

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ İŞLENMESİNDE GÜÇ TÜKETİMİNİN VE
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Sebahattin TİRYAKİ

HAZİRAN 2012

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ İŞLENMESİNDE GÜÇ TÜKETİMİNİN VE
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ARAŞTIRILMASI

Orm. End. Müh. Sebahattin TİRYAKİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14.05.2012
Tezin Savunma Tarihi : 04.06.2012

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında

Sebahattin TİRYAKİ tarafından hazırlanan

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ İŞLENMESİNDE GÜÇ TÜKETİMİNİN VE
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ARAŞTIRILMASI**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 15 / 05 / 2012 gün ve 1456 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mustafa USTA

Üye : Prof. Dr. İsmail AYDIN

Üye : Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Bazı Ağaç Türü Odunlarının İşlenmesinde Güç Tüketiminin ve Yüzey Pürüzlülüğünün Araştırılması” konulu bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarım süresince benden yardım ve desteğini esirgemeyen, çalışmalarım sırasında bana yön veren hocam sayın Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU’na, tezin hazırlanmasında yapıcı katkılarından yararlandığım hocalarım sayın Prof. Dr. İsmail AYDIN ve sayın Prof. Dr. Mustafa USTA’ya teşekkür ederim.

Çalışmanın, orman ürünleri ve mobilya endüstrisinde çalışan bilim adamları ve sanayicilere yararlı olmasını dilerim.

Sebahattin TİRYAKİ
Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı Ağaç Türü Odunlarının Güç Tüketimlerinin ve Yüzey Pürüzlülüklerinin Araştırılması” 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.

30/06/2012

Sebahattin TİRYAKİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	X
SUMMARY	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XVI
SEMBOLLER DİZİNİ	XIX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmada Kullanılan Ağaç Türlerinin Genel Özellikleri	2
1.2.1. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Link.) Odununun Özellikleri.....	2
1.2.2. Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> Link.) Odununun Özellikleri	5
1.3. Ağaç Malzemenin İşlenmesi.....	7
1.3.1. Ağaç Malzeme İşleme Esasları.....	7
1.3.2. Ağaç Malzemenin İşlenme Özellikleri	8
1.3.2.1. Planyalama İşlemi.....	8
1.3.2.2. Tortalama İşlemi	8
1.3.2.3. Zımparalama İşlemi	9
1.3.2.4. Lamba-Zıvana Açma İşlemi	9
1.3.2.5. Frezeleme İşlemi.....	9
1.3.2.6. Delgi İşlemleri	9
1.3.3. Ağaç Malzemedede Kesme Yöntemleri.....	10
1.3.3.1. Besleme Yönüne Karşı veya Yukarı Kesiş.....	10
1.3.3.2. Besleme Yönünde veya Aşağı Kesiş.....	10
1.3.4. Ağaç Malzemenin İşlenmesinde Kesiş Çeşitleri	11
1.3.5. Bıçak veya Kesici ve İşleme Geometrisi	12
1.3.5.1. Bıçak veya Kesici Geometrisi	12
1.3.5.1.1. Göğüs Açısı	12

1.3.5.1.2.	Kama Açısı	13
1.3.5.1.3.	Serbest Açı.....	13
1.3.5.2.	İşleme Geometrisi	13
1.3.6.	Yüzey Kalitesini Belirleme Ölçütleri	14
1.3.7.	Ağaç Malzemenin İşlenmesini Etkileyen Faktörler	16
1.3.7.1.	Makine ve Kesme Aletlerinin Mekanik Durumu	16
1.3.7.2.	Makinaların Ayarlanması ve Çalıştırılması	17
1.3.7.2.1.	Kesiş Açısı	17
1.3.7.2.2.	Kesiş Derinliği.....	19
1.3.7.2.3.	Kesme Hızı	19
1.3.7.2.4.	Besleme Hızı.....	20
1.3.7.2.5.	Birim Mesafedeki Bıçak İzi Sayısı	20
1.3.7.3.	Hammadde Odununun Seçimi ve Özellikleri	22
1.3.7.3.1.	Ağaç Malzeme Rutubeti	22
1.3.7.3.2.	Ağaç Malzeme Yoğunluğu	22
1.3.7.3.3.	Büyüme Hızı, Yıllık Halka Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı.....	22
1.3.7.3.4.	Ağaç Malzeme Kusurları	23
1.4.	Yüzey Pürüzlülüğü	23
1.4.1.	Yüzey Pürüzlülüğü Sınıfları	23
1.4.2.	Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler	25
1.4.2.1.	Ağaç Malzemenin Anatomik Yapısından Kaynaklanan Pürüzlülük.....	26
1.4.2.2.	Ağaç Malzemenin İşlenmesinden Kaynaklanan Pürüzlülük.....	27
1.4.3.	Yüzey Pürüzlülük Parametreleri.....	27
1.4.3.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (R_a)	27
1.4.3.2.	On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri (R_z).....	28
1.4.3.3.	En Büyük Pürüzlülük Değeri R_y (R_{max}).....	29
1.4.3.4.	Profil Ortalama Çizgisi	29
1.4.4.	Yüzey Pürüzlülüğü Belirleme Yöntemleri	29
1.5.	Güç Tüketimi.....	30
1.5.1.	Güç Tüketimini Etkileyen Faktörler	30
1.6.	Literatür Özeti.....	35
1.6.1.	Güç Tüketimi ile İlgili Araştırmalar	35
1.6.2.	Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Araştırmalar.....	39

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	60
2.1.	Ağaç Malzeme	60
2.2.	Deney Örneklerinin Hazırlanması	60
2.2.1.	Hava Kurusu Yoğunluk.	61
2.3.	Güç Tüketimi.	62
2.4.	Yüzey Pürüzlülüğü	64
2.5.	Zımparalama İşlemleri.....	65
2.6.	Kullanılan İstatistik Yöntemler	67
3.	BULGULAR.....	68
3.1.	Yoğunluklar	68
3.2.	Güç Tüketimleri.....	69
3.2.1.	Ağaç Türünün Güç Tüketimine Etkisi.....	70
3.2.2.	Besleme Hızının Güç Tüketimine Etkisi	71
3.2.3.	Bıçak Sayısının Güç Tüketimine Etkisi.....	72
3.2.4.	Kesme Derinliğinin Güç Tüketimine Etkisi	73
3.2.5.	Ağaç Türü-Besleme Hızı Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi	75
3.2.6.	Besleme Hızı-Bıçak Sayısı Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi	75
3.2.7.	Ağaç Türü-Kesme Derinliği Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi	76
3.2.8.	Besleme Hızı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi.....	77
3.2.9.	Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi	78
3.3.	Yüzey Pürüzlülükleri	79
3.3.1.	Ağaç Türünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	83
3.3.2.	Besleme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	84
3.3.3.	Bıçak Sayısının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	84
3.3.4.	Kesme Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	86
3.3.5.	İlkbahar Odunu ve Yaz Odununun Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	87
3.3.6.	Ağaç Türü-Besleme Hızı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	88
3.3.7.	Ağaç Türü-Bıçak Sayısı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	89
3.3.8.	Ağaç Türü-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	90
3.3.9.	Besleme Hızı-Bıçak Sayısı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	91
3.3.10.	Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi...	92
3.3.11.	İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	93

3.3.12.	Ağaç Türü-Bıçak Sayısı-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	94
3.3.13.	Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	95
3.3.14.	Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	97
3.4.	Zımparalama İşleminden Sonra Ede Edilen Yüzey Pürüzlülükleri	99
3.4.1.	Ağaç Türünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	106
3.4.2.	Besleme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	107
3.4.3.	Bıçak Sayısının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	107
3.4.4.	İlkbahar Odunu ve Yaz Odununun Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	109
3.4.5.	Kesme Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	110
3.4.6.	Zımpara Numarasının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	110
3.4.7.	Ağaç Türü-Besleme Hızı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	112
3.4.8.	Ağaç Türü-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	113
3.4.9.	Ağaç Türü-Kesiş Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	114
3.4.10.	İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Kesiş Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	115
3.4.11.	Ağaç Türü-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	116
3.4.12.	Bıçak Sayısı-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	117
3.4.13.	İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	118
3.4.14.	Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	119
3.4.15.	Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	120
3.4.16.	Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	121
3.4.17.	Ağaç Türü-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	122
3.4.18.	Ağaç Türü-Bıçak Sayısı-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	123
3.4.19.	Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	124

3.4.20.	Ağaç Türü-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	125
3.4.21.	Ağaç Türü-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	126
3.4.22.	İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	127
3.4.23.	Besleme Hızı-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	128
3.4.24.	Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	129
3.4.25.	Ağaç Türü-Bıçak Sayısı-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	131
3.4.26.	Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	132
3.4.27.	Ağaç Türü-Besleme Hızı-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	134
3.4.28.	Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	136
3.4.29.	Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	137
4.	TARTIŞMA.....	141
4.1.	Yoğunluk	141
4.2.	Güç Tüketimleri.....	142
4.3.	Yüzey Pürüzlülükleri	144
5.	SONUÇLAR.....	147
5.1.	Yoğunluklar	147
5.2.	Güç Tüketimleri.....	147
5.3.	Yüzey Pürüzlülükleri	148
5.3.1.	Rendelemede Yüzey Pürüzlülükleri	148
5.3.2.	Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri	150
6.	ÖNERİLER.....	154
7.	KAYNAKLAR	157
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARININ İŞLENMESİNDE GÜÇ TÜKETİMİNİN VE
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ARAŞTIRILMASI

Sebahattin TIRYAKI

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU
2012, 166 sayfa

Bu çalışmada Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yetişen Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odunlarında farklı işleme koşullarının güç tüketimine ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi araştırılmıştır.

Deneyle standartlara göre ağaç türü odunlarından hazırlanan teğet kesitli örneklerde yapılmıştır. Deneyle örneklerinin planyalama işlemleri 7 ve 14 m/dk besleme hızları, 0.5, 1.5, 2.5 ve 3.5 mm kesme derinlikleri ile 1, 2 ve 4 adet bıçak kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İşlemlerdeki güç tüketimi bir ampermetre ve voltmetre kullanılarak elde edilen değerlerden yararlanılarak hesaplanmıştır. Yüzey pürüzlülükleri de aynı koşullarda işlenen planyalanmış örneklerde ve 60 ile 80 no'lu zımparalar ile zımparalanan yüzeylerde ölçülmüştür.

Sonuç olarak; besleme hızı, kesme derinliği, bıçak sayısı ve odun yoğunluğu artışı güç tüketimi arttırmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ise besleme hızı ve kesme derinliği artışıyla artarken, bıçak sayısı ve zımpara numarası artışıyla azalmıştır. Ağaç türüne göre, Doğu Ladini odununda Doğu Kayını'ndan ve yıllık halkada ise yaz odununda ilkbahar odunundan daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağaç türü, Güç tüketimi, Yüzey pürüzlülüğü, İşleme koşulları

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF POWER CONSUMPTION AND SURFACE ROUGHNESS
PROCESSING SOME WOOD SPECIES

Sebahattin TIRYAKI

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
The Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Abdulkadir MALKOÇOĞLU
2012, 166 Pages

In this study was investigated the effect of surface roughness and power consumption of different processing conditions of naturally grown Oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) and Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) in the Eastern Black Sea Region of Turkey.

Test specimens prepared from the lumber cut tangentially from logs according to the standards. The specimens were planed 7 and 14 m / min feed rate, 0.5, 1.5, 2.5 and 3.5 mm depth of cut and with the using 1, 2 and 4 blades. Power consumption of the test samples was determined during planing with a voltmeter and an ammeter. Surface roughness measurements were carried out on the planed surfaces under the same conditions, and sanded surfaces 80 and 100 sanding numbers.

As a result, with increasing the feed rate, cutting depth, number of blades and wood density power consumption increased. Surface roughness becomes greater with an increasing the feed rate and depth of cut, however, with an increasing number of blades and sanding numbers become lower. Surface roughness values of earlywood was obtained lower than latewood. In addition, surface roughness of Oriental beech was obtained greater than Oriental spruce.

Key Words: Wood species, Machining processing, Power consumption, Surface roughness.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Doğu Kayını'nın ülkemizdeki yayılış alanları	3
Şekil 2. Doğu Kayını odununun makroskobik görünümü	3
Şekil 3. Doğu Kayını odununun mikroskobik görünümü	4
Şekil 4. Doğu Ladini'nin ülkemizdeki yayılış alanları	5
Şekil 5. Doğu Ladini odununun makroskobik görünümü	6
Şekil 6. Doğu Ladini odununun mikroskobik görünümü.....	6
Şekil 7. Panyalama işleminin gerçekleştirilmesinde kullanılan kalınlık makinesi örneği	8
Şekil 8. Ağaç malzemenin işlenmesinde lif yönlerine göre kesiş çeşitleri	12
Şekil 9. Bıçak veya kesici açıları	12
Şekil 10. Kesiş işlemlerinde yonga ve kesici izleri oluşumu	13
Şekil 11. Kesiş izi uzunluğu ve yüzey kalitesi arasındaki ilişki	14
Şekil 12. Kör bıçak ve keskin bıçakla işlenmiş meşe odununda yüzey pürüzlülük profili.....	17
Şekil 13. İki bıçaklı bir planya başlığında bıçak açıları	18
Şekil 14. Kesiş açısının kusursuz örnek yüzdesi üzerine etkisi	18
Şekil 15. Birim uzunluktaki bıçak izi sayısının kusursuz örnek yüzdesi üzerine etkisi.....	21
Şekil 16. Panyalamada birim mesafedeki farklı bıçak izi sayıları	21
Şekil 17. Yüzey karakteristiklerinin görünümü	24
Şekil 18. Ağaç malzeme yüzeyinde oluşan kusurlar.....	25
Şekil 19. Ağaç malzemenin hücreli yapısı ve pürüzlülük profili arasındaki ilişki	26
Şekil 20. Doğu kayını odununda farklı işleme teknikleri sonucu oluşan yüzey profilleri	27
Şekil 21. Ortalama pürüzlülük değeri	28
Şekil 22. On nokta pürüzlülüğü ortalama değeri	28
Şekil 23. En büyük pürüzlülük değeri.....	29
Şekil 24. Güç tüketimine bazı kesme koşullarının etkisi	31
Şekil 25. Meşe ve Ladin odunlarının işlenmesinde serbest açı ve kama açısının kuvvet gereksinimi üzerine etkisi	31

Şekil 26. Kesme açısı ve odun rutubetinin kuvvet gereksinimine etkisi.....	32
Şekil 27. Bıçak türü ve kuvvet tüketimi ilişkisi	33
Şekil 28. Farklı odun rutubetlerinde kuvvet tüketimi ile besleme hızı, bıçak devri ilişkisi.....	33
Şekil 29. Liflere dik kesişte yoğunluk kuvvet gereksinimi ilişkisi	35
Şekil 30. Deney örnekleri kesim planı ve örnek boyutları.....	61
Şekil 31. İklimlendirme işlemi yapılan yoğunluk örnekleri.....	61
Şekil 32. Rendeleme işleminde kullanılan kalınlık makinesi	63
Şekil 33. Rendeleme işleminde motorun çektiği akımı ve gerilimi belirleyebilmek için kullanılan ampermetre ve voltmetre	63
Şekil 34. Kullanılan deney örnekleri.....	64
Şekil 35. Yüzey pürüzlülük cihazının genel görünümü	65
Şekil 36. Zımparalanmış Doğu Kayını deney örnekleri.....	66
Şekil 37. Zımparalanmış Doğu Ladini deney örnekleri	66
Şekil 38. Zımparalama işleminde kullanılan titreşimli el zımpara makinesi	66
Şekil 39. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ait grafik.....	68
Şekil 40. Ağaç türlerine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği.....	71
Şekil 41. Besleme hızlarına ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği.....	72
Şekil 42. Bıçak sayılarına ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği.....	73
Şekil 43. Kesme derinliğine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği	74
Şekil 44. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği.....	75
Şekil 45. Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği.....	76
Şekil 46. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği.....	77
Şekil 47. Besleme hızı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği.....	78
Şekil 48. Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği.....	79
Şekil 49. Ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri grafiği.....	83
Şekil 50. Besleme hızlarına ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri grafiği.....	84
Şekil 51. Bıçak sayılarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	85
Şekil 52. Kesme derinliğine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	86
Şekil 53. Yıllık halkanın ilkbahar odunu ve yaz odunu kısımlarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	88

Şekil 54. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	89
Şekil 55. Ağaç türü-bıçak sayısı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	90
Şekil 56. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	91
Şekil 57. Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	92
Şekil 58. Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	93
Şekil 59. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	94
Şekil 60. Ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	95
Şekil 61. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	97
Şekil 62. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	98
Şekil 63. Ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri grafiği.....	106
Şekil 64. Besleme hızlarına ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri grafiği.....	107
Şekil 65. Bıçak sayılarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	108
Şekil 66. Yıllık halkanın ilkbahar ve yaz odunu kısımlarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	109
Şekil 67. Kesme derinliğine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	110
Şekil 68. Zımpara numaralarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	111
Şekil 69. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	112
Şekil 70. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	113
Şekil 71. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	114
Şekil 72. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	115
Şekil 73. Ağaç türü- zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	116
Şekil 74. Bıçak sayısı- zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	117

Şekil 75. İlkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	118
Şekil 76. Kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	119
Şekil 77. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği	120
Şekil 78. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	121
Şekil 79. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	122
Şekil 80. Ağaç türü-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	124
Şekil 81. Besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	125
Şekil 82. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	126
Şekil 83. Ağaç türü-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	127
Şekil 84. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	128
Şekil 85. Besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	129
Şekil 86. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	130
Şekil 87. Ağaç türü- bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	132
Şekil 88. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı- -zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	134
Şekil 89. Ağaç türü-besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	135
Şekil 90. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	137
Şekil 91. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği.....	140

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Doğu Kayını odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri	4
Tablo 2. Doğu Ladini odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri	7
Tablo 3. Çeşitli ağaç işleme makinalarında kesiş hızı ile besleme hızı arasındaki ilişki.....	15
Tablo 4. Çeşitli malzemeler ve uygun işleme açıları	34
Tablo 5. Çeşitli kesme açılarında (ASTM) net güç tüketimi	34
Tablo 6. Test değişkenlerine göre pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalaması.....	40
Tablo 7. Ağaç türü, kesiş yönü, bıçak sayısı ve devir sayısına göre oluşan yüzey pürüzlülük sonuçları.....	42
Tablo 8. Yüzey pürüzlülük ortalama değerleri.....	43
Tablo 9. Yüzey pürüzlülük ortalama değerleri.....	44
Tablo 10. Ağaç türü, kesiş yönü, bıçak sayısı ve devir sayısına göre elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri.....	45
Tablo 11. Yüzey pürüzlülük değerleri.....	46
Tablo 12. Yüzey pürüzlülük ortalama değerleri.....	47
Tablo 13. Hava kurusu yoğunluk değerleri	68
Tablo 14. Hava kurusu yoğunluklara ait varyans analizi sonuçları	69
Tablo 15. Ortalama güç tüketim değerleri.....	69
Tablo 16. Güç tüketim değerlerine ait varyans analizi tablosu	70
Tablo 17. Ağaç türlerine ait güç tüketimi değerleri	70
Tablo 18. Besleme hızlarına ait güç tüketimi değerleri.....	71
Tablo 19. Bıçak sayılarına ait güç tüketimi değerleri	72
Tablo 20. Bıçak sayılarına ait güç tüketim değerleri homojenlik grupları.....	73
Tablo 21. Kesme derinliğine ait güç tüketimi değerleri	74
Tablo 22. Kesme derinliklerine ait güç tüketim değerleri homojenlik grupları.....	74
Tablo 23. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait güç tüketimi değerleri	75
Tablo 24. Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait güç tüketimi değerleri.....	76
Tablo 25. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerleri.....	77
Tablo 26. Besleme hızı-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerleri.....	78
Tablo 27. Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerleri	79

Tablo 28. Pürüzlülük değerleri.....	80
Tablo 29. Pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi tablosu	82
Tablo 30. Ağaç türlerine ait ortalama pürüzlülük değerleri	83
Tablo 31. Besleme hızlarına ait ortalama pürüzlülük değerleri	84
Tablo 32. Bıçak sayılarına ait ortalama pürüzlülük değerleri	85
Tablo 33. Bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerleri homojenlik grupları	85
Tablo 34. Kesme derinliklerine ait ortalama pürüzlülük değerleri	86
Tablo 35. Kesme derinliklerine ait pürüzlülük değerleri homojenlik grupları.....	87
Tablo 36. İlkbahar ve yaz odunu ortalama pürüzlülük değerleri	87
Tablo 37. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait ortalama pürüzlülük değerleri	88
Tablo 38. Ağaç türü-bıçak sayısı etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	89
Tablo 39. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	90
Tablo 40. Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	91
Tablo 41. Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	92
Tablo 42. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	93
Tablo 43. Ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	94
Tablo 44. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	96
Tablo 45. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	98
Tablo 46. Zımparalanan ağaç malzemedede elde edilen pürüzlülük değerleri.....	100
Tablo 47. Zımparalama işleminden sonra elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerlerine ait varyans analizi.....	104
Tablo 48. Ağaç türüne ait yüzey pürüzlülük değerleri	106
Tablo 49. Besleme hızına ait yüzey pürüzlülük değerleri	107
Tablo 50. Bıçak sayılarına ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	108
Tablo 51. Bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerleri homojenlik grupları	108
Tablo 52. İlkbahar odunu ve yaz odununa ait yüzey pürüzlülük değerleri	109
Tablo 53. Kesme derinliklerine ait yüzey pürüzlülük değerleri	110
Tablo 54. Zımpara numaralarına ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	111
Tablo 55. Zımpara numaralarına ait pürüzlülük değerleri homojenlik grupları.....	111
Tablo 56. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	112
Tablo 57. Ağaç türü-ilkbahar/yaz odunu etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	113

Tablo 58. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	114
Tablo 59. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	115
Tablo 60. Ağaç türü-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	116
Tablo 61. Bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri...	117
Tablo 62. İlkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	118
Tablo 63. Kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	119
Tablo 64. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	120
Tablo 65. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	121
Tablo 66. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	122
Tablo 67. Ağaç türü-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	123
Tablo 68. Besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	124
Tablo 69. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	125
Tablo 70. Ağaç türü-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	126
Tablo 71. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	127
Tablo 72. Besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	128
Tablo 73. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	130
Tablo 74. Ağaç türü- bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	131
Tablo 75. Ağaç türü- besleme hızı-bıçak sayısı- -zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	133
Tablo 76. Ağaç türü- besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	135
Tablo 77. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri.....	136
Tablo 78. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri	138

SEMBOLLER DİZİNİ

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
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
R _a	: Ortalama pürüzlülük değeri
R _y	: En yüksek pürüzlülük değeri
R _z	: Pürüzlülüğün on nokta yüksekliği
SPSS	: Statistical Package for The Social Science
AT	: Ağaç Türü
BH	: Besleme Hızı
BS	: Bıçak Sayısı
KD	: Kesme Derinliği
YH	: Yıllık Halka
Z	: Zımpara Numarası
\bar{x}	: Aritmetik Ortalama
N	: Ölçme Sayısı
S	: Standart Sapma

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ülkemizde son yıllarda orman ürünlerine olan talebin artması ve orman kaynaklarının giderek azalması, odun hammaddesinin olabildiğince verimli bir şekilde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Türkiye ekonomisinde çok önemli bir yere sahip olan orman endüstri sektörünün ana kaynağı olan odunun kullanımı ve değerlendirilmesi ile ilgili oldukça fazla bilgi eksikliği vardır. Örneğin, odunun kullanımında spesifik karakteristikleri veya teknolojik özellikleri yeterince değerlendirilmemektedir. Bu bakımdan üretimdeki bu eksikliklerin; insan gücü, malzeme, yöntem, makine vb. yönünden ve sistematik olarak karşılanması gerekmektedir [1, 2].

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 ve yüzey karakteristiklerinin çok iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Böylece, kaliteli ürünlerin üretiminde ağaç türlerinin uygun olup olmadığının yanı sıra, iç ve dış pazarlarda da karşılaştırmalı bilgileri sağlayabilecektir [1, 3].

Ağaç malzemenin kaliteli olarak işlenebilmesi için rendeleme işlemlerinde kullanılan makine ve kesicilerini iyi tanımak, bunları uygun bir şekilde tasarlamak ve tasarlanan bu makine ve aletleri tekniğine uygun bir şekilde kullanabilmek gerekmektedir [4]. Bunun için, işlenecek olan ağaç malzeme, ağaç işleme teknikleri, yonga oluşumu, kesici alet geometrisi, motor devir sayısı, kesme hızı, besleme hızı, kesme derinliği, kesme açıları, kullanılacak kesicinin cinsi ve ömrü gibi parametreler hakkında temel bilgi birikimine sahip olmak gerekir [5]. Aynı zamanda ağaç malzemelerin işlenmesinde ürün kalitesini düşürmeden üretim girdilerini dolayısıyla maliyetleri azaltmak için yukarıda belirtilen işleme parametrelerinin optimum bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu unsurlara bağlı olarak, rendeleme esnasında oluşan zorlama ve kesme kuvvetlerinin de önemli bir etkisi görülmektedir [6]. Rendeleme işlemi yapılan makinelerde üretim kalitesi göz önünde bulundurularak, enerji tüketimi en aza indirgenip, optimum güç harcanabilmesi için bu tür makinelerdeki zorlamalara etki eden tüm faktörlerin çok iyi belirlenmesi ve elde edilen

sonuçlar doğrultusunda ağaç malzemenin işlenmesi gerekmektedir [7]. Bu faktörlere etki eden önemli bir unsur ise, her biri farklı özelliklerde olan ağaç malzemelerin kesicilere karşı göstermiş olduğu zorlamalardır. Bunun için ağaç malzemelerin rendelemeye etkili olan faktörlere göre işlenmesi gerekmektedir [8].

Bu çalışmada; ölkemiz orman ürünleri endüstrisinde önemli bir yer tutan ve I. sınıf orman ağalarımızdan olan iki tür seçilmiştir. Bu amaçla, yapraklı ağaç türlerinden olan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve iğne yapraklı ağaç türlerinden olan Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link.) odunlarının farklı işleme koşullarının, yüzey pürüzlülüğüne ve güç tüketimine etkisi araştırılmıştır.

Çalışma iki bölümden oluşmakta ve birinci bölüm makine ve kesicilerin ağaç malzemelerin işlenmesi sırasında güç tüketimine ve dolayısı ile de maliyete etki eden bir takım zorlanmalarla karşılaştığı düşünülerek gerçekleştirilmiştir. İkinci bölüm ise ağaç malzemenin işlenmesinde çeşitli işleme faktörlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bundan dolayı, yukarıda belirtilen gerekli önlemleri almak sadece yeterli yüzey düzgünlüğüne sahip ağaç malzeme yüzeyleri elde etmeye değil, aynı zamanda daha verimli ve ekonomik bir çalışma yapılmasına da yardımcı olacaktır.

1.2. Çalışmada Kullanılan Ağaç Türlerinin Genel Özellikleri

Çalışmada yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını ve iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini olmak üzere iki ağaç türünden yararlanılmıştır. Bu ağaç türlerinin genel özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

1.2.1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Link.) Odununun Özellikleri

Ölkemizde Kayın cinsinin doğal olarak yetişen türü Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) doğuda Türkiye-Ermenistan sınırından başlayarak tüm Karadeniz sahilleri boyunca, batıya doğru ise 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 [9, 10].



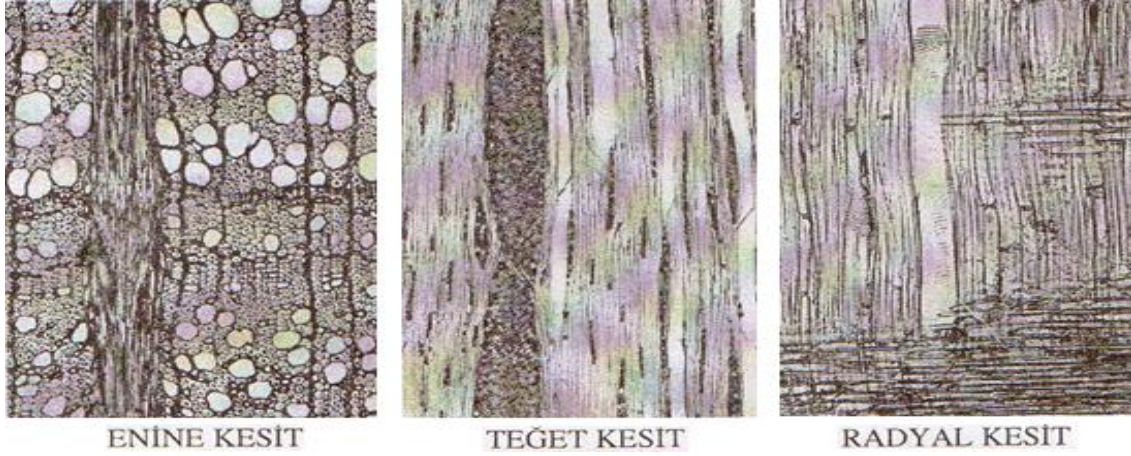
Şekil 1. Doğu Kayını'nın ülkemizdeki yayılış alanları [11].

Doğu Kayını odunu makroskobik olarak doğal halde kırmızımsı beyaz, buharlanmış olarak daha koyu kırmızımsı renkte olup, 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 halkalı türlerde ise fark edilememektedir [12, 13].

Mikroskobik olarak, dağınık traheli bir yapı gösterir. Boyuna paransimler çok sayıda mevcuttur. Öz ışınları iki tipte olup homoselüler yapıdadır, ancak çok nadir olarak heteroselüler öz ışınlarına da rastlanmaktadır [14].



Şekil 2. Doğu Kayını odununun makroskobik görünümü



Şekil 3. Doğu Kayını odununun mikroskobik görünümü [15].

Odunu orta sertlikte ve orta yoğunluktadır. Buharlama yöntemiyle kolaylıkla bükülebilir. İşlenmesi kolay olup, düzgün yüzey veren bir ağaç türüdür. Soyulabilir, kesilebilir, yapıştırma ve yüzey işlemlerinde güçlük göstermez. Aynı zamanda iyi boyanabilir ve cilalanabilir. Bütün bu iyi özelliklerine karşın kurutmada özen gösterilmesi gereken bir ağaç türü olması, fazla çalışması, böcek ve mantar zararına karşı hassas olması, özellikle çabuk ardaklanması gibi olumsuz sayılabilecek özelliklere de sahiptir [15, 16, 17].

Tablo 1. Doğu Kayını odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri [18].

Fiziksel ve Mekanik Özellikler		
Tam kuru özgül ağırlık (gr/cm^3)		0,64
Hava kurusu özgül ağırlık (gr/cm^3)		0,66
Hacim yoğunluk değeri (gr/cm^3)		0,53
Daralma yüzdeleri (%)	Radyal yönde	5
	Teğet yönde	11,4
	Hacmen	16,21
Eğilme direnci (N/mm^2)		112,3
Basınç direnci (N/mm^2)		57
Elastikiyet modülü (N/mm^2)		13082
Çekme direnci (N/mm^2)		131,6
Makaslama direnci (N/mm^2)		9,9
Dinamik eğilme (kN/cm)		0,95
Yarılma direnci (N/mm^2)	Radyal	0,74
	Teğet	1,07
Brinell sertlik (N/mm^2)	Liflere paralel	54,9
	Liflere dik	27

Doğu Kayını odunu orman ürünleri endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif ve bükme mobilya üretimi, spor aletleri yapımı, tornacılıkta, levha ürünleri üretiminde, fiçi sanayinde, karoser yapımında, emprenyeli olarak travers yapımında ve ayrıca odun kömürü yapımında değerlendirilmektedir [15, 16, 17].

1.2.2 Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link.) Odununun Özellikleri

Ülkemizde doğal olarak yetişen Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link.) Kuzeydoğu Anadolu kıyı dağları üzerinde denize bakan kısımlarda 1200-2400 m'ler arasında, doğuda Türkiye-Gürcistan sınırından batıda Ordu ili melet ırmağına kadar olan bir alanda yayılış göstermektedir [9, 10, 19]. Çoğunlukla 900-1500 m arasında karışık, 1500-2200 m, bazen de 2400 m arasında saf ormanlar kurmaktadır. Doğu ladini 40-50 m, bazen 60 m boylara ulaşan, 1.5-2 m çap yapabilen, dolgun ve düzgün gövdeli 1. sınıf orman ağacıdır [20].



Şekil 4. Doğu Ladini'nin ülkemizdeki yayılış alanları [11].

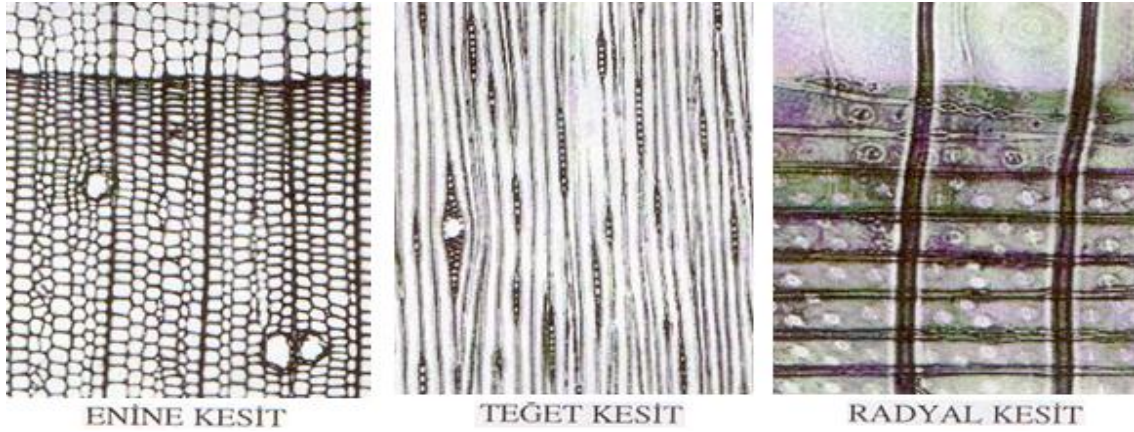
Doğu Ladini odunu makroskobik olarak diri ve öz odunu arasında renk bakımından bir farklılık göstermemektedir. Yıllık halka sınırları çok belirgindir. Yaz odunu kırmızımsı sarı renkte, radyal kesitte birbirine paralel şeritler teşkil etmektedir. Doğu Ladini odununda öz ışınları çok ince olup makroskobik olarak görülememektedir [14].

Doğu Ladini odununun mikroskobik olarak yıllık halka sınırları belirgin olup, birbirinden kolayca ayrılır. Yaz odunu traheidlerinin çeperleri kalın olup radyal çapları küçüktür. İlkbahar odunu traheidleri ise ince çeperli ve geniş lümenlidir. İlkbahar

odunundan yaz odununa geçiş yavaştır. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerindeki geçitler tek sıralıdır. Doğu Ladini odununda öz ışınları tek sıralı olarak yer almaktadır [14].



Şekil 5. Doğu Ladini odununun makroskobik görünümü



Şekil 6. Doğu Ladini odununun mikroskobik görünümü [15].

Doğu Ladini odunu yumuşak ve orta yoğunlukta olup kolay bir şekilde kırılabilir. Budaklar genellikle küçük ve oval şekildedir. Direnç değerleri ve elastikiyet modülü düşüktür. Fakat ağırlığına oranla yüksek direnç özellikleri göstermektedir. alışması oranı ve dayanıklılığı az olup g emprenye edilebilen bir ağaç türüdür [15].

Tablo 2. Doğu Ladini odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri [18].

Fiziksel ve Mekanik Özellikler		
Tam kuru özgül ağırlık (gr/cm^3)		0,401
Hava kurusu özgül ağırlık (gr/cm^3)		0,425
Hacim yoğunluk değeri (gr/cm^3)		0,358
Daralma yüzdeleri (%)	Radyal yönde	3,4
	Teğet yönde	6,16
	Hacmen	10,22
Eğilme direnci (N/mm^2)		51,96
Basınç direnci (N/mm^2)		28,2
Elastikiyet modülü (N/mm^2)		10528
Çekme direnci (N/mm^2)		53,5
Makaslama direnci (N/mm^2)		6
Dinamik eğilme (kN/cm)		0,298
Yarılma direnci (N/mm^2)	Radyal	0,39
	Teğet	0,461
Brinell sertlik (N/mm^2)	Liflere paralel	13,7
	Liflere dik	15,8

Doğu ladini odunu; direk, travers, kibrit, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya ve doğrama, lif ve yonga levha, selüloz ve kağıt, kurşunkalem ve reçine üretimi ile müzik aletleri yapımında değerlendirilmektedir [18].

1.3. Ağaç Malzemenin İşlenmesi

1.3.1. Ağaç Malzeme İşleme Esasları

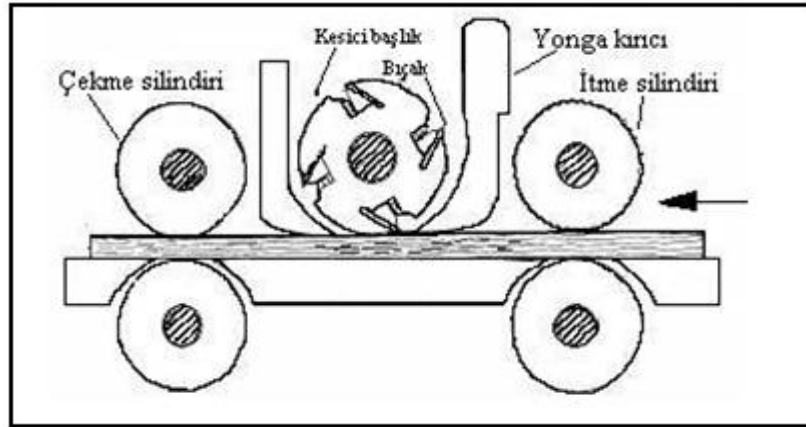
1930'lu yıllarda ağaç işleme makinalarında ağaç işleme tekniği bakımından gelişim büyük ölçüde tamamlanmıştır. İkinci dünya savaşından sonra savaş ekonomisi ve daha sonra ise uzay uçuşları için kullanılan bütün kumanda ve ayarlama teknikleri ağaç işleme makinalarında da kullanılır olmuştur. Bilgisayar kontrollü makinalar maliyetinin yüksek olmasına karşın üretim kapasitesinin yüksek oluşu ve işgücünden kaynaklanan hataları en aza indirilerek kalite sorunlarının çözümünü sağlaması, kayıpların azalması, verimliliğin artması, işlem süresinin azalması, işlem maliyetlerinin düşmesi ve çalışan sayısının azalması gibi nedenlerle yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [21].

1.3.2. Ağaç Malzemenin İşlenme Özellikleri

Ağaç malzemenin işlenme özellikleri; genellikle düzgün yüzeyler elde etmek amacıyla odunun planyalanması, frezelenmesi, tornalanması, lamba-zıvana açılması, delgi işlemlerinin yapılması ve zımparalanması olarak belirtilebilir [22, 23, 24, 25].

1.3.2.1. Planyalama İşlemi

Planyalama; biçmeden sonra her türlü pratik amaçlar için toleranslı ölçülerdeki parçaların yüzey ve kenarlarının düzeltilmesi işlemidir. Aynı şekilde parçaların diğer yüz ve kenarlarının düzgünleştirilmesi de kalınlık işlemleri olarak bilinmekte ve parçalar enine kesitlerinde istenilen net ölçülerine getirilmektedir [5, 24, 25].



Şekil 7. Planyalama işleminin gerçekleştirilmesinde kullanılan kalınlık makinası örneği [5].

1.3.2.2. Tornalama İşlemi

Muhtemelen odun işleme faaliyetlerinin en eski uygulamasıdır. Tornalama işlemi ile çeşitli mobilya ve ağaç işleri elemanları ile araç gereç kabzaları, makara, bobin, spor eşyaları, oyuncak vb. yapılmaktadır. Tornalama işlemini yapan makinaların basit tek milli tipleri olduğu gibi saatte birkaç yüz tornalama işlemini yapabilen tipleri de bulunmaktadır [24, 25].

1.3.2.3. Zımparalama İşlemi

Zımparalama mobilya ve yapı elemanlarının ve diğer orman endüstrisi ürünlerinin tamamlanmasında yüzeydeki bıçak izlerinin kaldırılması ile boyama, vernikleme ve diğer bitirme işlemlerinin uygulanması için yüzeyin hazırlanmasında önemli bir iş kademesi olarak uygulanmaktadır [24, 25].

Zımparalamanın amacı çeşitli işlemlerden geçirilen ağaç malzemenin yüzeyinde kalabilecek girinti ve çıkıntıları düzeltmek ve yüzeyi parlatmaktır. Zımparalama mobilya endüstrisinde yüzey işlemlerinin temeli olarak kabul edilmektedir. Ağaç malzemenin doğal yapısı ve rengi zımparalama işlemi ile ortaya çıkarılabilmektedir [26, 27].

1.3.2.4. Lamba-Zıvana Açma İşlemi

Lamba ve zıvanalar, geçmişte ve günümüzde çok uzun zamandan beri ağaç malzeme konstrüksiyon elemanlarının birleştirilmesinde kullanılmaktadır. Geçmişte lamba-zıvana açma işlemlerinde el aletleri kullanılırken günümüzde ise modern mobilya endüstrisinde bu işi çok çabuk ve hassas olarak gerçekleştirebilen makinalardan yararlanılmaktadır [24, 25].

1.3.2.5. Frezeleme İşlemi

Genellikle mobilya ve doğrama ürünlerinin üretilmesinde kullanılmaktadır. Çeşitli kullanım amaçları için değişik özelliklerde freze makinaları ve bıçakları kullanılmaktadır. Uygulamada küçük işletmelerde daha çok tek milli freze makinaları kullanılmaktadır [24, 25].

1.3.2.6. Delgi İşlemleri

Delgi işlemleri mobilya birleştirme şekillerinde yaygın olarak kullanılan önemli bir işleme şeklidir. Çivi, vida vb. birleştirme işlemlerinin kullanıldığı ağaç işleri endüstrisinde ve mobilyacılıkta kullanılan tüm bağlantı sistemlerinde delik delme işlemi uygulanmaktadır. Masif mobilya üretiminde delik delme işleminin yaygın olarak kullanılmasında bu özelliklerden dolayı önemli bir yere sahiptir. Deliğin iç yüzeylerinin ve

delik giriş ve çıkışlarının mümkün olduğunca kusursuz olması gerekmektedir. Bu yapışma kalitesini ve bağlantı kalitesini önemli derecede etkilenmektedir [24, 25, 28].

1.3.3. Ağaç Malzemede Kesme Yöntemleri

Kesme yöntemleri kesici ve besleme yönüne bağlı olarak iki farklı Şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlar; besleme yönüne karşı kesiş ve besleme yönündeki kesişlerdir. Orman rnleri endüstrisinde alet ve makinalarla işlemlerde kesme işleminin kontrollü yapılabilmesi ve iş kazalarına yol açma bakımından daha güvenli olması nedeniyle besleme yönüne karşı kesiş daha çok uygulama alanı bulmaktadır. Ancak, son yıllarda bilgisayarlı makinelerin orman ürünlerinde ve özellikle mobilya endüstrisinde uygulamada yer alması besleme yönündeki kesiş yönteminin kullanılmasını sağlamıştır [24, 25, 29, 30].

1.3.3.1. Besleme Yönüne Karşı veya Yukarı Kesiş

Bu yöntemde kesme yönü ve besleme yönü birbirine ters yöndedir. Geleneksel kesiş olarak adlandırılan bu kesme yönteminde, kesimin başlangıcındaki yonga kalınlığı kesme işleminin kazıma Őeklinde gerçekleşmesi nedeniyle sıfırdır. Kesme işleminin tamamlanması veya kesicinin parça yüzeyinden çıkış anındaki yonga kalınlığı ise en büyüktür [24, 25, 29, 30].

Yöntemde bıçak keskinliğini uzun süre korumaktadır, böylece bıçak değiştirme işlemleri arasındaki süre fazla olmaktadır. Bu sayede alet ve makinaların çalıştırılma süresi artmakta ve dolayısıyla kapasitede de artış olmaktadır. Bu yöntemde güç gereksinimi de daha düşüktür. Bu avantajlarının yanında, besleme yönüne karşı kesiş yapıldığından beslemedeki g tüketimi fazla olmaktadır. Ayrıca, işlemlerde parçayı geri fırlatma riski fazla olmakta ve yüzey kalitesi de istenilen düzeyde olmamaktadır [24, 25].

1.3.3.2. Besleme Yönünde veya Aşağı Kesiş

Besleme yönünde kesme yönteminde aletin kesme yönü ile iş parçasının besleme yönü aynı yöndedir. Kesme işleminin başlangıcında yonga kalınlığı en büyük olup en

küçük yonga kalınlığına ulaşıldığında kesme işlemi tamamlanmaktadır. Bu yöntem elle veya yarı otomatik beslemeli alet ve makinelerle işlemlerde tehlikelidir. Bu nedenle bu tip uygulamalarla çalışma yapılmamalıdır [24, 25].

Aşağı kesiş yöntemi; iyi yüzey kalitesi, beslemedeki güç tüketiminin düşük olması ve yüksek besleme hızlarına ulaşılabilme gibi avantajlara sahip olma yanında, iş parçasının çekme etkisi altında olması, kesme işlemindeki güç tüketiminin yüksekliği ve düşük kesici kullanım süresi gibi dezavantajlara da sahiptir [24, 25, 29, 30].

1.3.4. Ağaç Malzemenin İşlenmesinde Kesiş Çeşitleri

Ağaç malzemenin kusursuz veya en az kusurlu bir şekilde işlenebilmesinde özellikle odun yapısı ve özellikleri, kesiciler ve makineler oldukça etkili ve önemlidir. Heterojen yapıdaki odunun işlenmesinde bu faktörlerin önemi büyüktür. Odunun anatomik yapısındaki lif yönü ve kesit şekilleri kesışı oldukça etkilemekte ve farklılıklar oluşturmaktadır. Örneğin; liflere paralel yönde liflere dik yöne göre % 40 daha kolay işleme sağlanabilmektedir [24, 25, 28].

Ağaç malzemenin işlenmesinde lif yönüne göre kesiş çeşitleri 5 gruba ayrılmaktadır.

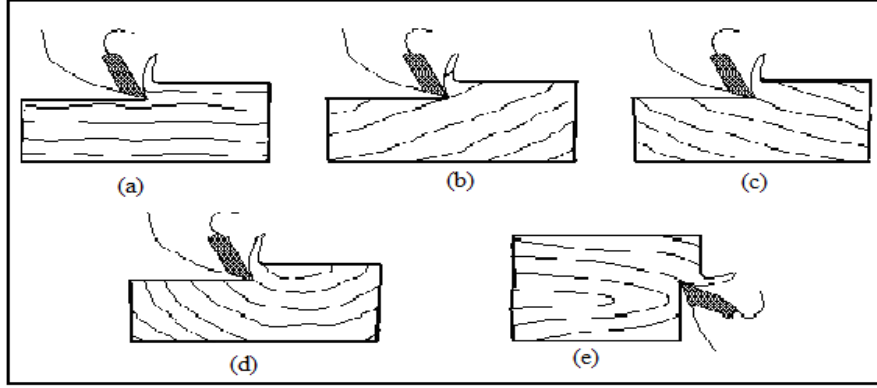
a. Lifler yönünde liflere paralel kesiş: bu kesiş çeşidinde işleme kolay olup düzgün kesiş yüzeyi elde edilmektedir.

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

c. Lifler yönünde liflere karşı (aşağı) kesiş: kesiş yönü kesiş yüzeyi boyunca, fakat, lifler kesiş hareketinin yönünde olmayıp, yukarıdan aşağıya kesiş hareketine karşı yöndedir. Kesiş direnci yüksek olup malzemede yırtılma ve lif kopmaları görülmektedir.

d. Enine yönde (liflere dik, teğet veya radyal) kesiş: bu kesiş çeşidinde kesiş yönü ile lifler aynı düzlemde, fakat lifler kesiş yönüne diktir. İşleme kolay olmakta ancak, pürüzlü yüzeyler oluşmaktadır.

e. Enine kesit kesışı: kesiş yönü liflere 90°'lik bir açı oluşturmaktadır. Bu yöntemde işleme zordur. Yüzeyler genellikle düzgün olmakta ancak, önlem alınmazsa kesişin sonuna doğru köşe ve kenarlarda lif kopmalarıyla karşılaşmaktadır.

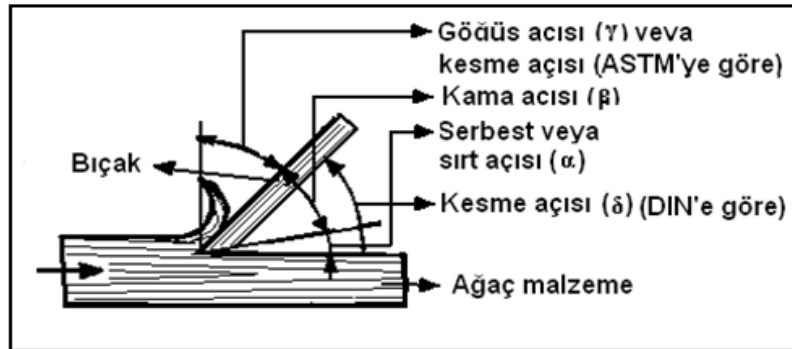


Şekil 8. Ağaç malzemenin işlenmesinde lif yönlerine göre kesiş çeşitleri [24, 25, 31].

1.3.5. Bıçak veya Kesici ve İşleme Geometrisi

1.3.5.1. Bıçak veya Kesici Geometrisi

Odunun işlenmesinde, malzeme yüzey kalitesi, işleme kapasitesi ve ekonomikliğinde en önemli faktörlerden biri doğru kesici geometrisi ve açılarının seçimidir (24,25). Şekil 9'da bıçak geometrisini oluşturan çeşitli açılar görülmektedir.



Şekil 9. Bıçak veya kesici açıları [24, 25].

1.3.5.1.1. Göğüs Açısı

Kesişte itme kuvvetiyle ters orantılı olup, küçük göğüs açısı büyük itme kuvveti oluşturur. Yüzey düzgünlüğü bakımından [32]'ye göre yapılan araştırmalarda; özgül

ağırlığı yüksek odunlarda küçük kesme açıları (ortalama 12°), düşük odunlarda ise büyük (20°) kesme açıları önerilmektedir [24, 25].

1.3.5.1.2. Kama Açısı

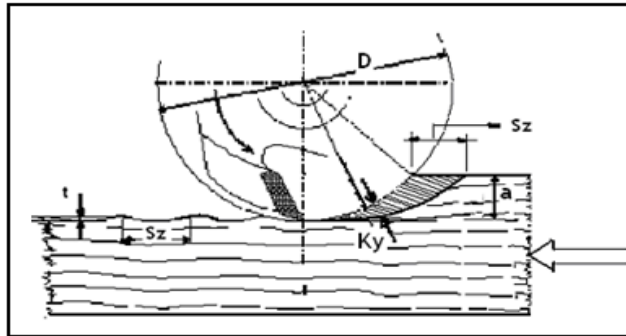
Bu açı bıçağın dayanıklılığını ve kullanım süresini belirler. Büyük kama açısı oluşacak aşınma ve yongalaşmaya karşı fazla dayanım sağlayacaktır. Kama açısı yumuşak odunlarda sert odunlara göre daha küçüktür. Kama açısının küçük olması kuvvet tüketimini azaltmakta, fakat bıçaklar kısa sürede körelmektedir [24, 25].

1.3.5.1.3. Serbest Açı

Oduna doğrudan temas eden bıçağın sırt kısmı ile işlenen parça yüzeyi arasındaki açıdır. Bu açının yeterince az olması aşırı sürtünmeye bu da odun yüzeyinde yanmalara neden olur. Bu nedenle işlemlerde yeterli serbest açı ile çalışılmalıdır [24, 25].

1.3.5.2. İşleme Geometrisi

Ağaç malzemenin işlenmesinde, iş parçası yüzeyindeki bıçak ucu izi iç bükeydir. Dairesel olarak görülen bu tip oluşuma ait eşitlikler aşağıda verilmiştir. Şekil 10'da yonga ve yüzey oluşumu ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Burada; bıçak adımı veya bıçak izi uzunluğu ve derinliği aşağıdaki eşitliklerden hesaplanabilir [24, 25].



Şekil 10. Kesme işlemlerinde yonga ve kesici izleri oluşumu [24, 25, 31].

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

Bu eşitlikte;

S_z = Bıçak adımı veya bıçak izi uzunluğu

u = Besleme hızı (m/dak)

n = Devir (dev/dak)

z = Kesişe katılan bıçak sayısı (adet)

$$t = S_z^2 / 4 \cdot D$$

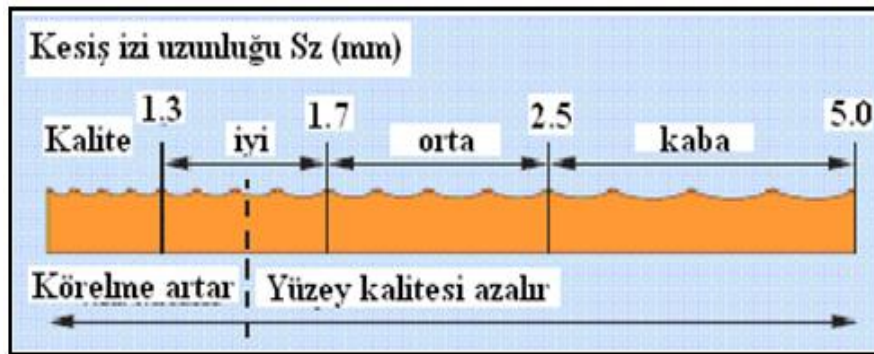
t = Kesiş izi derinliği (mm)

D = Kesici çapı (mm)

1.3.6. Yüzey Kalitesini Belirleme Ölçütleri

Ağaç malzemenin işlenmesinde yüzey kalitesi birçok ölçüte göre belirlenebilmektedir. Yüzey kalitesini etkileyen en önemli faktörler; kesişe katılan bıçak sayısı, besleme hızı, alet veya makinenin devir sayısına bağlı bıçak izi uzunluğu veya birim uzunluktaki bıçak izi sayısıdır [24, 25].

Kesiş izi uzunluğu veya birim uzunluktaki bıçak izi sayısı, makinanın dakikadaki devir sayısı sabit tutulup besleme hızının değiştirilmesiyle sağlanabileceği gibi, besleme hızının sabit tutularak devir sayısının değiştirilmesi ile de elde edilebilmektedir [24, 25]. Çeşitli araştırmalara göre genellikle bıçak izi uzunluğunun azaltılması ile yüzey işleme kalitesi artırılabilir [33].



Şekil 11. Kesiş izi uzunluğu ve yüzey kalitesi arasındaki ilişki [31].

Ağaç malzemenin işlenmesinde farklı endüstrilerde birim uzunluktaki (25mm) bıçak izi sayıları aşağıdaki gibi önerilmekte ve uygulamada daha kolay ulaşılabilir olarak görülebilmektedir [24, 25]. Bunlar;

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

Ağaç malzemelerin işlenmesinde uygun bir besleme hızı, kesici sayısı ve kesme hızına göre seçilmelidir. Bıçak sayısı ve makine devrinin sabit olduğu durumda, normalin üzerinde bir besleme hızı ile ağaç malzemenin işlenmesi durumunda, motor gücünün yetersizliği yani zorlanması ile karşılaşılır. Bu durum devrin düşmesine ve işlemin yapılamamasına neden olabilir. Buna karşılık yüksek kesme hızı ve düşük besleme hızı ile yapılan işlemlerde, her kesici uç işlenen parça yüzeyinde yeterli boyutta yonga oluşturamaması yanında, işleme derinliğini arttırabilir [24, 25]. Tablo 3’de çeşitli ağaç işleme makinelerinde kesiş ve besleme hızları gösterilmektedir [24].

Tablo 3. Çeşitli ağaç işleme makinelerinde kesme ve besleme hızları [24].

Makine Adı	Kesiş Hızı (m/sn)	Besleme Hızı (m/dk)
Planya Makinası	25-30	Elle Besleme
Kalınlık Makinası	25-50	5-55
Parke Makinası	30-60	10-75
Otomatik Daire Testere	40-70	5-45
Şerit Testere	20-30	Elle Besleme
Yatay Freze	30-100	7-20
Dikey Freze	8-30	Elle Besleme
Zıvana Açma Makinası	4-18	Elle Besleme
Dikey ve Yatay Matkap	15	Elle Besleme
Torna Makinası	8-25	Elle Besleme
El Zımpara Makinası	10-25	Elle Besleme
Diskli Zımpara	10-15	4-10
Silindirli Zımpara	20-25	4-10

1.3.7. Ağaç Malzemenin İşlenmesini Etkileyen Faktörler

Genel olarak ağaç malzemenin amaca uygun bir şekilde işlenebilmesini sağlamak için gerekli koşullar üç ana grup altında toplanmaktadır [24, 25, 29, 30]. Bunlar;

1. Makine ve kesme aletlerinin mekanik durumu
2. Makinelerin ayarlanması ve çalıştırılması
3. Hammadde odunun seçimi ve özellikleridir.

Bu üç ana gruba giren çeşitli işleme faktörlerinin yerine getirilememesi veya gerektiği kadar özen gösterilememesi yapılan işlemeyi doğrudan etkileyecektir. Doğal olarak ağaç malzemenin işlenmesinde istenilen kalite düzeyi son kullanım amacına bağlıdır. Bu bakımdan ağaç malzemelerin uygun işleme koşullarında işlenmesiyle istenilen kalitede olması sağlanabilmektedir [23, 24, 25].

1.3.7.1. Makine ve Kesme Aletlerinin Mekanik Durumu

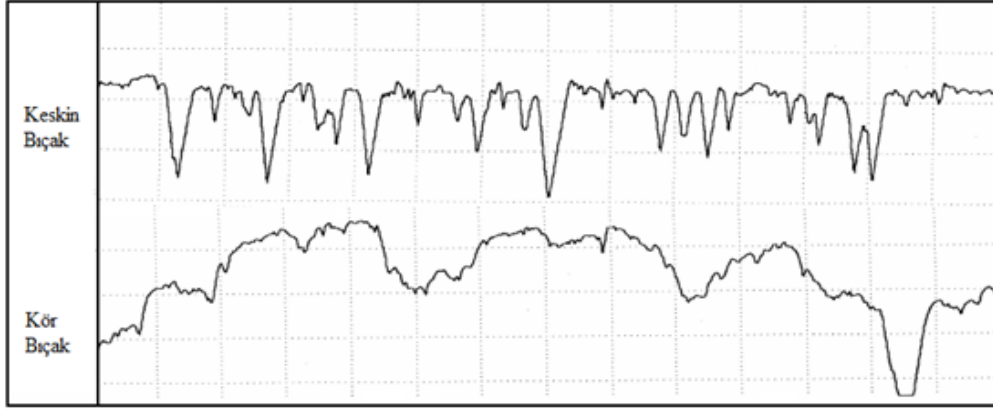
Makine ve kesme aletlerinin mekaniği ile ilgili birçok husus bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibi belirtilebilir.

a. Bıçak türünün etkisi: Uygulamada uzun süre keskin kalması nedeniyle, daha çok ucu sertleştirilmiş sert metal bıçaklar tercih edilmekte, bunları sırasıyla yüksek hız çeliği ve karbon çelik bıçaklar izlemektedir [24, 25].

b. Bıçağın başlığına yerleştirilmesi: Bileme işleminden sonra bıçaklar bıçak başlığına yerleştirilmektedir. Bu işlem sırasında dikkatle üzerinde durulması gereken nokta bütün bıçakların aynı kesiş dairesine veya uçuş yüksekliğine getirilmesidir. Böylece bütün bıçakların kesişe katılması sağlanabilmekte ve daha düzgün yüzeyler elde edilebilmektedir [24, 25].

c. Makine elemanlarının mekanik durumu ve bakımı: Makine ve elemanlarının mekanik durumu ve bakımlarının zamanında yapılması onların kullanım sürelerinden daha önemli olup işleme kalitesini olumlu yönde etkilemektedir [25].

d. Bıçak keskinliğinin etkisi: İşlemenin kalitesini etkileyen bir diğer faktör de kesicilerin körelmiş veya keskin yapıda olmalarıdır. Körelmiş bıçakların etkisi hafif ve yumuşak odunlardaki kesişlerden sonra daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Şekilde kör ve keskin bıçakla işlenmiş meşe odunu yüzey profili görülmektedir [24, 25].



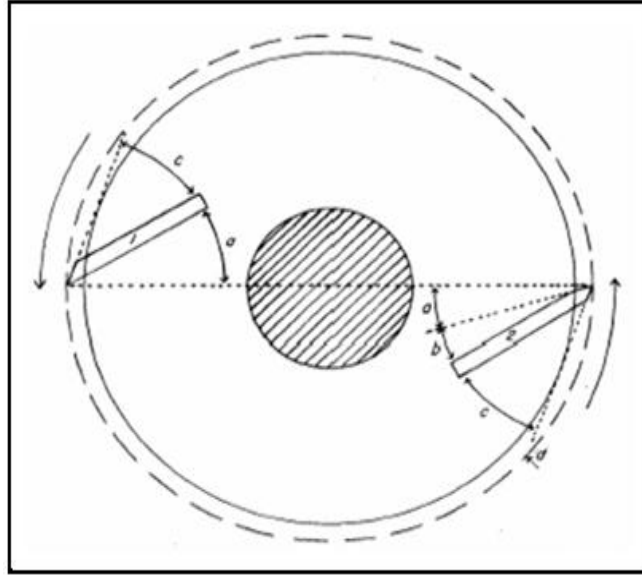
Şekil 12. Kör bıçak ve keskin bıçakla işlenmiş meşe odununda yüzey pürüzlülük profili [34].

1.3.7.2. Makinaların Ayarlanması ve Çalıştırılması

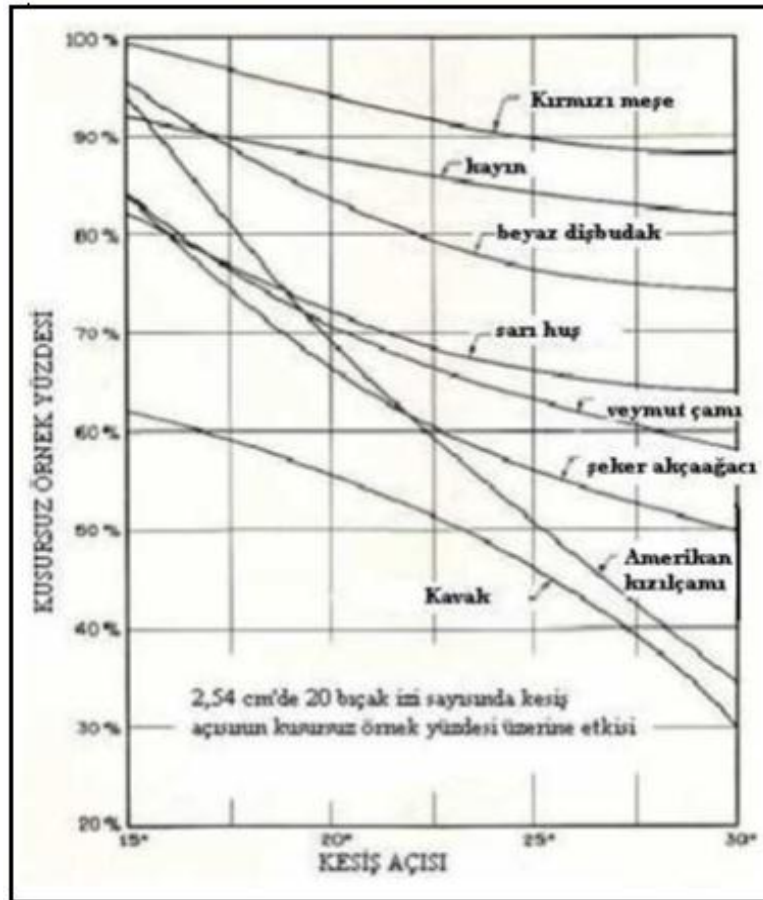
Ağaç malzemenin amaca uygun bir biçimde işlenebilmesi için makinelerin uygun bir şekilde ayarlanması ve çalıştırılması gerekir. Bu konudaki faktörler ve etkileri aşağıda açıklanmıştır [24, 25, 29, 30].

1.3.7.2.1. Kesiş Açısı

Kesiş açısının işlemenin kalitesi üzerine etkisi bıçak tipleri ve odun türüne göre değişmektedir. Genellikle yapraklı ağaçlar ve iğne yapraklı ağaç malzemeler için sırasıyla Amerikan standartlarına (ASTM) göre 20° ve 30° , Alman standartlarına (DIN) göre ise 70° ve 60° 'lik kesiş açıları önerilmektedir. Yani yoğunluğu düşük ağaç odunları için büyük kesme açısı ve küçük kama açısı, yoğunluğu yüksek ağaç türleri için ise küçük kesme açısı ve büyük kama açısı önerilmektedir [24, 25].



Şekil 13. İki bıçaklı bir planya başlığında bıçak açıları (a. kesiş açısı; b. Kesiş açısı değişikliği için verilen açı; c. serbest açı; d. Kesiş (uç) dairesi; 1 ve 2 planya bıçakları) [32, 35].



Şekil 14. Kesim açısının kusursuz örnek yüzdesine etkisi [33].

1.3.7.2.2. Kesiş Derinliği

Kesiş derinliğinde malzeme yüzeyindeki sıg kesişler en iyi sonuçları vermektedir. Kesiş derinliğinin artmasıyla yüzey kalitesi azalmaktadır. Kesiş derinliği işin kalitesini genel olarak yapraklı ağaçlarda iğne yapraklı ağaçlara göre daha az etkilemektedir. Bazı ağaç türü odunlarında yüzey kalitesinin artırılması için önce kaba, sonra sıg bir kesiş yapılması daha uygun görülmektedir [24, 25].

1.3.7.2.3. Kesme Hızı

Ağaç malzemenin işlenmesinde yüzey kalitesi üzerine kesiş hızının etkisi oldukça fazladır. Kesiş hızı; ağaç malzemenin işlenmesinde kesici veya bıçağın işlenen parça üzerinde birim zamanda (saniyede) metre cinsinden aldığı yol olarak belirtilmektedir. Kesici silindirlerin bağlı olduğu milin dakikadaki dönüş sayısı devir sayısı olarak adlandırılmakta ve devir/dk olarak açıklanmaktadır [24, 25].

Makinelerin devirleri sınırlı olup, yüksek makine devrinde büyük bir savurma kuvveti oluşmakta ve bunun sonucunda da makinede titreşimler ortaya çıkmaktadır. Bunun engellenmesi için makinelerin daha büyük boyutlu ve stabil olarak üretilmesi gerekmektedir. Devir sayısı veya kesiş hızının çok düşük seçilmesi durumunda ise istenilen yüzey kalitesi elde edilememektedir. Dönerek veya çevresel hareketle kesiş yapan alet veya makinelerde kesiş hızı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir [24, 25].

$$V = \frac{2 \times \pi \times r \times n}{60 \times 1000} \left(\frac{m}{sn} \right)$$

Eşitlikte;

V = Kesiş hızı (m/sn)

r = Kesicinin yarıçapı (mm)

n = Devir sayısı (dev/dk)

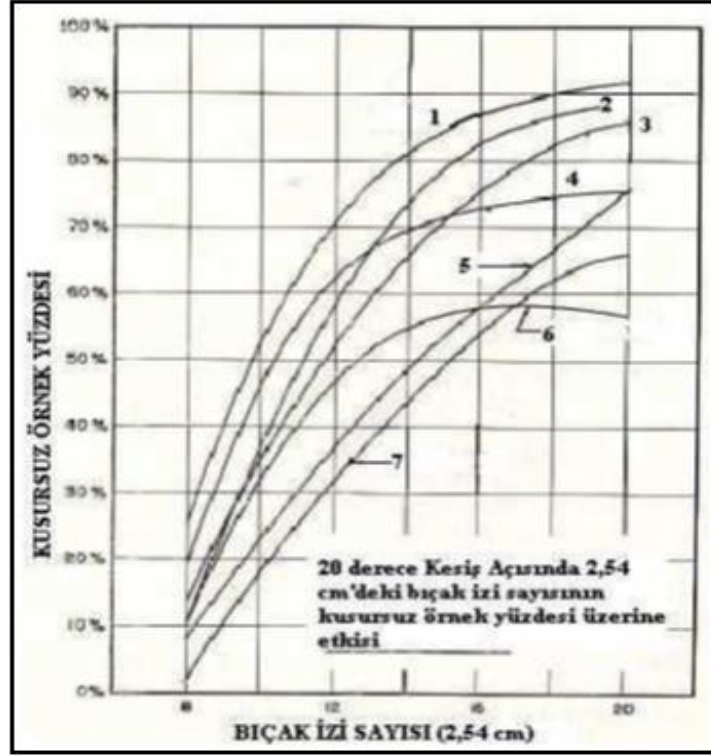
Ağaç malzemeyi işleyen makinelerin kesici başlığındaki bıçak sayısının artması kesiş hızını etkilememekte, ancak yonga boyutlarını, buna bağlı olarak da kesiş izi uzunluğu ve derinliğini azalttığından işleme kalitesini olumlu olarak etkilemektedir [24, 25].

1.3.7.2.4. Besleme Hızı

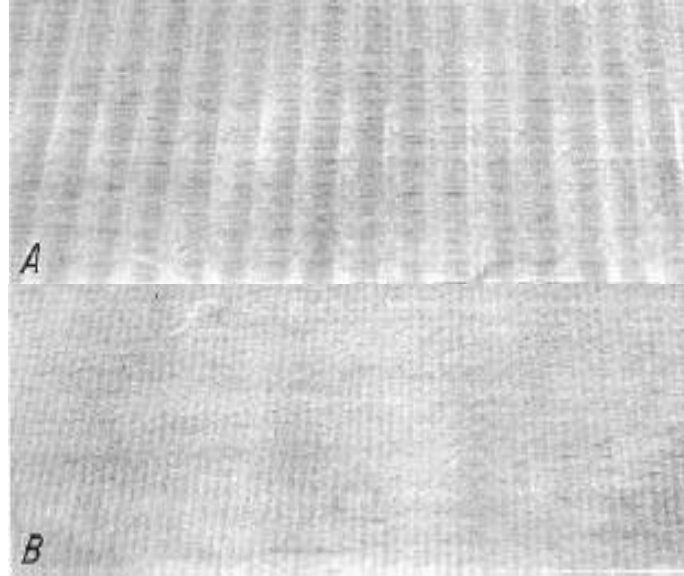
Besleme veya sevk hızı; malzemenin alet veya makinelerde işlenmesi sırasında birim zamanda (dakika) metre cinsinden aldığı yol olup m/dk olarak açıklanmaktadır. Besleme hızı makinenin kapasitesini ve dolayısıyla işletmenin verimini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle uygulamada mümkün olduğunca yüksek besleme hızı kullanma eğilimi vardır. Ancak, besleme hızının da üst sınırı sonsuz değildir. Besleme hızı yüksek seçildiğinde kesiş izi uzunluğu artarak belirginleşmekte ve yüzey kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum özellikle çevresel kesiş yapan makinelerde yüzey kalitesi üzerinde oldukça etkili olmaktadır [24, 25].

1.3.7.2.5. Birim Mesafedeki Bıçak İzi Sayısı

Malzeme yüzeyinin paralel ışıkla gölgelendirilmesiyle daha belirgin olarak görülebilen bıçak izleri, sert ağaç malzemelerde yumuşak ağaç malzemelere göre daha iyi izlenebilmektedir. Birim mesafedeki bıçak izi sayısı yüzey kalitesinin belirlenmesinde çok önemli bir ölçüttür. Genellikle yüzey kalitesindeki en büyük artış birim mesafedeki (25 mm) bıçak izi sayısının 8'den 12'ye ve 12'den 16'ya çıkarılması ile meydana gelmektedir. Bu artış 25 mm'de 16 bıçak izi sayısından 20 bıçak izi sayısına çıkarılmasında ise oldukça küçüktür [24, 25].



Şekil 15. Birim uzunluktaki bıçak izi sayısının kusursuz örnek yüzdesi üzerine etkisi (1. Kırmızı meşe; 2. Beyaz dişbudak; 3. Kayın; 4. Ihlamur; 5. Beyaz huş; 6. Kavak; 7. Şeker akçağacı) [33].



Şekil 16. Planyalama işleminde birim mesafedeki farklı bıçak izi sayıları, A-Kesişin bir bıçakla gerçekleşmesi durumunda, B-Kesişin dört bıçakla gerçekleşmesi durumunda [35].

1.3.7.3. Hammadde Odunun Seçimi ve Özellikleri

Ağaç malzemenin özellikleri onun işleme performansı üzerine önemli derecede etki etmektedir. İşlemede odunun rutubeti, yoğunluğu, büyüme hızı, yıllık halka genişliği, yıllık halkadaki yaz odunu katılım oranı ve odun kusurlarının işleme kalitesine etkisi üzerinde durulmaktadır [24, 25, 29, 30].

1.3.7.3.1. Ağaç Malzeme Rutubeti

Ağaç malzemeler ortam sıcaklığı ve rutubet değişiklikleri ile daralarak veya genişleyerek boyutlarını değiştirmektedir. Bu durum ağaç malzemenin yüzeyindeki yapıyı da etkilemektedir. Odunun rutubet miktarında küçük değişiklikler meydana gelmesi durumunda bile yüzey geometrisi farklılaşmakta ve sonuç olarak da yüzey düzgünlüğü etkilenmektedir [36].

Ağaç malzemeler genellikle düşük odun rutubetinde yüksek odun rutubetine göre daha iyi işlenme ve yüzey kalitesi gösterirler. Yapraklı ağaç odunlarında ise yoğunluğu fazla olanlar, rutubet artışından daha az etkilenirler. Ortalama olarak ağaç malzeme % 6 rutubet miktarında % 12'ye göre % 25, % 20 rutubet miktarına göre ise %50'nin üzerinde daha kusursuz işlenmektedir [24, 35].

1.3.7.3.2. Ağaç Malzeme Yoğunluğu

Ağaç malzemenin işlenmesinde işleme kalitesini etkileyen diğer önemli faktör yoğunluktur. Kural olarak yoğunluğu yüksek odunlar daha düzgün yüzey vermekte ve yoğunluğu düşük ağaç malzemeye göre daha iyi işlenmektedir [24, 25].

1.3.7.3.3. Büyüme Hızı, Yıllık Halka Genişliği ve Yaz Odunu Katılım Oranı

Büyüme hızı, yıllık halka sayısı ve yaz odunu katılım oranının işleme kalitesine etkisinde; bütün bu özellikler ağaç malzemenin enine kesitinde boyuna kesitine göre daha belirgindir. Bunlardan büyüme hızının etkisi yoğunluktan daha önemli bulunmaktadır. Dağınık traheli odunlar halkalı trahelilere göre bu faktörden daha az etkilenmektedir. Yani

dağınık traheli odunlar, halkalı traheli odunlara göre daha iyi işlenme özelliği göstermektedirler [24, 25].

1.3.7.3.4. Ağaç Malzeme Kusurları

Ağaç malzemelerin işlenmesini güçleştiren faktörlerden birisi de odunun doğal karakteristiklerinden olan çapraz liflilik. Çapraz liflilik az ise önemli bir kusur sayılmamaktadır. Hemen her kerestede az veya çok miktarda bulunan çapraz lifliliğin; diyagonal, spiral ve grift (dolanık) liflilik olmak üzere üç türü bulunmaktadır [24, 25].

1.4. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü; üretim yöntemleri sonucu parça yüzeyinde oluşan şekil ve dalgalanma hataları dışında kalan, oldukça küçük ve periyodik bir şekilde tekrarlanan düzensizliklere denilmektedir [37, 38, 39].

[40]'a göre ise yüzey pürüzlülüğü; kullanılan üretim yöntemleriyle veya diğer etkilerle ortaya çıkan, alışılmış tarzda başka düzensizlikler ile sınırlı olan oldukça küçük aralıklı yüzey düzensizlikleridir.

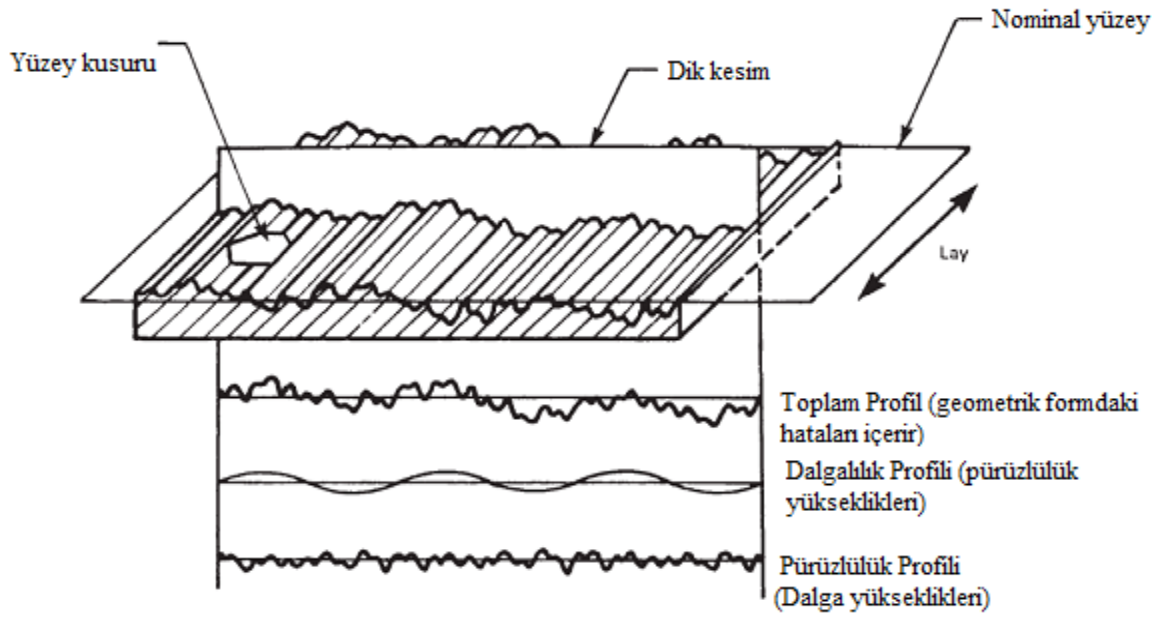
Yüzey tekstürü üç boyutlu bir kavram olup; malzeme ile onun çevresi ve genellikle hava arasındaki pürüzlülük veya malzeme yüzeyi içerisindeki düzensizliklerdir. Yüzey profili ise iki boyutlu bir kavramdır ve yüzey tekstürünün tipik bir kesitinin hatlarını gösterir [41, 42]. İşlenmiş bir ağaç malzeme yüzeyi büyüteç altında incelendiğinde parçalanmış lifler ve dağlar arasında vadiler oluşmuş gibi bir görüntü verir. Bunlar yüzeyde oluşan çıkıntı veya girintilerden oluşan periyodik dalgalanma serisidir. Dağa benzetilen çıkıntılı kısımlarla girintili kısımlar arasındaki farklılığın giderilmesi veya en aza indirilmesi pürüzsüz veya en az pürüzlü bir yüzey için gereklidir [37, 38].

1.4.1 Yüzey Pürüzlülüğü Sınıfları

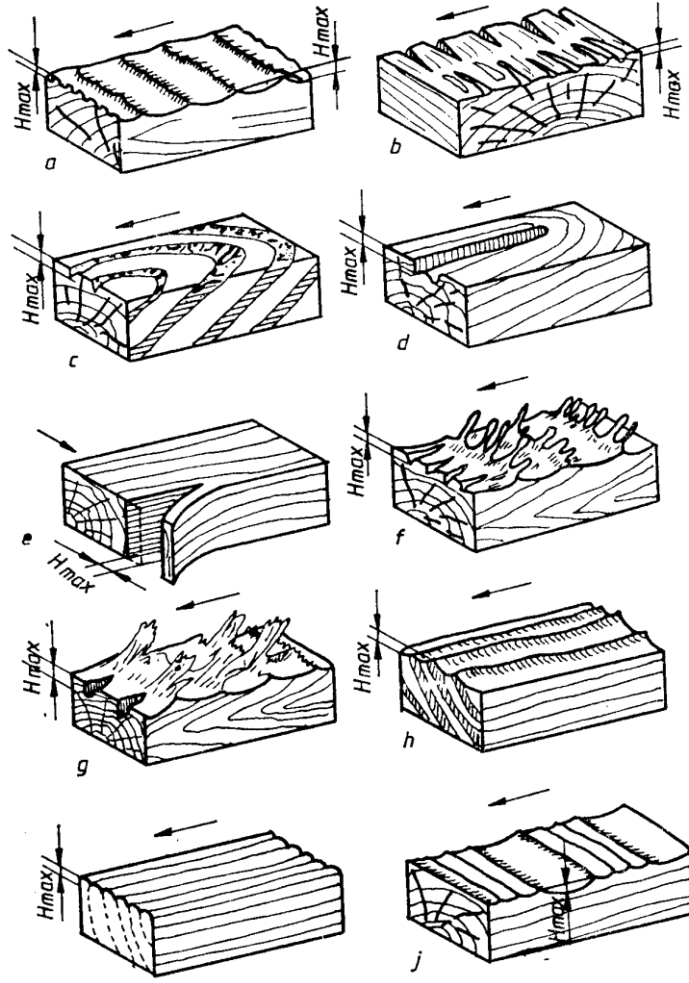
Ağaç malzemenin yüzey tekstürü, yüzeyin incelik veya kalınlığı ile düzgünlüğü veya pürüzlülüğünün derecesidir. Yüzey, çeşitli yüzey pürüzlülüklerinin bir bileşimi olarak

düşünülebilir. Bütün bunlara rağmen yüzey tekstürü için çeşitli tanımlayıcı sınıflandırmalar önerilmektedir [37, 38].

İngiliz standartlarına göre; birinci ve ikinci tekstür ile şekil hataları olarak üçlü bir sınıflandırma yapılmıştır. Birinci tekstür, alet veya makine işlemi sonucunda oluşan yüzey tekstür sonuçlarının bir bileşimidir. Bunlar daire testere kesiş izleri, planya ve frezeleme kesici izleri ile zımpara izleridir. İkinci derece tekstür; makine hassassızlıklarından oluşan kusurları kapsamaktadır. Bunlar ise, makine milinde meydana gelen titreşimler, ayarsızlıklar, aşırı diş izleri veya körelmiş bıçaklardan kaynaklanmaktadır. Şekil hataları da malzemenin bir ucundan diğer ucuna yüzeyin geniş bir kısmını kapsayan kusurdur. Malzemede görülen oluklaşma, eğrilik ve çarpılma gibi kusurlardır [43, 44].



Şekil 17. Yüzey karakteristiklerinin görünümü [45].



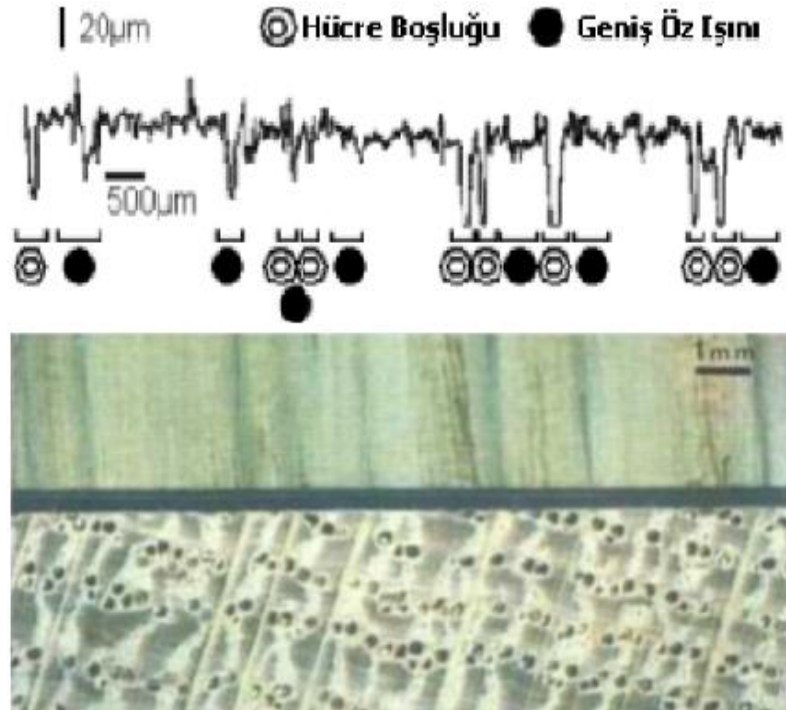
Şekil 18. Ağaç malzeme yüzeyinde oluşan kusurlar [46].

1.4.2. Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler

Homojen malzemelerle kıyaslandığında, ağaç malzeme anizotropik bir yapıya sahip olup bu yapısından dolayı kendine has bazı özellikler taşımaktadır. Ağaç malzeme sahip olduğu bu anatomik yapı nedeniyle kesme, biçme ya da rendeleme işlemlerine tabi tutulsa bile doğal olarak yüzeyi tamamen düzgün olmamaktadır [47]. Bu nedenle ağaç malzemede yüzey pürüzlülüğü, birinci derecede anatomik yapıya, ikinci derecede ise ağaç malzemenin işlenmesinde kullanılan makine ve yüzey işleme yöntemlerine göre değişmektedir [48]. Bu doğrultuda ağaç malzemede yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörleri iki ana grupta toplamak mümkündür.

1.4.2.1. Ağaç Malzemenin Anatomik Yapısından Kaynaklanan Pürüzlülük

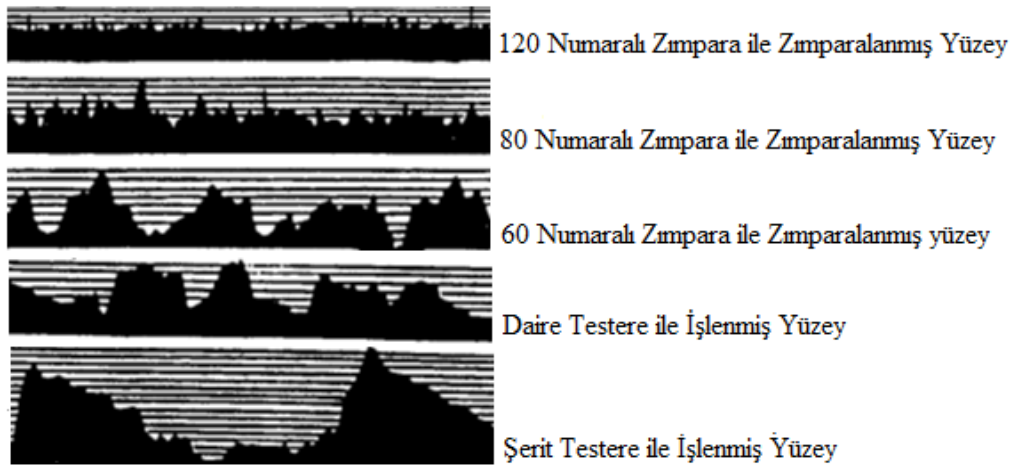
Odunun işlenmesi sırasında, odun hücreleri kesici bıçaklar ile kesilerek, trahe, paransim, reçine kanalları ve lifler gibi odun elemanlarının boşlukları açığa çıkarılmaktadır. Bu boşlukların boyutları, ağaç türü, ilkbahar ve yaz odunu kısımlarının kapladığı alan ve kesit tipine bağlıdır [47]. Ağaç malzemenin yetiştirme yeri koşullarına bağlı olarak değişebilen yıllık halka genişliği ve odunun yoğunluğu yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Yıllık halka genişliği azaldıkça odunun yüzey kalitesi artmaktadır. Yıllık halka içindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Ayrıca odun yüzeyinde oluşan çatlaklar, hücre çökmeleri, koparılmış lifler, lif uzunluğu ve odunun doğal büyüme karakteristiklerinden sayılan budak ve lif kıvrıklıkları da pürüzlülüğü artırıcı yönde etki yapmaktadır [48]. Ağaç malzemenin kesilme yönünde yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Teğet kesit radyal kesite göre daha düzgün yüzeyler vermektedir [49]. Ağaç malzemenin hücrel yapısı ve pürüzlülük profili arasındaki ilişki Şekil 19’da görülmektedir.



Şekil 19. Ağaç malzemenin hücrel yapısı ve pürüzlülük profili arasındaki ilişki [50].

1.4.2.2. Ağaç Malzemenin İşlenmesinden Kaynaklanan Pürüzlülük

Ağaç malzeme yüzeyinin düzgünleştirilmesi için uygulanan işlemler biçme, rendeleme ve zımparalama olarak belirtilebilir. Bu işleme yöntemleri ve işlem sırasında uygulanan işleme koşulları yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olmaktadır. Şekil 20'de zımpara numarası ile zımparalama, daire ve şerit testerede biçme işlemlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi görülmektedir [51].



Şekil 20. Doğu kayını odununda farklı işleme teknikleri sonucu oluşan yüzey profilleri [51].

1.4.3. Yüzey Pürüzlülük Parametreleri

Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili parametreler; profil ortalama çizgisine (m) göre yüzeyin iki boyutlu profilini veren, profil yükseklik yönünde veya yüzey düzlemine dik girinti çıkıntılarının oluşturduğu düzensizlikleri gösterir. Bunlardan yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmede, genellikle ortalama pürüzlülük (R_a), on nokta yüksekliği (R_z) ve en büyük pürüzlülük R_y (R_{max}) ölçüt olarak alınır [40].

1.4.3.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (R_a)

Ortalama pürüzlülük (R_a), pürüzlülük profili boyunca profil ortalama çizgisinden sapmalara (Y_i) ilişkin tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır (52). R_a pürüzlülük profili ile

bu profilin ortalama çizgisi arasındaki alandır [47]. Ortalama pürüzlülük değeri R_a Şekil 21'de gösterilmektedir.

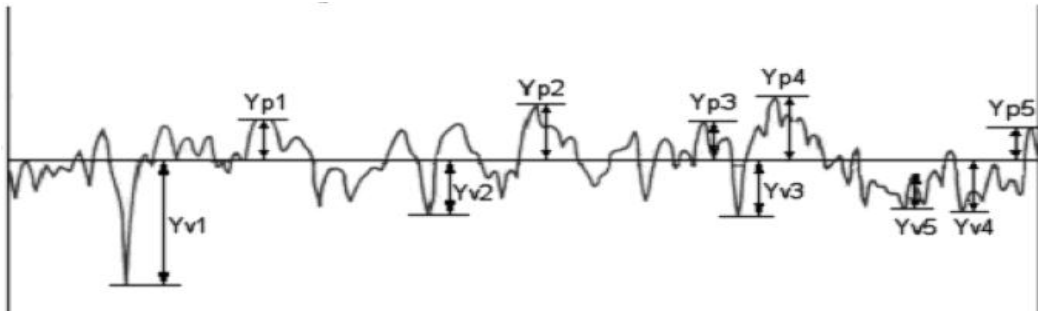


Şekil 21. Ortalama pürüzlülük değeri [52].

$$R_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Y_i|$$

1.4.3.2. On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri (R_z)

R_z , pürüzlülük profil uzunluğu boyunca yer alan en yüksek beş çıkıntı ve en derin beş girintinin ortalama değerlerinin toplamıdır [52].

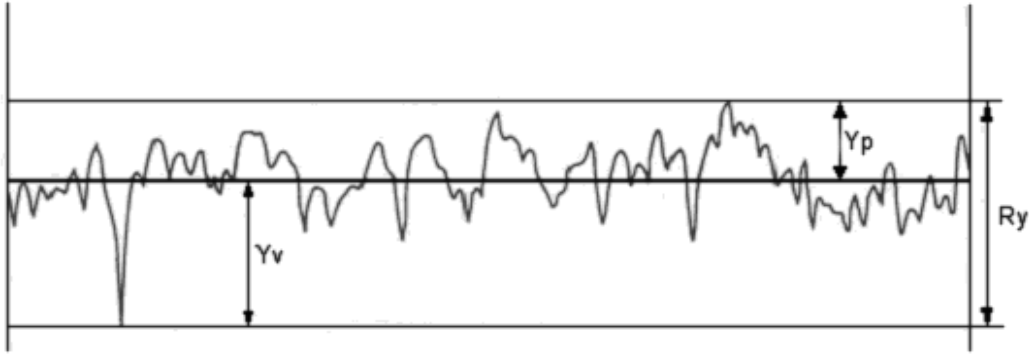


Şekil 22. On nokta pürüzlülüğü ortalama değeri [52].

$$R_z = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Y_{p_i} + \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Y_{v_i}$$

1.4.3.3. En Büyük Pürüzlülük Değeri (R_y)

R_y (R_{max}) pürüzlülük profili boyunca, ortalama profil çizgisine göre en yüksek çıkıntı (Y_p) ile en derin girintinin (Y_v) toplamını ifade etmektedir [52].



Şekil 23. En büyük pürüzlülük değeri [52].

$$R_y (R_{max}) = Y_p + Y_v$$

1.4.3.4. Profil Ortalama Çizgisi

Her iki tarafındaki profil alanları toplamını birbirine eşitleyen ve nominal profil genel doğrultusuna paralel olacak şekilde gerçek profili örnekleme uzunluğu boyunca kesen doğrudur [52].

1.4.4. Yüzey Pürüzlülüğü Belirleme Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğü işleme kalitesini gösteren önemli bir parametredir ve bu nedenle yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için birçok yaklaşım ortaya konmuştur. İlk yüzey pürüzlülük ölçümleri duyuşal (elle dokunma ve gözle gözlemlene) gözlemler kullanılarak yapılmıştır. Ancak bu yöntemler çok sübjektif olduğu için farklı ölçme yöntemleri ve aletleri geliştirilmiştir [53]. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinde kullanılan araçlar temel olarak iki kategoride toplanabilir. Bunlar; dokunmalı (iğne taramalı, pnömatik, kapasitans ve akustik ölçüm yöntemleri) ile dokunmasız (optik ve ultrasonik) yöntemlerdir [2, 47].

Dokunmalı iğne tarama yöntemi halen kullanılmakta olan ve genel kabul görmüş en etkili yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemlerinden birisidir. 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 tarama işlemi iğne ile liflere dik olarak yapılmaktadır [2, 47, 54].

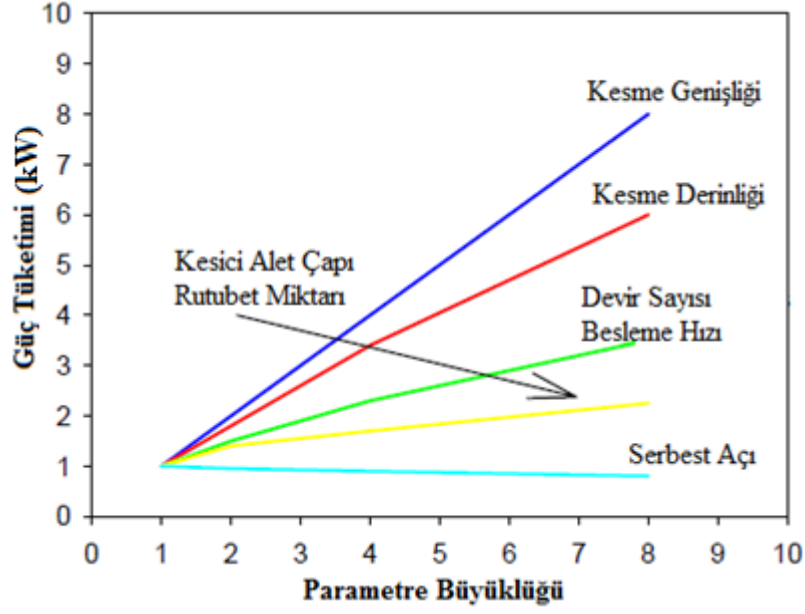
1.5. Güç Tüketimi

Ağaç malzemenin işlenmesinde güç tüketimi üretimde verimi etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Bu konuda yapılan çalışmalarda güç tüketiminde etkili olan faktörler oldukça ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur [22, 24, 25, 29, 30].

1.5.1. Güç Tüketimini Etkileyen Faktörler

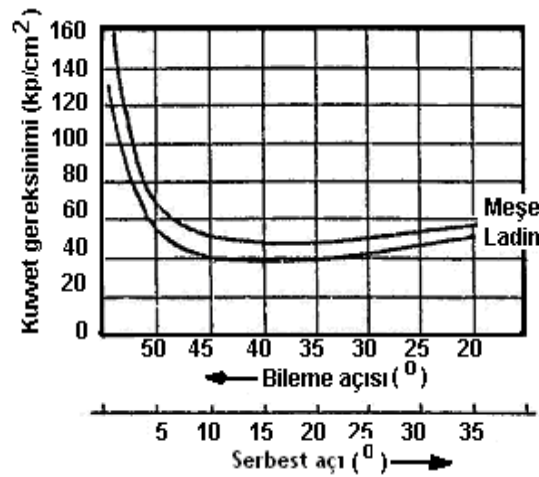
Ağaç malzemenin işlenmesinde güç tüketimi birçok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler; yoğunluk, kesme derinliği, kesme genişliği, kesme hızı, besleme hızı, bıçak sayısı, kesme yönü, kesici aletin çapı, bıçak açıları ve kesici aletin tipi olarak belirtilebilir. Şekil 24’da bazı işleme faktörlerinin güç tüketimine etkisi görülmektedir [24, 25, 30].

Ağaç malzemenin işlenmesinde etkili olan bu faktörler işleme sırasında makine ve kesme aletlerinde meydana gelen zorlamalara göre oluşan kuvvet gereksinimi ile doğru orantılı olarak güç tüketimine neden olmaktadır [24, 25, 29, 30].



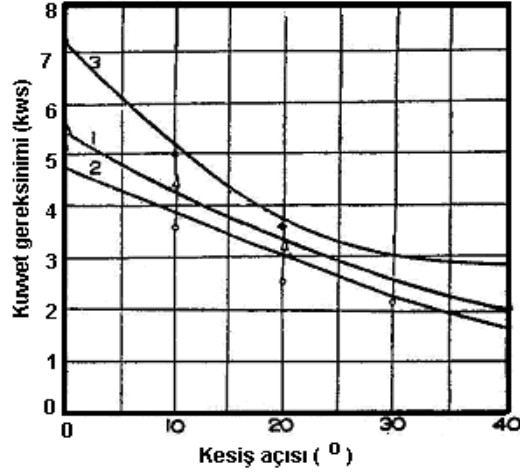
Şekil 24. Güç tüketimine bazı kesme koşullarının etkisi [55].

Kesici kama (bileme) ve serbest açısının kuvvet gereksinimine etkisi ise Şekil 25'de görülmektedir. Burada güç tüketimi bakımından en iyi kama açısı 40° , serbest açısı ise 15° olduğu bölgedir. Bilindiği gibi en iyi yüzey işleme sonuçları düşük kesme açılarında elde edilmektedir. Ancak, iyi bir yüzey veya işleme kalitesi daha fazla güç gereksinimi ile sağlanabilmektedir [23, 24, 25].



Şekil 25. Meşe ve Ladin odunlarının işlenmesinde serbest açı ve kama (bileme) açısının kuvvet gereksinimi üzerine etkisi [56].

Kesme açısı ve odun rutubeti de güç tüketiminde etkili olmakta ve bu durum Şekil 26' da belirtilmektedir.

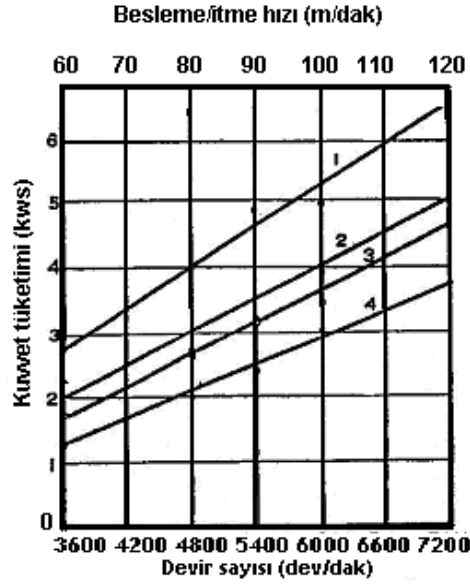


Şekil 26. Kesme (kesiş) açısı ve odun rutubetinin kuvvet gereksinimine etkisi (1. % 20 rutubette İYA odunu, 2. % 6 rutubette İYA odunu, 3. % 6 rutubette YA odunu) [56].

Burada; iğne yapraklı ağaç odunlarında % 20 rutubette % 6 rutubete göre daha fazla güç tüketildiği görülmektedir. Aynı şekilde kesme açıları (ASTM'ye göre) arttıkça güç tüketimi azalmaktadır. İşlemede bıçak türüne göre sert metal uçlu kesiciler, yüksek hız çeliğine oranla daha fazla güç tüketmektedir. Bu amaçla % 6 rutubet miktarındaki odun örnekleri her iki bıçak türü ile keskin olarak işleme tabi tutulmuş ve sert metal bıçakların yüksek hız çeliğine göre 1/3 oranında daha fazla güç gereksinimi gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; ucu sertleştirilmiş bıçakların daha fazla keskinliğini sürdürdüğü ve bunun da güç tüketiminde olumlu yönde etkili olduğu belirtilebilir [24, 25].

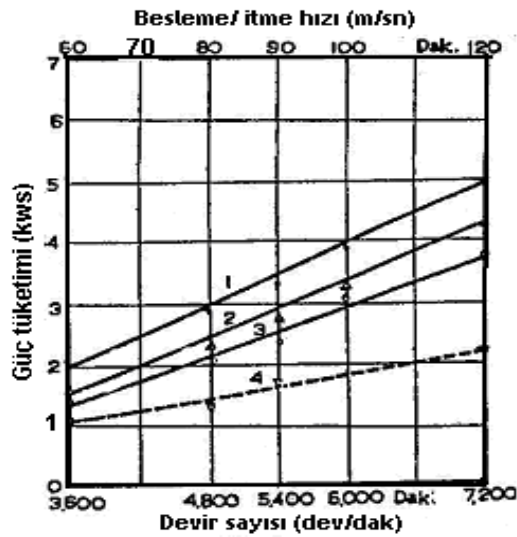
Kuvvet gereksinimi besleme hızı ve devir artışı ile artmaktadır. Ancak, işleme kalitesi değişmemekte, verim artmaktadır [24, 25].

Güç tüketiminde çeşitli kesici türleri, kesme ve devire bağlı olarak kuvvet tüketimi ilişkisi Şekil 27'de görülmektedir.



Şekil 27. Bıçak türü ve kuvvet tüketimi ilişkisi (1. Sert metal (SM) bıçak ile YA odunu, 2. Yüksek hız çelik (YHÇ) bıçak ile YA odunu, 3. SM bıçak ile İYA odunu, 4. YHÇ bıçak ile İYA odunu) [56].

İşlemede kuvvet gereksinimi konusunda diğer bir ilişki de yüksek hız çeliğinden bıçaklarla farklı odun rutubetlerinde besleme ve kesme hızları arasındadır.



Şekil 28. Farklı odun rutubetlerinde kuvvet tüketimi ile besleme hızı, bıçak devri ilişkisi (1. % 6 rutubette YA odunu, 2. % 20 rutubette İYA odunu, 3. % 6 rutubette İYA odunu ve 4. Makinanın boşta çalışması) [56].

Burada da; aynı ağaç türü odunlarında % 20 rutubette % 6 rutubete göre % 25, farklı ağaç türü odunlarında ve % 6 rutubette ise yaklaşık % 10 daha fazla daha fazla kuvvet tüketimi yapılmaktadır.

Güç tüketiminde diğer önemli bir etken de kama açısı olup, alt sınırı 45° dir. Daha büyük kama açısı serbest açının azalmasına neden olmakta, bu da kesici sırt kısmında yıgılmalara yol açmaktadır. Tablo 4'de çeşitli ağaç malzemelerde kama ve göğüs açısı ile kesiş hızı miktarları belirtilmektedir [23, 24, 25].

Tablo 4. Çeşitli malzemeler ve uygun işleme açıları [24, 25].

Malzemeler	Kama Açısı ($^\circ$)	Göğüs Açısı ($^\circ$)	Kesme Hızı (m/s)
İYA Odunları	45	25	60-100
YA Odunları	45-55	15-20	50-90
Tabakalı ağaç malzeme	60-65	15	50-90
Tabakalı ve emprenyeli ağaç malzeme	65-70	12-15	40-70

Değişik kesme açılarının işlemedeki diğer bir etkisi güç gereksinimidir. Tablo 5'de görüldüğü gibi % 6 rutubet miktarında ağaç odunlarında kesme açısı artışı enerji tüketimi ve bıçakların körelmesini azaltıcı yönde etkilemiştir.

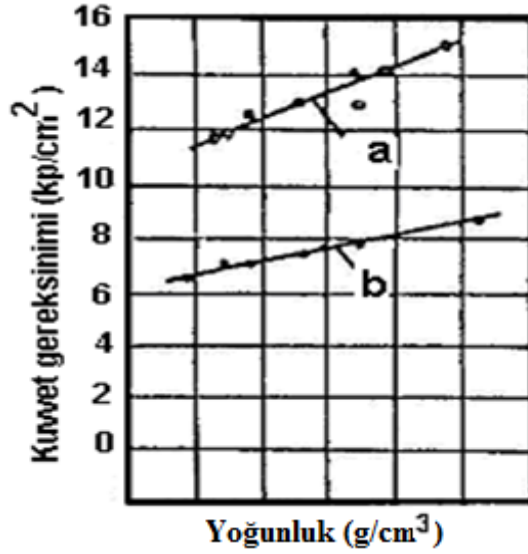
Tablo 5. Çeşitli kesme açılarında (ASTM) net güç tüketimi [24, 25].

Ağaç Türleri	Güç Tüketimi (kW/h)				
	0°	10°	20°	30°	40°
Akçaağaç	8.1	5.8	4.4	4.1	3.2
Kırmızı Meşe	7.4	5.0	3.5	3.5	2.6
Kavak	7.0	4.9	3.3	3.1	2.4

Küçük kesme açılarındaki yüksek güç gereksiniminde çalışma sorunlardan bir diğeri de makina devrinin yani kesme hızının düşürülmesidir. Bu durum bıçakların aşırı ısınmasına ve çabuk körelerek odun yüzeylerinde yanmalara yol açar. Bu körelme daha fazla kuvvet isteğini ve dolayısı ile daha düşük yüzey kalitesini ortaya çıkarır [24, 25].

Ağaç türünün de kuvvet gereksinimi üzerindeki etkisi oldukça büyüktür. Yoğunluğu yüksek odunlar yoğunluğu düşük odunlara göre daha fazla kuvvet gereksinimi

göstermektedir. Ancak bu durum her zaman geçerli olmamakta, yani yoğunluk ile kuvvet gereksinimi daima doğru orantılı olmamaktadır. Özellikle silis içeren tropik ağaç türü odunları işlemeyi daha fazla etkilemekte ve körleşme daha kısa sürelerde gerçekleşmektedir [24, 25]. Şekil 31'de liflere dik yönde kesişlerde kuvvet gereksinimi ile yoğunluk arasındaki ilişki verilmiştir. Burada; keskin bıçakların daha fazla kuvvet gerektirdiği görülmektedir.



Şekil 29. Liflere dik kesişte yoğunluk kuvvet gereksinimi ilişkisi (a- Keskin bıçak, b- Körelmiş bıçak) [56].

Körelmiş bıçakların etkisi yapraklı ağaçlardan daha çok, yoğunluğu düşük ağaç odunlardaki kesişlerde daha belirgin olarak görülebilmektedir [24, 25].

1.6. Literatür Özeti

1.6.1. Güç Tüketimi ile İlgili Araştırmalar

Fotin ve diğerleri [57], "Huş Odununun Zımparalanması Sırasında Güç Tüketiminin Araştırılması" adlı çalışmalarında; Huş odununu liflere dik, paralel ve 45°'lik açıyla işlemişler ve daha sonra 60, 80, 100 ve 180 numaralı zımparalarla işlemeye güç tüketimlerini ölçmüşlerdir. Araştırmada besleme hızı ve kesme derinliği olmak üzere iki

farklı değişken kullanılmıştır. Üç farklı işleme yönünde yapılan zımparalamada besleme hızının ve kesme derinliğinin artışıyla güç tüketiminin arttığını açıklamışlardır.

Beljo [58], “Daire Testere İle Kesmede Ağaç Malzeme Rutubet İçeriğinin Etkisi: Güç Gereksinimleri ve Kesme Güçleri” konulu çalışmalarında; Saplı Meşe (*Quercus robur* L.) odununun daire testere ile işlenmesinde güç gereksinimini araştırmışlardır. Kesme gücünü etkileyen ana parametreleri; ağaç malzemenin yoğunluğu, yapısal özellikleri, ağaç malzemenin rutubet içeriği, besleme yönü, kesme derinliği ve kesme genişliği olarak belirtmiştir. Çalışmada kesme hızı ve kullanılan işleme aletleriyle ilgili parametreler sabit kalmak koşulu ile besleme miktarı, kesiş derinliği ve ağaç malzemenin rutubet miktarını araştırmıştır. Bunlara göre; işlemede rutubetli ağaç malzemede kesme gücü, fırınlanmış ağaç malzemededen daha düşük çıkmıştır. Ayrıca, kesme gücü özellikle enine kesme yönünde ve rutubetli ağaç malzemede önemli bir azalma göstermiştir. Sonuç olarak; taze haldeki rutubetli ağaç malzemenin daire testere ile işlenmesindeki gerekli olan gücün, fırınlanmış ağaç malzemenin işlenmesi için gerekli güçten % 20-30 daha az olduğunu açıklamışlardır.

Stewart [59], “Sert Odunların Planyalama ve Zımparalanmasında Makine Gücünü Etkileyen Faktörlerin Karşılaştırılması” adlı çalışmasında; Ihlamur, Meşe, Ceviz ve Kavak odunlarını üç farklı rutubette işleme tabi tutmuş; genellikle hem planyalama hem de zımparalamada besleme hızı, kesiş derinliği, rutubet miktarı ve yoğunluğun artışıyla güç tüketiminin arttığını, rutubet artışıının ise zımparalamada güç gereksinimini daha az etkilediğini belirlemiştir.

Stewart [60], “Sert Odunlara Uygulanabilen Liflere Karşı Planyalama” konulu araştırmasında; Kanada Kavağı (*Populus tremuloides* Michx.) , Amerikan Sarı Kavağı, Amerikan Kirazı (*Prunus serotina* Berkh.), Kırmızı Amerikan Meşeşi (*Quercus rubra* L.) ve Amerikan Cevizi (*Carya tomentose* Nutt.) türlerinin planyalanma özelliklerini incelemiştir. Buna göre; yoğunluk artışıının işlenme kalitesini arttırdığını, göğüs açısı (kesme açısı) artışıının yoğunluğu 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 kadar besleme hızındaki kusurların 3.2 mm kesiş derinliğine kadar etkilenmediğini, kusur derinliklerinin ve 30°'ye eşit veya daha fazla göğüs açılarında birim uzunluktaki 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 10°'lik lif sapmasındaki karşı kesişlerde

planyalamada 1.6 mm olarak bulunmuştur. Planyalamada kusur oluşumu 25.4 mm' de 2,5 adet bıçak izinde en fazla çıkmıştır. Yüzey kalitesi önceden açıklanan makine işleme eşitlikleri için yeknesak; güç gereksinimi ise liflere dik yönde, liflere paralel yönden daha düşük çıkmıştır.

Mendoza [61], “Hindistan Cevizi (*Cocos nucifera* L.) Odununun Planyalanma Kalitesi ve Güç Tüketimi Üzerine Bazı İşlenme Değişkenleri ve Yoğunluğun Etkisi” adlı çalışmada; Hindistan Cevizi odununun planyalanma işlemindeki güç tüketimi miktarı ile yüzey kalitesinde, yoğunluk, kesiş derinliği, bıçak, kama ve göğüs açısının etkilerini belirlemiştir. Kesiş derinliği ve yoğunluk artışı bıçak kama ve göğüs açılarında güç tüketimini arttırmıştır. Farklı bıçak kama ve göğüs açısı etkileri ile işlemlerde güç tüketiminde önemli farklılıklar görüldüğünü, kesiş derinliği ve yoğunluğun 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 yoğunluk artışının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını belirtmişlerdir.

Aguilera ve Martin [62], “Avrupa Kayını (*Fagus silvatica* L.) ve Avrupa Ladini (*Picea excelsa* L.) Odunlarının İşlenme Nitelikleri: Kesme Kuvvetleri, Güç Tüketimi ve Yüzey Pürüzlülüğü” konulu çalışmalarında; bir freze makinasından yararlanarak işlemleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kesiş derinliği ile besleme ve kesme hızlarını farklı 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 eğilimlerinin 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 yüzeyin geleneksel işleme yöntemi ile elde edildiğini belirtmişlerdir.

Lemaster, Saloni, Jacksob, [63], “Zımparalama İşleminde Malzeme Uzaklaştırma Miktarı, Son Yüzey Tekstürü ve Odunun Güç Tüketimi” isimli çalışmalarında; zımparalama işleminde malzeme uzaklaştırma miktarının, yüzey kalitesinin ve güç

tüketiminin daha iyi anlaşılmasını amaçlamışlardır. Yapılan çalışma sonucunda; malzeme uzaklaştırma miktarının, uygulanan basınç seviyesinin, aşındırıcı türünün ve işleme hızının değişmesiyle değiştiğini belirtmişlerdir. Basınç artışının güç tüketimi doğrusal olarak arttırdığını açıklamışlardır. Ayrıca; güç tüketiminin, sabit basınç ve hızda çalışmada kullanılan aşındırıcı tipi veya ağaç türü ne olursa olsun sabit kaldığını belirtmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ise Şeker Akçaağacı (*Acer saccharum*) ve Veymut Çamı (*Pinus strobus*) olmak üzere iki ağaç türünde de alüminyum oksitli zımparada daha yüksek çıktığını, zımparalama işleminde yüksek bant hızının düşük bant hızına göre daha iyi yüzey kalitesi gösterdiğini açıklamışlardır.

Cristovao [64], “İki Tropik Odun Türünün Temel Kesme Gücü Modelleri” isimli çalışmada; bu konu hakkında daha önce kurulan modelleri geliştirmek ve çalışmada kullanılan tropik odun türlerinin kesme kuvvetlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada *Pseudolachnostylis maprounaefolia* ve *Swartzia madagascariensis* olmak üzere iki tropik bölge ağaç türünden faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda; odun yoğunluğu, odunun rutubet miktarı ve serbest açının her iki ağaç türü için üç kesme yönünde de ana kesme gücü bakımından en düşük etkiye sahip olduğunu belirlemiştir. Yonga kalınlığının her iki tür için de ana kesme gücüne etkisi bakımından en büyük etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda ağaç türlerinin içerdiği rutubet miktarının ana kesme gücüne olan etkisi her iki tür için de aynı olmadığı, düşük bir serbest açının her iki tür içinde daha yüksek bir kesme kuvveti gösterdiği; en düşük ana kesme kuvvetinin 0° - 90° ve en yüksek kesme kuvvetinin ise 90° - 90° ’lik kesme yönünde zor işlenen ağaç türü odunlarının işlenmesinde olduğunu belirtmiştir.

Kurt [65], “Doğrusal Hareketle Talaş Kaldıran Vargel Tezgahında Kesme Kuvvetlerinin Ölçülmesi İçin Bir Dinamometre Tasarımı ve İmalatı” adlı yüksek lisans tez çalışmada; bağımsız kesme kuvveti modelleri girdilerinden farklı olarak, spesifik akma gerilmesi ve sürtünme için sistematik bir model geliştirmiştir. Sonuçlara göre; geometrik kayma gerilmesi ile gerinim ölçümleri arasında anlamlı herhangi bir ilişkinin olmadığını, geometrik gerilme ile gerilme oranı ölçümleri arasında zayıf bir ilişki olduğunu ve malzeme özellikleri ile kesme hızı, talaş açısı gibi girdi değişkenleri arasında güçlü bir ilişkinin bulunduğunu açıklamıştır.

Şeker [66], “Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı” konulu ders notlarında, talaş kaldırma sırasında oluşan kesme kuvvetlerinin, kesme performansına ve birim parça maliyetine doğrudan etki ettiğini belirtmiştir. Aynı zamanda metaller ve metal alaşımlarının

işlenmesinde kullanılan takımların kesici kenarlarının yeterince keskin olmasına rağmen, talaş kaldırma sırasında oluşan gerilmeler karşısında oldukça zorlandığı gözlenmiştir. Son yıllarda gelişen bilgisayar teknolojisinde kesme kuvvetleri ve gerilme değerlerinin önceden tahmin edilmesine yardımcı olan bilgisayar paket programları ile talaş kaldırma mekaniğinde çok büyük iyileştirmelerin sağlandığı açıklanmıştır.

Yardımoğlu ve Boyar [67], “Talaşlı İmalatta Takıma Gelen Kuvvetlerin Deneysel İncelenmesi” adlı çalışmalarında; talaş kaldırmada gerekli olan enerjiyi belirten, özgül kesme enerjisini araştırarak kesme kuvvetlerini ölçmeye çalışmışlardır. Genel olarak, kuvvet bileşenlerinin ilerleme hızı ile doğru orantılı olduğunu ve talaş derinliğinin artmasıyla kesme kuvvetlerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca kesme hızının artışıyla özgül kesme enerjisinin de azaldığını belirlemişlerdir.

1.6.2. Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Araştırmalar

Burdurlu ve Usta [68], “Karaçam ve Karakavak’ın Rendelenmesi ve Zımparalanmasında Bıçak Sayısı ve Zımpara Tanecik Büyüklüğünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi” isimli çalışmalarında; Karakavak (*Populus nigra* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra* A.)’dan elde edilmiş ahşap malzemenin, planya ve zımpara makinesinde işlenmesinde bıçak sayısı ve zımpara no’sunun yüzey pürüzlülüğüne etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 60, 80, 120, 180, 220 numaralı zımparalar ve 2,3 ve 4 adet bıçak kullanımı ile 5 ve 9 m/dak besleme hızı kullanılarak radyal ve teğet kesit yüzeylerde işlemler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre; pürüzlülük bakımından zımparalanmış yüzeylerde en iyi sonuç Karakavak’ta teğet kesit yüzeylerde 180 ve Karaçam’da teğet kesit yüzeylerde 220 no’lu zımparalamada elde edilmiştir. Rendelenmiş yüzeylerde ise en iyi sonuçların Karakavak ve Karaçam’da 2 bıçak ve 5 m/dak besleme miktarındaki teğet kesitli yüzeylerde elde edildiğini açıklamışlardır.

Tablo 6. Test değişkenlerine göre pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalaması [68]

Test Değişkenleri				Aritmetik Ortalamalar Ra(μ m)		
Kesme Yönü	İşlem	Besleme Hızı(m/dk)	Zımpara No- Bıçak Sayısı	Karakavak	Karaçam	
Radyal	Zımparalama		Zımpara No			
			60	15.8460	12.2660	
			80	8.0430	4.7810	
			120	4.1620	6.0260	
			180	5.1460	3.9970	
	220	5.4210	4.7690			
	Rendeleme	5		Bıçak Sayısı		
				2	8.8450	4.5090
				3	7.3950	5.2100
				4	8.5550	4.9300
9				2	7.6590	5.0170
3	8.5850	4.5290				
4	-	-				
Teğet	Zımparalama		Zımpara No			
			60	15.6050	13.4770	
			80	10.3210	6.9640	
			120	6.2670	4.2260	
			180	3.7360	3.6770	
	220	4.2410	3.1760			
	Rendeleme	5		Bıçak Sayısı		
				2	6.7240	4.1860
				3	6.7930	4.4070
				4	7.5640	4.5610
9				2	8.4850	4.2050
3	7.4590	4.2410				
4	-	-				

Sönmez ve Söğütlü [69], “Rendeleme İşleminin Ağaç Malzemenin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi” adlı çalışmalarında; rendeleme makinesinde işlem görmüş bazı ağaç türlerine ait örneklerin yüzey pürüzlülükleri incelenmiştir. Bu maksatla, Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Armut (*Pirus communis* L.), Kestane (*Castanea sativa* Mill.), Sapsız Meşe (*Quercus petrea* Lieble) ve Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich) odunlarından yararlanılmıştır. Deney örnekleri, sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\%65\pm 5$ olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilerek rutubetleri $\%12\pm 0,5$ olarak belirlenmiştir. Örnekler kama açısı 42° olan, 2 ve 4 kesicili kalınlık makinesinde yıllık halkalara teğet ve radyal yönde işlenmiştir. Rendeleme işleminde

besleme hızı 6 m/dk, devir sayısı 3600 dev/dk, işleme derinliği 1,6 mm olarak seçilmiştir. Sonuçlarına göre; yüzey pürüzlülüğü en yüksek meşede, en düşük armutta elde edilmiştir. Ayrıca, radyal yön teğet yöne göre, 2 kesicili rendeleme 4 kesicili rendelemeye göre daha pürüzlü yüzeyler göstermiştir.

Stewart [70], “Akçaağaç Odununda Liflere Dik Yönde Planyalama İle Yüksek Kaliteli Yüzeyler ve Yongalar Üretimi” konulu araştırmasında; yoğunluğu fazla olan akçaağaç odunundan üretilen 15.24 x 45.72 cm boyutundaki örnekler planya makinasında liflere paralel ve dik yönde 10°, 20°, 30° ve 45° serbest açılarda, 0.75, 1,5, 3 mm kesiş derinliğinde ve 10, 20, 30 m/dk olmak üzere üç farklı besleme hızında planyalanmıştır. Maksimum yüzey pürüzlülüğünün liflere paralel yöndeki planyalama işleminde olduğu, ortalama pürüzlülük değerinin ise liflere paralel ve liflere dik yöndeki planyalama işlemlerinde yaklaşık olarak aynı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, liflere dik yönde planyalama ile yüksek kaliteli yüzeyler ve yongalevha endüstrisi için kaliteli yongalar üretilebileceğini ve aynı zamanda liflere dik yöndeki planyalama ile atık miktarının azalacağını, en büyük pürüzlülük değerini liflere paralel planyalamada 45° serbest açıda, liflere dik planyalamada 10° ve 30° lik açılarda ölçmüştür. Bu değerleri liflere paralel planyalamada 10°, 20° ve 30° lik serbest açılar, liflere dik planyalamada ise 20° ve 45° lik açıların izlediğini belirtmiştir.

Efe ve Gürleyen [71], “Bazı Ağaç Malzemelerde Kesiş Yönü, Kesici Adeti ve Devir Sayısının Yüzey Düzgünlüğüne Etkileri” konulu çalışmalarında; masif ağaç malzemeleri işleyerek yüzey düzgünlüklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ve Ceviz (*Juglans regia*) odunlarından faydalanmışlardır. Sıcaklığı 20± 2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında yaklaşık % 12 denge rutubetine getirilen Yalancı Akasya ve Ceviz örneklerini 2 ve 4 adet bıçak kullanılarak 4.400, 6.000, 7.800 ve 10.000 dev/dk hızlarda radyal ve teğet yönde işleme tabi tutarak yüzey pürüzlülük değerlerini belirlemişlerdir. Sonuçlara göre; ağaç türleri arasında akasyada, kesiş yönlerinde teğet yönde, devir sayıları arasında 10.000 dev/dk’ da, kesiciler arasında ise 4 bıçaklı kesicilerle en iyi sonuçlar elde edildiğini açıklamışlardır.

Tablo 7. Ağaç türü, kesiş yönü, bıçak sayısı ve devir sayısına göre oluşan yüzey pürüzlülük sonuçları [71]

Ağaç Türü	Kesiş Yönü	Bıçak Sayısı	Devir Sayısı	Ra(μ m)
Akasya	Radyal	2	4.400 dev/dk	5.470
			6.000 dev/dk	5.360
			7.800 dev/dk	5.210
			10.000 dev/dk	5.140
	4	4.400 dev/dk	4.150	
		6.000 dev/dk	3.900	
		7.800 dev/dk	3.810	
		10.000 dev/dk	3.550	
Teğet	2	4.400 dev/dk	4.720	
		6.000 dev/dk	4.480	
		7.800 dev/dk	4.200	
		10.000 dev/dk	4.010	
4	4.400 dev/dk	4.140		
	6.000 dev/dk	3.970		
	7.800 dev/dk	3.790		
	10.000 dev/dk	3.600		
Ceviz	Radyal	2	4.400 dev/dk	5.460
			6.000 dev/dk	5.280
			7.800 dev/dk	5.120
			10.000 dev/dk	5.070
	4	4.400 dev/dk	5.210	
		6.000 dev/dk	4.990	
		7.800 dev/dk	4.810	
		10.000 dev/dk	4.760	
Teğet	2	4.400 dev/dk	5.310	
		6.000 dev/dk	5.170	
		7.800 dev/dk	4.920	
		10.000 dev/dk	4.780	
4	4.400 dev/dk	5.270		
	6.000 dev/dk	5.090		
	7.800 dev/dk	4.810		
	10.000 dev/dk	4.780		

Efe ve diğerleri [72], “Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Rendelenmesinde Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı, Besleme Hızı ve Kesme Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi” konulu çalışmalarında; masif ağaç malzemenin kalınlık makinasında rendelenmesi işleminde yüzey düzgünlüğüne kesiş yönü, kesici sayısı, besleme yönü ve kesiş derinliğinin etkilerini incelemiştir. Rendeleme işleminde kesici sayısı 3 ve 4, kesiş yönü teğet ve radyal, besleme hızı 5 ve 9 m/dak, kesme derinlikleri ise 1, 2 ve 4 mm olarak

seçilmiştir ve rendeleme işlemine tabi tutulan kayın örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; en düzgün yüzey dört bıçaklı rendelemede, 5 m/dak besleme hızı ile 1 mm kesiş derinliğinde yıllık halkalara teğet yönde elde edilmiştir.

Tablo 8. Yüzey pürüzlülük ortalama değerleri [72]

Kesici Sayısı	Kesiş Yönü	Besleme Hızı	Kesme Derinliği(mm)	Ra(μ m)
2 Bıçak	Teğet	5 m/dk	T1=1mm	3.89
			T2=2mm	4.14
			T3=4mm	4.25
	Radyal	9 m/dk	T1=1mm	4.64
			T2=2mm	5.40
			T3=4mm	6.17
4 Bıçak	Teğet	5 m/dk	T1=1mm	4.17
			T2=2mm	4.20
	Radyal	9 m/dk	T3=4mm	5.02
			T1=1mm	4.87
4 Bıçak	Teğet	5 m/dk	T2=2mm	4.87
			T3=4mm	5.56
			T1=1mm	6.31
	Radyal	9 m/dk	T2=2mm	3.01
			T3=4mm	3.79
			T1=1mm	3.98
4 Bıçak	Teğet	5 m/dk	T2=2mm	3.83
			T3=4mm	4.20
	Radyal	9 m/dk	T1=1mm	4.76
			T2=2mm	3.66
4 Bıçak	Teğet	5 m/dk	T3=4mm	4.01
			T1=1mm	4.05
	Radyal	9 m/dk	T2=2mm	4.13
			T3=4mm	4.51
4 Bıçak	Teğet	5 m/dk	T1=1mm	5.17
			T2=2mm	
	Radyal	9 m/dk	T3=4mm	
			T1=1mm	

Kılıç ve Demirci [73], “Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Anadolu Kestanesi (*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. Çalışmada kullanılan Kestane ve Sarıçam odunları sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında ortalama % 12 denge rutubetine gelene kadar bekletilmiştir. Besleme hızı olarak 5 m/dak ve 9 m/dak, diş sayısı olarak ise 24 diş ve 40 diş sahip testerele seçilmiştir. Çalışma sonucunda; Sarıçam odununun Anadolu Kestanesi’nden, 40 adet diş sahip

testerenin 24 adet dişe sahip testereden ve besleme hızlarına göre; 5 m/dak besleme hızının 9 m/dak'ya göre daha iyi yüzeyler verdiğini belirtmişlerdir.

Tablo 9. Yüzey pürüzlülük ortalama değerleri (μm) [73]

Ağaç Türü		Sarıçam				Anadolu Kestanesi			
Diş Sayısı		40		24		40		24	
Besleme Hızı (m/dk)		5	9	5	9	5	9	5	9
Yüzey Pürüzlülük Değerleri $R_a(\mu\text{m})$	Üst Değer	6,7	8,5	10	11,5	9,36	12,73	14,12	14,79
	Alt Değer	3,5	5	5	7,5	6,13	0,79	8,52	9,50
	Ortalama (X)	4,73	6,87	8,31	10,13	7,57	9,11	10,51	11,26
	Standart Sapma(S)	0,76	0,81	1,21	1,42	0,75	1,71	1,21	1,22

Efe ve diğerleri [74], “Akasya (*Robinia pseudoacacia* Lipsky) Odununda Kesiş Yönü ve Kesici Sayısının Yüzey Düzgünlüğü ve Yapışma Direncine Etkisi” adlı çalışmalarında; Akasya odununda yüzey düzgünlüğünün yapışma direncine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Akasya (*Robinia pseudoacacia* Lipsky) odunundan hazırlanan deney numuneleri, 2 ve 4 kesicili jilet bıçaklarla işlendikten sonra yüzey düzgünlük ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak; 4 kesicili rendeleme 2 kesicili rendelemeye göre daha düzgün yüzeyler verirken, teğet ve radyal kesit olarak hazırlanmış örneklerde pürüzlülük bakımından farklılık olmadığını belirtmişlerdir.

Efe ve Gürleyen [75], “Rendeleme İşleminde Kesiş Yönü, Kesici Sayısı ve Devir Sayısının Bazı Ağaç Malzemelerin Yüzey Düzgünlüğüne Etkileri” konulu çalışmalarında; masif ağaç malzemelerin yatay freze makinesinde jilet bıçaklarla işlendikten sonra yüzey düzgünlüklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Deney örnekleri Mobilya Endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ağaç malzemelerinden hazırlanmıştır. Yüzey düzgünlüğü değerleri; ağaç türü, kesiş yönü (radyal, teğet), bıçak sayısı (2'li, 4'lü) ve devir sayısına (4.400 dev/dk, 6.000 dev/dk, 7.800 dev/dk, 10.000 dev/dk) göre belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; ağaç türü, kesiş yönü, bıçak sayısı ve devir sayısı etkileşimlerine göre en düzgün yüzey, Sarıçamda teğet yönde 4 bıçaklı kesicilerle 10.000 dev/dk' da, en pürüzlü yüzey ise Sarıçamda radyal yönde 2 bıçaklı kesicilerle 4.400 dev/dk' da elde edilmiştir.

Tablo 10. Ağaç türü, kesiş yönü, bıçak sayısı ve devir sayısına göre elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri [75]

Ağaç Türü	Kesiş Yönü	Bıçak Sayısı	Devir Sayısı	Ra(μ m)
Sarıçam	Radyal	2	4.400 dev/dk	6.100
			6.000 dev/dk	4.860
			7.800 dev/dk	4.540
			10.000 dev/dk	4.290
	4	4.400 dev/dk	4.870	
		6.000 dev/dk	4.857	
		7.800 dev/dk	4.530	
		10.000 dev/dk	4.450	
Teğet	2	4.400 dev/dk	4.827	
		6.000 dev/dk	4.820	
		7.800 dev/dk	4.153	
		10.000 dev/dk	3.827	
4	4.400 dev/dk	4.323		
	6.000 dev/dk	4.273		
	7.800 dev/dk	4.057		
	10.000 dev/dk	3.203		
Doğu Kayını	Radyal	2	4.400 dev/dk	5.980
			6.000 dev/dk	5.590
			7.800 dev/dk	5.310
			10.000 dev/dk	5.030
	4	4.400 dev/dk	5.520	
		6.000 dev/dk	5.267	
		7.800 dev/dk	4.890	
		10.000 dev/dk	4.290	
Teğet	2	4.400 dev/dk	5.950	
		6.000 dev/dk	5.420	
		7.800 dev/dk	4.910	
		10.000 dev/dk	4.460	
4	4.400 dev/dk	5.500		
	6.000 dev/dk	5.260		
	7.800 dev/dk	4.820		
	10.000 dev/dk	4.280		

Örs ve Baykan [76], “Masif Ağaç Malzemede Rendeleme ve Zımparalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri” adlı çalışmalarında; rendelenmiş ve zımparalanmış masif ağaç malzeme yüzeylerinde ağaç türü, kesiş yönü, bıçak sayısı, zımpara numarası ve besleme hızlarının yüzey pürüzlülüğüne olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla ülkemizde mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türleri kullanılmıştır. Doğu Kayını ve Sarıçam odunları sıcaklığı

20±2°C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında ortalama % 12 denge rutubetine ulaşınca kadar bekletilmiştir. Yapılan çalışmada kesiş yönü olarak radyal ve teğet yönler de çalışılmış olup rendeleme işleminde 2 ve 4 bıçaklı rendeleme yapılmıştır. Zımparalama işlemlerinde ise 80 ve 120 numaralı zımparalar kullanılarak zımparalama işlemine tabi tutulan Doğu Kayını ve Sarıçam örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; Doğu Kayını'nda Sarıçam'a göre ve her iki ağaç türünde yıllık halkalara teğet yönde daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Rendelemeye kesici bıçak sayısı, zımparalamada ise zımpara numarası arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır. Besleme hızının artmasıyla da yüzey pürüzlülüğü artmıştır.

Tablo 11. Yüzey pürüzlülük değerleri [76]

Ağaç Türü	Kesiş Yönü	Bıçak Sayısı	Zımparalama İşlemi	Ra(µm)
Doğu Kayını	Radyal	2	Normal Yüzey	7.1
			80	11.7
			120	5.3
	Teğet	4	Normal Yüzey	5.2
			80	5.7
			120	5.7
Sarıçam	Radyal	2	Normal Yüzey	4.7
			80	9.6
			120	5.7
	Teğet	4	Normal Yüzey	4.5
			80	10.7
			120	4.2
Sarıçam	Radyal	2	Normal Yüzey	8.2
			80	13.6
			120	6.9
	Teğet	4	Normal Yüzey	6.6
			80	11.1
			120	5.9
Teğet	2	Normal Yüzey	7.2	
		80	11.3	
		120	6.4	
Teğet	4	Normal Yüzey	5.4	
		80	10.7	
		120	5.5	

Duran [77], “Ağaç Malzemede Rendeleme Faktörlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri” konulu tez çalışmasında; mobilya endüstrisinde yaygın kullanılan Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*), Sapsız Mese (*Quercus petraea spp.*), Adi Ceviz (*Juglans regia L.*), Toros Sediri (*Cedrus libani A. Rich.*), Gümüşi Ihlamur (*Tilia grandifolia Moench.*) ve Afrika Maunu (*Khaya ivorensis A.Chev.*) odun örnekleri kullanılmıştır. Deney örnekleri 36°, 38°, 40°, 42° ve 44° kama açılarında, radyal ve teğet yönde, 5 m/dak ve 9 m/dak besleme hızlarında rendelenmiş ve yüzey pürüzlülük değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en düzgün yüzey, 42° kama açısında, radyal yönde, 5 m/dak besleme hızında işlenen Sedir odununda elde edilmiştir.

Tablo 12. Yüzey pürüzlülük ortalama değerleri (Ra,µm) [77]

Kama Açısı	Kesme Yönü	Besleme Hızı(m/dk)	Ağaç Türü					
			Kayın	Mese	Ceviz	Maun	Sedir	Ihlamur
36°	Radyal	5	6,957	9,393	6,591	6,937	5,608	6,424
		9	7,394	10,09	7,183	7,578	5,648	7,407
	Teğet	5	6,659	9,279	6,173	6,530	6,138	6,235
		9	7,189	9,896	6,863	7,268	6,891	7,285
38°	Radyal	5	6,577	9,138	6,188	6,840	5,343	6,322
		9	7,090	9,524	7,020	7,037	5,798	7,303
	Teğet	5	6,319	8,876	5,762	6,013	5,775	5,827
		9	6,796	9,448	6,571	6,643	5,916	6,585
40°	Radyal	5	6,211	8,766	6,077	6,324	5,640	6,589
		9	6,647	9,095	6,572	6,646	6,019	7,262
	Teğet	5	6,113	7,843	5,478	5,880	5,367	5,521
		9	6,405	8,547	6,097	6,276	5,730	6,018
42°	Radyal	5	5,907	7,402	5,451	5,614	4,726	5,585
		9	6,569	7,666	6,122	6,234	5,252	6,331
	Teğet	5	5,680	7,063	5,183	5,217	4,825	5,138
		9	5,860	7,559	5,464	5,625	5,534	5,581
44°	Radyal	5	6,221	7,307	6,027	6,360	4,937	5,865
		9	6,911	9,812	6,553	6,784	5,824	6,376
	Teğet	5	5,864	7,898	5,553	5,567	5,158	5,394
		9	6,377	8,671	6,030	6,346	5,998	6,139

Pahlitzsch ve Dziobek [78], “Bant Zımpara ile Zımparalanmış Odunlar İçin Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri” konulu çalışmalarında; odun yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi konusunda geniş bir literatür özeti yaptıktan sonra kullanılan ölçme alet ve yöntemlerinin odun yüzeyi için uygunluğu üzerine denemeler ve açıklamalar yapılmıştır.

Denemelerde çeşitli ağaç türleri ve zımpara numaraları kullanılmış kuru ve rutubetli yüzeyleri karşılaştırılmıştır. Beş farklı ağaç türünde aynı şartlar altında zımparalanmış yüzeylerde rutubetlendirme işleminden önce ve sonra her biri için yüz yerde maksimum pürüzlülük derinlikleri ölçülmüştür. Rutubetlendirmeden önce bütün örnekler yaklaşık olarak aynı pürüzlülük ortalama değerini göstermiştir. Rutubetlendirme işleminden sonra (150 cm² yüzey oda sıcaklığında 2 gr su ile) ise ağaç türlerinde pürüzlülük değerleri artmıştır.

Pahlitzsch ve Dziobek [79], “Ön Zımparalama Yapılmış Odun Yüzeylerinin Kalitesi Üzerine İşleme Koşullarının Etkisi” konulu çalışmalarında; makine olarak kenar band zımpara makinası ve ağaç türü olarak Avrupa Kayını (*Fagus silvatica*) kullanılmıştır. Çalışmada yüzey pürüzlülüğü üzerine zımparalama süresi, lif yönü, bant hareket hızı ve zımpara bant basıncının etkileri araştırılmıştır. Zımparalama süresinin artması ile zımparanın körelmesi sonucu zımparalama hacminin azaldığı, lif yönünün önemli olduğu ve küçük lif açılarında pürüzlülüğün az olduğu, en büyük pürüzlülüğün 20 m/sn bant hızında meydana geldiğini açıklamışlardır.

Stumbo [37], “Yüzey Tekstür Ölçme Yöntemleri” adlı çalışmasında; yüzey pürüzlülüğünün tarihsel gelişimini ve bu alanda kullanılan birçok yöntemi, bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajları ile yüzey pürüzlülüğü sınıflarını geniş bir şekilde açıklamıştır. Böylece odun adhezyonu (yüzeydeki odun dokuları ile odunun kendisi arasındaki kuvvetler) ile ilgili yüzey incelemelerinde ayrıntılı olarak verilen bilgilerin önemli yararlar sağlayacağını belirtmiştir.

Peters ve Cumming [39], “Odun Yüzey Düzgünlüğünün Ölçülmesi” konulu çalışmalarında; odun yüzey ölçümleri üzerine yaptıkları geniş bir literatür incelemesinde çok değişik tekniklerin kullanıldığını, bunlardan en önemlilerinin; görüntülü, ışıklı ve iğne taramalı yöntem olduğunu; hem yöntem hem de yüzey standardı bakımından hiçbir sistemin yeterli olmadığını ve incelemede kolay kullanımlı güvenilir sonuçlar verebilen bir yöntemin geliştirilmesi gerektiğini, kesinleşmiş yüzey ölçme yöntemlerinin üretime, kalite kontrole ve araştırma alanına katkıda bulunacağını, kısaca yüzey düzgünlüğünü belirlemenin odunun gelecekteki kullanımında kaçınılmaz önemde olduğunu açıklamışlardır.

Güntekin [80], “Rendeleme Makinelerinde Kesme ve İlerleme Hızının Ahşap Yüzey Kalitesine Etkisi” konulu çalışmasında; mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra* L.) örneklerini rendeleme makinası

ile işleyerek, rendeleme makinalarının ilerleme hızı, kesme hızı ve kesici sayısına bağlı olarak, işlenen ahşabın yüzey kalitesinde meydana gelen değişiklikleri araştırmıştır. Yüzeylerde kalite faktörü olarak; yüzey düzgünlüğü, bıçak izi, yanık oluşumu, yüzeyde yaz odunu ezilmesi ve lif uçları ezilmesinin olup olmadığına göre değerlendirmeler yapmıştır. Sonuç olarak; pürüzsüz ve düzgün yüzeyler elde etmek için, ilerleme hızını azaltmak, kesme hızını ve kesici sayısını arttırmak gerektiğini açıklamıştır.

Baykan [81], "Rendelenmiş ve Zımparalanmış Masif Ağaç Malzeme Yüzeylerinde Yüzey Pürüzlülüklerine İlişkin Araştırmalar" adlı doktora tez çalışmasında; mobilya ve doğrama endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından hazırlanan örnekler ile ağaç türü, ağaç malzemenin işleme özelliklerinden olan rendeleme ve zımparalama, kesiş yönü, rutubet değişimi ve işlemede uygulanan ilerleme hızlarına göre ayrı ayrı yüzey pürüzlülüğünü belirlemiştir. Sonuç olarak ; Doğu Kayını odununun Sarıçam odununa göre daha pürüzsüz bir yüzey verdiğini saptamıştır. Ayrıca teğet kesitte radyal kesite göre düşük ilerleme hızında ve düşük rutubet değerlerinde de daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiğini saptamıştır.

Dereli [82], "Kızılçam ve Orta Yoğunlukta Liflevhalarda Yüzey Pürüzlülüğünün Tayini Üzerine Araştırmalar" adlı yüksek lisans tezinde; 4 bıçakla rendelenen Kızılçam odunundan üretilmiş levha yüzeylerinin 2 bıçakla rendelenenlerden, 100 numaralı zımpara ile zımparalanmış yüzeylerin 80 numaralı zımpara ile zımparalanan yüzeylerden daha düzgün yüzey sağladıklarını belirtmiştir.

Aysel [83], "Kızılçam (*Pinus brutia*) ve Karaçam (*Pinus nigra*)'da Zımpara Türü ve İşleminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi" adlı yüksek lisans tezinde; Kızılçam ve Karaçam yüzeylerinde 40, 50, 60, 80 ve 120 numaralı zımparaların yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini araştırmış ve zımpara numarasının artması ile daha düzgün yüzeylerin elde edildiğini belirtmiştir.

İlter ve diğerleri [84], "Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar" adlı çalışmalarında; ağaç türü, kesiş yönü, bıçak sayısı, zımpara numarası, besleme hızı ve rutubet değişiminin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini dokunmalı iğne tarama yöntemine göre belirlemişlerdir. Çalışmalarının sonunda; radyal kesit, düşük rutubet yüzdelğinde ve zımpara numarasının arttırılması ile daha düzgün yüzeylerin elde edilebileceğini açıklamışlardır.

Söğütlü [85], "Bazı Yerli Ağaç Türlerinin Kündekari Yapımında Kullanım İmkanları" adlı doktora tez çalışmasında; zımpara makinasında, parça ilerleme hızı ve devir sayısı sabit tutularak, 80 ve 120 numara zımparalar ile, radyal ve teğet yönde, Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Armut (*Pirus communis* L.), Kestane (*Castanea sativa* Mill.), Sapsız Meşe (*Quercus petraea* Lieble) ve Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich) odunlarından zımparalanarak hazırlanan örneklerde; teğet yönün (6.51 μ m) radyal yöne (6.32 μ m), 80 numara zımparanın (7.92 μ m) 120 numara zımparaya (4.91 μ m) göre daha pürüzlü yüzeyler verdiği, yüzey pürüzlülüğünün en yüksek meşede teğet yönde 80 numara zımpara ile, en düşük armutta teğet yönde 120 numara zımpara ile elde edildiğini bildirmiştir. İki tip testere kullanılarak, sabit devir sayısı ve besleme hızında, radyal ve teğet yönde, Akasya, Armut, Kestane, Meşe ve Toros Sediri odunlarından biçilerek hazırlanan örneklerde; 48 dişli testerenin (7.93 μ m) 24 dişli testereye (9.26 μ m) göre, teğet yönün (8.25 μ m) radyal yöne (8.94 μ m) göre daha düzgün yüzeyler verdiği, yüzey pürüzlülüğünün, en fazla meşede radyal yönde 24 dişli testerede, en düşük armutta teğet yönde 48 dişli testerede elde edildiği bildirilmiştir. 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 rendelemenin 4 bıçaklı rendelemeye göre, radyal yönün teğet yöne göre daha pürüzlü yüzeyler verdiği, yüzey pürüzlülüğünün en yüksek meşede 2 bıçaklı (7.76 μ m), en düşük armutta dört bıçaklı (4,54 μ m) rendelemede elde edildiğini belirtmiştir.

Örs ve Demirci [86], "Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ve Meşe (*Quercus petraea* L.) Odunlarının Yüzey Düzgünlüğüne Kesiş Yönü ve Zımparalamanın Etkisi" konulu çalışmalarında; Akasya ve Meşe odunlarının, radyal ve teğet yönde, 40, 60 ve 80 numaralı zımparalarla osilasyonlu bant zımpara makinasında zımparalanması ile elde edilen örneklerde; Akasya odununun (9.54 μ m) Meşe odununa (10.48 μ m) göre, teğet yönün radyal yöne göre, 80 numaralı zımparalamanın (8.85 μ m) 60 numaralı zımparalamaya (9.47 μ m) ve 60 numaralı zımparalamanın 40 numaralı zımparalamaya göre daha düzgün yüzeyler verdiği, en düzgün yüzeyin akasya odununda teğet yönde 80 numaralı zımpara ile elde edildiğini açıklamışlardır.

Schirle ve Richerd [87], "1K-PUR Yapıştırıcıların Etkileşimi ve Odunun Farklı Yüzey Parametreleri" adlı çalışmalarında; Avrupa Ladini (*Picea abies* L.) odunundan, teğet, radyal ve liflere 45° açı ile rendelenerek hazırlanan örneklerde; kesme yönlerinde ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerinin aralarında önemli bir fark elde edilmediği, Ladin,

Karaçam ve Douglas Göknaarı odunlarından rendelenerek ve 120 numara zımpara ile zımparalanarak hazırlanan örneklerde; rendeleme işlemi sonucunda, Karaçam ve Ladin odunları arasında önemli bir fark elde edilmediği, Douglas Göknaarı odununda ise yüzey pürüzlülüğünün önemli derecede düşük çıktığı, zımparalama işlemi sonucunda, yüzey pürüzlülük değerlerinin en düşük Karaçam odununda, onu daha yüksek değerlerle Ladin ve en yüksek ise Douglas Göknaarı'nın izlediği, zımparalanan yüzeylerde rendelenen yüzeylere oranla yüzey pürüzlülüğünün yaklaşık iki katına çıktığını belirtmişlerdir.

Örs ve Gürleyen [88], “Ağaç Malzeme Yüzey Düzgünlüğüne, Rendeleme, Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı ve Çeşidinin Etkileri” adlı çalışmalarında; Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından, radyal ve teğet yönde, 2 ve dört bıçakla, iki tip kesici ile rendelenerek hazırlanan örneklerde; sarıçam odununun doğu kayını odununa göre, teğet yönün radyal yöne göre, dört bıçaklı rendelemenin iki bıçaklı rendelemeye göre daha düzgün yüzeyler verdiği, kesici çeşitleri arasında ise önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Örs ve Demirci [89], “Daire Testerede Diş Sayısı, Besleme Hızı ve Kesiş Yönünün Sapsız Meşe (*Quercus petraea* L.) ve Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Odununda Yüzey Düzgünlüğüne Etkileri” konulu çalışmalarında; Meşe ve Akasya odunlarını 20, 24 ve 40 dişli daire testereleyle yıllık halkalara teğet ve radyal yönlerde, 5 ve 9 m/dk hızlarda biçmeleri sonucu elde edilen örneklerde; akasya odunu meşe odununa göre, 40 dişli testere 24 ve 20 dişli testerele göre daha düzgün yüzeyler verdiği, en düzgün yüzeyin akasya odununda, 40 dişli testere ile yıllık halkalara teğet yönde, en pürüzlü yüzeyin ise meşe odununda, 24 dişli testere ile yıllık halkalara radyal yönde biçilerek elde edildiğini açıklamışlardır.

Örs ve Demirci [90], “Daire Testerede Diş Sayısı, Kesiş Yönü ve Besleme Hızının Yüzey Düzgünlüğüne Etkileri” adlı çalışmalarında; Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunları, yıllık halkalara teğet ve radyal yönde, 20, 24 ve 40 dişli daire testerelede, 5 ve 9 m/dk besleme hızlarında biçilmiş, çalışma sonucunda, en düzgün yüzey sarıçamda, radyal yönde biçme işleminde, 5 m/dk besleme hızında ve 24 dişli daire testerede elde edildiğini belirtmişlerdir.

Gürleyen [51], “Mobilyada Kullanılan Masif Ağaç Malzemelerde Yüzey Düzgünlüğünün Karşılaştırılması” konulu çalışmasında; Doğu Kayını, Meşe, Sarıçam ve Akasya odunlarından, teğet ve radyal yönde, iki ve dört bıçak kullanılarak, yaprak ve jilet bıçaklarla rendeleme işlemi yapılarak hazırlanan deney örneklerinde; 4 bıçaklı

rendeleme için iki bıçaklı rendelemeye göre, teğet yönün radyal yöne göre daha düzgün yüzeyler verdiği, bıçak türleri arasında bir fark elde edilmediği, yüzey pürüzlülüğünün en düşük Sarıçam odununda, en yüksek Meşe odununda elde edildiği bildirilmiştir.

Yalçinkaya [91], “Sapsız Meşe (*Quercus petraea* L.) ve Karaçam’ın (*Pinus nigra* Arnold) Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Araştırılması” adlı yüksek lisans tez çalışmasında; karaçam ve sapsız meşe odunlarından, tomruğun güney ve kuzey kısımlarından, radyal ve teğet yönde, 6 ve 12 m/dk besleme hızlarında, rendelenerek ve zımparalanarak hazırlanan örneklerde; rendeleme işleminde en düzgün yüzeylerin Karaçam odununda, 12 m/dk besleme hızında, tomruğun kuzey kısmında ve teğet yönde, meşe odununda ise 6 m/dk besleme hızında, tomruğun güney kısmında ve radyal yönde elde edildiği, zımparalama işleminde ise, karaçam odununda, 6 m/dk besleme hızında, tomruğun güney kısmında ve radyal yönde, meşe odununda ise aynı besleme hızında, tomruğun güney kısmında ve teğet yönde elde edildiği bildirilmiştir.

Malkoçoğlu ve Özdemir [92], “Türkiye’de Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Doğal Olarak Yetişen Bazı Yumuşak ve Sert Ağaç Odunlarının İşlenme Özellikleri” konulu çalışmalarında; bu bölgede doğal olarak yetişen 5 ağaç türünün ASTM D 1666-87 esaslarına göre işlenme özelliklerini araştırmışlardır. Bu amaçla; Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ağaç türlerine ait doğal yetiştirme yerlerinden basit rastlantılı örnekleme yöntemine göre 5’er adet olmak üzere toplam 25 örnek ağaç alınmıştır. Örnek ağaçların 2.5-5.5m gövde yüksekliklerinden 1.25-1.5 m uzunluğunda tomruklar alınmış ve bunlardan standarda göre örnekler hazırlanmıştır. Örnekler iklimlendirme işlemine tabi tutularak rutubet miktarları yaklaşık olarak % 12’ye getirilmiştir. İşlenme performanslarının belirlenmesi için; elde edilen örnekler 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 (25.4mm) 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 [93], “Farklı Koşullarda Planyalanan Çeşitli Ağaç Türlerinin İşleme Özellikleri ve Yüzey Pürüzlülükleri” konulu araştırmalarında; Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) odunlarını incelemişlerdir. 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.

Stewart [94], “Amerikan Titrek Kavak (*Populus tremuloides* Michx) Odununun Liflere Dik Planyalanmasında Yüzey Kalitesinin Arttırılması ve Kullanımı” konulu çalışmasında; %6 rutubet miktarında, 25°'lik göğüs açısında, 0.8 ve 1.6 mm kesiş derinliği ile 25.4 mm'de 20 bıçak izinde planyalama liflere dik ve paralel; ayrıca 45°'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 yüzeyler verdiği belirtilmiştir.

Coşkun [95], “Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar” konulu yüksek lisans tez çalışmasında; Toros Sediri odunundan teğet ve radyal yönlerde biçilmiş 80 adet numuneyi, 1 bıçak ve 3 bıçaklı rendeleme ve 60 ile 100 numaralı zımparalar ile zımparalamıştır. Sonuçta; kesiş yönünün yüzey pürüzlülüğünü etkilediğini; Toros Sediri odununda radyal yönde kesişin teğet yönde kesişe göre daha düzgün yüzeyler verdiğini belirtmiştir.

Fitcher Feist, Knaebe [44], “İşlemenin Performansına Yüzey Pürüzlülüğünün Etkisi, Pürüzlülük Karakterizasyonu ve Boya Performansı” konulu çalışmalarında; yüzey pürüzlülüğünü 5 sınıfta ve 3 ağaç türünde incelemiştir. Zımparalanmış ve rendelenmiş ahşabın yüzey pürüzlülüğünün, yüzeye uygulanan cila miktarını çeşitli şekillerde etkilediğini ve cila yayılma oranı ile yüzey pürüzlülüğünün birbirine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Yüzey zımparalama işleminin ciladan önceki en önemli ve en çok hata yapılan işlem olduğunu ve iyi zımparalanmış yüzeylerin her zaman için daha az boya gerektirdiğini belirtmişlerdir.

Triboulot ve diğerleri [96], “Çok Farklı Yıllık Halka Genişliklerindeki Norveç Ladini (*Picea abies* Karst.) Odununun Planyalanması” konulu araştırmalarında; işlenebilirliği (planyalama, lamba-zıvana açma) 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 yoğunlukta olduğunu, kesme kuvvetinin yavaş büyüyen ağaç odununda yoğunlukla doğrusal ilişkili, bunun yanında hızlı büyüyen ağaç odununda önemli bir ilişki çıkmadığını belirtmişlerdir. Hızlı büyüyen ağaç odunundan üretilen yongalar homojen şekilde, yavaş büyüyen ağaç odunundan üretilenlerde 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 [97], “Sıkta Ladini (*Picea sitchensis* Carr.) Odununun Planyalanmasında Yüzey İşlemini Etkileyen Parametreler” adlı çalışmalarında; Sıkta Ladini odunu üzerine iyi kalitede kereste yüzey işlemleri sağlayacak üretimde çeşitli silvikültürel faktörlerin (verimlilik sınıfı ve budanmış-budanmamış) ve makinada 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/dk besleme hızındaki işlemin iyi bir yüzey kalitesi ile sonuçlandığını belirlemişlerdir.

Taylor ve diğerleri [98], “Odunun Zımparalanması İşleminde Yöntem Parametrelerinin Belirlenmesi” adlı 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 özelliklerini 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 otomasyonun uygulanması ve etkileşimlerindeki esas işleme parametrelerinin etkisi ile ilgili bilgilerin eksikliği nedeniyle önemli derecede sınırlandırıldığını açıklamışlardır. Çalışmada ortaya konan esas değişkenler ile malzeme uzaklaştırılması ile elde edilen yüzey pürüzlülüğü arasındaki

ilişkileri ortaya koymayı amaçlamışlardır. Bu araştırmada, yerel kontrollü rastlantılı olarak tamamıyla fabrika tasarımlarında ortaya konulan değişkenleri izleyen kombinasyonların faktör-düzey etkileşimini incelemiştirler. Bu değişkenleri; odun türleri, iç basınçlar, zımpara kesici tipi ve zımparalama yönü olarak belirtmişler, ayrıca yüzey işlemi yapılmış iş parçasının istenilen yüzey karakteristikleri ile ilgili etkileşimlerin etkisini de belirlemeyi amaçlamışlardır. Bütün işlemler 3 farklı zımpara numarası ile gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; bütün zımpara numaraları için basıncın etkili olduğu, silisyum karpit zımpara bandının bütün ağaç türlerinde ve küçük zımpara numaralarında 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 açıklamışlardır.

Hernandez ve diğerleri [99], “Yapay Yolla Yetiştirilen Ormanlardan Elde Edilen Ak Ladin (*Picea glauca (Moench) Voss*) Odununun İşlenme Özellikleri” adlı çalışmalarında; Ak Ladin odununun planyalama, frezeleme, delme, tornalama ve lamba açma özelliklerini araştırmışlardır. Odun örnekleri farklı aletler kullanılarak % 7 rutubet miktarında işlenmiş ve yüzey kalitesini görsel olarak 1 ile 5 arasında (çok iyi veya kusursuz ile çok kötü) sınıflandırmışlardır. Planyalama sonucu oluşan lif kopmasının maksimum 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; 15° kesme açısı ve 25.4 mm uzunluktaki 20 adet bıçak izinde kusursuz örnek oranını yüksek olarak elde etmişlerdir. 10°lik kesme açısında lif kopması azalmakla birlikte, pürüzlü lifliliğin arttığını; işleme özelliklerinin ise tohum kaynakları kökeninden etkilenmediğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte; genel kural olarak, yoğunluğu fazla olan odunların frezeleme, delme, tornalama ve lamba açma işlemleri yönünden yoğunluğu düşük odundan daha iyi yüzey verdiğini; odun yoğunluğunun önemli oranda işleme özelliklerini geliştirmeye katkıda bulunabileceğini; geleneksel kurutma işlemleri ile karşılaştırıldığında, yüksek sıcaklıkta kurutmanın odun işleme performansını etkilemediğini açıklamışlardır.

Moura ve Hernandez [100], “Akçaağaç (*Sugar maple*) Odununu Zımparalanmış Yüzeylerinin Kalitesi Üzerine Besleme Hızı, Zımpara Numarası ve Zımpara Kesicilerinin Etkileri” adlı çalışmalarında; zımparalama işleminin odun yüzeylerinin üst yüzey işlemlerine hazırlanmasında kullanılan bir yöntem olduğunu, ancak bu konuda yeterince çalışma yapılmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında akçaağaç odununda iki

zımpara kesici tipi, üç farklı zımpara numarası ve dört farklı besleme hızlarında işlemleri gerçekleştirmişlerdir. Odunların yüzey kalitesi için pürüzlülük, ıslanabilme özellikleri ve hücre yıkımlarını saptamışlardır. Zımparalama işlemlerinde; 100 ve 120 numaralı zımparalamada pürüzlülük azalmış, 150 numaralı zımparalamada ise pürüzlülükte bir değişiklik olmadığı; bunun yanında zımpara numarası 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 diğerleri [101], “Odun Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine İşlemenin Etkisi” adlı yapmış oldukları çalışmalarında; Kayın ve Kavak ağacının yüzey pürüzlülüğü üzerine değişik işleme tekniklerinin etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Biçme, planyalama ve zımparalama işlemleri ile yüzey karakteristiklerini her iki örneğin yüzey karakteristiklerini ve her iki örneğin dış tipi profilini belirlemişlerdir. Ortalama pürüzlülük (Ra), on noktanın ortalama pürüzlülüğü (Rz), merkez derinlik pürüzlülüğü (Rk), azalmış en yüksek nokta (Rpk) ve azalmış dış derinliği (Rvk) pürüzlülük parametreleri örneklerin yüzey karakteristiklerini belirlemede kullanılmıştır. İstatistik analizlerin sonuçları % 95 güven düzeyinde her iki türün teğet ve radyal yönlerinden alınan ölçümler arasında farklılık olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte Kayın ve Kavak örneklerinin yüzey karakteristikleri arasında önemli istatistik farklılıklar bulunduğunu açıklamışlardır.

Hernandez ve Cool [102], “İki Planyalama Tekniği İle Liflere Karşı İşlenmiş Huş Odununun Yüzey Kalitesi Üzerine Kesme Parametrelerinin Etkisi” adlı çalışmalarında; boyamadan önce helisel planyalama ve frezeleme ile huş odununu liflere karşı yönde işlemişlerdir. Üç besleme hızı ve üç kesme derinliğinde, helisel planyalama ve frezeleme işlemi için değerlendirilmiştir. Helisel planyalama için ıslanabilme özelliği ile pürüzlülük üzerine kesme derinliğinin hiçbir etkisinin olmadığını belirlemiştir. Frezelemede, ıslanabilme özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahipken yüzey pürüzlülüğü üzerine kesme derinliğinin hiçbir önemli etkiye sahip olmadığını belirtmişlerdir. Besleme hızı her iki parametreden de önemli derecede etkilenmiştir. Bununla beraber, helisel planyalamada eşit ıslanabilme özellikleri ile frezelemeden de daha düzgün yüzeyler elde edildiğini ortaya koymuşlardır.

Ünsal ve Kantay [103], “Türkiye’de Üretilen Meşe ve Kayın Masif Parkelerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Araştırmalar” adlı çalışmalarını, 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 gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada; yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi için 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 $R_a=4.73\mu\text{m}$ ve 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 yüksek değerler olduğu belirlenmiştir. İki ağaç türü arasındaki farkın ise genelde dağınık traheli olan kayın ile halkalı traheli olan meşenin anatomik yapısından kaynaklanabileceğini ortaya koymuşlardır. Çalışmada ayrıca Bulgaristan’dan ithal edilen Meşe ve Kayın parkelerde de yüzey pürüzlülüğü değerlerinin yerli parkelerden elde edilen değerlerden daha yüksek olduğunu açıklamışlardır.

Aslan ve diğerleri [104], “Planyalanmış ve Zımparalanmış Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)’nin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Bıçak Sayısı, Zımpara Numarası ve Kesme Yönünün Etkisi” konulu çalışmalarında; deney örneklerini, teğet ve radyal kesitte, 1 ve 3 bıçak kullanarak rendeleme işlemine uğrattıktan sonra 60 ve 100 no’lu zımparalarla zımparalamışlardır. Çalışmada 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. Sonuçlara göre; yüzey pürüzlülüğü üzerine işleme teknikleri ve kesme yönünün istatistiksel olarak etkili olduğu, radyal ve teğet yönde kesilmiş örneklerin yüzey düzgünlüğü belirlenmiş ve en düzgün yüzeylerin zımpara numarasının artmasıyla elde edildiğini belirlemişlerdir.

Sieminski ve Skarzynskva [105], “Farklı Odun Türlerinin Zımparalandıktan Sonraki Yüzey Pürüzlülüğü” adlı çalışmalarında; 10 tür odunda yüzey pürüzlülüğü değerlerini lifler yönünde ve liflere dik, ilkbahar ve yaz odunlarında ise farklı zımpara numaralarında zımparalayıp incelemişlerdir. İlkbahar odunu pürüzlülük değerinin yaz odunu değerinden çok fazla olduğunu, ağaç türlerinden Huş, Akçağaç, Gürgen ve Kayın odun yüzeylerinin, Meşe, Dışbudak, İskoç Çamı, Norveç Ladini, Karakavak ve Titrek Kavak odun yüzeylerinden daha düzgün olduğunu açıklamışlardır.

Krus ve Boratynski [106], “Odun Yüzey Pürüzlülüğü Anizotropisi” konulu çalışmasında; Meşe, Norveç Ladini ve İskoç Çamı odunları üzerinde farklı kesit yönlerinde yüzey pürüzlülük ölçümlerini yapmışlardır. Şerit testere ile biçilmiş, daire testere ile kesilmiş, planyalanmış ve zımparalanmış örneklerin üç yöntemin hiç biri ile pürüzlülük değerleri arasında bir ilişki bulunamadığını, en iyi değerlendirmelerin ışık yöntemi ile elde edilen profillerde yapıldığını belirtmişlerdir.

Fujiwara ve diğerleri [107], “İşlenmiş Odun Yüzeylerinin Değerlendirilmesi Üzerine Fazla İşleme Girintilerinin Uzaklaştırılmasının Etkisi” adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı; hücre yapısını göz önünde bulundurmadan 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. Meşede değişik zımpara numaralarıyla ilişkilendirilerek önerilen yöntem kullanılarak pürüzlülük parametreleri incelenmiştir. Kayında ise zımpara numaralarıyla ilişkilendirilen her iki yöntem kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Sonuçlara göre; önerilen yöntemin özellikle büyük çaplı ilkbahar odunları yerine yaz odunu örneklerinin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesinde kullanılmasının yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Aslandoğan [108], “Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar” başlıklı çalışmasında; Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) odununa ait örneklerin, rendeleme ve zımparalama işlemlerinden sonraki yüzey pürüzlülük değerlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Deney örnekleri teğet ve radyal yönlerde biçildikten sonra her iki yönde de 1 ile 3 bıçaklı rendeleme ve 60 ile 80 no’lu zımparalar ile zımparalanmıştır. Her işlem 8 adet örnekle temsil edilmiştir. Toplam 64 adet örnekten faydalanılmıştır. Araştırmada kalınlık makinesi ve osilasyonlu bant zımpara makineleri kullanılmıştır. Çalışmada ortalama yüzey pürüzlülüğü açısından genel olarak rendeleme işleminde zımpara işlemine oranla daha düzgün yüzeyler elde edilebildiği, 3 bıçaklı rendeleme işlemi sonucu elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri ile 1 bıçaklı rendeleme sonucu elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı, 1 bıçaklı rendeleme işleminde teğet kesit, radyal kesite oranla daha düzgün yüzey verirken 3 bıçaklı rendeleme işleminde iki kesit arasında yeterli fark tespit edilemediğini belirtmiştir. Sonuçlara göre; Karaçam’da teğet kesit radyal kesite göre; 80 numara zımpara, 60 numara zımparaya göre ve 3 bıçak 1 bıçağa göre daha düzgün

yüzeyler vermiştir. Karaçam odunu, teğet kesitte radyal kesite oranla daha düşük ortalama yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri vermiştir. Uygulanan yüzey düzleştirme işlemleri ve kesiş yönlerinin Karaçam örneklerinin yüzey pürüzlülüğünü etkilediğini görmüşlerdir. Karaçam örneklerinde en düzgün yüzeylerin teğet yönde yapılan 3 bıçaklı rendeleme işleminde elde edildiğini açıklamışlardır.

Aras ve diğerleri, [109], “Tornalama Tekniğinin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi” konulu çalışmalarında; tornalama tekniğinin ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırmışlardır. Tornacılıkta yaygın olarak kullanılan Ceviz (*Juglans regia* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.), Ihlamur (*Tilia grandifolia* Ehrh.) ve Kavak (*Populus tremula* L.) odunlarından hazırlanan örnekler kesme ve kazıma tekniği ile tornalama işlemine tabi tutmuşlardır. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinde iğne taramalı yöntemi kullanmayı denemişler ancak yüzeylerin çok pürüzlü olmasından başarılı olamamışlardır. Yüzey değerlendirmesinde gözlemsel değerlendirme kriterlerini kullanmışlardır. En düzgün yüzeyi kesme yöntemiyle tornalanmış Ceviz’de, en pürüzlü yüzeyi ise kazıma yöntemi ile tornalanmış Kavak’ta elde etmişlerdir. Kavak ve Ihlamur’un yüzey düzgünlük değerlerinde belirgin bir fark olmadığını tespit etmişlerdir. Tornalamada düzgün yüzey elde etmek için kesme yönteminin kullanılmasını, malzeme olarak da Ceviz’in tercih edilmesini önermişlerdir.

Söğütlü [110], “Zımparalanmış Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Kesiş Yönü ve Zımpara Çeşidinin Etkileri” adlı çalışmada; ülkemizde yetişen Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Armut (*Pirus communis* L.), Kestane (*Castanea sativa* Mill.), Sapsız Mese (*Quercus petraea* Lieble) ve Toros Sediri (*Cedrus libani* A.Rich) ağaç türleri odunlarında gerçekleştirmiştir. Örnekler 80 ve 120 no’lu zımparalarla işleme tabi tutulmuştur. Sonuç olarak; yüzey pürüzlülüğü en yüksek Meşe’de elde edilmiş, bunu sırasıyla Kestane, Akasya, Toros Sediri, ve Armut izlemiştir. Teğet yönde radyal yöne göre, 80 no’lu zımpara ile 120 no’lu zımparaya göre daha pürüzlü yüzeyler oluşturmuştur. 80 no’lu zımparalama ile Akasya’nın teğet yönü ile radyal yönü, Kestane ve Toros Sediri’nin teğet yönü ile Meşe’nin radyal yönü, Armut’un teğet yönü ile Toros Sediri’nin radyal yönündeki pürüzlülük değerleri, diğer taraftan 120 no’lu zımparalamada Meşe’nin radyal yönü ile teğet yönü; Akasya’nın teğet yönü ile Toros Sediri’nin radyal yönlerine ait pürüzlülük değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. 120 no’lu zımpara kullanımında kesiş yönleri arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Ayrıca kaba tekstürlü ağaç malzemelerin ince tekstürlülere göre daha pürüzlü yüzey verdiğini belirtmişlerdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Ağaç Malzeme

Ülkemizde doğal olarak yetişen yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) link.) odun örnekleri deney malzemesi olarak kullanılmıştır. Bu amaçla deneylere tabi tutulacak ağaç türlerinin doğal yayılış gösterdiği Doğu Karadeniz bölgesi seçilmiştir. Bu bölgede; türlere ait optimal büyümenin olduğu Trabzon ve Gümüşhane yöreleri örnek alanlar olarak belirlenmiştir. Örnek alanlarda ağaç türlerinin homojen meşçerelerden olmasına özen gösterilmiş ve basit rastlantı örnekleme yöntemine göre örnek ağaçlar seçilmiştir [111]. Ağaçların seçilmesinde; yaş, bakı, çap ve yükselti vb. yetiştirme yeri özellikleri göz önünde tutulmuştur. Yararlanılan ağaçların yetiştiği ortamı en iyi şekilde temsil edebilecek, kusursuz gövde yapısına sahip düzgün ve sağlam ağaçlardan olmasına özen gösterilmiştir [17, 112].

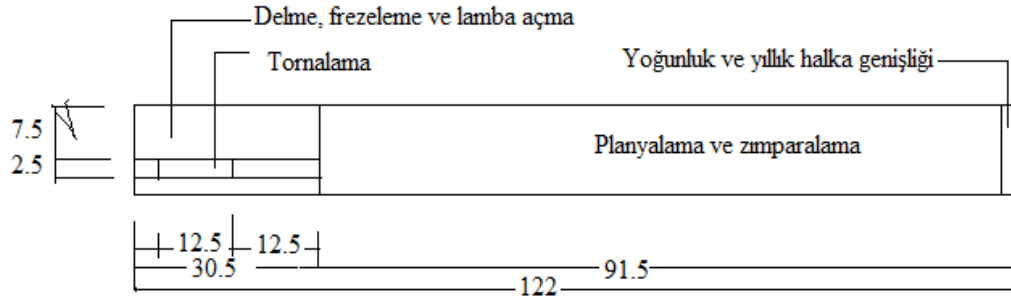
2.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

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 Endüstrisi Mühendisliği Bölüm laboratuvarlarına getirilmiştir.

Deney örneklerinin hazırlanması [32] esaslarına göre yürütülmüştür. Buna göre; her bir ağaç türüne ait tomruklardan teğet yönde uzunluğu 1250 -1500 mm arasında değişen, genişliği ve kalınlığı ise 140 x 30 mm olan 50 adet toleranslı parçalar biçilmiştir. Bunların; her türlü budak, yüzey ve baş çatlakları, bitkisel veya hayvansal zararlılarına ait yıkımlar ile basınç ve çekme odunu v.b. gibi odun kusurlarını bulundurmamasına özen gösterilmiştir. Ancak iğne yapraklı ağaç türünün doğal karakteristiği olan budak oluşumlarından kaçınılmamıştır. Elde edilen örnek parçaların üzerine işaret ve numaraları yazılmış ve uygun yerde istiflenerek doğal kurumaya bırakılmıştır.

Doğal kurumada hava kurusu rutubete ulaşıncaya kadar bekletilen parçalar, deney örnekleri elde edilmek için planya ve kalınlık işlemleri uygulanarak 20 mm kalınlığına getirilmiştir. Daha sonra bu parçalardan daire testere makinesinde Şekil 32’de gösterilen

kesim planına uygun deney örnekleri elde edilmiştir. Bu deney örnekleri iklimlendirme odasında % 65±5 bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta rutubetleri yaklaşık % 12'ye ulaşınca kadar bekletilmiştir.



Şekil 30. Deney örnekleri kesim planı ve örnek boyutları (mm) [32].

2.2.1 Hava Kuru Yoğunluk

Yoğunlukların belirlenmesi amacıyla her iki ağaç türüne ait 910x102x20 mm boyutlarındaki 30'ar adet numuneden yararlanılmıştır. Bunların uç kısımlarından 30 mm uzunluğunda enine dar parçalar kesilmiş ve her birinden de 20x20x30 mm boyutlarında 4'er adet olmak üzere her bir ağaç türü için (30x4)=120 adet örnek hazırlanmıştır. Şekil 33'de iklimlendirme işlemleri yapılan hava kuru yoğunluk örnekleri görülmektedir.



Şekil 31. İklimlendirme işlemleri yapılan yoğunluk örnekleri

Yoğunluk örnekleri % 12 rutubet derecesine ulaştıktan sonra 0.01 mm duyarlılıkta ölçme yapabilen bir mikrometre kullanılarak, örneklerin hacimleri belirlenmiştir. Bu örneklerin hacimleri 0.01 mm duyarlılıktaki mikrometre ve ağırlıkları da 0.001 gr duyarlılıktaki terazi ile belirlenmiştir. Hacimleri ve ağırlıkları belirlenen örneklerin hava kuru yoğunlukları aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

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

Eşitlikte;

$$d_{12} = \text{Hava kuru yoğunluk değeri (gr/cm}^3\text{)}$$

$$m_{12} = \text{Hava kuru ağırlık (gr)}$$

$$v_{12} = \text{Hava kuru hacim (cm}^3\text{)}$$

2.3. Güç Tüketimi

Güç tüketimi kalınlık makinesindeki (Şekil 35) işlemler için belirlenmiştir. Bu amaçla her bir ağaç türüne ait 910x102x20 mm boyutlarındaki deney örneklerinden yararlanılmıştır. Örnekler kalınlık makinesinde aşağıdaki koşullarda işlenmiştir.

Besleme hızı : 7 ve 14 m/dk

Kesiş derinliği : 0.5 – 1.5 – 2.5 ve 3.5 mm

Bıçak sayısı : 1, 2 ve 4 adet

Rendeleme işleminde motorun çektiği akım ve gerilimin belirlenmesi için ampermetre ve voltmetre (Şekil 36) kullanılmıştır. Motora gelen üç fazında aynı olmasından dolayı analog ampermetre tek faz üzerine bağlanarak deney düzeneği hazırlanmıştır. Kalınlık makinesi ilk çalıştırıldığında ve kesicilerin ağaç malzemeyi rendelemeye başladığında motorun yüksek akım çekmesinden dolayı yüksek akım ölçebilen bir ampermetre kullanılmıştır. Rendelenen deney örneğinin makineye sevki sırasında ampermetrede ve voltmetrede gösterilen değer sabit hale geldiğinde ölçüm değeri alınmıştır. Ampermetre ve voltmetrenin titreşimini engellemek için ölçümün yapıldığı masanın sabit olmasına ve cihazların toz, kir vb. yabancı maddelerden etkilenmemesine özen gösterilmiştir.



Şekil 32. Rendeleme işleminde kullanılan kalınlık makinesi



Şekil 33. Rendeleme işleminde motorun çektiği akımı ve gerilimi belirlemek için kullanılan ampermetre ve voltmetre

Elde edilen akım ve gerilim değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlikten tüketlen elektrik gücü belirlenmiştir.

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi \times 10^{-3}$$

Eşitlikte;

P = Harcanan elektrik gücü (kW)

U = Cihazın besleme gerilimi (V)

I = Cihazın çektiği elektrik akımı (A)

Φ = Güç katsayısı (0.85)'ni ifade etmektedir.

2.4. Yüzey Pürüzlülüğü

Hava kurusu rutubet değerine ulaşan deney örneklerinin ilkbahar ve yaz odunu kısımlarında pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır.



şekil 34. Kullanılan deney örnekleri

Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde [113]'de belirtilen esaslara uyulmuştur. Yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi için dokunmalı iğne taramalı yöntemle göre ölçme işlemini gerçekleştiren ve ardışık profil değişimini ölçebilen Mitutoyo SurfTest Sj 301 tipi

yüzey pürüzlülük ölçme cihazı kullanılmıştır. Şekil 38’de yüzey pürüzlülük ölçme cihazının genel bir görünümü yer almaktadır.



Şekil 35. Yüzey pürüzlülük cihazının genel görünümü

Ölçme işlemleri sırasında kesme uzunluğu (sınır dalga boyu) $\lambda_c = 2.5$ mm, ölçme hızı 0.5 mm/sn, tarama iğnesi uç çapı 10 μm ve iğne ucu açısı 90° olarak alınmıştır. Yüzey pürüzlülük değerleri ± 0.01 μm duyarlılıkla ölçülmüştür. Pürüzlülük ölçümleri liflere dik olarak yapılmıştır. Her bir deney örneğinde yıllık halkanın yaz odunu ve ilkbahar odunu kısmında 5'er adet olmak üzere toplam 10'ar adet R_a , R_y ve R_z pürüzlülük parametreleri elde edilmiştir. Ölçümler 0.5 mm, 1.5 mm, 2.5 mm ve 3.5 mm kesme derinliklerinin her birinde rendeleme işleminden sonra ve 80 no'lu ve 100 no'lu zımparalarla zımparalandıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Tarama işlemi sırasında iğne ucu örnek parçada yer alan hücre boşluklarına takıldığında ölçme işlemi tekrar edilmiştir. Ayrıca, pürüzlülük ölçme aleti işlem öncesi ve işlem sırasında belli aralıklarla kalibre edilmiştir.

2.5. Zımparalama İşlemleri

Zımparalama işlemleri kalınlık makinesinde 0.5 mm ve 1.5 mm'lik kesiş derinliklerinde rendelenmiş örneklere uygulanmıştır. Zımparalama işlemlerinde titreşimli el zımpara aleti kullanılarak işlemler 80 ve 100 no'lu alüminyum oksitli zımparalarla yapılmıştır. Şekil 39 ve 40'da zımparalanmış deney örnekleri görülmektedir.



Şekil 36. Zımparalanmış Doğu Kayını deney örnekleri



Şekil 37. Zımparalanmış Doğu Ladini deney örnekleri



Şekil 38. Zımparalama işleminde kullanılan titreşimli el zımpara makinesi

2.6. Kullanılan İstatistik Yöntemler

Deney örneklerinin yoğunlukları, yüzey pürüzlülük ve güç tüketimi değerlerinin aritmetik ortalamaları, standart sapmaları ile minimum ve maksimum değerleri belirlenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ve bu verilere ait grafiklerin elde edilmesinde Microsoft Excel 2010 ve SPSS (Statistical Package for The Social Science) 11.5 programından yararlanılmıştır.

Yüzey pürüzlülük değerleri ve güç tüketimi verilerinin değerlendirilmesinde çok yönlü varyans analizi yapılmıştır. Ayrıca, gruplar arasında ilişki olduğu durumlarda Duncan testi uygulanmıştır. Sonuçlar tablo ve grafikler halinde verilmiştir.

3. BULGULAR

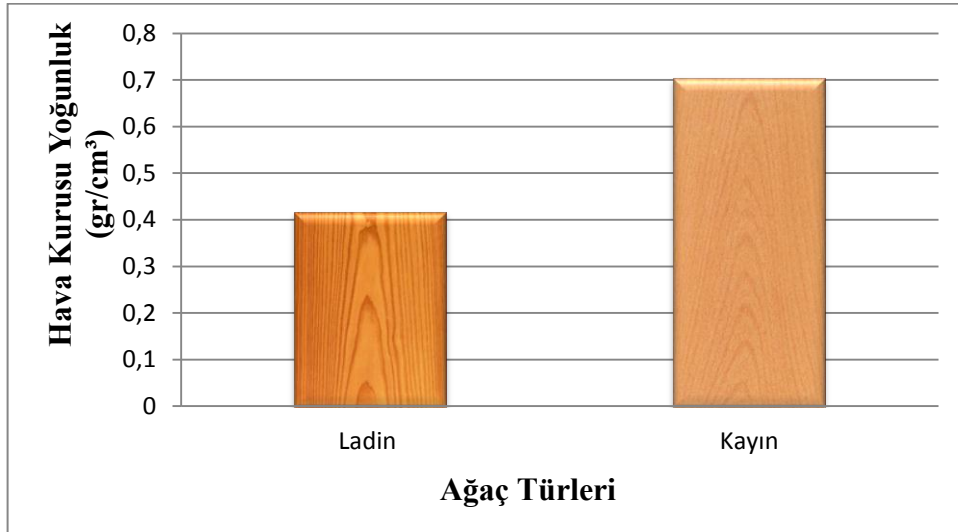
3.1. Yoğunluklar

Hava kuru yoğunluk ($r=0,12$) değerlerinin istatistik değerlendirmesi yapılarak sonuçlar Tablo 13’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 39’da gösterilmiştir.

Tablo 13. Hava kuru yoğunluk değerleri

Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x}) (gr/cm ³)	Standart Sapma (S)	Min. (gr/cm ³)	Max. (gr/cm ³)
Ladin	120	0.417	0.056	0.25	0.58
Kayın	120	0.704	0.074	0.48	0.93

Hava kuru yoğunluk değerleri; Doğu Ladini’nde 0.417 gr/cm³, Doğu Kayını’nda ise 0.704 gr/cm³ çıkmıştır.



Şekil 39. Hava kuru yoğunluk değerlerine ait grafik

Doğu Ladini ve Doğu Kayını ağaç türlerinin arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Hava kurusu yoğunluklara ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	4.916	1	4.916	1407.158	0.000
Gruplar İçi	0.831	238	0.003		
Toplam	5.747	239			

Buna göre, yoğunluk değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir fark bulunmuştur.

3.2. Güç Tüketimleri

Deneyler sonucunda elde edilen değerlerin istatistiksel değerlendirmesi yapılarak belirlenen ortalama güç tüketimi değerleri Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15. Ortalama güç tüketimi değerleri (kW)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Bıçak Sayısı (adet)	N	Kesme Derinliği (mm)							
				0.5		1.5		2.5		3.5	
				\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Ladin	7	1	20	3.086	0.032	3.252	0.068	3.561	0.045	3.703	0.129
		2	20	3.082	0.054	3.253	0.058	3.721	0.107	3.844	0.073
		4	20	3.302	0.035	3.353	0.031	3.799	0.067	3.916	0.117
	14	1	20	3.417	0.047	3.549	0.030	3.859	0.053	3.907	0.101
		2	20	3.486	0.049	3.499	0.035	3.933	0.111	3.941	0.081
		4	20	3.517	0.099	3.567	0.041	3.946	0.066	4.002	0.060
Kayın	7	1	20	3.146	0.032	3.470	0.108	3.885	0.105	3.963	0.122
		2	20	3.180	0.027	3.487	0.081	3.986	0.126	4.057	0.098
		4	20	3.455	0.149	3.576	0.091	4.085	0.231	4.191	0.160
	14	1	20	3.431	0.033	3.555	0.044	3.998	0.087	4.030	0.074
		2	20	3.515	0.042	3.606	0.078	4.105	0.090	4.079	0.097
		4	20	3.585	0.087	3.655	0.054	4.071	0.096	4.110	0.058

Tabloda ağaç türlerine göre; Doğu Kayını, Doğu Ladini’nden ve besleme hızlarında ise düşük besleme hızı yüksek besleme hızından daha düşük güç tüketimi göstermiştir. Aynı şekilde bıçak sayısı ve kesiş derinliği miktarının azalmasıyla da güç tüketimi azalmıştır.

Elde edilen güç tüketimi değerlerinin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16. Güç tüketim değerlerine ait varyans analizi tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
AT	1,438	1	1,438	185,696	,000
BH	1,669	1	1,669	215,517	,000
BS	,839	2	,419	54,176	,000
KD	17,358	3	5,786	747,387	,000
AT * BH	,235	1	,235	30,411	,000
AT * BS	,005	2	,002	,301	,740
BH * BS	,153	2	,077	9,907	,000
AT * BH * BS	,009	2	,004	,575	,564
AT * KD	,182	3	,061	7,836	,000
BH * KD	,369	3	,123	15,881	,000
AT * BH * KD	,019	3	,006	,799	,496
BS * KD	,128	6	,021	2,762	,013
AT * BS * KD	,021	6	,003	,444	,849
BH * BS * KD	,053	6	,009	1,131	,346
AT * BH * BS * KD	,010	6	,002	,212	,973
Hata	1,486	192	,008		
Toplam	3276,703	240			

AT: Ağaç Türü, BH: Besleme Hızı, BS: Bıçak Sayısı, KD: Kesme Derinliği

Buna göre; güç tüketimine ağaç türü, besleme hızı, bıçak sayısı, kesme derinliği, ağaç türü-besleme hızı, besleme hızı-bıçak sayısı, ağaç türü-kesme derinliği, besleme hızı-kesme derinliği ve bıçak sayısı-kesme derinliği faktörlerinin etkisi anlamlı bulunmuştur.

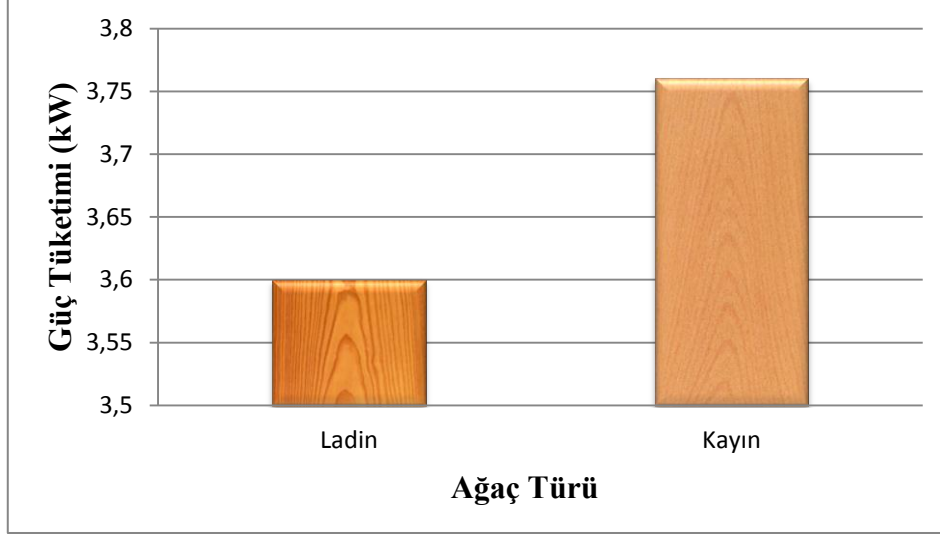
3.2.1. Ağaç Türünün Güç Tüketimine Etkisi

Ağaç türlerine ait güç tüketimi değerlerinin istatistik değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar Tablo 17’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 40’da gösterilmiştir.

Tablo 17. Ağaç türlerine ait güç tüketimi değerleri

Ağaç Türü	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x}) (kW)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Doğu Ladini	120	3.60	0.289	2.74	4.47
Doğu Kayını	120	3.76	0.325	2.78	4.73

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türünün güç tüketimini etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 40. Ağaç türlerine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği

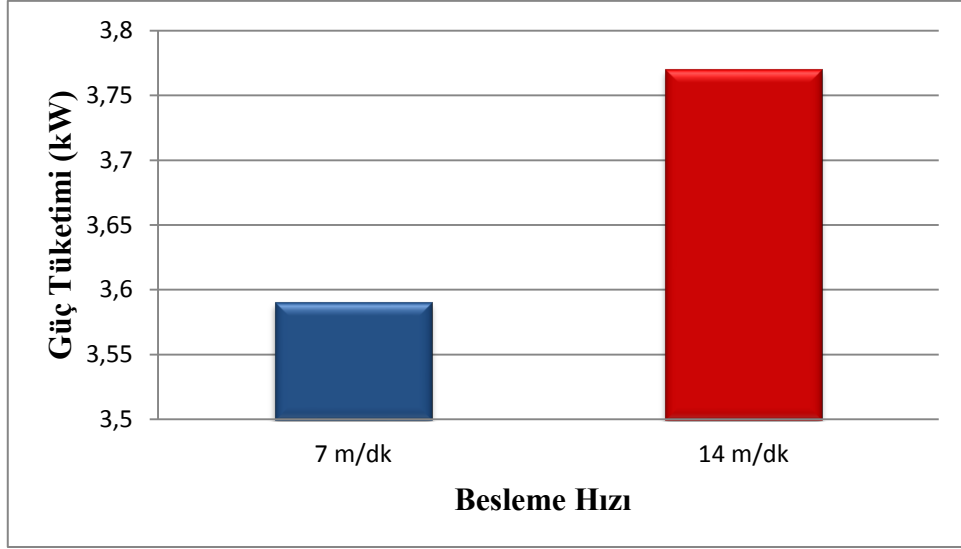
3.2.2. Besleme Hızının Güç Tüketimine Etkisi

Besleme hızlarına ait güç tüketimi değerlerinin istatistik değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar Tablo 18’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 41’de gösterilmiştir.

Tablo 18. Besleme hızlarına ait güç tüketimi değerleri

Besleme Hızı (m/dk)	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x}) (kW)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	120	3.59	0.351	2.54	4.65
14	120	3.77	0.253	3	4.52

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda % 0.01 önem düzeyinde besleme hızının güç tüketimini etkilediği belirlenmiştir.



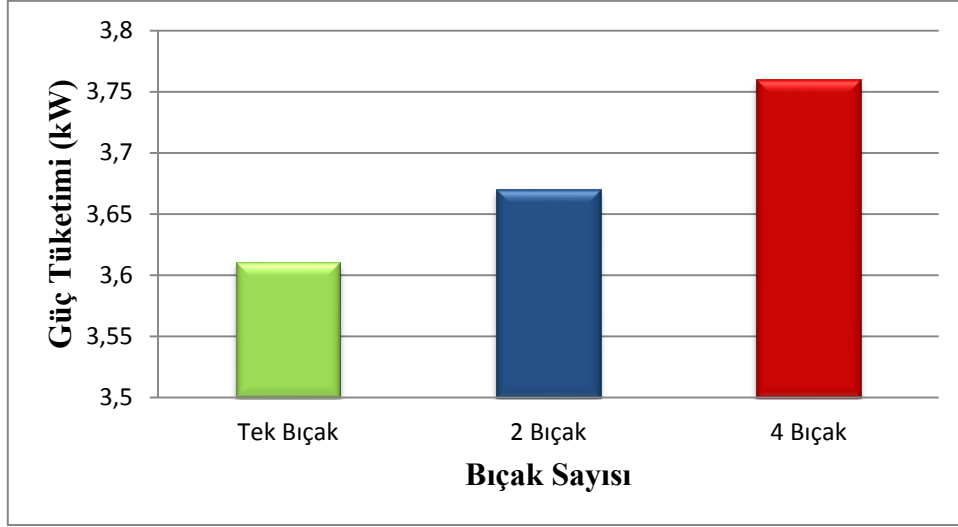
Şekil 41. Besleme hızlarına ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği

3.2.3. Bıçak Sayısının Güç Tüketimine Etkisi

Bıçak sayılarına ait güç tüketimi değerlerinin istatistik değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar Tablo 19’da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 42’de gösterilmiştir.

Tablo 19. Bıçak sayılarına ait güç tüketimi değerleri

Bıçak Sayısı (adet)	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x}) (kW)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
1	80	3.61	0.306	2.69	4.53
2	80	3.67	0.332	2.67	4.67
4	80	3.76	0.297	2.86	4.65



Şekil 42. Bıçak sayılarına ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği

Yapılan istatistik analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde bıçak sayısının güç tüketimini etkilediği belirlenmiştir. Bıçak sayısının güç tüketimine etkisinin hangi düzeylerde önemli olduğunu bulmak için yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 20’de verilmektedir.

Tablo 20. Bıçak sayılarına ait güç tüketim değerleri homojenlik grupları

Bıçak Sayısı (adet)					
1		2		4	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
3.61	A	3.67	B	3.76	C

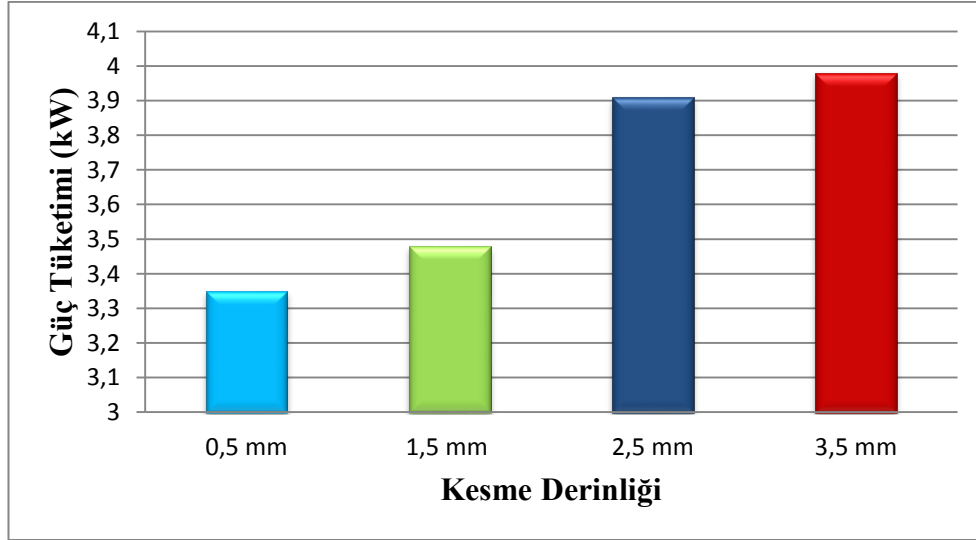
Duncan testi sonuçlarına göre; bıçak sayılarına ait güç tüketim değerleri üç farklı homojenlik grubunda yer almıştır.

3.2.4. Kesme Derinliğinin Güç Tüketimine Etkisi

Kesme derinliğine ait güç tüketimi değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar Tablo 21’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 43’de verilmiştir.

Tablo 21. Kesme derinliğine ait güç tüketimi değerleri

Kesme Derinliği (mm)	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x}) (kW)	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
0.5	60	3.35	0.186	2.79	3.91
1.5	60	3.48	0.141	3.06	3.91
2.5	60	3.91	0.183	3.36	4.46
3.5	60	3.98	0.156	3.51	4.44



Şekil 43. Kesme derinliğine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği

Yapılan istatistik analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde kesme derinliği güç tüketimini etkilemiştir. Kesme derinliğinin güç tüketimine etkisinin hangi düzeylerde önemli olduğunu bulmak için yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 22’ de verilmektedir.

Tablo 22. Kesme derinliklerine ait güç tüketim değerleri homojenlik grupları

Kesme Derinliği (mm)							
0.5		1.5		2.5		3.5	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
3.35	A	3.48	B	3.91	C	3.98	D

Duncan testi sonuçlarına göre; kesme derinliklerine ait güç tüketim değerleri dört farklı homojenlik grubunda yer almıştır.

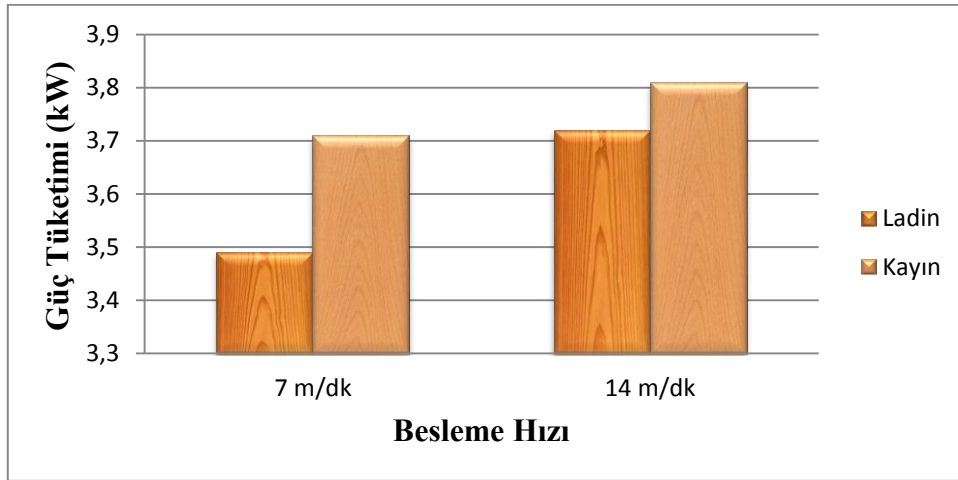
3.2.5. Ağaç Türü-Besleme Hızı Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi

Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait güç tüketim değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 23’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 44’de gösterilmiştir.

Tablo 23. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait güç tüketimi değerleri

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	7	60	3.49	0.299	2.59	4.39
	14	60	3.72	0.228	3.03	4.40
Kayın	7	60	3.71	0.367	2.60	4.81
	14	60	3.81	0.270	3	4.62

Yapılan istatistik analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü-besleme hızı etkileşiminin güç tüketimini etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 44. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği

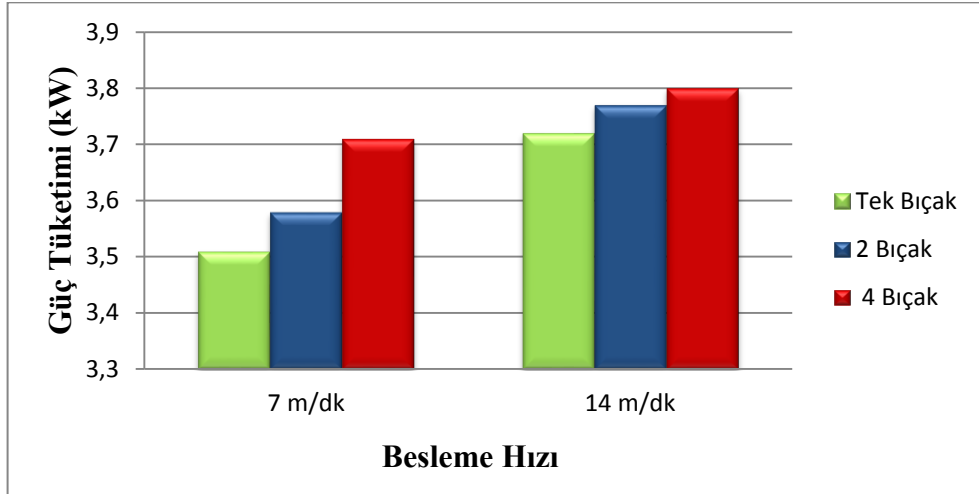
3.2.6. Besleme Hızı-Bıçak Sayısı Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi

Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait güç tüketimi değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 24’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 45’de gösterilmiştir.

Tablo 24. Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait güç tüketimi değerleri

Besleme Hızı (m/dk)	Bıçak Sayısı (adet)	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	1	40	3.51	0.323	2.54	4.48
	2	40	3.58	0.367	2.48	4.68
	4	40	3.71	0.340	2.69	4.73
14	1	40	3.72	0.250	2.97	4.47
	2	40	3.77	0.265	2.98	4.56
	4	40	3.80	0.243	3.07	4.53

Yapılan istatistik analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde besleme hızı-bıçak sayısı etkileşiminin güç tüketimini etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 45. Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait güç tüketimi değerleri grafiği

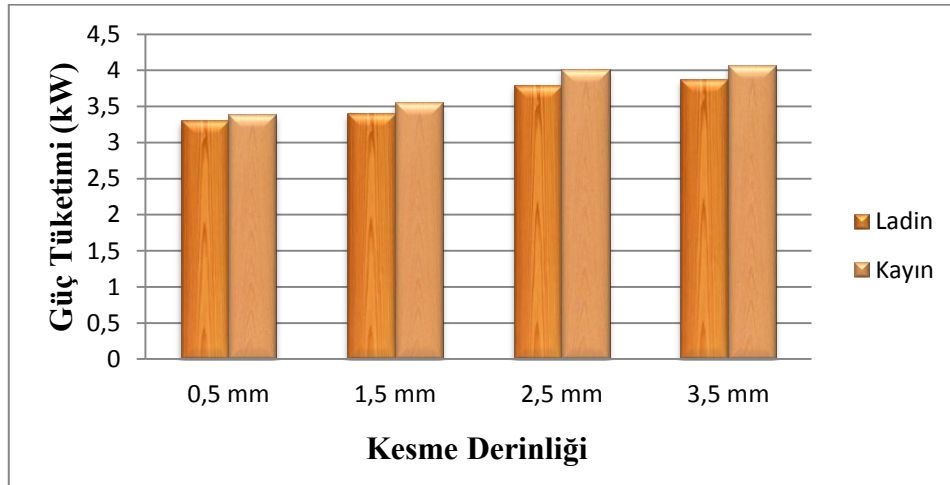
3.2.7. Ağaç Türü-Kesme Derinliği Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi

Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 25'de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 46'da gösterilmiştir.

Tablo 25. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerleri

Ağaç Türü	Kesme Derinliği (mm)	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	0.5	30	3.31	0.187	3.13	3.50
	1.5	30	3.41	0.141	2.99	3.83
	2.5	30	3.80	0.153	3.34	4.26
	3.5	30	3.88	0.130	3.49	4.28
Kayın	0.5	30	3.39	0.181	2.84	3.93
	1.5	30	3.56	0.097	3.27	3.85
	2.5	30	4.02	0.142	3.60	4.45
	3.5	30	4.07	0.121	3.71	4.43

Yapılan istatistik analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü-kesme derinliği etkileşiminin güç tüketimini etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 46. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği

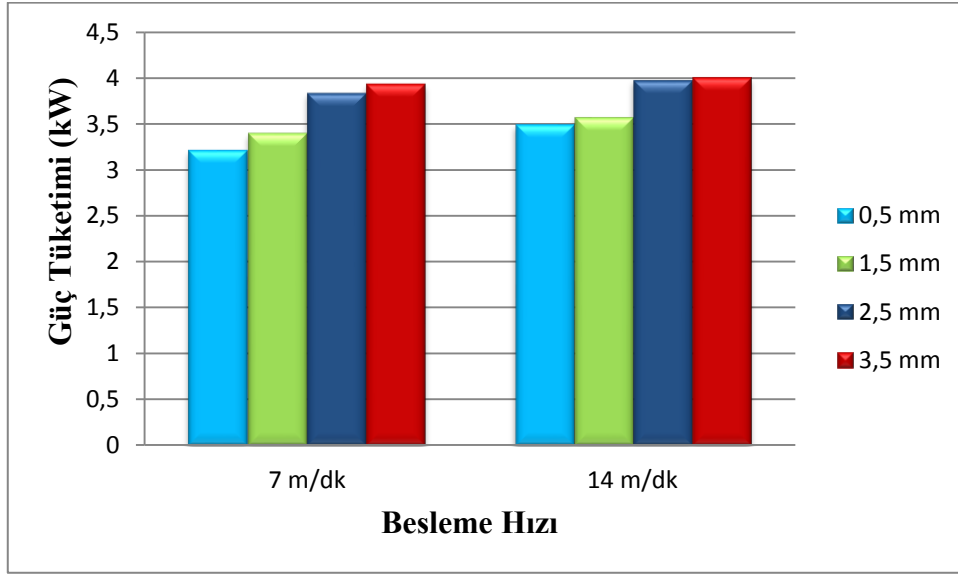
3.2.8. Besleme Hızı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi

Besleme hızı-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 26'da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 47'de gösterilmiştir.

Tablo 26. Besleme hızı-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerleri

Besleme Hızı (m/dk)	Kesme Derinliği (mm)	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	0.5	30	3.21	0.149	2.76	3.66
	1.5	30	3.40	0.143	2.97	3.83
	2.5	30	3.84	0.209	3.21	4.47
	3.5	30	3.94	0.192	3.37	4.52
14	0.5	30	3.49	0.082	3.25	3.74
	1.5	30	3.57	0.068	3.37	3.78
	2.5	30	3.98	0.115	3.64	4.33
	3.5	30	4.01	0.101	3.71	4.31

Yapılan istatistik analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde besleme hızı-kesme derinliği etkileşiminin güç tüketimini etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 47. Besleme hızı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği

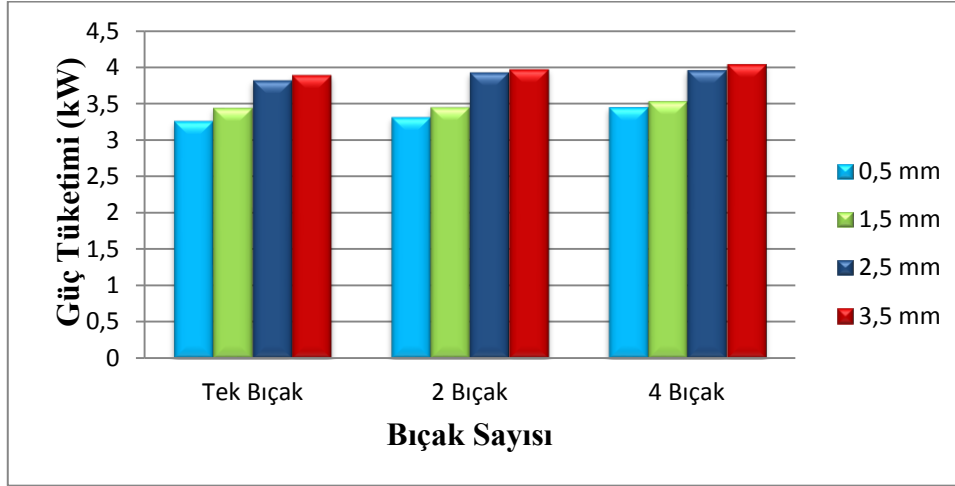
3.2.9. Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Güç Tüketimine Etkisi

Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 27’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 48’de gösterilmiştir.

Tablo 27. Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait güç tüketimi değerleri

Bıçak Sayısı (adet)	Kesme Derinliği (mm)	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
1	0.5	20	3.27	0.163	2.78	3.76
	1.5	20	3.45	0.141	3.03	3.88
	2.5	20	3.83	0.179	3.29	4.36
	3.5	20	3.90	0.162	3.41	4.38
2	0.5	20	3.32	0.197	2.76	3.91
	1.5	20	3.46	0.146	3.02	3.90
	2.5	20	3.94	0.173	3.42	4.46
	3.5	20	3.98	0.126	3.60	4.36
4	0.5	20	3.46	0.140	3.04	3.89
	1.5	20	3.54	0.127	2.71	4.36
	2.5	20	3.97	0.170	3.46	4.49
	3.5	20	4.05	0.145	3.62	4.49

Yapılan istatistik analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminin güç tüketimini etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 48. Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama güç tüketimi değerleri grafiği

3.3. Yüzey Pürüzlülükleri

Deneyler sonucunda elde edilen değerlerin istatistik analizi yapılarak belirlenen yüzey pürüzlülük değerleri Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28. Pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Bıçak Sayısı (adet)	İ.O/Y.O	Kesme Derinliği (mm)	N	Pürüzlülük Parametreleri						
						Ra		Ry		Rz		
						\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	
Ladin	7	1	İ.O	0.5	75	6.68	1.193	48.23	6.798	40.06	5.592	
				1.5	75	6.56	0.869	52.54	9.319	44.11	4.887	
				2.5	75	6.70	0.783	52.35	8.503	44.44	5.967	
				3.5	75	6.58	0.770	52.85	7.099	44.94	4.631	
			Y.O	0.5	75	5.18	1.190	36.27	7.248	30.47	5.734	
				1.5	75	5.35	1.091	41.91	10.072	34.58	6.482	
				2.5	75	5.37	0.831	43.59	9.812	35.18	5.396	
				3.5	75	5.69	0.952	48.41	12.622	41.13	6.780	
		2	İ.O	0.5	75	6.43	1.347	45.42	5.722	37.98	5.744	
				1.5	75	5.84	0.666	47.32	6.705	37.57	3.943	
				2.5	75	6.71	0.683	49.97	8.658	41.51	5.750	
				3.5	75	6.17	1.060	50.10	9.949	42.56	6.551	
			Y.O	0.5	75	4.87	1.025	36.19	6.453	31.06	5.680	
				1.5	75	5.07	1.036	37.01	7.762	31.87	5.672	
				2.5	75	5.26	0.936	39.70	9.007	34.65	6.157	
				3.5	75	5.43	0.763	44.51	5.189	39.82	3.857	
		4	İ.O	0.5	75	5.15	0.989	38.40	5.264	32.23	4.252	
				1.5	75	5.57	0.554	42.01	4.459	36.03	3.520	
				2.5	75	6.36	0.755	49.73	6.227	40.01	3.425	
				3.5	75	6.15	0.999	50.79	7.685	42.42	5.038	
			Y.O	0.5	75	3.88	1.030	33.64	6.627	28.68	4.831	
				1.5	75	5.35	0.754	42.93	6.538	34.81	3.148	
				2.5	75	5.38	0.858	42.11	7.049	36.29	5.395	
				3.5	75	5.10	1.001	41.87	7.276	37.51	6.645	
	14	1	İ.O	0.5	75	6.75	1.256	46.46	6.065	40.61	5.201	
				1.5	75	6.94	0.683	52.79	8.636	47.29	5.937	
				2.5	75	7.23	1.125	57.78	10.516	49.87	5.498	
				3.5	75	7.10	0.999	62.31	11.944	54.30	6.398	
			Y.O	0.5	75	5.07	1.251	40.02	8.300	35.89	7.081	
				1.5	75	6.04	1.061	45.90	10.939	39.84	8.646	
				2.5	75	5.80	0.976	45.19	9.009	39.71	6.431	
				3.5	75	5.86	0.808	48.42	4.544	42.88	3.703	
			2	İ.O	0.5	75	6.25	0.942	45.27	6.089	42.21	5.921
					1.5	75	6.07	1.074	44.25	7.314	40.05	6.665
					2.5	75	6.29	0.787	46.40	7.989	40.69	5.917
					3.5	75	6.24	0.866	50.47	7.591	43.54	5.927
		Y.O		0.5	75	5.03	0.987	39.31	6.787	34.81	6.990	
				1.5	75	5.35	1.166	41.37	8.703	35.01	6.810	
				2.5	75	5.94	0.984	42.30	7.471	36.76	6.250	
				3.5	75	5.57	0.966	44.54	5.143	40.00	3.502	
		4	İ.O	0.5	75	6.39	0.904	43.16	6.162	37.59	4.999	
				1.5	75	5.43	0.627	40.10	6.896	36.81	4.709	
				2.5	75	6.26	0.722	49.02	7.622	41.00	5.609	
				3.5	75	6.13	1.044	49.96	8.502	41.25	6.512	
			Y.O	0.5	75	5.19	1.266	35.92	6.280	31.96	6.394	
				1.5	75	4.88	0.714	33.85	4.587	26.14	4.032	
				2.5	75	5.86	0.831	45.85	8.250	37.55	5.881	
				3.5	75	5.22	0.691	43.55	3.902	39.53	3.256	

Tablo 28'in devamı

Kayın	7	1	İ.O	0.5	75	7.33	1.193	55.72	7.066	47.76	4.881	
				1.5	75	7.25	1.043	60.70	8.132	50.55	6.014	
				2.5	75	7.29	1.097	60.93	9.335	52.44	6.388	
				3.5	75	7.36	0.709	61.48	9.051	53.88	6.981	
			Y.O	0.5	75	6.32	1.004	48.25	4.725	40.79	4.283	
				1.5	75	6.58	1.075	51.28	7.235	43.57	5.324	
				2.5	75	6.16	1.270	54.68	11.580	46.34	8.507	
				3.5	75	6.53	0.760	54.92	9.175	49.09	6.882	
		2	İ.O	0.5	75	7.68	1.219	57.27	7.038	47.79	5.610	
				1.5	75	7.02	1.304	57.73	7.283	50.27	6.981	
				2.5	75	7.17	1.224	60.52	10.439	51.38	7.166	
				3.5	75	7.09	0.717	62.29	7.271	52.05	5.319	
			Y.O	0.5	75	6.11	1.305	45.15	5.140	39.50	4.981	
				1.5	75	6.39	0.717	49.28	5.530	42.13	4.919	
				2.5	75	6.27	1.105	50.81	11.467	44.10	8.211	
				3.5	75	6.71	0.802	57.95	8.214	49.59	6.041	
		4	İ.O	0.5	75	7.12	1.489	48.78	7.300	39.52	5.666	
				1.5	75	7.48	1.308	55.86	8.603	45.51	5.819	
				2.5	75	7.25	0.928	60.47	8.954	51.39	5.694	
				3.5	75	7.04	0.910	62.61	9.800	53.08	6.389	
			Y.O	0.5	75	5.53	1.114	45.14	7.851	36.51	5.864	
				1.5	75	6.17	1.543	50.37	11.408	41.57	8.938	
				2.5	75	6.33	1.365	55.60	13.109	46.79	10.489	
				3.5	75	5.83	1.058	51.65	10.646	44.64	7.560	
	14	1	İ.O	0.5	75	8.11	1.408	61.95	6.972	52.13	5.741	
				1.5	75	7.84	1.058	64.55	11.217	54.49	7.532	
				2.5	75	7.83	0.827	66.47	9.491	57.83	6.097	
				3.5	75	8.20	1.156	75.02	14.039	63.35	9.237	
			Y.O	0.5	75	6.65	0.885	55.98	8.161	48.11	5.065	
				1.5	75	7.53	1.063	57.94	6.074	51.11	4.887	
				2.5	75	6.58	0.826	60.91	10.025	53.97	5.519	
				3.5	75	7.09	0.714	61.90	8.729	54.59	5.497	
			2	İ.O	0.5	75	7.92	1.339	57.83	5.317	54.53	5.549
					1.5	75	7.50	1.108	61.46	8.083	54.82	5.658
					2.5	76	7.77	1.176	62.25	7.945	57.10	7.308
					3.5	75	7.47	0.823	62.73	10.181	55.22	7.338
		Y.O		0.5	75	6.40	1.163	52.58	9.562	46.64	8.528	
				1.5	75	6.87	0.944	52.80	6.036	47.39	5.290	
				2.5	75	6.56	1.102	54.48	8.064	49.19	6.098	
				3.5	75	6.90	0.744	58.46	7.418	51.17	5.536	
		4	İ.O	0.5	75	7.82	1.018	55.03	5.848	48.91	4.411	
				1.5	75	7.24	1.104	55.84	7.220	47.25	4.898	
				2.5	75	7.28	0.820	62.46	11.512	53.26	7.219	
				3.5	75	6.89	1.131	60.23	10.987	52.20	6.980	
			Y.O	0.5	75	6.44	1.101	54.44	7.834	46.83	7.039	
				1.5	75	6.42	1.059	54.29	8.372	46.35	5.276	
				2.5	75	6.42	1.006	57.53	8.534	50.41	6.580	
				3.5	75	6.29	0.884	58.59	9.637	50.50	6.613	

Tabloda ağaç türlerine göre; Doğu Ladini, Doğu Kayını'ndan ve yıllık halkada yaz odunu ilkbahar odunundan daha düzgün yüzeyler vermiştir. Aynı şekilde, düşük besleme hızında yüksek besleme hızına göre ve düşük kesiş derinliklerinde yüksek kesiş derinliklerine göre daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Ayrıca, bıçak sayısının artışıyla da yüzey pürüzlülüğü azalmıştır.

Yüzey pürüzlülük değerlerinin varyans analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29. Pürüzlülük değerlerine ait varyans analizi tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
AT	782,773	1	782,773	756,579	,000
BH	55,882	1	55,882	54,012	,000
BS	138,517	2	69,259	66,941	,000
YH	631,893	1	631,893	610,749	,000
KD	19,309	3	6,436	6,221	,000
AT * BH	7,551	1	7,551	7,298	,007
AT * BS	9,581	2	4,791	4,630	,010
BH * BS	7,379	2	3,689	3,566	,028
AT * BH * BS	1,384	2	,692	,669	,512
AT * YH	,565	1	,565	,547	,460
BH * YH	,437	1	,437	,422	,516
AT * BH * YH	,051	1	,051	,050	,824
BS * YH	4,514	2	2,257	2,181	,113
AT * BS * YH	6,304	2	3,152	3,047	,048
BH * BS * YH	1,141	2	,570	,551	,576
AT * BH * BS * YH	6,497	2	3,249	3,140	,043
AT * KD	35,112	3	11,704	11,312	,000
BH * KD	4,491	3	1,497	1,447	,227
AT * BH * KD	2,517	3	,839	,811	,488
BS * KD	22,042	6	3,674	3,551	,002
AT * BS * KD	11,042	6	1,840	1,779	,100
BH * BS * KD	54,102	6	9,017	8,715	,000
AT * BH * BS * KD	11,220	6	1,870	1,807	,094
YH * KD	35,649	3	11,883	11,486	,000
AT * YH * KD	1,289	3	,430	,415	,742
BH * YH * KD	1,205	3	,402	,388	,762
AT * BH * YH * KD	7,771	3	2,590	2,504	,058
BS * YH * KD	9,682	6	1,614	1,560	,155
AT * BS * YH * KD	3,177	6	,530	,512	,800
BH * BS * YH * KD	8,183	6	1,364	1,318	,245
AT * BH * BS * YH * KD	5,444	6	,907	,877	,511
Hata	2383,765	2304	1,035		
Toplam	102208,729	2400			

AT: Ağaç Türü, BH: Besleme Hızı, BS: Bıçak Sayısı, YH: Yıllık Halka, KD: Kesme Derinliği

Buna göre; yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü, besleme hızı, bıçak sayısı, yıllık halka (İlkbahar odunu/yaz odunu), kesme derinliği, ağaç türü-besleme hızı, ağaç türü-bıçak sayısı, ağaç türü-kesme derinliği, besleme hızı bıçak sayısı, bıçak sayısı-kesme derinliği, ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği, besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği, ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu ve ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu faktörlerinin etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Aşağıda faktörlere göre yüzey pürüzlülükleri incelenmiştir.

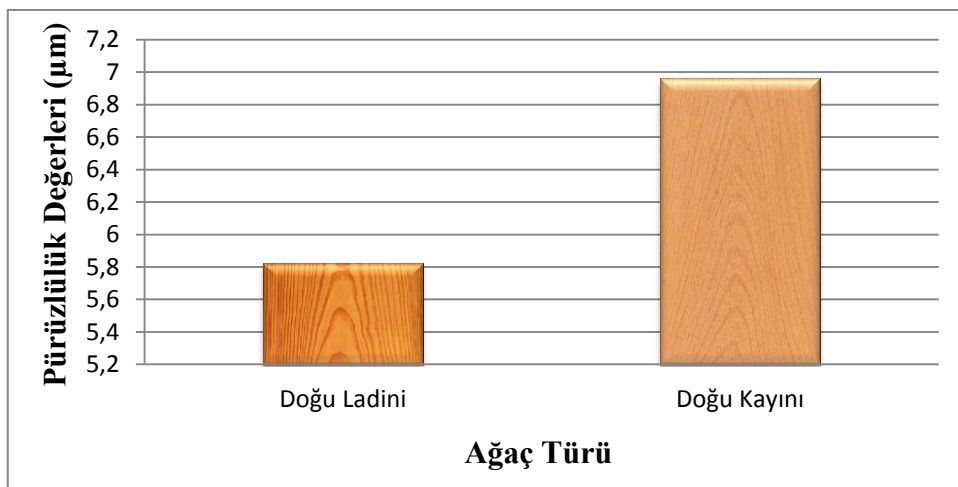
3.3.1. Ağaç Türünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türlerine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 30'da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 49'da gösterilmiştir.

Tablo 30. Ağaç türlerine ait ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Doğu Ladini	Ra	1200	5.82	1.185	2.26	9.37
Doğu Kayını	Ra	1200	6.96	1.226	3.28	10.64

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türünün yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 49. Ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri grafiği

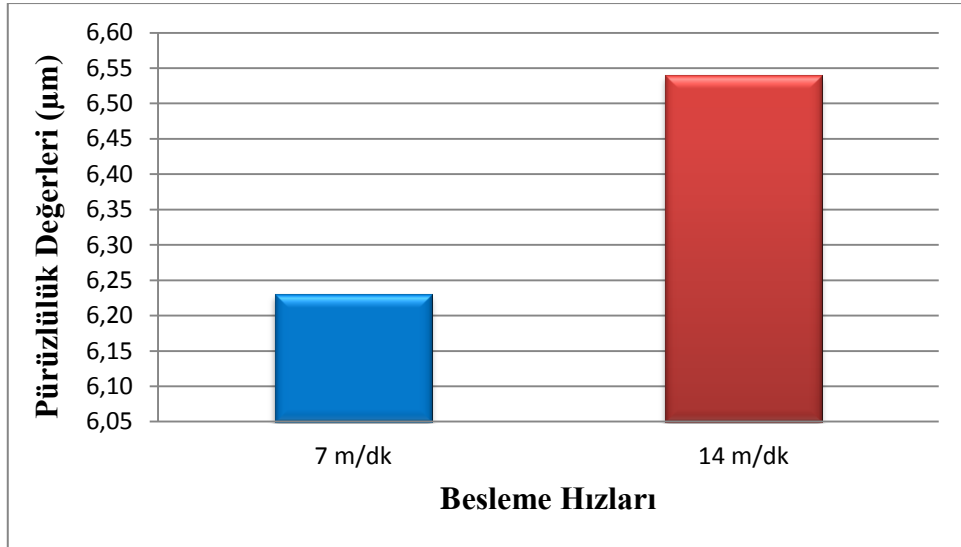
3.3.2. Besleme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Besleme hızlarına ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 31’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 50’de gösterilmiştir.

Tablo 31. Besleme hızlarına ait ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

Besleme Hızı (m/dk)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	Ra	1200	6.23	1.306	2.32	10.15
14	Ra	1200	6.54	1.345	2.51	10.57

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda % 0.01 önem düzeyinde besleme hızının yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



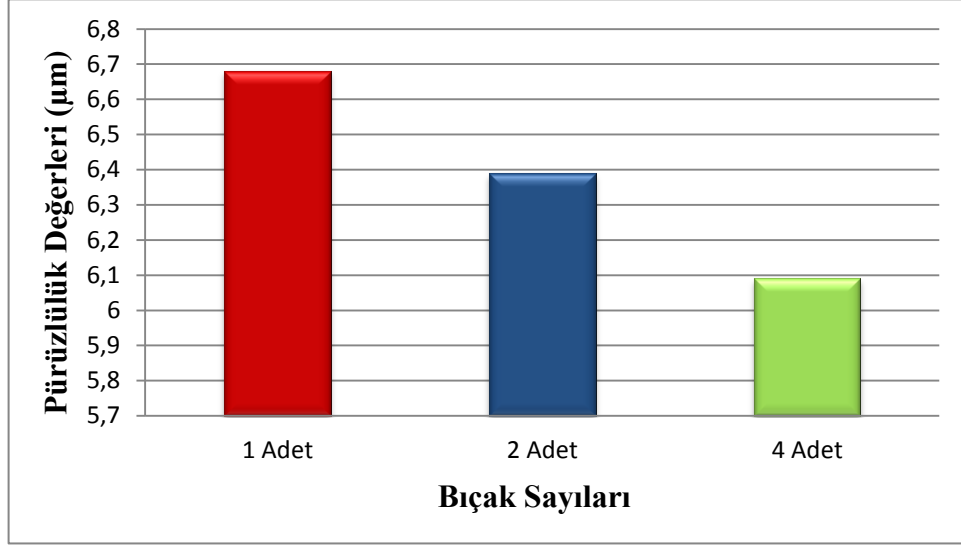
Şekil 50. Besleme hızlarına ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri grafiği

3.3.3. Bıçak Sayısının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 32’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 51’de gösterilmiştir.

Tablo 32. Bıçak sayılarına ait ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
1	Ra	800	6.68	1.293	2.80	10.56
2	Ra	800	6.39	1.291	2.51	10.26
4	Ra	800	6.09	1.353	2.03	10.16



Şekil 51. Bıçak sayılarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

Yapılan analiz sonucu farklı bıçak sayıları kullanılması durumunda elde edilen yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 33. Bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerleri homojenlik grupları

Bıçak Sayısı (adet)					
1		2		4	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
6.68	A	6.39	B	6.09	C

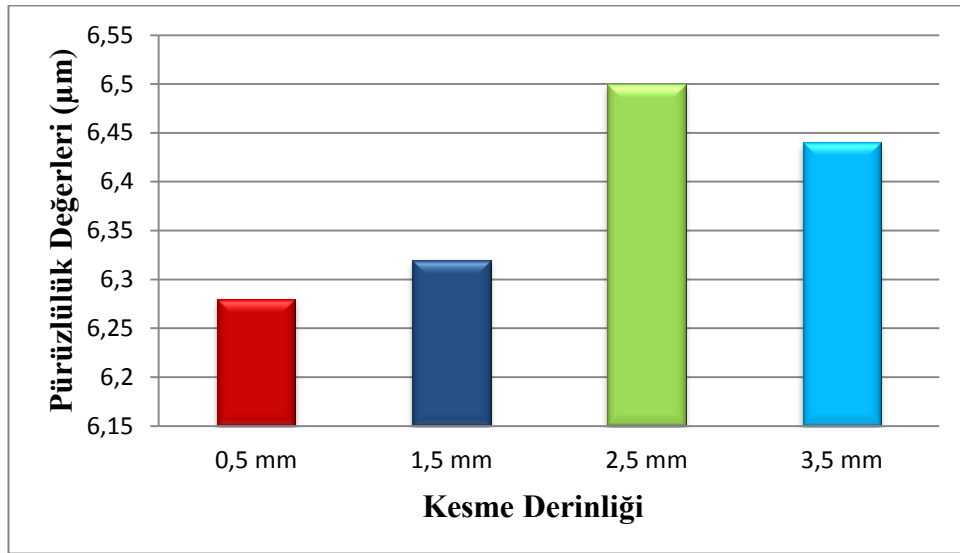
Duncan testi sonuçlarına göre; bıçak sayılarına ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri 3 farklı homojenlik grubunda yer almıştır.

3.3.4. Kesme Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Kesme derinliklerine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 34’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 52’de gösterilmiştir.

Tablo 34. Kesme derinliklerine ait ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
0.5	Ra	600	6.28	1.564	1.59	10.97
1.5	Ra	600	6.32	1.373	2.20	10.44
2.5	Ra	600	6.50	1.188	2.94	10.07
3.5	Ra	600	6.44	1.163	2.95	9.93



Şekil 52. Kesme derinliğine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

Yapılan analiz sonucu farklı kesme derinlikleri kullanılması durumunda elde edilen yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Kesme derinliklerine ait pürüzlülük değerleri homojenlik grupları

Kesme Derinlikleri (mm)							
0.5		1.5		2.5		3.5	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
6.28	A	6.32	A	6.50	B	6.44	B

Duncan testi sonuçlarına göre 0.5 mm ve 1.5 mm kesme derinliklerine ait ortalama pürüzlülük değerleri aynı homojenlik grubunda yer alırken, 2.5 mm ve 3.5 mm'lik kesme derinliklerine ait pürüzlülük değerleri de yine kendi aralarında aynı homojenlik grubu içerisinde yer almıştır.

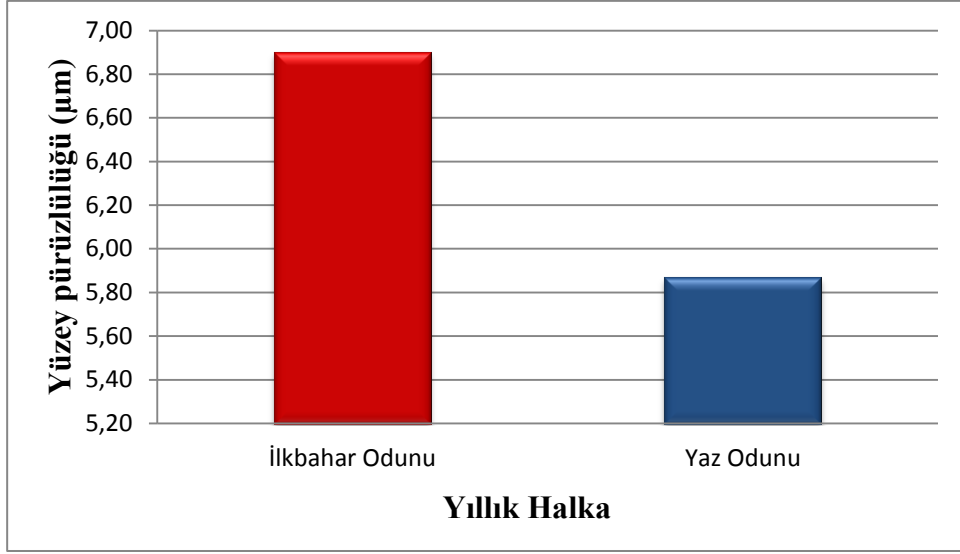
3.3.5. İlkbahar Odunu ve Yaz Odununun Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Yıllık halkanın ilkbahar ve yaz odunu kısımlarında ölçülen pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 36'da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 53'de gösterilmiştir.

Tablo 36. İlkbahar odunu ve yaz odunu ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

Yıllık Halka	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
İ.O	Ra	1200	6.90	1.224	3.23	10.57
Y.O	Ra	1200	5.87	1.239	2.16	9.59

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda yıllık halkanın ilkbahar odunu ve yaz odunu kısımlarında ölçülen pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur.



Şekil 53. Yıllık halkanın ilkbahar odunu ve yaz odunu kısımlarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

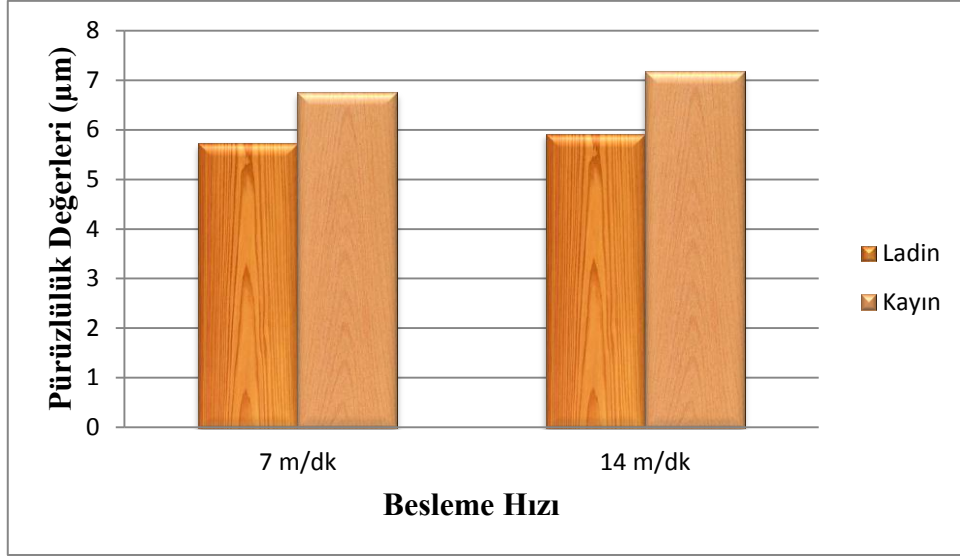
3.3.6. Ağaç Türü-Besleme Hızı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 37’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 54’de gösterilmiştir.

Tablo 37. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (µm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	7	Ra	600	5.72	1.165	2.22	9.21
	14	Ra	600	5.91	1.199	2.32	9.51
Kayın	7	Ra	600	6.75	1.236	3.04	10.46
	14	Ra	600	7.17	1.181	3.62	10.71

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-besleme hızı etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 54. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait ortalama pürüzlülük değerleri grafiği

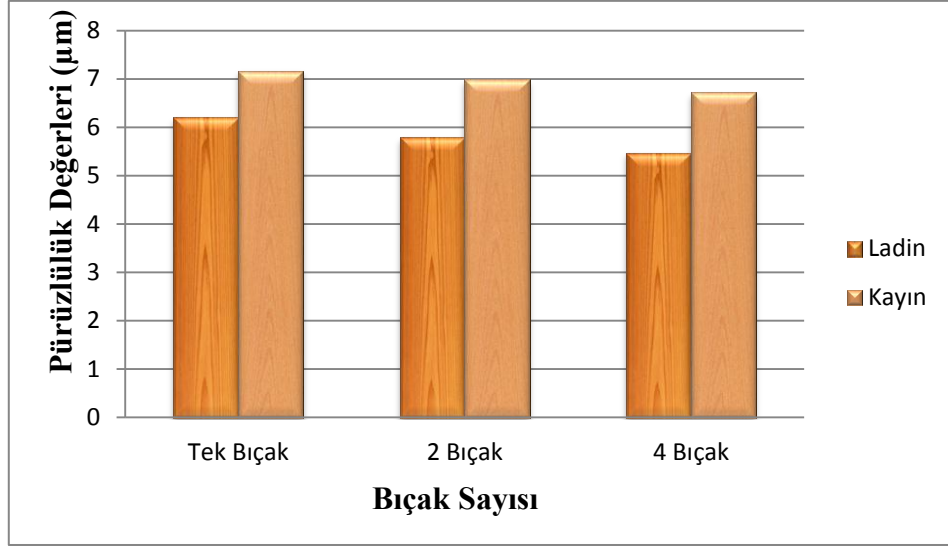
3.3.7. Ağaç Türü-Bıçak Sayısı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-bıçak sayısı etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 38’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 55’de gösterilmiştir.

Tablo 38. Ağaç türü-bıçak sayısı etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (µm)

Ağaç Türü	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	1	Ra	400	6.20	1.218	2.55	9.85
	2	Ra	400	5.78	1.098	2.49	9.08
	4	Ra	400	5.47	1.124	2.09	8.84
Kayın	1	Ra	400	7.16	1.181	3.62	10.71
	2	Ra	400	6.99	1.185	3.43	10.54
	4	Ra	400	6.72	1.271	2.91	10.53

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-bıçak sayısı etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 55. Ağaç türü-bıçak sayısı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

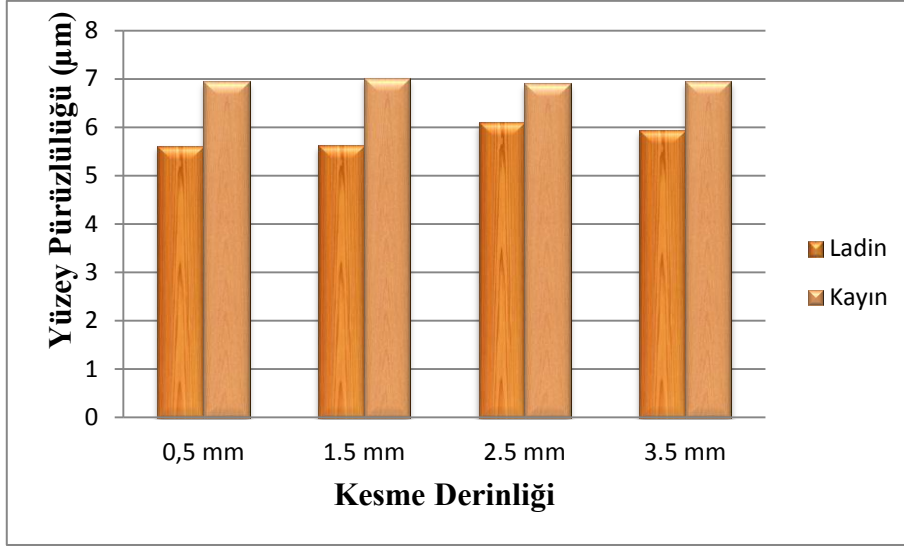
3.3.8. Ağaç Türü-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 39’da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 56’da gösterilmiştir.

Tablo 39. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (µm)

Ağaç Türü	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	0.5	Ra	300	5.61	1.407	1.39	9.83
	1.5	Ra	300	5.62	1.142	2.19	9.05
	2.5	Ra	300	6.10	1.029	3.01	9.18
	3.5	Ra	300	5.94	1.057	2.77	9.11
Kayın	0.5	Ra	300	6.95	1.419	2.69	11.21
	1.5	Ra	300	7.02	1.220	3.36	10.68
	2.5	Ra	300	6.91	1.199	3.31	10.51
	3.5	Ra	300	6.95	1.039	3.83	10.07

Analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 56. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

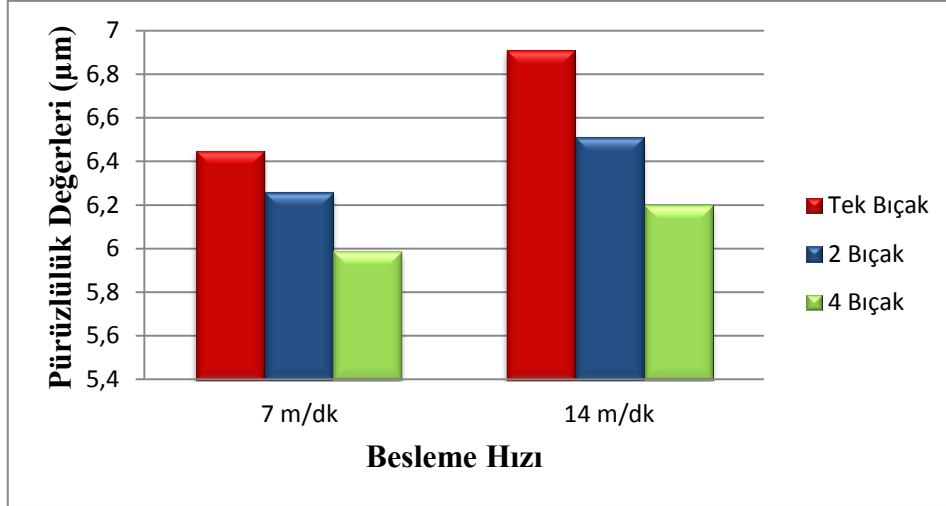
3.3.9. Besleme Hızı-Bıçak Sayısı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 40’da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 57’de gösterilmiştir.

Tablo 40. Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (µm)

Besleme Hızı (m/dk)	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	1	Ra	400	6.45	1.214	2.81	10.09
	2	Ra	400	6,26	1.272	2.45	10.08
	4	Ra	400	5.99	1.388	1.82	10.15
14	1	Ra	400	6,91	1.329	2.93	10.90
	2	Ra	400	6.51	1.300	2.61	10.41
	4	Ra	400	6.20	1.312	2.26	10.13

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde besleme hızı-bıçak sayısı etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 57. Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

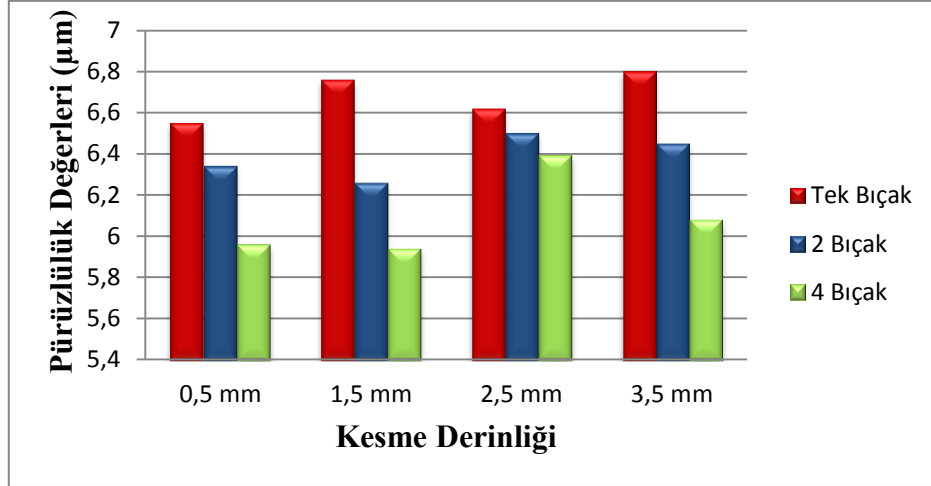
3.3.10. Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 41’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 58’de gösterilmiştir.

Tablo 41. Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerleri (µm)

Bıçak Sayısı (adet)	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
1	0.5	Ra	200	6.55	1.510	2.02	11.08
	1.5	Ra	200	6.76	1.244	3.03	10.49
	2.5	Ra	200	6.62	1.234	2.92	10.32
	3.5	Ra	200	6.80	1.148	3.36	10.25
2	0.5	Ra	200	6.34	1.539	1.72	10.95
	1.5	Ra	200	6.26	1.277	2.43	10.09
	2.5	Ra	200	6.50	1.227	2.82	10.18
	3.5	Ra	200	6.45	1.075	3.22	9.67
4	0.5	Ra	200	5.96	1.592	1.18	10.73
	1.5	Ra	200	5.94	1.469	1.53	10.35
	2.5	Ra	200	6.39	1.093	3.11	9.67
	3.5	Ra	200	6.08	1.157	2.61	9.55

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 58. Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

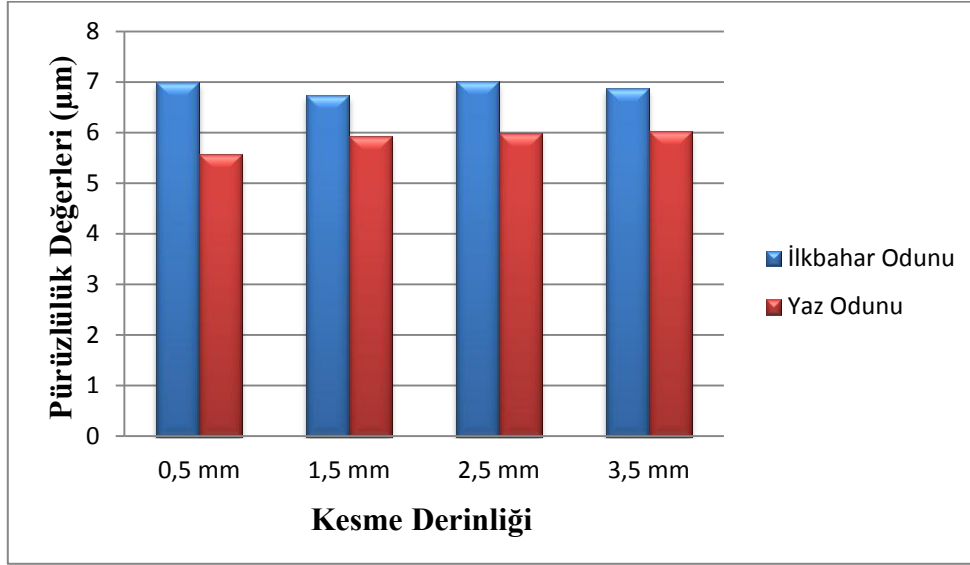
3.3.11. İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 42’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 59’da gösterilmiştir.

Tablo 42. İlkbahar/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerleri (µm)

Yıllık Halka	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
İ.O	0.5	Ra	300	6.99	1.441	2.67	11.32
	1.5	Ra	300	6,73	1.242	3	10.45
	2.5	Ra	300	7.01	1.049	3.86	10.16
	3.5	Ra	300	6.87	1.111	3.53	10.20
Y.O	0.5	Ra	300	5.57	1.342	1.54	9.59
	1.5	Ra	300	5.92	1.381	1.77	10.06
	2.5	Ra	300	5.99	1.098	2.70	9.29
	3.5	Ra	300	6.02	1.055	2.85	9.19

Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde yıllık halka-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 59. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama pürüzlülük değerleri grafiği

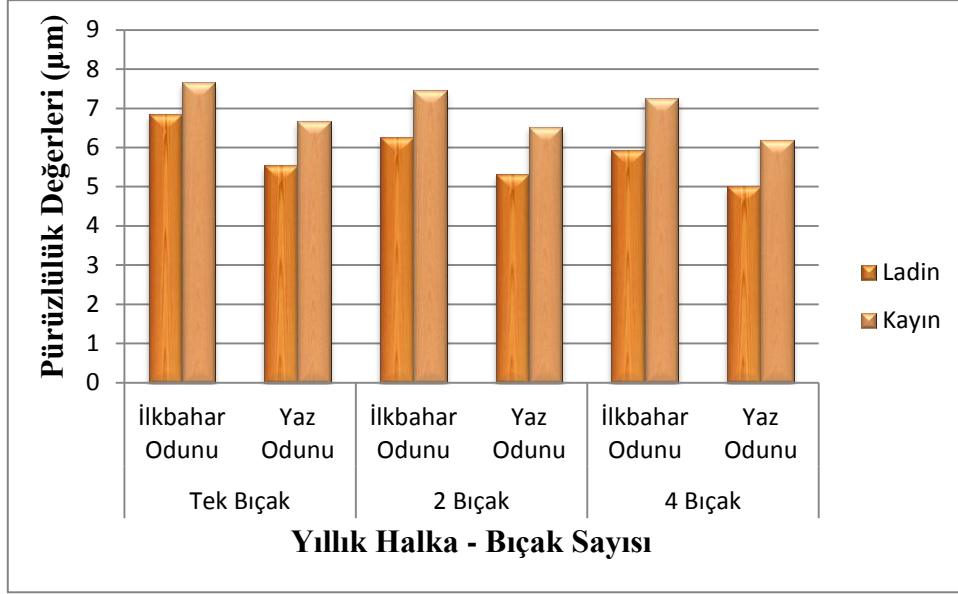
3.3.12. Ağaç Türü-Bıçak Sayısı-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu Etkileşiminin Yüze Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 43’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 60’da gösterilmiştir.

Tablo 43. Ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait yüze pürüzlülük değerleri (µm)

Ağaç Türü	Yıllık Halka	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	İ.O	1	Ra	200	6.85	0.990	3.88	9.82
		2	Ra	200	6.25	0.966	3.35	9.15
		4	Ra	200	5.93	0,940	3.11	8.75
	Y.O	1	Ra	200	5.54	1.065	2.35	8.74
		2	Ra	200	5.32	1.022	2.31	8.38
		4	Ra	200	5	1.104	3.31	8.31
Kayın	İ.O	1	Ra	200	7.65	1.122	4.02	11.29
		2	Ra	200	7.45	1.157	3.98	10.92
		4	Ra	200	7.26	1.121	3.90	10.63
	Y.O	1	Ra	200	6.68	1.032	3.58	9.77
		2	Ra	200	6.52	1.023	3.45	9.60
		4	Ra	200	6.18	1.179	2.64	9.72

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 60. Ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait ortalama pürüzlülük değerleri grafiği

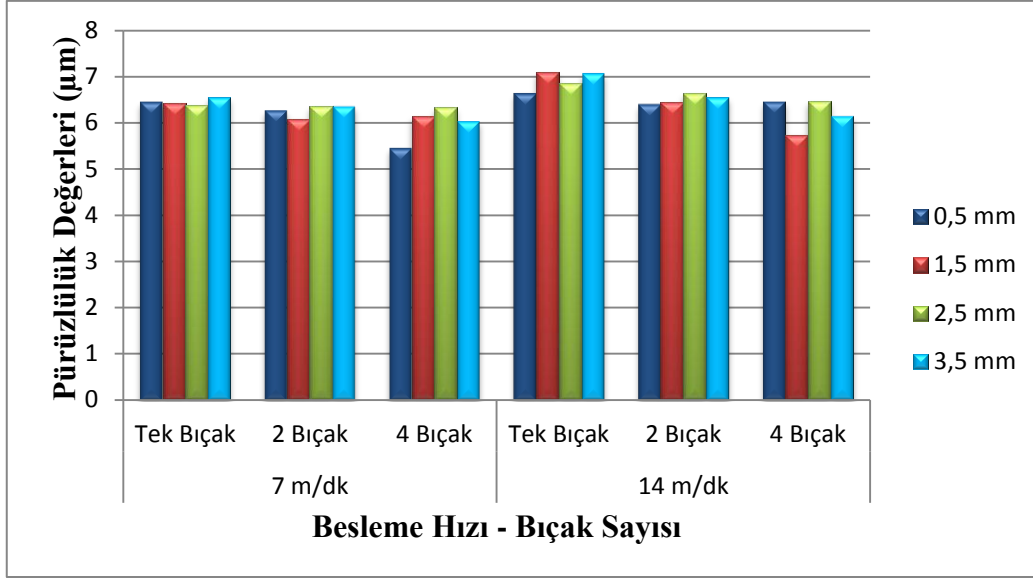
3.3.13. Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 44'de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 61'de gösterilmiştir.

Tablo 44. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Besleme Hızı (m/dk)	Bıçak Sayısı (adet)	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	1	0.5	Ra	100	6.45	1.399	2.26	10.65
		1.5	Ra	100	6.43	1.221	2.77	10.10
		2.5	Ra	100	6.38	1.227	2.70	10.06
		3.5	Ra	100	6.54	0.987	3.58	9.50
	2	0.5	Ra	100	6.27	1.573	1.55	10.00
		1.5	Ra	100	6.08	1.192	2.50	9.65
		2.5	Ra	100	6.35	1.220	2.69	10.01
		3.5	Ra	100	6.35	1.041	3.23	9.48
	4	0.5	Ra	100	5.45	1.605	0.64	10.27
		1.5	Ra	100	6.14	1.376	2.01	10.27
		2.5	Ra	100	6.33	1.192	2.75	9.90
		3.5	Ra	100	6.03	1.202	2.42	9.63
14	1	0.5	Ra	100	6.64	1.614	1.80	11.49
		1.5	Ra	100	7.08	1.185	3.53	10.64
		2.5	Ra	100	6.86	1.201	3.26	10.46
		3.5	Ra	100	7.06	1.241	3.34	10.78
	2	0.5	Ra	100	6.40	1.509	1.87	10.93
		1.5	Ra	100	6.45	1.337	2.44	10.46
		2.5	Ra	100	6.64	1.222	2.97	10.31
		3.5	Ra	100	6.54	1.104	3.23	9.86
	4	0.5	Ra	100	6.46	1.417	2.24	11.04
		1.5	Ra	100	5.74	1.538	1.13	10.36
		2.5	Ra	100	6.45	0.986	3.50	9.41
		3.5	Ra	100	6.14	1.114	2.79	9.48

Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



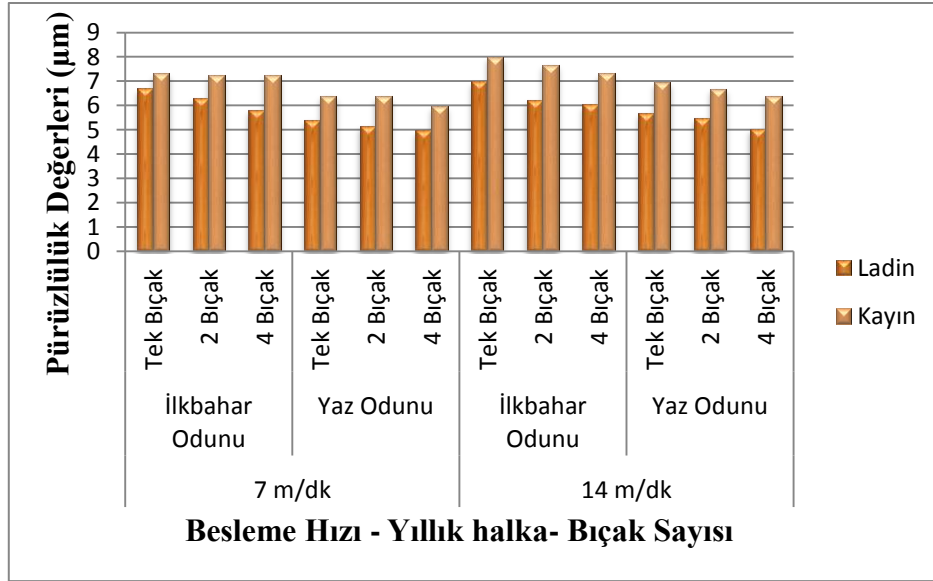
Şekil 61. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

3.3.14. Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 45’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 62’de gösterilmiştir. Analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 45. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Yıllık Halka	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	7	İ.O	1	Ra	100	6.70	0,921	4.54	8.87
			2	Ra	100	6.29	1.019	3.23	9.35
			4	Ra	100	5,81	0.959	2.93	8.69
		Y.O	1	Ra	100	5.40	1.027	2.32	8.48
			2	Ra	100	5.16	0.956	2.32	8.03
			4	Ra	100	4.96	1.060	1.78	8.14
	14	İ.O	1	Ra	100	7	1.038	3.89	10.12
			2	Ra	100	6.21	0.913	3.47	8.95
			4	Ra	100	6.05	0.908	3.33	8.79
		Y.O	1	Ra	100	5.69	1.086	2.43	8.95
			2	Ra	100	5.48	1.067	2.27	8.68
			4	Ra	100	5.04	1.149	1.59	8.49
Kayın	7	İ.O	1	Ra	100	7.31	1.012	4.06	10.56
			2	Ra	100	7.24	1.152	3.78	10.70
			4	Ra	100	7.22	1.179	3.68	10.76
		Y.O	1	Ra	100	6.40	1.041	3.28	9.52
			2	Ra	100	6.37	1.019	3.31	9.42
			4	Ra	100	5.96	1.303	2.06	9.87
	14	İ.O	1	Ra	100	7.99	1.126	4.61	11.37
			2	Ra	100	7.67	1.126	4.29	11.05
			4	Ra	100	7.31	1.064	4.12	10.50
		Y.O	1	Ra	100	6.96	0.948	4.12	9.80
			2	Ra	100	6.68	1.008	3.66	9.71
			4	Ra	100	6.39	1.002	3.39	9.40



Şekil 62. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

3.4. Zımparalama İşleminde Sonra Elde Edilen Yüzey Pürüzlülükleri

Deneylemler sonucunda elde edilen değlerlerin istatistiksel değlendirilmesi yapılarak belirlenen pürüzlülük değleri Tablo 46'da gösterilmiştir.

Tablo 46. Zımparalanan ağaç malzemedede elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri (µm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Bıçak Sayısı (adet)	Kesme Derinliği (mm)	Zımparalama Durumu	İ.O/Y.O	N	Pürüzlülük Parametreleri					
							Ra		Ry		Rz	
							\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Ladin	7	1	0.5	Zımparasız	İ.O	75	6.68	1.193	48.23	6.798	40.06	5.592
					Y.O	75	5.18	1.190	36.27	7.248	30.47	5.734
				80	İ.O	75	4.84	0.837	37.23	7.358	33.90	6.529
					Y.O	75	4.16	1.015	33.33	8.701	27.98	5.690
				100	İ.O	75	4.17	0.657	35.67	6.921	29.69	5.090
					Y.O	75	3.80	0.996	29.59	8.453	24.90	5.907
			1.5	Zımparasız	İ.O	75	6.56	0.869	52.54	9.319	44.11	4.887
					Y.O	75	5.35	1.091	41.91	10.072	34.58	6.483
				80	İ.O	75	5.43	0.836	43.73	9.072	37.39	6.218
					Y.O	75	4.30	0.583	35.16	8.543	29.41	5.037
				100	İ.O	75	4.26	0.511	36.33	6.255	31.06	3.856
					Y.O	75	3.71	0.413	32.50	4.992	25.61	6.101
		2	0.5	Zımparasız	İ.O	75	6.43	1.347	45.42	5.722	37.98	5.745
					Y.O	75	4.87	1.025	36.19	6.453	31.06	5.680
				80	İ.O	75	4.71	0.830	40.05	7.745	33.48	6.513
					Y.O	75	4.12	0.940	31.85	8.201	26.67	6.115
				100	İ.O	75	4.03	0.615	36.04	7.604	29.01	4.439
					Y.O	75	3.66	0.774	28.78	6.190	23.76	4.327
			1.5	Zımparasız	İ.O	75	5.84	0.666	47.32	6.705	37.57	3.943
					Y.O	75	5.07	1.036	37.01	7.672	31.87	5.673
				80	İ.O	75	4.72	0.697	40.45	11.929	33.89	6.760
					Y.O	75	3.78	0.620	29.97	4.651	26.14	4.050
				100	İ.O	75	4.31	0.706	37.64	7.582	31.04	4.428
					Y.O	75	3.71	0.602	32.08	7.509	26.56	4.892
		4	0.5	Zımparasız	İ.O	75	5.15	0.989	38.40	5.264	32.23	4.252
					Y.O	75	4.02	1.030	33.64	6.627	28.68	4.831
				80	İ.O	75	5.02	0.667	38.25	4.767	32.81	3.071
					Y.O	75	4.12	0.734	31.94	8.566	26.30	5.433
				100	İ.O	75	3.80	0.572	33.14	6.847	27.20	4.278
					Y.O	75	3.03	0.731	26.39	8.087	20.49	5.422
			1.5	Zımparasız	İ.O	75	5.57	0.544	42.01	4.459	36.03	3.520
					Y.O	75	5.35	0.754	42.93	6.538	34.81	3.148
				80	İ.O	75	4.71	0.712	38.73	8.579	33.19	5.635
					Y.O	75	4.03	0.550	33.23	5.204	28.32	3.683
				100	İ.O	75	4.08	0.640	34.18	7.851	30.08	5.651
					Y.O	75	3.48	0.565	27.27	5.835	23.83	3.964

Tablo 46'nın devamı

Ladin	14	1	0.5	Zımparasız	İ.O	75	6.75	1.256	46.46	6.065	40.61	5.201	
					Y.O	75	5.07	1.251	40.02	8.300	35.89	7.081	
				80	İ.O	75	4.56	0.933	36.04	7.529	31.74	6.488	
					Y.O	75	4.17	0.960	31.91	9.074	28.16	8.191	
				100	İ.O	75	4.11	0.739	34.64	6.705	28.21	6.701	
					Y.O	75	3.69	0.670	28.82	6.669	24.74	5.157	
			1.5	Zımparasız	İ.O	75	6.94	0.683	52.79	8.636	47.29	5.937	
					Y.O	75	6.04	1.061	45.90	10.939	39.84	8.646	
				80	İ.O	75	5.03	0.702	41.89	10.174	35.00	5.372	
					Y.O	75	4.39	0.740	35.52	7.393	30.25	6.004	
				100	İ.O	75	4.27	0.444	36.41	6.944	31.52	4.610	
					Y.O	75	3.81	0.496	33.83	8.344	27.85	4.052	
		2	0.5	Zımparasız	İ.O	75	6.25	0.942	45.27	6.089	42.21	5.921	
					Y.O	75	5.03	0.987	39.31	6.787	34.81	6.990	
				80	İ.O	75	4.85	0.789	41.43	9.381	34.51	6.924	
					Y.O	75	4.08	0.933	33.58	8.779	27.87	6.143	
				100	İ.O	75	4.24	0.700	36.30	8.439	30.82	5.605	
					Y.O	75	3.57	0.662	28.48	6.865	24.56	5.377	
				1.5	Zımparasız	İ.O	75	6.07	1.074	44.25	7.314	40.05	6.665
						Y.O	75	5.35	1.166	41.37	8.703	35.01	6.800
					80	İ.O	75	5.94	1.087	43.97	8.782	39.90	7.985
						Y.O	75	5.35	1.165	41.73	8.880	35.01	6.810
					100	İ.O	75	4.63	0.839	39.02	9.784	33.53	6.466
						Y.O	75	3.54	0.925	29.96	8.450	26.21	7.105
			4	0.5	Zımparasız	İ.O	75	6.39	0.904	43.16	6.162	37.59	4.999
						Y.O	75	5.19	1.266	35.92	6.280	31.96	6.394
					80	İ.O	75	4.36	0.763	38.77	7.307	30.58	5.740
						Y.O	75	3.39	1.072	29.02	7.628	23.24	7.048
					100	İ.O	75	4.49	0.734	38.76	7.412	32.26	4.983
						Y.O	75	3.46	0.733	28.40	6.301	23.36	4.605
				1.5	Zımparasız	İ.O	75	5.43	0.627	40.10	6.896	36.81	4.709
						Y.O	75	3.88	0.714	33.85	4.587	26.14	4.032
					80	İ.O	75	4.86	0.458	40.69	6.115	35.13	4.481
						Y.O	75	4.35	0.857	33.64	7.159	29.76	6.364
					100	İ.O	75	4.62	0.494	39.94	9.386	34.14	6.061
						Y.O	75	3.88	0.714	29.69	5.867	26.14	4.032

Tablo 46'nın devamı

Kayın	7	1	0.5	Zımparasız	İ.O	75	7.33	1.193	55.72	7.066	47.76	4.881	
					Y.O	75	6.32	1.004	48.25	4.725	40.79	4.283	
				80	İ.O	75	6.72	0.976	54.31	8.930	46.52	5.562	
					Y.O	75	5.75	0.733	47.54	5.866	40.38	5.674	
			100	İ.O	75	6.05	0.852	52.56	6.189	44.91	5.765		
				Y.O	75	5.16	0.631	45.17	5.770	37.16	4.526		
			1.5	Zımparasız	İ.O	75	7.25	1.043	60.70	8.132	50.55	6.014	
					Y.O	75	6.58	1.075	51.28	7.235	43.57	5.324	
		80		İ.O	75	6.40	1.249	54.46	10.522	46.65	7.358		
				Y.O	75	5.06	0.848	43.63	8.979	37.02	6.254		
		100	İ.O	75	5.36	0.900	48.61	8.877	41.98	6.895			
			Y.O	75	4.35	0.521	42.23	5.274	35.18	3.797			
		2	0.5	Zımparasız	İ.O	75	7.68	1.219	57.27	7.038	47.79	5.610	
					Y.O	75	6.11	1.305	45.15	5.140	39.50	4.981	
				80	İ.O	75	6.26	0.985	49.99	7.786	43.88	6.354	
					Y.O	75	5.11	1.030	43.93	7.750	37.30	6.449	
				100	İ.O	75	5.81	0.909	48.33	7.345	42.86	5.634	
					Y.O	75	4.41	0.886	39.64	7.343	32.53	5.276	
				1.5	Zımparasız	İ.O	75	7.02	1.304	57.73	9.283	50.27	6.981
						Y.O	75	6.39	0.717	49.28	5.530	42.13	4.919
			80		İ.O	75	6.26	0.835	51.79	7.326	46.08	6.845	
					Y.O	75	5.72	0.701	47.99	7.766	41.23	4.932	
			100	İ.O	75	5.10	0.619	47.34	6.181	41.23	4.890		
				Y.O	75	4.32	0.628	39.83	6.789	33.91	5.824		
			4	0.5	Zımparasız	İ.O	75	7.12	1.489	48.78	7.300	39.52	5.666
						Y.O	75	5.53	1.114	45.14	7.851	36.51	5.864
					80	İ.O	75	6.86	1.232	51.14	6.520	44.73	5.331
						Y.O	75	5.85	1.393	45.29	8.829	39.14	6.681
		100			İ.O	75	5.87	0.870	47.05	6.696	40.92	5.303	
					Y.O	75	4.52	1.073	42.11	9.819	34.96	8.707	
		1.5		Zımparasız	İ.O	75	7.48	1.308	55.86	8.603	45.51	5.818	
					Y.O	75	6.17	1.543	50.37	11.408	41.57	8.938	
80	İ.O			75	5.74	0.830	53.69	8.101	45.83	6.521			
	Y.O			75	4.94	0.936	43.14	9.059	36.70	7.349			
100	İ.O			75	4.68	0.686	42.37	5.117	36.14	3.787			
	Y.O			75	4.02	0.858	37.97	8.346	31.09	6.480			

Tablo 46'nin devamı

Kayın	14	1	0.5	Zımparasız	İ.O	75	8.11	1.408	61.95	6.972	52.13	5.741	
					Y.O	75	6.65	0.885	55.98	8.161	48.11	5.065	
				80	İ.O	75	7.12	1.333	61.05	11.543	51.39	8.443	
					Y.O	75	6.09	1.119	53.11	12.625	44.66	8.185	
			100	İ.O	75	6.40	1.174	55.68	8.819	47.43	7.638		
				Y.O	75	5.00	1.076	48.18	9.987	37.73	7.732		
			1.5	Zımparasız	İ.O	75	7.84	1.058	64.55	11.217	54.49	7.532	
					Y.O	75	7.52	1.063	57.94	6.075	51.11	4.887	
		80		İ.O	75	6.79	1.354	60.46	13.676	50.08	9.456		
				Y.O	75	5.95	1.290	56.72	10.948	45.33	12.244		
		100		İ.O	75	5.85	1.102	51.75	8.976	44.22	8.126		
				Y.O	75	4.97	0.822	47.55	9.486	38.26	6.538		
		2		0.5	Zımparasız	İ.O	75	7.92	1.339	57.83	5.317	54.53	5.549
						Y.O	75	6.40	1.163	52.58	9.462	46.64	8.528
			80		İ.O	75	7.07	1.049	57.62	8.317	51.19	6.604	
					Y.O	75	6.03	1.136	52.78	11.344	44.17	7.813	
			100	İ.O	75	6.72	1.000	54.81	8.364	48.06	6.016		
				Y.O	75	4.85	1.005	44.77	8.713	37.56	7.687		
			1.5	Zımparasız	İ.O	75	7.50	1.108	61.46	8.083	54.82	5.658	
					Y.O	75	6.87	0.944	52.80	6.036	47.39	5.290	
		80		İ.O	75	6.36	1.289	54.80	10.566	47.35	8.811		
				Y.O	75	5.25	1.020	45.46	7.779	39.40	6.230		
		100	İ.O	75	5.17	1.088	48.05	9.120	40.65	7.625			
			Y.O	75	4.53	1.137	41.38	9.777	35.06	7.928			
		4	0.5	Zımparasız	İ.O	75	7.82	1.018	55.03	5.848	48.91	4.411	
					Y.O	75	6.44	1.101	54.44	7.834	46.83	7.039	
				80	İ.O	75	6.89	1.512	53.34	10.018	48.16	9.736	
					Y.O	75	5.31	1.073	48.28	12.062	39.46	7.291	
				100	İ.O	75	6.09	0.971	53.45	10.467	45.79	7.393	
					Y.O	75	5.09	1.480	43.84	11.237	36.13	9.282	
			1.5	Zımparasız	İ.O	75	7.24	1.104	55.84	7.220	47.25	4.898	
					Y.O	75	6.42	1.059	54.29	8.272	46.35	5.376	
80	İ.O			75	5.97	0.767	50.97	7.231	45.99	5.903			
	Y.O			75	5.24	0.894	46.49	10.005	40.69	7.949			
100	İ.O			75	5.15	0.780	47.15	7.570	40.70	7.584			
	Y.O			75	4.27	0.743	40.47	8.170	33.84	6.397			

Tabloda ağaç türlerine göre; Doğu Ladini, Doğu Kayını'ndan ve yıllık halkada yaz odunu ilkbahar odunundan daha düzgün yüzeyler vermiştir. Aynı şekilde, düşük besleme hızında yüksek besleme hızına göre ve düşük kesiş derinliklerinde yüksek kesiş derinliklerine göre daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Ayrıca, bıçak sayısı ve zımpara numarası artışıyla da yüzey pürüzlülüğü azalmıştır. Zımparalama işleminden sonra elde edilen yüzey pürüzlülükleri değerlerinin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 47. Zımparalama işleminden sonra elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerlerine ait varyans analizi

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Önem Düzeyi
AT	1660,155	1	1660,155	1782,588	,000
BH	64,663	1	64,663	69,432	,000
BS	113,458	2	56,729	60,913	,000
YHT	808,492	1	808,492	868,117	,000
KD	6,037	1	6,037	6,482	,011
Z	1868,301	2	934,150	1003,042	,000
AT * BH	10,850	1	10,850	11,651	,001
AT * BS	3,138	2	1,569	1,685	,186
BH * BS	2,576	2	1,288	1,383	,251
AT * BH * BS	8,146	2	4,073	4,373	,013
AT * YHT	9,726	1	9,726	10,443	,001
BH * YHT	,211	1	,211	,227	,634
AT * BH * YHT	,008	1	,008	,009	,925
BS * YHT	,472	2	,236	,254	,776
AT * BS * YHT	,594	2	,297	,319	,727
BH * BS * YHT	1,930	2	,965	1,036	,355
AT * BH * BS * YHT	3,132	2	1,566	1,681	,186
AT * KD	66,907	1	66,907	71,841	,000
BH * KD	,210	1	,210	,225	,635
AT * BH * KD	2,816	1	2,816	3,023	,082
BS * KD	4,604	2	2,302	2,472	,085
AT * BS * KD	1,556	2	,778	,836	,434
BH * BS * KD	11,120	2	5,560	5,970	,003
AT * BH * BS * KD	17,412	2	8,706	9,348	,000
YHT * KD	22,034	1	22,034	23,659	,000
AT * YHT * KD	6,381	1	6,381	6,851	,009
BH * YHT * KD	,665	1	,665	,714	,398
AT * BH * YHT * KD	1,114	1	1,114	1,197	,274
BS * YHT * KD	1,993	2	,997	1,070	,343
AT * BS * YHT * KD	2,353	2	1,176	1,263	,283
BH * BS * YHT * KD	2,940	2	1,470	1,578	,206
AT * BH * BS * YHT * KD	,850	2	,425	,456	,634
AT * Z	9,702	2	4,851	5,209	,006
BH * Z	2,474	2	1,237	1,328	,265
AT * BH * Z	,932	2	,466	,501	,606
BS * Z	23,747	4	5,937	6,375	,000
AT * BS * Z	23,100	4	5,775	6,201	,000

Tablo 47'nin devamı

BH * BS * Z	24,277	4	6,069	6,517	,000
AT * BH * BS * Z	10,166	4	2,542	2,729	,028
YHT * Z	13,297	2	6,649	7,139	,001
AT * YHT * Z	10,394	2	5,197	5,580	,004
BH * YHT * Z	1,503	2	,752	,807	,446
AT * BH * YHT * Z	2,181	2	1,090	1,171	,310
BS * YHT * Z	1,708	4	,427	,459	,766
AT * BS * YHT * Z	9,766	4	2,442	2,622	,033
BH * BS * YHT * Z	2,440	4	,610	,655	,623
AT * BH * BS * YHT * Z	4,474	4	1,119	1,201	,308
KD * Z	13,406	2	6,703	7,197	,001
AT * KD * Z	41,043	2	20,521	22,035	,000
BH * KD * Z	12,308	2	6,154	6,608	,001
AT * BH * KD * Z	11,376	2	5,688	6,107	,002
BS * KD * Z	7,584	4	1,896	2,036	,087
AT * BS * KD * Z	5,291	4	1,323	1,420	,225
BH * BS * KD * Z	50,782	4	12,695	13,632	,000
AT * BH * BS * KD * Z	19,161	4	4,790	5,144	,000
YHT * KD * Z	10,772	2	5,386	5,783	,003
AT * YHT * KD * Z	1,778	2	,889	,955	,385
BH * YHT * KD * Z	,875	2	,438	,470	,625
AT * BH * YHT * KD * Z	2,161	2	1,081	1,160	,313
BS * YHT * KD * Z	7,107	4	1,777	1,908	,106
AT * BS * YHT * KD * Z	2,165	4	,541	,581	,676
BH * BS * YHT * KD * Z	2,512	4	,628	,674	,610
Hata	3222,357	3460	,931		
Toplam	112439,384	3600			

Yapılan analiz sonucu; ağaç türü, besleme hızı, bıçak sayısı, yıllık halka (ilkbahar odunu/yaz odunu), kesme derinliği, zımpara numarası, ağaç türü-besleme hızı, ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı, ağaç türü- ilkbahar odunu/yaz odunu, ağaç türü-kesme derinliği, besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği, ağaç türü- besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği, ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği, ağaç türü- ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği, ağaç türü-zımpara numarası, bıçak sayısı-zımpara numarası, ağaç türü-bıçak sayısı-zımpara numarası, besleme hızı- bıçak sayısı-zımpara numarası, ağaç türü-besleme hızı- bıçak sayısı-zımpara numarası, ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası, ağaç türü- ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası, ağaç türü- besleme hızı- ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası, kesme derinliği-zımpara numarası, ağaç türü- kesme derinliği-zımpara numarası, besleme hızı- kesme derinliği-zımpara numarası, ağaç türü-besleme hızı- kesme derinliği-zımpara numarası, besleme hızı- bıçak sayısı-kesme

derinliği-zımpara numarası, ağaç türü- besleme hızı- bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası, ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimleri arasında anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır.

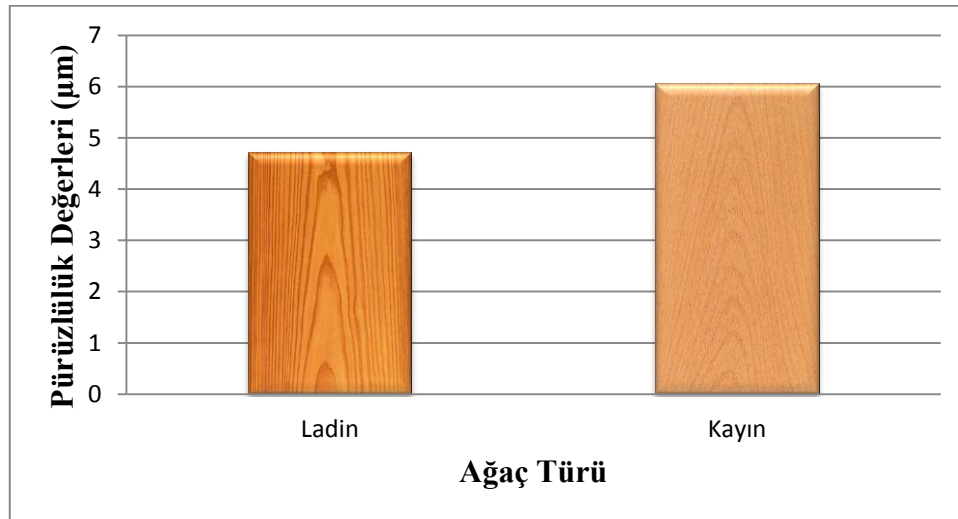
3.4.1. Ağaç Türünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türlerine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 48’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil’63’de gösterilmiştir.

Tablo 48. Ağaç türüne ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Doğu Ladini	Ra	1800	4.71	1.246	0.970	8.44
Doğu Kayını	Ra	1800	6.06	1.459	1.68	10.44

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türünün yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 63. Ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri grafiği

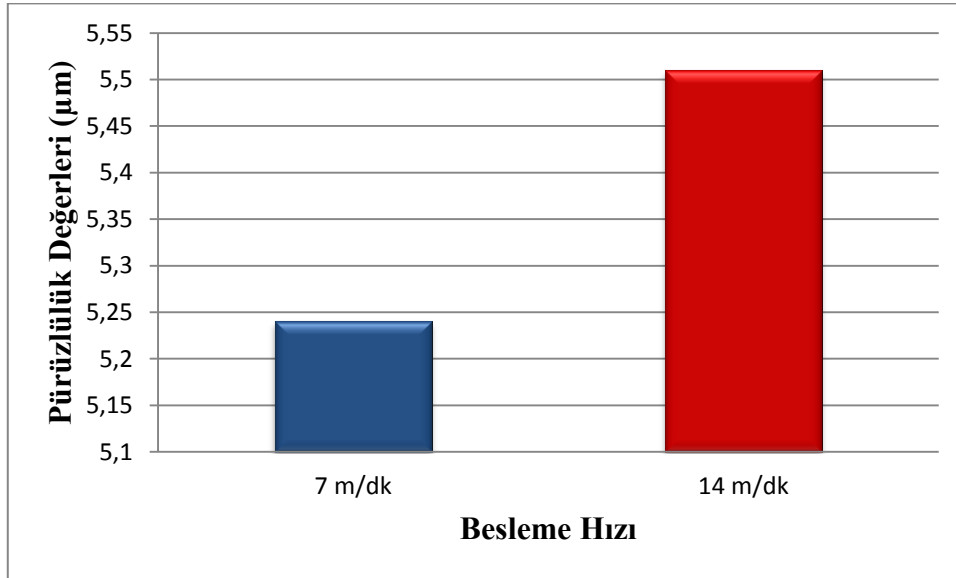
3.4.2. Besleme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Besleme hızına ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 49'da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 64'de gösterilmiştir.

Tablo 49. Besleme hızına ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Besleme Hızı (m/dk)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama(\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	Ra	1800	5.24	1.442	0.920	9.57
14	Ra	1800	5.51	1.573	0.795	10.23

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda % 0.01 önem düzeyinde besleme hızının yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



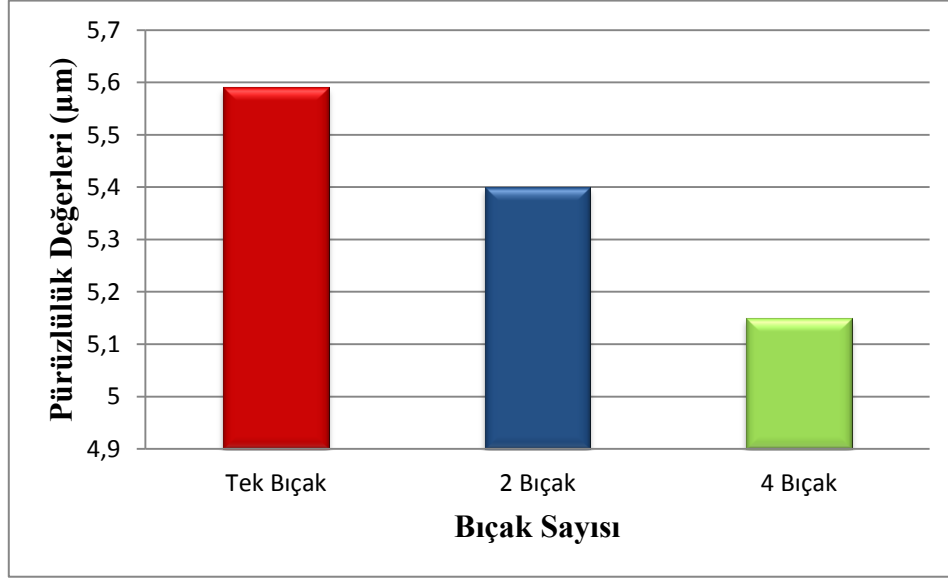
Şekil 64. Besleme hızlarına ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri grafiği

3.4.3. Bıçak Sayısının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 50'de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 65'de gösterilmiştir.

Tablo 50. Bıçak sayılarına ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama(\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
1	Ra	1200	5.59	1.541	0.966	10.21
2	Ra	1200	5.40	1.487	0.935	9.86
4	Ra	1200	5.15	1.485	0.699	9.61



Şekil 65. Bıçak sayılarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

İstatistik analizler sonucu farklı bıçak sayıları kullanılması durumunda elde edilen pürüzlülük değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar sonuçları Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerleri homojenlik grupları

Bıçak Sayısı (Adet)					
1		2		4	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
5.59	A	5.40	B	5.15	C

Duncan testi sonuçlarına göre; bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerleri 3 farklı homojenlik grubunda yer almıştır.

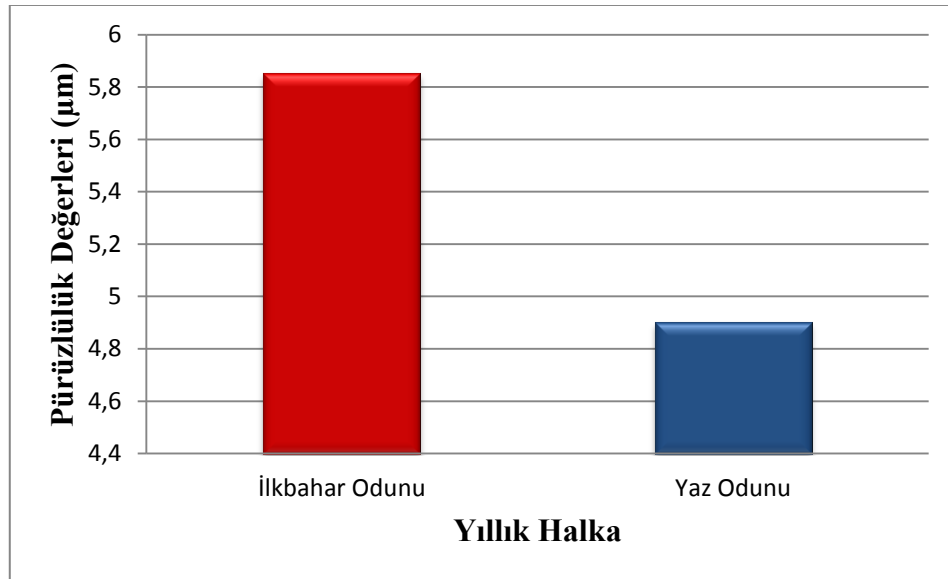
3.4.4. İlkbahar Odunu ve Yaz Odununun Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Yıllık halkanın ilkbahar ve yaz odunu kısımlarına ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 52’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 66’da gösterilmiştir.

Tablo 52. Yıllık halkanın ilkbahar odunu ve yaz odunu kısımlarına ait pürüzlülük değerleri (μm)

Yıllık Halka	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
İ.O	Ra	1800	5.85	1.495	1.37	10.34
Y.O	Ra	1800	4.90	1.380	0.766	9.04

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda % 0.01 önem düzeyinde yıllık halkanın ilkbahar odunu ve yaz odunu kısımlarının yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 66. Yıllık halkanın ilkbahar ve yaz odunu kısımlarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

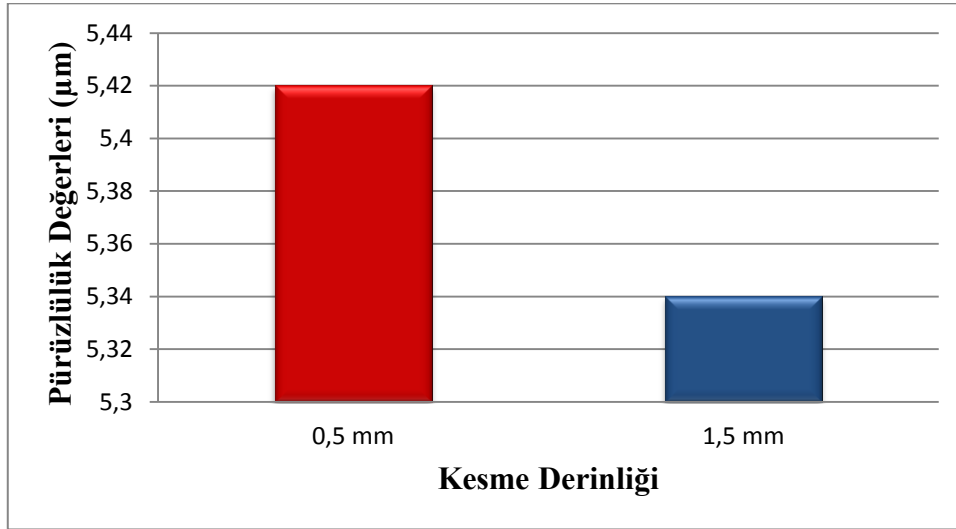
3.4.5. Kesme Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Kesme derinliklerine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 53’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 67’de gösterilmiştir.

Tablo 53. Kesme derinliklerine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
0.5	Ra	1800	5.42	1.606	0.60	10.24
1.5	Ra	1800	5.34	1.416	1.09	9.59

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda % 5 önem düzeyinde kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



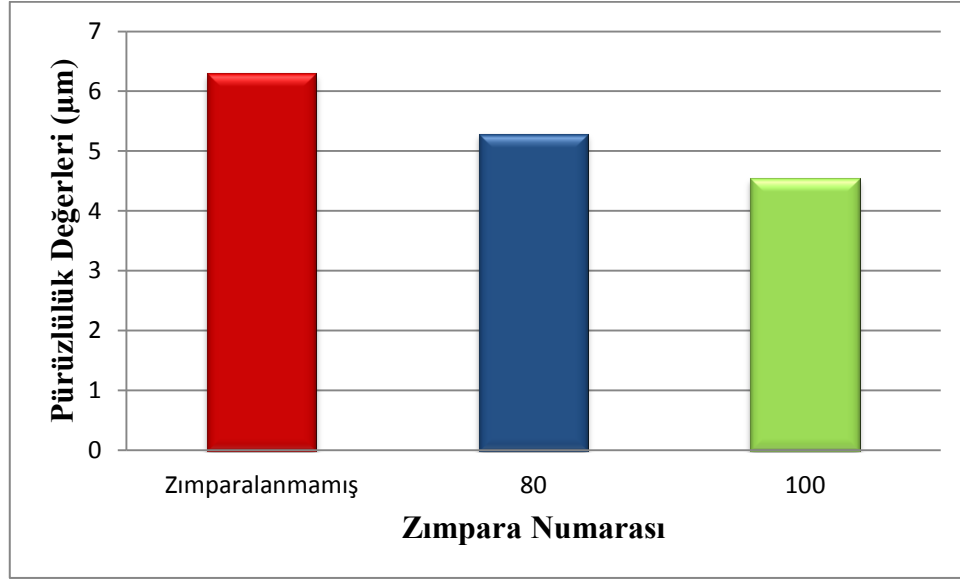
Şekil 67. Kesme derinliğine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

3.4.6. Zımpara Numarasının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Zımpara numaralarına ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 54’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 68’de gösterilmiştir.

Tablo 54. Zımpara numaralarına ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Zımpara Numarası	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Zımparasız	Ra	1200	6.30	1.471	1.89	10.72
80	Ra	1200	5.29	1.347	1.25	9.33
100	Ra	1200	4.54	1.161	1.06	8.03



Şekil 68. Zımpara numaralarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

İstatistik analizler sonucu farklı zımpara no'ları kullanılması durumunda elde edilen yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasında % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Pürüzlülük değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 55'de verilmiştir.

Tablo 55. Zımpara numaralarına ait pürüzlülük değerleri homojenlik grupları

Zımpara Numarası					
Zımparasız		80		100	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
6.30	A	5.29	B	4.54	C

Duncan testi sonuçlarına göre; zımpara numarası ait yüzey pürüzlülük ortalama değerleri 3 farklı homojenlik grubunda yer almıştır.

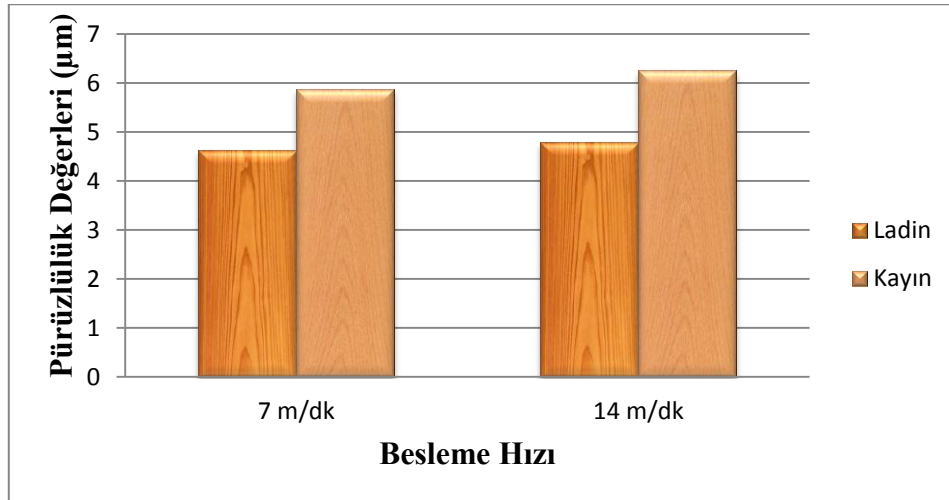
3.4.7. Ağaç Türü-Besleme Hızı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 56’da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 69’da gösterilmiştir.

Tablo 56. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	7	Ra	900	4.62	1.205	1.01	8.24
	14	Ra	900	4.78	1.280	0.93	8.62
Kayın	7	Ra	900	5.87	1.388	1.70	10.03
	14	Ra	900	6.25	1.494	1.76	10.73

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-besleme hızı etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 69. Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

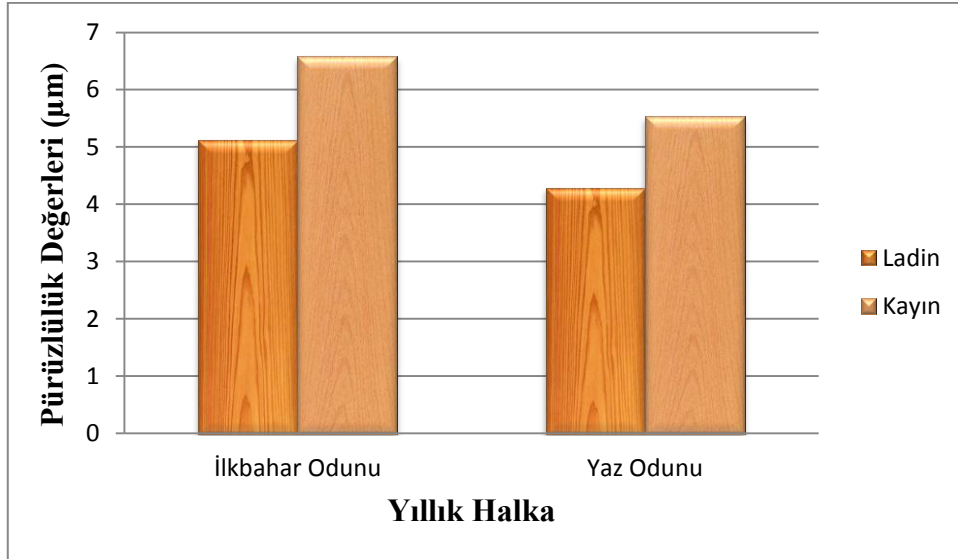
3.4.8. Ağaç Türü-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 57’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 70’de gösterilmiştir.

Tablo 57. Ağaç türü-yıllık halka etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Yıllık Halka	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	İ.O	Ra	900	5.12	1.208	1.50	8.75
	Y.O	Ra	900	4.28	1.135	0.87	7.68
Kayın	İ.O	Ra	900	6.58	1.394	2.40	10.77
	Y.O	Ra	900	5.53	1.317	1.58	9.48

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 70. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

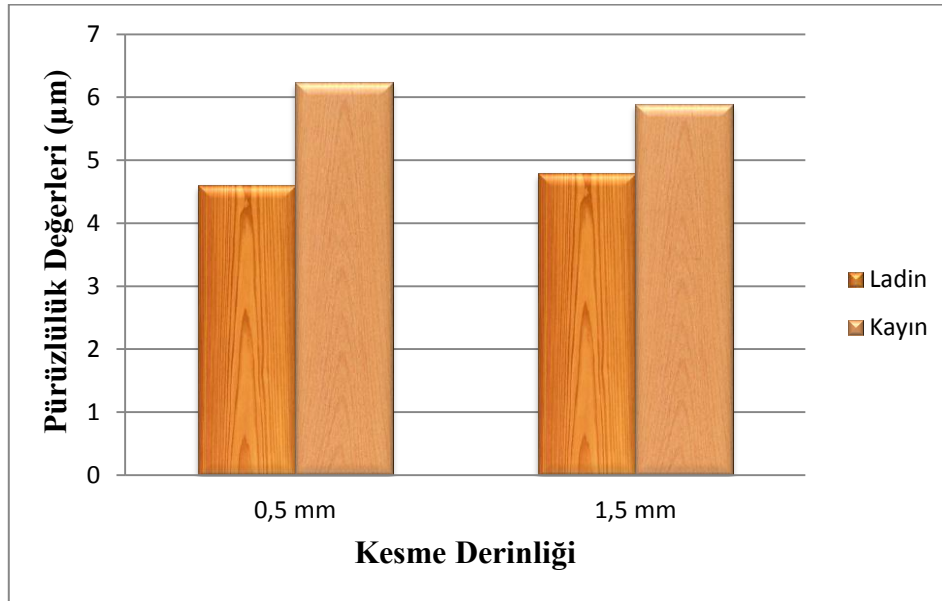
3.4.9. Ağaç Türü-Kesiş Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-kesiş derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 58’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 71’de gösterilmiştir.

Tablo 58. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	0.5	Ra	900	4.60	1.318	0.65	8.56
	1.5	Ra	900	4.79	1.161	1.31	8.28
Kayın	0.5	Ra	900	6.23	1.447	1.89	10.58
	1.5	Ra	900	5.88	1.440	1.56	10.20

Analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 71. Ağaç türü-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

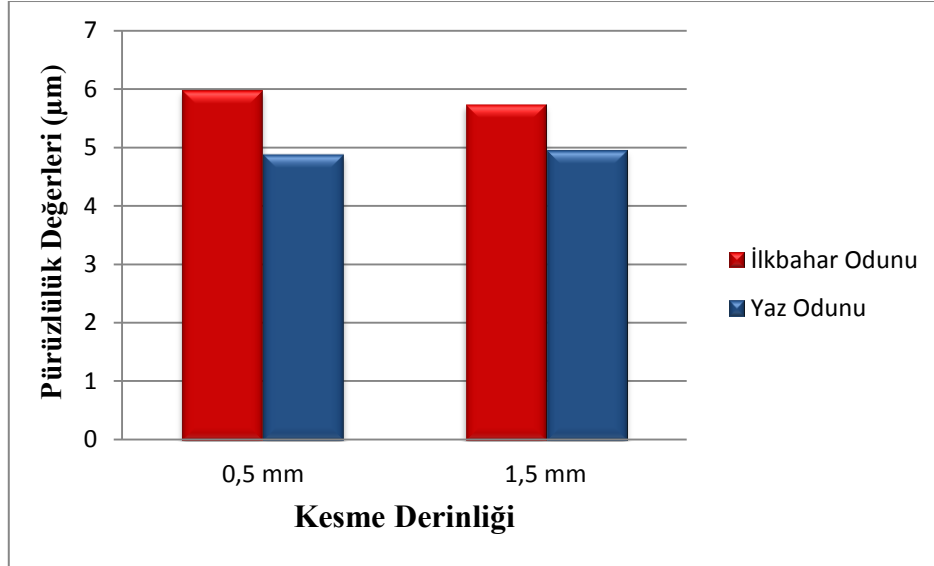
3.4.10. İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

İlkbahar odunu/yaz odunu-kesiş derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 59’da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 72’de gösterilmiştir.

Tablo 59. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Yıllık Halka	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
İ.O	0.5	Ra	900	5.97	1.608	1.15	10.80
	1.5	Ra	900	5.73	1.363	1.64	9.82
Y.O	0.5	Ra	900	4.87	1.402	0.66	9.07
	1.5	Ra	900	4.94	1.357	0.87	9.01

Analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 72. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

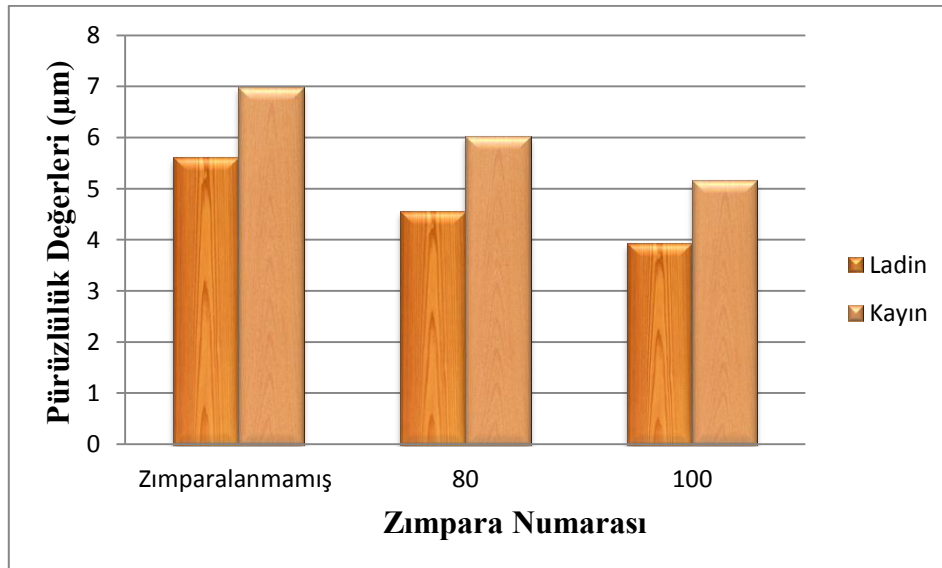
3.4.11. Ağaç Türü-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 60'da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 73'de gösterilmiştir.

Tablo 60. Ağaç türü-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Zımpara Numarası	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı(N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma(S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	Zımparasız	Ra	600	5.61	1.280	1.77	9.46
	80	Ra	600	4.55	0.986	1.60	7.51
	100	Ra	600	3.93	0.771	1.62	6.24
Kayın	Zımparasız	Ra	600	6.99	1.323	3.02	10.96
	80	Ra	600	6.03	1.251	2.28	9.79
	100	Ra	600	5.16	1.163	1.67	8.64

Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü- zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 73. Ağaç türü- zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

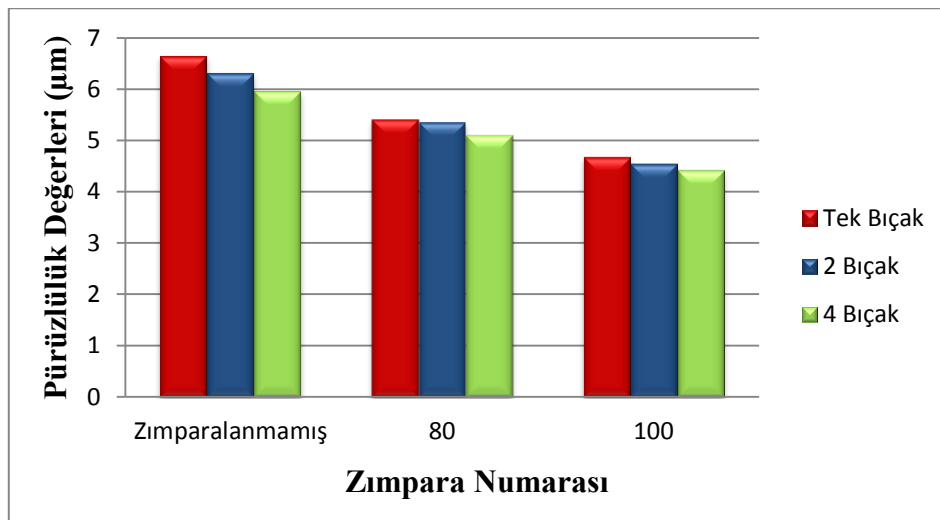
3.4.12. Bıçak Sayısı-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 61’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 74’de gösterilmiştir.

Tablo 61. Bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Bıçak Sayısı (adet)	Zımpara Numarası	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
1	Zımparasız	Ra	400	6.65	1.385	2.50	10.81
	80	Ra	400	5.42	1.380	1.28	9.56
	100	Ra	400	4.68	1.151	1.23	8.14
2	Zımparasız	Ra	400	6.30	1.413	2.06	10.54
	80	Ra	400	5.35	1.312	1.41	9.29
	100	Ra	400	4.54	1.168	1.03	8.04
4	Zımparasız	Ra	400	5.95	1.530	1.36	10.54
	80	Ra	400	5.10	1.330	1.11	9.09
	100	Ra	400	4.41	1.150	0.96	7.86

Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde bıçak sayısı- zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 74. Bıçak sayısı- zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

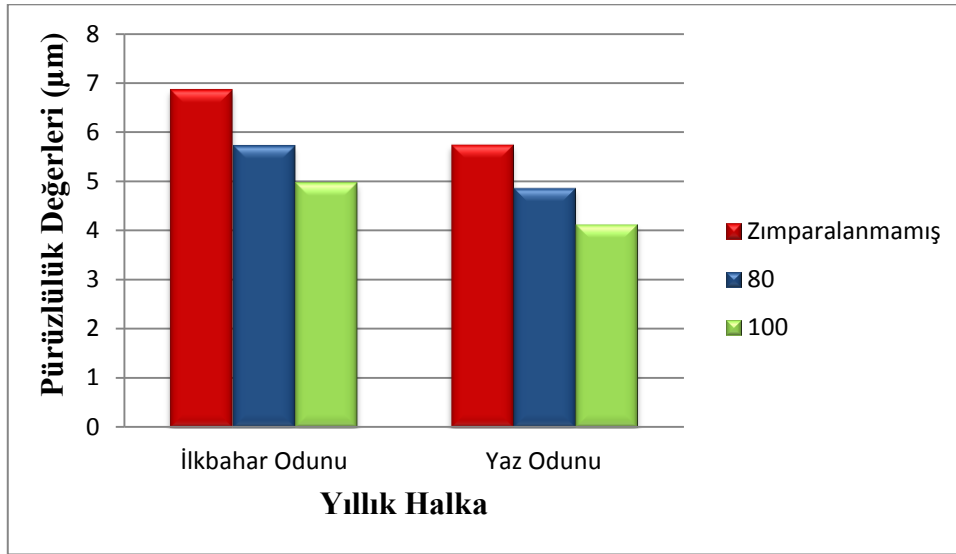
3.4.13. İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

İlkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 62’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 75’de gösterilmiştir.

Tablo 62. İlkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Yıllık Halka	Zımpara Numarası	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
İ.O	Zımparasız	Ra	600	6.86	1.351	2.81	10.91
	80	Ra	600	5.73	1.323	1.76	9.70
	100	Ra	600	4.97	1.151	1.52	8.42
Y.O	Zımparasız	Ra	600	5.74	1.371	1.63	9.86
	80	Ra	600	4.86	1.225	1.18	8.53
	100	Ra	600	4.12	1.005	1.10	7.13

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 75. İlkbahar odunu/yaz odunu - zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

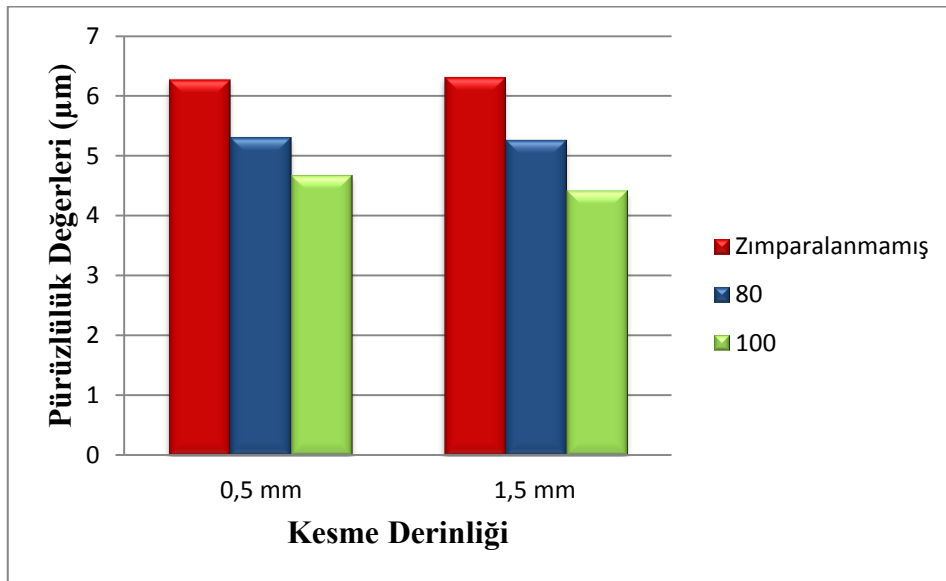
3.4.14. Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 63'de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 76'da gösterilmiştir.

Tablo 63. Kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Kesme Derinliği (mm)	Zımpara Numarası	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
0.5	Zımparasız	Ra	600	6.28	1.564	1.59	10.97
	80	Ra	600	5.31	1.487	0.85	9.77
	100	Ra	600	4.67	1.330	0.68	8.56
1.5	Zımparasız	Ra	600	6.32	1.373	2.20	10.44
	80	Ra	600	5.27	1.191	1.70	8.85
	100	Ra	600	4.42	0.947	1.58	7.26

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde kesme derinliği- zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 76. Kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

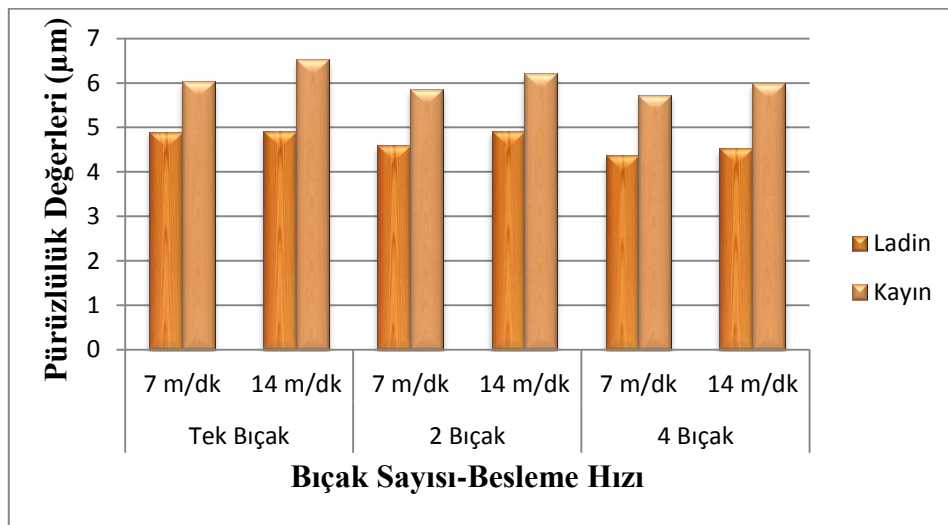
3.4.15. Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 64’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 77’de gösterilmiştir.

Tablo 64. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	7	1	Ra	300	4.89	1.329	0.91	8.88
		2	Ra	300	4.60	1.175	1.08	8.13
		4	Ra	300	4.36	1.038	1.25	7.48
	14	1	Ra	300	4.90	1.361	0.82	8.99
		2	Ra	300	4.91	1.291	1.04	8.78
		4	Ra	300	4.52	1.145	1.09	7.96
Kayın	7	1	Ra	300	6.03	1.278	2.19	9.86
		2	Ra	300	5.85	1.341	1.82	9.87
		4	Ra	300	5.73	1.522	1.16	10.30
	14	1	Ra	300	6.52	1.495	2.01	11.01
		2	Ra	300	6.22	1.505	1.71	10.74
		4	Ra	300	5.99	1.439	1.68	10.31

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 77. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

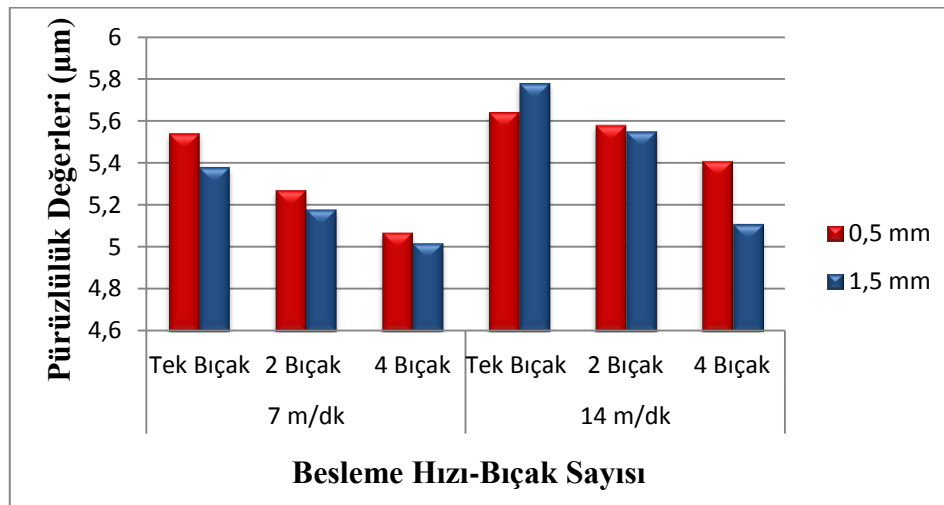
3.4.16. Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait değerlerinin analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 65’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 78’de gösterilmiştir.

Tablo 65. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerleri (μm)

Besleme Hızı (m/dk)	Kesme Derinliği (mm)	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	0.5	1	Ra	300	5,54	1.469	1.13	9.95
		2	Ra	300	5.27	1.518	0.71	9.82
		4	Ra	300	5.07	1.561	0.39	9.76
	1.5	1	Ra	300	5.38	1.369	1.28	9.49
		2	Ra	300	5.18	1.285	1.33	9.04
		4	Ra	300	5.02	1.377	0.89	9.15
14	0.5	1	Ra	300	5.64	1.717	0.49	10.79
		2	Ra	300	5.58	1.614	0.74	10.43
		4	Ra	300	5.41	1.685	0.36	10.46
	1.5	1	Ra	300	5.78	1.561	1.10	10.47
		2	Ra	300	5.55	1.480	1.10	9.99
		4	Ra	300	5.11	1.257	1.33	8.88

Yapılan analizler sonucunda %5 önem düzeyinde besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 78. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

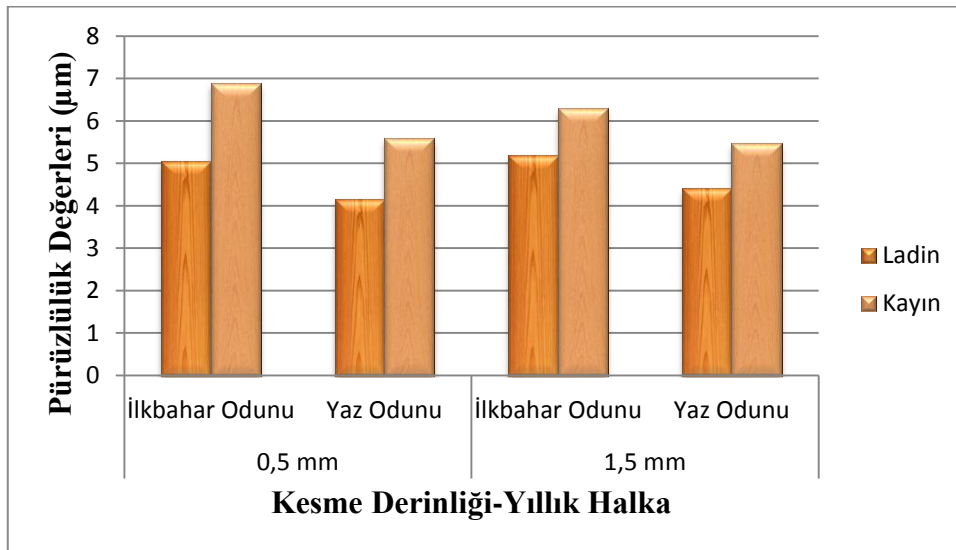
3.4.17. Ağaç Türü-İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 66'da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 79'da gösterilmiştir.

Tablo 66. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Kesme Derinliği (mm)	Yıllık Halka	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	0.5	İ.O	Ra	450	5,06	1.323	1.09	9.03
		Y.O	Ra	450	4.15	1.143	0.72	7.58
	1.5	İ.O	Ra	450	5.18	1.079	1.94	8.42
		Y.O	Ra	450	4.41	1.112	1.07	7.75
Kayın	0.5	İ.O	Ra	450	6.88	1.331	2.89	10.88
		Y.O	Ra	450	5.59	1.259	1.81	9.37
	1.5	İ.O	Ra	450	6.29	1.394	2.10	10.47
		Y.O	Ra	450	5.47	1.371	1.36	9.59

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 79. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

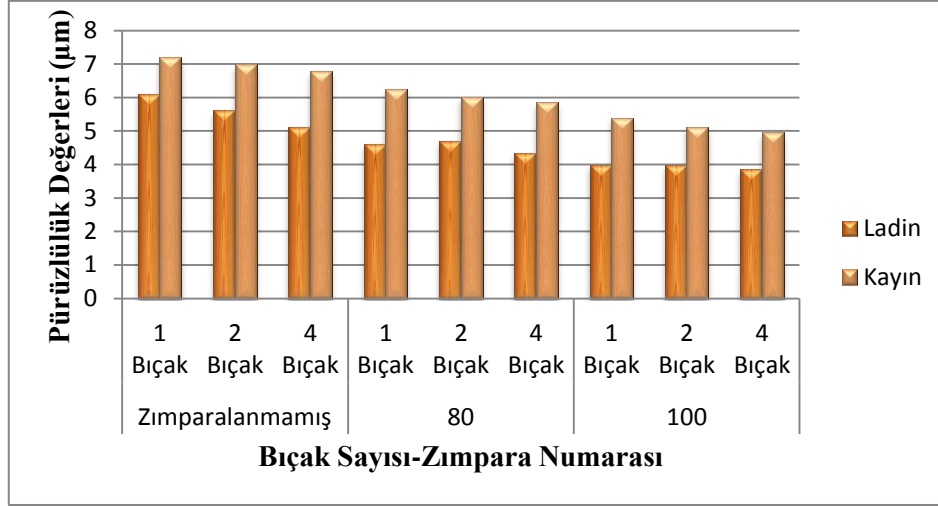
3.4.18. Ağaç Türü-Bıçak Sayısı-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 67'de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 80'de gösterilmiştir.

Tablo 67. Ağaç türü-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Zımpara Numarası	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	Zımparasız	1	Ra	200	6.11	1.313	2.17	10.05
		2	Ra	200	5.61	1.175	2.09	9.14
		4	Ra	200	5.12	1.159	1.65	8.60
	80	1	Ra	200	4.61	0.926	1.83	7.39
		2	Ra	200	4.70	1.107	1.37	8.02
		4	Ra	200	4.35	0.882	1.71	7.00
	100	1	Ra	200	3.98	0.672	1.96	5.99
		2	Ra	200	3.96	0.815	1.52	6.41
		4	Ra	200	3.85	0.816	1.41	6.30
Kayın	Zımparasız	1	Ra	200	7.20	1.235	3.50	10.90
		2	Ra	200	6.99	1.295	3.10	10.87
		4	Ra	200	6.78	1.404	2.57	10.99
	80	1	Ra	200	6.23	1.279	2.40	10.07
		2	Ra	200	6.01	1.167	2.51	9.51
		4	Ra	200	5.85	1.281	2.01	9.69
	100	1	Ra	200	5.39	1.094	2.11	8.67
		2	Ra	200	5.11	1.187	1.55	8.67
		4	Ra	200	4.96	1.170	1.45	8.47

Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



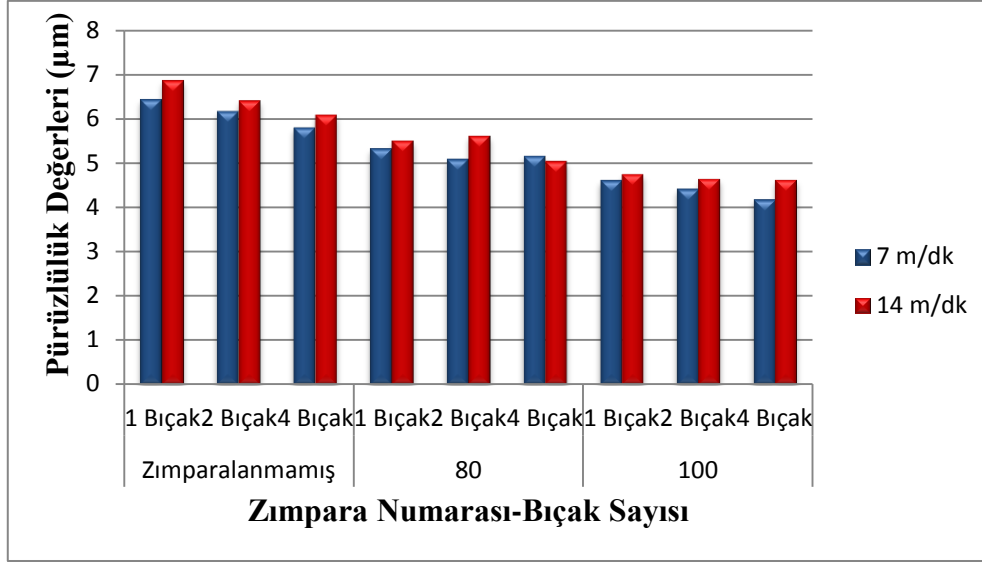
Şekil 80. Ağaç türü-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

3.4.19. Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait değerlerinin analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 68’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 81’de gösterilmiştir.

Tablo 68. Besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerleri (µm)

Besleme Hızı (m/dk)	Zımpara Numarası	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	Zımparasız	1	Ra	200	6.44	1.310	2.51	10.37
		2	Ra	200	6.17	1.396	1.99	10.36
		4	Ra	200	5.80	1.530	1.21	10.39
	80	1	Ra	200	5.33	1.245	1.60	9.07
		2	Ra	200	5.09	1.202	1.48	8.69
		4	Ra	200	5.16	1.273	1.34	8.98
	100	1	Ra	200	4.61	1.046	1.47	7.44
		2	Ra	200	4.42	0.984	1.46	7.37
		4	Ra	200	4.18	1.106	0.87	7.50
14	Zımparasız	1	Ra	200	6.87	1.429	2.58	11.15
		2	Ra	200	6.42	1.422	2.16	10.69
		4	Ra	200	6.10	1.519	1.54	10.66
	80	1	Ra	200	5.51	1.501	1.01	10.02
		2	Ra	200	5.62	1.366	1.52	9.71
		4	Ra	200	5.05	1.385	0.89	9.20
	100	1	Ra	200	4.76	1.244	1.03	8.50
		2	Ra	200	4.65	1.319	0.70	8.61
		4	Ra	200	4.63	1.153	1.17	8.09



Şekil 81. Besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

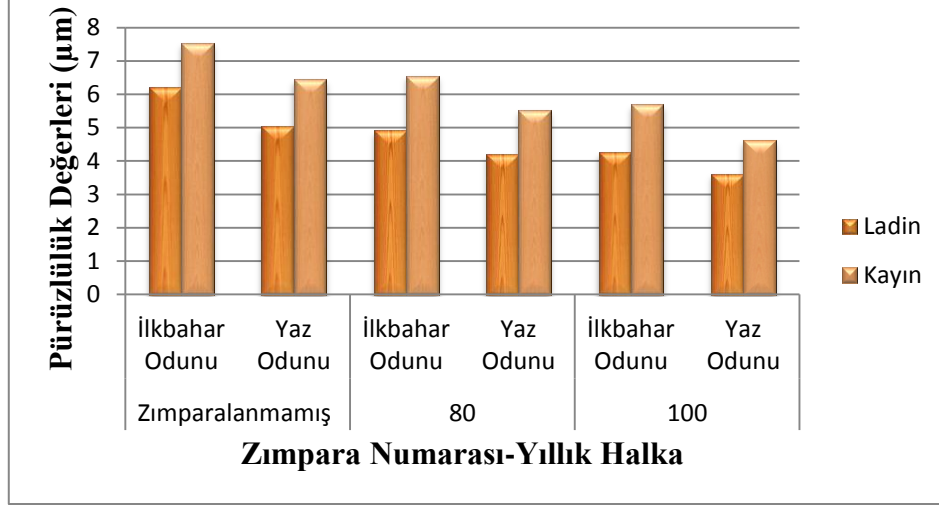
3.4.20. Ağaç Türü-İlkbahar/Yaz Odunu-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-ilkbahar/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 69'da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 82'de gösterilmiştir.

Tablo 69. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerleri (µm)

Ağaç Türü	Zımpara Numarası	Yıllık Halka	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	Zımparasız	İ.O	Ra	300	6.20	1.100	2.89	9.50
		Y.O	Ra	300	5.03	1.182	1.49	8.58
	80	İ.O	Ra	300	4.92	0.872	2.30	7.53
		Y.O	Ra	300	4.19	0.958	1.31	7.06
	100	İ.O	Ra	300	4.25	0.676	2.22	6.28
		Y.O	Ra	300	3.61	0.728	1.43	5.79
Kayın	Zımparasız	İ.O	Ra	300	7.53	1.248	3.78	11.27
		Y.O	Ra	300	6.45	1.170	2.94	9.96
	80	İ.O	Ra	300	6.54	1.197	2.95	10.13
		Y.O	Ra	300	5.52	1.092	2.25	8.80
	100	İ.O	Ra	300	6.69	1.076	2.46	8.92
		Y.O	Ra	300	4.62	0.990	1.65	7.59

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 82. Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

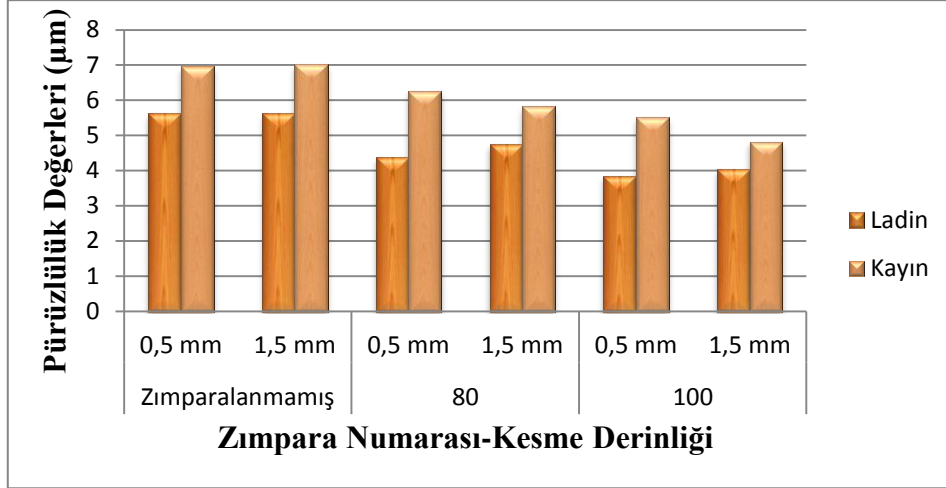
3.4.21. Ağaç Türü-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait değerlerinin analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 70’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 83’de gösterilmiştir.

Tablo 70. Ağaç türü-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerleri (µm)

Ağaç Türü	Zımpara Numarası	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	Zımparasız	0.5	Ra	300	5.61	1.407	1.39	9.83
		1.5	Ra	300	5.62	1.142	2.19	9.05
	80	0.5	Ra	300	4.37	0.968	1.46	7.27
		1.5	Ra	300	4.74	0.969	1.83	7.65
	100	0.5	Ra	300	3.84	0.804	1.42	6.25
		1.5	Ra	300	4.02	0.726	1.85	6.20
Kayın	Zımparasız	0.5	Ra	300	6.95	1.419	2.69	11.21
		1.5	Ra	300	7.02	1.220	3.36	10.68
	80	0.5	Ra	300	6.26	1.305	2.34	10.17
		1.5	Ra	300	5.81	1.155	2.34	9.27
	100	0.5	Ra	300	5.50	1.232	1.80	9.19
		1.5	Ra	300	4.81	0.979	1.88	7.12

Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 83. Ağaç türü-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

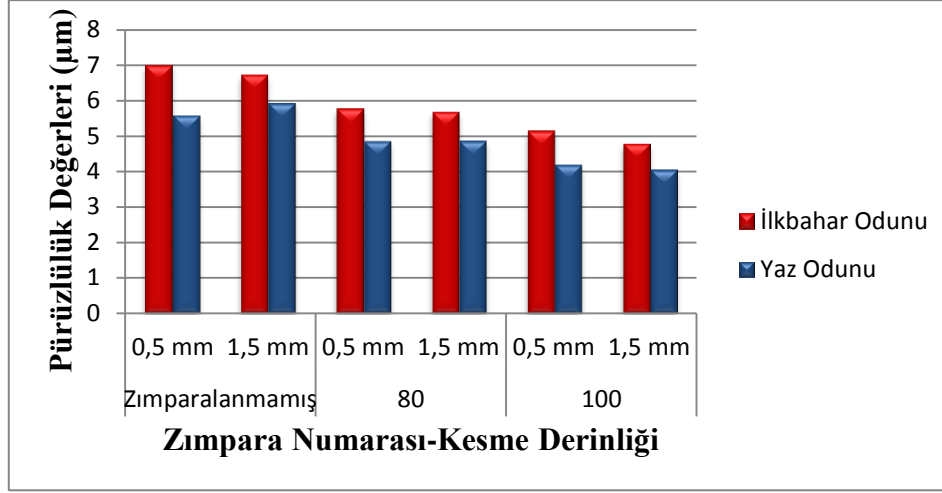
3.4.22. İlkbahar Odunu/Yaz Odunu-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Yıllık halka-kesme derinliği-zımpara no'su etkileşimine ait değerlerinin analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 71'de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 84'de gösterilmiştir.

Tablo 71. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (µm)

Yıllık Halka	Zımpara Numarası	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
İ.O	Zımparasız	0.5	Ra	300	6.99	1.441	2.67	11.32
		1.5	Ra	300	6.73	1.242	3.00	10.45
	80	0.5	Ra	300	5.77	1.474	1.31	10.19
		1.5	Ra	300	5.68	1.153	1.10	10.27
	100	0.5	Ra	300	5.15	1.327	1.17	9.13
		1.5	Ra	300	4.79	0.909	2.06	7.52
Y.O	Zımparasız	0.5	Ra	300	5.57	1.342	1.54	9.59
		1.5	Ra	300	5.92	1.381	1.77	10.06
	80	0.5	Ra	300	4.85	1.354	0.79	8.91
		1.5	Ra	300	4.86	1.084	1.61	8.11
	100	0.5	Ra	300	4.19	1.148	0.74	8.31
		1.5	Ra	300	4.05	0.834	1.54	6.55

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 84. İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

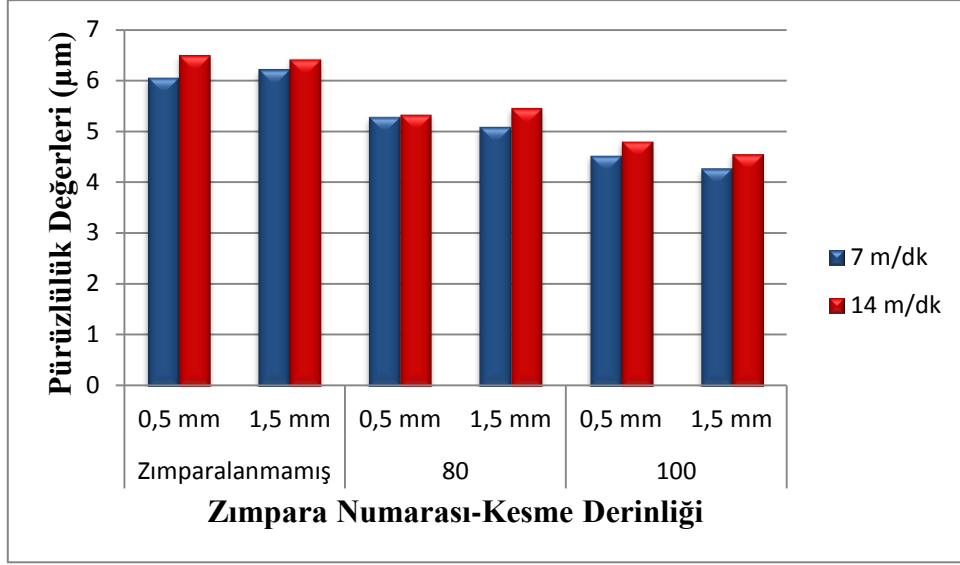
3.4.23. Besleme Hızı-Kesme Derinliği-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Besleme hızı-kesme derinliği-zımpara no'su etkileşimine ait değerlerinin analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 72'de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 85'de gösterilmiştir.

Tablo 72. Besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (µm)

Besleme Hızı (m/dk)	Zımpara Numarası	Kesme Derinliği (mm)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	Zımparasız	0.5	Ra	300	6.06	1.584	1.31	10,81
		1.5	Ra	300	6.22	1.271	2.41	10.03
	80	0.5	Ra	300	5.29	1.341	1.27	9.32
		1.5	Ra	300	5.09	1.129	1.70	8.48
	100	0.5	Ra	300	4.53	1.234	0.82	8.23
		1.5	Ra	300	4.28	0.832	1.78	6.78
14	Zımparasız	0.5	Ra	300	6.50	1.514	1.96	11.04
		1.5	Ra	300	6.42	1.464	2.03	10.82
	80	0.5	Ra	300	5.33	1.623	0.46	10.20
		1.5	Ra	300	5.46	1.225	1.78	9.13
	100	0.5	Ra	300	4.81	1.408	0.58	9.03
		1.5	Ra	300	4.56	1.033	1.46	7.66

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



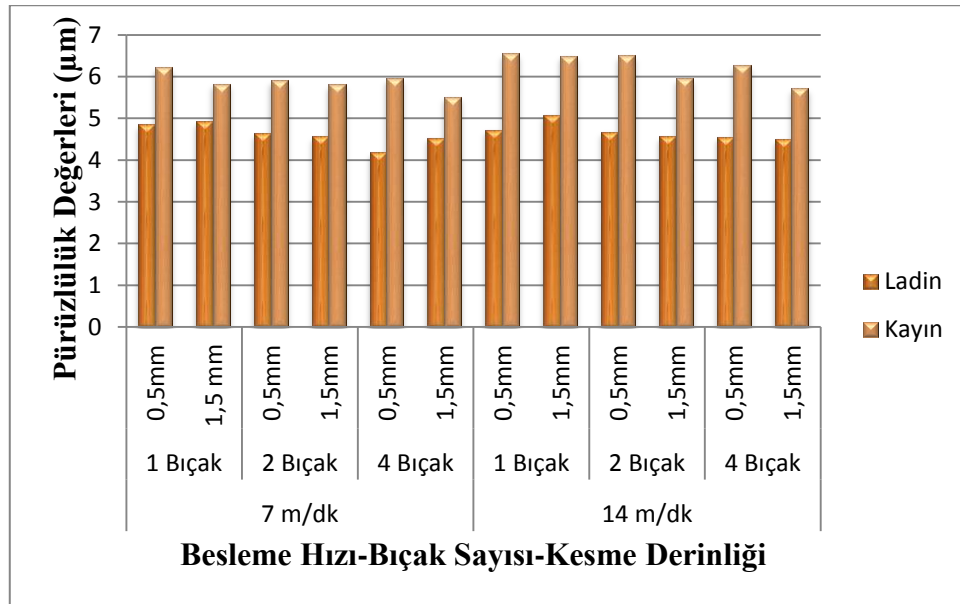
Şekil 85. Besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

3.4.24. Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 73’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 86’da gösterilmiştir. Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 73. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Kesme Derinliği (mm)	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	7	0.5	1	Ra	150	4.85	1.443	0.52	9.18
			2	Ra	150	4.64	1.299	0.74	8.53
			4	Ra	150	4.19	1.073	0.97	7.41
		1.5	1	Ra	150	4.93	1.208	1.31	8.56
			2	Ra	150	4.57	1.039	1.40	7.64
			4	Ra	150	4.53	0.975	1.61	7.46
	14	0.5	1	Ra	150	4.72	1.401	0.52	8.93
			2	Ra	150	4.67	1.195	1.09	8.25
			4	Ra	150	4.55	1.383	0.40	8.70
		1.5	1	Ra	150	5.08	1.301	1.18	8.98
			2	Ra	150	4.57	1.343	1.12	9.18
			4	Ra	150	4.50	0.848	1.96	7.05
Kayın	7	0.5	1	Ra	150	6.22	1.142	2.80	9.65
			2	Ra	150	5.90	1.463	1.51	10.28
			4	Ra	150	5.96	1.472	1.54	10.38
		1.5	1	Ra	150	5.83	1.378	1.70	9.96
			2	Ra	150	5.80	1.211	2.16	9.43
			4	Ra	150	5.51	1.542	0.88	10.13
	14	0.5	1	Ra	150	6.56	1.501	2.06	11.06
			2	Ra	150	6.50	1.454	2.14	10.86
			4	Ra	150	6.27	1.513	1.73	10.81
		1.5	1	Ra	150	6.49	1.494	2.01	10.97
			2	Ra	150	5.95	1.508	1.42	10.47
			4	Ra	150	5.71	1.308	1.79	9.64



Şekil 86. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

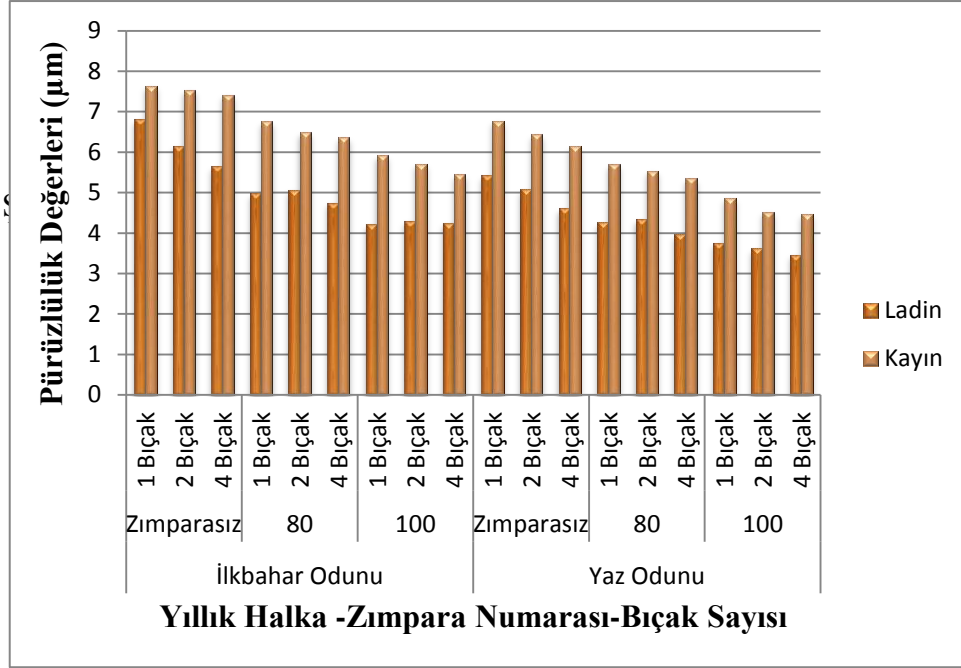
3.4.25. Ağaç Türü-Bıçak Sayısı - İlkbahar Odunu/Yaz Odunu - Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 74’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 87’de gösterilmiştir.

Tablo 74. Ağaç türü- bıçak sayısı- ilkbahar odunu/yaz odunu -zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Zımpara Numarası	Yıllık Halka	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer	
Ladin	Zımparasız	İ.O	1	Ra	100	6.81	1.026	3.73	9.88	
			2	Ra	100	6.15	1.044	3.01	9.28	
			4	Ra	100	5.64	0.905	2.92	8.35	
		Y.O	1	Ra	100	5.41	1.195	1.82	9.00	
			2	Ra	100	5.08	1.054	1.92	8.24	
			4	Ra	100	4.61	1.162	1.12	8.10	
	80	İ.O	1	Ra	100	4.97	0.879	2.33	7.60	
			2	Ra	100	5.06	0.993	2.08	8.03	
			4	Ra	100	4.74	0.695	2.65	6.82	
		Y.O	1	Ra	100	4.26	0.835	1.75	6.76	
			2	Ra	100	4.33	1.102	1.03	7.64	
			4	Ra	100	3.97	0.887	1.31	6.63	
	100	İ.O	1	Ra	100	4.20	0.593	2.42	5.98	
			2	Ra	100	4.30	0.741	2.08	6.52	
			4	Ra	100	4.25	0.690	2.18	6.32	
		Y.O	1	Ra	100	3.75	0.673	1.73	5.77	
			2	Ra	100	3.62	0.743	1.39	5.85	
			4	Ra	100	3.46	0.743	1.23	5.69	
	Kayın	Zımparasız	İ.O	1	Ra	100	7.63	1.122	3.97	11.30
				2	Ra	100	7.53	1.271	3.71	11.34
				4	Ra	100	7.41	1.254	3.65	11.17
			Y.O	1	Ra	100	6.77	1.093	3.49	10.04
				2	Ra	100	6.44	1.076	3.21	9.67
				4	Ra	100	6.14	1.257	2.37	9.91
80		İ.O	1	Ra	100	6.76	1.245	3.02	10.49	
			2	Ra	100	6.49	1.091	3.21	9.76	
			4	Ra	100	6.36	1.225	2.69	10.04	
		Y.O	1	Ra	100	5.69	1.085	2.44	8.95	
			2	Ra	100	5.53	1.039	2.41	8.64	
			4	Ra	100	5.34	1.125	1.96	8.71	
100		İ.O	1	Ra	100	5.92	1.071	2.70	9.13	
			2	Ra	100	5.70	1.118	2.34	9.05	
			4	Ra	100	5.45	0.996	2.46	8.44	
		Y.O	1	Ra	100	4.87	0.839	2.35	7.39	
			2	Ra	100	4.52	0.940	1.70	7.35	
			4	Ra	100	4.47	1.132	1.08	7.87	

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü- bıçak sayısı- ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 87. Ağaç türü- bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu -zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

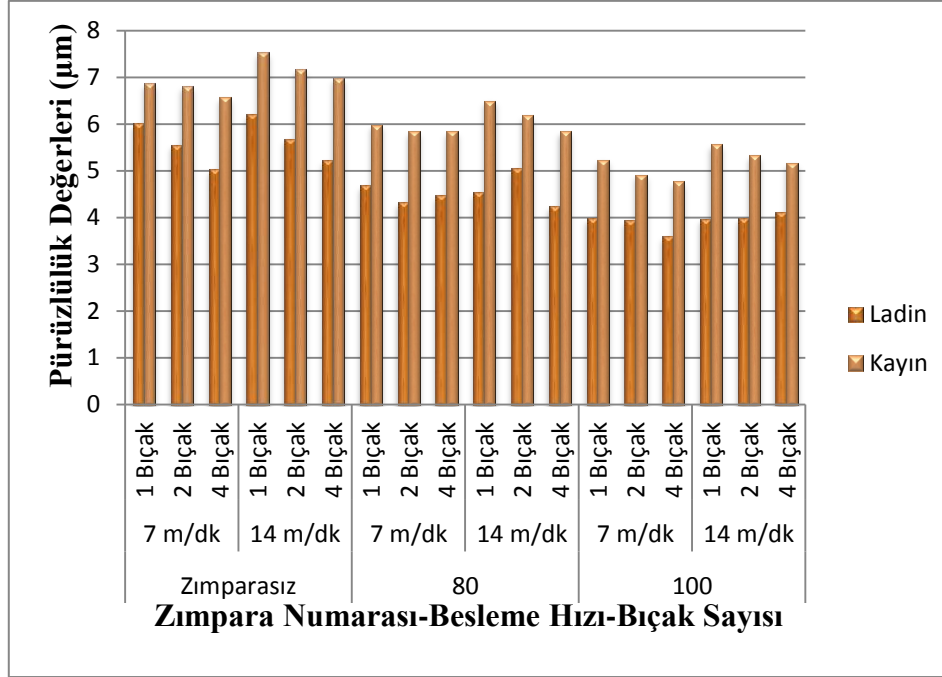
3.4.26. Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Zımpara Numarası Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 75’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 88’de gösterilmiştir.

Tablo 75. Ağaç türü- besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Zımpara Numarası	Besleme Hızı (m/dk)	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	Zımparasız	7	1	Ra	100	6.01	1.325	2.04	9.99
			2	Ra	100	5.55	1.205	1.94	9.17
			4	Ra	100	5.02	1.031	1.93	8.12
		14	1	Ra	100	6.20	1.300	2.30	10.10
			2	Ra	100	5.68	1.146	2.24	9.11
			4	Ra	100	5.22	1.272	1.41	9.04
	80	7	1	Ra	100	4.68	0.961	1.80	7.57
			2	Ra	100	4.33	0.869	1.73	6.94
			4	Ra	100	4.47	0.779	2.18	6.81
		14	1	Ra	100	4.54	0.888	1.87	7.20
			2	Ra	100	5.05	1.202	1.45	8.66
			4	Ra	100	4.24	0.965	1.34	7.13
	100	7	1	Ra	100	3.98	0.711	1.85	6.12
			2	Ra	100	3.93	0.718	1.77	6.08
			4	Ra	100	3.60	0.734	1.39	5.80
		14	1	Ra	100	3.97	0.634	2.07	5.87
			2	Ra	100	3.99	0.904	1.28	6.71
			4	Ra	100	4.11	0.816	1.67	6.56
Kayın	Zımparasız	7	1	Ra	100	6.87	1.150	3.42	10.32
			2	Ra	100	6.80	1.297	2.91	10.69
			4	Ra	100	6.57	1.558	1.90	11.25
		14	1	Ra	100	7.53	1.234	3.83	11.23
			2	Ra	100	7.17	1.272	3.36	10.99
			4	Ra	100	6.98	1.209	3.35	10.61
	80	7	1	Ra	100	5.98	1.157	2.51	9.45
			2	Ra	100	5.84	1.004	2.82	8.85
			4	Ra	100	5.84	1.300	1.95	9.75
		14	1	Ra	100	6.49	1.349	2.43	10.54
			2	Ra	100	6.18	1.292	2.30	10.05
			4	Ra	100	5.85	1.269	2.05	9.66
	100	7	1	Ra	100	5.23	0.953	2.37	8.09
			2	Ra	100	4.91	0.972	1.99	7.83
			4	Ra	100	4.77	1.104	1.46	8.09
		14	1	Ra	100	5.56	1.200	1.95	9.16
			2	Ra	100	5.32	1.342	1.29	9.34
			4	Ra	100	5.15	1.209	1.52	8.78

Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü- besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



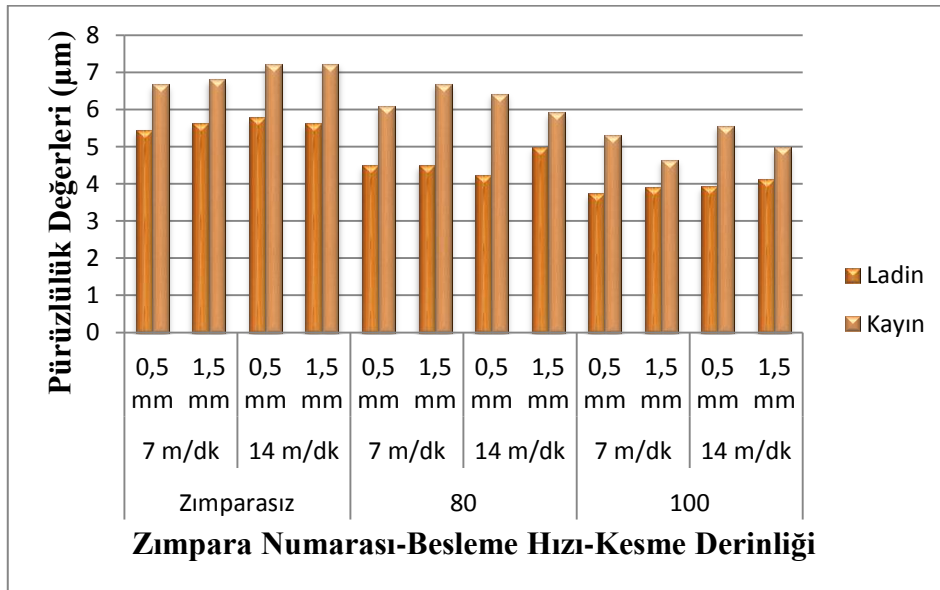
Şekil 88. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı--zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

3.4.27. Ağaç Türü-Besleme Hızı-Kesme Derinliği-Zımpara No'su Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Ağaç türü-besleme hızı-kesme derinliği-zımpara no'su etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 76'da verilmiş ve çizilen grafik Şekil 89'da gösterilmiştir. Yapılan analizler sonucunda % 5 önem düzeyinde ağaç türü-besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 76. Ağaç türü- besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı (m/dk)	Kesme Derinliği (mm)	Zımpara Numarası	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	7	0.5	Zımparasız	Ra	150	5,44	1.491	0.96	9.91
			80	Ra	150	4.50	0.911	1.77	7.23
			100	Ra	150	3.75	0.811	1.32	6.18
		1.5	Zımparasız	Ra	150	5.62	0.963	2.73	8.51
			80	Ra	150	4.50	0.855	1.93	7.06
			100	Ra	150	3.92	0.650	1.97	5.87
	14	0.5	Zımparasız	Ra	150	5.78	1.300	1.88	9.68
			80	Ra	150	4.23	1.008	1.21	7.26
			100	Ra	150	3.93	0.791	1.55	6.30
		1.5	Zımparasız	Ra	150	5.62	1.300	1.72	9.52
			80	Ra	150	4.99	1.017	1.94	8.04
			100	Ra	150	4.13	0.784	1.77	6.48
Kayın	7	0.5	Zımparasız	Ra	150	6.68	1.426	2.40	10.96
			80	Ra	150	6.09	1.223	2.42	9.76
			100	Ra	150	5.30	1.087	2.04	8.56
		1.5	Zımparasız	Ra	150	6.81	1.265	3.02	10.61
			80	Ra	150	5.69	1.054	2.52	8.85
			100	Ra	150	4.64	0.843	2.11	7.17
	14	0.5	Zımparasız	Ra	150	7.22	1.365	3.13	11.32
			80	Ra	150	6.42	1.367	2.32	10.52
			100	Ra	150	5.56	1.282	1.71	9.41
		1.5	Zımparasız	Ra	150	7.23	1.141	3.81	10.65
			80	Ra	150	5.93	1.239	2.21	9.64
			100	Ra	150	4.99	1.072	1.78	8.21



Şekil 89. Ağaç türü-besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

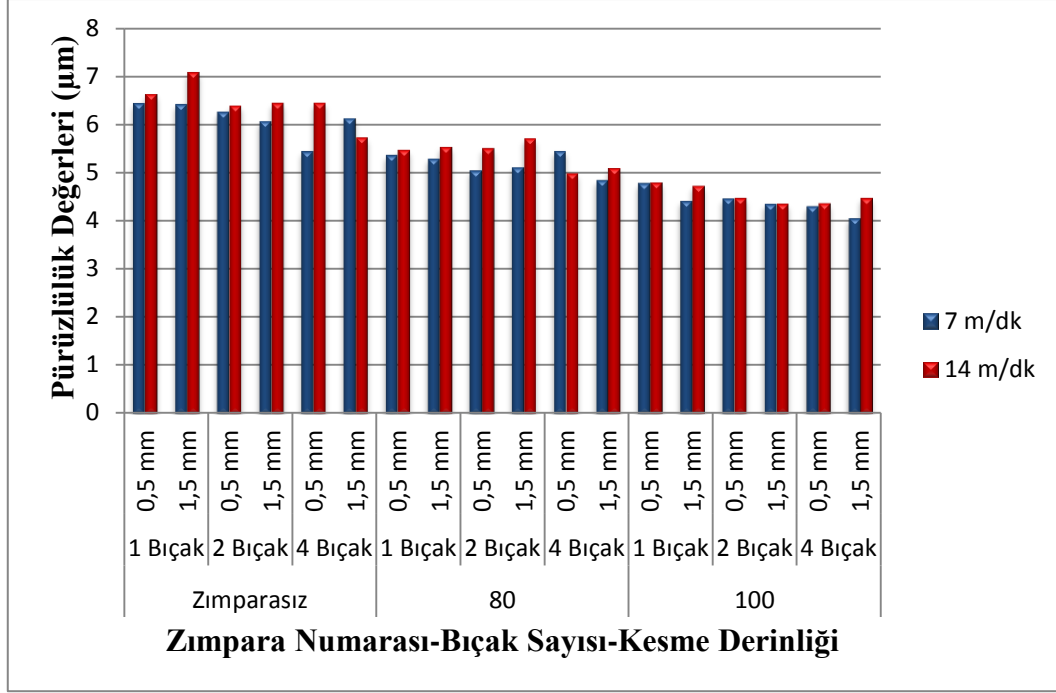
3.4.28. Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği-Zımpara Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 77’de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 90’da gösterilmiştir.

Tablo 77. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Besleme Hızı (m/dk)	Zımpara Numarası	Kesme Derinliği (mm)	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
7	Zımparasız	0.5	1	Ra	100	6.45	1.399	2.26	10.65
			2	Ra	100	6.27	1.573	1.55	10.99
			4	Ra	100	5.45	1.605	0.64	10.27
		1.5	1	Ra	100	6.43	1.221	2.77	10.10
			2	Ra	100	6.08	1.192	2.50	9.65
			4	Ra	100	6.14	1.375	2.02	10.27
	80	0.5	1	Ra	100	5.37	1.316	1.42	9.32
			2	Ra	100	5.05	1.221	1.39	8.72
			4	Ra	100	5.46	1.454	1.10	9.82
		1.5	1	Ra	100	5.30	1.175	1.77	8.82
			2	Ra	100	5.12	1.187	1.56	8.68
			4	Ra	100	4.85	0.978	1.92	7.79
	100	0.5	1	Ra	100	4.79	1.183	1.24	8.35
			2	Ra	100	4.47	1.140	1.06	7.90
			4	Ra	100	4.31	1.332	0.31	8.30
		1.5	1	Ra	100	4.42	0.851	1.86	6.97
			2	Ra	100	4.46	0.801	1.95	6.76
			4	Ra	100	4.06	0.809	1.64	6.49
14	Zımparasız	0.5	1	Ra	100	6.64	1.614	1.80	11.49
			2	Ra	100	6.40	1.509	1.87	10.93
			4	Ra	100	6.46	1.417	2.21	10.71
		1.5	1	Ra	100	7.09	1.185	3.53	10.64
			2	Ra	100	6.45	1.337	2.44	10.46
			4	Ra	100	5.74	1.538	1.13	10.36
	80	0.5	1	Ra	100	5.48	1.611	0.65	10.32
			2	Ra	100	5.51	1.500	1.01	10.01
			4	Ra	100	4.99	1.712	0.146	10.12
		1.5	1	Ra	100	5.54	1.391	1.37	9.71
			2	Ra	100	5.72	1.215	2.08	9.37
			4	Ra	100	5.10	0.958	2.23	7.98
	100	0.5	1	Ra	100	4.80	1.394	0.62	8.98
			2	Ra	100	4.84	1.449	0.49	9.19
			4	Ra	100	4.78	1.393	0.60	8.96
		1.5	1	Ra	100	4.73	1.080	1.49	7.97
			2	Ra	100	4.36	1.151	1.01	7.92
			4	Ra	100	4.48	0.828	2.00	6.96

Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 90. Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

3.4.29. Ağaç Türü-Besleme Hızı-Bıçak Sayısı-Kesme Derinliği-Zımpara No'su Etkileşiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

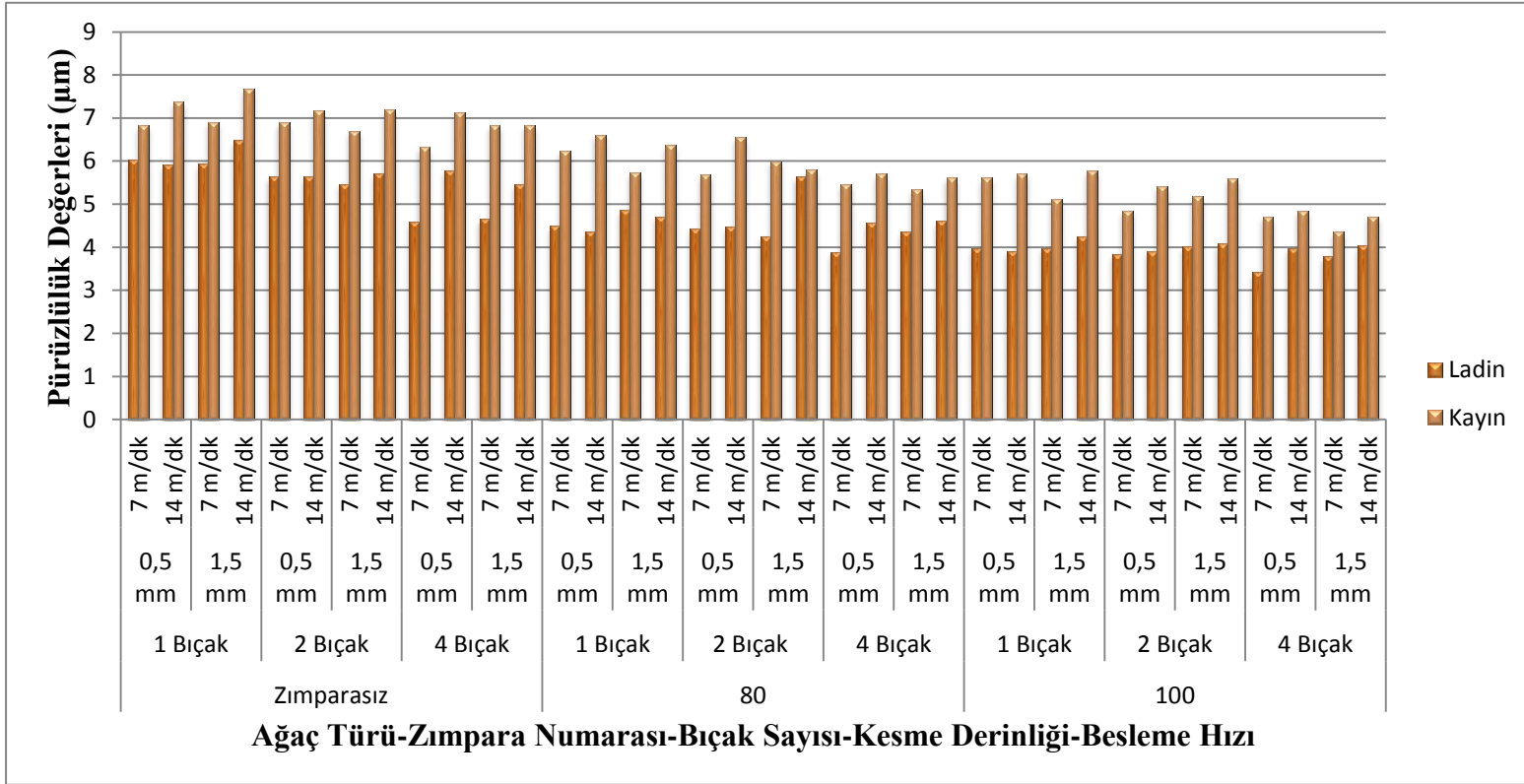
Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait pürüzlülük değerlerinin istatistik analizleri yapılarak sonuçlar Tablo 78'de verilmiş ve çizilen grafik Şekil 91'de gösterilmiştir. Yapılan analizler sonucunda % 0.01 önem düzeyinde ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 78. Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşimine ait yüzey pürüzlülük değerleri (μm)

Ağaç Türü	Besleme Hızı(m/dk)	Zımpara Numarası	Kesme Derinliği (mm)	Bıçak Sayısı (adet)	Pürüzlülük Değişkeni	Örnek Sayısı (N)	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Min. Değer	Max. Değer
Ladin	7	Zımparasız	0.5	1	Ra	50	6.03	1.518	1.48	10.58
				2	Ra	50	5.65	1.422	1.38	9.92
				4	Ra	50	4.59	1.149	1.14	8.03
			1.5	1	Ra	50	5.95	1.151	2.50	9.41
				2	Ra	50	5.46	0.945	2.62	8.29
				4	Ra	50	4.65	1.026	1.58	7.73
		80	0.5	1	Ra	50	4.50	0.981	1.56	7.44
				2	Ra	50	4.42	0.926	1.64	7.20
				4	Ra	50	3.88	1.042	0.75	7.00
			1.5	1	Ra	50	4.87	0.914	2.13	7.61
				2	Ra	50	4.25	0.808	1.83	6.67
				4	Ra	50	4.37	1.718	2.21	6.52
		100	0.5	1	Ra	50	3.98	0.855	1.42	6.55
				2	Ra	50	3.84	0.717	1.86	6.16
				4	Ra	50	3.42	0.758	1.14	5.69
			1.5	1	Ra	50	3.98	0.537	2.37	5.59
				2	Ra	50	4.01	0.717	1.86	6.16
				4	Ra	50	3.78	1.518	0.77	8.33
	14	Zımparasız	0.5	1	Ra	50	5.91	1.503	1.40	10.42
				2	Ra	50	5.64	1.134	2.23	9.04
				4	Ra	50	5.79	1.246	2.06	9.53
			1.5	1	Ra	50	6.49	0.993	3.51	9.47
				2	Ra	50	5.71	1.168	2.21	9.21
				4	Ra	50	5.46	0.661	3.48	7.44
		80	0.5	1	Ra	50	4.36	0.958	1.49	7.23
				2	Ra	50	4.47	0.939	1.65	7.29
				4	Ra	50	4.57	0.829	2.08	7.06
			1.5	1	Ra	50	4.71	0.784	2.36	7.06
				2	Ra	50	5.64	1.154	2.18	9.11
				4	Ra	50	4.60	0.727	2.42	6.78
		100	0.5	1	Ra	50	3.90	0.730	1.71	6.09
				2	Ra	50	3.90	0.754	1.64	6.17
				4	Ra	50	3.98	0.892	1.30	6.65
			1.5	1	Ra	50	4.25	0.714	2.11	6.39
				2	Ra	50	4.09	1.031	0.90	7.18
				4	Ra	50	4.04	0.519	2.48	5.60

Tablo 78'in devamı

Kayın	7	Zımparasız	0.5	1	Ra	50	6.83	1.204	3.21	10.44
				2	Ra	50	6.89	1.480	2.45	11.32
				4	Ra	50	6.32	1.530	1.73	10.92
			1.5	1	Ra	50	6.91	1.203	3.61	10.22
				2	Ra	50	6.70	1.089	3.43	9.97
				4	Ra	50	6.82	1.561	2.14	11.53
		80	0.5	1	Ra	50	6.24	0.999	3.24	7.52
				2	Ra	50	5.69	1.155	2.22	9.15
				4	Ra	50	5.46	0.945	2.62	8.29
			1.5	1	Ra	50	5.73	1.255	1.96	9.49
				2	Ra	50	5.99	0.811	3.55	8.43
				4	Ra	50	5.34	0.966	2.44	8.24
		100	0.5	1	Ra	50	5.61	0.869	3.00	8.21
				2	Ra	50	4.85	0.889	2.18	7.52
	4			Ra	50	4.71	0.731	2.51	6.90	
	1.5		1	Ra	50	5.11	1.137	1.70	8.52	
			2	Ra	50	5.19	1.183	1.64	8.74	
			4	Ra	50	4.35	0.839	1.84	6.87	
	14	Zımparasız	0.5	1	Ra	50	7.38	1.380	3.24	11.52
				2	Ra	50	7.16	1.459	2.79	11.54
				4	Ra	50	7.13	1.262	3.34	10.91
			1.5	1	Ra	50	7.68	1.062	4.48	10.87
				2	Ra	50	7.19	1.068	3.98	10.38
				4	Ra	50	6.83	1.147	3.39	10.27
		80	0.5	1	Ra	50	6.61	1.326	2.63	10.58
				2	Ra	50	6.55	1.203	2.94	10.16
				4	Ra	50	5.71	1.168	2.21	9.21
			1.5	1	Ra	50	6.37	1.376	2.24	10.50
2				Ra	50	5.80	1.280	1.96	9.64	
4				Ra	50	5.61	0.901	2.86	8.31	
100		0.5	1	Ra	50	5.70	1.322	1.73	9.66	
			2	Ra	50	5.41	1.060	2.23	8.59	
	4		Ra	50	4.85	1.148	1.21	8.29		
	1.5	1	Ra	50	5.78	1.370	1.67	9.89		
		2	Ra	50	5.59	1.339	1.57	9.61		
		4	Ra	50	4.71	0.876	2.08	7.34		



Şekil 91. Ağaç türü-zımpara numarası-bıçak sayısı-kesme derinliği-besleme hızı etkileşimine ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri grafiği

4. TARTIŞMA

4.1. Yoğunluk

Hava kurusu (%12) yoğunluk değeri Doğu Ladini'nde 0.417 gr/cm^3 , Doğu Kayını'nda ise 0.704 gr/cm^3 olarak elde edilmiştir.

Literatürde, hava kurusu yoğunluklar; Doğu Ladini'nde 0.436 gr/cm^3 [12], 0.451 gr/cm^3 [112], 0.410 gr/cm^3 [1, 92] 0.420 gr/cm^3 [114], 0.417 gr/cm^3 [115], Doğu Kayını'nda ise; 0.669 gr/cm^3 [17], 0.633 gr/cm^3 [12, 16], 0.679 gr/cm^3 [1], 0.683 gr/cm^3 [114], 0.700 gr/cm^3 [115] olarak belirtilmektedir.

Çalışmada elde edilen yoğunluk değerleri bunlarla karşılaştırıldığında, Doğu Ladini'nde [12, 112, 114] 'den daha düşük, [115] ile yaklaşık aynı, [1, 92]'den ise daha yüksek yoğunluk değeri elde edilmiştir. Doğu Kayını'nda ise [1, 12, 92, 114, 115]'den daha yüksek yoğunluk değerleri elde edilmiştir. Bunlara göre; Doğu Kayını ve Doğu Ladini'nde literatürle uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Ağaç türleri odunlarının işleme özelliklerinde, genellikle yoğunluğu yüksek türlerin daha iyi sonuçlar gösterdiği belirtilmektedir [1, 92, 60, 61, 99]. Bunların yanında yüzey pürüzlülüğü ile ilgili yapılan çalışmalarda, yoğunluk artışının yüzey pürüzlülüğünü azalttığı [60, 61] 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 [69, 105] belirtilmektedir. Aynı şekilde kesiş derinliği ve yoğunluğun yüzey kalitesini etkilediği; kesiş derinliğinin azalmasının pürüzlülüğü azalttığı açıklanmaktadır [60, 61].

Bunlara göre çalışmada; Doğu Ladini odununun yoğunluğunun düşük olmasının, yüzey kalitesini azaltması ve pürüzlülüğü artırması bakımından işlemeyi olumsuz, Doğu Kayını odununda ise yoğunluğun yüksek olmasının yüzey kalitesini artırması ve pürüzlülüğü azaltması bakımından işlemeyi olumlu yönde etkileyebileceği ortaya konulabilir.

4.2. Güç Tüketimleri

Ağaç türlerine ait güç tüketimi değerleri, Doğu Ladini'nde 3.60 kW, Doğu Kayını'nda ise 3.76 kW olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre Doğu Kayını odunu Doğu Ladini odununa göre daha fazla güç tüketimi göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada [62], kesme kuvvetleri geleneksel kesme yönteminde, Avrupa Ladini'nde 78 N, Avrupa Kayını'nda 91 N olarak belirlenmiş ve ağaç türü odunlarının yoğunluğu arttığında rendelemeye karşı malzemenin gösterdiği direncin de arttığı, bunun için ise makinenin daha fazla elektrik akımına ihtiyaç duyduğu, bu nedenle de enerji tüketiminin arttığını açıklanmıştır. Buna göre; ağaç türü odunlarının geleneksel yöntemle göre işlenmesi ile elde edilen sonuçlar literatürle uyumlu çıkmıştır.

Kesme derinliğine ait güç tüketim değerleri, 0.5 mm'lik kesme derinliğinde 3.35 kW, 1.5 mm'de 3.48 kW, 2.5 mm'de 3.91 kW ve 3.5 mm'de 3.98 kW olarak elde edilmiştir. Kesme derinlikleri arttıkça güç tüketimleri de artmıştır.

Yapılan bir çalışmada [62], kesme kuvvetleri geleneksel kesme yönteminde, Avrupa Ladini'nde 3 mm'lik kesme derinliğinde 78 N, 5 mm'lik kesme derinliğinde 83 N, Avrupa Kayını'nda 3 mm'lik kesme derinliğinde 91 N ve 5 mm'lik kesme derinliğinde ise 95 N olarak bulunmuştur. Ağaç türü odunlarının rendelenmesinde kesme derinliğinin artması işleme sonucunda oluşan yonga kalınlıklarını da arttırmaktadır. Rendeleme işlemi sırasında ağaç türü odunlarından daha kalın yongaların uzaklaştırılması makinenin daha fazla zorlamayla karşılaşmasına yol açmakta ve buna bağlı olarak makinenin daha fazla elektrik akımına ihtiyaç duymasına neden olmakta, bu da güç tüketimini arttırmaktadır.

Besleme hızlarına ait güç tüketim değerleri, 7 m/dk'da 3.59 kW, 14 m/dk'da 3.77 kW olarak belirlenmiştir. Bu değerler besleme hızı artışının güç tüketimini arttırdığını göstermektedir.

Yapılan bir çalışmada [8], farklı besleme hızlarında, güç tüketimine bağlı olarak oluşan maliyetler, 4.08 m/dk'da 29.77 kr/ kWh, 6.30 m/dk'da 32.68 kr/ kWh ve 12.48 m/dk'da 38.98 kr/ kWh olarak elde edilmiştir. Bu durum, besleme hızı arttırıldığında rendelemeye karşı malzemenin gösterdiği direncin de arttığı, bu nedenle de makinenin daha fazla akıma ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Bu durumun motor gücünün rendeleme esnasında sabit olmasına rağmen, besleme hızı yükseldiğinde birim zamanda her kesici ucuna karşılık gelen iş miktarının artmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bıçak sayılarına ait güç tüketim değerleri, 1 bıçaklı işlemede 3.61 kW, iki bıçaklı işlemede 3.67 kW ve 4 bıçaklı işlemede ise 3.76 kW olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre işlemede bıçak sayısı artışı güç tüketimini arttırmaktadır.

Ağaç türü odunlarının rendelenmesinde bıçak sayısı artışının güç tüketimini arttırmasının nedeni; rendeleme işlemi sırasında birim zamanda daha fazla bıçağın kesme işlemine katılması, böylece makinenin daha fazla zorlamayla karşılaşması ve buna bağlı olarak makinenin daha fazla elektrik akımına ihtiyaç duyması olduğu söylenebilir.

Bunların yanında; teğet yönde işleme sırasında bıçak önünde radyal yöne göre daha fazla yarıma meydana geldiği için teğet yönün daha az güç gerektirdiği, yüksek yoğunluktaki malzemenin düşük yoğunluktaki malzemeye göre daha fazla güç gerektirdiği, kesiş derinliğinin artışının güç gereksinimini arttırdığı [116], besleme hızının artışıyla da güç tüketiminin arttığı belirtilmiştir [57].

Bıçak izleri arası mesafe 7.6 mm'den az olan besleme hızlarında ve 3.2 mm'den az kesiş derinliklerinde güç ihtiyacının bıçak sayısının artışıyla arttığı, derin kesişlerde ve bıçak izleri arası mesafe 7.6 mm'den daha fazla olan besleme hızlarında güç ihtiyacının bıçak sayısı ile ters orantılı olarak değiştiği, daha genel bir durum olarak diğer faktörler sabit kalmak şartıyla besleme hızının artışının bıçak izleri arası mesafeyi arttırdığı, bununla yüzey kalitesini azalttığı, güç ihtiyacını ise arttırdığı belirtilmiştir [116].

Ayrıca; ağaç malzemelerin ısı işleme uğratılmasının güç tüketimini azalttığı [117], kesme derinliği ve besleme hızının güç tüketiminde etkili olduğu, kesme gücü ile kesme derinliği ve besleme hızı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu [118], normal gelişim gösteren ağaç malzemelerin reaksiyon odunu özelliği taşıyan türlere göre farklı güç gereksinimi gösterdiği belirtilmiştir [119].

Çalışmada yoğunluğun, besleme hızının, bıçak sayısının ve kesme derinliğinin artışı ile güç tüketiminin de arttığı belirlenmiş ve bu değerler daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında sonuçların literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.3. Yüzey Pürüzlülükleri

Ağaç türlerine ait pürüzlülük değerleri sırasıyla Doğu Ladini'nde 5.82 μm , Doğu Kayını'nda ise 6.96 μm olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Doğu Ladini odunu, Doğu Kayını odunundan daha düzgün yüzeyler vermiştir. Bu durumun Doğu Kayını'nın

anatomik yapısına bağılı olarak tekstür yapısının Doğu Ladini'ne göre daha kaba olmasından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

Besleme hızlarına ait pürüzlülük değerleri ise 7 m/dk besleme hızında 6,23 μm , 14 m/dk besleme hızında ise 6.54 μm olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre; düşük besleme hızında yüksek besleme hızına göre daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda; 5 m/dk besleme hızında Ra: 6.295 μm , 9 m/dk besleme hızında ise Ra: 6.890 μm olarak bulunmuştur [77]. Ra pürüzlülük değeri teğet yönde 5 m/dk besleme hızında 6.00 μm , 9 m/dk besleme hızında 6.70 μm , radyal yönde 5 m/dk besleme hızında 6.30 μm , 9 m/dk besleme hızında ise 7.50 μm olarak bulunmuştur [81].

Düşük besleme hızında daha düzgün yüzeyler elde edilmesinin nedeni, rendeleme sırasında bıçağa isabet eden iş miktarının azalması ve bıçağın daha sık aralıklarla yani kesiş izi uzunluğunun azalarak işlemin gerçekleştirilmesidir. Başka bir ifadeyle besleme hızının azalmasıyla birim zamanda yüzeyde işlem yapan kesici sayısının artması, yani kesiş izi uzunluğunun azalması daha düzgün yüzeylerin oluşmasına yol açmıştır [24, 25, 31]. Besleme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün artacağı literatürde de bildirilmiştir.

Bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerleri, 1 bıçaklı rendelemelerde 6.68 μm , iki 2 bıçaklı rendelemelerde 6.39 μm ve 4 bıçaklı rendelemelerde 6.09 μm olarak elde edilmiştir. Bunlara göre; bıçak sayısının artması ile yüzey pürüzlülüğünün azaldığı yani daha düzgün yüzeylerin elde edildiğini görülmektedir.

Yapılan çalışmalarda, Doğu Kayını'nda, radyal yönde iki bıçak kullanılması durumunda 7.1 μm , 4 bıçak kullanılması durumunda ise 5.2 μm , teğet yönde iki bıçak kullanılması durumunda 4.7 μm , 4 bıçak kullanılması durumunda 4.5 μm , Sarıçam'da radyal yönde iki bıçak kullanılması durumunda 8.2 μm , , 4 bıçak kullanılması durumunda ise 6.6 μm , teğet yönde iki bıçak kullanılması durumunda 7.2 μm , 4 bıçak kullanılması durumunda 5.4 μm [76], Sarıçam'da radyal yönde iki bıçak kullanılması durumunda Ra: 6.1 μm , 4 bıçak kullanılması durumunda ise 4.87 μm , teğet yönde ise iki bıçak kullanılması durumunda Ra: 4.83 μm , 4 bıçak kullanılması durumunda ise 4.32 μm , Doğu Kayını odununda ise radyal yönde iki bıçak kullanılması durumunda Ra: 5.98 μm , 4 bıçak kullanılması durumunda ise 5.52 μm , teğet yönde, iki bıçak kullanılması durumunda 5.95 μm ve 4 bıçak kullanılması durumunda ise 5.50 μm pürüzlülük değerleri elde edilmiştir [74].

Bıçak sayısının artması ve buna bağılı olarak yüzey pürüzlülüğünün azalmasının nedeni, sabit besleme hızı ve devir sayısında birim zamanda işlem noktasından geçen

kesici sayısının artması ile kesici başına düşen iş miktarının azalmış olmasından kaynaklanmış olabilir.

Kesme derinliğine ait pürüzlülük değerleri; 0.5 mm'de 6.28 μm , 1.5 mm'de 6.32 μm , 2.5 mm'de 6.5 μm 0 ve 3.5 mm'de 6.44 μm olarak elde edilmiştir. Dört farklı kesme derinliği iki homojenlik grubuna ayrılmıştır. 0.5 mm ve 1.5 mm aynı homojenlik grubunda 2.5 mm ve 3.5 mm ise yine kendi içinde aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Bu değerler kesme derinliği artışının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda; Doğu Kayını odununda pürüzlülük değerleri teğet yönde, 5 m/dk besleme hızında 1 mm kesme derinliğinde Ra: 3.89 μm , 2 mm'de Ra: 4.14 μm , 4 mm'de 4.25 μm , 9 m/dk besleme hızında, 1 mm kesme derinliğinde Ra: 4.64 μm , 2 mm'de Ra: 5.40 μm , 4 mm'de 6.17 μm , radyal yönde, 5 m/dk besleme hızında 1 mm kesme derinliğinde Ra: 4.17 μm , 2 mm'de Ra: 4.20 μm , 4 mm'de 5.02 μm , 9 m/dk besleme hızında, 1 mm kesme derinliğinde Ra: 4.87 μm , 2 mm'de Ra: 5.56 μm , 4 mm'de 6.31 μm olarak bulunmuştur [72].

Bu durum, kesme derinliği arttıkça odundan koparılan yonga kalınlığının artması sonucunda kesiciye karşı oluşan direncin artmasından kaynaklanmaktadır.

Yıllık halkanın ilkbahar ve yaz odunu kısımlarına ait pürüzlülük değerleri; ilkbahar odununda 6.90 μm , yaz odununda ise 5.87 μm olarak bulunmuştur. Değerlere göre ilkbahar odunu yaz odununa göre daha pürüzlü yüzeyler göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda, Doğu Ladini ilkbahar odununda yüzey pürüzlülük değeri 3.63 μm , yaz odununda ise 2.35 μm [120] düşük besleme hızındaki planyalamada Doğu Ladini'nde ilkbahar odununda 4.34 μm , yaz odununda 3.93 μm , Doğu Kayınında, ilkbahar odununda 5.12 μm , yaz odununda 3.84 μm , yüksek besleme hızındaki planyalamada Doğu Ladini'nde ilkbahar odununda 6.05 μm , yaz odununda 5.69, Doğu Kayını'nda ilkbahar odununda 6.27 μm , yaz odununda ise 5.62 μm olarak bulunmuştur [115].

Yıllık halka içerisindeki yaz odunu kısmının ilkbahar odunu kısmına göre daha düzgün yüzey vermesinin nedeni yaz odunu elemanlarının kalın çeperli ve az boşluklu yani daha yüksek yoğunlukta, ilkbahar odununun ise ince çeperli ve fazla boşluklu ve böylece daha düşük yoğunlukta olmasına bağlanabilir.

Ağaç türü odunlarının işlenmesinde, rendelemeye ait pürüzlülük değerleri zımparalama işleminden sonraki pürüzlülük değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Ağaç türlerinin zımparalama özelliklerinde zımpara no'su arttıkça daha düzgün yüzeylerin elde edildiği [83, 101, 121], teğet yönde radyal yönden daha pürüzsüz yüzeylerin elde edildiği

[51, 85], zımparalamada bütün türlerde basıncın etkili olduğu, silisyum karpit zımpara bandının alüminyum oksit zımpara bandına göre daha iyi performans gösterdiği belirtilmiştir [122].

Rendeleme işleminde en iyi işleme performansının düşük besleme hızlarında yani birim uzunlukta (25 mm'de) daha fazla bıçak izi sayısında gösterdiği [1, 30, 92, 123], rendeleme sırasında besleme hızının artmasıyla kesiş izi uzunluğu da artmakta ve daha düşük yüzey kalitesi elde edildiği [77], bıçak sayısının ve kesme hızının artırılması, besleme hızının azaltılması ile yüzey kalitesinin arttığı [80, 90, 97], teğet kesitte ve 4 bıçaklı rendelemede daha düzgün yüzeyler elde edildiği [51], radyal kesitte teğet kesite ve kaba tekstürlü odunların ince tekstürlüye göre daha pürüzlü yüzeyler elde edildiği belirtilmiştir [124].

Bunların yanında yüzey pürüzlülüğü ile ilgili yapılan çalışmalarda, genellikle yapraklı ağaç odunlarının daha iyi işlenme özellikleri gösterdiği [125], dağınık traheli türlerin halkalı türlerden daha düşük pürüzlülük gösterdiği [1, 92, 105], besleme hızıyla ilişkili olan birim uzunluktaki bıçak izi sayısının azalması ile yüzey kalitesinin olumlu yönde etkilendiği ve en iyi yüzey kalitesinin birim uzunluktaki 20 bıçak izi sayısında beklenirken 16 bıçak izinde elde edildiği [90], ağaç türü odunlarının yüzey pürüzlüklerinde birçok parametrenin etkili olduğu ve bunlardan odunun anatomik yapısının daha etkili olduğu, yıllık halkayı oluşturan elemanların boyutlarının küçülmesiyle ince tekstürlü, büyümesi ile kaba tekstürlü bir yapı ortaya çıktığı belirtilmektedir [126].

5. SONUÇLAR

5.1. Yoğunluklar

Hava kurusu yoğunluklar, Doğu Ladini'nde 0.417 gr/cm³, Doğu Kayını'nda 0.704 gr/cm³ çıkmıştır. Ağaç türlerine ait yoğunluk değerleri % 0.01 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık göstermektedir.

5.2. Güç Tüketimleri

Yapılan analizler sonucu anlamlı çıkan etkileşimler incelendiğinde de şu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

Ağaç türlerine ait güç tüketimi değerleri, Doğu Ladini'nde 3.60 kW, Doğu Kayını'nda ise 3.76 kW olarak belirlenmiştir. Bu değerler ağaç malzemenin yoğunluğundaki artışın güç tüketimini de arttırdığını ortaya koymaktadır.

Besleme hızlarına ait güç tüketim değerleri, 7 m/dk'da 3.59 kW, 14 m/dk'da 3.77 kW olarak belirlenmiştir. Bu değerler besleme hızı artışının güç tüketimini arttırdığını göstermektedir.

Bıçak sayılarına ait güç tüketim değerleri, 1 bıçaklı işlemede 3.61 kW, iki bıçaklı işlemede 3.67 kW ve dört bıçaklı işlemede ise 3.76 kW olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre işlemede bıçak sayısı artışı güç tüketimini arttırmaktadır.

Kesme derinliğine ait güç tüketim değerleri, 0.5 mm'lik kesme derinliğinde 3.35 kW, 1.5 mm'de 3.48 kW, 2.5 mm'de 3.91 kW ve 3.5 mm'de 3.98 kW olarak elde edilmiştir. Bu değerler kesme derinliğinin artışının güç tüketimini arttırdığını göstermektedir.

Ağaç türü-besleme hızı etkileşimine ait güç tüketim değerlerine bakıldığında en düşük güç tüketimi Doğu Ladini'nde 7 m/dk besleme hızında 3.49 kW, en yüksek güç tüketimi ise Doğu Kayını'nda 14 m/dk besleme hızında 3.81 kW olarak elde edilmiştir.

Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşiminin güç tüketimine etkisinde en düşük güç tüketimi 7 m/dk besleme hızında bir bıçaklı işlemede 3.51 kW, en yüksek güç tüketimi ise 14 m/dk besleme hızında, dört bıçaklı işlemede 3.80 kW olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-kesme derinliği etkileşiminde en düşük güç tüketimi Doğu Ladini'nde 0.5 mm'de 3.31 kW, en yüksek güç tüketimi ise Doğu Kayını'nda 3.5 mm'de 4.07 kW olarak bulunmuştur.

Besleme hızı-kesme derinliği etkileşiminde en düşük güç tüketimi 7 m/dk besleme hızında 0.5 mm'de 3.21 kW, en yüksek güç tüketimi ise 14 m/dk'da 3.5 mm'de 4.01 kW olarak elde edilmiştir.

Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminde en düşük güç tüketimi bir bıçakla işlemede 0.5 mm'de 3.27 kW, en yüksek güç tüketimi ise dört bıçakla işlemede 3.5 mm'de 4.05 kW olarak elde edilmiştir.

Genel olarak en düşük güç gereksinimi Doğu Ladini'nde 7 m/dk'da iki bıçaklı işlemede 0.5 mm'de 3.082 kW, Doğu Kayını'nda 7 m/dk'da, bir bıçaklı işlemede 0.5 mm'de 3.146 kW iken en yüksek güç gereksinimi, 14 m/dk'da, dört bıçaklı işlemede 3.5 m'de, Doğu Ladini'nde 4.002 kW, Doğu Kayını'nda ise 4.110 kW olarak belirlenmiştir.

5.3. Yüzey Pürüzlülükleri

5.3.1. Rendelemelerde Yüzey Pürüzlülükleri

Yapılan analizler sonucu anlamlı çıkan etkileşimler incelendiğinde de şu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

Ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük değeri; Doğu Ladini'nde 5.82 μm , Doğu Kayını'nda ise 6.96 μm olarak elde edilmiştir. Değerler Doğu Ladini odununun Doğu Kayını'na göre daha düzgün yüzey verdiğini göstermektedir.

Besleme hızlarına ait pürüzlülük değerleri; 7 m/dk'da 6.23 μm , 14 m/dk'da 6.54 μm olarak elde edilmiştir. Değerler besleme hızının artışının pürüzlülüğü arttırdığını göstermektedir.

Bıçak sayılarına ait pürüzlülük değerleri; bir bıçakla işlemede 6.68 μm , iki bıçakla işlemede 6.39 μm ve dört bıçakla işlemede 6.09 μm olarak elde edilmiştir. Değerlere göre bıçak sayısı artırılarak işlenen ağaç malzeme daha düzgün yüzey vermektedir.

Kesme derinliğine ait yüzey pürüzlülük değerleri; 0.5 mm'de 6.28 μm , 1.5 mm'de 6.32 μm , 2.5 mm'de 6.50 μm ve 3.5 mm'de 6.44 μm olarak elde edilmiştir. Yapılan Duncan testi sonucunda ise 0.5 mm ile 1.5 mm ve 2.5 mm ile 3.5 mm aynı homojenlik

grubunda yer almıştır. Buna göre kesme derinliği artışı yüzey pürüzlülüğünü arttırmaktadır.

Yıllık halkanın ilkbahar odunu/yaz odunu kısımlarına ait pürüzlülük değerleri; ilkbahar odununda 6.90 μm , yaz odununda ise 5.87 μm olarak elde edilmiştir. Elde edilen değerler yaz odununun ilkbahar odunundan daha düzgün yüzeyler verdiğini göstermektedir.

Ağaç türü-besleme hızı ikili etkileşiminde en düzgün yüzeyler 7 m/dk'da Doğu Ladini'nde 5.72 μm , en pürüzlü yüzeyler ise 14 m/dk'da Doğu Kayını'nda 7.17 μm ile elde edilmiştir.

Ağaç türü-bıçak sayısı etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde dört bıçakla işlemede 5.47 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda bir bıçakla işlemede 6.72 μm ile elde edilmiştir.

Ağaç türü-kesme derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu ladininde 0.5 mm'de 5.61 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda 7.02 μm ile elde edilmiştir.

Besleme hızı-bıçak sayısı etkileşiminde en düzgün yüzey; 7 m/dk besleme hızında 4 bıçakla işlemede 5.99 μm , en pürüzlü yüzey ise 14 m/dk besleme hızında tek bıçakla işlemede 6.91 μm olarak elde edilmiştir.

Bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; dört bıçakla işlemede 1.5 mm'de 5.96 μm , en pürüzlü yüzey ise bir bıçakla işlemede 3.5 mm'de 6.80 μm olarak elde edilmiştir.

İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; yaz odununda 0.5 mm'de 5.57 μm , en pürüzlü yüzey ise ilkbahar odununda 2.5 mm'de 7.01 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde yaz odununda ve dört bıçakla işlemede 5.00 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda ilkbahar odununda bir bıçakla işlemede 7.65 μm olarak elde edilmiştir.

Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; 7 m/dk'da, dört bıçakla işlemede, 0.5 mm'de 5.45 μm , en pürüzlü yüzey 14 m/dk'da, bir bıçakla işlemede, 1.5 mm'de 7.08 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde 7 m/dk'da, yaz odunu kısmında, dört bıçakla işlemede 4.96 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda 14 m/dk'da, ilkbahar odunu kısmında, bir bıçakla işlemede 7.99 μm olarak elde edilmiştir.

Genel olarak en düzgün yüzeyler; 7 m/dk'da, dört bıçaklı işlemede, yaz odununda ve 0.5 mm'de Doğu Ladini'nde 3.88 μm , Doğu Kayını'nda ise 5.53 μm olarak bulunmuştur. En pürüzlü yüzeyler ise 14 m/dk'da, bir bıçaklı işlemede, ilkbahar odununda, Doğu Ladini'nde 2.5 mm'de 7.23 μm , Doğu Kayını'nda 3.5 mm'de 8.20 μm olarak elde edilmiştir.

5.3.2. Zımparalamada Yüzey Pürüzlülükleri

Yapılan analizler sonucu anlamlı çıkan etkileşimler incelendiğinde de şu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

Zımparalanan ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük değerleri Doğu Ladini'nde 4.71 μm , Doğu Kayını'nda ise 6.06 μm olarak bulunmuştur. Zımparalama işleminden sonra Doğu Ladini ağaç türü Doğu Kayını'na göre daha düzgün yüzeyler vermekle beraber zımparalama öncesine göre iki ağaç türünde de pürüzlülük değerleri azalma göstermiştir.

Besleme hızlarına ait pürüzlülük değerleri, 7 m/dk'da 5.24 μm , 14 m/dk'da 5.51 μm olarak bulunmuştur. Bu değerler düşük besleme hızının yüksek besleme hızından daha düzgün yüzeyler verdiğini göstermektedir.

Bıçak sayısına ait yüzey pürüzlülük değerleri bir bıçaklı işlemede 5.59 μm , iki bıçaklı işlemede 5.40 μm ve dört bıçaklı işlemede ise 5.15 μm olarak elde edilmiştir. Bu değerler bıçak sayısının artışının daha düzgün yüzeyler vereceğini ortaya koymaktadır.

Yıllık halkanın ilkbahar odunu ve yaz odunu kısımlarına ait pürüzlülük değerleri; ilkbahar odununda 5.85 μm , yaz odununda 4.90 μm olarak bulunmuştur. Yaz odunu ilkbahar odununa göre daha düzgün yüzeyler vermektedir.

Kesme derinliğine ait yüzey pürüzlülük değerleri 0.5 mm'de 5.42 μm , 1.5 mm'de 5.34 μm olarak elde edilmiştir. Burada 1.5 mm'lik kesme derinliği 0.5 mm'lik kesme derinliğine göre daha düzgün yüzeyler vermektedir.

Zımpara numarasına ait pürüzlülük değerleri, zımparalanmamış yüzeyde 6.30 μm , 80 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde 5.29 μm ve 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde ise 4.54 μm olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar zımpara numarası arttıkça daha düzgün yüzeyler elde edileceğini göstermektedir.

Ağaç türü-besleme hızı etkileşiminde en düzgün yüzey; 7 m/dk besleme hızında Doğu Ladini'nde 4.62 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda 14 m/dk'da 6.25 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu etkileşiminde en düzgün yüzey; yıllık halkanın yaz odunu kısmında, Doğu Ladini'nde 4.28 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda ilkbahar odunu kısmında 6.58 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-kesiş derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 0.5 mm'de 4.60 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda 0.5 mm'de 6.23 μm olarak elde edilmiştir.

İlkbahar odunu/yaz odunu-kesiş derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; yaz odununda 0.5 mm'de 4.87 μm , en pürüzlü yüzey ise ilkbahar odununda 0.5 mm'de 5.97 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde 3.93 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda zımparasız yüzeylerde 6.99 μm olarak elde edilmiştir.

Bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; dört bıçakla işlemede, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde 4.41 μm , en pürüzlü yüzey ise bir bıçakla işlemede zımparasız yüzeylerde 6.65 μm olarak elde edilmiştir.

İlkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; yaz odunu kısmında, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde 4.12 μm , en pürüzlü yüzey ise ilkbahar odununda, zımparasız yüzeylerde 6.86 μm olarak elde edilmiştir.

Kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; 1.5 mm'lik kesme derinliğinde, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde 4.42 μm , en pürüzlü yüzey ise 0.5 mm'de zımparasız yüzeylerde 6.28 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde 7 m/dk besleme hızında, dört bıçaklı işlemede 4.36 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda 14 m/dk'da, bir bıçakla işlemede 6.52 μm olarak elde edilmiştir.

Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; 7 m/dk'da, 1.5 mm kesme derinliğinde, dört bıçaklı işlemede 5.02 μm , en pürüzlü yüzey ise 14 m/dk besleme hızında, 1.5 mm kesme derinliğinde, bir bıçakla işlemede 5.78 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 0.5 mm kesme derinliğinde, yaz odununda 4.15 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda 0.5 mm'de ilkbahar odununda 6.88 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, dört bıçaklı işlemede 3.85

μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda, zımparasız yüzeylerde, bir bıçaklı işlemede $7.20 \mu\text{m}$ olarak elde edilmiştir.

Besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; 7 m/dk 'da, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, dört bıçaklı işlemede $4.18 \mu\text{m}$, en pürüzlü yüzey ise 14 m/dk 'da, zımparasız yüzeylerde, bir bıçaklı işlemede $6.87 \mu\text{m}$ olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, yaz odunu kısımlarında, $3.61 \mu\text{m}$, en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda, zımparasız yüzeylerde, ilkbahar odunu kısmında $7.53 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir.

Ağaç türü-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, 0.5 mm kesme derinliğinde $3.84 \mu\text{m}$, en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda, zımparasız yüzeylerde, 1.5 mm 'de $7.02 \mu\text{m}$ olarak elde edilmiştir.

İlkbahar odunu/yaz odunu-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; yaz odununda, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, 1.5 mm 'de $4.05 \mu\text{m}$, en pürüzlü yüzey ise ilkbahar odununda, zımparasız yüzeylerde, 0.5 mm 'de $6.99 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur.

Besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; 7 m/dk 'da, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, 1.5 mm 'de, $4.28 \mu\text{m}$, en pürüzlü yüzey ise 14 m/dk 'da, zımparasız yüzeylerde, 0.5 mm 'de $6.50 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur.

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 7 m/dk 'da, dört bıçaklı işlemede, 0.5 mm kesme derinliğinde $4.19 \mu\text{m}$, en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda, 14 m/dk 'da, 0.5 mm 'de, bir bıçakla işlemede $6.56 \mu\text{m}$ olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-bıçak sayısı-ilkbahar odunu/yaz odunu-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, yaz odunu kısmında, dört bıçaklı işlemede $3.46 \mu\text{m}$, en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda, zımparasız yüzeylerde, ilkbahar odunu kısmında, bir bıçakla işlemede $7.63 \mu\text{m}$ olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, 7 m/dk 'da, dört

bıçaklı işlemede, 3.60 μm , en pürüzlü yüzey ise Doğu Kayını'nda, zımparasız yüzeylerde 14 m/dk'da, bir bıçakla işlemede 7.53 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-besleme hızı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde, 7 m/dk'da, 0.5 mm 'de, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde 3.75 μm , en pürüzlü yüzeyler ise Doğu Kayını'nda, 14 m/dk'da, 1.5 mm'de, zımparasız yüzeylerde 7.23 μm olarak bulunmuştur.

Besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; 7 m/dk'da, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, 1.5 mm'de, dört bıçaklı işlemede 4.06 μm , en pürüzlü yüzey ise 14 m/dk'da, zımparasız yüzeylerde, 1.5 mm'de, bir bıçakla işlemede 7.09 μm olarak elde edilmiştir.

Ağaç türü-besleme hızı-bıçak sayısı-kesme derinliği-zımpara numarası etkileşiminde en düzgün yüzey; Doğu Ladini'nde 7 m/dk'da, 100 no'lu zımpara ile zımparalanmış yüzeylerde, 0.5 mm'de ve dört bıçaklı işlemede, en pürüzlü yüzeyler ise Doğu Kayı'nında 14 m/dk'da, zımparalama işlemi uygulanmamış yüzeylerde 1.5 mm'de ve bir bıçaklı işlemede elde edilmiştir.

Genel olarak en düzgün yüzeyler; Doğu Ladini'nde 7 m/dk'da, 4 bıçaklı işlemede, yıllık halkanın yaz odunu kısmında, 0.5 mm'de 3.03 μm , Doğu Kayını'nda ise 7 m/dk'da, 4 bıçaklı işlemede, yıllık halkanın yaz odunu kısmında, 1.5 mm'de 4.02 μm ile elde edilmiştir. En pürüzlü yüzeyler; Doğu Ladini'nde 14 m/dk'da, 1 bıçaklı işlemede, yıllık halkanın ilkbahar odunu kısmında, 1.5 mm'de 6.94 μm , Doğu Kayını'nda ise 14 m/dk'da, 1 bıçaklı işlemede, yıllık halkanın ilkbahar odunu kısmında, 0.5 mm'de 8.11 μm ile elde edilmiştir.

6. ÖNERİLER

Ağaç türü odunlarının güç tüketimlerinin araştırılmasında, yoğunluk, besleme hızı, kesme derinliği ve bıçak sayısı arttığında güç tüketiminin de arttığı belirlenmiştir. Bunun sonucunda da malzemenin rendelemeye karşı gösterdiği dirençte artmakta buda makinenin daha fazla elektrik enerjisine ihtiyaç duymasına neden olmakta ve maliyetler artmaktadır. Bunun yanında ağaç türlerinin yüzey pürüzlülüklerinin araştırılmasında yoğunluk, besleme hızı, kesme derinliği artışının pürüzlülüğü arttırdığı, bıçak sayısının artışının daha düzgün yüzeyler verdiği ve yaz odununun da ilkbahar odunundan daha düşük pürüzlülük değerleri elde edildiği belirlenmiştir. Bunlara göre aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

Ağaç malzemenin yoğunluğundaki artış güç tüketiminde artışa yol açmaktadır. Bundan dolayı yüksek yoğunluklu ağaç kullanımının çok gerekli olmadığı durumlarda, daha düşük yoğunluklu ağaç türlerinin ağaç işleyen endüstrilerde kullanımının düşünülmesi, güç tüketimini dolayısı ile de elektrik maliyetlerini azaltacak olmasından dolayı önerilebilir. Yüzey pürüzlülüğü de yoğunluğu yüksek olan Doğu Kayını'nda Doğu Ladini'ne göre daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun Doğu Kayını'nın Doğu Ladini'ne göre daha kaba bir tekstür yapısına bağlı olmasından dolayı olduğu düşünüldüğünden yüzey düzgünlüğünün istendiği yerlerde daha ince tekstürlü ağaç malzemelerin kullanımı önerilebilir.

Ağaç malzemenin işlenmesinde bıçak sayısının artışı güç tüketimini arttırmaktadır. Bu nedenle işlemede bıçak sayısının azaltılması önerilebilir. Ancak, bıçak sayısının azaltılması yüzey pürüzlülüğünü arttırmaktadır. Bu nedenle ağaç türü odunlarını işlerken bunların kullanım yerine göre hareket edilmesi önerilebilir. Örneğin; çok düzgün bir yüzey elde edilmek isteniyorsa bıçak sayısı fazla seçilerek bir miktar maliyetin artmasına müsaade edilebilir, ancak yüzey düzgünlüğünün ön planda olmadığı durumda bıçak sayısı azaltılarak güç tüketiminin dolayısıyla da maliyetlerin düşmesi sağlanabilir.

Besleme hızı, tercih edilen ağaç malzemeye ve yüzey kalitesine göre işlemede aşırı zorlamaya neden olmayacak şekilde seçilmelidir. Yüksek besleme hızı güç tüketimini yanında yüzey pürüzlülüğünü de arttırmaktadır. Bu nedenle ağaç malzeme işlemede düşük besleme hızlarının seçilmesi hem daha düşük maliyetli bir işlemin gerçekleştirilmesi için hem de daha düzgün ağaç malzeme yüzeyleri elde edilmesi bakımından önerilebilir.

Aynı rendeleme şartlarında besleme hızını azaltarak verimin düşmesine yol açmak yerine, yüksek besleme hızında kesici sayısının artırılmasıyla da düzgün yüzeyler elde etmek mümkün olabilmektedir. Böyle bir uygulama, verimin yükseltilmesi yanında zaman ve işçilikten de tasarruf etme imkanı sağlayabileceğinden önerilebilir. Ancak, bu durumda güç tüketiminin artacağı da düşünülerek buna göre karar verilmesi uygun olacaktır.

Ağaç türü odunlarının işlenmesinde düzgün yüzeylerin elde edilmesi amaçlandığı durumlarda kullanılan kesicilerin bilenmiş olması, makinelerin bakımlarının yapılmış olması ve stabil olmasına dikkat edilmelidir. Bıçak başlığına çok sayıda bıçak yerleştirilerek, bütün kesicilerin aynı kesiş dairesi içerisinde kesişe katılması sağlanmalıdır. İşlemlerde derin olmayan kesişlerin uygulanması, kesişlerin yüzeysel olması, ilk olarak kaba bir kesişin, daha sonra yüzeysel bir kesişin uygulanması düzgün bir yüzey elde edilmesi bakımından önerilmektedir. Yine ağaç türü odunlarının işlenmesinde birim mesafedeki bıçak izi sayısı yüksek tutulmalıdır. Birim mesafedeki bıçak izi sayısının artırılması ile yüzey kalitesi yükselmektedir. Birim mesafedeki bıçak izi sayısını yükseltmek için ya kesiş hızı artırılmalı ya da besleme hızı düşürülmelidir. Bu şekilde bir işleme de daha düzgün yüzeyler elde edilmesi bakımından önerilmektedir.

Kesme derinliğinin artışı da ağaç malzemenin işlenmesinde makinenin daha fazla zorlanmasına yol açmakta ve bu nedenle güç tüketimini arttırmakta, aynı zamanda ağaç malzeme yüzeyi daha pürüzlü olmaktadır. Ağaç malzemenin daha düşük kesme derinliklerinde işlenmesinde, makinede meydana gelecek zorlamalar ve dolayısıyla makinenin çektiği elektrik akımı azalacağından güç tüketimi buna bağlı olarak da işleme maliyetleri azalacağından ve aynı zamanda daha pürüzsüz yüzeyler elde edileceğinden düşük kesme derinlikleri önerilmektedir.

Ağaç türlerinin işlenmesinde yıllık halkanın yaz odunu kısımları ilkbahar odunu kısımlarına göre daha pürüzsüz yüzeyler vermiştir. Bu bakımdan; işlemede ilkbahar odunları, odun yüzeylerinin değerlendirilmesindeki yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde ise yaz odununun göz önünde bulundurulması önerilebilir.

Yüzey kalitesinin önemli olduğu mobilya endüstrisinde önerilen bıçak izi sayısı (16 adet veya daha fazla) veya kesiş izi uzunluklarından (1.3 mm-1.7 mm) uygun miktarlar seçilmelidir. Düşük kesiş izi uzunluklarında yüzey kalitesi artmakta, ancak, bıçak körelmesi ve güç tüketiminde de artış görülmektedir. Bu nedenle ağaç türü odunlarının işlenmesinde daha düzgün yüzeyler gösteren yüksek yoğunluklu odunlarda, düşük yoğunluklu odunlara göre kesiş izlerinin önerilen sınırlar (1.3 mm-1.7 mm) içerisinde bir

miktar daha uzun olması güç tüketiminde azalma sağlayarak daha ekonomik bir çalışmaya fırsat vermesi bakımından önerilebilir.

Ağaç türü odunlarının işlenmesinde yoğunluğu yüksek odunlar düşük olanlara, dağınık traheliler halkalı trahelilere göre daha iyi işlenmektedir. Buna göre; işlemede yoğunluğu düşük ve halkalı traheli odunlarda daha duyarlı çalışılması önerilebilir. Bunların yanında aynı işleme koşullarındaki zımparalamada yoğunluğu yüksek ağaç türü odunları yoğunluğu düşük olanlara göre yüzey kalitesi yönünden daha olumsuz sonuçlar göstermektedir. Bu bakımdan zımparalamada yoğunluğu yüksek ağaç türü odunları için, yoğunluğu düşük olanlara göre daha düşük besleme veya daha yüksek kesme hızları uygulanması önerilebilir.

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., Yüzey Pürüzlülüğü Araştırmalarının Tarihi Gelişimi, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 32 (1999) 60-68.
3. Sofuoğlu, S.D., Bazı Yerli Ağaç Türü Odunlarının İşlenme Özelliklerinin Yüzey Kalitesi Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
4. Korkut, İ., Dönertaş, M. A., Şeker, U., Üç Boyutlu Dinamometre Tasarımı ve İmalatı, ZKÜ, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, Yıl:2, Sayı:1-2 (1999) 115-129.
5. İlhan, R. ve diğ., Ağaç İşlerinde Kesme Teorisi ve Mobilya Makineleri, Hacettepe Üniversitesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1990.
6. Günay, M., Talaş Kaldırma İşlemlerinde Kesici Takım Talaş Açısının Kesme Kuvvetlerine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
7. Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F. vd., Ağaç İşleri Teknolojisi, Ajans-Türk Matbaacılık Sanayi, Ankara, 1969.
8. Gürleyen, L. ve Subaşı, S., Rendeleme İşleminde Ağaç Malzemelerin Enerji Tüketim Maliyetlerine Etkisi, G.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24,2 (2009) 209-219.
9. Anşin, R. ve Özkan, Z.C., Tohumlu Bitkiler-Odunsu Taksonlar, KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No:167, Fak Yayın No:19, Trabzon, 1993.
10. Saatçioğlu, F., Silvikültür I. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:22, İstanbul, 1976.
11. URL-1. <http://www.ogm.gov.tr/agaclarimiz/agac3.htm>, 10 Ekim 2011
12. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt, İ.Ü. Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 1448, O.F. Yayın No:147, İstanbul, 1970.
13. Merev, N., Odun Anatomisi, Cilt I, Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, KTÜ, Orman Fakültesi, KTÜ Genel Yayın No:189, Fakülte Yayın No:27, Trabzon, 1998.
14. Bozkurt, A.Y., Odun Anatomisi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No:3652, Fakülte Yayın No:415, İstanbul, 1992.

15. Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman fakültesi, İ.Ü. Yayın No:3598, Fakülte Yayın No:45, İstanbul, 1997.
16. Berkel, A., Şark Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik Vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar, Yüksek Ziraat Enstitüsü Yayınları, Sayı:118, Ankara, 1941.
17. Malkoçoğlu, A., Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
18. As, N., ve diğ., Türkiye’de Yetişen Endüstriyel Öneme Sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:51, Sayı:1 (2001) 71-88.
19. Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin, N., Belgrat Ormanında Suni Olarak Yetiştirilmiş Doğu Ladini’nin Bazı Anatomik Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 41, 2 (1991).
20. URL-2. <http://www.agaclar.net/forum/genis-yaprakli-agaclar/620.htm>, 10 Ekim 2011
21. Kurtoğlu, A., Mobilya Endüstrisi Lisans Ders Notları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği, Basılmamış Ders Notları, İstanbul, 2004a.
22. Kollman, F. and Wilfred, A.C., Principles of Wood Science and Technology I, Solid Wood, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg Newyork, (1968), p.573.
23. Kurtoğlu, A., Odunun İşlenme Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, 31,2, (1981), 179-199.
24. Kurtoğlu, A., Ağaç İşleme Tekniği ve Makineleri Ders Notları, İ.Ü Orman Fakültesi, İstanbul, 2005.
25. Malkoçoğlu, A., Ağaç Malzeme İşleme Teknolojisi Ders Notları (Yayınlanmamış), KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon, 2010.
26. Kurtoğlu, A., Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler, Cilt I, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yayın No:4262, Fakülte Yayın No:463, ISSN975-404-590-9, İstanbul, 2000.
27. Malkoçoğlu, A., Yüzey İşlemleri Ders Notları (Yayımlanmamış) KTÜ, Orman Fakültesi, Trabzon, 2002.
28. Lihra, T. and Ganev, S., Machining Properties of Eastern Species and Composite Panels, Forintek Canada Corp. Project No:2306, Canadian Forest Service, Vancouver, B.C., 1999.
29. Koch, P., Wood Machining Processes, The Ronald Pres Company, New York, 1964, p. 530.

30. Koch, P., Utilization of The Southern Pines, Agriculture Handbook, No: 420, Department of Agriculture Forest Service, Washington, 1972, p. 1663.
31. Anonymous, Precision Tabls by Leitz, Technical Imformation and Tables, D-73443 Oberlochen, Germany, 2010.
32. 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) 226-245.
33. Cantin, E.M., The Machining Properties of 16 Eastern Canadian Woods, Department of Forestry Canada Department of Forestry, Publication No:1111, Canada, 1965.
34. Magoss, E., General Regularities of Wood Surface Roughness, Acta Silv. Lign. Hung. 4 (2008) 81-93.
35. Davis, E.M., How to Control Fuzzy Grain in Planing, Hitchcock's Wood Working Digest, USA, 1962.
36. Jakub, S. and Martino, N., Wood Surface Roughness-What is it?, Rosenheim Workshop, 29-30 September 2005, BOKU University of Natural Sources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria, 2000.
37. Stumbo, D.A., Surface Texture Measurement Methods, Forest Product Journal, 13 (1963) 299-304.
38. Peters, C. and Cumming, D.S., Measuring Wood Surface Smoothness: A Review, Forest Product Journal, 10, 2 (1960) 122-124.
39. Peters, C. and Cumming, D.S., Measuring Wood Surface Smoothness. A Review, Forest Product Journal, 20,12 (1970) 40-43.
40. TS 6956 EN ISO 4287, Geometrik Mamul Özellikleri (GMÖ), Yüzey Yapısı: Profil Metodu-Terimler, Tarifler ve Yüzey Yapısı Parametreleri, TSE, Ankara, 2004.
41. Anonym, Furniture and Joinery Industries for Developing Countries, UNIDO, 1977, p:374.
42. Anonim, Kayın, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi: 1, Ankara, 1985.
43. Stumbo, D.A., Surface Texture Measurement for Quality and Production Control, Forest Product Journal, 20, 12 (1970) 40-43.
44. Richter, K., Feist, W. and Kneabe, M., The Effect of Surface Roughness on Performance of Finishes, Part 1. Roughness Characterization and Stain Performance, Forest Product Journal, 45, 7-8 (1995) 91-97.

45. ASME B46.1, Surface Texture (Surface Roughness, Waviness,lay) ASME B46 Committee, 1995.
46. Gurau, L., Separation of Wood Anatomy from Tthe Evaluation of Processing Roughness of Sanded Oak Surfaces” İnternational Conference Wood Science and Engineering in The Third Millennium, ICWSE, (2009) 209-218.
47. Aydın, İ. ve Çolakoğlu, G., Odun Yüzeylerinde Pürüzlülük ve Pürüzlülük Ölçüm Yöntemleri, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 2 (2003), S. 92-102.
48. Sieminski, R. And Skarzysk, A., Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, Forest Product Journal, Vol. 15 (1989) p.p. 23-25.
49. Örs, Y. ve Baykan, İ., Masif Ağaç Malzemede Rendeleme ve Zımparalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23,3 (1997) 577-582.
50. URL-3. http://h3news1.kais.kyoto-u.ac.jp/projects/info/Rough-sk_ku/e-index.html, Evaluation of Surface Roughness of Machined Wood Surface Using Skewness and Kurtosis. 29 Agustus, 2003.
51. 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.
52. Mitutoyo, SJ-301 Surface Roughness Tester, User’s Manual, Mitutoyo Corporation, Japan, 2001.
53. Karagöz, Ü., Ahşap Malzemenin CNC İle İşlenmesinde Yüzey Kalitesini Etkileyen İşleme Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 2010.
54. Bonac, T., Wood Roughness Volume and Depth Estimated from Pneumatic Surface Measurements, Wood Science, 11, 4 (1979) 227-232.
55. URL-4. http://www.ncsu.edu/wmtrp/tutorials/power_basics.pdf, 30 Ekim 2011.
56. Davis, E.M. and Nelson, H., Machining Tests of Wood With The Molder, Forest Product Research Society, 561, 1954.
57. Fotin, A., Cismaru, I. and Salca, E., Experimental Research Concerning the Power Consumption During the Sanding Process of Birch Wood, 2008.
58. Beljo, R. The Influence of Wood Moisture Content on the Process of Circular Rip Sawing. Part I: Power Requirements and Specific Cutting Forces, Faculty of Forestry the University of Zagreb, Zagreb, Croatia, 2004.
59. Stewart, H.A., Comparison of Factors Affecting Power for Abrasive and Knife Planning of Hardwoods, Forest Product Journal, 24.3. (1974) S.31-34.

60. Stewart, H.A., Knife Planing Across The Grain Can Be Applied to Hardwoods, Nort Central Forest Experiment of Agriculture, (1975) p.4s.
61. Mendoza, B.A., The Effect of Density and Some Machining Variables on Power Consumption and Planing Quality of Coconut (*Cocos nucifera* L.) Lumber, Eprdı Journal, 17:1-4 (1988) 37-66.
62. 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 Und Werkstoff, 59 (2001) 483-488.
63. Lemaster, R.L., Saloni, D.E., ve Jacksob, S.D., Abrasive Machining Process Characterization on Material Removal Rate, Final Surface Texture, and Power Consumption For Wood, Forest Product Journal, 55,12 (2005) 35-41.
64. Cristovao, L. Main Cutting Force Models For Two Species of Tropical Wood, Wood Material Science And Engineering, (2012) 1-7.
65. Kurt, A., Doğrusal Hareketle Talaş Kaldıran Vargel Tezgaahında Kesme Kuvvetlerinin Ölçülmesi İçin Bir Dinamometre Tasarımı ve İmalatı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2001.
66. Şeker, U., Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı, G.Ü. Yüksek Lisans Ders Notları, Ankara, 2000.
67. Yardımoğlu, B. ve Boyar, L., Talaşlı İmalatta Takıma Gelen Kuvvetlerin Deneysel İncelenmesi, 5. Ulusal Makine ve İmalat Kongresi, Ankara, 1992.
68. Burdurlu, E., Usta, İ., Aksu, B. ve Erarslan, Ç., Karaçam ve Karakavak'ın Rendelenmesi ve Zımparalanmasında Bıçak Sayısı ve Zımpara Tanecik Büyüklüğünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 29 (2005) 315-321.
69. Sönmez, A. ve Söğütlü, C., Rendeleme İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Teknoloji Dergisi, 8, 3 (2005) 287-293.
70. Stewart, H.A., Cross-Grain Knife Planning Hard Maple Produces High-Quality Surface and Flakes, Forest Product Journal, 20,10 (1970) 39.42.
71. Efe, H., Gürleyen, L., Bazı Ağaç Malzemelerde Kesiş Yönü, Kesici Adeti ve Devir Sayısının Yüzey Düzgünlüğüne Etkileri, G.Ü. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 11,12 (2003) 34-44.
72. Efe, H., Demirci, S. ve Kılıç, Y., Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Rendelenmesinde Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı, Besleme Hızı ve Kesme Derinliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, G.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Vol.3, No:1, 2003.

73. Kılıç, Y. ve Demirci, S., Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Odunlarının Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Araştırılması, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 16,3 (2003) 553-558.
74. Efe, H., Gürleyen, L. ve Budakçı, M., Akasya Odununda Kesiş Yönü ve Kesici Sayısının Yüzey Düzgünlüğü ve Yapışma Direncine Etkisi, K.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Vol. 7, No:1, 2007.
75. Efe, H. ve Gürleyen, L., Rendeleme İşleminde Kesiş Yönü, Kesici Sayısı ve Devir Sayısının Bazı Ağaç Malzemelerin Yüzey Düzgünlüğüne Etkileri, K.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Vol. 7, No:1, 2007.
76. Örs, Y. ve Baykan, İ., Masif Ağaç Malzemedeki Rendeleme ve Zımparalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23,3 (1999) 577-582.
77. Duran, V., Ağaç Malzemedeki Rendeleme Faktörlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri, Bilim Uzmanlığı Tezi, ZKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük, 2005.
78. Pahlitzsch, V.G. and Dziobek, K., Methods of Measurement and Estimation for Beld-Sanded Woods, Holz Als Roh-Und Werkstoff, 19,10 (1961) 403-417.
79. 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.
80. Güntekin, A., Ağaç İşleri Rendeleme Makinalarında Kesme ve İlerleme Hızının Ahşap Yüzey Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 1996.
81. Baykan, İ., Rendelenmiş ve Zımparalanmış Masif Ağaç Malzeme Yüzeylerinde Yüzey Pürüzlülüğüne İlişkin Araştırmalar, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
82. Dereli, Ü., Kızılçam ve Orta Yoğunlukta Lif levhalarda Yüzey Pürüzlülüğünün Tayini Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1997.
83. Aysel, M., Karaçam ve Kızılçam'da Zımpara Türü ve İşleminin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1997.
84. İltar, E.; Çamlıyurt, C. ve Balkız, Ö.D., Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten No:281, ISSN: 1302-9452 Ankara, 2002.

85. Söğütlü, C., Bazı Yerli Ağaç Türlerinin Kündekari Yapımında Kullanım İmkanları, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, Ankara, S.67-82, 2004.
86. Örs Y. ve Demirci S., Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ve Meşe (*Quercus petraea* L.) Odunlarında Yüzey Düzgünlüğüne Kesiş yönü ve Zımparalamanın Etkisi, G.Ü. Politeknik Dergisi, 6, 2 (2003) 491-495.
87. Schirle, M. and A. Richerd K., Interaction of 1K PUR Adhesives and Different Wood Surface Parameters, Materials Science and Technology, Vol:4 (2002) pp. 411-421.
88. Örs, Y. ve Gürleyen L., Ağaç Malzemede Yüzey Düzgünlüğüne, Rendeleme, Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı ve Çeşidinin Etkileri, G.Ü. Politeknik Dergisi, 5,4 (2002) 335-339.
89. Örs, Y. ve Demirci, S. Daire Testerelerde Diş Sayısı, Besleme Hızı ve Kesiş Yönünün Meşe (*Quercus petraea* L.) ve Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Odununun Yüzey Düzgünlüğüne Etkileri, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14, 3 (2001) 857-867.
90. Örs, Y. ve Demirci S., Daire Testerede Diş sayısı, Kesiş Yönü ve Besleme Hızının Yüzey Düzgünlüğüne Etkileri, G.Ü. Politeknik Dergisi, 2, 4 (1999) 1-5.
91. Yalçinkaya, Ö., Sapsız Meşe (*Quercus petraea* L.) ve Karaçamın (*Pinus nigra* Arnold) Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1997.
92. Malkoçoğlu, A. ve Özdemir, T., The Machining Properties of some Hardwoods and Ssoftwoods Naturally Grown in Eastern Black Sea Region of Turkey, Journal of Materials Processing Technology,173 (2006) 315-320.
93. 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.
94. Stewart, H.A., Cross- Grain Knife Planing Improve Surface Quality and Utilication of Aspen, Nort Central Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, (1971) p.4s.
95. Coşkun, H., Toros Sediri Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.
96. 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.

97. Lavery, D.J., McLarnon, D., Toylar, J.M., Moleney, S. and Atanockevic, A., Parameters Affecting The Surface Finish of Planed Sitka Spruce, Forest Product Journal, 45,4 (1995).
98. Taylor, J.B., Carrano, A.L. and Lemaster, R.L., Quantification of Process Parameters in A Wood Sanding Operation, Forest Product Journal, 49, 5 (1999) 41-46.
99. Hernandez, R.E., Bustos, C, Fortin, Y. and Beaulieu J., Wood Machining Properties of White Spruce From Plantation Forest, Forest Product Journal, 51, 6 (2001) 82-88.
100. Moura, F. and Hernandez R.E., Effects of Abrasive Mineral, Grit Size and Feed Speed on The Quality of Sanded Surfaces of Sugar Maple Wood, Wood Science Technology, 40 (2006) 517-530.
101. Kılıç, M., Hızıroğlu, S. and Burdurlu, E., Effect of Machining on Surface Roughness of Wood, Building and Environment, (2006) 1074-1078.
102. 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 Als Roh Und Werkstoff, 66 (2008) 147-154.
103. Ünsal, Ö. Ve Kantay, R., Türkiye’de Üretilen Meşe ve Kayın Masif Parkelerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 52, 1, (2002).
104. Aslan, S., Coşkun H. and 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 of Environment, 43 (2008) 696-701.
105. Sieminski, R. and Skarzynska, A., Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, Przemysl-Drzewny, 38, 9 (1987) 23-25.
106. Krus, S. and Boratynski, M., Anisotropy of Surface Roughness of Wood, Przemysl-Drzewny, 37, 4 (1986) 11-12.
107. 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.
108. Aslandoğan, C., Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Hacettepe Üniversitesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, 2005.
109. Aras, R., Budakçı, M., Özışık, Ö., Tornalama Tekniğinin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Politeknik Dergisi, 10, 3 (2007) 325-330.
110. Söğütlü, C., “Bazı Faktörlerin Zımparalanmış Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Politeknik Dergisi, 8,4 (2005) 345-350.

111. Kalıpsız, A., İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2837/294, İstanbul, 1981.
112. Akyüz, M., Doğu Ladini (*Picea orientalis* link.) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Orman Bakanlığı Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, DKOYA Yayın No:3, Trabzon, 1997.
113. DIN 4768, Determination of Values of Surface Roughness Parameters Ra, Rz, Rmax Using Electrical Contact (Stylus) Instruments, Concepts and Measuring Conditions, Deutsches Institut für Norming, Berlin, Germany, May, 1990.
114. Özdemir, T., Türkiye’de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
115. Ulusoy, H., Bazı Ağaç Türü Odunlarının Anatomik Yapıları ve İşleme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2011.
116. Bozkurt, A.Y., Ağaç Malzemede Liflere Paralel Yönde Periferik (Çevresel) Kesiş, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: 6, Cilt: 35, Sayı: 3 (1985) 17-26.
117. Mandic M., Todorovic N., Popadic R., Danon G., Influence of Wood Properties and Technological Parameters of Processing on Cutting Power in Milling of Thermally Modified Beechwood. Bulletin of the Faculty of Forestry 104 (2011) 109-124.
118. Aguilera, A. and Munoz, H., Surface Roughness and Cutting Power on Blackwood and Redwood Planing, Science and Technology, 13 (2011) 19-28.
119. Ratnasingam, J. and Ma, T.P., Optimizing The Cutting of Tension Wood in Rubberwood: An Economic and Quality Perspective, 10 (2010) 2454-2458.
120. Gurau, L., The Roughness of Sanded Wood Surfaces PhD Thesis, Forest Product Research Centre, Brunel University, United Kingdom, 2004.
121. Mouro, F. and 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.
122. Ratnasingam, J., Ried, H.F., and Perkins, M.C., The Abrasive of Rubberwood (*Hevea Brasiliensis*): An Industrial Perspective, Holz Als Roh und Werkstoff, 60 (2002) 191-196.
123. Mouro, F. and 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.
124. Fujiwara, Y., Fujii, Y., Okumura, S., Relationship Between Roughness Parameters Based on Material Ratio Curve and Tactile Roughness for Sanded of Two Hardwoods, Woods Science, 51 (2005) 274-277.

125. Williams, D. and Morris, R., *Machining and Related Mechanical Properties of 15 B.C. Wood Species*, Forinteh Canada Grp. Vancouver, B.C. Special Rublication, 39 (1998), 31.
126. Merev, N., *Odun Anatomisi*, KTÜ, Orman Fakültesi, KTÜ Genel Yayın No: 209, Fakülte Yayın No: 31, Trabzon, 2003.

ÖZGEÇMİŞ

Sebahattin TİRYAKİ 1986 yılında Trabzon'un Arsin ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Arsin'de tamamladı. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2008 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı. Araştırma görevlisi olarak 2010 yılında göreve başladığı KTÜ'de halen görevine devam etmekte ve iyi derecede İngilizce bilmektedir.