiklerini etkilediğini, yüzey yıkımlarının artmasının yapışma direncini olumsuz etkilediğini, tekniğine uygun işlenmiş odun yüzeylerinin işlem aşamalarında ek işlemler gerektirmeyeceğini açıklamışlardır.

Krus ve Staniszewski [103] " Odun yüzey pürüzlülüğünün yıkılmayıcı olmayan bir yöntemle belirlenmesi " konulu çalışmalarında, biçilmiş ve planyalanmış masif parçalar ve çeşitli ağaç malzeme levhalarda yüzey pürüzlülükleri gerçek profiller ve kaydedilen izler arasındaki ilişkiyi incelediler. Çalışmada yüzey pürüzlülüğünü grafik olarak bir kağıt üzerine kaydeden elektrikli çevirmeli bir alet kullanmışlardır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Örnek Ağaçların Seçimi

Deney materyali olarak; yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) odun örnekleri kullanılmıştır. Örnek ağaçların seçiminde; türlerin doğal yayılış gösterdiği Doğu Karadeniz Bölgesi'nden seçilmiştir. Bu bölgede; türlere ait optimal büyümenin olduğu Trabzon, Gümüşhane ve Artvin yöreleri örnek alanlar olarak belirlenmiştir. Bu alanların homojen meşcerelerden olmasına özen gösterilmiş ve basit rastlantı örnekleme yöntemine göre örnek ağaçlar seçilmiştir [104].

Ağaçların seçilmesinde gövde oluşumu bakımından fazla kusurlu ağaçlardan kaçınılmış; böylece örnek ağaçların bulunduğu alanı en iyi temsil edebilecek ve sağlam gövde yapısına sahip, düzgün ağaçlardan olmasına özen gösterilmiştir [7, 11]. Çalışmada; türlere ait yetiştirme yerlerinden alınan 5'er adet olmak üzere toplam 15 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır. Çalışmada yararlanılan örnek ağaçların alındığı yerler ve ağaç türlerine ait genel özellikler TS 4176 [105] esaslarına göre belirlenerek Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Örnek ağaçların genel özellikleri

Ağaç Türü	Bölge	Yaş	Çap (cm)	Yükseklik (m)
Doğu Ladini	Gümüşhane-Kürtün	80-90	45-50	1595-1600
	Trabzon-Maçka	82-64	38-41	1150-1152
Doğu Kayını	Gümüşhane-Kürtün	97-100	48-50	1580-1600
	Trabzon-Maçka	84-98	38-44	1350-1380
Anadolu Kestanesi	Artvin-Borçka	40-95	30-50	650-705

2.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Örnek ağaçların yaklaşık olarak 2.5-5.5 m. gövde yükseklikleri arasından 1.25- 1.50 m. boylarında tomruklar alınmış ve bunlar KTÜ. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarına getirilmiştir.

2.3.1. Yıllık Halka Genişliğinin Belirlenmesi

Yıllık halka genişliğinin belirlenmesinde her bir ağaç türünden 80 adet olmak üzere toplam 240 adet yoğunluk örneğinden yararlanılmıştır. Örneklerin enine kesitlerindeki yıllık halkaları sayılmış ve radyal yöndeki boyutları $\pm \% 1$ mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Her örneğin radyal yöndeki uzunluğu, yıllık halka sayısına bölünerek ortalama yıllık halka genişliği hesaplanmıştır.

2.3.2. Tam Kuru Yoğunluk

Örnekler tam kuru hale gelinceye kadar kurutma fırınında 103 ± 2 °C de kurutulmuştur. Fırından çıkarılan örnekler desikatörde soğutulmuş, ağırlıkları ve boyutları ölçülmüş, aşağıdaki eşitlik yardımıyla tam kuru yoğunluklar hesaplanmıştır [9].

$$d_o = \frac{m_o}{v_o} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (5)$$

Eşitlikte;

d_o = Tam kuru yoğunluk gr/cm³

m_o = Tam kuru ağırlık gr

v_o = Tam kuru hacim cm³

2.3.3. Hava Kuru Yoğunluk

Yoğunluk örnekleri, iklimlendirme odasında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem koşullarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık %12 olması sağlanmıştır. Örneklerin boyutları 0.01 mm duyarlılıktaki ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Örneklerin kütleleri ± 0.001 mm duyarlılıklı analitik terazide belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlikten hava kuru yoğunlukları hesaplanmıştır [9].

$$d_{12} = \frac{m_{12}}{v_{12}} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (6)$$

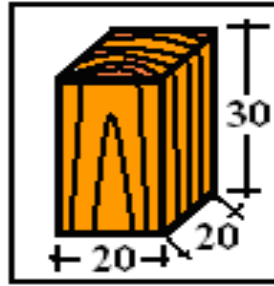
Eşitlikte;

d_{12} = Hava kurusu yoğunluk gr/cm³

m_{12} = Hava kurusu ağırlık gr

v_{12} = Hava kurusu hacim cm³

Örnek boyutlarının boyutları Şekil 20’de, deneylerde kullanılan örnek boyutlarına ait resim ise Şekil 21’de gösterilmiştir.



Şekil 20. Yıllık halka sayısı ve yoğunluk örnek boyutları (mm)



Şekil 21. Yoğunluk deney örnekleri [Foto, Ulusoy]

2.5. Yöntem

2.5.1. Planyalama İşlemleri

Planyalama koşullarının belirlenmesi için; kesim planlarına göre hazırlanan her bir ağaç türüne ait 910*102*25 mm boyutlarındaki 10' ar adet örnekten yararlanılmıştır.

Planyalama işlemleri kalınlık makinesinde (Türk Markalı Model AC-K 500) (Şekil 22) yapılmıştır. Bu amaçla, makine silindirine yerleştirilen 4 adet bıçak kullanılmış, işlemler 4200 dev/dak'da ve 1,6 mm sabit kesiş derinliğinde yapılmıştır. Örnek parçalarının yüzey düzgünleştirme işlemleri Tablo 3'deki koşullarda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. İşleme koşulları

İşlemler	Kesici izi sayısı (25 mm /Adet)	Besleme hızı (m/dak)
I. Planyalama	14	8
II. Planyalama	6	16



Şekil 22. Kalınlık makinesi (Model AC-K 500)

2.5.2. Zımparalama İşlemleri

Bu amaçla planyalama işlemleri yapılmış her bir ağaç türüne ait 910x102x21 mm boyutlarındaki 10'ar adet deney örneğinden (Şekil 23) yararlanılmıştır.

Besleme hızına göre planyalama işlemleri tamamlanan deney örneklerinin her biri yaklaşık 30 cm lik 4 eşit alana bölünerek zımparalanmıştır. Zımparalama işlemlerinde titreşimli el zımpara aleti kullanılmıştır. İşlemler zımparalama aletine 80, 100, 150 ve 180 no'lu silikon karpit bez zımpara bantları yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil 23. Zımparalanmış deney örnekleri [Foto, Ulusoy]

2.5.3. Yüzey Pürüzlülük Ölçümleri

Bu amaçla ölçümler; türlere ait ilkbahar ve yaz odunları için Doğu Ladini ile Doğu Kayını'nda ve diğer ölçümler ise her ağaç türü odununda da gerçekleştirilmiştir. Özellikle Anadolu Kestanesi ilkbahar odununda iğne tarama yöntemi ile duyarlı çalışılmadığından ölçümler yapılmamış, bu durum genel ölçümlerde de göz önünde bulundurulmuştur.

Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde TS 6956 EN ISO 4287 [48], TS 971 [108] ve TS 2495 EN ISO 3274 [109]'de belirtilen esaslara uyularak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla dokunmalı iğne taramalı yöntem kullanılmış ve işlemler Mitutoyo SurfTest SJ 301 tipi yüzey pürüzlülük ölçme cihazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 24).

İşlemlerde; örnekleme uzunluğu (tarama uzunluğu) $L_t=12.5$ mm, ölçme hızı 10 mm/dak, iğne çapı $4\ \mu\text{m}$ ve uç açısı 90° olarak seçilmiştir. Yüzey pürüzlülük değerleri $\pm 0.01\ \mu\text{m}$ duyarlılıkta ölçülmüştür. Tarama iğnesi ucu hücre boşluklarına takıldığında ölçüm tekrar edilmiştir. Alet, ölçme öncesi kalibre edilmiş ve kalibrasyonu belirli aralıklarla kontrol edilmiştir.



Şekil 24. Yüzey pürüzlülük cihazının genel görünümü

2.5.4. Anatomik Ölçümler

Ağaç türü odunlarının anatomik özellikleri ve yüzey deformasyonlarını incelemek amacıyla “Preparasyon Yöntemi” uygulanmıştır.

Bu amaçla; genel anatomik ölçümleri için; yapraklı ağaç türlerinde trahe ve iğne yapraklılarda traheid ile her bir ağaç türünde özışınları ölçümleri için planyalanmış, sadece ağaç türleri özışınları için ise zımparalanmış deney örneklerinden her bir zımparalama işlemi sonrası alınan preparasyon örneklerinden yararlanılmıştır.

Genel anatomik ölçümler için her bir ağaç türü deney örneği uç kısmından 3'er adet preparasyon örneği alınmıştır. Bunlardan da enine, radyal ve teğet kesitlerde 9'ar adet olmak üzere toplam 27 adet preparat hazırlanmıştır.

Öz ışını ve yüzey deformasyonları ölçümleri için her bir ağaç türüne ait zımparalanmış örneklerden 4'er adet olmak üzere 12 adet teğet ve 12 adet radyal yönde

toplam 24 adet preparat hazırlanmıştır. Bunlardan teğet yönde olanlar öz ışınları, radyal yönde olanlar ise yüzey deformasyon ölçümlerinde kullanılmıştır.

Anatomik kesitleri alınacak odun örneklerinin yumuşatılması ve dokularındaki havanın çıkarılması için damıtık su içinde tamamen çökünceye kadar kaynatılmıştır. Daha sonra örnekler 1/1/1 oranında alkol-gliserin-damıtık su karışımı içerisinde kesitler alınmaya kadar bekletilmiştir. Ayrıca, bu karışıma mantarların etkisine karşı az bir miktarda kristal asit fenik (Fenol) ilave edilmiştir. Bu aşamaya getirilmiş örneklerden kesit alma işlemleri “Reichert” Kızaklı Mikrotom’unda yapılmıştır. Her örnekten boyuna ışınsal (radyal) ve boyuna teğetsel olmak üzere 15–20 µm kalınlığında kesitler alınmıştır.

Bunlar devamlı preparatlar haline getirilmeden önce, 15–20 dakika sodyum hipokloritte saydamlaştırılmış ve damıtık su ile yıkanmıştır. Ortamı nötrleştirmek için 1–2 dakika süre ile asetik asitli damıtık su ile yıkandıktan sonra safranin ile boyatılmıştır. Boyama işleminden sonra damıtık su ile iyice yıkanan kesitler sırası ile % 50, % 75, % 95 alkol serilerinden geçirilerek boyuna ışınsal (radyal) ve boyuna teğetsel kesitler sıra ile “bazik fuksin” li gliserin-jelâtin içerisinde devamlı preparatlar haline getirilmiştir [8,10].

Deney örneklerinden hazırlanan preparatlarda odun elemanlarının ölçülmesi çift okülerli (binoküler) ışık mikroskopunda yapılmıştır. Mültiseri özışını yükseklik ve genişlik ölçümlerinde EUROMEX (X40), özışını yükseklik ve genişlik (hücre) ölçümlerinde EUROMEX (X40) objektif kullanılmıştır. 1 mm² de trahe sayısı ve 1mm’deki özışını sayısı için Reichert projeksiyon mikroskopunda (X10) objektif kullanılmıştır. Radyal kesitte odun yüzey deformasyonları Zeiss mikroskopunda Preparasyon Yöntemi ile değerlendirilmiştir [8,10].

2.6. Kullanılan İstatistik Yöntemler

Örneklerin yoğunlukları, yıllık halka genişliği, odunların anatomik özellikleri yüzey pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri belirlenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel açıdan değerlendirilmesinde ve grafiklerin elde edilmesinde Microsoft Excel 2007’nin istatistiksel fonksiyonlarından ve SPSS (Statistical Package for The Social Science) 13,0 programından yararlanılmıştır.

Pürüzlülük sonuçlarının değerlendirilmesinde tek yönlü ve çok yönlü varyans analizi (ANOVA), korelasyon analizi ve odun yüzey deformasyonları ile yüzey pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını araştırmak amacıyla t testi yapılmıştır.

Değişkenler arasında doğrusal ilişki olup olmadığını belirlemek için “Pearson korelasyon” analizi uygulanmıştır. Seçilen önem düzeyine göre anlamlı bulunan korelasyon katsayıları; 0.00-0.25 arasında ise ilişki çok zayıf, 0.26-0.49 arasında ise ilişki zayıf, 0.50-0.69 arasında ise ilişki orta, 0.70-0.89 arasında ise ilişki yüksek ve 0.90-1.00 arasında ise ilişki çok yüksek olarak belirtilmektedir.

Ayrıca gruplar arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için varyans analizleri yapılmış, gruplar arasında farklılığın olduğu durumlarda Duncan testi uygulanmıştır. Hesaplanan değerlerin % 5’den büyük olması durumunda ‘ns’, % 5–1 arasında olması durumunda ‘*’, % 1-0.1 arasında olması durumunda ‘***’ ve % 0,1’den küçük olması durumunda ise ‘****’ işaretleri ile açıklanmıştır. Sonuçlar tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Yıllık Halka Genişlikleri ve Yoğunluklar

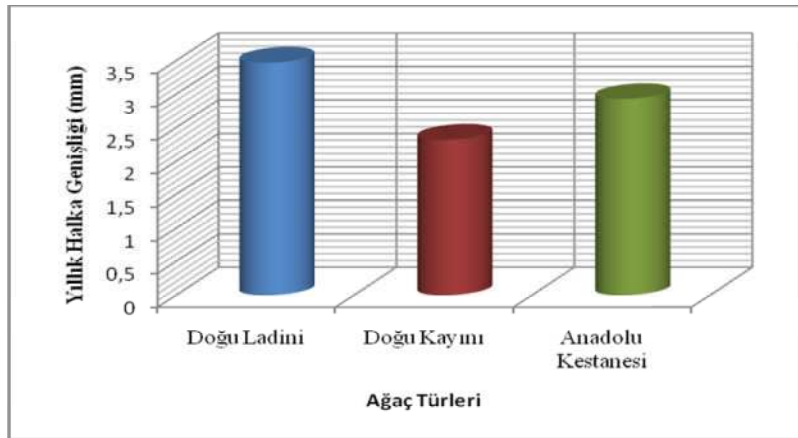
3.1.1. Yıllık Halka Genişlikleri

Ağaç türlerine göre yıllık halka genişliği değerlerinin istatistik değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Türlerle ait yıllık halka genişlik değerleri

Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (mm)	Standart Sapma (S)	Min. Değer (mm)	Max. Değer (mm)
Doğu Ladini	80	3.47	1.57	1.18	6.68
Doğu Kayını	80	2.32	0.84	0.95	4.08
Anadolu Kestanesi	80	2.93	1.72	0.64	7.73

Yıllık halka genişlikleri; Doğu Ladini’nde 3.47 mm, Doğu Kayını’nda 2.32 mm, Anadolu Kestanesi’nde ise 2.93 mm bulunmuştur. Türlerin yıllık halka genişliklerine ait varyasyon grafiği Şekil 25’te gösterilmiştir.



Şekil 25. Türlerle ait yıllık halka genişlik değerleri

Ağaç türleri yıllık halka genişlik değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Ağaç türlerinin yıllık halka genişliklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	54.260	2	27.130	13.234	0.000***
Gruplar Arası	485.865	237	2.050		
Toplam	540.125	239			

Bunlara göre; yıllık halka genişlik değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Yıllık halka genişlik değerlerine ait homojenlik gruplarının belirlenmesi için yapılan Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Yıllık halka genişliklerine ait homojenlik grupları

Ağaç türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X) (gr/cm ³)	Homojenlik Grupları
Doğu Ladini	80	2.3174	A
Doğu Kayını	80	2.9794	B
Anadolu Kestanesi	80	3.4783	C

Buna göre; ağaç türlerinin yıllık halka genişlikleri bakımından 3 homojen grupta toplandığı görülmüştür.

3.1.2. Yoğunluklar

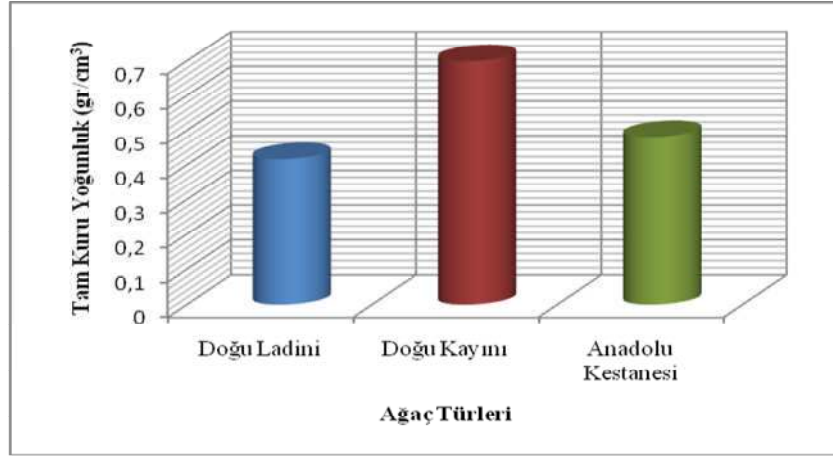
3.1.2.1. Tam Kuru Yoğunluklar

Tam kuru yoğunluk değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Tam kuru yoğunluk değerleri

Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X) (gr/cm ³)	Standart Sapma (S)	Min. (gr/cm ³)	Max. (gr/cm ³)
Doğu Ladini	80	0.417	0.048	0.340	0.550
Doğu Kayını	80	0.700	0.052	0.630	1.070
Anadolu Kestanesi	80	0.481	0.048	0.330	0.620

Tam kuru yoğunluk değerleri; Doğu Ladini'nde 0.417 gr/cm^3 ile düşük, Anadolu Kestanesi'nde 0.481 gr/cm^3 ile normal, Doğu Kayını'nda ise 0.700 gr/cm^3 ile yüksek yoğunluk değerleri göstermiştir. Türlerin tam kuru yoğunluk değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 26'da gösterilmiştir.



Şekil 26. Tam kuru yoğunluk değerlerine ait varyasyon grafiği

Ağaç türleri tam kuru yoğunluk değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Tam kuru yoğunluklara ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	3.542	2	1.771	721.709	0.000***
Gruplar Arası	0.582	237	0.002		
Toplam	4.124	239			

Buna göre; yoğunluk değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ait homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Tam kuru yoğunluk değerlerine ait homojenlik grupları

Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X) (gr/cm ³)	Homojenlik Grupları
Doğu Ladini	80	0.4168	A
Doğu Kayını	80	0.4813	B
Anadolu Kestanesi	80	0.7006	C

Buna göre; ağaç türlerinin tam kuru yoğunluk değerleri bakımından 3 homojen grupta toplandığı görülmüştür.

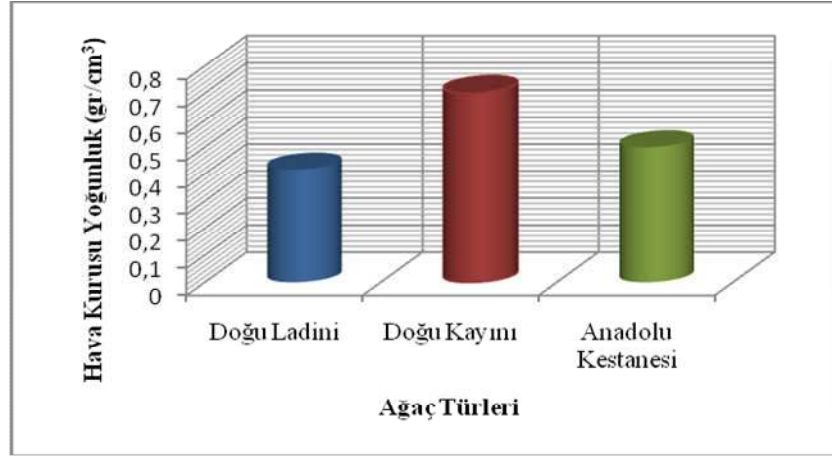
3.1.2.2. Hava Kuru Yoğunluklar

Hava kuru (r = % 12) yoğunluk değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak, sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Hava kuru yoğunluk değerleri

Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X) (gr/cm ³)	Standart Sapma (S)	Min. (gr/cm ³)	Max. (gr/cm ³)
Doğu Ladini	80	0.417	0.048	0.340	0.550
Doğu Kayını	80	0.701	0.520	0.630	0.770
Anadolu Kestanesi	80	0.500	0.712	0.040	0.660

Hava kuru yoğunluk değerleri; Doğu Ladini'nde 0.417 gr/cm³ ile düşük, Anadolu Kestanesi'nde 0.500 gr/cm³ ile normal, Doğu Kayını'nda ise 0.701 gr/cm³ ile yüksek yoğunluk değerleri göstermiştir. Türlerin ortalama hava kuru yoğunluk değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 27'de gösterilmiştir.



Şekil 27. Hava kuruşu yoğunluk değerlerine ait varyasyon grafiği

Ağaç türleri hava kuruşu yoğunluk değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Hava kuruşu yoğunluklara ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	3.419	2	1.710	508.484	0.000***
Gruplar Arası	0.797	237	0.003		
Toplam	4.216	239			

Bunlara göre; yoğunluk değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Hava kuruşu yoğunluk değerlerine ait homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Hava kuruşu yoğunluk değerlerine ait homojenlik grupları

Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X) (gr/cm³)	Homojenlik Grupları
Doğu Ladini	80	0.4168	A
Doğu Kayını	80	0.4997	B
Anadolu Kestanesi	80	0.7010	C

Buna göre; ağaç türlerinin hava kuruşu yoğunluk değerleri bakımından 3 homojen grupta toplandığı görülmüştür.

3.2. Anatomik Özellikler

3.2.1. Genel Anatomik Özellikler

3.2.1.1. Doğu Ladini

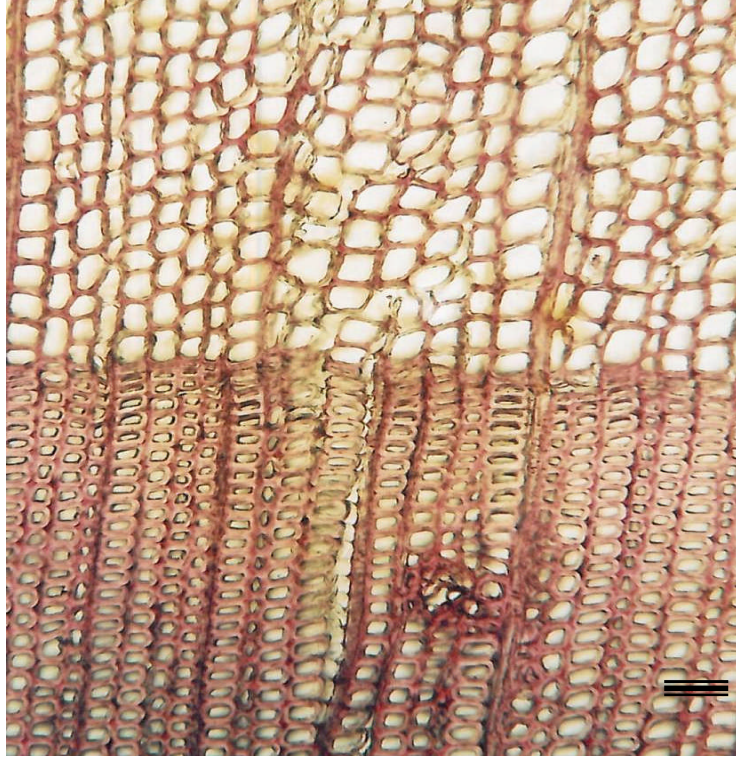
Doğu Ladini odununun teğet kesitteki anatomik özelliklerine ait değerlerin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 13’de belirtilmiştir.

Tablo 13. Doğu Ladini odununun anatomik özellikleri

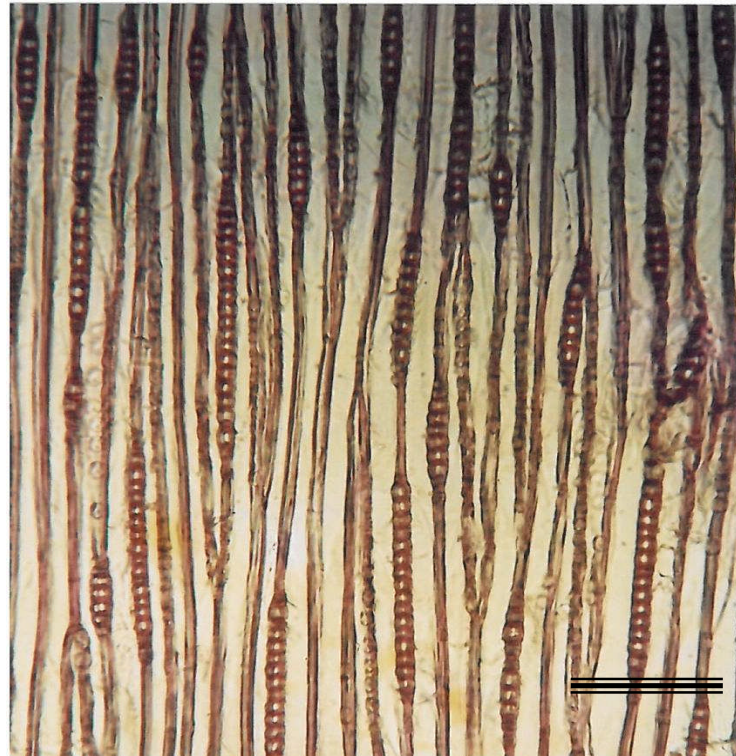
Doğu Ladini	Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
İ.O. Traheid Teğet Çap (μm)	25	28.41	5.402	14.28	35.70
Y.O. Traheid Teğet Çap (μm)	25	19.71	4.137	14.28	28.56
İ.O. Traheid Radyal Çap (μm)	25	31.70	6.295	21.42	42.84
Y.O. Traheid Radyal Çap (μm)	25	13.99	3.405	10.71	21.42
Özışım Yüksekliği (μm)	25	224.76	99.317	124.95	517.65
Özışım Genişliği (μm)	25	16.56	2.029	14.28	21.42
Özışım Yük. (Hücre) (Adet)	25	13.00	5.921	3.00	25.00
1 mm’deki Özışım Sayısı (Adet)	25	7.00	1.429	6.00	12.00

Tabloda; traheid teğet çapları ilkbahar odununda 28.41 μm ve yaz odununda 19.71 μm ; radyal çapları ise ilkbahar odununda 31.71 μm ve yaz odununda 13.99 μm çıkmıştır. Buna göre; traheid çapları, teğet yönde radyal yönden, ilkbahar odununda yaz odunundan daha büyük çıkmıştır.

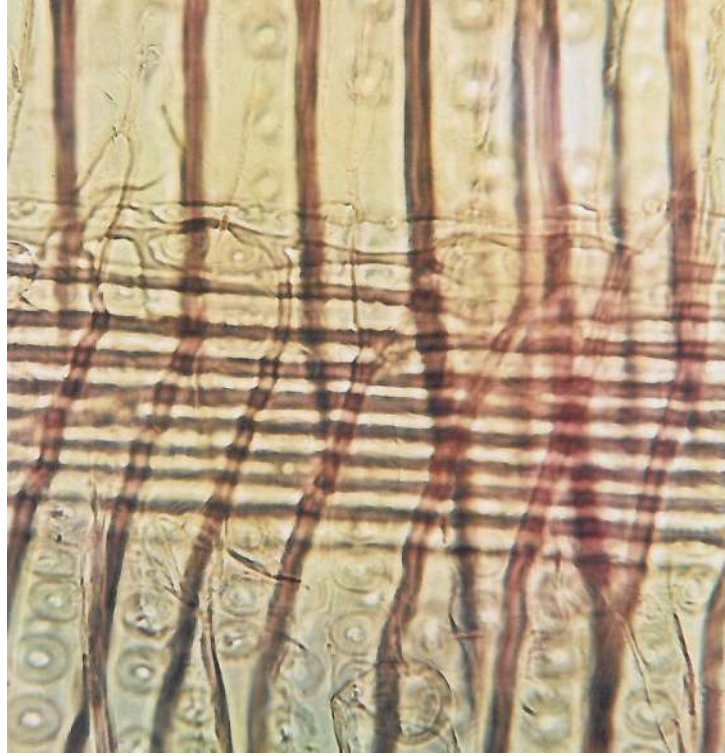
Özışımalarında ise; yükseklik 225.76 μm ile çok büyük, genişlik ise 16.56 μm ile çok küçük çıkmıştır. Ayrıca özışım yüksekliği (hücre sayısı) 13 adet, özışım sayısı ise (1 mm’de) 7 adet bulunmuştur. Doğu Ladini odunlarının teğet kesitteki anatomik özelliklerine ait resimleri Şekil 28, 29 ve 30’da gösterilmiştir.



Şekil 28. Doğu Ladini odununun enine kesitte traheidlerin görünüşü
Skala 1=40 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 29. Doğu Ladini odununun teğet kesitte özışınlarının görünüşü
Skala 1=200 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 30. Doğu Ladini odununun radyal kesitte özışınlarının görünüşü (x425)[Foto, Gerçek].

3.2.1.2. Doğu Kayını

Doğu Kayını odununun teğet kesitteki anatomik özelliklerine ait değerlerin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 14'te belirtilmiştir.

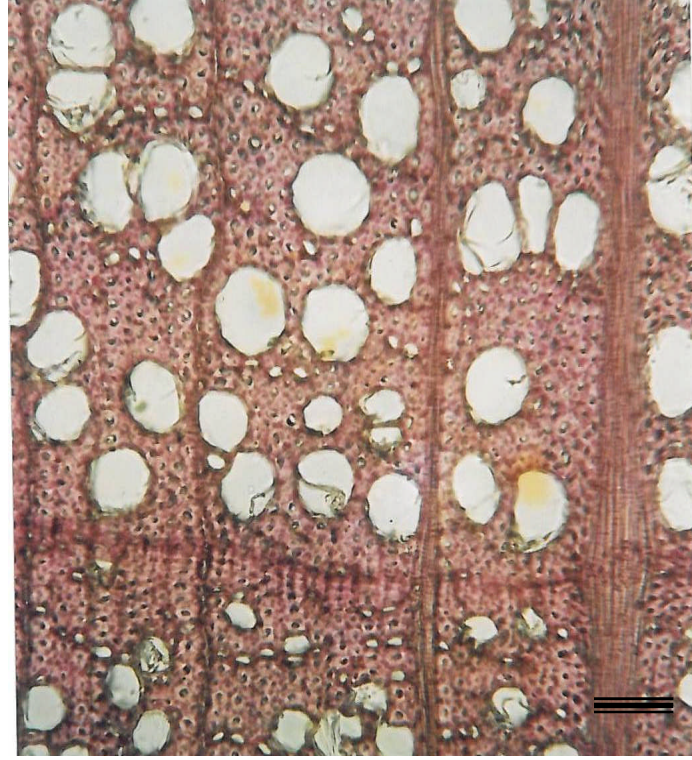
Tablo 14. Doğu Kayını odununun anatomik özellikleri

Doğu Kayını	Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Trahe Teğet Çap (μm)	25	52.26	16.25	21.42	82.11
Trahe Radyal Çap (μm)	25	57.69	20.52	21.42	89.25
Özışını Yüksekliği (μm)	25	311.16	149.59	124.95	731.85
Özışını Genişliği (μm)	25	25.84	9.40	10.71	39.27
Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	25.00	7.39	9.00	38.00
Özışını Gen. (Hücre) (Adet)	25	2.00	0.71	2.00	4.00
1 mm'de Özışını Sayısı (Adet)	25	3.00	1.00	2.00	6.00
1/2 mm ² de Trahe Sayısı(Adet)	25	81.00	11.01	62.00	102.00

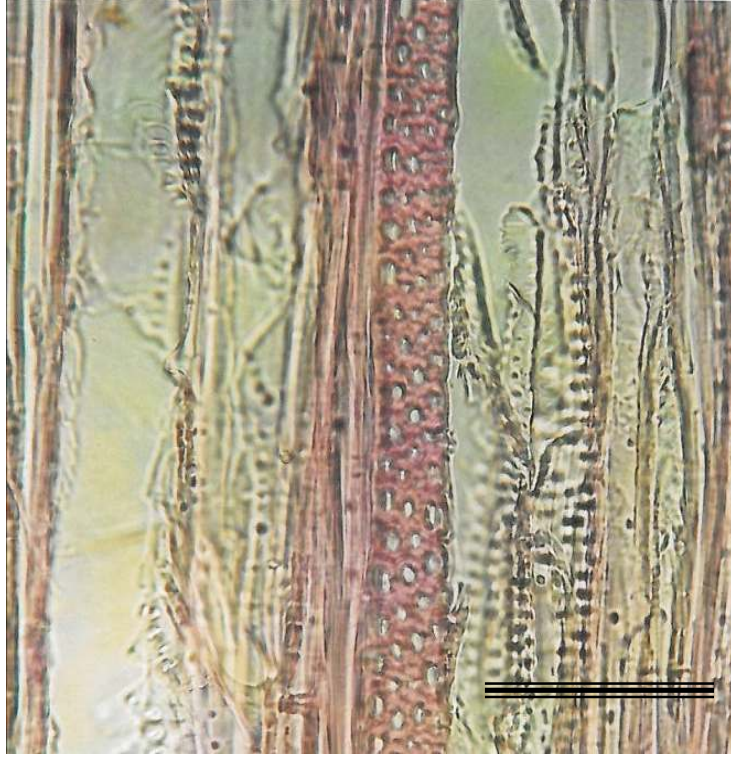
Tabloda; trahe teğet çapı 52.26 μm ile küçük, radyal çapı ise 57.69 μm ile büyük çıkmıştır.

Özışınlarında; yükseklik 311.16 μm ile çok büyük, genişlik ise 25.84 μm ile çok küçük çıkmıştır. Ayrıca özışını yüksekliği (hücre sayısı) 25 adet ve genişliği (hücre sayısı) ise 2 adet, özışını sayısı ise (1 mm'de) 3 adet, $\frac{1}{2}$ mm²'deki trahe sayısı ise 81 adet bulunmuştur.

Doğu Kayını odunlarının teğet kesitteki anatomik özelliklerine ait resimler Şekil 31, 32 ve 32'de gösterilmiştir.



Şekil 31. Doğu Kayını odununun enine kesitte trahelerin görünüşü
Skala 1=50 μm , 2=20 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 32. Doğu Kayını odununun teğet kesitte özışınlarının görünüşü
Skala 1=300 µm [Foto, Gerçek].



Şekil 33. Doğu Kayını odununun radyal kesitte özışınlarının görünüşü
(x425) [Foto, Gerçek].

3.2.1.3. Anadolu Kestanesi

Anadolu Kestanesi odununun teğet kesitteki anatomik özelliklerine ait değerlerin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 15’de belirtilmiştir.

Tablo 15. Anadolu Kestanesi odununun anatomik özellikleri

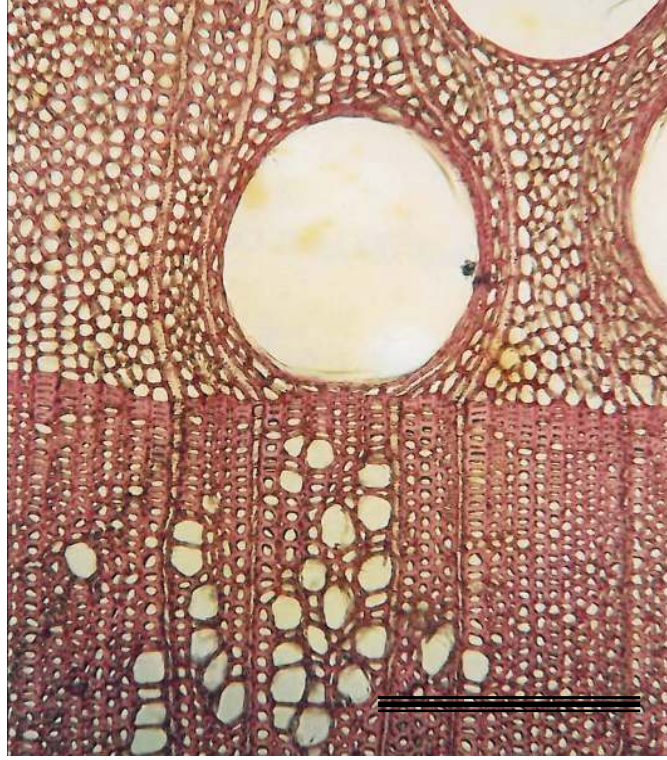
Anadolu Kestanesi	Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
İ.O. Trahe Teğet Çap (μm)	25	289.17	81.21	78.54	367.71
Y.O. Trahe Teğet Çap (μm)	25	32.13	7.73	14.28	46.41
İ.O. Trahe Radyal Çap (μm)	25	221.91	1682.14	96.39	339.15
Y.O. Trahe Radyal Çap (μm)	25	49.98	12.55	60.69	917.49
Özışını Yüksekliği (μm)	25	232.05	53.15	124.95	357.00
Özışını Genişliği (μm)	25	17.85	3.41	10.71	28.56
Özışını Yüksekliği (Hücre)	25	67.00	12.74	7.00	74.00
1 mm’deki Özışını Sayısı (Adet)	25	7.00	1.94	4.00	11.00
1/2 mm ² ’deki Trahe Sayısı (Adet)	25	4.00	1.94	3.00	7.00

Tabloda; trahe teğet çapları ilkbahar odununda 289.17 μm ve yaz odununda 32.13 μm ; radyal çapları ilkbahar odununda 221.91 μm ve yaz odununda 49.98 μm çıkmıştır.

Buna göre; traheid çapları, teğet yönde radyal yönden, ilkbahar odununda yaz odunundan daha büyük çıkmıştır.

Özışınlarında ise; yükseklik 232.05 μm ile çok büyük, genişlik ise 17.85 μm ile çok küçük çıkmıştır. Ayrıca özışını yüksekliği (hücre sayısı) 67.00 adet, özışını sayısı ise (1 mm’de) 7.00 adet, 1/2 mm²’de trahe sayısı 81.44 adet bulunmuştur.

Anadolu Kestanesi odunlarının teğet kesitteki anatomik özelliklerine ait resimler Şekil 34, 35 ve 36’da gösterilmiştir.



Şekil 34. Anadolu Kestanesi odununun enine kesitte trahelerin görünüşü Skala =300 μ m [Foto, Gerçek].



Şekil 35. Anadolu Kestanesi odununun teğet kesitte özışınlarının görünüşü Skala 1=200 μ m [Foto, Gerçek].



Şekil 36. Anadolu Kestanesi odununun radyal kesitte özışınlarının görünüşü (x425) [Foto, Gerçek].

3.2.1.4. Genel Anatomik Özelliklerin Yüzey Pürüzlülüğü ile İlişkisi

Ağaç türü odunlarının genel anatomik özellikleri ile işleme koşullarındaki yüzey pürüzlülükleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için pearson korelasyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16’da verilmiştir.

Tabloya göre; ilkbahar odunu trahe, traheid teğet ve radyal çapları, yaz odunu trahe, traheid teğet ve radyal çapları, özışını yüksekliği, özışını genişliği, özışını yüksekliği (hücre sayısı), 1 mm’deki özışını sayısı ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında $P < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı ilişkiler bulunmuştur. İlkbahar ve yaz odunu trahe, traheid teğet ve radyal çapları ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında pozitif, ilkbahar ve yaz odunu trahe, traheid teğet ve radyal çapları ile özışını yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Elde edilen korelasyon katsayıları ile en yüksekten en düşüğe doğru sırası ile ilkbahar odunu trahe, traheid teğet çapları ile yaz odunu trahe, traheid teğet ve radyal çapları arasında 1,000 ile çok yüksek ve pozitif, R_y ile R_z 0,990 ile çok yüksek ve pozitif, özışını genişliği ile yükseklik (hücre sayısı) 0,985 ile çok yüksek ve pozitif, özışını

yükseklik ile genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) 0,992 ve 0,956 ile çok yüksek ve pozitif, R_a ile R_y, R_z 0,910 ve 0,920 ile çok yüksek ve pozitif, yaz odunu trahe, traheit radyal çapları ile özışını yükseklik, genişlik, yükseklik (hücre sayısı) 0,942, 0,894 ve 0,802 ile çok yüksek ve pozitif, R_y ile 0,648, R_z ile 0,589 orta ve pozitif, R_a ile 0,386 zayıf ve pozitif, yaz odunu trahe, traheit teğet çapları ile R_a, R_y, R_z , mm'de özışını sayısı 0,646, 0,586, 0,385 ve 0,232 ile orta ve zayıf, 1 mm'deki özışını sayısı ile R_a, R_y arasında 0,017 ve 0,016 ile çok zayıf ve pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Özışını yüksekliği ile mm'de özışını sayısı arasında -1,000 ile çok yüksek ve negatif; özışını genişliği ile mm'de özışını sayısı -0,992 ile çok yüksek ve negatif; yaz odunu trahe, traheit radyal çapları ile mm'de özışını -0,944 ile çok yüksek ve negatif; yaz odunu trahe, traheit teğet çapları ile özışını yükseklik (hücre sayısı), genişlik, yükseklik -0,512, -0,354 ve -0,236 ile orta ve negatif; ilkbahar odunu trahe, traheit radyal çapları ile özışını yükseklik (hücre sayısı), genişlik -0,506, -0,348 ve -0,230 ile orta ve negatif; ilkbahar odunu trahe, traheit teğet çapları ile özışını yükseklik (hücre sayısı), genişlik, yükseklik -0,499, -0,341 ve -0,223 ile orta ve negatif; özışını genişliği ile R_a, R_y, R_z -0,066, -0,100 ve -0,029 ile çok zayıf ve negatif; özışını yükseklik (hücre sayısı) ile R_a, R_y, R_z -0,132, -0,212 ve -0,136 ile zayıf ve negatif; özışını yüksekliği ile R_a, R_y -0,018 ve -0,019 ile çok zayıf ve negatif ilişkiler bulunmuştur.

Tablo 16. Genel anatomik özellikler ile yüzey pürüzlülüğü ilişkisine ait pearson korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	İotrahe traheit tegçap	İotrahe traheit radçap	Yotrahe traheit tegçap	Yotrahe traheit radçap	Özışını Yük.	Özışını Gen.	Özışını Yük. (Hücre Sayısı)	Özışını Sayısı (mm'de)	R _a	R _y	R _z
İotrahe, traheit tegçap	1	1,000**	1,000**	0,116 ^{ns}	-0,223	-0,341	-0,499	0,219	0,386*	0,648**	0,589**
		0,000	0,000	0,540	0,237	0,066	0,005	0,246	0,035	0,000	0,001
İotrahe, traheit radçap		1	1,000**	0,108 ^{ns}	-0,230	-0,348	-0,506	0,226	0,385*	0,647**	0,587**
			0,000	0,569	0,221	0,059	0,004	0,229	0,036	0,000	0,001
Yotrahe, traheit tegçap			1	0,102 ^{ns}	-0,236	-0,354	-0,512**	0,232	0,385*	0,646**	0,586**
				0,591	0,209	0,055	0,004	0,216	0,036	0,000	0,001
Yotrahe, traheit radçap				1	0,942**	0,894**	0,802**	-0,944**	0,114	0,203	0,250
					0,000	0,000	0,000	0,000	0,549	0,283	0,183
Özışını Yük.					1	0,992**	0,956**	-1,000**	-0,018	-0,019	0,047
						0,000	0,000	0,000	0,924	0,920	0,805
Özışını Gen.						1	0,985**	-0,992**	-0,066	-0,100	-0,029
							0,000	0,000	0,729	0,599	0,880
Özışını Yük. (Hücre Sayısı)							1	-0,955**	-0,132	-0,212	-0,136
								0,000	0,485	0,260	0,474
Özışını Sayısı (mm'de)								1	0,017	0,016	-0,050
									0,931	0,931	0,795
R _a									1	0,910**	0,920**
										0,000	0,000
R _y										1	0,990**
											0,000
R _z											1

n=30, ** = 0,01 önem düzeyinde korelasyon vardır, ns.= P>0,05 düzeyinde korelasyon yoktur.

3.2.2. Özışınları Özellikleri

3.2.2.1. Doğu Ladini

Farklı zımpara no'ları (80, 100, 150 ve 180) ile işlenmiş Doğu Ladini odununun teğet kesitteki özışınları özelliklerine ait değerlerin istatistik değerlendirmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 17'de verilmiştir.

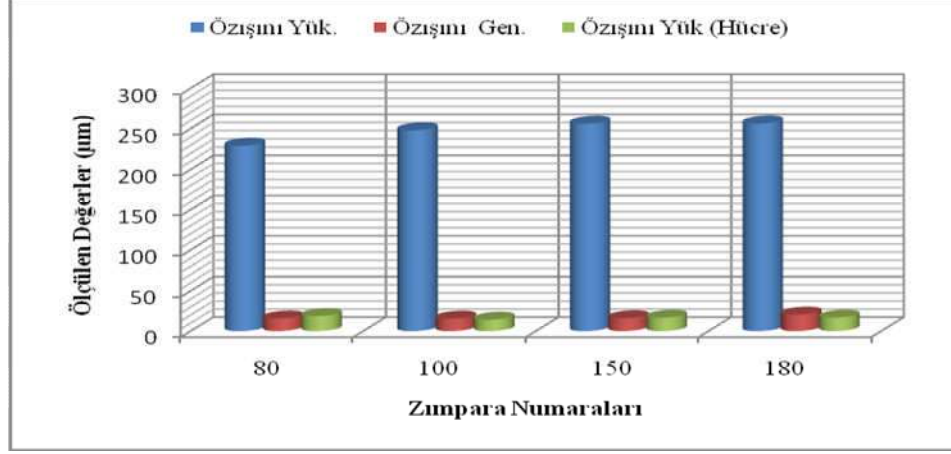
Tablo 17. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Doğu Ladini odununun özışınları özellikleri

Doğu Ladini		Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
80 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	229.19	70.093	124.95	374.85
	Özışını Genişliği (μm)	25	18.70	2.780	14.28	24.99
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	15.00	4.745	9.00	25.00
100 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	247.90	92.062	135.66	546.21
	Özışını Genişliği (μm)	25	15.56	2.276	10.71	17.85
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	14.00	5.825	3.00	24.00
150 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	256.04	82.693	149.94	464.10
	Özışını Genişliği (μm)	25	16.13	1.820	14.28	17.85
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	16.00	4.979	9.00	28.00
180 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	256.18	93.044	89.25	406.98
	Özışını Genişliği (μm)	25	20.56	2.582	14.28	24.99
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	16.00	6.614	6.00	28.00

Tabloya göre; özışını genişlikleri en büyük 20.56 μm ile 180 no'lu zımparada çıkmıştır. Bunu daha küçük değer 18.70 μm ile 80 no'lu zımpara, en küçük değerlerle 16.13 μm ile 150 no'lu ve 15.56 μm ile 100 no'lu zımparalar izlemiştir.

Özışını yükseklikleri ise; yaklaşık aynı değerlerle 256.18 μm ve 256.04 μm ile 180 no'lu ve 150 no'lu zımparalarda en büyük çıkmıştır. Bunları, bir miktar küçük değer 247.90 μm ile 100 no'lu zımpara ve en küçük değer 229.19 μm ile 80 no'lu zımpara izlemiştir. Özışını yüksekliği (hücre sayısı) ise; 150 ve 180 no'lu zımparalarda 16 adet ile aynı değer ile büyük çıkmıştır. Bunları bir miktar küçük değerlerle 15 adet ile 80 no'lu zımpara ve 14 adet ile 100 no'lu zımparalar izlemiştir.

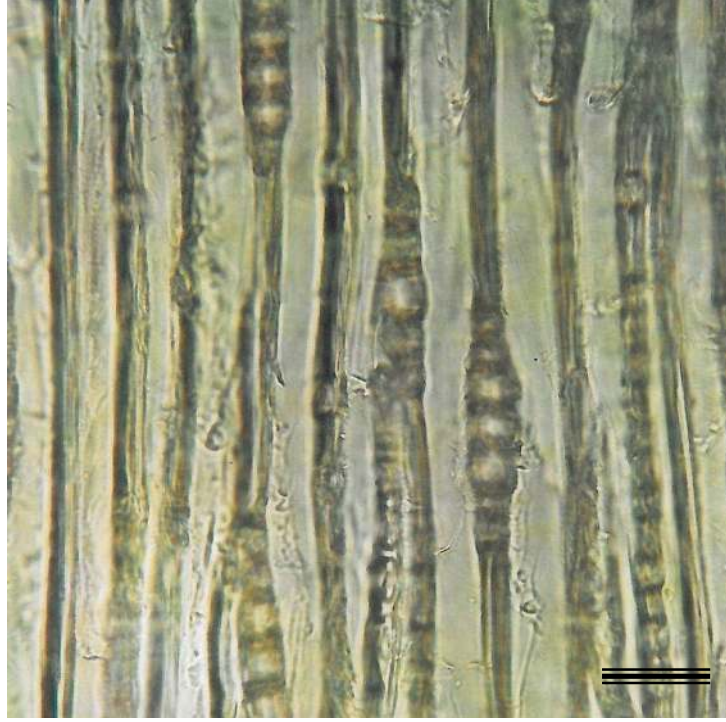
Doğu Ladini odununun teğet kesitteki özışınları özelliklerine ait varyasyon grafiği Şekil 37’de gösterilmiştir.



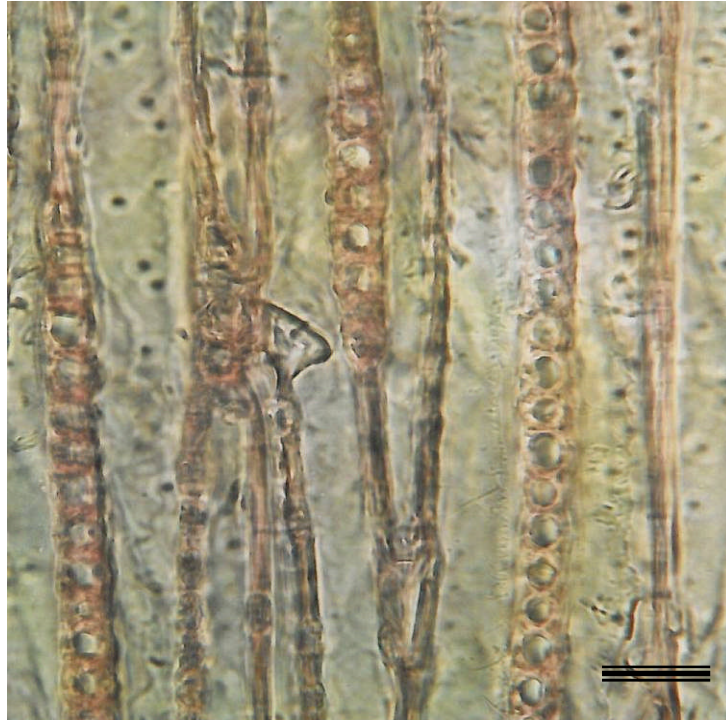
Şekil 37. Farklı zımpara no’ları ile işlenmiş Doğu Ladini odununa ait değerler grafiği



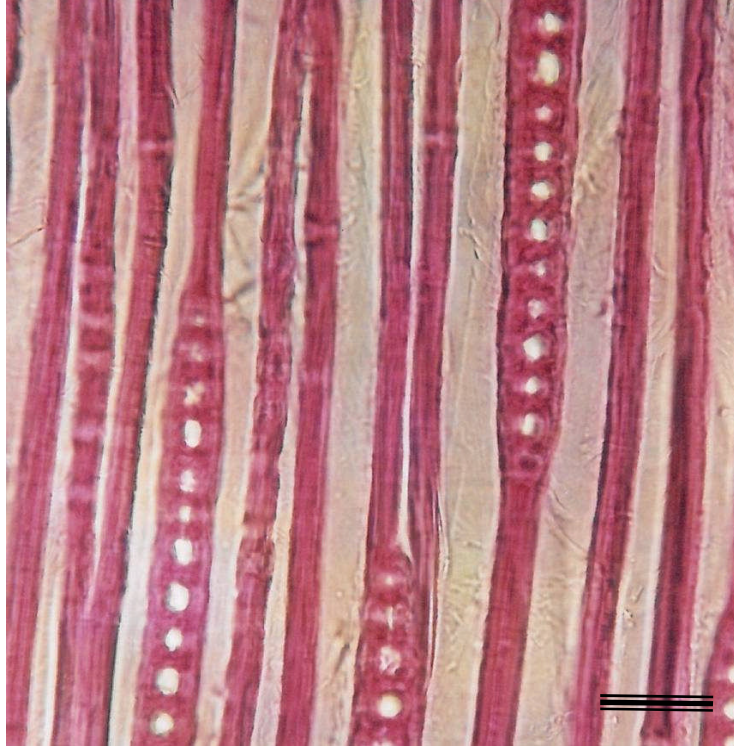
Şekil 38. 80 no’lu zımpara ile işlenmiş Doğu Ladini odununda çok fazla deformasyonlu yüzeyin görünümü Skala 1=225 µm [Foto, Gerçek].



Şekil 39. 100 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Ladini odununda çok fazla deformasyonlu yüzeyin görünümü Skala 1=250 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 40. 150 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Ladini odununda çok az deformasyonlu yüzeyin görünümü Skala 1=250 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 41. 180 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Ladini odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü Skala 1=90 μm [Foto, Gerçek].

3.2.2.2. Doğu Kayını

Farklı zımpara no'ları (80, 100, 150 ve 180) ile işlenmiş Doğu Kayını odununun teğet kesitteki özışınları özelliklerine ait değerlerin istatistik değerlendirmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Doğu Kayını odununun özışınları özellikleri

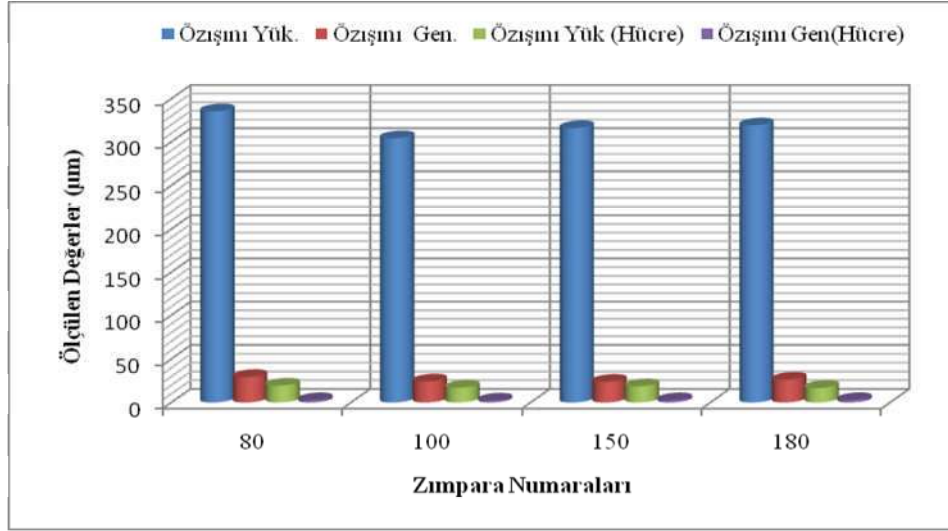
Doğu Kayını		Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
80 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	335.44	164.208	103.53	792.54
	Özışını Genişliği (μm)	25	29.56	12.085	14.28	60.69
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	19.00	9.631	5.00	44.00
	Özışını Gen. (Hücre) (Adet)	25	2.00	1.186	1.00	5.00
100 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	304.16	120.448	164.22	642.60
	Özışını Genişliği (μm)	25	24.41	9.313	10.71	42.84
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	17.00	7.114	8.00	39.00
	Özışını Gen. (Hücre) (Adet)	25	2.00	0.969	1.00	4.00
150 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	316.01	28.07	142.80	839.00
	Özışını Genişliği (μm)	25	23.99	1.06	14.28	35.70
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	18.00	1.94	7.00	57.00
	Özışını Gen. (Hücre) (Adet)	25	2.00	0.23	1.00	6.00
180 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	319.15	97.90	157.08	524.79
	Özışını Genişliği (μm)	25	26.41	7.36	10.71	39.27
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	16.00	6.34	3.00	27.00
	Özışını Gen. (Hücre) (Adet)	25	2.00	1.30	1.00	5.00

Tabloya göre; özışını genişlikleri en büyük 29.56 μm ile 80 no'lu zımparada çıkmıştır. Bunu daha küçük değer 26.41 μm ile 180 no'lu zımpara, en küçük değerlerle 24.41 μm ile 100 no'lu ve 23.99 μm ile 150 no'lu zımparalar izlemiştir.

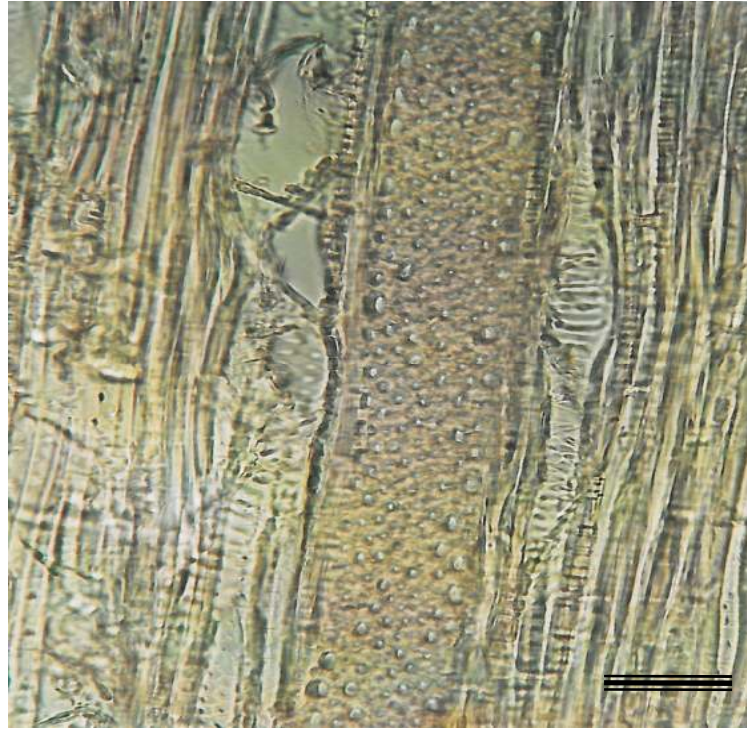
Özışını yükseklikleri ise; yaklaşık aynı değerlerle 335.44 μm ve 319.15 μm ile 80 ve 180 no'lu zımparalarda en büyük çıkmıştır. Bunları, bir miktar küçük değer 316.01 μm ile 150 no'lu zımpara ve en küçük değer 304.01 μm ile 100 no'lu zımpara izlemiştir.

Özışını yüksekliği (hücre sayısı) ise; 80 no'lu zımparada 19 adet, 150 no'lu zımparada 18 adet ile en büyük çıkmıştır. Bunları bir miktar küçük değerlerle 17 adet ile 100 no'lu zımpara ve 16 adet ile 150 no'lu zımparalar izlemiştir.

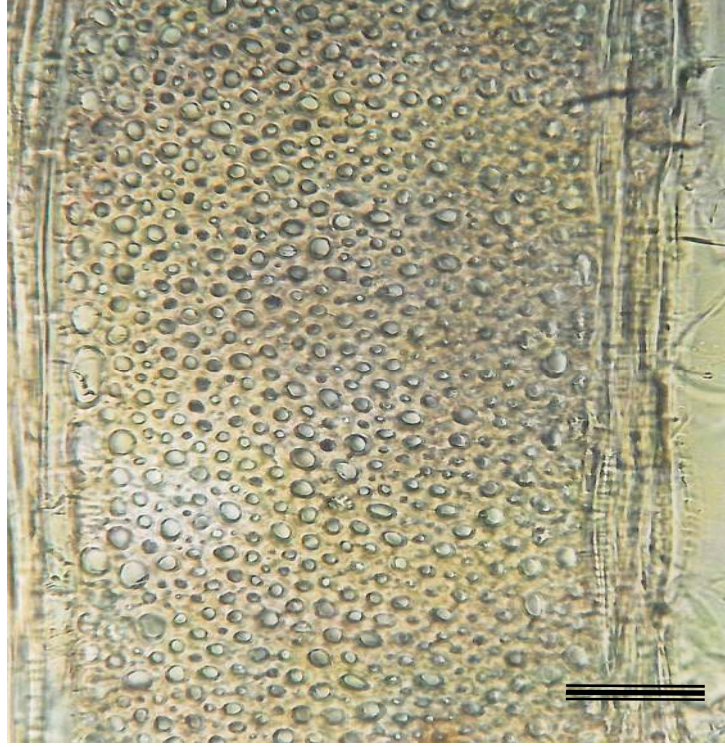
Özışını genişlikleri (hücre sayısı) ise; 2 adet ile 80, 100, 150 ve 180 no'lu zımparalarda aynı bulunmuştur. Doğu Kayını odununun teğet kesitteki özışınları özelliklerine ait varyasyon grafiği Şekil 42'de gösterilmiştir.



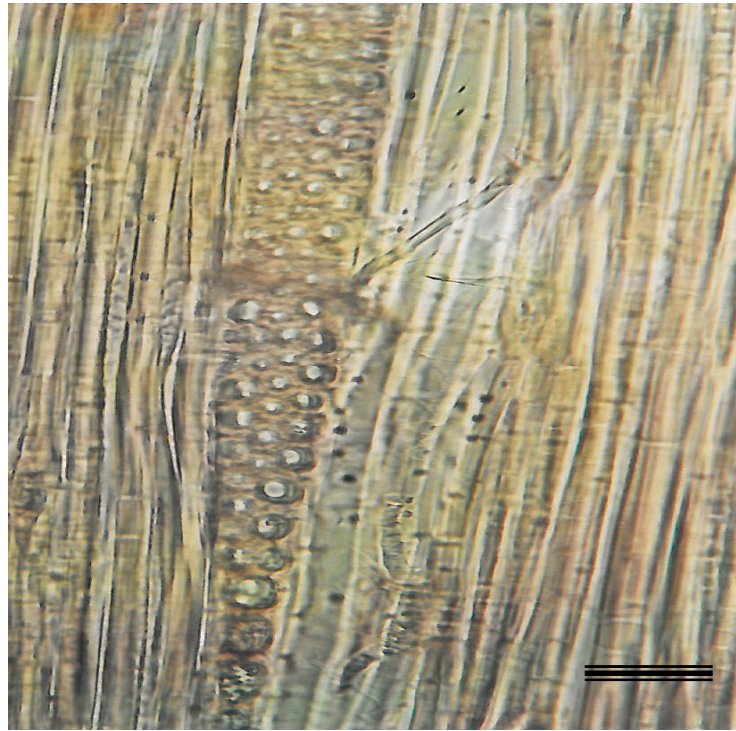
Şekil 42. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Doğu Kayını odununa ait değerler grafiği



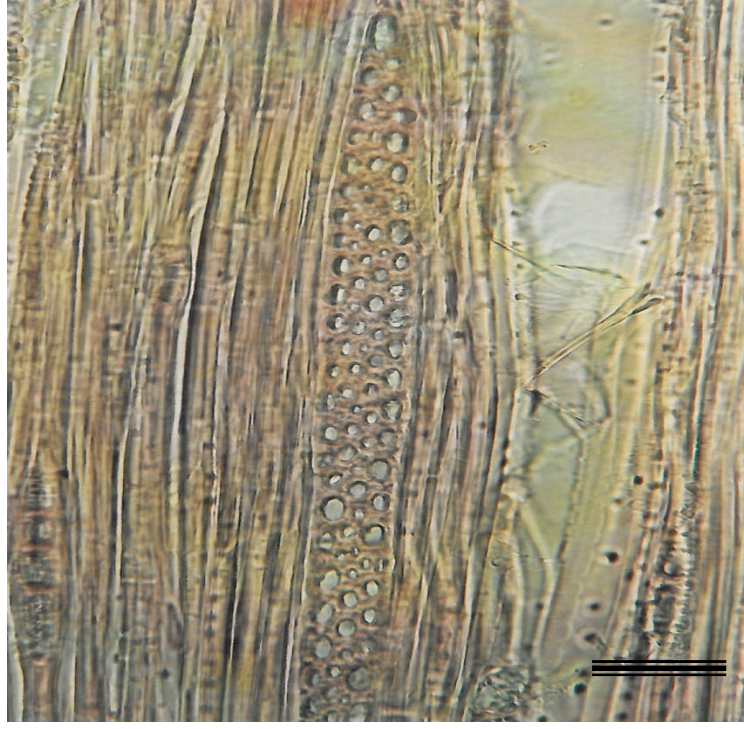
Şekil 43. 80 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Kayını odununda çok az deformasyonlu yüzeyin görünümü Skala 1=300 µm [Foto, Gerçek].



Şekil 44. 100 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Kayını odununda çok az deformasyonlu yüzeyin görünümü Skala 1=900 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 45. 150 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Kayını odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü Skala 1=300 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 46. 180 no'lu zımpara ile işlenmiş Doğu Kayını odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü Skala 1=300 μm , 2=50 μm [Foto, Gerçek].

3.2.2.3. Anadolu Kestanesi

Farklı zımpara no'ları (80, 100, 150 ve 180) ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununun teğet kesitteki özışınları özelliklerine ait değerlerin istatistik değerlendirmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununun özışınları özellikleri

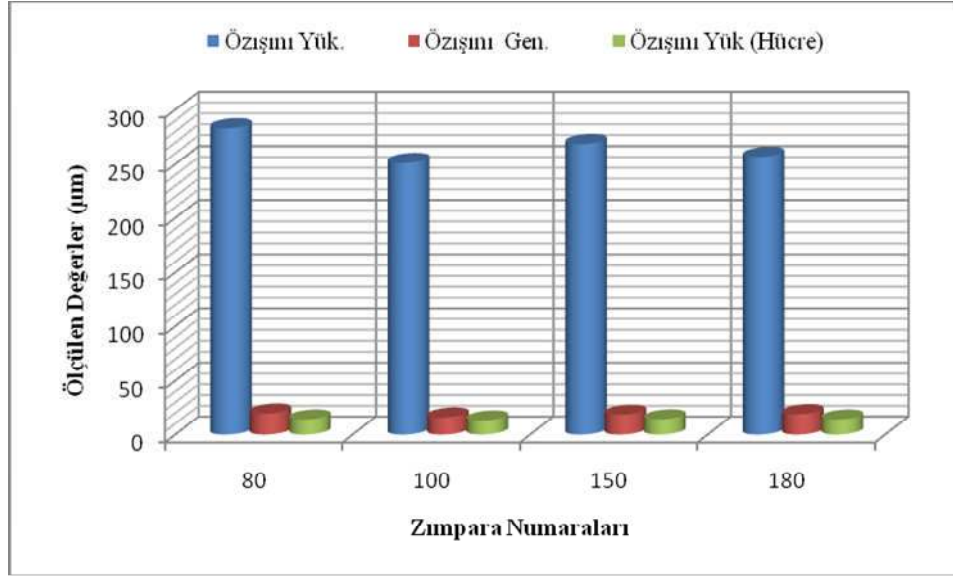
Anadolu Kestanesi		Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
80 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	282.88	66.782	149.94	428.40
	Özışını Genişliği (μm)	25	19.56	3.732	14.28	28.56
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	13.00	3.28	8.00	20.00
100 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	251.18	90.981	124.95	581.91
	Özışını Genişliği (μm)	25	15.85	2.541	10.71	21.42
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	13.00	3.582	8.00	24.00
150 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	268.60	53.074	196.35	417.69
	Özışını Genişliği (μm)	25	18.42	3.036	14.28	24.99
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	14.00	3.546	9.00	26.00
180 Nolu Zımpara	Özışını Yüksekliği (μm)	25	256.75	79.607	153.51	506.94
	Özışını Genişliği (μm)	25	18.99	2.671	14.28	24.95
	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	25	13.00	4.207	8.00	28.00

Tabloya göre; özışını genişlikleri en büyük 19.56 μm ile 80 no'lu zımparada çıkmıştır. Bunu daha küçük değer 18.9 μm ile 180 no'lu zımpara, 18.42 μm ile 150 no'lu zımpara, en küçük değerle 15.85 μm ile 100 no'lu zımpara izlemiştir.

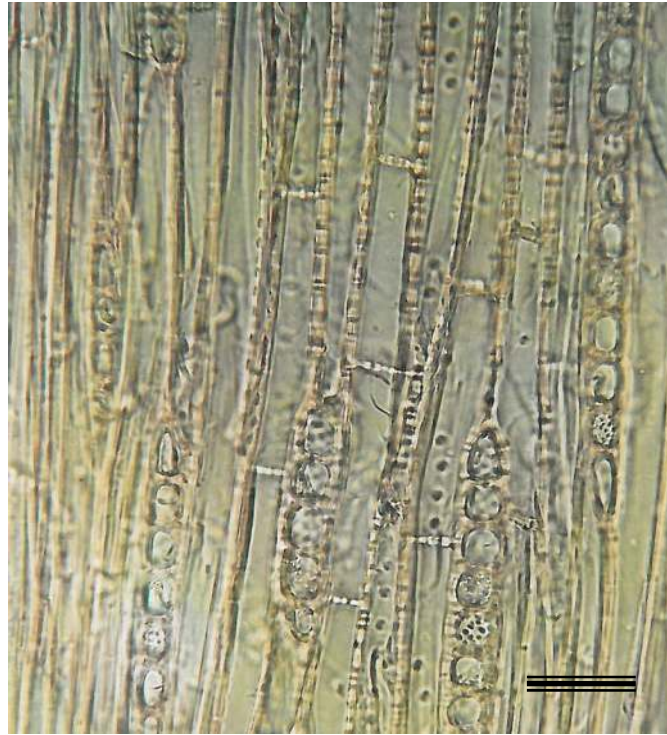
Özışını yükseklikleri ise; 80 ve 150 no'lu zımparalarda yaklaşık aynı değerlerle 282.88 μm ve 268.60 μm ile en büyük çıkmıştır. Bunları, bir miktar küçük değer 256.75 μm ile 180 no'lu zımpara ve en küçük değer 251.18 μm ile 100 no'lu zımpara izlemiştir.

Özışını yüksekliği (hücre sayısı) ise; 150 no'lu zımparada 14 adet ile en büyük, bir miktar küçük yaklaşık aynı değerlerle 13 adet ile 80, 100 ve 180 no'lu zımparalar izlemiştir.

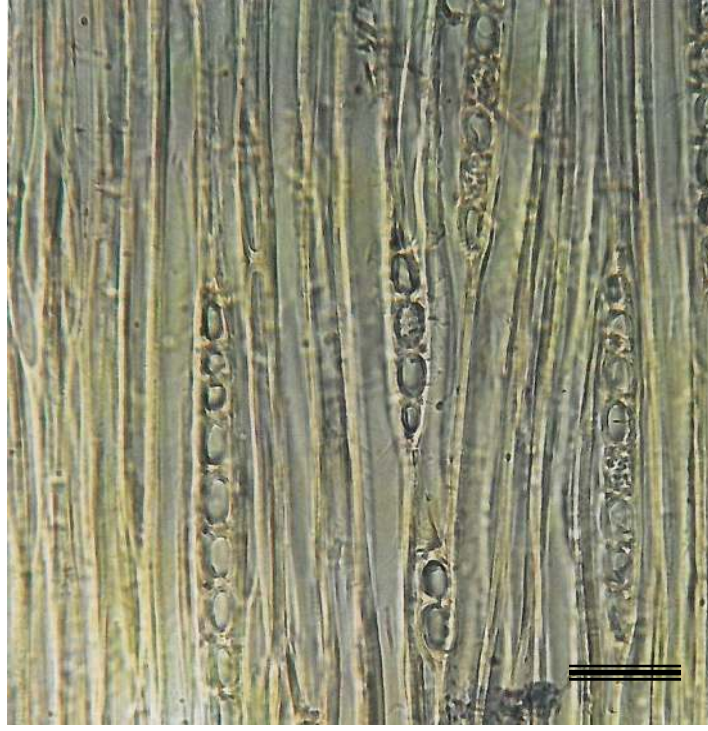
Anadolu Kestanesi odununun teğet kesitteki özışınları özelliklerine ait varyasyon grafiği Şekil 47'de gösterilmiştir.



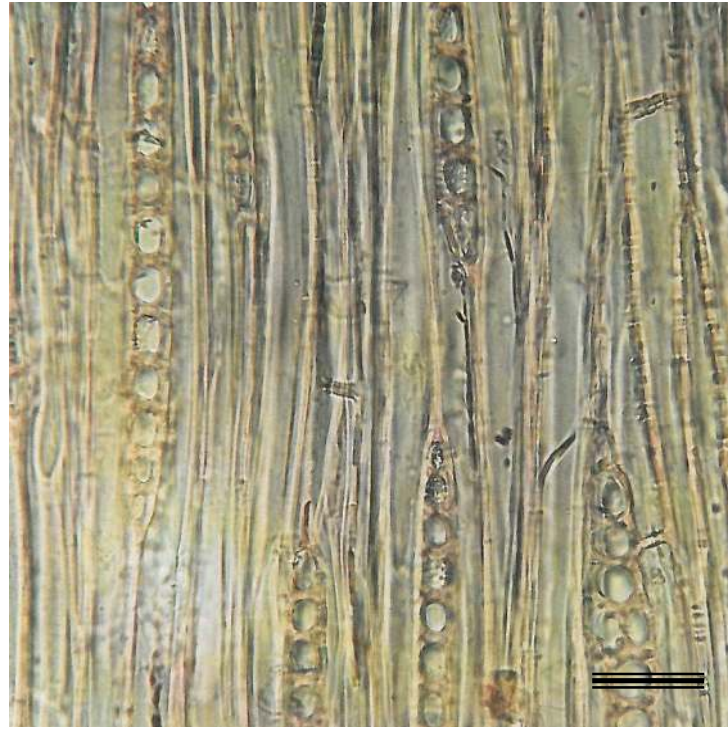
Şekil 47. Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununa ait değerler grafiği



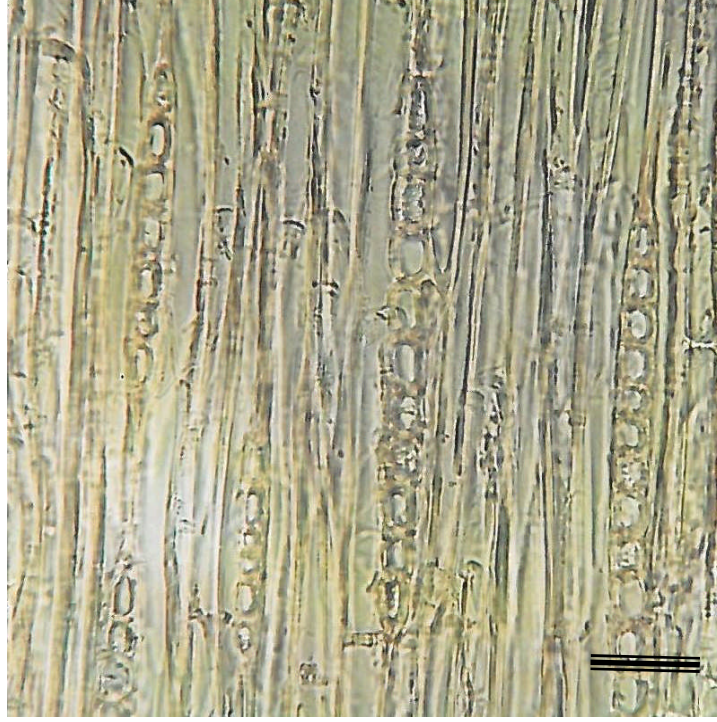
Şekil 48. 80 no'lu zımpara ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununda çok az deformasyonlu yüzeyin görünümü Skala 1=250 µm [Foto, Gerçek].



Şekil 49. 100 no'lu zımpara ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununda çok az deformasyonsuz yüzeyin görünümü Skala 1=250 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 50. 150 no'lu zımpara ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü Skala 1=250 μm [Foto, Gerçek].



Şekil 51. 180 no'lu zımpara ile işlenmiş Anadolu Kestanesi odununda deformasyonsuz yüzeyin görünümü Skala 1=250 μm [Foto, Gerçek].

3.2.2.4. Özışınları Özelliklerinin Yüzey Pürüzlülüğü ile İlişkisi

3.2.2.4.1. Doğu Ladini

Doğu Ladini odununun özışınları özellikleri ile işleme koşullarındaki yüzey pürüzlülükleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için pearson korelasyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 20'de verilmiştir.

Tabloya göre; özışını yüksekliği, özışını genişliği, özışını yüksekliği (hücre sayısı), zımpara no'ları, pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında $P < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Özışınlarında; yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) ile zımpara no'ları arasında pozitif, pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Elde edilen korelasyon katsayıları ile en yüksekten en düşüğe doğru sırası ile R_y ile R_z 0,960 ile çok yüksek ve pozitif; R_a ile R_y, R_z 0,955 ve 900 ile çok yüksek ve pozitif; özışını yüksekliği ile zımpara no'ları 0,906 çok yüksek ve pozitif; özışını yüksekliği (hücre sayısı) ile zımpara no'ları 0,607 ile orta ve pozitif; özışını yüksekliği ile özışını yüksekliği

(hücre sayısı) 0,368 zayıf ve pozitif; özışını genişliği ile yükseklik (hücre sayısı), zımpara no'ları 0,567 ve 0,340 ile orta ve zayıf pozitif ilişkiler bulunmuştur.

R_a pürüzlülük değişkeni ile özışını yüksekliği, zımpara no'ları arasında -0,644 ve -0,642 ile orta ve negatif; özışını yüksekliği ile R_z , R_y , -0,539 ve -0,470 ile orta ve negatif; özışını yüksekliği (hücre sayısı) ile R_y , R_z -0,415 ve -0,412 ile orta ve negatif; R_a ile özışını yükseklik (hücre sayısı) -0,364 ile orta ve negatif; özışını genişliği ile R_z -0,149 ile zayıf ve negatif; özışını genişliği ile R_a -0,077 ile çok zayıf ve negatif ilişki bulunmuştur.

Tablo 20. Doğu Ladini odununun özışını özellikleri ile yüzey pürüzlülük değerlerine ait pearson korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	R_a	Özışını Yük.	Özışını Gen.	Özışını Yük. (Hücre)	Zımpara No'su	R_y	R_z
R_a	1	-0,644**	-0,077	-0,364*	-0,642**	0,900**	0,955**
		0,000	0,637	0,021	0,000	0,000	0,000
Özışını Yük.		1	-0,088	0,368*	0,906**	-0,470**	-0,539**
			0,588	0,019	0,000	0,002	0,000
Özışını Gen.			1	0,567**	0,340*	-0,096	-0,149
				0,000	0,032	0,557	0,359
Özışını Yük. (Hücre)				1	0,607**	-0,415**	-0,412**
					0,000	0,008	0,008
Zımpara No'su					1	-0,490	-0,575**
						0,001	0,000
R_y						1	0,960**
							0,000
R_z							1

n=40, ** = 0,01 önem düzeyinde korelasyon vardır, ns.= $P > 0,05$ düzeyinde korelasyon yoktur.

3.2.2.4.2. Doğu Kayını

Doğu Kayını odununun özışınları özellikleri ile işleme koşullarındaki yüzey pürüzlülükleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için pearson korelasyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 21'de verilmiştir.

Tabloya göre; özışını yüksekliği, özışını genişliği, özışını yüksekliği (hücre sayısı), zımpara no'ları, pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında $P < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Özışınlarında; yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında pozitif, zımpara no'ları ile özışını yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı), özışını yükseklik (hücre sayısı) ile R_y arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Elde edilen korelasyon katsayıları ile en yüksekten en düşüğe doğru sırası R_y ile R_z pürüzlülük değişkeni arasında 0,934 ile çok yüksek ve pozitif, R_a ile R_y ve R_z 0,850 ile 0,796 yüksek ve pozitif; özışını yüksekliği ile özışını genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) 0,897 ve 0,721 ile yüksek ve pozitif, özışını genişliği ile yükseklik (hücre sayısı) 0,496 ile orta ve pozitif; R_a ile özışını yükseklik ve genişlik 0,179 ile 0,387 zayıf ve pozitif, özışını genişliği ile R_z ve R_y 0,166 ile 0,094 zayıf, çok zayıf ve pozitif; zımpara no'ları ile R_a 0,165 ile zayıf ve pozitif, özışını yüksekliği ile R_z 0,001 ile çok zayıf ve pozitif ilişki bulunmuştur.

Zımpara no'ları ile özışını yüksekliği (hücre sayısı), genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) arasında -0,370, -0,501 ve -0,648 ile orta ve negatif, R_a ile özışını yükseklik (hücre sayısı) -0,349 ile zayıf ve negatif, özışını yüksekliği (hücre sayısı) ile R_y -0,489 ile zayıf ve negatif, R_z -0,465 ile zayıf ve negatif, özışını yüksekliği ile R_y arasında -0,103 ile çok zayıf ve negatif ilişki bulunmuştur.

Tablo 21. Doğu Kayını odununun özışını özellikleri ile yüzey pürüzlülük değerlerine ait pearson korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	Zımpara No'su	R_a	Özışını Yük.	Özışını Gen.	Özışını Yük. (Hücre)	R_z	R_y
Zımpara No'su	1	0,165	-0,370*	-0,501**	-0,648**	0,330*	0,258
		0,309	0,019	0,001	0,000	0,038	0,109
R_a		1	0,179	0,387*	-0,349*	0,850**	0,796**
			0,268	0,014	0,027	0,000	0,000
Özışını Yük.			1	0,897**	0,721**	0,001	-0,103
				0,000	0,032	0,557	0,359
Özışını Gen.				1	0,496**	0,166	0,094
					0,0001	0,306	0,565
Özışını Yük. (Hücre)					1	-0,465**	-0,489**
						0,003	0,001
R_z						1	0,934**
							0,000
R_y							1

n=40, ** = 0,01 önem düzeyinde korelasyon vardır, ns.= $P>0,05$ düzeyinde korelasyon yoktur.

3.2.2.4.3. Anadolu Kestanesi

Anadolu Kestanesi odununun özışınları özellikleri ile işleme koşulları yüzey pürüzlülükleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için pearson korelasyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 22’de verilmiştir.

Tabloya göre; özışını yüksekliği, özışını genişliği, özışını yüksekliği (hücre sayısı), zımpara no’ları, pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında $P < 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Özışınlarında; yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) ile zımpara no’ları arasında pozitif, özışınları yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı), zımpara no’ları ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Elde edilen korelasyon katsayıları ile en yüksekten en düşüğe doğru sırası R_y ile R_z pürüzlülük değişkeni arasında 0,972 ile çok yüksek ve pozitif, R_a ile R_y, R_z 0,944 ve 0,952 ile çok yüksek ve pozitif; özışını genişliği ile yükseklik (hücre sayısı) 0,925 ile çok yüksek ve pozitif, özışını yüksekliği ile genişlik, yükseklik (hücre) 0,740 ve 0,640 ile yüksek ve pozitif, özışını genişliği ile yükseklik (hücre sayısı) 0,640 ile orta ve pozitif; zımpara no’ları ile özışını yükseklik (hücre sayısı), 0,277 zayıf ve pozitif, zımpara no’ları ile özışını genişliği 0,068 ile çok zayıf ve pozitif ilişki bulunmuştur. Zımpara no’ları ile özışını yüksekliği arasında -0,560 ile orta ve negatif; özışını yüksekliği ile R_y ve R_z -0,150, -0,153 ile çok zayıf ve negatif, özışını yüksekliği ile R_y ve R_z -0,086 ve -0,076 ile çok zayıf ve negatif, özışını genişliği ile R_y ve R_z -0,076 ve -0,079 ile çok zayıf ve negatif ilişki bulunmuştur.

Tablo 22. Anadolu Kestanesi odununun özışını özellikleri ile yüzey pürüzlülük değerlerine ait pearson korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	Zımpara No'su	R _a	Özışını Yük.	Özışını Gen.	Özışını Yük. (Hücre)	R _y	R _z
Zımpara No'su	1	-0,033	-0,560**	0,068	0,277	-0,056	-0,071
		0,840	0,000	0,678	0,083	0,732	0,662
R _a		1	-0,171	-0,149	-0,227	0,944**	0,952**
			0,290	0,359	0,158	0,000	0,000
Özışını Yük.			1	0,740**	0,640**	-0,086	-0,076
				0,000	0,000	0,597	0,639
Özışını Gen.				1	0,925**	-0,076	-0,079
					0,000	0,641	0,627
Özışını Yük. (Hücre)					1	-0,150	-0,153
						0,356	0,346
R _y						1	0,972**
							0,000
R _z							1

n=40, ** = 0,01 önem düzeyinde korelasyon vardır, ns.= P>0,05 düzeyinde korelasyon yoktur.

3.2.3. Zımparalamada Odun Yüzey Deformasyonları

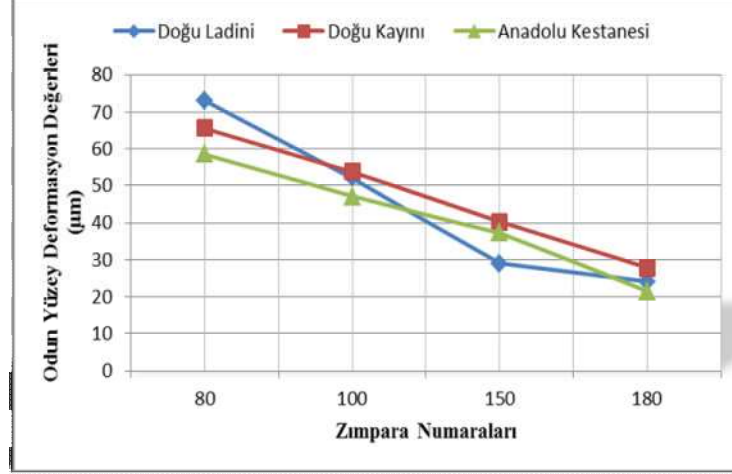
Ağaç türleri odunlarının radyal kesitteki yüzey deformasyonları pürüzlülük değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 23. Odun yüzey deformasyonlarına ait değerler (µm)

Ağaç Türü	80 Nolu Zımpara	100Nolu Zımpara	150 Nolu Zımpara	180 Nolu Zımpara
Doğu Ladini	73,16	51,99	28,92	24,14
Doğu Kayını	65,68	53,77	40,33	27,8
Anadolu Kestanesi	58,65	47,05	37,27	21,5

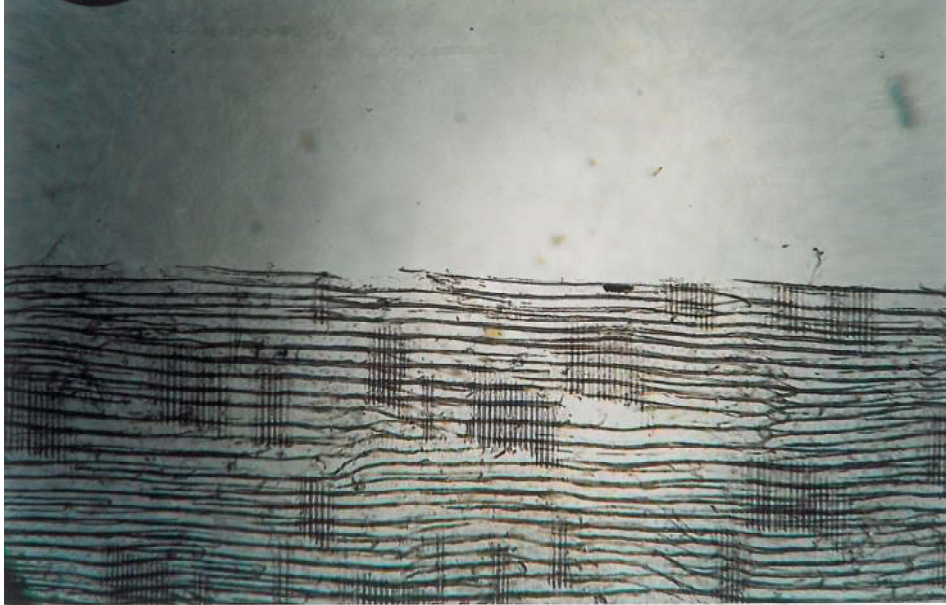
Buna göre; Doğu Ladini odununda yüzey deformasyonu 80 no'lu zımparada 73,16 µm ile büyük, 180 no'lu zımparada 24,14 µm ile küçük değerler göstermiştir. Doğu Kayını odununda yüzey deformasyonu 80 no'lu zımparada 65,68 µm ile büyük, 180 no'lu zımparada 27,8 µm ile küçük değerler göstermiştir. Anadolu Kestanesi odununda ise 80 no'lu zımparada 58,65 µm ile büyük, 180 no'lu zımparada 21,5 µm ile düşük değerler

göstermiştir. Ağaç türleri odunlarında zımpara no'su arttıkça odun yüzey deformasyonları azalmıştır. Ağaç türü odunlarına ait odun yüzey deformasyonlarına ait ortalama değerler grafiği Şekil 52'de gösterilmiştir.

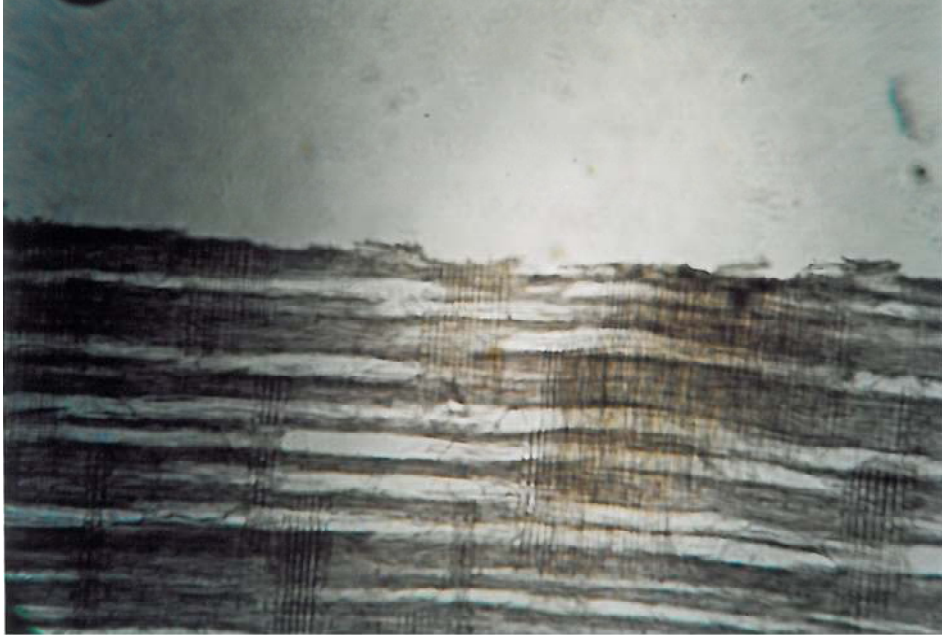


Şekil 52. Ağaç türü odunlarının zımparalamada odun yüzey deformasyon değerleri grafiği

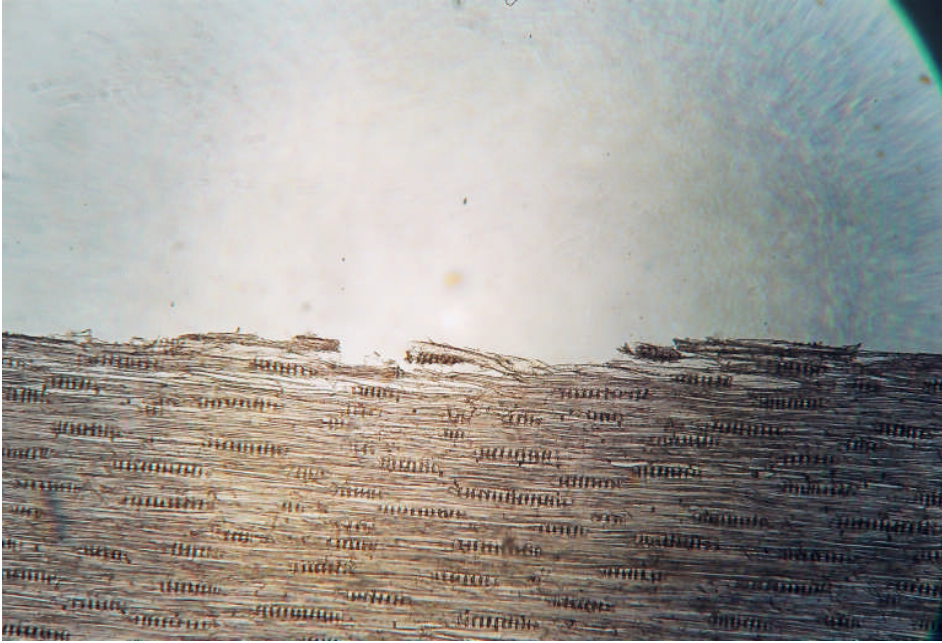
Doğu Ladini, Doğu Kayını ve Anadolu Kestanesi odunlarının radyal kesitteki odun yüzey deformasyonlarına ait resimler Şekil 53, 54 ve 55'te gösterilmiştir.



Şekil 53. Doğu Ladini odununda radyal kesitte işlem sonrası yüzeyde oluşan odun deformasyonlarının görünümü (x65) [Foto, Gerçek].



Şekil 54. Doğu Kayını odununda radyal kesitte işlem sonrası yüzeyde oluşan odun deformasyonlarının görünümü (x65) [Foto, Gerçek].



Şekil 55. Anadolu Kestanesi odununda radyal kesitte işlem sonrası yüzeyde oluşan odun deformasyonlarının görünümü (x65) [Foto, Gerçek].

3.2.3.1. Odun Yüzey Deformasyonları ile İşleme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü, odun yüzey deformasyonları ve zımpara no'larının yüzey pürüzlülüğüne etkilerini karşılaştırmak amacıyla çok yönlü varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarının pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Bağımlı Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
Ağaç Türü	Yüzey Deformasyonu	4520.118	2	2260.059	7.371	0.001
	İşleme Koşulları	4476.139	2	2238.070	3.093	0.046
Zımpara No	Yüzey Deformasyonu	3527.100	3	1175.700	3.834	0.010
	İşleme Koşulları	25587.806	3	8529.269	11.788	0.000***
Ağaç Türü*Zım No	Yüzey Deformasyonu	18185.570	6	3030.928	9.885	0.000***
	İşleme Koşulları	214417.220	6	35736.203	49.391	0.000***
Hata	Yüzey Deformasyonu	327474.733	1068	306.624		
	İşleme Koşulları	772731.980	1068	723.532		
Toplam	Yüzey Deformasyonu	352917.377	1079			
	İşleme Koşulları	1000867.070	1079			

Buna göre; ağaç türünün odun yüzey deformasyonları ile işleme koşulları üzerindeki bireysel etkisinde % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Zımpara no'larının odun yüzey deformasyonu üzerindeki bireysel etkisinde % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamakta, ancak işleme koşulları üzerindeki bireysel etkisinde ise % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Bunların karşılıklı etkileşimlerinde ise % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 25 ve 26'da belirtilmiştir.

Tablo 25. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarının ağaç türüne göre homojenlik dağılım tablosu

Yapılan İşleme	Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
Odun Yüzey Deformasyonları	Doğu Ladini	408	46.2013	A
	Doğu Kayını	336	48.0779	A
	Anadolu Kestanesi	336	42.1456	B
İşleme Koşulları Pürüzlülüğü	Doğu Ladini	408	34.1233	A
	Doğu Kayını	336	32.1336	A
	Anadolu Kestanesi	336	30.5085	A

Duncan testi sonuçları; ağaç türlerine göre; odun yüzey deformasyonları iki farklı homojen grupta, işleme koşulları yüzey pürüzlülüğüne göre ise aynı homojen grupta yer almıştır.

Tablo 26. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük değerlerinin zımpara no'larına göre homojenlik dağılım tablosu

Yapılan İşleme	Zımpara No	Örnek Sayısı (N)	Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
Odun Yüzey Deformasyonları	80	270	47.6379	A
	100	270	44.4413	A
	150	270	44.7241	A
	180	270	45.2903	A
İşleme Koşulları Pürüzlülüğü	80	270	34.4138	B
	100	270	34.6559	B
	150	270	26.7923	A
	180	270	33.6568	B

Zımpara no'larına göre; odun yüzey deformasyonları aynı grupta, işleme koşullarına ait pürüzlülük değerlerine göre iki farklı homojen grupta yer almıştır.

Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük ortalama değerleri arasında α : 0,05 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını araştırmak amacıyla bağımsız örneklerin t testi uygulanmıştır. Tablo 27'de ağaç türlerinin zımpara işleminden sonraki odun yüzeyindeki deformasyonlarına ait ortalamalar ile işleme koşulları pürüzlülük değerleri ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir.

Tablo 27. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri

Yapılan İşlem	Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (X)(μm)	Standart Sapma (S)	Std. Hata Ort.
Odun Yüzey Deformasyon Pürüzlülüğü	1080	45.52	18.085	0.550
İşleme Koşulları Pürüzlülüğü	1080	32.37	30.456	0.926

Tabloya göre; odun yüzey deformasyonları ortalaması 45,52 μm , işleme koşullarına ait pürüzlülüklerin ortalaması 32,37 μm olarak bulunmuştur. Örnek gruplarına ait korelasyon Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Örnek gruplarına ait korelasyonlar

Yapılan İşlem	Ölçüm Sayısı (N)	Korelasyon	Önem Düzeyi
Odun Yüzey Deformasyon - İşleme Koşulları Pürüzlülüğü	1080	-0.044	0.450

Buna göre; odun yüzey deformasyonları ve işleme koşulları pürüzlülükleri arasında -0,044 ile zayıf ve negatif korelasyon vardır.

Odun yüzey deformasyon pürüzlülüğü ile işleme koşulları pürüzlülük değerleri arasında gerçekleştirilen bağımsız örneklerin t testi analiz sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşulları pürüzlülük değerlerine ait t testi sonuçları

Pürüzlülük	t testi sonuçları							
	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	%95'lik güven aralıkları		t	df	Önem Düzeyi
				Alt Sınır Değer	Üst Sınır Değer			
Odun Yüzey Deformasyonları- İşleme Koşulları Pürüzlülüğü	13.143	36.105	1.0986	10.986	15.299	11.963	1079	0.000

Tabloya göre; odun yüzey deformasyonları ve işleme koşulları pürüzlülük ortalamaları $\alpha:0.005$ ’ten küçük olduğu için aralarında anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

3.3. İşleme Koşullarına ait Yüzey Pürüzlülükleri

3.3.1. Besleme Hızlarındaki Planyalamalarda İlkbahar ve Yaz Odunları Yüzey Pürüzlülükleri

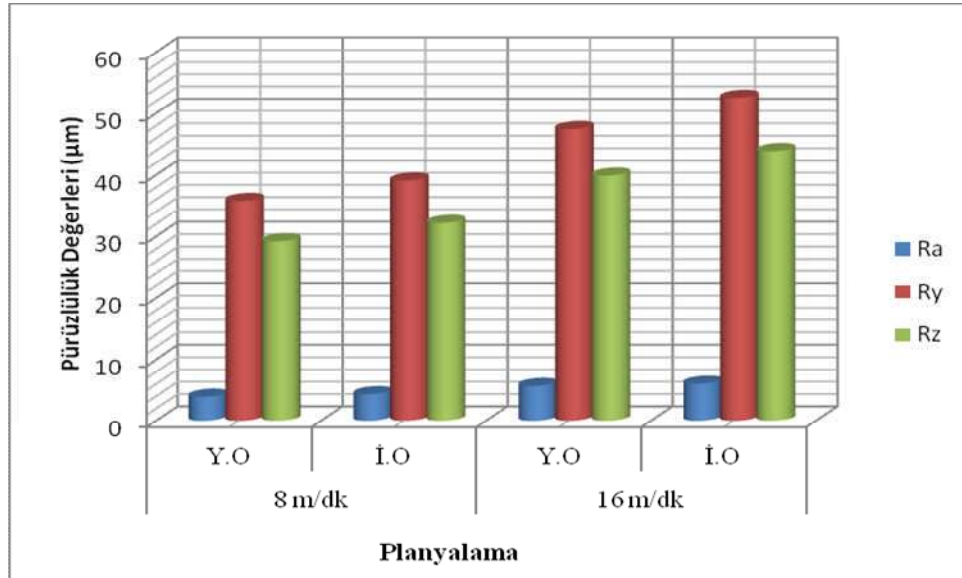
3.3.1.1. Doğu Ladini

Farklı besleme hızlarında planyalanmış Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunlarından elde edilen değerlerin istatistik değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar Tablo 30 ve grafik Şekil 56'da gösterilmiştir.

Tablo 30. Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunu planyalamadaki pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü		Planyalama	Pürüzlülük Değişkenleri	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma(S)	Min. Değer	Max. Değer
Doğu Ladini	Y.O	8 m/dk	R _a	120	3.92	0.934	2.09	10.00
			R _y	120	35.75	10.087	17.50	74.38
			R _z	120	29.21	7.494	16.17	59.75
	İ.O		R _a	120	4.34	1.219	2.87	8.37
			R _y	120	39.09	11.512	27.76	66.71
			R _z	120	32.16	8.910	23.16	56.11
	Y.O	16 m/dk	R _a	120	5.69	4.000	3.00	7.23
			R _y	120	47.44	11.617	24.43	83.66
			R _z	120	39.90	8.493	21.05	57.25
	İ.O		R _a	120	6.05	1.496	3.64	47.35
			R _y	120	52.52	17.021	34.90	72.74
			R _z	120	43.90	9.804	33.03	58.43

Tabloya göre; Doğu Ladini odununun farklı besleme hızlarındaki planyalama pürüzlülük değerleri ilkbahar odununda yaz odunundan yüksek çıkmıştır. Aynı şekilde planyalamada düşük besleme hızında (8 m/dk), yüksek besleme hızına (16 m/dk) göre bir miktar düşük değerler elde edilmiştir. Pürüzlülük değerleri planyalama koşulları ve bunlara bağlı ilkbahar ve yaz odunlarında paralellik göstermiştir.



Şekil 56. Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait grafik

Doğu Ladini farklı besleme hızlarındaki planyalamadaki ilkbahar ve yaz odunları pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	148415.1	2	74207.533	674.646	0.000***
Gruplar Arası	78866.288	717	109.995		
Toplam	227281.4	719			

Buna göre; Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odununun farklı besleme hızlarındaki pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Doğu Ladini ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait homojenlik grupları

Pürüzlülük Değişkenleri	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
R_a	240	4.5307	A
R_y	240	30.5938	B
R_z	240	38.0105	C

Duncan testi sonuçlarına göre; pürüzlülük değerlerinin 3 homojen grupta toplandığı görülmüştür.

3.3.1.2. Doğu Kayını

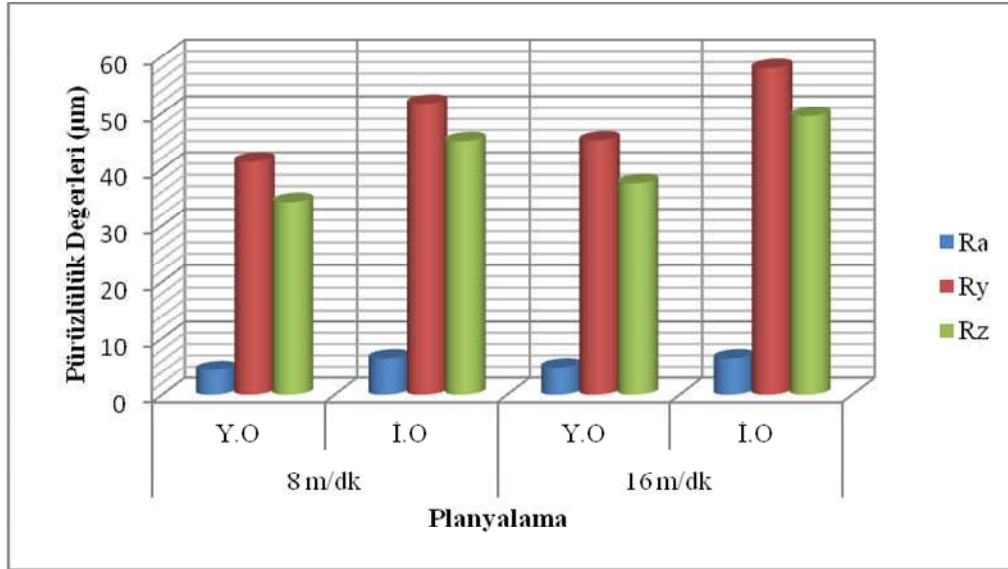
Planyalanmış Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunlarından elde edilen değerlerin istatistik değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar Tablo 33 ve grafik Şekil 57’de gösterilmiştir.

Tablo 33. Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Planyalama	Pürüzlülük Değişkenleri	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Doğu Kayını	Y.O	R_a	120	3.84	1.699	2.41	8.95
		R_y	120	32.74	20.513	20.17	63.45
		R_z	120	26.54	9.675	15.47	49.84
		R_a	120	5.12	1.501	2.76	9.97
		R_y	120	48.82	13.714	20.64	98.18
		R_z	120	39.49	9.550	19.38	66.76
	İ.O	R_a	120	5.62	1.212	3.42	14.39
		R_y	120	46.87	9.675	28.91	175.30
		R_z	120	38.05	6.640	25.20	85.55
		R_a	120	6.27	1.561	4.07	10.55
		R_y	120	55.02	9.245	29.32	86.30
		R_z	120	47.92	6.538	26.42	64.59

Tabloya göre; Doğu Kayını odununun düşük besleme hızındaki planyalamada ilkbahar odununda, yaz odunundan yüksek, yüksek besleme hızındaki planyalamada ise ilkbahar odununda, yaz odunundan daha yüksek pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

Düşük besleme hızında (8 m/dk) planyalamada, yüksek besleme hızına (16 m/dk) göre bir miktar düşük değerler elde edilmiştir. Pürüzlülük değerleri farklı besleme hızlarındaki planyalamalarda ve bunlara bağlı ilkbahar ve yaz odunlarında paralellik göstermiştir.



Şekil 57. Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait grafik

Doğu Kayını planyalamalardaki ilkbahar ve yaz odunu pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 34’de verilmiştir.

Tablo 34. Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi
Gruplar İçi	281768.0	2	140884.013	1999.024	0.000***
Gruplar Arası	50531.567	717	70.476		
Toplam	332299.6	719			

Buna göre; Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odununun farklı besleme hızlarındaki pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Doğu Kayını ilkbahar ve yaz odunu planyalamalardaki pürüzlülük değerlerine ait homojenlik grupları

Pürüzlülük Değişkenleri	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
R_a	240	5.5790	A
R_y	240	43.0116	B
R_z	240	50.9440	C

Duncan testi sonuçlarına göre; pürüzlülük değerlerinin 3 homojen grupta toplandığı görülmüştür.

3.3.2. Besleme Hızlarındaki Planyalamada Yüzey Pürüzlülükleri

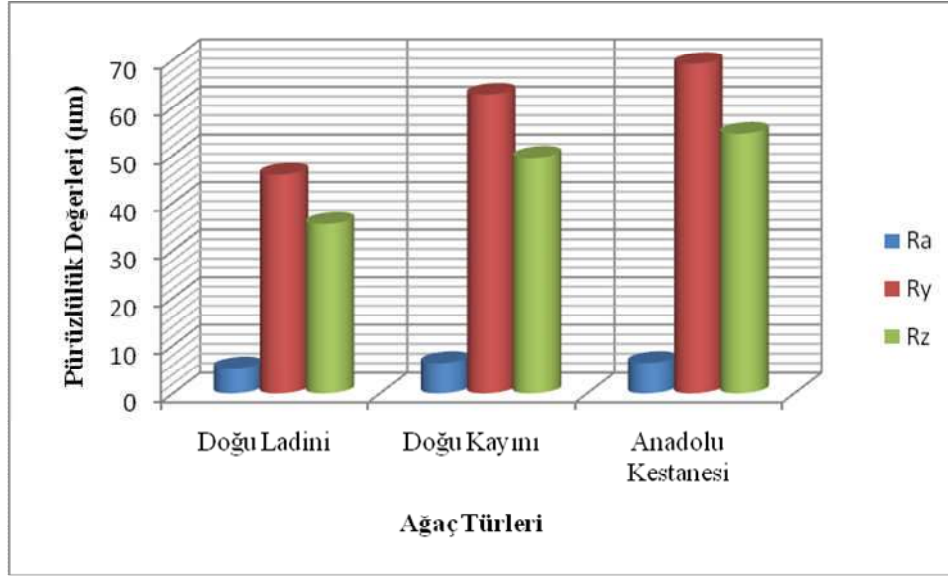
3.3.2.1. Düşük Besleme Hızındaki Planyalamada Yüzey Pürüzlülükleri

8 m/dk besleme hızında yapılan planyalamada pürüzlülük değerlerinin istatistiksel değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 36. Düşük besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Pürüzlülük Değişkenleri	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Doğu Ladini	R_a	60	5.18	1.398	3.29	9.34
	R_y	60	42.05	12.067	25.25	93.89
	R_z	60	35.14	7.849	22.51	62.73
Doğu Kayını	R_a	60	5.83	1.017	3.62	10.00
	R_y	60	53.97	11.466	32.59	99.84
	R_z	60	46.03	7.716	31.26	69.99
Anadolu Kestanesi	R_a	60	7.76	5.927	2.98	40.10
	R_y	60	78.16	40.994	32.67	162.60
	R_z	60	60.88	30.738	28.81	134.90

Buna göre pürüzlülük değerleri; Doğu Ladini odununda en düşük, Doğu Kayını odununda biraz yüksek, Anadolu Kestanesi odununda ise en yüksek değerler göstermiştir. Türlerin ortalama pürüzlülük değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 58’de gösterilmiştir.



Şekil 58. Düşük besleme hızındaki planyalama pürüzlülük değerlerine ait grafik

Düşük besleme hızındaki planyalamada ağaç türleri pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Düşük besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi
Gruplar İçi (Ra)	215.965	2	107.983	8.497	0.000***
Gruplar Arası	2249.447	177	12.709		
Toplam	2465.412	179			
Gruplar İçi (Ry)	40643.438	2	20321.719	31.142	0.000***
Gruplar Arası	115501.9	177	652.553		
Toplam	156145.3	179			
Gruplar İçi (Rz)	20036.637	2	10018.318	28.194	0.000***
Gruplar Arası	62894.766	177	355,338		
Toplam	82931.402	179			

Buna göre ağaç türlerinin düşük besleme hızındaki planyalama pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 38’de belirtilmiştir.

Tablo 38. Düşük besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerlerine göre homojenlik grupları

Pürüzlülük Değişkenleri	Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
R_a	Doğu Ladini	60	5.1807	A
	Doğu Kayını	60	5.8328	A
	Anadolu Kestanesi	60	7.7607	B
R_y	Doğu Ladini	60	42.047	A
	Doğu Kayını	60	53.966	B
	Anadolu Kestanesi	60	78.165	C
R_z	Doğu Ladini	60	35.138	A
	Doğu Kayını	60	46.031	B
	Anadolu Kestanesi	60	60.880	C

Duncan testi sonuçlarına göre; R_a pürüzlülük değerleri 2, R_y ile R_z pürüzlülük değerleri ise 3 homojen grupta toplandığı görülmüştür.

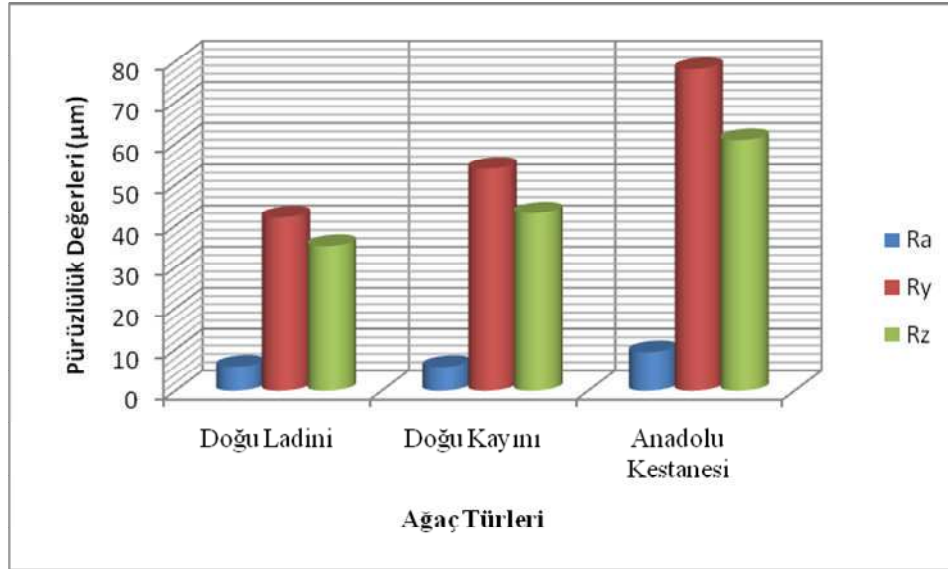
3.3.2.2. Yüksek Besleme Hızındaki Planyalamada Yüzey Pürüzlülükleri

16 m/dk besleme hızında yapılan planyalamadaki pürüzlülük değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Yüksek besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Pürüzlülük Değişkenleri	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Doğu Ladini	R_a	60	5.29	1.252	3.00	8.22
	R_y	60	45.95	12.346	21.55	72.90
	R_z	60	35.52	7.553	18.67	48.44
Doğu Kayını	R_a	60	6.41	1.373	4.10	10.30
	R_y	60	62.72	16.124	40.08	103.70
	R_z	60	49.52	8.360	36.31	70.78
Anadolu Kestanesi	R_a	60	6.43	3.961	2.47	23.74
	R_y	60	69.24	36.960	28.49	157.20
	R_z	60	54.52	27.864	26.39	139.00

Buna göre pürüzlülük değerleri; Doğu Ladini odununda en düşük, Doğu Kayını odununda biraz yüksek, Anadolu Kestanesi odununda ise en yüksek değerler göstermiştir. Türlerin ortalama pürüzlülük değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 59’da gösterilmiştir.



Şekil 59. Yüksek besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerlerine ait grafik

Yüksek besleme hızındaki planyalamada ağaç türleri pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Yüksek besleme hızındaki planyalamada yüzey pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{Hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar Arası (Ra)	50.804	2	25.402	3.980	0.020
Gruplar İçi	1129.770	177	6.383		
Toplam	1180.574	179			
Gruplar Arası (Ry)	17307.141	2	8653.571	14.597	0.000***
Gruplar İçi	104930.2	177	592.826		
Toplam	122237.4	179			
Gruplar Arası (Rz)	11640.280	2	5820.140	19.328	0.000***
Gruplar İçi	53298.637	177	301.122		
Toplam	64938.917	179			

Buna göre; ağaç türlerinin yüksek besleme hızındaki planyalama pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 41'de belirtilmiştir.

Tablo 41. Yüksek besleme hızındaki planyalamada pürüzlülük değerlerine göre homojenlik grupları

Pürüzlülük Değişkenleri	Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
R_a	Doğu Ladini	60	5.2920	A
	Doğu Kayını	60	6.4117	B
	Anadolu Kestanesi	60	6.4262	B
R_y	Doğu Ladini	60	45.9557	A
	Doğu Kayını	60	62.7268	B
	Anadolu Kestanesi	60	69.2317	B
R_z	Doğu Ladini	60	35.5220	A
	Doğu Kayını	60	49.5197	B
	Anadolu Kestanesi	60	54.5232	B

Duncan testi sonuçlarına göre; R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerinin Doğu Ladini’nde farklı, Doğu Kayını ile Anadolu Kestanesi’nde ise aynı homojen gruplarda toplandığı görülmüştür.

3.3.2.3. Farklı Besleme Hızlarındaki Planyalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Farklı besleme hızlarında planyalanmış ağaç türü odunlarının pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması ve karşılıklı etkileşimleri arasında farklılık olup olmadığını araştırmak amacıyla çok yönlü varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. Ağaç türleri odunlarının planyalamada pürüzlülük etkileşiminin çoklu varyans analizi

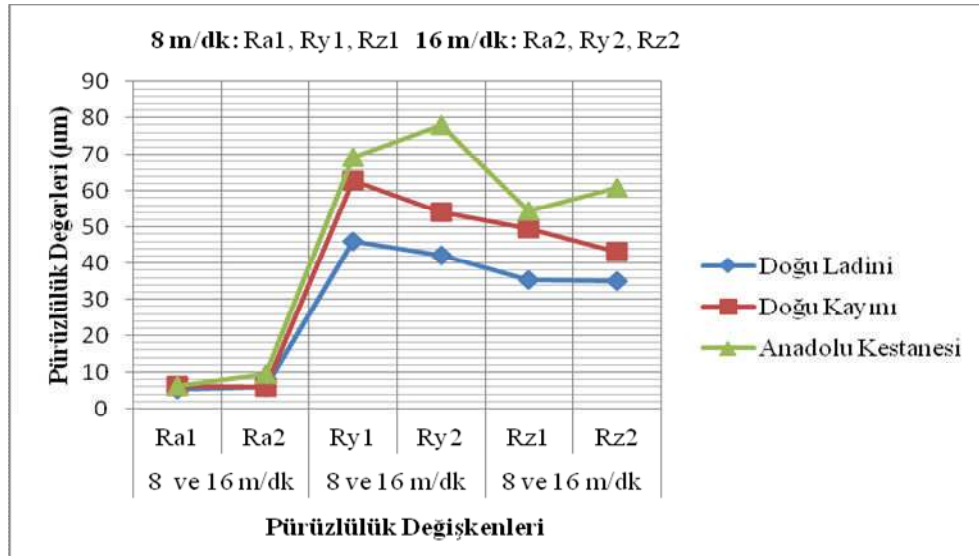
Kaynak	Bağımlı Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F_{Hesap}	Önem Düzeyi
Ağaç Türü	8 m/dk	20106.268	2	10053.134	12.079	0.000***
	16 m/dk	41649.940	2	20824.970	23.794	0.000***
Hata	8 m/dk	446942.517	537	832.295		
	16 m/dk	469995.441	537	875.224		
Toplam	8 m/dk	467048.785	539			
	16 m/dk	511645.381	539			

Buna göre; ağaç türlerinin planyalamalardaki pürüzlülük değerlerinin karşılıklı etkileşimleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 43’de belirtilmiştir.

Tablo 43. Ağaç türü odunlarının farklı besleme hızlarındaki planyalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları

Planyalama	Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
8 m/dk	Doğu Ladini	180	28.9232	A
	Doğu Kayını	180	39.5527	B
	Anadolu Kestanesi	180	43.3381	B
16 m/dk	Doğu Ladini	180	27.4722	A
	Doğu Kayını	180	35.2769	B
	Anadolu Kestanesi	180	48.7353	C

Duncan testi sonuçlarına göre; düşük besleme hızında planyalamada 2 homojen grupta, yüksek besleme hızında planyalamada ise pürüzlülük değerleri 3 homojen grupta yer almıştır. Ağaç türleri odunlarının farklı besleme hızlarında yapılan planyalamaların pürüzlülük değerleri üzerindeki etkisine ait grafik Şekil 60’da gösterilmiştir.



Şekil 60. Farklı besleme hızlarında yapılan planyalamaların yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

3.3.3. Besleme Hızlarındaki Planyalama ve Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri

3.3.3.1. Düşük Besleme Hızındaki Planyalama ve Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri

3.3.3.1.1. Doğu Ladini

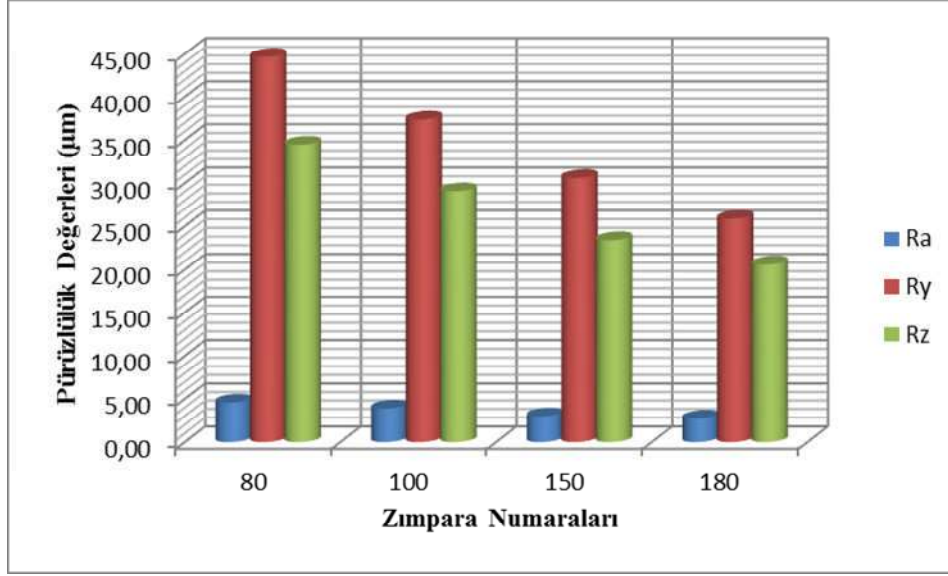
Doğu Ladini odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalamadaki pürüzlülük değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 44’de verilmiştir.

Tablo 44. Doğu Ladini odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamanın pürüzlülük değerleri

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
R_a	80	4.57	1.457	2.32	8.41
	100	3.86	1.392	1.95	7.31
	150	2.95	0.810	1.74	4.57
	180	2.68	1.112	1.69	7.56
R_y	80	44.64	17.957	19.63	97.95
	100	37.35	15.602	15.22	84.44
	150	30.60	1.420	14.50	50.94
	180	32.68	1.112	13.24	88.90
R_z	80	34.46	9.036	17.59	67.36
	100	29.39	10.417	13.81	53.02
	150	23.39	5.423	12.17	38.50
	180	20.60	5.130	12.28	53.60

Buna göre; R_a ve R_z pürüzlülük değerleri 180 no’lu zımparada en düşük, bunu R_y pürüzlülük değeri 150 no’lu zımpara izlemiştir. Pürüzlülük değerleri (R_a, R_y, R_z) 80 no’lu zımparada en yüksek değerleri göstermiştir.

Doğu Ladini odununun ortalama pürüzlülük değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 61’de gösterilmiştir.



Şekil 61. Doğu Ladini odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik

Doğu Ladini odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 45'te verilmiştir.

Tablo 45. Doğu Ladini odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{Hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi (Ra)	67.00	3	22.480	15.094	0.000***
Gruplar Arası	172.760	116	1.489		
Toplam	240.199	119			
Gruplar İçi (Ry)	6036.525	3	2012.175	9.495	0.000***
Gruplar Arası	24582.313	116	211.916		
Toplam	30618.837	119			
Gruplar İçi (Rz)	3417.072	3	1139.024	13.128	0.000***
Gruplar Arası	10064.350	116	86.762		
Toplam	13481.422	119			

Buna göre; Doğu Ladini odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 46’da belirtilmiştir.

Tablo 46. Doğu Ladini odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamada pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı

Pürüzlülük Değişkeni	Zımpara Numarası	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük(μm)	Homojenlik Grupları
R_a	80	30	4.5760	C
	100	30	3.8673	B
	150	30	2.9533	A
	180	30	2.6887	A
R_y	80	30	44.6477	C
	100	30	37.3457	B,C
	150	30	30.6083	A,B
	180	30	25.8370	A
R_z	80	30	34.4693	C
	100	30	29.0547	B
	150	30	23.3950	A
	180	30	20.6007	A

Duncan testi sonuçlarına göre; R_a pürüzlülük değeri, 150 ve 180 no’lu zımparalarda aynı homojen grupta, 80 ve 100 no’lu zımparalarda ise farklı homojen gruplarda yer almıştır. R_y pürüzlülük değeri; 80 ve 100 no’lu zımparalar, 100 ve 150 no’lu zımparalar, 150 ve 180 no’lu zımparalar ile aynı homojen gruplarda yer almıştır. R_z pürüzlülük değeri; 150 ve 180 no’lu zımparalar aynı, 80 ve 100 no’lu zımparalar ise farklı gruplarda yer almıştır.

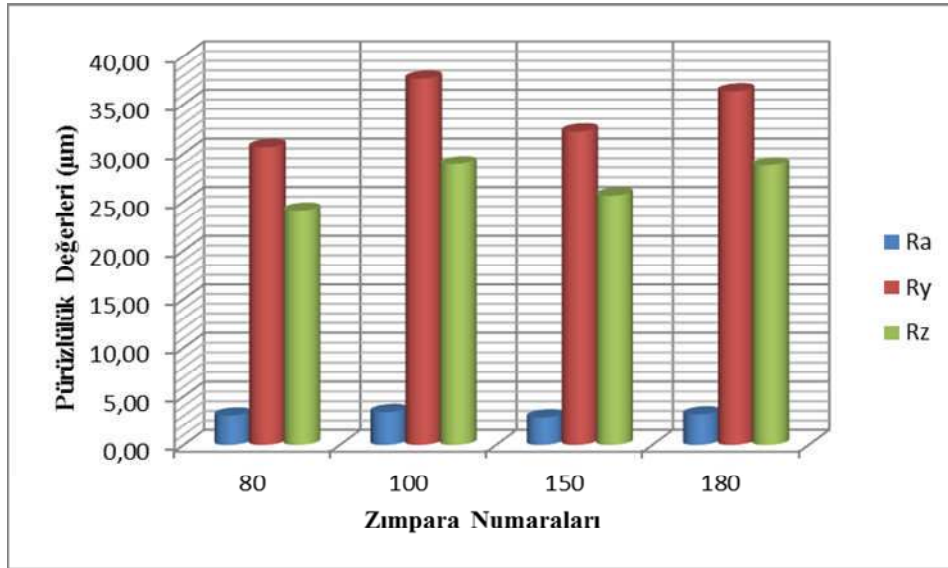
3.3.3.1.2. Doğu Kayını

Doğu Kayını odununda düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalamada elde edilen pürüzlülük değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47. Doğu Kayını odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
R_a	80	3.04	0.759	1.40	4.87
	100	3.39	1.189	1.80	7.89
	150	2.85	1.465	1.25	6.46
	180	3.15	1.012	1.70	5.36
R_y	80	30.64	10.038	12.85	55.87
	100	37.66	23.259	17.32	128.90
	150	32.22	13.990	16.47	84.47
	180	36.36	12.629	19.65	74.49
R_z	80	24.08	6.414	10.61	39.78
	100	28.89	11.068	16.62	69.27
	150	25.63	9.989	12.48	50.58
	180	28.77	8.099	14.41	48.86

Buna göre; R_a pürüzlülük değeri 150 no'lu zımparada en düşük, bunu R_y ve R_z pürüzlülük değerleri ile 80 no'lu zımparalar izlemiştir. Pürüzlülük değerleri (R_a, R_y, R_z) 100 no'lu zımparada en yüksek değerleri göstermiştir. Doğu Kayını odununun ortalama pürüzlülük değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 62'de gösterilmiştir.



Şekil 62. Doğu Kayını odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik

Doğu Kayını odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 48’de verilmiştir.

Tablo 48. Doğu Kayını odununda düşük besleme hızında planyalama ve zımparalama yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{Hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi (Ra)	4.560	3	1.520	1.177	0.322
Gruplar Arası	149.758	116	1.291		
Toplam	154.317	119			
Gruplar İçi (Ry)	995.659	3	331.886	1.332	0.268
Gruplar Arası	28913.178	116	249.252		
Toplam	29908.837	119			
Gruplar İçi (Rz)	509.882	3	169.941	2.066	0.109
Gruplar Arası	954.597	116	82.264		
Toplam	10052.419	119			

Buna göre; Doğu Kayını odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 49’da belirtilmiştir.

Tablo 49. Doğu Kayını odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Örnek Sayısı(N)	Ortalama Pürüzlülük (µm)	Homojenlik Grupları
R _a	80	30	2.8540	A
	100	30	3.0433	A
	150	30	3.1517	A
	180	30	3.1517	A
R _y	80	30	30.6490	A
	100	30	32.2200	A
	150	30	36.3633	A
	180	30	37.6613	A
R _z	80	30	24.0870	A
	100	30	25.6380	A
	150	30	28.7727	A
	180	30	28.8980	A

Duncan testi sonuçlarına göre; Doğu Kayını odununda farklı zımparalardaki pürüzlülük değerleri aynı homojen gruplarda yer almıştır.

3.3.3.1.3. Anadolu Kestanesi

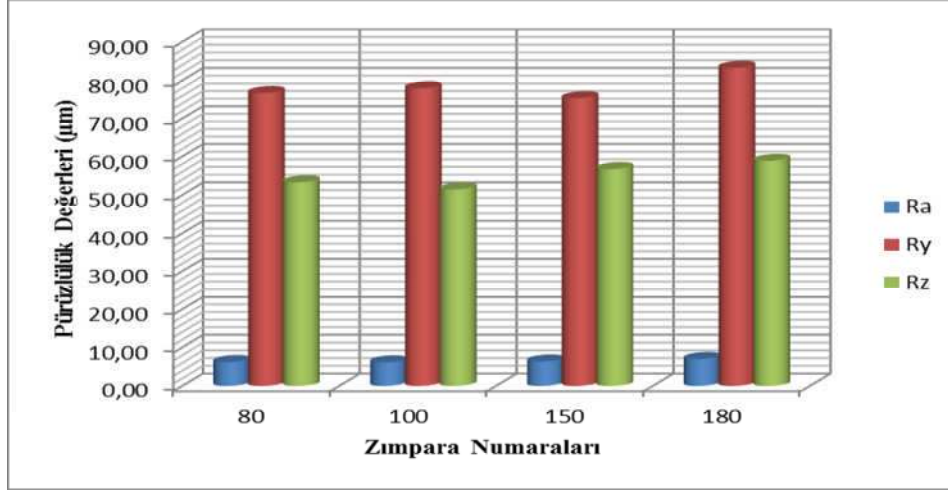
Anadolu Kestanesi odununda düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalamada elde edilen pürüzlülük değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 50. Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
R_a	80	6.24	0.412	2.28	10.13
	100	6.16	0.487	2.14	12.77
	150	6.38	0.603	1.69	14.19
	180	7.01	0.775	1.99	21.20
R_y	80	76.77	6.339	16.50	139.40
	100	77.99	6.608	22.96	135.10
	150	75.37	6.485	16.36	130.90
	180	83.28	5.984	25.22	144.80
R_z	80	53.29	4.092	15.38	97.68
	100	51.46	4.037	18.62	107.20
	150	56.72	5.091	13.92	98.78
	180	58.87	4.373	16.88	124.80

Buna göre; R_a pürüzlülük değeri 80 no’lu zımparada en düşük, bunu R_y pürüzlülük değeri 150 no’lu zımparada ve R_z pürüzlülük değeri 100 no’lu zımpara izlemiştir. Pürüzlülük değerleri (R_a, R_y, R_z) 180 no’lu zımparada en yüksek değerleri göstermiştir.

Anadolu Kestanesi odununun ortalama pürüzlülük değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 63’te gösterilmiştir.



Şekil 63. Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik

Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Anadolu Kestanesi odununda düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{Hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi (Ra)	13.507	3	4.502	0.437	0.727
Gruplar Arası	1195.078	116	10.302		
Toplam	1208.585	119			
Gruplar İçi (Ry)	1074.077	3	358.026	0.295	0.829
Gruplar Arası	140711.2	116	1213.028		
Toplam	141785.3	119			
Gruplar İçi (Rz)	1000.002	3	333.334	0.569	0.636
Gruplar Arası	67945.003	116	585.733		
Toplam	68945.006	119			

Buna göre; Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

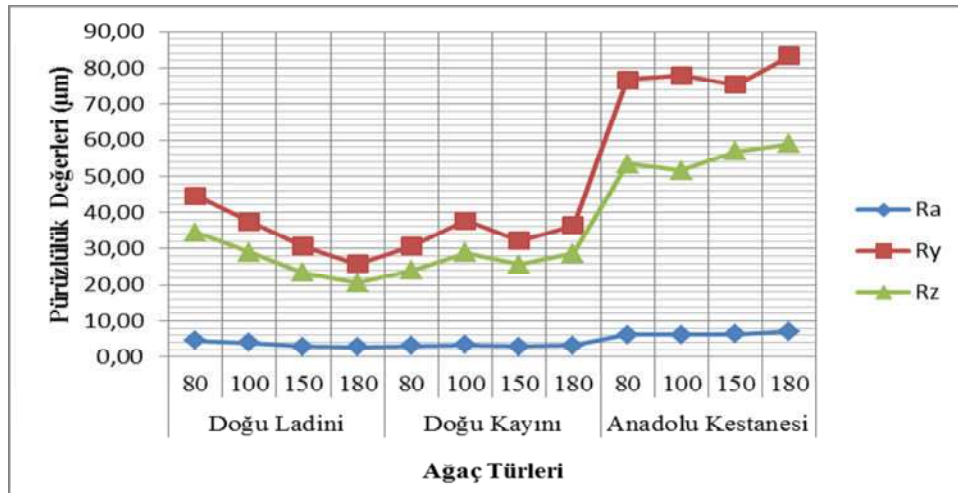
Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 52’de belirtilmiştir.

Tablo 52. Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
R_a	80	30	6.1630	A
	100	30	6.2380	A
	150	30	6.3833	A
	180	30	7.0143	A
R_y	80	30	75.3723	A
	100	30	76.7767	A
	150	30	77.9900	A
	180	30	83.2827	A
R_z	80	30	51.4677	A
	100	30	53.2937	A
	150	30	56.7207	A
	180	30	58.8750	A

Duncan testi sonuçlarına göre; Anadolu Kestanesi odununda farklı zımpara no’larındaki pürüzlülük değerleri aynı homojen gruplarda yer almıştır.

Ağaç türlerinin düşük besleme hızında planyalamadaki zımparalamanın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini gösterir grafik aşağıda Şekil 64’te verilmiştir.



Şekil 64. Düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisi

3.3.3.2. Yüksek Besleme Hızındaki Planyalama ve Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri

3.3.3.2.1. Doğu Ladini

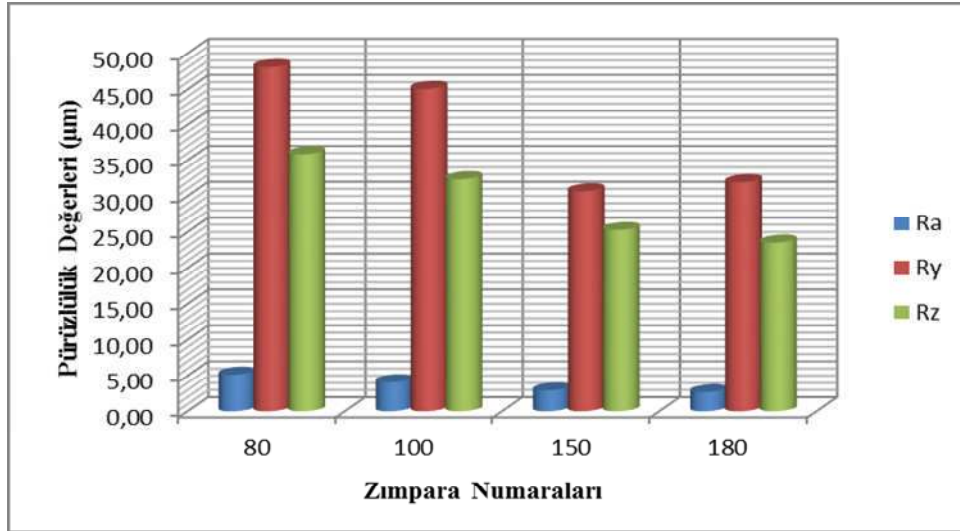
Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 53'te verilmiştir.

Tablo 53. Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
R_a	80	5.16	1.810	2.52	10.25
	100	4.11	1.331	2.31	8.61
	150	3.17	0.880	1.87	5.41
	180	2.92	0.873	1.47	5.09
R_y	80	48.11	23.496	22.81	126.30
	100	45.09	22.571	20.44	129.60
	150	30.68	11.220	16.47	61.82
	180	31.93	10.508	11.72	57.48
R_z	80	35.87	12.294	18.46	65.60
	100	32.35	10.791	18.32	66.93
	150	25.28	7.494	14.76	45.89
	180	23.52	5.631	11.37	35.26

Buna göre; R_a ve R_z pürüzlülük değerleri 180 no'lu zımparada en düşük, bunu R_y pürüzlülük değeri 150 no'lu zımpara izlemiştir. Pürüzlülük değerleri (R_a, R_y, R_z) 80 no'lu zımpara'da en yüksek değerleri göstermiştir.

Doğu Ladini odununun ortalama pürüzlülük değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 65'te gösterilmiştir.



Şekil 65. Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik

Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 54’de verilmiştir.

Tablo 54. Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{Hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi (Ra)	93.494	3	31.165	18.918	0.000***
Gruplar Arası	191.090	116	1.647		
Toplam	284.584	119			
Gruplar İçi (Ry)	7173.762	3	2391.254	7.370	0.000***
Gruplar Arası	37637.730	116	324.463		
Toplam	44811.493	119			
Gruplar İçi (Rz)	3062.868	3	1020.956	11.488	0.000***
Gruplar Arası	10309.240	116	88.873		
Toplam	13372.108	119			

Buna göre; Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 55'te belirtilmiştir.

Tablo 55. Doğu Ladini odununun planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
R_a	80	30	5.1650	A
	100	30	4.1087	B
	150	30	3.1727	C
	180	30	2.9217	C
R_y	80	30	48.1047	A
	100	30	45.0903	A
	150	30	30.6813	B
	180	30	31.9327	B
R_z	80	30	35.8770	A
	100	30	32.3593	A
	150	30	25.2803	B
	180	30	23.5270	B

Duncan testi sonuçlarına göre; R_a pürüzlülük değeri, 150 ve 180 no'lu zımparalarda aynı homojen grupta, 80 ve 100 no'lu zımparalarda ise farklı homojen gruplarda yer almıştır. R_y pürüzlülük değeri; 80 ve 100 no'lu zımparalar, 150 ve 180 no'lu zımparalar ile aynı homojen gruplarda yer almıştır. R_z pürüzlülük değeri; 80 ve 100 no'lu zımparalar ile 150 ve 180 no'lu zımparalar aynı gruplarda yer almıştır.

3.3.3.2.2. Doğu Kayını

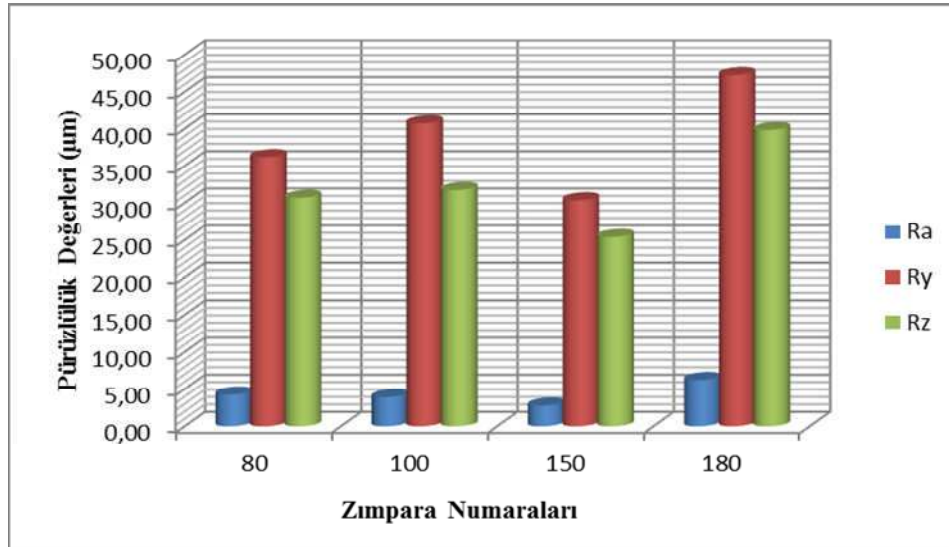
Doğu Kayını odununda yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalamada elde edilen pürüzlülük değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 56'da verilmiştir.

Tablo 56. Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
R_a	80	4.26	1.464	2.19	9.70
	100	3.91	1.523	2.07	9.81
	150	2.76	0.945	1.24	4.73
	180	6.22	4.446	2.90	7.14
R_y	80	36.17	10.474	20.27	120.80
	100	40.72	17.909	17.57	49.06
	150	30.36	9.053	14.51	90.66
	180	47.22	13.488	24.82	45.21
R_z	80	30.60	7.552	17.52	45.21
	100	31.73	10.573	15.11	70.68
	150	25.40	8.480	10.52	42.86
	180	39.82	9.429	22.87	73.28

Buna göre; pürüzlülük değerleri (R_a, R_y, R_z) 150 no'lu zımparada en düşük, R_a pürüzlülük değeri 80 no'lu zımparada en yüksek, bunu R_y ve R_z pürüzlülük değerleri ile 180 no'lu zımpara izlemiştir.

Doğu Kayını odununun ortalama pürüzlülük değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 66'da gösterilmiştir.



Şekil 66. Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik

Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 57’de verilmiştir.

Tablo 57. Doğu Kayını odununda yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{Hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi (Ra)	186.543	3	62.181	9.898	0.000***
Gruplar Arası	728.728	116			
Toplam	915.271	119			
Gruplar İçi (Ry)	4578.689	3	1526.230	8.792	0.000***
Gruplar Arası	20136.561	116	173.591		
Toplam	24715.251	119			
Gruplar İçi (Rz)	3201.724	3	1067.241	12.949	0.000***
Gruplar Arası	9560.512	116	82.418		
Toplam	12762.237	119			

Buna göre; Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 58’de belirtilmiştir.

Tablo 58. Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (µm)	Homojenlik Grupları
R _a	80	30	4.2600	B,C
	100	30	3.9113	A,B
	150	30	2.7667	A
	180	30	6.2273	C
R _y	80	30	36.1740	A,B
	100	30	40.7293	B,C
	150	30	30.3647	A
	180	30	47.2240	C
R _z	80	30	30.6003	B
	100	30	31.7363	B
	150	30	25.4093	A
	180	30	39.8297	C

Duncan testi sonuçlarına göre; R_a pürüzlülük değeri 100 ve 150 no'lu zımparalarda aynı homojen grupta, 80 ve 180 no'lu zımparalarda aynı homojen gruplarda yer almıştır. R_y pürüzlülük değeri ise 80 ve 150 no'lu zımparalarda aynı, 80 ile 100 no'lu zımparalarda aynı, 100 ile 180 no'lu zımparalarda aynı gruplarda yer almıştır. R_z pürüzlülük değeri ise 80 ve 100 no'lu zımparalarda aynı, 150 ve 180 no'lu zımparalarda aynı gruplarda yer almıştır.

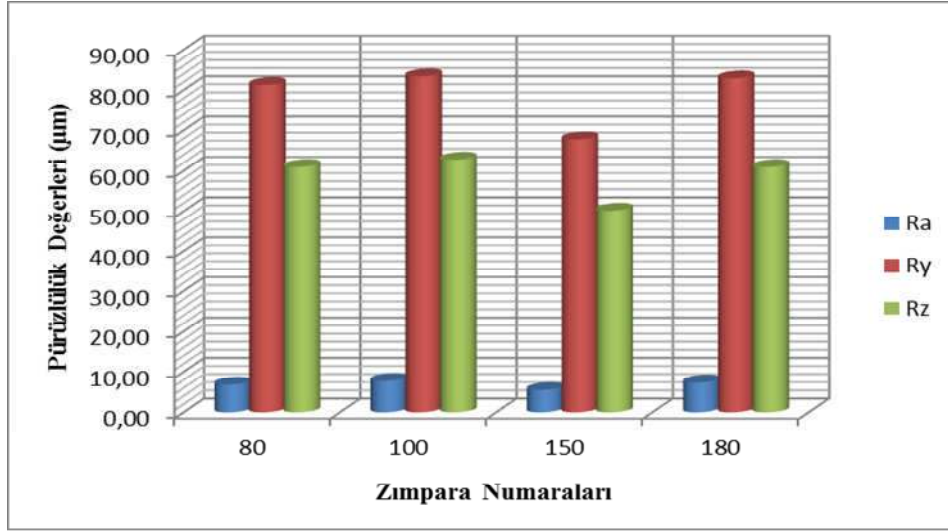
3.3.3.2.3. Anadolu Kestanesi

Anadolu Kestanesi odununda yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalamada elde edilen pürüzlülük değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 59'da verilmiştir.

Tablo 59. Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
R_a	80	6.84	3.184	2.80	15.01
	100	7.79	4.486	2.03	20.05
	150	5.51	3.193	1.59	12.28
	180	7.36	4.238	1.62	17.80
R_y	80	81.72	38.148	20.57	171.80
	100	83.39	40.072	24.32	149.40
	150	67.78	35.458	15.00	130.30
	180	82.93	40.287	19.58	183.70
R_z	80	60.97	28.990	18.00	135.40
	100	62.78	29.554	18.19	130.60
	150	50.15	26.339	12.42	101.90
	180	60.95	30.473	16.82	147.00

Buna göre; pürüzlülük değerleri (R_a, R_y, R_z) 150 no'lu zımpara'da en düşük, 100 no'lu zımparada en yüksek değerler göstermiştir. Anadolu Kestanesi odununun ortalama pürüzlülük değerlerine ait varyasyon grafiği Şekil 67'de gösterilmiştir.



Şekil 67. Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerlerine ait grafik

Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 60'da verilmiştir.

Tablo 60. Anadolu Kestanesi odununda yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

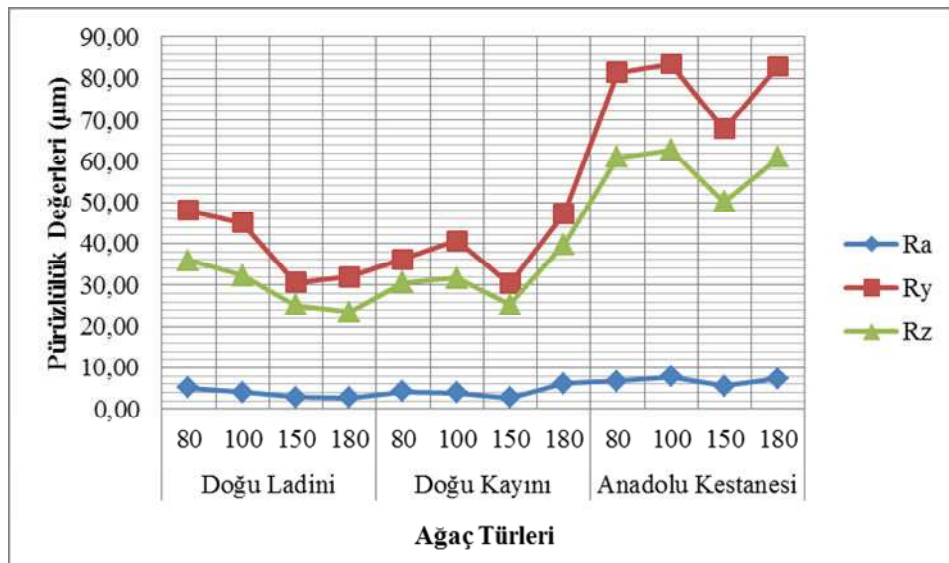
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{Hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar İçi (Ra)	88.135	3	29.378	2.011	0.116
Gruplar Arası	1694.574	116	14.608		
Toplam	1782.709	119			
Gruplar İçi (Ry)	5039.177	3	998.714	1.131	0.340
Gruplar Arası	172304.0	116	834.078		
Toplam	177343.2	119			
Gruplar İçi (Rz)	2996.142	3	998.714	1.197	0.314
Gruplar Arası	96753.001	116	834.078		
Toplam	99749.143	119			

Buna göre; Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 61'de belirtilmiştir.

Tablo 61. Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalama pürüzlülük değerleri homojenlik grupları dağılımı

Pürüzlülük Değişkenleri	Zımpara Numarası	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
R_a	80	30	6.8403	A,B
	100	30	7.7907	B
	150	30	5.5103	A
	180	30	7.3607	A,B
R_y	80	30	81.7293	A
	100	30	83.3940	A
	150	30	67.7860	A
	180	30	82.9330	A
R_z	80	30	60.9737	A
	100	30	62.7830	A
	150	30	50.1590	A
	180	30	60.9547	A

Duncan testi sonuçlarına göre; R_a pürüzlülük değeri 80, 150 ve 180 no'lu zımparalarda aynı, 80, 100 ve 180 no'lu zımparalarda aynı homojen gruplarda, R_y ve R_z pürüzlülük değerleri aynı homojen gruplarda yer almıştır. Yüksek besleme hızında planyalamadaki zımparalamanın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini gösterir grafik Şekil 68'de gösterilmiştir.



Şekil 68. Yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisi

3.3.3.3. Farklı Besleme Hızlarındaki Planyalama ve Zımparalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Farklı besleme hızlarında planyalamalardaki zımparalamalar arasında ağaç türleri ve zımpara no'larına göre pürüzlülük dağılımını karşılaştırmak ve farklılık olup olmadığını araştırmak amacıyla çok yönlü varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 62'de gösterilmiştir.

Tablo 62. Planyalama ve zımparalama ağaç türleri ve zımpara no'ları arasındaki pürüzlülük etkileşiminin çoklu varyans analizi sonuçları

Kaynak	Bağımlı Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
Ağaç Türü	A	147929.159	2	73964.580	106.157	0.000***
	B	135040.170	2	67520.085	84.870	0.000***
Zımpara No	A	1471.073	3	490.358	0.704	0.550
	B	11385.677	3	3795.226	4.770	0.003
Ağaç Türü* Zımpara No	A	7173.931	6	1195.655	1.723	0.112
	B	8338.667	6	1373.111	1.733	0.110
Hata	A	748309.865	1074	696.750		
	B	854441.223	1074	795.569		
Toplam	A	897710.097	1079			
	B	1000867.070	1079			

A: Düşük besleme hızında planyalamadaki zımparalama (8 m/dk) B: Yüksek besleme hızında planyalamadaki zımparalama (16 m/dk)

Buna göre; ağaç türünün farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamalar üzerindeki bireysel etkisinde % 0.01 önem düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Zımpara no'ları ile ağaç türünün karşılıklı etkileşimleri arasında ise % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 63 ve 64 'de verilmiştir.

Tablo 63. Farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamada ağaç türlerine göre homojenlik grupları

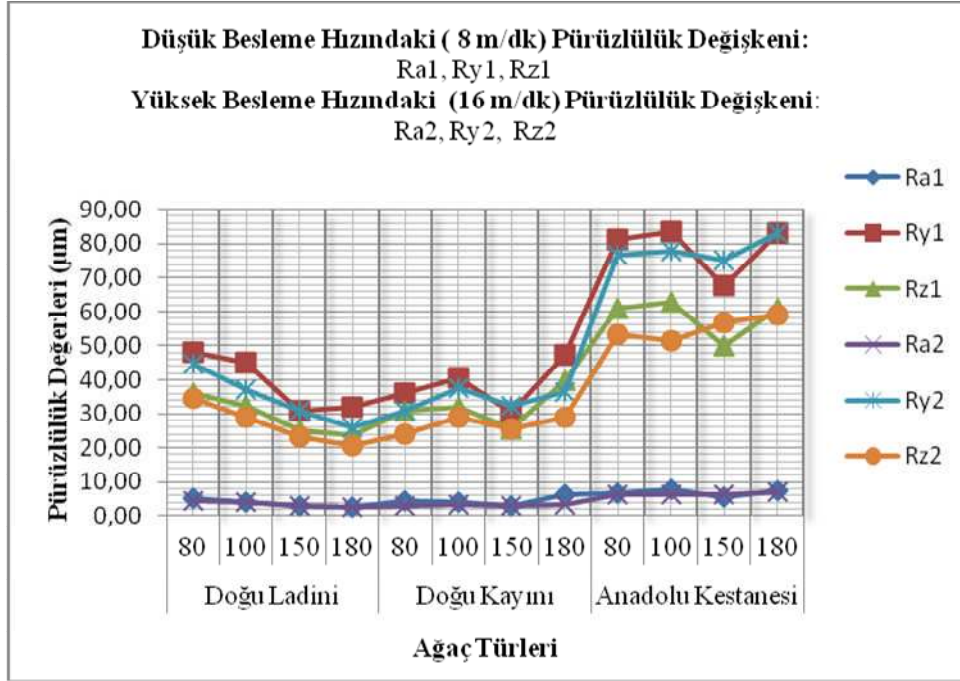
Yapılan İşlem	Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
Düşük besleme hızındaki (8 m/dk) planyalama ve zımparalama	Doğu Ladini	360	21.6703	A
	Doğu Kayını	360	21.9411	A
	Anadolu Kestanesi	360	46.6314	B
Yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalama ve zımparalama	Doğu Ladini	360	24.0184	A
	Doğu Kayını	360	24.9361	A
	Anadolu Kestanesi	360	48.1846	B

Duncan testi sonuçlarına göre; farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamalarda ağaç türlerine göre pürüzlülük değerleri Doğu Ladini ile Doğu Kayını odununda aynı, Anadolu Kestanesi odununda ise farklı homojenlik grubunda yer almıştır.

Tablo 64. Farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamada zımpara no'larına göre homojenlik grupları

Yapılan İşleme	Zımpara No	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Pürüzlülük (μm)	Homojenlik Grupları
Düşük besleme hızındaki (8 m/dk) planyalama ve zımparalama	80	30	31.5936	A
	100	30	30.6490	A
	150	30	28.4606	A
	180	30	29.6490	A
Yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalama ve zımparalama	80	30	34.4138	B
	100	30	34.6559	B
	150	30	26.7923	A
	180	30	33.6568	B

Düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalamada zımpara no'larına göre pürüzlülük değerleri aynı homojen grupta, yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalamada ise 80, 100 ve 180 no'lu zımparalarda aynı, 150 no'lu zımparada farklı homojen gruplarda yer almıştır. Sonuçlar aşağıda Şekil 69 'da verilmiştir.



Şekil 69. Farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamaların yüzey pürüzlülüğüne etkisi

4. İRDELEME

4.1. Yıllık Halka Genişlikleri ve Yoğunluklar

4.1.1. Yıllık Halka Genişlikleri

Ağaç türlerinin yıllık halka genişliklerine ait değerler Tablo 65’de verilmiştir.

Tablo 65. Yıllık halka genişlik değerleri

Ağaç Türü	Ortalama (mm)	Standart Sapma (S)
Doğu Ladini	3.47	1.57
Doğu Kayını	2.32	0.84
Anadolu Kestanesi	2.93	1.72

Buna göre; Doğu Ladini 3.47 mm ile en büyük değer göstermiş, bunu daha düşük değerler Anadolu Kestanesi 2.93 mm ve Doğu Kayını 2.32 mm izlemiştir.

Yapılan çalışmalarda; yıllık halka genişliklerinin Doğu Ladini’nde 2.34 mm [7] ve 2.8 mm [11] ; Doğu Kayını’nda 1.8 mm [1] ve 1.58 mm [11]; Anadolu Kestanesi’nde ise 2.6 mm [1, 2], ortalama 3-4 mm arasında [110] olduğu belirtilmektedir. Çalışmadaki değerler bunlarla karşılaştırıldığında tüm türlerde daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Genellikle yapraklı ağaçlarda (hızlı büyüyen türler hariç) yıllık halka genişliği arttıkça yoğunluk artmakta, iğne yapraklı ağaçlarda ise yıllık halka genişliği arttıkça yoğunluk azalmaktadır. Özellikle yapraklılarda; halkalı traheli türler, dağınık traheli türlere göre yıllık halka genişliklerinden daha fazla etkilenmekte ve daha yüksek yoğunluk değerleri göstermektedir [7, 8, 9]. Ayrıca; iğne yapraklı ağaçlarda yıllık halka genişliği arttıkça yaz odunu oranının azaldığı, ilkbahar odunu oranının arttığı, halkalı traheli odunlarda yıllık halka genişliği arttıkça yaz odunu oranının arttığı ve bununda odun yoğunluğunu arttırdığı, dağınık traheli odunlarında ise ilkbahar ve yaz odunları arasındaki farklılıkların belirgin olmadığı belirtilmektedir [111].

Bunlara göre; çalışmada yapraklı ağaç türü odunları yıllık halka genişliklerinin fazla olması genellikle yapraklılarda yüksek yoğunluklar göstereceği, bununda işleme kalitesini

arttıracığı ve buna bağlı pürüzlülük değerlerini azaltacağı; iğne yapraklı ağaç türü odununda geniş yıllık halkaların düşük yoğunluk göstereceği, bununda işleme kalitesini azaltacağı ve pürüzlülüğü arttıracığı ortaya konulabilir.

4.1.2. Yoğunluklar

Ağaç türlerinin tam kuru ve hava kurusu (%12) yoğunluklarına ait değerler Tablo 66'da verilmiştir.

Tablo 66. Tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değerleri

Ağaç Türü	Tam Kuru Yoğunluk		Hava Kurusu Yoğunluk	
	Ortalama (X) (gr/cm ³)	Standart Sapma (S)	Ortalama (X) (gr/cm ³)	Standart Sapma (S)
Doğu Ladini	0.417	0.048	0.417	0.048
Doğu Kayını	0.700	0.052	0.701	0.520
Anadolu Kestanesi	0.481	0.048	0.500	0.712

Buna göre: tam kuru ve hava kurusu yoğunluklar Doğu Ladini'nde 0.417 gr/cm³ ile düşük, Anadolu Kestanesi'nde 0.481 gr/cm³ ve 0,500 gr/cm³ ile normal, Doğu Kayını'nda 0.700 gr/cm³ ve 0.701 gr/cm³ ile yüksek çıkmıştır.

Literatürde, tam kuru yoğunluklar; Doğu Ladini'nde 0.406 gr/cm³ [9, 112], 0.414 gr/cm³ [7], 0.454 gr/cm³ [71], Anadolu Kestanesi'nde 0.590 gr/cm³ [112], 0.508 gr/cm³ [113]; Doğu Kayını'nda 0.630 gr/cm³ [9], 0.645 gr/cm³ [11], 0.600 gr/cm³ [71] olduğu belirtilmektedir. Aynı şekilde, hava kurusu yoğunlukların ise; Doğu Ladini'nde 0.436 gr/cm³ [9], 0.451 [7], 0.410 [1,2], Doğu Kayını'nda ise; 0.669 gr/cm³ [11], 0.633 gr/cm³ [9, 12], 0.679 gr/cm³ [1], Anadolu Kestanesi'nde 0.630 gr/cm³ [9], 0.540 gr/cm³ [113], 0.506 gr/cm³ [1] olarak belirtilmektedir.

Çalışmada elde edilen yoğunluk değerleri bunlarla karşılaştırıldığında Doğu Ladini'nde düşük, Anadolu Kestanesi'nde yaklaşık eşit ve genellikle düşük, Doğu Kayını'nda ise bir miktar yüksek değerler elde edilmiştir. Bunlara göre; Doğu Ladini ve Doğu Kayını'nda literatürle uyumlu, Anadolu Kestanesi'nde ise uyumsuz sonuçlar elde edilmiştir.

Ağaç türleri odunlarının işlenme özelliklerinde, genellikle yoğunluğu yüksek türlerin daha iyi sonuçlar gösterdiği belirtilmektedir [1, 2, 43, 44, 70, 81, 82, 87]. Bunların yanında yüzey pürüzlülüğü ile ilgili yapılan çalışmalarda, yoğunluk artışının yüzey pürüzlülüğünü azalttığı [43, 44, 70, 81, 82] belirtilmektedir. Diğer bazı çalışmalarda ise; pürüzlülükte yoğunluktan daha çok anatomik yapının etkili olduğu ve özellikle yoğunluğu yüksek halkalı traheli türlerin düşük yoğunluktaki türlere göre anatomik yapıdan kaynaklanan daha yüksek pürüzlülük değerleri gösterdiği [46, 49, 52, 56, 94, 95] belirtilmektedir. Aynı şekilde kesiş derinliği ve yoğunluğun yüzey kalitesini etkilediği; kesiş derinliğinin azalmasının pürüzlülüğü azalttığı açıklanmaktadır [81, 82].

Bunlara göre çalışmada; Doğu Ladini ve Anadolu Kestanesi odunlarında yoğunlukların düşük olmasının, yüzey kalitesini azaltması ve pürüzlülüğü arttırması bakımından işlemeyi olumsuz, Doğu Kayını odununda ise yoğunluğun yüksek olmasının yüzey kalitesini arttırması ve pürüzlülüğü azaltması bakımından işlemeyi olumlu yönde etkileyebileceği ortaya konulabilir.

4.2. Anatomik Özellikler

4.2.1. Genel Anatomik Özellikler

Ağaç türlerinin genel anatomik özelliklerine ait değerler Tablo 67’de verilmiştir.

Tablo 67. Ağaç türlerinin genel anatomik özelliklerine ait değerler

Anatomik Özellikler	Ağaç Türleri		
	Doğu Ladini	Doğu Kayını	Anadolu Kestanesi
İ.O. Teğet Çap (µm)	28.41	52.26	289.17
Y.O. Teğet Çap (µm)	19.71	---	32.13
İ.O. Radyal Çap (µm)	31.70	57.69	221.91
Y.O. Radyal Çap (µm)	13.99	---	49.98
1 mm ² ’deki Traheid ve Trahe Sayısı (Adet)	---	81.00	4.00
1 mm’de Özışını Sayısı (Adet)	7.00	1.00	7.00
Özışını Yüksekliği (µm)	224.76	311.16	232.05
Özışını Genişliği (µm)	16.56	25.84	17.85
Özışını Yüksekliği (Hücre) (Adet)	13.00	25.00	67.00
Özışını Genişliği (Hücre) (Adet)	---	2.00	---

Tabloda 67'de; Doğu Ladini odununun; traheid teğet çapları ilkbahar odununda 28.41 μm ve yaz odununda 19.71 μm , radyal çapları ise ilkbahar odununda 31.71 μm ve yaz odununda 13.99 μm çıkmıştır. Özışınlarında; yükseklik 224.76 μm , genişlik 16.56 μm hücre olarak yükseklik 13.00 adet, mm'de hücre sayısı 7 adet bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda; Doğu Ladini'nin geniş (3.17 mm), normal (1.5 mm) ve dar (1.09 mm) yıllık halkalarındaki teğet yöndeki traheid çapları sırasıyla 36.29 μm , 37.73 μm ve 44.30 μm ile radyal yöndeki traheid çapları 26.00 μm , 26.65 μm ve 28.87 μm [55], traheid teğet çapı ilkbahar odununda 33.36 μm , yaz odununda 32.20 μm [7], traheid teğet çapı ilkbahar odununda 33.43 μm , yaz odununda 27.26 μm [61], traheid teğet çapı 40 μm [9] ve 35 μm [110] olarak açıklanmaktadır. Doğu Ladini'nin geniş, normal ve dar yıllık halkalarındaki özışını yükseklikleri sırasıyla 451.66 μm , 355.64 μm ve 421.33 μm , hücre olarak yükseklikler 25.89 μm , 20.05 μm ve 24.62 μm , genişlikleri ise 18.83 μm , 20.08 μm ve 21.76 μm , birim alandaki özışını sayısının 31.17 adet, 24.62 adet ve 21.78 adet [55] olarak belirtilmektedir. Diğer çalışmalarda, özışınlarında yükseklik 297.00 μm , genişlik 20.00 μm , hücre olarak yükseklikler 15.00 adet, mm'de hücre sayısı 30.00 adet [7], özışını yüksekliği 276.01 μm , genişliği 17.78 μ , hücre olarak yükseklik ise 46 adet [61] olarak ortaya konulmaktadır.

Bunlara göre Doğu Ladini odununun; ilkbahar odunu traheid teğet çapları [7, 9, 61, 55, 110]'dan düşük, radyal çapları ise [55]'ten yüksek, yaz odunu traheid teğet çapları [7]'den düşük, [61]'den yüksek; özışınları yükseklikleri, genişlikleri, yükseklikleri (hücre sayısı) ve mm'deki hücre sayıları değerleri ise [7, 55, 61]'den yüksek çıkmıştır.

İğne yapraklı ağaçlarda yıllık halka genişliğinin azalmasıyla traheid teğet ve radyal çaplarının arttığını; traheid teğet çapının büyüklüğü ve küçüklüğünün odunun kaba tekstürlü veya ince tekstürlü olmasının belirlenmesinde kullanıldığı; tekstürün belirlenmesinde ise iğne yapraklı ağaçlarda traheid çapının, yapraklı ağaçlarda ise trahelerin teğet yöndeki çapı ve öz ışınları genişliğinin önemli olduğu; özışınlarının boyut ve sayılarının enine yöndeki iletimi etkilediği, genç yaşlarda ve ağacın alt kısımlarında enine yöndeki iletimin daha fazla olduğunu, yıllık halka genişliğinin azalmasıyla birim alandaki özışını sayısının azaldığı belirtilmektedir [9, 71, 90].

Doğu Kayını odununda; trahe teğet çapı 52.26 μm , radyal çapı ise 57.69 μm çıkmıştır. Özışınlarında; yükseklik 311.16 μm , genişlik 25.84 μm , yüksekliği (hücre sayısı) 25 adet ve genişliği (hücre sayısı) ise 2 adet; mm'de hücre sayısı 3 adet, $\frac{1}{2}$ mm²'deki trahe sayısı ise 81 adet bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda; Doğu Kayını ilkbahar odunu trahe teğet ve radyal çapları 30-100 μm , [9, 110], özışınlarında yükseklik 500 μm , hücre olarak genişlik 15-20 μm , $\frac{1}{2}$ mm^2 'deki trahe sayısı 80-180 μm [9, 110] olduğu; diğer bir çalışmada ilkbahar odunu trahe teğet ve radyal çapları 59.84 μm , radyal çapı 79.11 μm , özışınlarında yükseklik 144.52 μm , genişlik 86.67 μm , hücre olarak genişlik 11.76 adet, $\frac{1}{2}$ mm^2 'deki trahe sayısı 116.11 adet [11] olduğu belirtilmektedir.

Diğer bir çalışmada; 910–2074 m yükseklikleri arasındaki, trahe teğet çapları 35.18 μm ile 43.88 μm , optimum yükseklikte (1510 m) ise en yüksek 43.88 μm , mm^2 'deki trahe sayısı ilkbahar odununda 176.62- 329.16 adet, optimumda ise 188.08 adet, yaz odununda 134.40- 298.08 adet, optimumda ise 143.02 adet; trahe teğet ve radyal çapları; teğet yönde ilkbahar odununda 35.18-43.87 μm ve optimumda 43.87 μm , yaz odununda 17.98-24.38 μm ve optimumda ise 23.20 μm , radyal yönde ilkbahar odununda 35.88-58.57 μm , optimumda ise 58.57 μm , yaz odununda 15.76-17.24 μm ve optimumda ise 15.76 μm , 1 mm^2 'deki özışını sayısı 5-18 adet ve, optimumda ise 11 adet olarak açıklanmaktadır [42].

Bunlara göre Doğu Kayını odununun; ilkbahar odunu trahe teğet ve radyal çapları [9, 108]'e yaklaşık eşit, [11]'den düşük, özışınları yükseklikleri [9, 42, 108]'den düşük, özışınlarında yükseklik, hücre olarak genişlik, $\frac{1}{2}$ mm^2 'deki trahe sayısı [11, 42]'den yüksek, mm 'de özışını sayısı ise [42]'den daha yüksek çıkmıştır.

Anadolu Kestanesi odununda; trahe teğet çapları ilkbahar odununda 289.17 μm ve yaz odununda 32.13 μm ; radyal çapları ilkbahar odununda 221.91 μm ve yaz odununda 49.98 μm çıkmıştır. Özışınlarında ise; yükseklik 232.05 μm , genişlik 17.85 μm , yükseklik (hücre sayısı) 67.00 adet, mm 'de özışını sayısı ise 7.00 adet , $\frac{1}{2}$ mm^2 'de trahe sayısı 4.00 adet bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda; ilkbahar odununda trahe radyal çapı 500 μm , teğet çapı 300 μm , yaz odununda trahe çapları 30–40 μm , özışını hücre yüksekliği ortalama 5–30 adet [8], ilkbahar odununda trahe teğet çapı 238.73 μm , radyal çapı 297.28 μm , yaz odununda teğet çap 47.23 μm , radyal çap 57.92 μm , özışını yükseklikleri 227,00 μm , hücre olarak yükseklik 8.00.adet, $\frac{1}{2}$ mm^2 'de trahe sayısı 38.00 adet, m 'de özışını sayısı 10.00 adet [10], diğer bir çalışmada ise trahe çapı ortalama 150–300 μm [110] olarak belirtilmektedir.

Bunlara göre Anadolu Kestanesi odununun; ilkbahar odunu trahe teğet ve radyal çapları [8, 10]'dan düşük, yaz odununda trahe çapları ise [8, 10]'dan yüksek ve yaklaşık eşit [110]; özışını yükseklikleri, hücre olarak yükseklikler ve mm 'deki özışını sayısı [8, 10]'dan düşük çıkmıştır.

Bunların yanında yüzey pürüzlülüğü ile ilgili yapılan çalışmalarda; odun yapısının (özellikle büyük traheli ağaç odunlarının) yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı [46, 49, 52, 56, 94, 95]; diğer bazı çalışmalarda ise küçük kesici boyutlu veya büyük no'lu zımparalarla işlemlerde pürüzlülüğün azaldığı [47, 88, 93, 97, 98 ve 112] belirtilmektedir. Pürüzlülük değerlerinin ağaç türü odunları anatomik yapıları [49, 52, 56, 92, 94, 95 ve 96], işleme koşulları [85, 92 ve 95] ve odun liflerinin yüzey ile yaptığı açığa bağlı olabileceği ortaya konulmaktadır [47, 70, 61].

Ağaç türleri anatomik özellikleri Doğu Ladini'nde genellikle literatürden düşük, Doğu Kayını'nda eşit ve genellikle yüksek ve Anadolu Kestanesi'nde ise eşit ve genellikle düşüktür.

Bunlara göre ağaç türü odunlarının anatomik özellikleri; Doğu Ladini odunlarının geniş yıllık halkalı olması ve bununda traheit çaplarını azaltması; bunların yanında Doğu Kayını odunları anatomik özelliklerinin en iyi yetiştirme ortamlarında geniş yıllık halka ve büyük trahe çapları ile Anadolu Kestanesi odunlarında ise geniş yıllık halkaların daha yoğun odun oluşturması bakımından pürüzlülüğü azaltması nedeniyle literatürle uyumlu çıktığı söylenebilir.

4.2.1.1. Genel Anatomik Özellikler ve Yüzey Pürüzlülüğü İlişkisi

Genel anatomik özellikler ile işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri arasında (Tablo 16); ağaç türü odunlarının ilkbahar ve yaz odunları trahe, traheid teğet ve radyal çapları ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında pozitif; ilkbahar ve yaz odunları trahe, traheid teğet ve radyal çapları ile özışınları yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur.

Bunlara göre; ağaç türleri odunlarının anatomik özelliklerinin yüzey pürüzlülüğünde etkili olduğu, trahe ve traheid çaplarının artışının pürüzlülüğü arttırdığı, bunun yanında özışını boyutlarının artışının ise pürüzlülüğü azalttığı ortaya konulabilir.

4.2.2. Özışınları Özellikleri

Ağaç türlerinin farklı zımpara no'ları ile işlenmiş odunlarına ait özışınları özellikleri değerleri Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 68. Ağaç türü odunlarının özışınları özelliklerine ait değerler

Ağaç Türleri	Zımpara No	Özışınları Özellikleri			
		Özışını Yüksekliği (μm)	Özışını Genişliği (μm)	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	Özışını Gen. (Hücre) (Adet)
Doğu Ladini	80	229.19	18.70	15.00	---
	100	247.90	15.56	14.00	---
	150	256.04	16.13	16.00	---
	180	256.18	20.56	16.00	---
Doğu Kayını	80	335.44	29.56	19.00	2.00
	100	304.16	24.41	17.00	2.00
	150	316.01	23.99	18.00	2.00
	180	319.15	26.41	16.00	2.00
Anadolu Kestanesi	80	282.88	19.56	13.00	---
	100	251.18	15.85	13.00	---
	150	268.60	18.42	14.00	---
	180	256.75	18.99	13.00	---

Tabloda; Ağaç türü odunları öz ışınlarına ait değerler Doğu ladini’nde en düşük, Anadolu Kestanesi’nde normal ve Doğu Kayını’nda yüksek çıkmıştır.

Doğu Ladini odunu özışınlarında yükseklikler sırasıyla; 80, 100, 150 ve 180 no’lu zımparalarda 229.19 μm, 247.90 μm, 256.04 μm ve 256.18 μm, genişlikler 18.70 μm, 15.56 μm, 16.13 μm ve 20.56 μm, hücre olarak yükseklikler 15.76 μm, 14.24 μm, 16.72 μm ve 16.80 μm çıkmıştır.

Yapılan çalışmalarda; Doğu Ladini’nin geniş, normal ve dar yıllık halkalarındaki özışını yükseklikleri sırasıyla 451.66 μm, 355.64 μm ve 421.33 μm, hücre olarak yükseklikler 25.89 adet, 20.05 adet ve 24.62 adet [55] olduğu belirtilmektedir.

Diğer bazı çalışmalarda ise; özışınlarında yükseklik 297.00 μm, genişlik 20.00 μm, hücre olarak yükseklikler 15.00 adet [7], özışını yüksekliği 276.01 μm, genişliği 17.78 μm, hücre olarak yükseklik ise 46 adet [94] olarak belirtilmektedir. Bunlara göre; özışınları yükseklik ve genişlikler [7, 90, 94]’den düşük, hücre olarak yükseklikler ise [7]’ye yaklaşık eşit, [94]’den ise yüksek çıkmıştır.

Doğu Kayını odununda; özışınlarında yükseklikler sırasıyla; 80, 100, 150 ve 180 no’lu zımparalarda 335.44 μm, 304.16 μm, 316.01 μm ve 319.15 μm, genişlikler 29.56

μm , 24.41 μm , 23.99 μm ve 26.41 μm , hücre olarak yükseklikler 19.00 μm , 17.00 μm , 18.00 μm ve 16.00 μm , hücre olarak genişlikler ise 2.00 μm çıkmıştır.

Yapılan çalışmalarda; özışınlarında yükseklik 144.52 μm , genişlik 86.67 μm , hücre olarak genişlik 11.76 adet, özışınlarında yükseklik 500 μm , hücre olarak genişlik 15-20 μm [9, 71], 1 mm²'deki özışını sayısı 5-18 adet, optimum yükseklikte (1510 m) ise 11 adet olduğu belirtilmektedir [42]. Bunlara göre; özışını yükseklikleri ve genişlikleri (hücre) [9, 71]'den düşük, genişlikler ise [9, 71]'den yüksek çıkmıştır.

Anadolu Kestanesi odununda; özışınlarında yükseklikler sırasıyla 80, 100, 150 ve 180 no'lu zımparalarda 282.88 μm , 251.18 μm , 268.60 μm ve 256.75 μm , genişlikler 19.56 μm , 15.85 μm , 18.42 μm ve 18.99 μm , hücre olarak yükseklikler 13.00 adet ve 14.00 adet çıkmıştır.

Yapılan çalışmalarda; özışınlarında yükseklik 227.00 μm , hücre olarak yükseklik 8.00 adet [11] olduğu belirtilmektedir. Bunlara göre; özışını yükseklik, genişlik, yükseklik (hücre) [11]'den yüksek çıkmıştır.

Zımpara numarası, odun yapısı ve yoğunluğun yüzey pürüzlülüğü üzerinde besleme hızı ve kesiş derinliğinden daha önemli olduğu [44]; zımpara no'su artışının pürüzlülüğü azalttığı [47, 89, 94, 98, 99, 61]; ayrıca, pürüzlülükte anatomik yapının özellikle halkalı traheli ağaç türü odunlarında daha etkili olduğu ortaya konulmaktadır [49, 56, 52]. Bunların yanında; zımparalamada besleme hızı artışının pürüzlülüğü arttırdığı [85], zımpara türüne göre silisyum karpitli zımparaların alüminyum oksitlilere göre [86, 89] ve aynı zımparalama koşullarda yoğunluğu düşük odunların genellikle daha düşük pürüzlülük değerleri [16, 85, 97] gösterdiği belirtilmektedir.

Çalışmada elde edilen öz ışınları özellikleri literatürle karşılaştırıldığında; Doğu Ladini ve Doğu Kayını odunlarında genellikle düşük; Anadolu Kestanesi'nde ise özışını yükseklik değerleri yüksek, hücre olarak yükseklik değerleri ise düşük çıkmıştır. Bunların ağaç türü odunları anatomik yapıları yanında, işleme koşullarından kaynaklanabileceği ortaya konulabilir.

4.2.2.1. Özışınları Özellikleri ile Yüzey Pürüzlülüğü İlişkisi

Ağaç türleri odunları öz ışınları özellikleri ve yüzey pürüzlülük değişkenleri ilişkisinde; Doğu Ladini'nde (Tablo 20) ve Anadolu Kestanesi'nde (Tablo 22) özışınları

yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) ile zımpara no'ları arasında pozitif, pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Doğu Kayını'nda (Tablo 21) ise öz ışınları yükseklik ile pürüzlülük değişkenleri R_a ve R_z ile pozitif R_y negatif ilişki bulunmuştur. Bunların yanında; özışınları yükseklik ve pürüzlülük değişkenleri ile özışını genişliği ve zımpara no'ları ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında pozitif; özışını yüksekliği (hücre sayısı) ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) ve zımpara no'ları ile özışını yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Bunlara göre çalışmada; Doğu Ladini ve Anadolu Kestanesi'nde pürüzlülük özışını yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) boyutlarının artması ile azalmış, Doğu Kayını'nda ise azalması ile artmıştır. Bunun da ağaç türü odunları anatomik yapılarından kaynaklanabileceği söylenebilir.

4.2.3. Zımparalamada Odun Yüzey Deformasyonları

Farklı zımpara no'ları ile işlenmiş ağaç türü odunlarının odun yüzey deformasyonlarına ait değerler Tablo 69'da verilmiştir.

Tablo 69. Odun yüzey deformasyonlarına ait değerler (μm)

Ağaç Türü	80 No'lu Zımpara	100 No'lu Zımpara	150 No'lu Zımpara	180 No'lu Zımpara
Doğu Ladini	73.16	51.99	28.92	24.14
Doğu Kayını	65.68	53.77	40.33	27.8
Anadolu Kestanesi	58.65	47.05	37.27	21.5

Tabloda 80, 100, 120 ve 180 no'lu zımparalardaki deformasyon değerleri; Doğu Ladini'nde 73.16 μm , 51.99 μm , 28.92 μm ve 24.14 μm , Doğu Kayını'nda 65.68 μm , 53.77 μm , 40.3 μm ve 27.8 μm , Anadolu Kestanesi'nde ise 58.65 μm , 47.05 μm , 37.27 μm ve 21.5 μm çıkmıştır.

Buna göre; Doğu Ladini en büyük değer göstermiş, onu daha düşük değerlerle Doğu Kayını ve Anadolu Kestanesi izlemiştir. Ağaç türleri odunlarında zımpara no'ları arttıkça deformasyon miktarları azalmıştır. Doğu Ladini odununda; ilkbahar odunundan yaz odununa geçişinin yavaş ve yumuşak, aynı şekilde özışınlarının çok ince olmasının [110,

111] zımparalamada daha etkili olmasına yol açtığı ve bunun da deformasyonların artmasına neden olduğu söylenebilir.

Doğu Kayını odununun dağınık traheli yapısının deformasyonu daha az, bunun yanında Anadolu Kestanesi odununun ise halkalı traheli olması ve özışınlarının belirgin olmamasının daha az deformasyona neden olduğu söylenebilir.

Yapılan çalışmalarda; odun alt yüzeyindeki yıkımlarda trahe çapları genişliğinin 496 μm , derinliğin ise 161 μm olduğu belirtilmektedir [60, 63]. Çalışmadaki değerler bunlarla karşılaştırıldığında tüm ağaç türlerinde daha düşük değerler elde edilmiştir.

Odun yüzeylerindeki pürüzlülüğün zımpara no'su arttıkça (100 no'dan 120 no'ya) azaldığı, 150 no'luda bir farklılık oluşturmadığı, bunun yanında yüzey deformasyonlarının aynı zımpara no'ları artışı ile azaldığı [89], ışık mikroskopunun basit temel hücre deformasyonlarında hücre tipleri üzerindeki kesilen yüzeylerdeki içyapıyı açıkça gösterebildiğini [53], odun yüzeyindeki pürüzlülüklerin preparasyon yöntemi ile ölçülebileceği [69], odun yüzeyine uygulanan basınçların hücre deformasyonlarını arttırabileceği, bu deformasyonların yüzey kalitesini azaltabileceği ve pürüzlülüğü arttırabileceği [63], zımpara no'sunun artması ile daha düzgün yüzeyler elde edilebileceği [47, 61, 89, 94, 98, 99] belirtilmektedir.

Bunlara göre; ağaç türü odunlarının özışınları yükseklikleri ve genişliklerinin odun yüzey deformasyonlarında etkili olabileceği, bunların yoğunluklardan daha çok odunların anatomik yapılarından kaynaklanabileceği, işlenmede büyük no'lu zımparalarda daha kaliteli yüzeyler elde edileceği ve buna bağlı olarak odun yüzey deformasyonlarının azalacağı ortaya konulabilir.

4.2.3.1. Odun Yüzey Deformasyonları ile Yüzey Pürüzlülük İlişkisi

Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri ortalamaları Tablo 70'de verilmiştir.

Tablo 70. Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri (μm)

Yapılan İşlem	Ortalama (X)	Standart Sapma (S)
Odun Yüzey Deformasyon Pürüzlülüğü	45.52	18.085
İşlenme Koşulları Pürüzlülüğü	32.37	30.456

Tabloda; odun yüzey deformasyon değeri 45.52 μm ve işleme koşullarındaki yüzey pürüzlülük değeri 32.37 μm çıkmıştır. Bunlara göre; odun yüzey deformasyonları, işleme koşullarındaki yüzey pürüzlülük değerlerinden daha yüksek çıkmıştır.

Yapılan çalışmalarda; Doğu Ladini'nde pürüzlülük (işleme ve odun yüzey deformasyon pürüzlülüğü) 38.9 μm olarak bulunmuştur [71]. Çalışmada elde edilen ortalama pürüzlülük değerleri literatürle karşılaştırıldığında yaklaşık eşit çıkmıştır.

Ağaç yüzeylerinin anatomik yapı ve zımparalama tekniklerinden dolayı düzensizlikler içerdiğini [67], odun yapısına bağlı pürüzlülüklerin işlemeye bağlı pürüzlülüklerden daha büyük olduğu ve ayrı tutulması gerektiği, odun üzerine işleme sırasında uygulanan baskıların hücre deformasyonlarının oluşmasına neden olduğunu, bu deformasyonların yüzeye uygulanan işlemlerde son yüzey kalitesini etkilediği [52, 63, 68, 89], zımpara no'sunun artması ile daha düzgün yüzeyler elde edildiği belirtilmektedir [92].

Bunlara göre çalışmada; odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına bağlı pürüzlülükler arasında farklılıkların olduğu, yüzey pürüzlülüğü üzerinde hem odunun anatomik yapısından (ağaç türü ve odun hücre yapısı) kaynaklanan pürüzlülüklerin, hem de işleme sırasındaki işleme faktörlerinin (besleme veya kesme hızı ve zımpara kesici boyutu) etkisinin bulunduğu ortaya konulabilir.

4.3. İşleme Koşullarındaki Yüzey Pürüzlülükleri

4.3.1. Planyalama Koşullarındaki İlkbahar ve Yaz Odunları Yüzey Pürüzlülükleri

Ağaç türleri odunlarının farklı besleme hızlarındaki (8 ve 16 m/dk) planyalama ilkbahar ve yaz odunları pürüzlülük değerleri Tablo 71'de verilmiştir.

Tablo 71. Farklı besleme hızlarındaki planyalamada ilkbahar ve yaz odunu yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Pürüzlülük Değişkenleri	Planyalamada Besleme Hızları ve Pürüzlülük Değerleri			
		8 m/dk		16 m/dk	
		İ.O	Y.O	İ.O	Y.O
Doğu Ladini	R_a	4.34	3.92	6.05	5.69
	R_y	39.09	35.75	52.52	47.44
	R_z	32.16	29.21	43.90	39.90
Doğu Kayını	R_a	5.12	3.84	6.27	5.62
	R_y	48.82	32.74	55.02	46.87
	R_z	39.49	26.54	47.92	38.05

Burada; ağaç türleri odunlarının düşük besleme hızındaki ilkbahar ve yaz odunu planyalama pürüzlülük değerleri R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerine göre; Doğu Ladini ilkbahar odununda $4.34 \mu\text{m}$, $39.09 \mu\text{m}$ ve $32.16 \mu\text{m}$, yaz odununda $3.92 \mu\text{m}$, $35.75 \mu\text{m}$ ve $29.21 \mu\text{m}$ Doğu Kayını ilkbahar odununda $5.12 \mu\text{m}$, $48.82 \mu\text{m}$ ve $39.49 \mu\text{m}$, yaz odununda $3.84 \mu\text{m}$, $32.74 \mu\text{m}$ ve $26.54 \mu\text{m}$ çıkmıştır. Yüksek besleme hızındaki planyalamada; Doğu Ladini ilkbahar odununda $6.05 \mu\text{m}$, $52.52 \mu\text{m}$ ve $43.90 \mu\text{m}$, yaz odununda $5.69 \mu\text{m}$, $47.44 \mu\text{m}$ ve $39.90 \mu\text{m}$ Doğu Kayını ilkbahar odununda $6.27 \mu\text{m}$, $55.02 \mu\text{m}$ ve $47.92 \mu\text{m}$, yaz odununda $5.62 \mu\text{m}$, $46.87 \mu\text{m}$ ve $38.05 \mu\text{m}$ çıkmıştır. Bunlara göre; Düşük besleme hızındaki planyalama, yüksek besleme hızında planyalamadan ve yaz odunları da ilkbahar odunlarına göre daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda; Doğu Ladini ilkbahar odununda pürüzlülük değeri $32.85 \mu\text{m}$, yaz odununda $25.87 \mu\text{m}$ [73], diğer bir çalışmada ilkbahar odununda $3.63 \mu\text{m}$, yaz odununda $2.35 \mu\text{m}$ [71] olarak belirtilmektedir.

Doğu Kayını ilkbahar odununda $47.88 \mu\text{m}$, yaz odununda $41.72 \mu\text{m}$ [73], diğer çalışmalarda ilkbahar odununda $2.42 \mu\text{m}$, yaz odununda $1.84 \mu\text{m}$ [71], ilkbahar odununda $39.5 \mu\text{m}$, yaz odununda $19.5 \mu\text{m}$ olarak belirtilmektedir [59].

Bunlara göre; pürüzlülük değerleri Doğu Ladini ilkbahar odunlarında [71, 73]'den düşük, Doğu Kayını ilkbahar odununda [73]'den düşük, [59]'da yaklaşık eşit, yaz odunlarında ise [73]'den düşük, [71]'den büyük çıkmıştır.

Bunların yanında yüzey pürüzlülüğü ile ilgili yapılan çalışmalarda; ağaç türleri büyük çaplı ilkbahar odunlarının yaz odunlarından daha yüksek yüzey pürüzlülük değerleri

gösterdiği [55], yüzey pürüzlülüğü üzerinde yıllık halka içerisindeki ilkbahar ve yaz odunu oranının önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir [52, 55, 59, 73].

Ağaç türü odunlarında yaz odununda ilkbahar odununa göre düşük pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Yıllık halka içerisindeki pürüzlülük değerleri iğne yapraklı ağaç türü olan Doğu Ladini’nde, dağınık traheli yapraklı ağaç olan Doğu Kayını’ndan daha fazla farklılık göstermiştir. Bunda yaz odunu elemanlarının kalın çeperli ve az boşluklu, ilkbahar odununun ise ince çeperli ve fazla boşluklu yapısına bağlanabilir. Besleme hızı arttıkça ilkbahar odununda, yaz odunundan daha fazla pürüzlülük elde edilmiştir. Burada da yaz odununun daha yoğun ve az boşluklu olması yanında işlemede daha kaliteli yüzey oluşturması ile ilgili olabilir.

4.3.2. Besleme Hızlarındaki Planyalamada Yüzey Pürüzlülükleri

Ağaç türleri odunlarının farklı besleme hızlarında planyalamalardaki pürüzlülük değerleri Tablo 72’de verilmiştir.

Tablo 72. Farklı besleme hızlarında planyalamalardaki yüzey pürüzlülükleri (μm)

Ağaç Türü	Pürüzlülük Değişkenleri	Planyalamadaki Besleme Hızları ve Pürüzlülük Değerleri	
		8 m/dk	16 m/dk
Doğu Ladini	R_a	5.18	5.29
	R_y	42.05	45.95
	R_z	35.14	35.52
Doğu Kayını	R_a	5.83	6.41
	R_y	53.97	62.72
	R_z	46.03	49.52
Anadolu Kestanesi	R_a	7.76	6.43
	R_y	78.16	69.24
	R_z	60.88	54.52

Burada; ağaç türleri odunlarının düşük besleme hızındaki planyalama pürüzlülük değerleri R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerine göre; Doğu Ladini’nde 5.18 μm , 42.05 μm ve 35.14 μm , Doğu Kayını ‘nda 5.83 μm , 53.97 μm ve 46.03 μm , Anadolu Kestanesi’nde 7.76 μm , 78.16 μm ve 60.88 μm çıkmıştır. Yüksek besleme hızında

planyalamada ise Doğu Ladini'nde 5.29 μm , 45.95 μm ve 35.52 μm , Doğu Kayını'nda 6.41 μm , 62.72 μm ve 49.52 μm , Anadolu Kestanesi'nde 6.43 μm , 69.24 μm ve 54.52 μm çıkmıştır. Bunlara göre; Yüksek besleme hızında planyalamada; Doğu Ladini ve Doğu Kayını'nda daha yüksek, Anadolu Kestanesi'nde ise daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda; Doğu Ladini odununda R_a pürüzlülük değeri 2.85 μm , [112], farklı besleme hızlarında teğet yönde R_z pürüzlülük değerleri 7.6 m/dk da 30.48 μm , 12.6 m/dk da 28.36 μm , 20 m/dk da 26.03 μm olarak belirtilmektedir [73].

Doğu Kayını odununda; 6 m/dk besleme hızında teğet yönde R_a : 7.90 μm , R_z : 63.45 μm , R_y : 12.94 μm , [90]. Farklı besleme hızlarında R_z pürüzlülük değerleri teğet yönde 7.6 m/dk da 44.06 μm , 12.6 m/dk da 44.19 μm , 20 m/dk da 45.98 μm [73], R_a pürüzlülük değeri teğet yönde farklı besleme hızlarında 5 m/dk da 6.00 μm , 9 m/dk da 6.70 μm , radyal yönde 5 m/dk da 6.30 μm , 9 m/dk da 7.50 μm [85], teğet yönde R_a : 4.73 μm , radyal yönde R_a : 5.19 μm [96], R_a : 7.78 μm [97], teğet yönde 5 m/dk da R_a : 6.295 μm , 9 m/dk da R_a : 6.890 μm olarak açıklanmaktadır [101].

Anadolu Kestanesi odununda; farklı besleme hızlarında R_z pürüzlülük değerleri teğet yönde 7.6 m/dk da 93.11 μm , 12.6 m/dk da 95.93 μm , 20 m/dk besleme hızında 92.62 μm [73], 9.62 μm olarak belirtilmektedir [93].

Bunlara göre; R_a ve R_z pürüzlülük değişkenleri; Doğu Ladini'nde [72, 110]'dan yüksek, Doğu Kayını'nda [73, 96]'dan düşük, [85, 90, 97, 101]'den yüksek, Anadolu Kestanesi'nde [73]'den düşük çıkmıştır.

Planyalama işleminde en iyi işleme performansını düşük besleme hızlarında yani birim uzunlukta (25 mm'de) daha fazla bıçak izi sayısında gösterdiği [1, 2, 19, 59, 88]; planyalama sırasında besleme hızının artmasıyla kesiş izi uzunluğu artmakta ve daha düşük yüzey kalitesi elde edilebileceği [101]; odunun planyalanması işleminde, bıçak sayısının ve kesme hızının artırılması ve besleme hızının azaltılması ile yüzey kalitesinin arttığı [78, 83, 84], teğet kesitte ve 4 bıçaklı planyalamada daha düzgün yüzeyler elde edildiği [92]; radyal kesitte teğet kesite ve kaba tekstürlü odunların ince tekstürlüye göre daha pürüzlü yüzeyler verdiği belirtilmektedir [66, 99].

Bunların yanında yüzey pürüzlülüğü ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle yapraklı ağaç odunlarının daha iyi işlenme özellikleri gösterdiği [32], dağınık traheli türlerin halkalı türlerden daha düşük pürüzlülük gösterdiği [1, 2, 46, 52], besleme hızıyla bağlantılı olan birim mesafedeki bıçak izi sayısının azaltılması ile yüzey kalitesinin olumlu yönde

etkilediği ve en iyi yüzey kalitesinin birim mesafedeki 20 bıçak izi sayısında beklenirken 16 bıçak izi sayısında meydana geldiği [114], ağaç türü odunlarının yüzey pürüzlülüklerinde birçok parametrenin etkili olduğu ve bunlardan odun anatomisinin daha önemli olduğu [59], yıllık halkayı oluşturan elemanların boyutlarının trahe ve traheitlerin teğet çapı ve özışını genişliği odunun strüktürünü belirlediği, odun elemanları boyutları küçüldükçe ince strüktürlü, büyüldükçe kaba strüktürlü olarak kabul edildiği belirtilmektedir [111].

Bunlara göre; literatürle karşılaştırıldığında ağaç türleri odunları pürüzlülük değerlerinin genellikle Doğu Ladini ve Doğu Kayını'nda yaklaşık eşit ve yüksek, Anadolu Kestanesi'nde ise bir miktar düşük çıkmıştır. Bunların ağaç türü odunlarının geniş yıllık halkalı olması yanında, işleme koşulları kesitler ile daha çok anatomik yapıdan kaynaklanabileceği ortaya konulabilir.

4.3.3. Besleme Hızlarındaki Planyalama ve Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri

Ağaç türleri odunları farklı besleme hızlarında planyalama ve zımparalamadaki yüzey pürüzlülük değerleri Tablo 73'de verilmiştir.

Tablo 73. Farklı besleme hızlarında planyalama ve zımparalamadaki yüzey pürüzlülük değerleri

Ağaç Türü	Pürüzlülük Değişkenleri	Planyalama ve Zımparalama Koşulları							
		Düşük Besleme Hızında (8 m/dk) Planyalama ve Zımparalama				Yüksek Besleme Hızında (16 m/dk) Planyalama ve Zımparalama			
		80	100	150	180	80	100	150	180
Doğu Ladini	R _a	4.57	3.86	2.95	2.68	5.16	4.11	3.17	2.92
	R _y	44.64	37.35	30.60	32.60	48.11	45.09	30.68	31.93
	R _z	34.46	29.05	23.39	20.60	35.87	32.35	25.28	23.52
Doğu Kayını	R _a	3.04	3.39	2.85	3.15	4.26	3.91	2.76	6.22
	R _y	30.64	37.66	32.22	36.36	36.17	40.72	30.36	47.22
	R _z	24.08	28.89	25.63	28.77	30.60	31.73	25.40	39.82
Anadolu Kestanesi	R _a	6.24	6.16	6.38	7.01	6.84	7.79	5.51	7.36
	R _y	76.77	77.99	75.37	83.28	81.72	83.39	87.78	82.93
	R _z	53.29	51.46	56.72	58.87	60.97	62.78	50.15	60.95

Tabloya göre; düşük besleme hızında planyalama ve zımparalamadaki pürüzlülük değerleri R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerine göre; Doğu Ladini'nde 80 no'lu zımparada 4.57 μm , 44.64 μm ve 34.46 μm , 100 no'lu zımparada 3.86 μm , 37.35 μm ve 29.05 μm , 120 no'lu zımparada 2.95 μm , 30.60 μm ve 23.39 μm , 180 no'lu zımparada 2.68 μm , 32.60 μm ve 20.60 μm çıkmıştır.

Doğu Kayını'nda 80 no'lu zımparada 3.04 μm , 30.64 μm ve 24.08 μm , 100 no'lu zımparada 3.39 μm , 37.66 μm ve 28.89 μm , 120 no'lu zımparada 2.85 μm , 32.22 μm ve 25.63 μm , 180 no'lu zımparada 3.15 μm , 36.36 μm ve 28.77 μm çıkmıştır.

Anadolu Kestanesi'nde 80 no'lu zımparada 6.24 μm , 76.77 μm ve 53.29 μm , 100 no'lu zımparada 6.16 μm , 77.99 μm ve 51.46 μm , 120 no'lu zımparada 6.38 μm , 75.37 μm ve 56.72 μm , 180 no'lu zımparada 7.01 μm , 83.28 μm ve 58.87 μm çıkmıştır.

Yüksek besleme hızında planyalama ve zımparalamadaki pürüzlülük değerleri R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerine göre; Doğu Ladini odununda; 80 no'lu zımparada 5.16 μm , 48.11 μm ve 35.87 μm , 100 no'lu zımparada 4.11 μm , 45.09 μm ve 32.35 μm , 120 no'lu zımparada 3.17 μm , 30.68 μm ve 25.28 μm , 180 no'lu zımparada 2.92 μm , 31.93 μm ve 23.52 μm çıkmıştır.

Doğu Kayını odununda; 80 no'lu zımparada 4.26 μm , 36.17 μm ve 30.60 μm , 100 no'lu zımparada 3.91 μm , 40.72 μm ve 31.73 μm , 120 no'lu zımparada 2.76 μm , 30.36 μm ve 25.40 μm , 180 no'lu zımparada 5.51 μm , 87.78 μm ve 82.93 μm çıkmıştır.

Anadolu Kestanesi odununda; 80 no'lu zımparada 6.84 μm , 81.72 μm ve 60.97 μm , 100 no'lu zımparada 7.79 μm , 83.39 μm ve 62.78 μm , 120 no'lu zımparada 5.51 μm , 87.78 μm ve 50.15 μm , 180 no'lu zımparada 7.36 μm , 82.93 μm ve 60.95 μm çıkmıştır.

Bunlara göre; düşük besleme hızındaki planyalama ve zımparalama, yüksek besleme hızındaki planyalama ve zımparalamadan daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir. Doğu Ladini odununda zımpara no'ları arttıkça pürüzlülük azalmış, Doğu Kayını ile Anadolu Kestanesi odununda ise zımpara no'ları arttıkça pürüzlülük artmıştır.

Yapılan çalışmalarda; Doğu Ladini odununda; 120 no'lu zımparada R_a : 2.85 μm [62], R_a : 1.05 μm [67], R_a : 3.02 μm , R_z : 16.28 μm [83] olarak belirtilmektedir.

Doğu Kayını odununda; radyal yönde 80 no'lu zımparada R_a : 11.0 μm , 120 no'lu zımparada R_a : 5.7 μm , R_a : 3.64 μm [67], teğet yönde 80 no'lu zımparada R_a : 10.7 μm , 120 no'lu zımparada R_a : 4.2 μm olarak belirtilmiştir [85], 120 no'lu zımparada R_a 2.24 μm [82], teğet yönde 6 m/dk besleme hızında 60 no'lu zımparada R_a : 8.20 μm , R_z : 68.33 μm ,

R_y : 17.24 μm , 80 no'lu zımparada R_a : 5.80 μm , R_z : 59.10 μm , R_y : 16.26 μm [55] olarak belirtilmektedir.

Anadolu Kestanesi odununda; teğet yönde R_a : 6.51 μm , radyal yönde R_a : 6.32 μm 80 no'lu zımparada R_a :7.92 μm , 120 no'lu zımparada R_a :4.2 μm [97] olarak belirtilmektedir.

Doğu Kayını odununun planyalama ve zımparalama işlemlerinde en iyi derecede performans gösterdiği, Anadolu Kestanesi odununun planyalamada çok iyi, zımparalamada ise nispeten iyi bir performans gösterdiği, yumuşak ağaç türlerinden Doğu Ladini odununda planyalama ve zımparalama işlemlerinde iyi derecede performans gösterdiğini, genel olarak sert ağaç türlerinin yumuşak ağaç türlerine göre daha yüksek kalitede işlenme özelliği gösterdiğini, Anadolu Kestanesi odununun daha az derecede işlenme performansı gösterdiği belirtilmektedir [1,2].

Ağaç türlerinin zımparalama özelliklerinde zımpara no'su arttıkça daha düzgün yüzeylerin elde edildiğini [54, 90, 98, 99], teğet yönde radyal yönden daha pürüzsüz yüzeylerin elde edildiği [92, 94], zımparalanmasında bütün türlerde basıncın etkili olduğu, silisyum karpit zımpara bandının alüminyum oksit zımpara bandına göre daha iyi performans gösterdiği belirtilmektedir [26, 86].

Ağaç türleri odunlarının zımparalama özelliklerinin yoğunluk, sertlik ve tekstürleri ile ilişkili olmadığı [72], zımpara numarası, odun yapısı ile yoğunluğun; yüzey pürüzlülük tipi ve derinliği üzerine etkisinin besleme hızı ve kesiş derinliğinden daha önemli olduğu belirtilmektedir [44].

Bunlara göre; pürüzlülük değerleri Doğu Ladini'nde [62, 67, 83]'den düşük, Doğu Kayını'nda [82]'den düşük, [55, 67, 85]'den yüksek, Anadolu Kestanesi'nde ise [97]'den düşük çıkmıştır.

Çalışmada elde edilen değerler literatürle karşılaştırıldığında; Doğu Ladini'nde düşük, Doğu Kayını ve Anadolu Kestanesi'nde ise yüksek çıkmıştır.

Bunlara göre çalışmada; zımparalamada anatomik yapının ve zımpara no'sunun pürüzlülük üzerinde etkili olduğu ortaya konulabilir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Doğu Ladini, Doğu Kayını ve Anadolu Kestanesi odunlarının anatomik yapıları ve işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğü ile ilişkileri araştırılmıştır. Bulgular istatistik yöntemlerden yararlanarak değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıda açıklanmıştır. Ayrıca ağaç türleri için belirlenen değerler Tablo 74, 75 ve 76'da verilmiştir.

5.1. Yıllık Halka Genişlikleri ve Yoğunluklar

Yıllık halka genişlik değerleri; Doğu Ladini'nde 3,47 mm ile en büyük, bunu daha düşük değerlerle Anadolu Kestanesi (2,93 mm) ve Doğu Kayını (2,32 mm) izlemiştir. Ağaç türleri yıllık halka genişlik değerlerinin % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık gösterdiği ve 3 homojen grupta toplandığı belirlenmiştir.

Tam kuru ve hava kurusu yoğunluklar; Doğu Ladini'nde 0,417 gr/cm³ ile düşük, Anadolu Kestanesi'nde 0,481 gr/cm³ ve 0,500 gr/cm³ ile normal, Doğu Kayını'nda 0,700 gr/cm³ ve 0,701 gr/cm³ ile yüksek çıkmıştır. Ağaç türleri yoğunluk değerlerinin % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık gösterdiği ve 3 homojen grupta toplandığı belirlenmiştir.

5.2. Anatomik Özellikler

Ağaç türleri odunlarının genel anatomik özelliklerine ait değerler belirlenerek Tablo 74'de verilmiştir.

Tablo 74. Genel anatomik özelliklere ait değerler

Anatomik Özellikler	Doğu Ladini	Doğu Kayını	Anadolu Kestanesi
İ.O. Teğet Çap (μm)	28.41	52.26	289.17
Y.O. Teğet Çap (μm)	19.71	---	32.13
İ.O. Radyal Çap (μm)	31.70	57.69	221.91
Y.O. Radyal Çap (μm)	13.99	---	49.98
1 mm ² 'deki Traheid ve Trahe Sayısı (Adet)	---	81.00	4.00
1 mm'de Özışını Sayısı (Adet)	7.00	1.00	7.00
Özışını Yüksekliği (μm)	224.76	311.16	232.05
Özışını Genişliği (μm)	16.56	25.84	17.85
Özışını Yüksekliği (Hücre) (Adet)	13.00	25.00	67.00
Özışını Genişliği (Hücre) (Adet)	---	2.00	---

Genel anatomik özellikler; Doğu Ladini odununda, traheid teğet çapları ilkbahar odununda 28.41 μm ve yaz odununda 19.71 μm ; radyal çapları ise ilkbahar odununda 31.71 μm ve yaz odununda 13.99 μm çıkmıştır. Özışınlarında; yükseklik 224.76 μm , genişlik 16.56 μm hücre olarak yükseklik 13.00 adet, mm'de hücre sayısı 7 adet bulunmuştur.

Doğu Kayını odununda; trahe teğet çapı 52,26 μm , radyal çapı ise 57,69 μm çıkmıştır. Özışınlarında; yükseklik 311,16 μm , genişlik 25,84 μm , yüksekliği (hücre) 25 adet ve genişliği (hücre) ise 2 adet; mm'de hücre sayısı 3 adet, $\frac{1}{2}$ mm²'deki trahe sayısı ise 81 adet bulunmuştur.

Anadolu Kestanesi odununda; trahe teğet çapları ilkbahar odununda 289.17 μm ve yaz odununda 32.13 μm ; radyal çapları ilkbahar odununda 221.91 μm ve yaz odununda 49.98 μm çıkmıştır. Özışınlarında ise; yükseklik 232.05 μm , genişlik 17.85 μm , yükseklik (hücre) 67.00 adet, mm'de özışını sayısı ise 7.00 adet , $\frac{1}{2}$ mm²'de trahe sayısı 4.00 adet bulunmuştur.

Genel anatomik özellikler ve işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri arasında korelasyon katsayıları en yüksekten en düşüğe doğru sırası ile ilkbahar odunu trahe ve traheid teğet ve radyal çapları, yaz odunu trahe ve traheid teğet çapları arasında 1,000 ile çok yüksek ve pozitif, R_y ile 0,648, R_z ile 0,589 orta ve pozitif, R_a ile 0,386 zayıf ve pozitif, 1 mm'deki özışını sayısı ile R_a , R_y arasında 0.016 ile çok zayıf ve pozitif, ilkbahar trahe ve traheid teğetve radyal çapları, yaz odunu trahe ve traheid teğet çapları ile özışını

yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) arasında -0,506, -0,499 ile orta ve negatif, -0,223, -0,236 ile zayıf ve negatif ilişki bulunmuştur.

Genel anatomik özellikler ağaç türlerinde; ilkbahar ve yaz odunu trahe ve traheid teğet ve radyal çapları, özışını yükseklik, özışını genişliği, özışını yüksekliği (hücre sayısı), 1 mm'deki özışını sayısı ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında $P \leq 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Ağaç türleri özışınları özelliklerine ait ortalama değerler belirlenerek Tablo 75'te verilmiştir.

Tablo 75. Özışınları özelliklerine ait değerler

Ağaç Türleri	Zımpara No	Özışınları Özellikleri			
		Özışını Yüksekliği (μm)	Özışını Genişliği (μm)	Özışını Yük. (Hücre) (Adet)	Özışını Gen. (Hücre) (Adet)
Doğu Ladini	80	229.19	18.70	15.00	---
	100	247.90	15.56	14.00	---
	150	256.04	16.13	16.00	---
	180	256.18	20.56	16.00	---
Doğu Kayını	80	335.44	29.56	19.00	2.00
	100	304.16	24.41	17.00	2.00
	150	316.01	23.99	18.00	2.00
	180	319.15	26.41	16.00	2.00
Anadolu Kestanesi	80	282.88	19.56	13.00	---
	100	251.18	15.85	13.00	---
	150	268.60	18.42	14.00	---
	180	256.75	18.99	13.00	---

Burada; özışınları özellikleri sırasıyla 80, 100, 150 ve 180 no'lu zımparalara göre; Doğu Ladini odununda 229.19 μm , 247.90 μm , 256.04 μm ve 256.18 μm , genişlikler 18.70 μm , 15.56 μm , 16.13 μm ve 20.56 μm , hücre olarak yükseklikler 15.76 μm , 14.24 μm , 16.72 μm ve 16.80 μm çıkmıştır.

Doğu Kayını odununda; 335.44 μm , 304.16 μm , 316.01 μm ve 319.15 μm , genişlikler 29.56 μm , 24.41 μm , 23.99 μm ve 26.41 μm , hücre olarak yükseklikler 19.00 μm , 17.00 μm , 18.00 μm ve 16.00 μm , hücre olarak genişlikler ise 2.00 μm çıkmıştır.

Anadolu Kestanesi odununda; 282.88 μm , 251.18 μm , 268.60 μm ve 256.75 μm , genişlikler 19.56 μm , 15.85 μm , 18.42 μm ve 18.99 μm , hücre olarak yükseklikler 13.00 adet ve 14.00 adet çıkmıştır.

Ağaç türlerinin özışınları özellikleri ve işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri arasında; özışını yüksekliği, özışını genişliği, özışını yüksekliği (hücre sayısı), zımpara no'ları, pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında $P \leq 0,05$ önem düzeyi ile anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Doğu Ladini'nde özışınları yükseklik, genişlik ve yüksekliği (hücre sayısı) ile zımpara no'ları arasında pozitif, pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında ise negatif ilişki bulunmuştur.

Doğu Kayını'nda özışınları yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında pozitif, zımpara no'ları ile özışını yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı), özışını yükseklik (hücre sayısı) ile R_y arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Anadolu Kestanesi'nde özışınları yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı) ile zımpara no'ları arasında pozitif, özışınları yükseklik, genişlik ve yükseklik (hücre sayısı), zımpara no'ları ile pürüzlülük değişkenleri (R_a, R_y, R_z) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Zımparalamada, 80, 100, 120 ve 180 no'lu zımparalarla işlemlerdeki odun yüzey deformasyon değerleri; Doğu Ladini'nde 73.16 μm , 51.99 μm , 28.92 μm ve 24.14 μm , Doğu Kayını'nda 65.68 μm , 53.77 μm , 40.3 μm ve 27.8 μm , Anadolu Kestanesi'nde ise 58.65 μm , 47.05 μm , 37.27 μm ve 21.5 μm çıkmıştır. Ağaç türleri odunlarında zımpara no'su arttıkça odun yüzey deformasyonları azalmıştır.

Ağaç türü, odun yüzey deformasyonları ve zımpara no'larının yüzey pürüzlülüğüne etkilerini karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türünün işleme koşulları üzerindeki bireysel etkisinde % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Zımpara no'larının odun yüzey deformasyonu üzerindeki bireysel etkisinde % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamış, ancak işleme koşulları üzerindeki bireysel etkisinde ise % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bunların karşılıklı etkileşimlerinde ise % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Duncan testi sonuçlarına göre; ağaç türlerine göre, odun yüzey deformasyonları iki farklı homojen grupta, işleme koşulları yüzey pürüzlülüğüne göre ise aynı homojen grupta

yer almıştır. Zımpara no'larına göre; odun yüzey deformasyonları aynı grupta, işleme koşullarına ait pürüzlülük değerlerine göre ise iki farklı homojen grupta yer almıştır.

Odun yüzey deformasyonları ile işleme koşullarına ait pürüzlülük ortalama değerleri arasında farklılık olup olmadığını araştırmak amacıyla bağımsız değişkenlerin t testi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılık α : 0,05 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Deformasyon ortalama değerleri 45.52 μm , işleme koşulları pürüzlülükleri ise 32.37 μm çıkmıştır.

5.3. İşleme Koşullarına ait Pürüzlülükler

Ağaç türleri işleme koşullarına ait pürüzlülük değerleri belirlenerek Tablo 76'da verilmiştir.

Tablo 76. İşleme koşullarına ait yüzey pürüzlülük değerleri (µm)

Ağaç Türü	Pürüzlülük Değişkeni	Planyalama Koşulları ve İ.O-Y.O Pürüzlülük Değerleri				İşleme Koşulları									
						Planyalama		Planyalama ve Zımparalama							
		8 m/dk		16 m/dk		8 m/dk	16 m/dk	8 m/dk				16 m/dk			
		İ.O	Y.O	İ.O	Y.O			80	100	150	180	80	100	150	180
Doğu Ladini	R _a	4,34	3,92	6,05	5,69	5,18	5,29	4,57	3,86	2,95	2,68	5,16	4,11	3,17	2,92
	R _y	39,09	35,75	52,52	47,44	42,05	45,95	44,64	37,35	30,60	32,60	48,11	45,09	30,68	31,93
	R _z	32,16	29,21	43,90	39,90	35,14	35,52	34,46	29,05	23,39	20,60	35,87	32,35	25,28	23,52
Doğu Kayını	R _a	5,12	3,84	6,27	5,62	5,83	6,41	3,04	3,39	2,85	3,15	4,26	3,91	2,76	6,22
	R _y	48,82	32,74	55,02	46,87	53,97	62,72	30,64	37,66	32,22	36,36	36,17	40,72	30,36	47,22
	R _z	39,49	26,54	47,92	38,05	46,03	49,52	24,08	28,89	25,63	28,77	30,60	31,73	25,40	39,82
Anadolu Kestanesi	R _a	---	---	---	---	7,76	6,43	6,24	6,16	6,38	7,01	6,84	7,79	5,51	7,36
	R _y	---	---	---	---	78,16	69,24	76,77	77,99	75,37	83,28	81,72	83,39	87,78	82,93
	R _z	---	---	---	---	60,88	54,52	53,29	51,46	56,72	58,87	60,97	62,78	50,15	60,95

Düşük besleme hızındaki planyalamada ilkbahar ve yaz odunu pürüzlülük değerleri R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerine göre; Doğu Ladini ilkbahar odununda $4.34\mu\text{m}$, $39.09\mu\text{m}$ ve $32.16\mu\text{m}$, yaz odununda $3.92\mu\text{m}$, $35.75\mu\text{m}$ ve $29.21\mu\text{m}$ Doğu Kayını ilkbahar odununda $5.12\mu\text{m}$, $48.82\mu\text{m}$ ve $39.49\mu\text{m}$, yaz odununda $3.84\mu\text{m}$, $32.74\mu\text{m}$ ve $26.54\mu\text{m}$ çıkmıştır.

Yüksek besleme hızındaki planyalamada ilkbahar ve yaz odunu pürüzlülük değerleri R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerine göre; Doğu Ladini ilkbahar odununda $6.05\mu\text{m}$, $52.52\mu\text{m}$ ve $43.90\mu\text{m}$, yaz odununda $5.69\mu\text{m}$, $47.44\mu\text{m}$ ve $39.90\mu\text{m}$ Doğu Kayını ilkbahar odununda $6.27\mu\text{m}$, $55.02\mu\text{m}$ ve $47.92\mu\text{m}$, yaz odununda $5.62\mu\text{m}$, $46.87\mu\text{m}$ ve $38.05\mu\text{m}$ çıkmıştır.

Bunlara göre; planyalamadaki düşük besleme hızlarında, yüksek besleme hızlarından ve yaz odunlarında ilkbahar odunlarından daha düşük pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

Düşük besleme hızında planyalamadaki pürüzlülük değerleri R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerine göre; Doğu Ladini'nde $5.18\mu\text{m}$, $42.05\mu\text{m}$ ve $35.14\mu\text{m}$, Doğu Kayını 'nda $5.83\mu\text{m}$, $53.97\mu\text{m}$ ve $46.03\mu\text{m}$, Anadolu Kestanesi'nde $7.76\mu\text{m}$, $78.16\mu\text{m}$ ve $60.88\mu\text{m}$,

Yüksek besleme hızında planyalamadaki pürüzlülük değerleri R_a , R_y ve R_z pürüzlülük değişkenlerine göre; Doğu Ladini'nde $5.29\mu\text{m}$, $45.95\mu\text{m}$ ve $35.52\mu\text{m}$, Doğu Kayını'nda $6.41\mu\text{m}$, $62.72\mu\text{m}$ ve $49.52\mu\text{m}$, Anadolu Kestanesi'nde $6.43\mu\text{m}$, $69.24\mu\text{m}$ ve $54.52\mu\text{m}$ çıkmıştır.

Planyalamada; Doğu Ladini ve Doğu Kayını odununda düşük besleme hızında, yüksek besleme hızından düşük çıkmıştır. Bunun yanında; düşük besleme hızındaki planyalamada daha yüksek pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

Planyalamada farklı besleme hızlarındaki pürüzlülük değerleri ve bunların karşılıklı etkileşimleri % 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur. Pürüzlülük değişkenleri; düşük besleme hızında 2, yüksek besleme hızında 3 homojenlik grubu oluşturmuştur.

Düşük besleme hızında planyalanmış odunların 80, 100, 150 ve 180 no'lu zımparalarla işlemlerinde sırası ile Doğu Ladini'nde $4.57\mu\text{m}$, $44.64\mu\text{m}$ ve $34.46\mu\text{m}$; $3.86\mu\text{m}$, $37.35\mu\text{m}$ ve $29.05\mu\text{m}$; $2.95\mu\text{m}$, $30.60\mu\text{m}$ ve $23.39\mu\text{m}$; $2.68\mu\text{m}$, $32.60\mu\text{m}$ ve $20.60\mu\text{m}$ çıkmıştır.

Doğu Ladini odununun düşük besleme hızında planyalanmış odunlarının zımparalamadaki pürüzlülük değişkenleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Doğu Kayını'nda 80 no'lu zımparada 3.04 μm , 30.64 μm ve 24.08 μm , 100 no'lu zımparada 3.39 μm , 37.66 μm ve 28.89 μm , 120 no'lu zımparada 2.85 μm , 32.22 μm ve 25.63 μm , 180 no'lu zımparada 3.15 μm , 36.36 μm ve 28.77 μm çıkmıştır.

Doğu Kayını odununun düşük besleme hızında planyalanmış odunlarının zımparalamadaki pürüzlülük değişkenleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Anadolu Kestanesi'nde 80 no'lu zımparada 6.24 μm , 76.77 μm ve 53.29 μm , 100 no'lu zımparada 6.16 μm , 77.99 μm ve 51.46 μm , 120 no'lu zımparada 6.38 μm , 75.37 μm ve 56.72 μm , 180 no'lu zımparada 7.01 μm , 83.28 μm ve 58.87 μm çıkmıştır.

Anadolu Kestanesi odununun düşük besleme hızında planyalanmış odunlarının zımparalamadaki pürüzlülük değişkenleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Yüksek besleme hızında planyalanmış odunların 80, 100, 150 ve 180 no'lu zımparalarla işlemlerinde sırası ile Doğu Ladini'nde 5.16 μm , 48.11 μm ve 35.87 μm ; 4.11 μm , 45.09 μm ve 32.35 μm ; 3.17 μm , 30.68 μm ve 25.28 μm ; 2.92 μm , 31.93 μm ve 23.52 μm çıkmıştır.

Doğu Ladini odununun yüksek besleme hızında planyalanmış odunlarının zımparalama pürüzlülük değişkenleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuş ve her bir değişken 3 homojen grubunu oluşturmuştur.

Doğu Kayını'nda 80 no'lu zımparada 4.26 μm , 36.17 μm ve 30.60 μm ; 100 no'lu zımparada 3.91 μm , 40.72 μm ve 31.73 μm ; 120 no'lu zımparada 2.76 μm , 30.36 μm ve 25.40 μm ; 180 no'lu zımparada 5.51 μm , 87.78 μm ve 82.93 μm çıkmıştır.

Doğu Kayını odununun yüksek besleme hızında planyalanmış odunlarının zımparalama pürüzlülük değişkenleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Buna göre; R_a pürüzlülük değeri 100 ve 150 no'lu ile 80 ve 180 no'lu zımparalarda 2; R_y pürüzlülük değeri ise 80 ve 150 no'lu, 80 ile 100 no'lu ve, 100 ile 180 no'lu zımparalarda 3; R_z pürüzlülük değeri ise 80 ve 100 no'lu ile 150 ve 180 no'lu zımparalarda 2 homojen grup oluşturmuştur.

Anadolu Kestanesi'nde 80 no'lu zımparada 6.84 μm , 81.72 μm ve 60.97 μm , 100 no'lu zımparada 7.79 μm , 83.39 μm ve 62.78 μm , 120 no'lu zımparada 5.51 μm , 87.78 μm ve 50.15 μm , 180 no'lu zımparada 7.36 μm , 82.93 μm ve 60.95 μm çıkmıştır.

Anadolu Kestanesi odununun yüksek besleme hızında planyalanmış odunlarının zımparalamada pürüzlülük değişkenleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Buna göre; R_a pürüzlülük değişkeni 80, 150 ve 180 no'lu ile 80, 100 ve 180 no'lu zımparalarda 2; ile R_y ve R_z pürüzlülük değerleri ise 1 homojen grup oluşturmuştur.

Ağaç türleri odunlarının düşük besleme hızında zımparalanmış pürüzlülük değişkenleri değerleri, yüksek besleme hızındaki zımparalama pürüzlülük değişkenleri değerlerinden daha düşük çıkmıştır. İşleme koşullarına göre ise; planyalamada zımparalamadan daha yüksek pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

Farklı besleme hızlarındaki planyalamadaki zımparalamalar arasındaki pürüzlülük değerleri ve bunların karşılıklı etkileşimleri % 0.01 önem düzeyinde önemli bulunmuştur. Zımpara no'ları ile ağaç türünün karşılıklı etkileşimleri arasında ise % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ağaç türlerine göre pürüzlülük değerleri Doğu Ladini ile Doğu Kayını odununda aynı, Anadolu Kestanesi odununda ise farklı homojen grubunu oluşturmuştur.

6. ÖNERİLER

Çalışmada sonuçlarına göre; ağaç türleri odunları anatomik özelliklerine ait eleman çapları Doğu Ladini'nde en düşük, Doğu Kayını'nda normal ve Anadolu kestanesinde en yüksek değerler göstermiştir. Bunun yanında öz ışınına ait boyutlar, Doğu Ladini'nde düşük çıkmış, onu bir miktar yüksek değerlerle Anadolu Kestanesi ve Doğu Kayını izlemiştir.

İşleme koşullarına ait ilkbahar ve yaz odunları pürüzlülük değerlerine göre; ağaç türü odunlarında düşük besleme hızlarındaki planyalama koşullarında yüksek besleme hızlarından daha düşük pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Ayrıca; Doğu Ladini Doğu Kayını'ndan ilkbahar odunlarında bir miktar düşük, yaz odunlarında ise bir miktar yüksek pürüzlülük değerleri göstermiştir.

Aynı şekilde; ağaç türü odunlarının farklı besleme hızlarındaki planyalama koşullarında; düşük besleme hızlarında daha düşük pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre ise; Doğu Ladini düşük, onu bir miktar yüksek değerlerle Doğu Kayını ve Anadolu Kestanesi izlemiştir.

Ağaç türlerinin işleme koşullarındaki pürüzlülüklerin değerlendirilmesinde, planyalama koşullarında zımparalama koşullarına göre daha yüksek pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Ayrıca, zımpara no'ları arttıkça pürüzlülük değerleri Doğu Ladini ve Doğu Kayını'nda azalmış, bunun yanında Anadolu Kestanesi'nde anatomik yapıdan (halkalı traheli) kaynaklanan farklı değerler elde edilmiştir.

Ağaç türü odunlarının zımparalama koşullarında pürüzlülük değerlerinde; düşük besleme hızında planyalamadaki zımparalama pürüzlülükleri, yüksek besleme hızına göre Doğu Ladini ve Doğu Kayını'nda daha düşük değerler göstermiş, aynı şekilde Anadolu Kestanesi'nde ise farklı değerler elde edilmiştir.

Ağaç türü odunlarının işlenmesinde yüzey kalitesi birçok etkene göre değişmektedir. Bunlar; bıçak veya kesici aletlerin mekanik durumu (kesicinin türü, keskinliği ve silindirlere yerleştirilmeleri), alet veya makinelerin ayarlanması (kesiş açısı, kesici izi derinliği, besleme veya itme hızı ve birim uzunlukta kesici izi sayısı) ve ağaç malzemenin yapısı ve özellikleri (odunun rutubet miktarı, yoğunluğu, yıllık halka yapısı ve kusurları) olarak üç esas etkene bağlanmakta ve amaca uygun işlemede etkili olmaktadır.

Sonuç olarak; ağaç türü odunlarının işlenmesinde bıçaklar, alet veya makineler ve malzemelere bağlı birçok etken göz önünde bulundurulmalıdır. Buna göre aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

1. Yüzey pürüzlülüğü bakımından odun elemanları büyük olan halkalı traheli ağaç türü odunlarının işlenmesinde, daha duyarlı olan düşük besleme ve yüksek kesme hızları uygulanmalıdır.

2. Ağaç türü odunlarının işlenmesinde genellikle yaz odunları ilkbahar odunlarına göre daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir. Bu bakımdan; işlemede ilkbahar odunları, odun yüzeylerinin değerlendirilmesindeki yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde ise yaz odunu göz önünde bulundurulmalıdır.

3. Ağaç türü odunlarının işleme performansları, odun özellikleri ve daha çok kalitesi ile ilişkili olduğundan kullanım yerlerine uygun malzemeler seçilmelidir. Özellikle ahşap mobilya üretiminde görünen, yarı görünür mobilya elemanları için kalite sınıfı yüksek; görünmeyen (mobilya çatkıları veya boyalı ürünlerde) elemanlar için kalite sınıfı düşük malzemeler tercih edilmelidir.

4. Planyalamada yüzey pürüzlülüğü bakımından düşük besleme hızları en uygun sonuçları vermiştir. Buna göre; işlemede birim mesafedeki (25 mm) bıçak izi sayısı fazla tutularak ve yüzey kalitesi artırılmalıdır. Bunun için odunların işlenmesinde üretim yapılan endüstri için verilen tablolardan yararlanılmalıdır. Yüzey kalitesinin önemli olduğu mobilya endüstrisinde önerilen bıçak izi sayısı (16 veya daha fazla) veya kesiş izi uzunluklarından (1.3 mm- 1.7 mm iyi veya 1.7 mm- 2.5 mm orta) ait en uygun miktarlar seçilmelidir (16).

5. Odunların işlenmesinde (planyalama, frezeleme v.b) yoğunluğu yüksek odunlar düşük olanlara, dağınık traheliler halkalı trahelilere göre daha iyi işlenmektedir. Bu bakımdan işlemede yoğunluğu düşük ve halkalı traheli odunlarda daha duyarlı çalışılması önerilebilir. Bunların yanında aynı işleme koşullardaki zımparalamada yoğunluğu yüksek ağaç türü odunları düşük olanlara göre yüzey kalitesi yönünden daha olumsuz sonuçlar göstermektedir. Bu bakımdan zımparalamada yoğunluğu yüksek olan ağaç türü odunları için düşük olanlara göre daha düşük besleme veya daha yüksek kesme hızları uygulanmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Malkoçoğlu, A. ve Özdemir, T., Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Önemli Bazı Ağaç Türleri Odunlarının İşlenme Özellikleri, Proje Sonuç Raporu, Trabzon, 2003.
2. Malkoçoğlu, A. ve Özdemir, T., The Machining Properties of some Hardwoods and Softwoods Naturally Grown in Eastern Black Sea Region of Turkey, Journal of Materials Processing Technology 173 (2006) 315-320.
3. Anşın R., ve Özkan Z. C., Tohumlu Bitkiler- Odunsu Taksonlar, KTUOrman Fak., Genel Yayın No: 167, Fak Yayın No: 19, Trabzon, 1993.
4. Saatçioğlu, F., Sivilkültür I. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:22, İstanbul. 1976.
5. Bozkurt, Y. Göker ve Y., Erdin, N., Belgrat Ormanında Suni Olarak Yetiştirilmiş Doğu Ladini’nin Bazı Anatomik Özellikleri, İÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 41, 2 (1991).
6. Bozkurt. Y. ve Erdin N., Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fak., İ.Ü. Yayın No:3598, Fak Yayın No:45, İstanbul 1997.
7. Akyüz, M., Doğu Ladini (*Picea Orientalis* (L) Link.) Odunun Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri, Orman Bakanlığı Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, DKOAYayın No: 3, Trabzon, 1997.
8. Bozkurt,A.Y., Odun Anatomisi, İ.Ü.Orman Fak.İ.Ü.Yayın No:3652, Fakülte Yayın No:415, İstanbul,1992.
9. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt, İ.Ü. Orman Fak., İ.Ü. Yayın No: 1448, O.F. Yayın No:147, İstanbul, 1970.
10. Merev, N., Odun Anatomisi, Cilt 1, Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, KTÜ, Orman Fak., KTÜ Genel Yayın No: 189. Fak. Yayın No:27, Trabzon, 1998
11. Malkoçoğlu, A., Doğu Kayını Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
12. Berkel, A., Şark Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.)’nin Teknolojik Vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar, Yük. Ziraat Enst. Yay. Sayı: 118, Ankara, 1941.
13. Konukçu M., Ormancılığımız, Turkish Forestry, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, Kasım, 1999.
14. Kollman, F, and Wilfred, A.C., Principles of Wood Science and Technology I, Solid Wood, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg Newyork, 1968, p.573.

15. Kurtoğlu A, Odunun İşlenme Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B Serisi, 31, 2(1981) 179-199.
16. Malkoçoğlu A, Ağaç Malzeme İşleme Teknolojisi Ders Notları (Yayınlanmamış) KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon, 2010.
17. Lihra, T. and Ganev, S., Machining Properties and Composite Panels Forinteh Canada Grp. Canada's Wood Products Rescorch İnstitute, Project No: 2306, 1999, p. 62s.
18. Malkoçoğlu A, Mobilya Endüstrisi Ders Notları (Yayınlanmamış), KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon, 1989.
19. Koch, P., Utilization of The Southern Pines, Agriculture Handbook No:420, Volüm Iı, U.S. Departmet of Agriculture Forest Service, 1972.
20. İlhan, R., Burdurlu, E. ve Baykan, İ., Ağaç İşlerinde Kesme Teorisi ve Mobilya Endüstrisi Makinaları, H.Ü. Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1998.
21. Burdurlu E. ve Baykan, İ., Ağaç İşlerinde Kesme Teorisi ve Endüstriyel Mobilya Üretimi Makinaları, HÜ. Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1998.
22. Kurtoğlu, A., Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri 1.Cilt: Genel Bilgiler, İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yayın No: 4262, Fak. Yayın No: 463, İstanbul, 2000.
23. Malkoçoğlu, A., Yüzey İşlemleri Ders Notları (Yayınlanmamış Ders Notları), KTÜ. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Trabzon, 2002.
24. Malkoçoğlu, A. ve Özdemir, T., Yüzey Pürüzlülüğü Araştırmalarının Tarihi Gelişimi, Mobilya ve Dekorasyon Dergisi 32 (1999) 60-63
25. Ratnasingam, J., Reid, H.F. and Perkins, M.C., The Productivity Imperatives in Coated Abrasives- Application İn Furniture Manufacturing, Holz Als Roh-Und Werkstoff 57 (1999) 117-120.
26. Ratnasingam, R., Reid, H.F. and Perkins, M.C., The Abrasive of Rubberwood (Hevea Brasiliensis): An Industrial Perspeactive, Holz Als Und Werkstoff 60 (2002) 191-196.
27. Bozkurt, Y., Ağaç Malzemede Liflere Paralel Yönde Periferik (Çevresel) Kesiş, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri B, 35, 3 (1985) 17-26.
28. Anonymous, Furniture and Joinery Industries for Developing Countries, Unido, Vienna, 1989, p.374.

29. Kurtoğlu, A., Mobilya Endüstri Ders Notları (Yayınlanmamış), İ. Ü. Orman Fak. . İstanbul, 1995.
30. Davis, E. M., Machining and Related Characteristics of United States Hardwoods, Technical Bulletin No: 1267, U. S. Department of Agriculture-Forest Service, Washington, D. C., August 1962.
31. Wengert, G., Rx for Wood Machining Defects, Woodweb, Knowledge Base Article, 1998, p.7.
32. Williams, D., Morris, R., Machining and Related Mechanical Properties of 15 B. C. Wood Species, Forinteh Canada Grp. Vancouver, B. C. Special Ruplication No. Sp-39, 1998, p. 31.
33. Anonymous, Leitz Katoloğu, Precision Tools By Leitz, Gebr. Leitz Gmbh and Co., Postfach 1229, D-73443 Oberkochen, Deutschland.
34. Ratnasingam, J., Ma, T.P. ve Perkins, M.C., Productivity İn Wood Machining Process-A Question of Simple Economics, Holz Als Roh-Und Werkstoff 57 (1999) 51-56.
35. Jerger, E., Fundamentals of Tooling, Nort Carolina State University Department of Wood and Paper Science, Woodworking Machinery Distributers Association, Sales Training Seminer, October, 1989, 16-20.
36. Effner, Jim., Feed Rates, Cutter Marks and Finish Quality, Fdm, Furniture Design and Manufacturing, 71, 9 (1999) 104-108.
37. Anonym, Furniture and Joinery Industries For Developing Countries, UNIDO,1977, P:374.
38. Peters, C., and Cumming D.S.Measuring Wood Surface Smoothness: A Review, Forest Products Journal,10,2 (1960),122-124.
39. Stumbo, D.A., Surface Texture Measurement for Qality and Production Control, Forest Products Journal, 20, 12 (1970) 40-43
40. Merev, N., Odun Anatomisi ve Odun tanıtımı, K.T.Ü.Orman Fakültesi Ders Notları Yayın no: 306, Trabzon,1988
41. Richter, K., Feist, W.C., and Knaebe, M.T., The Effect of Surface Roughness on The Performance of Finishes, Forest Products Journal, 45,7 (1995) 91-97.
42. Şanlı, İ., Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)’nin Türkiye’de Çeşitli Yörelerde Oluşan Odunları Üzerinde Anatomik Araştırmalar İ.Ü. Orman Fak., İ.Ü. Yayın No: 2410, O.F. Yayın No: 256, İstanbul 1978.
43. Stewart, H., and Crist,J.B., SEM Examination of Subsurface Damage of Wood After Abrasive And Knife Planing, Wood Science and Technology, 14,3 (1982) 106-109.

44. Stewart, H.A., Murmaris, L., and River, B.H., Surface and Subsurface haracteristics Related to Abrasive-Planing Conditions, Wood And Fiber Science, 18, 1 (1986) 107-117.
45. Anonim, Kayın, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi:1, Ankara,1985.
46. Sadoh, T. And Nakato, K., Surface Properties of Wood in Physical and Sensory Aspects, Wood Science and Technology,21 (1987)111-120.
47. Gurau, L., “Separation of Wood Anatomy From the Evaluation of Processing Roughness of Sanded Oak Surfaces” International Conference Wood Science and Engineering In the Third Millennium, ICWSE (2009) 209-218.
48. TS 6956 EN ISO 4287, Geometrik Mamul Özellikleri (GMÖ)- Yüzey Yapısı: Profil Metodu- Terimler, Tarifler ve Yüzey Yapısı Parametreleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2005.
49. Bonac, T., Wood Roughness Volume and Depth Estimated From Pneumatic Surface Measurements, Wood Science, 11,4 (1979) 227-231.
50. Timothy,D.F., Real Time Measurement of Veneer Surface Roughness by İmage Analysis, Forest Products Journal, 37,6 (1987) 34-40.
51. Kikata, Y., Studies on Surface Roughness of Wood I. A Simple Apparatus for Determining Surface Roughness and Its Practical Application, Journal Japanes Wood Research Society, 3, 2 (1957) 63-66.
52. Sieminski, R. and Skarzynskva, A., Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, Przemysl-Drzewny, 38,9 (1987) 23-25.
53. Donaldson L., Bardage S., Daniel G., Three-Dimensional İmaging of a Sawn Surface; a Comparison of Confocal Microscopy, and Light Microscopy Combined with Serial Sectioning, Wood Science 41 (2007) 551-564.
54. Moura F., Hernandez R.E., Characteristics of Sugar Maple Wood Surfaces Machined with the Fixed-Oblique Knife Pressure-Bar Cutting System, Wood Science Technologie 41 (2007) 17-29.
55. Şahin, H., Doğu Ladini Odununun İç Morfolojik Özellikleri ve Bazı Organik Çözücülerin Geçit Aspirasyonu Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon 1996.
56. Mothe, F., Comparative Study of Three Methods For Grading Wood According to Surface Roughness: Pneumatic and Sensory Methods, Annales-des-Sciences-Forestieres,42,4 (1985) 435-452.
57. Krus, S. and Boratynski, M., Anisotropy of Surface Roughness of Wood, Przemysl-Drzewny,37,4 (1986) 11-12.

58. Richter, K., Feist, W.C. and Knaebe, M.T., The Effect of Surface Roughness on The Performance of Finishes, Part I. Roughness Characterization and Stain Performance, Forest Products Journal, 45, 7-8 (1995) 91-97.
59. Hecker, M. und Becker, G., Oberflächen-Rauigkeit Mikrotomüberschnittenen Douglasienholzes, Holz als-und Werkstoff, 53 (1995) 220.
60. Carrano, A.L., Characterization of Wood Surface Preparation, Department of Industrial Engineering, North Carolina State University, PhD. Thesis, U.S.A, 2000.
61. Topçuoğlu, M., Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Carr.) Odununun İç Morfolojisi Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 34, Ankara, 1985.
62. Gurau, L., Mansfield-Williams, H. and Irle, M., Processing Roughness of Sanded Wood Surfaces, Holz als Roh-und Werkstoff, 63 (2005) 43-52.
63. Carrano, A.L., Taylor, J.B., Lemaster, R.L., Machining-Induced Subsurface Damage of Wood, Forest Products Journal 54,1 (2004) 85-91.
64. Hendarito, B., Shayan, E., Ozarska, B., Carr, R., Analysis of Roughness of Sanded Wood Surface, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28 (2006) 775-780.
65. Afzal, T. M., Hu, C., Automatic Measurement of Wood Surface Roughness by Laser Imaging, Part I: Development of Laser Imaging System, Forest Product Journal, 55 (2005) 158-163.
66. Fujiwara Y., Fujii Y., Okumura S., Relationship Between Roughness Parameters Based on Material Ratio Curve and Tactile Roughness for Sanded of two hardwoods Wood Science, 51 (2005) 274-277.
67. Gurau, L., Mansfield-Williams, H., Irle, M., Filtering the Roughness of a Sanded Wood Surface, Holz als Roh-und Werkstoff, 64 (2006) 363-371.
68. Gurau L., Mansfield-Williams, H., Irle, M., Separation of Processing Roughness From Anatomical Irregularities and Fuzziness to Evaluate the Effect of Grit Size on Sanded European oak, Forest Product J. 57, 1-2 (2007) 110-115.
69. Gerçek Z., Preparasyon Tekniği Yardımıyla Kaplamalarda Yüzey pürüzlülüğünün Saptanması İçin Yöntem, KTÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Yayın No:1/6, Trabzon, 1983.
70. Murmanis, L., River, B.H., and Stewart, H.A., Surface and Subsurface Characteristics Related to Abrasive-Planing Conditions, Wood and Fibre Science, 18, 1 (1986) 107-117.
71. Gurau, L., "The Roughness of Sanded Wood Surfaces" PhD. Thesis, Forest Products Research Centre, Brunel University, United Kingdom, 2004.

72. Fujiwara, Y., Fujii, Y. and Okumura, S., Effect of Removal of Deep Valleys on the Evaluation of Machined Surfaces of Wood, Forest Product Journal 53, 2 (2003) 58-62
73. Malkoçoğlu, A., ve Özdemir, T., Machining Properties and Surface Roughness of Various Wood Species Planed in Different Conditions, Building and Environment, 42 (2007) 2562-2567.
74. Pahlitzsch, V.G. and Fribe, E., Methods of Measurement and Estimation For Belt-sanded Wood, Holz Als Roh-Und Werkstoff, 19,10 (1961) 403-417
75. Pahlitzsch, V.G. and Dziobek, K., Effects of The Working Conditions on The Quality of Presanded Wood Surfaces, Holz Als Roh-Und Werkstoff, 20, 4 (1962) 125-137.
76. Stewart, H.A., Cross-Grain Knife Planing, Hard Maple Produces High-Quality Surfaces and Flakes, Forest Products Journal,20,10 (1970) 39-42.
77. Stewart, H.A., A Comparison of Factors Affecting Power for Abrasive and Knife Planing of Hardwoods, Forest Products Journal, 24,3 (1974) 31-34.
78. Gürtekin, A., (1996): Ağaç İşleri Rendeleme Makinelerinde Kesme ve İlerleme Hızının Ahşap Yüzey Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 1996.
79. Mori, M. and Hashi, T., Studies of Surfacing of Wood With Planer 1. On Cut-Surface Roughness of Wood. Bull for. Exp. Sta., Meguro, Tokyo, No:119, 1960, 79-93.
80. Stewart, H. A., Cross-Grain Knife Planing Improve Surface Quality and Utilication of Apsen, Nort Central Forest Experiment Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture, 1971, p.4s.
81. Stewart, H. A., Knife Planing Across The Grain Can Be Applied To Hardwooda, Nort Central Forest Experiment of Agriculture, 1975, p.4s.
82. Mendoza, B. A., The Effect of Density and Some Machining Variables On Power Consumption and Planing Quality of Coconut (*Cocos Nucifera* L.) Lumber, Fprdi Journal, 17: 1-4,(1988) 37-66.
83. Triboulot, P., Kremer, P., Martin, P. And Leban, J.M., Planing of Norway Spruce With Very Varied Ring Width, Holz Als Roh Und Werkstoff, 49,5 (1991) 181-184.
84. Lavery, D.J. Mclarnon, Dr, Toylar J.M., Moleney, S., and Atanockevic, A., Parameters Affecting The Surface Finish of Planed Sitka Spruce. Forest Products Journal 45,4 (1995).

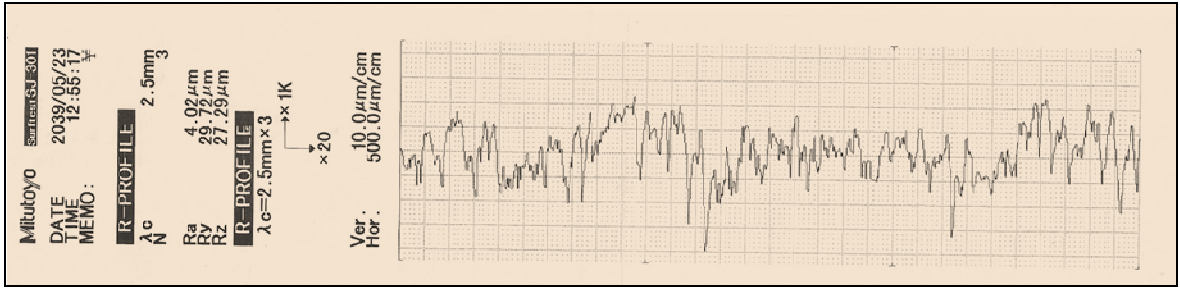
85. Baykan, İ., Rendelenmiş ve Zımparalanmış Masif Ağaç Malzeme Yüzeylerinde Yüzey Pürüzlülüğüne İlişkin Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
86. Taylor, J.B., Carrano, A.L., and Lemaster, R.L., Quantification of Process Parameters İn A Wood Sending Operation, Forest Product Journal, 49, 5 (1999) 41-46.
87. Hernandez R.E., Bustos C., Fortin Y. and Beaulieu J., Wood Machining Properties of White Spruce From Plantation Forests, Forests Products Journal, 51 6 (2001) 82-88
88. Aguilera A. and Martin P., Machining Qualification of Solid Wood of Fagus Silvatica L. And Picea excelsa L. ; Cutting Forces, Power Requirements and Surface Roughness, Holz als Roh und Werkstoff, 59 (2001) 483-488
89. Moura F., Hernandez R.E., Effects of Abrasive Mineral, Grit Size and Feed Speed on the Quality of Sanded Surfaces of Sugar Maple Wood, Wood Science Technologie, 40 (2006) 517-530.
90. Kılıç, M., Hızıroğlu, S., Burdurlu, E., Effect of Machining on Surface Roughness of Wood, Bulding and Environment (2006) 1074 (1078).
91. Hernandez R.E. and Cool J., Effects of Cutting Parameters on Surface Quality of Paper Birch Wood Machined Across the Grain with two Planing Techniques, Holz Roh Werkst 66 (2008) 147-154.
92. Gürleyen, L., Mobilyada Kullanılan Masif Ağaç Malzemelerde Yüzey Düzgünlüğünün Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, Ankara, 1998.
93. Kılıç, Y. ve Demirci, S., Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill) Odunlarının Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Araştırılması, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, Ankara, 16, 3 (2003) 553-558.
94. Söğütü, C., Bazı Yerli Ağaç Türlerinin Kündekari Yapımında Kullanım İmkanları, Doktora Tezi, G.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, Ankara, 2004, 67-82 s.
95. Sönmez, A. ve Söğütü, C., Rendeleme İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Teknoloji Dergisi, 8, 3 (2005) 287-293.
96. Ünsal, Ö., Kantay, R., Türkiye’de Üretilen Meşe ve Kayın Masif Parkelerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 52, 1 (2002).
97. Balkız, Ö., Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanılan Önemli Bazı Yerli Ağaç Türlerinin Yapışma Özelliklerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar, Yüksek Mühendislik Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 2000.

98. Aysel, M. ve Doğu, K., Karaçam ve Kızılcıcamda Zımpara Türü ve İşlemlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yeterlik Tezi, Ankara, 1997.
99. Chen, S., Huang, Y., Studies on Wide Belt Sanding of Wood, Bull.Taiwan. Res. Inst, New Series, 4, 3 (1988) 105-121.
100. Aslan S., Coşkun H., Kılıç M., The Effect of the Cutting Direction, Number of Blades and Grain size of the Abrasives on Surface Roughness of Taurus Cedar Woods, Building and Environment, 43 (2008) 696-701.
101. Duran, V., Ağaç Malzemede Rendeleme Faktörlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 2005.
102. Young, R., Fujita, M. and River, B.H., New Approaches to Wood Bonding A Base-Activated Lignin Adhesive System, Science and Technology, 19 (1985) 363-381.
103. Krus, S. and Staniszewski, J., A Non Destructive Method of Wood Surface Roughness Projection Sprowozdania Komisja Technologie Drewna, 1 (1987) 11-15.
104. Kalıpsız, A., İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2837/ 294, İstanbul, 1981.
105. TS 4176 Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, I. Baskı, T.S.E, Ankara, Mart 1984.
106. ASTM-D 1666-87 American Society for Testing and Material, Standart Method for Conducting Machining Test of Wood and Wood Based Material, Annual Book of Astm Standards, Philadelphia, Pa: Astm. Vol. 04.09.(1994) P. 226-245.
107. TS 2472 Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, I. Baskı, T.S.E, Ankara, Kasım 1976.
108. TS 971, Yüzey Pürüzlülüğü-Parametreler ve Pürüzlülük Tespiti Kuralları (Surface Roughness-Parameters, Their Values and General Rules for Specifying Requirements), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1988.
109. TS 2495 EN ISO 3274, Yüzey Pürüzlülüğü- Geometrik Mamul Özellikleri (GMÖ)-Yüzey Yapısı: profil Metodu-Temas Uçlu (İğneli) Ölçme Cihazlarının Anma Karakteristikleri Geometrical Product Specifications (GPS)-Surface Texture: Profile Method- Nominal Characteristics of Contact (Stylus) Instruments),Türk Standartları Enstitüsü, 2005, Ankara.
110. Bozkurt, A.Y., Erdin, N., Odun Anatomisi İ.Ü.Orman Fak. İ.Ü.Yayın No: 4263, Yayın No: 466, İstanbul, (2000) 975-404-592-5.
111. Merev, N., Odun Anatomisi, KTÜ, Orman Fakültesi, KTÜ Genel Yayın No:209, Fakülte Yayın No: 31, Trabzon 2003

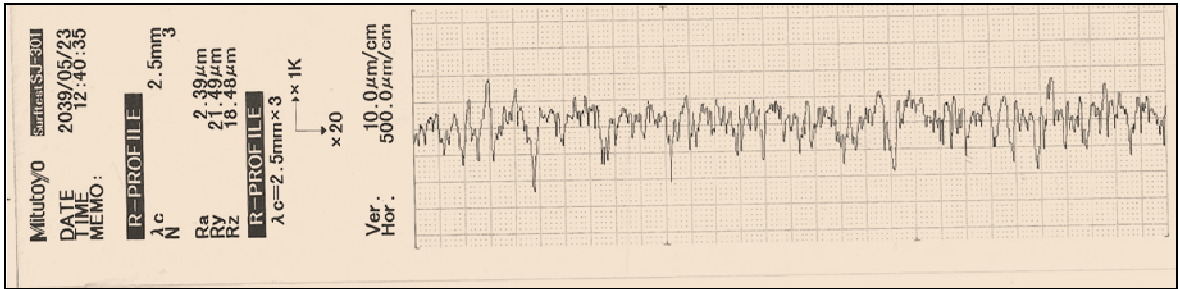
112. Bozkurt, A.Y., Ağaç Teknolojisi İ.Ü.Orman Fak.İ.Ü.Yayın No:3403, Fakülte Yayın No:380, İstanbul,1986.
113. Ay, N. ve Şahin, H., Maçka – Çatak Bölgesi Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Odunun Fiziksel Özellikleri, KTÜ. Artvin Orman Fak. Dergisi, 3 (2002) 63–71.
114. Triboulot,P., Reflexions sur les Surfaces des états de Surface du Bois, Annales des Sciences Forestières, 41, 3 (1984) 335-354.
115. Lemaster Len R., Development of an Optical Profilemeter and the Related Advanced Signal Processing Methods for Monitoring Surface Quality of Wood Machining Applications, Department of Wood and Paper Science, North Carolina State University, PhD Thesis, U.S.A, 2005.

8. EKLER

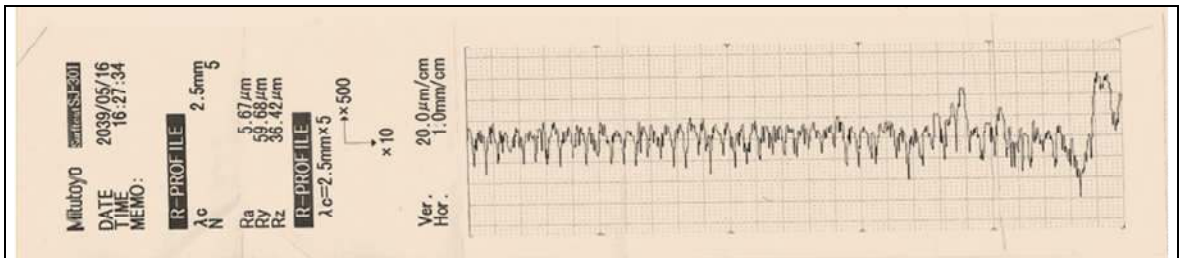
İğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.)Link.) ve yapraklı ağaçlardan dağınık traheli Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ile halkalı traheli Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odunlarının farklı besleme hızlarındaki planyalama ve zımparalamalarda ölçümü yapılan pürüzlülük değerlerini gösteren yüzey profillerine ait örnekler aşağıda verilmiştir.



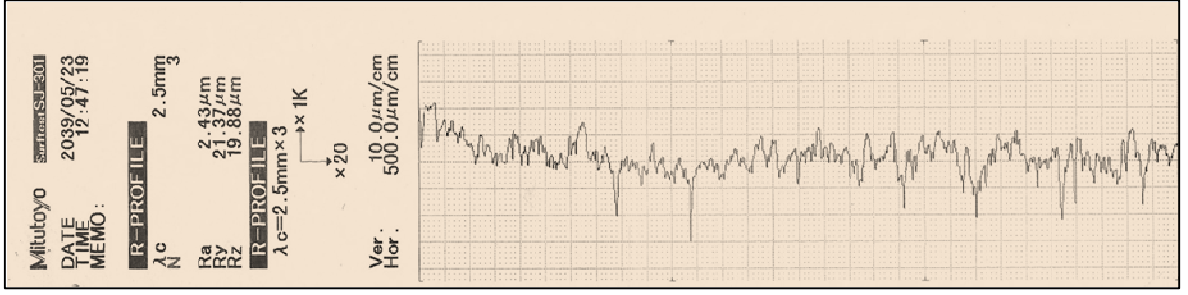
Ek Şekil 1. Doğu Ladini odununda yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalanmış ve 80 no ile zımparalanmış pürüzlülük profili



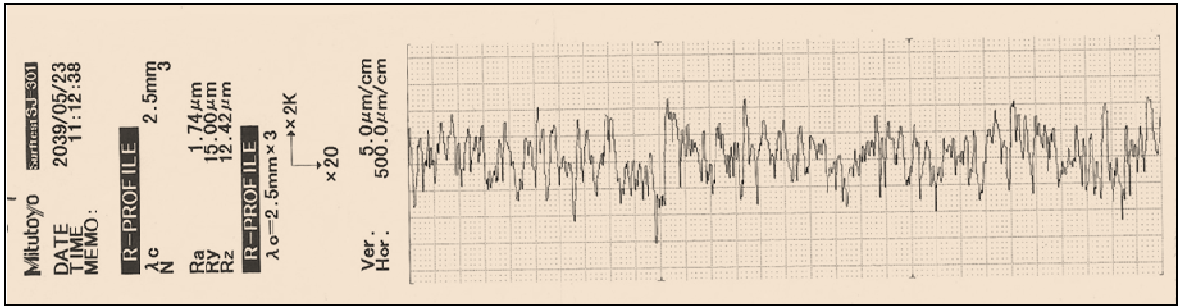
Ek Şekil 2. Doğu Ladini odununda yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalanmış ve 150 no ile zımparalanmış pürüzlülük profili



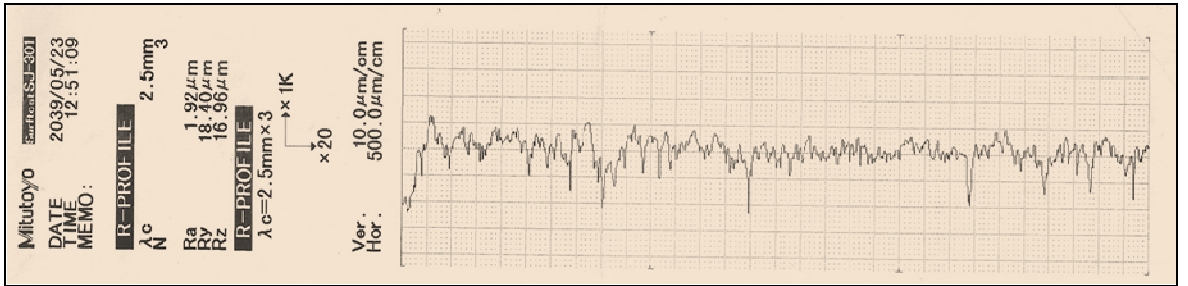
Ek Şekil 3. Doğu Kayını odununda düşük besleme hızında (8 m/dk) planyalamadaki pürüzlülük profili



Ek Şekil 4. Doğru Kayını odununda düşük besleme hızında (8 m/dk) planyalanmış ve 100 no ile zımparalanmış pürüzlülük profili



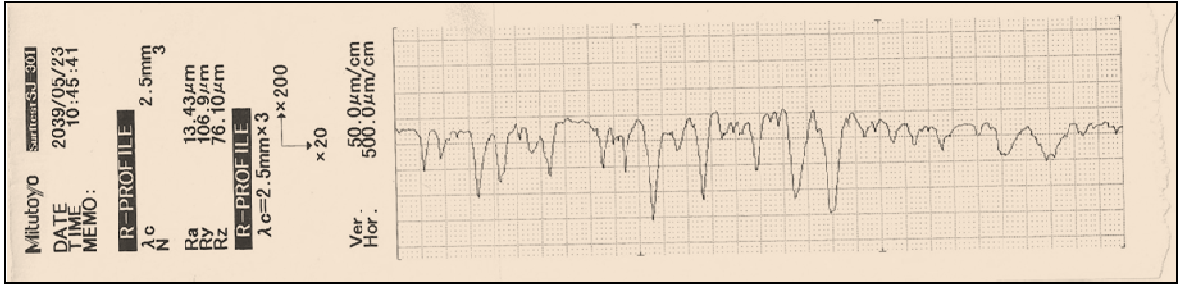
Ek Şekil 5. Doğru Kayını odununda yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalanmış ve 150 no ile zımparalanmış pürüzlülük profili



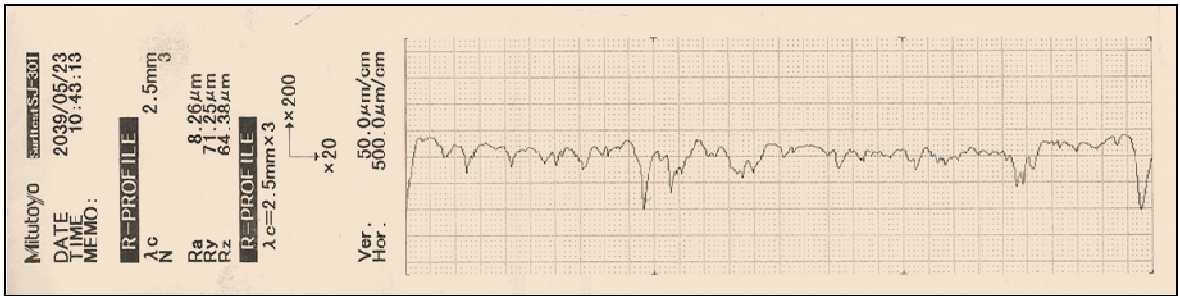
Ek Şekil 6. Doğru Kayını odununda yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalanmış ve 180 no ile zımparalanmış pürüzlülük profili



Ek Şekil 7. Anadolu Kestanesi odununda yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalanmış ve 80 no ile zımparalanmış pürüzlülük profili



Ek Şekil 8. Anadolu Kestanesi odununda yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalanmış ve 150 no ile zımparalanmış pürüzlülük profili



Ek Şekil 9. Anadolu Kestanesi odununda yüksek besleme hızında (16 m/dk) planyalanmış ve 180 no ile zımparalanmış pürüzlülük profili

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Denizli’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Yazır Kasabası’nda, lise öğrenimini Adana Laboratuvar Sağlık Meslek Lisesi’nde tamamladı. Aynı yıl mezun olduktan sonra Erzincan Devlet Hastanesi’ne Laboratuvar Teknisyeni olarak atandı. 1990 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazandı. Ayrıca öğrenimi süresince Trabzon Numune Hastanesi’nde Laboratuvar Teknisyeni olarak görevine devam etti. 1994 yılında bölümü bitirdikten sonra aynı bölümde Yüksek Lisans programına başladı. Bu arada 1995 yılında Laboratuvar Teknisyeni görevinden ayrılarak, Orman Bakanlığı’na bağlı Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü’nde Orman Endüstri Mühendisi olarak görev yapmaya başladı. 1998 yılında “Sarıçam Odunu’nda (*Pinus sylvestris* L.) Ökseotu’nun (*Viscum album* L.) Teknolojik Özellikler Üzerine Etkisi” adlı Yüksek Lisans teziyle Yüksek Mühendis Ünvanı aldı. 1999 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora programına başladı. İngilizce bilen Hatice ULUSOY, evli ve bir erkek çocuk annesidir.

Halen Ordu İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü’nde DKMP Mühendisi olarak görevine devam etmekte olup, orta derecede İngilizce bilmektedir.