

**AĞAÇ MALZEMEDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN VERNİK
KATMANI TUTUNMA DİRENCİNE ETKİSİ**

Rahmi TUTGUN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM 2013

ANKARA

Rahmi TUTGUN tarafından hazırlanan “AĞAÇ MALZEMEDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN VERNİK KATMANI TUTUNMA DİRENCİNE ETKİSİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ
Tez Danışmanı, Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erol BURDURLU
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ
Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Nihat DÖNGEL
Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tez Savunma Tarihi: 23/10/2013

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Rahmi TUTGUN

**AĞAÇ MALZEME YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN VERNİK KATMANI
TUTUNMA DİRENCİNE ETKİSİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Rahmi TUTGUN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ekim 2013

ÖZET

Bu çalışmada, ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanı tutunma (adezyon) direncine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kiraz (*Prunus cerasus*) odunlarından hazırlanan deney örnekleri 80, 120 ve 180 numaralı zımparalar ile zımparalanarak yüzey pürüzlülük değerleri ISO 4287'ye göre TIME TR 200 iğne uçlu tarama cihazı ile ölçülmüştür. Daha sonra örnek yüzeylerine ASTM-D 3023 esaslarına göre su bazlı, poliüretan ve akrilik vernikler uygulanmıştır. Katman tutunma direnci, TS EN ISO 4624'e göre pnömatik adezyon test cihazı ile belirlenmiştir.

Sonuç olarak, tutunma direnci ağaç türü düzeyinde en yüksek (2,52 N/mm²) kirazda, en düşük (2,32 N/mm²) sarıçamda; vernik çeşidi düzeyinde en yüksek poliüretan vernikte (3,15 N/mm²), en düşük ise su bazlı vernikte elde edilmiştir. Tutunma direnci–yüzey pürüzlülüğü etkileşimine göre su bazlı vernikte pürüzlülük ile tutunma direnci arasında güçlü ilişki (0,69) olduğu, akrilik verniğin buna yakın sonuç (0,67) verdiği, poliüretan vernikte ise bu ilişkinin zayıf (0,33) olduğu tespit edilmiştir.

Bilim Kodu : 711.3.023
Anahtar Kelimeler : Ağaç malzeme, Yüzey pürüzlülüğü, Vernik, Tutunma direnci
Sayfa Adedi : 53
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ

**THE EFFECTS OF SURFACE ROUGHNESS OF WOOD MATERIAL TO
THE ADHESION STRENGTH OF VARNISH LAYER**

(M.Sc. Thesis)

Rahmi TUTGUN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATUREL AND APPLIED SCIENCES

October 2013

ABSTRACT

In this study, the effect of surface roughness of wood material to the adhesion strength of varnish layer has been studied. For this purpose, test samples of beech (*Fagus orientalis* L.), scots pine (*Pinus sylvestris* L.), and cherry (*Prunus cerasus*) wood species were prepared and sanded with 80, 120, and 180 grit abrasives. The surface roughness values of the experimental samples were determined by using a stylus-type profilometer TIME TR 200 according to the ISO 4287 standards. Then, water-based polyurethane and acrylic varnish were applied on the surfaces of the sample in accordance with ASTM D 3023. Layer adhesion strength was determined to the TS EN ISO 4624 standards.

As a result, the highest adhesion strength value (2.52 N/mm²) was found in cherry while the scots pine gave the lowest value (2.32 N/mm²) in accordance with the wood species. For the varnish types, polyurethane varnish types gave the highest value (3.15 N/mm²) while the lowest value was obtained from the water-based varnish. The interaction in accordance with adhesion resistance - surface roughness, the water-based varnish gave the strong correlation of adhesion strength (0.69), and also acrylic varnish also gave close result (0.67) while polyurethane varnish gave weakest result (0.33) in this interaction.

Science Code : 711.3.023
Key Words : Wood materials, Surface roughness, Varnish, Adhesion
Page Number : 53
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ

TEŞEKKÜR

Çalıőmam boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Doç. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ'ye, yardımlarını esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Nihat DÖNGEL'e, tüm değerli hocalarıma ve emeği geçen arkadaşlarıma, maddi ve manevi desteklerinden dolayı eşim FerideTUTGUN ve oğluma minnet ve teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
3. GENEL BİLGİLER	10
3.1. Ağaç Malzeme.....	10
3.1.1. Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i> L.).....	10
3.1.2. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	11
3.1.3. Kiraz (<i>Prunus Cerasus</i>)	11
3.2. Yüzey Pürüzlülüğü	12
3.2.1. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler.....	13
3.2.2. Yüzey pürüzlülüğünün sınıflandırılması	13
3.2.3. Yüzey pürüzlülüğü belirleme yöntemleri	14
3.3. Vernik	16
3.3.1. Poliüretan vernik.....	16
3.3.2. Akrilik vernik	17
3.3.3. Su bazlı vernik	18
3.4. Yapışma Direnci.....	19
3.4.1. Moleküler çekim kuvvetleri	19
3.4.2. Moleküler kohezyon	21

	Sayfa
3.4.3. Adezyon (Tutunma).....	21
4. MALZEME VE YÖNTEM.....	24
4.1. Ağaç Malzeme.....	24
4.2. Vernik.....	24
4.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	24
4.3.1. Rutubet tayini.....	25
4.3.2. Yoğunluk tayini.....	25
4.3.3. Zımparalama.....	26
4.3.4. Yüzey pürüzlülüğü tayini.....	26
4.3.5. Vernik uygulaması.....	28
4.4. Vernik Katman Tutunma Direncinin Belirlenmesi.....	28
4.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	30
5. BULGULAR.....	31
5.1. Yoğunluk.....	31
5.2. Yüzey Pürüzlülüğü.....	31
5.3. Ağaç Türü, Kesiş Yönü, Vernik ve Zımpara Çeşidinin Vernik Katmanı Tutunma Direncine Etkisi.....	32
5.3.1. Ağaç türünün tutunma direncine etkisi.....	34
5.3.2. Kesiş yönünün tutunma direncine etkisi.....	34
5.3.3. Ağaç türü–kesiş yönü etkileşiminin tutunma direncine etkisi.....	35
5.3.4. Vernik çeşidinin tutunma direncine etkisi.....	36
5.3.5. Ağaç türü–vernik çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi.....	37
5.3.6. Kesiş yönü–vernik çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi.....	38
5.3.7. Ağaç türü–kesiş yönü–vernik çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi.....	39
5.3.8. Zımpara çeşidinin tutunma direncine etkisi.....	41

	Sayfa
5.3.9. Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi.....	42
5.3.10. Ağaç türü–vernük çeşidi–zımpara çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi.....	43
5.4. Tutunma Direnci–Yüzey Pürüzlülüğü İlişkisi	44
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	53

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Yüzey pürüzlülüğü test cihazına ilişkin teknik özellikler	26
Çizelge 5.1. Yoğunluk değerleri.....	31
Çizelge 5.2. Yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	31
Çizelge 5.3. Ağaç türü, kesiş yönü, vernik ve zımpara çeşidine göre tutunma direncine ilişkin bazı istatistiksel değerler	32
Çizelge 5.4. Ağaç türü, kesiş yönü, vernik çeşidi ve zımpara çeşidinin vernik katmanı tutunma direnci üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi.....	33
Çizelge 5.5. Ağaç türüne bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	34
Çizelge 5.6. Kesiş yönüne bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	35
Çizelge 5.7. Ağaç türü–kesiş yönü etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	36
Çizelge 5.8. Vernik çeşidine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	37
Çizelge 5.9. Ağaç türü–vernik çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	38
Çizelge 5.10. Kesiş yönü–vernik çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	39
Çizelge 5.11. Ağaç türü–kesiş yönü–vernik çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	40
Çizelge 5.12. Zımpara çeşidine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	41
Çizelge 5.13. Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	42
Çizelge 5.14. Ağaç türü–vernik çeşidi–zımpara çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homejenlik grupları.....	43
Çizelge 5.15. Tutunma direnci–yüzey pürüzlülüğü ilişkisine ait regresyon katsayıları ($y=ax^2+bx+c$)	45

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı.....	27
Resim 4.2. Deney silindiri.....	28
Resim 4.3. Pnömatik adezyon deney cihazı.....	29

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Yüzey pürüzlülüğünün sınıflandırılması	14
Şekil 3.2. Dokumalı iğne tarama metodu ile elde edilen yüzey grafiği.....	15
Şekil 3.3. Işık kurdela yöntemi ile yüzey pürüzlülüğü ölçme	15
Şekil 4.1. Rutubet tayini deney örneği.....	25
Şekil 4.2. Yoğunluk tayini deney örneği.....	25
Şekil 4.3. Yüzey pürüzlülüğü	27
Şekil 4.4. Deney silindiri.....	28
Şekil 5.1. Ağaç türüne göre tutunma direnci değerleri grafiği.....	34
Şekil 5.2. Kesiş yönüne göre tutunma direnci değerleri grafiği.....	35
Şekil 5.3. Ağaç türü–kesiş yönü etkileşimine göre tutunma direnci grafiği	36
Şekil 5.4. Vernik çeşidine göre tutunma direnci değerleri grafiği.....	37
Şekil 5.5. Ağaç türü–vernik çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci grafiği.....	38
Şekil 5.6. Kesiş yönü–vernik çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci grafiği.....	39
Şekil 5.7. Ağaç türü–kesiş yönü–vernik çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri grafiği	40
Şekil 5.8. Zımpara çeşidine göre tutunma direnci değerleri grafiği	41
Şekil 5.9. Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri grafiği	42
Şekil 5.10. Ağaç türü–vernik çeşidi–zımpara çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri grafiği	44
Şekil 5.10. Tutunma direnci-yüzey pürüzlülüğü ilişkisi	44

1. GİRİŞ

Ağaç malzeme, kolay işlenmesi, işlenme esnasında enerji tüketiminin az olması, değişik renk ve desene sahip olması, ses, ısı ve elektriği az iletmesi, kimyasal maddelerden az etkilenmesi, üstyüzey işlemlerine uygun olması gibi üstün özellikleri sayesinde iç ve dış dekorasyonda yaygın olarak kullanılmaktadır [1-3].

Mobilya ve dekorasyon elemanlarının üretiminde kullanılan ağaç malzeme, biçme, rendeleme ve zımparalama gibi değişik işlemlerden geçirildikten sonra üstyüzey işlemlerine uygun hâle getirilmektedir. Üretim sürecinde malzemeye uygulanan bir işlemin başka bir işlem gerektirmesi veya işlemin tekrarlanması, üretim maliyetini yükseltmekte ve ürün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzluğun yaşanmaması için üretim araçlarına ilişkin değişkenlerin doğru seçilmesi gerekmektedir. Seçimin sürdürülebilirliğini sağlamak ise, değişkenlerin, sayısal olarak ifadelendirilmesi ile mümkündür [4, 5].

Ağaç malzemenin makinede şekillendirme sürecinde hücrelerinin değişik kesiciler ile kesilmesi sonucunda; traheler, traheidler, özışınlar, paransim, reçine kanalları ve lifler arasında düzensizlikler oluşmaktadır. Bu düzensizliklerinin ölçüsünde ağaç türü, ilkbahar veya yaz odunu oranı ve enine, radyal veya teğet yönde kesilmesi etkili olmakta ve bu faktörler, ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etki etmektedir. Yüzey pürüzlülük değerlerine ilişkin sayısal verilerin elde edilebileceği yöntemler, homojen yapıdaki malzemeler için geliştirilen standartlarda verilmiş olup, bu standartlar, ahşap yüzeyler için de kullanılabilir [6,7].

Görünüş özelliklerinin belirgin hâle getirilmesi ve dış etkilere karşı direnç özelliklerinin artırılması için ağaç malzemedeki yapılan ürünlerin yüzeylerine, koruyucu katman yapan çeşitli vernik uygulamaları yapılmaktadır. Ürünün ekonomik değerinin belirleyicisi konumunda olan üstyüzey işlemlerinin başarısında, ağaç malzemenin yüzey düzgünlüğü önemli bir etkidir ve ürünün kalitesini belirleyen özelliklerden birisidir.

Ağaç malzemenin işlenmesi, malzemedен yonga, talaş gibi parçaların kaldırılması ile gerçekleştirilir. İşlenme şekli ile odun yapısına bağlı olarak yüzeylerde, pürüzlülük, kalkıklık, yongalı liflilik, kesici ve aşındırıcı izleri, yonga izi ve lif ayrılması meydana gelmekte olup, bu durum, üstyüzey ve yapıştırma işlemlerini olumsuz yönde etkilemektedir [8]. Uygun tekniklerle işlenmiş olan ağaç malzemedeyse bile, hücre boşlukları nedeniyle, tam olarak pürüzsüz yüzey elde etmek mümkün değildir. İşlenmiş bir ağaç malzeme yüzeyi büyüteç altında incelendiğinde, parçalanmış lifler ve diğer elemanlar pürüzlü bir görüntü verirler. Dolayısıyla ağaç malzemedeyse pürüzsüz bir yüzey elde etmek mümkün değildir. Odunun tekstür farklılıkları, makine veya alet işleme duyarsızlıkları mevcut oldukça pürüzlülük söz konusu olacaktır [9].

Vernikleme işlemlerinde ağaç malzeme yüzeyinin düzgün olması, üstyüzey uygulamalarının da başarı şansını arttırmaktadır. Böylece, daha az malzeme kullanımı sonucu ekonomik yarar sağlanması yanında vernikleme, boyama gibi üstyüzey işlemlerinde ve yapıştırma uygulamalarında daha iyi sonuçlar alınabilmektedir [10]. Bu nedenlerle, ağaç malzemedен üretilen mobilya ve dekorasyon elemanlarını estetik ve teknik olarak güçlendirmek için yüzeylerine uygulanan vernik katmanı ile ağaç malzeme ilişkisinin irdelenmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanı tutunma performansına etkileri araştırılarak, gerek bilimsel çalışmalara gerekse sektör uygulamalarına / uygulayıcılara malzeme ve yöntem seçimi hakkında öneriler geliştirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Duğlas göknarından elde edilen soyma kaplamalarda depolama, pişirme ve soyma sıcaklığının yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin incelendiği çalışmada, gelişmiş endüstriyel kesme tekniklerinin yüzey pürüzlülüğünü azaltmaya yönelik bir imkân ortaya çıkarttığı bildirilmiştir [11].

Akasya odununda yüzey düzgünlüğünün tutkal yapışma direncine etkisini araştırmak maksadı ile hazırlanan örnekler 2 ve 4 kesicili jilet bıçaklarla işlendikten sonra polivinilasetat (PVAc) tutkalı ile yapıştırılmıştır. Sonuç olarak, 4 kesicili rendelemenin 2 kesicili rendelemeye göre daha düzgün yüzeyler verdiği, kesiş yönleri arasında ise anlamlı pürüzlülük farkı bulunmadığı belirtilmiştir [12].

Kızılcım tomruklarından elde edilen kaplama levhalarının bir kısmını teknik diğer kısmını ise doğal kurutma işlemine tabi tuttuktan sonra yüzey pürüzlülükleri belirlenmiş ve yüzey pürüzlülüğünün çekme-makaslama direncine etkisi araştırılmıştır. Çekme-makaslama direncinin, yüzey pürüzlülüğünün az olduğu levhalardan elde edilen kontrplaklarda yüksek, yüzey pürüzlülüğünün fazla olduğu levhalardan elde edilen kontrplaklarda ise düşük olduğu bildirilmiştir [13].

Farklı numaralı zımparalar ile işlem gören farklı ağaç malzemelerde tutkal yapışma direnci karşılaştırılmış ve denemeler sonucunda en yüksek direnç 120 numaralı zımpara ile işlem görmüş meşe odununda, en düşük direnç ise 60 numaralı zımpara ile zımparalanmış sarıçamda elde edilmiştir [14].

Karaçam (*Pinus nigra* A.) ağaç malzemedeki yüzey pürüzlülüğünün ahşap koruma amaçlı kullanılan Wolmanit CB alımına etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; yüzey işleme türü, kesiş yönü ve Wolmanit CB maddesi uygulamasının yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olduğu, yüzey işleme türleri açısından rendelemenin, kesit yüzeyleri açısından ise teğet kesit yüzeylerinin daha düşük pürüzlülük değerleri verdiğini ve Wolmanit CB maddesi uygulamasının pürüzlülük seviyesini arttırdığı bildirilmiştir [15].

Masif parkelerde kalite sınıflarına göre yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi amacıyla kayın parke, meşe parke ve iroko parke örneklerini radyal ve teğet yönde keserek I.II.III.IV kalite düzeylerinde deney örnekleri oluşturmuş ve iğne taramalı yüzey pürüzlülüğü cihazı ile ölçmüştür. Sonuç olarak, parke rutubetinin artmasıyla parke yüzey pürüzlülüğünün de arttığını, pürüzlü yüzeylerden oluşan parkelerin kontr parke ve lamine parke üretiminde yapışma kalitesini düşürdüğü bildirilmiştir [16].

Rendeleme makinesinde işlem görmüş bazı ağaç türlerine ait örneklerin yüzey pürüzlülüklerini incelemek amacıyla 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 2 ve 4 kesicili kalınlık makinesinde radyal ve teğet yönde rendelenerek hazırlanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri ISO 4287 esaslarına göre belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yüzey pürüzlülüğü en yüksek meşede, en düşük armuttan elde edilmiş ve radyal yönün teğet yöne göre, 2 kesicili rendeleme 4 kesicili rendelemeye göre daha pürüzlü yüzeyler vermiştir [17].

Biçilmiş ağaç malzeme yüzeylerinde, ağaç türü, testere diş sayısı ve besleme hızlarının yüzey pürüzlülüğüne etkilerini araştırmışlar ve bu maksatla sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunlarını kullanarak pürüzlülük değerleri, iğne uçlu tarama cihazı ile belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre en düzgün yüzeyin sarıçam odununda, 40 dişli testere ile elde edildiği bildirilmiştir [18]. Benzer bir çalışmada, biçilmiş, rendelenmiş ve zımparalanmış yüzeyler karşılaştırılarak, daire testere ile biçilmede, testere diş sayısı ve kesme hızı arttırıldıkça yüzey pürüzlülüğünün azalacağı bildirilmiştir [19].

Rendelenmiş Doğu kayını, sarıçam, meşe ve akasya odunlarında, teğet kesitin radyal kesite göre, 4 bıçaklı rendelemenin 2 bıçaklı rendelemeye göre daha pürüzsüz yüzeyler verdiği bildirilmiştir [9]. Başka bir çalışmada ise rendelenmiş ve zımparalanmış Doğu kayını ve sarıçam odunlarından hazırlanan örneklerin yüzey pürüzlülüğü incelenmiştir. Sonuç olarak, Doğu kayınının sarıçama göre, teğet kesitin radyal kesite göre daha pürüzsüz yüzey verdiği belirlenmiştir. Ayrıca, rendeleme ve

zımparalama işleminde besleme hızının ve ağaç malzeme rutubet miktarının yüzey pürüzlülüğünde etkili olduğu, rendelemeye kesici bıçak sayısı, zımparalamada ise zımpara numarası arttıkça yüzey pürüzlülük değerlerinin küçüldüğü ve besleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün de arttığı bildirilmiştir [20, 21].

Ağaçları endüstrisinde, perdah için en yaygın kullanılan işlem zımparalamadır ve bu işlem, ağaç malzemedен üretilen ürün kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Zımparalamanın el işçiliğine dayalı yapılması hâlinde zaman alıcı ve pahalı bir işlem olduğu, makine kullanımında ise; zımpara numarası, besleme hızı gibi değişkenlerinin doğru seçilememesi durumunda, istenilen yüzey kalitesinin elde edilemediği bildirilmiştir [22-24].

Ağaç türü, sıcaklık farkı ve yüzey pürüzlülüğünün tutkal yapışma direncine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada sarıçam, Doğu kayını, sapsız meşe ve Uludağ göknarı odunları radyal ve teğet yönlerde farklı sevk hızı kullanılarak rendelenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü değerleri, en düşük teğet yönde 8 m/dk sevk hızında rendelenen Uludağ göknarında, en yüksek ise radyal yönde 16 m/dk sevk hızında rendelenen sapsız meşede elde edildiği bildirilmiştir [25].

Doğu Kayını, Anadolu kestanesi, sakallı kızılbaş, Doğu ladini ve sarıçam ağaç türlerinden hazırlanan örneklerin yüzeylerine selülozik, poliüretan ve akrilik vernikler uygulanması halinde, yüzey düzgünlüğü arttıkça tutunma direnci değerleri de artış göstermiştir [26].

Kayın ve meşe kaplamalı yüzeyler üzerine selülozik, sentetik, poliüretan ve poliester vernik uygulandıktan sonra vernik katmanlarının sertlik, parlaklık, tutunma direnci ile çevresel asit ve sıcaklık etkilerine karşı dayanıklılıkları incelenmiştir. Çalışma sonucunda, en sert verniğin poliester, en esnek verniğin ise sentetik vernik olduğu, tutunma direnci bakımından en güçlü poliüretan, en zayıf sentetik vernik olduğu bildirilmiştir [27].

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies sp.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), ve meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarından hazırlanan örneklerin yüzeylerine selülozik, poliüretan, akrilik ve su çözücülü vernik uygulanarak, vernik katmanlarının tutunma direnci belirlenmiştir. Sonuç olarak, tutunma direncine ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, katman kalınlığı farklılığı etkisinin ise önemsiz olduğu, yapraklı ağaçlarda verniklerin tutunma direncinin yüksek, iğne yapraklı ağaçlarda ise düşük çıktığını ve en yüksek tutunma direncinin polimerizasyonunu malzeme yüzeyinde tamamlayan poliüretan ve akrilik verniklerde elde edildiği bildirilmiştir [28].

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarından hazırlanan örneklere sodyum hidroksit + hidrojen peroksit, sodyum hidroksit + kalsiyum hidroksit + hidrojen peroksit, hipoklorit ve hidroklorik asitle renk açma işlemi yaptıktan sonra akrilik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü vernikler uygulanması hâlinde, hidroklorik asitle renk açmanın, vernik katmanı tutunma direncini azalttığı belirlenmiştir [29].

Değişik ağaç türleri üzerine farklı yöntemlerle uygulanan farklı tipteki su çözücülü verniklerin sertlik, parlaklık ve tutunma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir [30].

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus Petraea* L.) odunlarından hazırlanan panellere önce ahşap koruyucu daha sonra sentetik esaslı opak boya ve vernik uygulanmış, ahşap koruyucunun, sentetik boya ve vernik katmanlarının tutunma direncini azalttığı tespit edilmiştir [31].

Ahşap yüzeyler için hazırlanan değişik özellikteki opak boyalar, farklı türdeki ağaç malzeme yüzeylerine uygulanarak sertlik, parlaklık, çizilme ve tutunma direnci araştırılmıştır. Tutunma direncinde, ağaç malzeme türünün etkili olmadığı, asıl etkinin boya çeşidine ait olduğu belirlenmiş ve en iyi sonucun sentetik boyada elde edildiği bildirilmiştir [32].

Sarıçam, kayın ve meşe odunundan elde edilen deney örnekleri %8, %12, %15 rutubet miktarlarına getirilmiş ve üzerlerine selülozik, poliüretan ve su bazlı vernik uygulanarak, ağaç türü ve rutubet miktarının vernik katmanı tutunma direncine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, farklı rutubet miktarındaki ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan verniklerin tutunma direncine, rutubet miktarı, ağaç türü ve vernik çeşidinin etkisi önemli bulunmuş, en yüksek tutunma direncinin %8 rutubetteki meşeye uygulanan poliüretan vernikte elde edildiği bildirilmiştir [33].

Yoğunluk ile tutkal yapışma direnci arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada; yoğunluğu yüksek olan ağaç malzemenin yapışma direncinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir [34].

Kiraz ve armut malzemelerden hazırlanan örneklerin işlenmesi sürecinde farklı parametrelerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi araştırılmıştır. Deney örnekleri, 6 m/dk, 9 m/dk, 12 m/dk besleme hızı ve 7200 devir/dakika mil dönme hızında, 1,4 mm kesme derinliğinde rendelenmiştir. Sonuç olarak, mil dönüş yönünde besleme yapılarak gerçekleştirilen rendeleme işleminde daha pürüzsüz yüzeyler elde edilmiştir [35].

Emprenyeli ve doğal haldeki sarıçam, Doğu kayını, kestane ve sapsız meşe örneklerinin farklı çözeltiler ile renkleri açıldıktan sonra yüzeylerine su bazlı ve sentetik vernik uygulandığında; renk açma gereçlerinin, verniklerin tutunma direncini ortalama %3-5 azalttığı, su bazlı vernikte en iyi sonucun elde edildiği bildirilmiştir [36]. Benzer bir çalışmada, emprenye işleminin, ağaç malzemedeki renk değiştirici ve yüzey pürüzlülüğünü artırıcı etki yaptığı belirlenmiştir [37].

Vernik katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve tutunma direncine etkisi incelenmiş ve bu amaçla sarıçam, kayın ve meşe odunlarından hazırlanan deneme panelleri üzerine sentetik, poliüretan ve akrilik vernikler farklı kalınlıklarda uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, polimerik esaslı verniklerde katman kalınlığı artışının tutunma direncini yükselttiği bildirilmiştir [38].

Odun koruma amaçlı kullanılan emprenye maddeleri ile işlem gören sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe örneklerine uygulanan sentetik esaslı ithal vernik, yerli üretim sentetik vernik ve sentetik esaslı yatex renkli dış cephe verniklerinin tutunma dirençleri belirlenmiştir. Sonuç olarak; en yüksek tutunma direncinin, sentetik vernik ile işlem gören sarıçam kontrol örneklerinde, en düşük ise IV. mevsim sonucunda protim WR-230 uygulanmış yatex vernikli sapsız meşe örneklerinde elde edildiği ve emprenye maddelerinin, verniklerin tutunma direncini %3-5 oranında azalttığı bildirilmiştir [39].

Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) odunlarına, poliüretan, selülozik ve akrilik vernik uygulanmış ve kuru film kalınlıkları ile tutunma dirençleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, film kalınlığı ve tutunma direnci bakımından en yüksek değer poliüretan vernikte ve Doğu kayınında olduğu belirtilmiştir [40].

İmersol Aqua ve tik yağı kullanılarak 24, 72, 144 saat daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmilleriana* Mattf) odunlarına poliüretan ve sentetik esaslı vernikler uygulanmıştır. Verniklerin tutunma direnci en yüksek tik yağı ile işlem görmüş cam cila vernikli Doğu kayınında, en düşük 144 saat süre ile tik yağında bekletilen poliüretan vernikli sarıçamda olduğu bildirilmiştir [41].

Karaağaç (*Ulmus campestris* Spach.) odununda renk açma işleminin vernik katmanı tutunma direncine etkisini belirlemek amacıyla hazırlanan deney örnekleri üzerine % 25'lik konsantrasyondaki NaOH+H₂O₂ ve NaSiO₃+H₂O₂ çözelti grupları kullanılarak renk açma işlemi yapılmıştır. Daha sonra hazırlanan örneklere poliüretan ve poliester vernik uygulanarak vernik katmanının tutunma dirençleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, tutunma direnci en yüksek, kontrol ve II. grup çözelti uygulanmış örneklerde poliüretan vernik uygulamasında, en düşük, poliester vernik katmanında I. ve II. grup çözelti uygulanmış örneklerde ve kontrol örneklerinde elde edildiği bildirilmiştir [42].

Bazı ticari ağaç türlerinin verniklenebilme özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada Doğu kayını, Anadolu kestanesi, sakallı kızılağaç, sarıçam odunları ile selulozik, poliüretan ve akrilik vernik çeşitleri kullanılmıştır. Örnekler üzerinde hava kurusu yoğunluk, pürüzlülük, kuru film kalınlığı, tutunma direnci değerleri belirlenmiştir. Sonuçta, Doğu kayınının direnç değerlerinin daha yüksek çıktığı, akrilik verniğin diğerlerine göre daha yüksek direnç değerlerine sahip olduğu, yüzey düzgünlüğü arttıkça direnç değerlerinin arttığı ve Doğu kayınında radyal kesitin tutunma direnci değerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir [43].

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, ülkemiz orman ürünleri ve mobilya ve dekorasyon endüstrisinde sık kullanılan yayvan yapraklı ağaçlardan Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve meyve ağaçlarından kiraz (*Prunus cerasus*) odunları tercih edilmiş olup, bunlara ilişkin genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.1.1. Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.)

Doğu kayını 30-40 metreye kadar boylanabilen, 1 metrenin üstünde çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli birinci sınıf orman ağacıdır. Coğrafi yayılışı olarak; Kafkasya, Kuzey İran, Türkiye ve Kuzeydoğu Avrupa'da yayılır. Türkiye'de asıl yayılışını ve en iyi gelişimini Karadeniz sahillerinde yapmaktadır. Istranca Dağları, Tekirdağ ve İstanbul yöresi, Bolu, Kastamonu, Zonguldak çevreleri ve bütün Karadeniz kıyı bölgeleri ormanlarında yetişen önemli bir ağaç türüdür. Ayrıca, Amanos dağlarında ve Pozantı ile Seyhan arasında Toros dağlarında da rastlanır. Doğu kayını en çok 1800 metre rakıma kadar çıkar. Olgun odunlu, çap kesitte genellikle tek renkli bir ağaçtır. Öz odunlu olanların diri odunu kırmızımtırak beyaz, öz odunu kırmızımtırak kahverengidir [44, 45].

Türkiye'de, özellikle son yıllarda parke, araba ve otobüs karoseri yapımında, mobilyacılıkta, kontrplak sanayinde çok kullanılmaktadır. Tornacılık alanında, oyuncak, kalıp, takunya, alkolsüz maddeler için fiçı, mutfak aletleri, mandal, elbise askısı, sandalye, sandal, fırın küreği, elek kasnağı, tarım aletleri, kısa alet sapları, fırça tahtası, demiryolu traversi yapımında kullanılmaktadır. Doğu kayınının eğilme direnci az olduğundan yapıda kullanılmamakla beraber, merdiven basamak ve trabzanları ile eşiklerde kullanılmaktadır [44, 46].

3.1.2. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

Sarıçam geniş coğrafi yayılış gösteren çam taksonlarından biridir. İskoçya'dan başlayarak tüm Avrupa, Alpler, Pirene, Voj, Karpatlar ile Balkanlar, İskandinavya, Türkiye ve Asya'da çok geniş alanlarda yayılır. Türkiye'de Kuzey Doğu Anadolu'da saf sarıçam ormanları vardır. Diğer ağaçlarla karışık olarak bütün Anadolu'nun kuzey kesiminde yetişir. Güneye en çok indiği nokta Kayseri-Pınarbaşı dolaylarıdır.

Diri odun sarımsı soluk kahverengi, öz odunu ise belirgin kırmızıdır. Özellikle özışınlarında çok sayıda reçine kanalları vardır. Reçinesi temizlendikten sonra boyanabilir. Zor verniklenir. Vida ve çivi ile bağlantısı yeterlidir. Görünüşünü bozan mavi lekelenme, estetik değerini azaltır. Ancak, mavi lekelenme, ağacın fiziksel dayanımında olumsuz etki yaratmaz. Ticaret dünyasında kırmızı odun olarak bilinen odunlarından başta telgraf ve telefon direkleri, demiryolu traversleri olmak üzere; inşaat alanında, döşemecilik, çatı ve döşeme kirişi, marangoz ve doğramacılıkta, kâğıtçılıkta ve plastik ve selefon yapımında kullanılır. Odunu genel olarak yumuşak kullanım alanları için uygun olup budaksız ve iyi kalite özelliklerine sahiptir [44-46].

3.1.3. Kiraz (*Prunus Cerasus*)

Yaygın olarak meyve bahçelerinde yetişen kiraz'a Karadeniz bölgesindeki ormanlarda da dağınık olarak rastlanır. Kiraz, göbek odunlu ağaçlar grubundandır. Dışodunu dardır. Dağınık gözeneklidir. Gözenekleri, ilkbahar dokusunda iri, sonbahar dokusunda incedir. Yıl halkaları belirgindir. Düz çizgili veya dalgalı damar desenleri yapar, ancak damar desenleri fazla belirgin görünmez. Öz ışınları tek tek görünmez. Gruplar olarak yüzeye parlaklık verir [47, 48].

Mobilya ve iç mimaride masif olarak ve kaplama olarak kullanılmaktadır. Tornalı, kakmalı ve oymalı işlerde, müzik aletleri ve bilimsel aletlerin yapımında, modelcilik işlerinde aranan odun türüdür. Masif ve kaplama olarak piyasada bulunan kira odununun masif hali çoğunlukla gövde boyutlarına uygun ölçülerde biçilerek

piyasaya sürülür. Soyma ve dilimleme yöntemi ile elde edilen kaplamaları düz desenli, bazen de kök kaplamayı andıran karışık desenlidir [47, 48].

3.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü üzerine çalışmalara ilk olarak metal endüstrisinde ve 1930'lu yıllarda başladığı bilinmektedir. Ağaç malzemelerin yüzey pürüzlülüğü ile ilgili araştırmalar ise metal endüstrisinden sonra başlamış ve Kollman 1957, Ehlers 1958, Marian ve arkadaşları 1958, Suchsland 1957 ve Pahlitzsch 1961 tarafından yürütülmüştür [49].

Orman ürünleri endüstrisinde yapılan yüzey pürüzlülüğü çalışmalarında metal endüstrisinde olduğu gibi uygun test yöntemi ve değerlendirmesinin tam olarak yerleşmediği açıktır. Bunun önemli etkenleri olarak; odunun heterojen yapısı yanında mevcut yöntemlerin her birinin hız, duyarlılık vb. gibi bazı sınırlamaları gösterilmektedir. Bu nedenle kullanılan alet, yöntem ve değerlendirmeler gittikçe geliştirilmektedir. Denenen yöntemler arasında farklı görüşler ileri sürülmesine rağmen, iğne taramalı yöntemin en etkin teknik yöntem olduğu ve dolayısıyla kullanımının daha uygun olacağı belirtilmektedir [49, 50].

Pürüzlülük, üretim yöntemleri sonucu parça yüzeyinde oluşan şekil ve dalgalanma hataları dışında kalan, oldukça küçük ve periyodik olarak tekrarlanan düzgünlük sapmalarıdır [51]. Uygun tekniklerle işleme yöntemleri sonucunda makine hassasiyeti, kesici ve malzemeden oluşan ve periyodik olarak tekrarlanan hatalar sınırlı olup, pürüzlülük kapsamında değerlendirilmektedir [19].

Odun yüzeyleri, uygun tekniklerle iyi planyalanmış, frezelenmiş, tornalanmış ve zımparalanmış olarak düşünülse bile, yüzey üzerindeki hücre boşlukları nedeniyle düzgün değildir. İşlenmiş bir ağaç malzeme yüzeyi büyüteç altında incelendiğinde parçalanmış liflerin ve diğer elemanların görüntüsü, dağlar arasında vadiler oluşmuş gibi bir görüntü verir. Bunlar yüzeyde ortaya çıkan çıkıntı ve girintilerden oluşan periyodik dalgalar serisidir. Dağa benzetilen çıkıntılı kısımların, girintili kısımların

en alt düzlemine kadar düzeltilmesi, yani girinti-çıkıntı farklılığının en aza indirilmesi, pürüzsüz bir yüzey veya en az pürüzlülük için gereklidir [9].

Pürüzsüz veya az pürüzlü bir yüzeye dokunulduğunda yumuşak bir his verir. Bu da psikolojik yönden üretilen mobilya vb ürünlerin estetik değerini yükseltir. Pürüzsüz yüzey denilince, işleme ve yapısal bozuklukların en az olduğu yüzeyler anlaşılır [52].

3.2.1. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler

Ağaç malzemelerin yüzey pürüzlülüğünü veya yüzey kalitesini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar üç ana grupta toplanabilir [53].

Ağaç malzeme ile ilgili özellikler; odunun anatomik yapısı, kalite sınıfı, rutubeti, özgül ağırlığı ve çalışması.

Kesici aletlerle ilgili özellikler; Aletlerin üretildiği malzeme, alet geometrisi, aletlerdeki bıçak sayısı ve bıçakların keskinliği.

İşleme alet veya makineleri ile ilgili özellikler; İşleme esasları (kesme ve itme hızları) işleme toleransları (kesiş derinliği, yonga boyutu, birim uzunluktaki bıçak izi sayısı) ile kesme gücü.

Ağaç Malzemelerin kullanım amaçlarına uygun olarak işlenmesi, ağaç malzeme yapısı ve işleme teknikleri ile yakından ilişkilidir. Pürüzlülük ve yüzey kalitesi belirtilen özelliklerin bir veya birkaçına bağlı olarak değişiklikler gösterebilir [53].

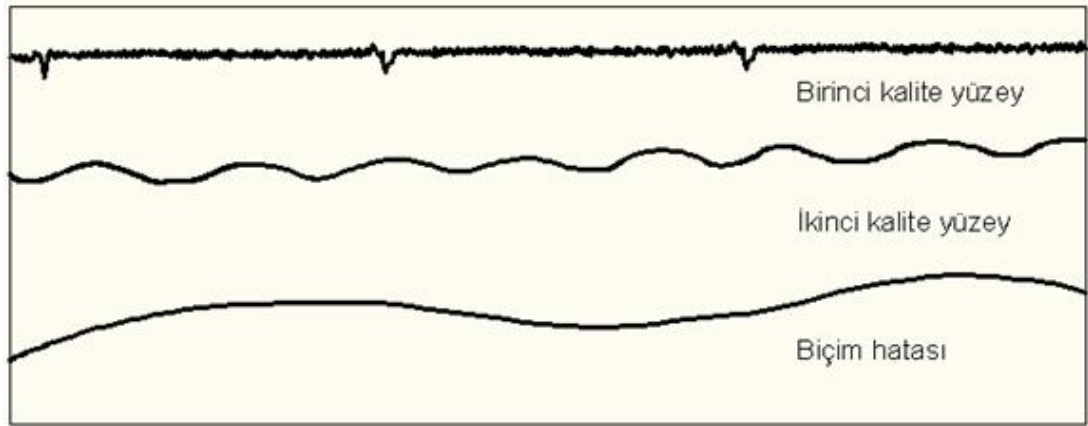
3.2.2. Yüzey pürüzlüğünün sınıflandırılması

Literatürde, yüzeyler birinci sınıf, ikinci sınıf ve bozuk tekstür olmak üzere üç grupta ele alınmıştır [19]. Bu gruplandırma;

Birinci sınıf yüzey: Kesici aletlerin normal hareketlerinden oluşan yüzeydir. Freze ve planya bıçağı izleri ve testere diş izleri normal hareketler olarak kabul edilmektedir (Şekil 3.1).

İkinci sınıf yüzey: Makinede meydana gelen aşınma veya bakım hatalarını yansıtan yüzeydir. Hatalı vibrasyonlar, uygun diş profiline sahip olmayan testereleler, körlenmiş diş ve bıçaklarla yapılan biçme ve kesme işleri sonucu oluşmaktadır.

Bozuk yüzey: Malzemenin genel şeklinde meydana gelen biçim bozulmaları, örneğin burulma, bükülme, çukurlaşma gibi kusurları ihtiva eden yüzeylerdi [19].



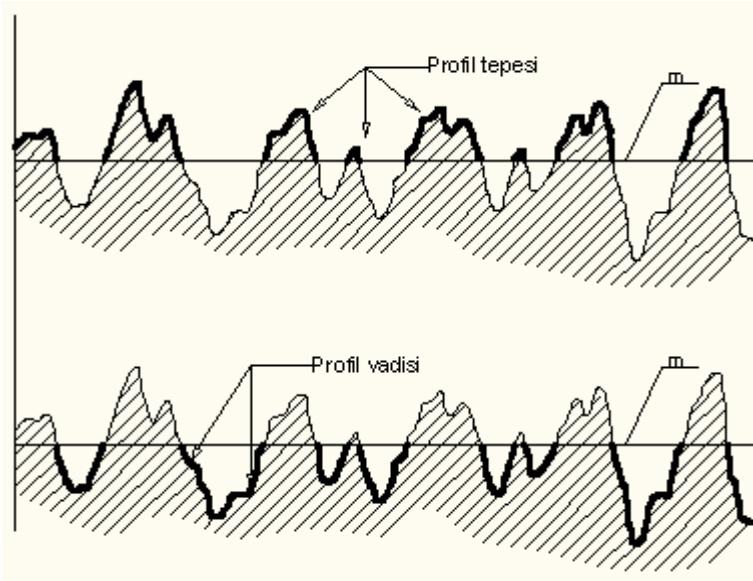
Şekil 3.1. Yüzey pürüzlülüğünün sınıflandırılması

DIN 4760'a göre; birinci derece için makina veya kesicilerin uygunluğundan kaynaklanan şekil hataları, ikinci derece için makina ve kesicilerin sebep olduğu titreşimlerden kaynaklanan dalgalanmalar, üçüncü derece için, kesme ve besleme hızlarına bağlı olarak oluşan periyodik izler, dördüncü derece için malzeme yapısında oluşan yanık, çizik, çatlak vb. girinti veya çıkıntılar ve beşinci derece için tüm hataların bileşimi esas almaktadır.

3.2.3. Yüzey pürüzlülüğü belirleme yöntemleri

Dokunmalı iğneli tarama yöntemi:

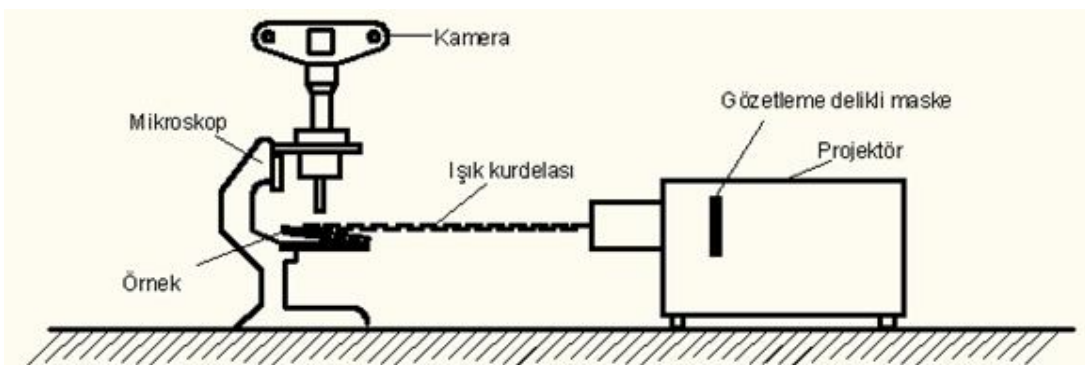
Cihazın tarama iğnesinin elmas ucu gözenekler etrafında hareket ederken, ucu gözeneklerin içine doğru girip çıktıkça çizici kalem konturlarını Şekil 3.2'de gösterildiği gibi kaydetmektedir [54].



Şekil 3.2. Dokumalı iğne tarama metodu ile elde edilen yüzey grafiği [54].

Işık kurdela yöntemi:

Yüzey pürüzlülüğünü belirlemek için, ince kurdela şeklinde bir ışık demeti örnekler üzerine gönderilip mikroskop altında geri yansıması incelenmektedir. Mikroskoba bir kamera yerleştirilerek yansımanın görüntüsü kaydedilmektedir (Şekil 3.3). Görüntü ince ve sivri bir ışık şeridi halindedir. Bu yöntemin, zımparalanmış yüzeylerin ölçülmesinde yeterli olmadığı, testereler ile biçilmiş yüzeylerde uygulanabileceği bildirilmiştir [54].



Şekil 3.3. Işık kurdela yöntemi ile yüzey pürüzlülüğü ölçme

Yüksek ışık yöntemi:

Buna yöntemde, odun yüzeyine dar açıda bir ışık kaynağı yerleştirilmektedir. Kaynağından gelen ışık akışı odun dokularına girmekte, keskin bir objektif ile yüzeylerin fotoğrafları çekilerek girinti ve çıkıntılar görüntülenmektedir.

Forster aleti ile ölçme:

Bu alette deney örneği bir motor yardımı ile 1-5 mm/dak hız ile yandan hareket ettirilmektedir. Bu hareket salınımı, iğne irtibatlı olup, yarıçapı odun yüzeylerine göre 50-60 µm olan iğne, gezer bir durumdadır. İğne, saniyede 50-100 kez aşağı yukarı hareket ederek yüzey konturlarını bir film üzerine işlemekte, iğne hareketine uyumlu bir ayna ışık demetini yansıtmakta ve salınımın fotoğrafı film üzerinde görüntülenmektedir [53].

3.3. Vernik

Ağaç malzeme ile hazırlanan mobilya ve dekorasyon elemanlarının harici etkilere karşı dayanımlarını artırmak ve estetik değer kazandırmak için yüzeylerine uygulanan vernikler genellikle kuruma özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan verniklerin önemli özellikleri aşağıda verilmiştir.

3.3.1. Poliüretan vernik

İki komponentli bir vernik olup kimyasal tepkimeli vernikler grubundadır. Eritici inceltici sıvı buharlaşırken elemanları kimyasal tepkimeye girer. Bunlar alkollenmiş kuruyan yağlar, polieterler ve poliesterler ile kastoryağı türevleri gibi bünyesinde hidroksil (OH) bulunduran bileşenlerin izosiyanatlarla reaksiyonu sonucu meydana gelen ve yapısında N-C-O bulunduran bileşiklerdir [26, 55].

Poliüretan vernikler, kuruma sistemlerine bağlı olarak yağ modifiyeli, nem kürlenmeli, bloke sistemli, ön polimer+katalizörlü ve iki komponentli olarak beş

çeşit üretilmektedir. İki komponentli poliüretanların dolgu, parlak, mat ve ipekmat olan tipleri piyasada mevcuttur. Ağaç malzemenin çalışmasına uyum sağlayabilecek ölçüde esnek katmanlar oluşturduğu gibi mekanik etkilere, asit ve bazlara, su, nem, kuru ve ıslak sıcaklık etkilerine dayanıklıdır. Tam kuruma sonunda dönüşümsüz katmanlar verir. Katmanı, ultraviyole ışınlan etkisiyle sararma yapar [26, 31, 56].

Poliüretan verniklerin polimerleşme reaksiyonlarını sürdürdükleri yüzeyde tamamlamaları önemli bir üstünlük olup, bu durum ahşap yüzeyle bağlantı gücünü (adhezyon) arttırıcı etki yapmaktadır. İç dekorasyonda banyo hariç bütün mekânlarda kullanılabilir. Ancak su ile temas eden yüzeylerde, yüzeyin tamamının kaplanması gerekmektedir [31].

3.3.2. Akrilik vernik

Akrilik vernik, iki komponentli akrilik reçine esaslı üstyüzey gereçidir. Mobilya sanayisinde her çeşit masif ve kaplama ile özellikle renk değişikliği ve sararmanın istenmediği pahalı kaplamalarda kullanılmak için geliştirilmiştir [57].

Akrilik verniğin birinci elemanı, akrilik ve metakrilik asitlerin polimer veya kopolimerleri olan akrilik ester reçinesidir. Akrilik vernikte ikinci eleman (sertleştirici) poliizosiyanat olup, tuluolden geliştirilmiştir. Tiner karışımı, reçinenin özelliğine göre hazırlanır. Akrilik ester reçineleri birçok çözücüde çözünebilir. Ayrıca normal sıcaklığın üzerinde bazı çözücülerle yumuşatılabilmektedirler [58].

Hem akrilik hem de metakrilik asitler alkollerle esterleştirilebildiğinden polimer oluşturulurken kullanılacak iki ayrı monomer serisi mevcuttur. Ayrıca bu değişik monomerlerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla çok değişik akrilik reçineler oluşturulabilir. Akrilik esterlerin boya ve vernik endüstrisinde kullanılmasının nedeni; yaşlanma sonucu bozulmaya dayanıklılığı, su beyazı orijinal rengi, renk değişmesine (sararma) ve yüksek sıcaklığa dayanıklılığıdır. Ayrıca elektriğe karşı dirençli olup, pigment ilavesi yapıldığında dayanıklı ve esnek filmler verir. Boya ve

vernük için kullanılanları organik asitlerde çözülmüş hâlde, emülsiyon veya latex şeklinde piyasada bulunmaktadır [58].

3.3.3. Su bazlı vernük

Su içerisinde çok küçük polimer damlacıklarının homojen şekilde dağıtıldığı sistemdir. Suyun buharlaşması ile polimer tanecikleri kaynaşarak kuru film oluşturmaktadır [59]. Su çözücülü vernük, akrilik üretan reçinelerden elde edilen tamamen renksiz bir vernüktür. Üretimdeki bağlayıcı, poliüretan ve akrilik reçineler, solvent olarak su ve eter glikol kullanılır. Parlak vernük üretiminde bileşime pigment katılmazken yarı mat olanlarda matlaştırıcı maddeler kullanılmıştır [30]. Su çözücülü sistemlerin solvent çözücülü sistemlere göre, yüzey gerilimini azaltma, pigment ıslatıcılığını artırma, köpüklenmeyi azaltma ve emülsiyon yapıcı maddeleri kontrol altında tutma gibi konularda sorunları bulunmaktadır. Buna karşın bazı reçinelerin karışabilirliği ve birlikte kullanılması gibi, solvent çözücülü sistemlerde çok defa mümkün olmayan üretim esneklikleri ve imkânları vardır [28].

Sistemin ağaççileri sektörüne girişini güçleştiren sebepler, ilk zamanlarda kullanılan örneklerinin ağaç malzemedede lif ve doku kabarmasına sebep olması, tamir bakım imkânlarının az oluşu ve mobilya fabrikalarının cila hatlarındaki kurutma kabinlerinin metal kısımlarının su buharı etkisiyle paslanabileceği endişesinden kaynaklanmıştır [28].

Su çözücülü sistemlerde esas çözücü su olmakla birlikte katman yapıcı olarak kullanılan reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Bu sistemde kuruma mekanizması suyun buharlaşması esasına göre kurulu olup, su genellikle yardımcı solventlerden önce ayrılır. Kuruma aşamasında katmandan en son ayrılan solvent önem taşımaktadır. Çünkü karşılaştırılması muhtemel bir çok katman kusuru bu son ayrılan solventin özelliklerine bağlı olarak giderilebilir. Başlangıç kuruması da yine yardımcı solventler tarafından belirlenir ve genellikle kurumayı yavaşlatmak üzere yardımcı solvent olarak, glikol eter, dietilen glikol, monobutil eter, diaseton alkol ve butoksi

etanol kullanılır. Uygulama ortamının bağıl nemi yüksek olduğunda, suyun buharlaşması zorlaştığı için yardımcı solventler daha önce ayrılır [28].

3.4. Yapışma Direnci

3.4.1. Moleküler çekim kuvvetleri

Katı, sıvı ve gaz haldeki maddeleri bir arada tutan kuvvetler ile ilgili olarak yapılan araştırmalar iki varsayımı ön plana çıkartmaktadır.

- Moleküller arasında birçok tipte moleküler çekim kuvveti vardır.
- Aynı çekim kuvvetinin birçok değişik derecesi bulunmaktadır.

İkinci varsayımın doğruluğu kanıtlanmıştır. Mevcut durumda bu kuvvetler, I. ve II. Valans kuvvetleri şeklinde iki tip olarak kabul edilmiştir [60].

Birinci valans kuvvetleri:

Bir molekülün kendi atomları arasında veya farklı iki molekülün iki atomu arasında doğrudan kurulan kimyasal bağlardır. Bu kimyasal bağlar;

- Metalik bağ,
- İyonik bağ,
- Kovalent bağ olmak üzere 3 tiptir.

Metalik bağ, aynı kutuplu iyonlar arasında kurulur ve üstyüzey işlemlerinde kullanılan malzemelerde bu bağ oluşumu görülmez. İyonik bağ zıt kutuplu iyonlar arasında kurulmakta olup, inorganik madde tepkimelerinde önemli olmakla birlikte üstyüzey malzemelerinde çok az kullanılır. İyonik bağ oluşumunda iyonlar zıt kutuplu olduğu için bir atomdan diğer atoma elektron transferi söz konusudur. Kovalent bağ iki atom arasında elektron paylaşımı esasına göre kurulur. Atomlar nötr haldedir. Elektron paylaşımı sonucu atomun dış elektron çekirdeği tamamlanır.

Atoma elektron katılımı genellikle element sembolünün yanına konulan noktalar ile gösterilir. İki ya da üç bağlı kovalent bağlar iki atom arasında geliştiği için birinci valans kuvveti olarak kabul edilir. Bu bağlar kimyasal bileşenlerin elemanlarını da birbirine bağlar. Birinci valans kuvvetleri ısı, damıtma vb. şartlarda bileşiğin hüviyetini muhafaza edecek ölçüde kuvvetlidir [60].

Birinci valans kuvvetleri farklı moleküllerin iki atomu veya aynı moleküllerin iki atomu arasında kurulmaktadır. Bu sebeple, monomerik moleküllerin polimerik molekül olarak şekillenmesinde bu kuvvetlerden yararlanılabilmektedir. Bu durumda polimer, uygun fonksiyonellikteki monomerlerin tepkimesi ile şekillenmektedir. Organik bileşiklerin atomları arasında kurulan kovalent tipi birinci valans kuvvetleri günümüzde bir çok maddenin üretiminde kullanılmaktadır [60].

İkinci valans kuvvetleri:

İkinci valans kuvvetleri Van Der Waals kuvvetleri olarak da bilinir. Moleküller arasında gelişen bu kuvvetler, moleküler yapıda elektrostatik olarak aktif olan bölgelerin çekiminin bir sonucudur. Moleküller (+) veya (-) elektrik yüklü olabildiği gibi elektriksel olarak nötr halde de olabilirler. Molekül içerisindeki (+) ve (-) kutuplar simetrik olarak düzenlenmiş ise, molekül "a polar", asimetrik düzenlenmiş ise "polar" olarak tanımlanır. Moleküllerin polarite farklılığı ikinci valans kuvvetlerini etkiler. Her iki polarite grubuna sahip moleküller arasında kurulan bağlar genellikle daha güçlüdür. Moleküller arasında sıfırdan başlayıp çok yüksek rakamlara ulaşan geniş polarite dereceleri bulunmaktadır. Moleküllerin sahip olduğu polarite derecesi, ikinci valans kuvvetinin gücünü belirler. Termoplastik malzemelerde moleküllerin polarite derecesi ikinci valans kuvvetinin gücünü belirlediği gibi koruyucu katmanın dayanıklılığının da ölçüsüdür. Diğer taraftan polarite katman yapıcı malzemelerin çözünürlüklerini de tayin eder. Örneğin, polar olan malzemeler genellikle polar çözücülerde, polar olmayanlar ise polar olmayan çözücülerde çözündürülür [27].

Katı malzemelerin sıvılarda çözünebilme yetenekleri ile ilgili olarak önemli olan bir konu, katı ve sıvıların çözünmesinde sadece polaritelerinin yeterli olmayışıdır. Örneğin, su güçlü bir polariteye sahip olup polar maddeleri çözme gücü yüksektir. Diğer taraftan selüloz molekülü hidroksil grubu ihtiva ettiğinden suda çözünmesi beklenir. Hâlbuki yüksek polimer ağırlığı nedeni ile selüloz suda erimez sadece şişer. Bir selüloz esteri olan nitroselüloz sadece ester tipi çözücülerde çözünürken, etil asetat ve butil asetat diğer polar çözücülerde çözünür. Buna göre çözünmede cismin polaritesinin yanı sıra molekül ağırlığı da etkili olmaktadır [60].

3.4.2. Moleküler kohezyon

Hidrokarbonlarda karbon ve hidrojen elementlerini bir arada tutan kuvvet birinci valans kuvvetleri olup, fiziksel durumu ikinci valans kuvvetleri belirler. Örneğin, polietilen kauçuk benzeri bir katı maddedir. Çünkü molekülleri bir arada tutan güçlü ikinci valans kuvvetlerine sahiptir. Bu kuvvetler daha küçük moleküle sahip olan parafinde daha zayıftır. Bu sebeple parafin polietilene göre zayıf bir katıdır. Molekül ağırlığı azaldıkça ikinci valans kuvvetleri zayıflar, molekül ağırlığının sürekli azalmaya devam etmesi sonucunda madde normal şartlarda gaz hale geçer. Sıvı haldeki üstyüzey malzemesi ağaç malzeme yüzeyine uygulandığında molekül düzenlenmesinin kusursuz olabilmesi için formülasyonlarında çabuk uçucu çözücülere yer verilmez [60].

3.4.3. Adezyon (Tutunma)

Adezyon, “İki yüzey arasında, ya bağ kurarak ya da birbirinin içine geçmesi sonucu veya bunların her ikisinin birden kullanılması ile bir arada tutulabilmesi için gerekli olan yüzeyler arası kuvvetler” olarak tanımlanmakta ve kaldırma, kazıma kuvvetleri ile ölçülebilmektedir. Bu durumda, adezyonu, organik bir katmanı kaldırmak, yapışkan bir bağlantıyı kopartmak, bir bandı çıkarmak vb. için gereken kuvvet olarak tanımlamak gerekir [27].

Kimyasal adezyon:

Vernik katmanı ile odun yüzeyi arasında kurulan bağ kimyasal bir bağıdır. Polimerizasyon tepkimeleri ile sertleşen verniklerin molekülleri arasında C=C, C=O, C=H bağları kurulmaktadır. Selülozun kimyasal yapısında (C₆H₁₂O₅) C, H, O elementleri olduğu için polimerler ile selüloz yapı arasında kimyasal bir bağ kurulacağı düşünülmektedir [4].

Kovalent bağların gücü Van Der Waals çekim kuvvetlerinden bir veya iki kez daha büyüktür. Yapışmayı kuvvetlendirmek için birleşme arakesitindeki kimyasal bağlar önemli bir rol üstlenmektedir. İsookyanat, karboksil, amide, amine, hidroksil ve epoksi gibi organik türevler de yapışmayı kuvvetlendirmek için kullanılmaktadır [27].

Elektrostatik adezyon:

Farklı iki malzemenin teması halinde, yük transferinden doğan elektrik yüklü bir çift tabaka meydana gelir. Bu durumda, iki tabakayı birbirinden ayırmak için belirli miktarda iş gereklidir [27]. İki cam parçası birbirine sürtüldüğünde birleşme arakesitinde bir çekim gücü oluşur. Buna elektrostatik (spesifik) adezyon denir. Bu durumda elektrostatik adezyon, sürtünen ya da üst üste duran iki cisim arasında meydana gelen çekim gücü olarak tanımlanır. Adezyonun yüksek olması için yüzeylerin düzgün ve temiz olması ayrıca birleşme arakesitindeki havanın yüzeyinden uzaklaştırılması gerekir.

Mekanik adezyon:

Ağaç malzemedeki boyuna kesilmiş hücrelerin lümen boşlukları ve hücreler arası boşlukların yarattığı bir pürüzlülük söz konusudur. Sıvı hâlde iken bu boşluklara dolan ve orada sertleşerek katı hâlde gelen vernik ile yüzey arasında elektrostatik ve kimyasal adezyonlardan farklı bir bağ oluşur. Buna mekanik adezyon denir [4]. Mekanik adezyon, sıvıyı içine geçirebilecek yapıdaki, giysi ve kağıt gibi yüzeyler için de önemlidir. Mekanik adezyonda sertleşen katman ile yüzey arasında mekanik

bir kilitleme sağlanır. Ancak, katman ile yzzey arasında sıkı bir temas kurulmamış ise adezyon azalır [27].

Asit-baz adezyon:

Sulu bir cözeltide proton fazlalığı asidik, hidroksit fazlalığı ise bazik özellik gösterir. Buna göre, nötr bir cözeltinin pH değeri 7'dir. Cözelti asitlendirilirse H^+ iyonları artar ve pH 7'den küçük bir değeri gösterir. Bu iyonların azalmasıyla pH 7'nin üzerine çıkar [60]. Asit-baz teorisine göre, katman ile yzzey arasındaki asit-baz etkileşimi yapışmadaki bağ kuvvetini, yzzeydeki asit veya baz değişimleri katmanın adezyonunu artırır [27].

4. MALZEME VE YÖNTEM

4.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, ülkemizde mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), yayvan yapraklı ağaçlardan Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve kiraz (*Prunus cerasus*) odunları deney materyali olarak tercih edilmiştir. Ağaç malzeme seçiminde; kereste renginin doğal, liflerinin düzgün, budaksız, ardaksız, normal büyüme göstermiş, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına dikkat edilerek TS 2470’de belirtilen esaslara uyulmuştur [61]. Deneylerde kullanılan ağaç malzeme piyasadan rastgele seçilerek temin edilmiş, yıllık halkalara teğet ve radyal yönlerde biçilmiştir.

4.2. Vernik

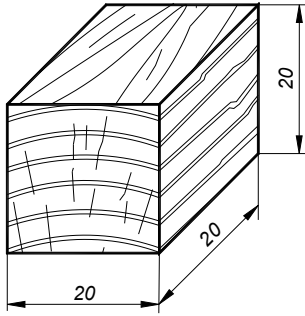
Deney örneklerinin verniklenmesi için akrilik vernik, poliüretan vernik ve su çözücülü vernik kullanılmıştır.

4.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Hava kurusu rutubetteki örnekler 110 x 110 x 12 mm ölçüsünde taslak olarak daha sonra esas ölçüsü olan 100 x 100 x 10 mm boyutlarında ve kerestelerin diri odun kısımlarından her bir ağaç türü, kesiş yönü, vernik çeşidi ve zımpara çeşidi için 3 x 2 x 3 x 3 deneme desenine göre 10’ar adet olmak üzere toplam 540 adet deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler, iyi havalandırılabilen ve direkt güneş ışığı almayan ortamda, ortalama 20 ± 2 °C sıcaklık ve 50 ± 5 bağıl nem şartlarında ağırlıkça değişmez hâle gelinceye kadar bekletilmişlerdir. Ön kontrolde ortalama rutubet miktarı, rasgele seçilen 20 örnekte $9 \pm 0,5$ olarak belirlenmiştir. Daha sonra, yapılan deneylere ilişkin standartlar esas alınarak örnekler, nihai haline getirilmiştir.

4.3.1. Rutubet tayini

Rutubet tayininde kullanılan örnekler TS 2470’de belirtilen esaslara göre, kenarları 20 mm olan küp biçiminde Şekil 4.1’deki gibi hazırlanmıştır.

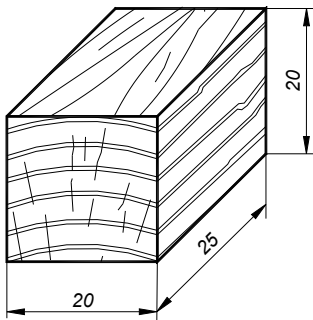


Şekil 4.1. Rutubet tayini deney örneği (ölçüler mm)

Rutubet belirlemede, TS 2471’de belirtilen esaslara uyulmuş, her ağaç türünden 20 adet olmak üzere toplam 60 (3x20) adet örnek hazırlanmıştır [62].

4.3.2. Yoğunluk tayini

Yoğunluk tayininde kullanılan örnekler TS 2470 esaslarına uyularak lifler yönünde 25 mm, enine kesitte ise 20x20 mm boyutlarında hazırlanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Yoğunluk tayini deney örneği (ölçüler mm)

Yoğunluk belirlemede, TS 2472 esaslarına uyulmuştur [63]. Hava kuru yoğunluk değerleri için her ağaç türünden 20 adet olmak üzere toplam 60 (3x20) adet örnek hazırlanmıştır.

4.3.3. Zımparalama

Örnekler, ASTM–D 1666–87 esaslarına uyularak hazırlanmıştır [64]. Bu maksatla 540 adet deney örneği denge rutubetine getirildikten sonra kontak bant zımpara makinesinde 80, 120 ve 180 numara zımpara ile yıllık halkalara teğet ve radyal yönde zımparalama işlemine tabi tutulmuştur. Birinci grup zımparalama işleminde 80 numara zımpara, ikinci grup zımparalama işleminde taslaklar, önce 80 numara zımpara ile daha sonra 120 numara zımpara, üçüncü grup zımparalama işleminde ise taslaklar, önce 80 numara devamında 120 numara ve son olarak 180 numara zımparalar ile zımparalanmıştır. İşlem, 9 m/dk besleme hızında gerçekleştirilmiştir. Zımpara numarası ve diğer faktörler, sembollerle tanımlanarak, örneklerin arka yüzeylerine etiketlenmiştir.

4.3.4. Yüzey pürüzlülüğü tayini

Yüzey pürüzlülüğü, ISO 4287 esaslarına uyularak belirlenmiştir [65]. Ölçümler, TS 971, TS 929 ve TS 6959’da belirtildiği üzere, ardışık profil değişimini ölçebilen *TIME TR–200* dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülüğü test cihazı ile yapılmıştır [66-68]. Cihaza ait teknik özellikler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yüzey pürüzlülüğü test cihazına ilişkin teknik özellikler [34].

Tipi	TR–200
Ölçme Parametreleri	Ra, Rz, Ry, Rq, Rt, Rp, Rmaks, Rm, R3z, S, Sm, Sk, tp
Ölçme Hassasiyeti	0,01–0,04 µm
Ölçme Standardı	ISO 4287, DIN 4768, JIS B601, ANSI B46.1
Enerji Kaynağı	Lithium ion şarj edilebilir batarya
Ölçme Boyu	Otomatik, 0,25 mm, 0,8 mm, 2,5 mm
Ölçüm Sayısı (Cut–Off)	1–5 Adet (ayarlanabilir)
Uygun Çalışma Sıcaklık ve Nemi	0–40 °C ve <%90 Bağıl nem
Boyutlar ve Ağırlık	140*52*48 mm ve 500 g
Sonuç Alma	LCD Ekran, yazıcı veya PC’ye aktarma

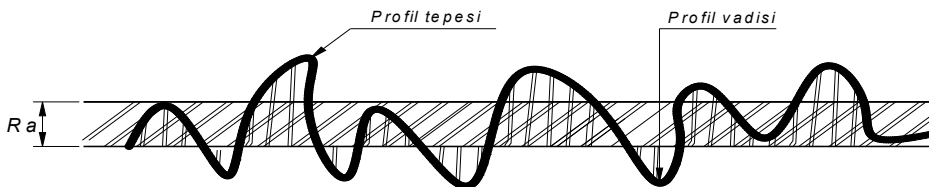
Ölçümler, liflere dik yönde yapılmıştır. Cihaz, 2,5 mm ölçme adımı ve 3 ölçme sayısına (cut-off) ayarlandıktan sonra ölçme kolu, aralığı 20 mm olan iki çizgi arasına yerleştirilmiştir. Örneğin ve cihazın yer düzlemine paralellik durumu kontrol edildikten sonra ölçüm başlatılmıştır. Sonuç, cihazın LCD ekranından okunarak Ra cinsinden kaydedilmiştir (Resim 4.1).



Resim 4.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı [17]

Ölçmede hassasiyetin devamlılığını sağlamak amacıyla, her 100 ölçüm sonunda, cihaza ait kalibrasyon levhası kullanılarak kontrol ölçümleri yapılmış ve gerekli görülen durumlarda cihaz yeniden kalibre edilmiştir.

Cihaz, yüzey pürüzlülüğünü, tarama iğnesinin 5 µm çaplı elmas ucunu, örnek yüzeyinde aşağı-yukarı hareket ettirerek yüzeyde bulunan girinti ve çıkıntıların profilini çıkartarak ölçmektedir. Profil girintileri (vadi) ile çıkıntıları (tepe) arasında bulunan ortalama sapma (Ra) (Şekil 4.3), düzensizliğin on noktadaki yüksekliğinin ortalaması (Rz) ve profilin en fazla yüksekliği (Ry) parametreleridir. Bu çalışmada da, yüzey pürüzlülüğü Ra parametresi esasına göre değerlendirilmiştir.



Şekil 4.3. Yüzey pürüzlülüğü [34]

Vernik uygulaması

Akrilik, poliüretan ve su çözücülü vernik uygulamalarında dolgu verniği için, tartılarak darası alınan örnekler, önce lifler dik daha sonra liflere paralel yönde normal çapraz kat uygulaması şeklinde verniklenmiş ve 24 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan örneklerin 400 numara zımpara ile hafifçe zımparalanmak sureti ile tozları alınıp darası tartılarak birinci kat ve aynı şekilde tozları alındıktan ve darası tartıldıktan sonra ikinci kat vernik uygulaması yapılmıştır.

Örneklerin verniklenmesinde, ASTM-D 3023 esaslarına [69], sertleştirici ve çözücü karışım oranları için üretici firmaların önerilerine uyulmuştur. Vernikleme, bir kat dolgu verniği üzerine iki kat son kat olarak akrilik ve poliüretan vernikler püskürtme tabancası ile su çözücülü vernik ise orta kıl sertliğinde fırça ile sürülmüştür. Her bir kat uygulaması için 90 g/m^2 hesabına göre vernik kullanılmıştır.

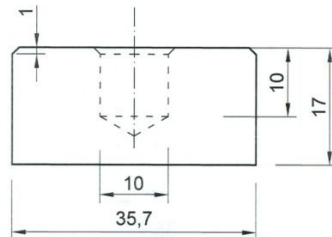
Püskürtme hava basıncı ve tabanca uç açıklığı firma önerisine göre ayarlanmış olup, püskürtme tabancası yüzeyden 20 cm uzaklıkta, yüzeye dik ve paralel olarak sabit bir hızda hareket ettirilmiştir.

4.4. Vernik Katman Tutunma Direncinin Belirlenmesi

Hazırlanan ve arka yüzeylerinde ağaç türü, kesiş yönü, vernik çeşidi ve zımpara çeşidini ifade eden kısaltmaların bulunduğu örnekler Resim 4.2 ve Şekil 4.4'te gösterilen paslanmaz çelikten imal edilmiş ve yapışma yüzeyi düzeltilmiş deney silindirin alt yüzeyine 160 gr/m^2 tutkal hesabı ile epoxy esaslı (Bison epoxy 100) tutkal sürülerek deney örneklerinin ortasına yerleştirilmiştir.



Resim 4.2. Deney silindiri



Şekil 4.4. Deney silindiri

Örnek ortasına yerleştirilen deney silindirleri, 10 dakika içerisinde, yüzeye dik ve eşit şekilde uygulanan basınç altında 24 saat süreyle sıkma kalıplarında bekletilmiştir.

Yüzeyine deney silindiri yapıştırılmış olan örnekler, sıkma kalıbından çıkarıldıktan sonra, çekme kuvvetinin sadece metal silindirin uygulandığı alanda etkili olmasını sağlamak için silindirin yüzeye yapıştırılmasında taşmış olan epoxy esaslı tutkal artıkları temizlenmiştir.

Deneyler, TS EN 4624'e göre [70], Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü üstyüzey laboratuvarında bulunan, 688,1 kgf kapasiteli, TÜBİTAK TOGTAG-110O012 proje desteği ile tasarlanıp üretilen pnömatik adezyon deney cihazında yapılmıştır (Resim 4.3).



Resim 4.3. Pnömatik adezyon deney cihazı

Denemeler, TS 5339 esaslarına göre çekme kuvveti 1 kgf'den fazla olmayan sabit bir hızla artırılmak sureti ile 60 saniye içerisinde gerçekleştirilmiştir.

4.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Vernik katmanı tutunma direncine; ağaç türü, kesiş yönü, vernik çeşidi, zımpara çeşidi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimlerini belirlemek için çoklu Varyans analizi (MANOVA) kullanılmış ve gruplar arası fark önemli çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır. Böylece, denemeye alınan faktörlerin birbirleri arasındaki başarı sıralamaları, *en küçük önemli fark (LSD)* kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü ile vernik tutunma direnci arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla, regresyon analizi yapılarak pürüzlülük–tutunma direnci arasındaki ilişki tanımlanmış ve bu ilişki için elde edilen matematiksel formül verilmiştir.

Veriler, PC için yazılmış MSTAT–C paket programında 0,95 güven düzeyinde değerlendirilmiştir. Metin yazımında Microsoft Word, aritmetik ortalama, standart sapma hesaplamalarında, grafik çizimleri ve regresyon analizinde Microsoft Excel programları kullanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Yoğunluk

Ağaç malzemelerin yoğunluk değerleri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Yoğunluk değerleri (g/cm³)

AĞAÇ TÜRÜ	Doğu kayını		Sarıçam		Kiraz	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	S
Yoğunluk	0,63	0,03	0,51	0,02	0,58	0,02

\bar{X} : Aritmetik ortalama s : Standart sapma

5.2. Yüzey pürüzlülüğü

Ağaç türü, kesiş yönü ve zımpara çeşidine göre yüzey pürüzlülüğü ile ilgili bazı istatistiksel değerler Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Yüzey pürüzlülüğü değerleri

AĞAÇ TÜRÜ	KESİŞ YÖNÜ	ZIMPARA ÇEŞİDİ (No)	Yüzey pürüzlülüğü(μm)					
			Ra		Rz		Ry	
			\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	S
Doğu Kayını	Teğet	80	4,50	0,25	23,09	1,01	34,37	1,74
		120	3,14	0,22	18,67	1,23	27,99	1,63
		180	2,15	0,24	14,02	1,57	22,54	1,92
	Radyal	80	4,35	0,32	22,40	1,58	34,31	2,27
		120	3,01	0,28	16,60	1,56	25,05	2,28
		180	2,07	0,28	13,99	1,52	22,89	1,97
Sarıçam	Teğet	80	4,26	0,23	22,22	1,05	31,47	1,72
		120	3,67	0,14	20,58	0,98	27,84	1,73
		180	2,55	0,17	15,09	1,35	25,96	1,99
	Radyal	80	4,20	0,31	20,73	1,79	31,26	1,97
		120	3,68	0,19	20,85	1,12	28,20	1,86
		180	2,71	0,25	15,66	1,22	26,33	2,03
Kiraz	Teğet	80	4,71	0,32	22,65	1,46	33,05	2,01
		120	3,34	0,33	17,97	1,74	27,27	1,81
		180	2,65	0,18	15,82	1,76	26,39	2,21
	Radyal	80	4,08	0,12	21,01	1,38	30,12	1,93
		120	2,91	0,20	15,93	1,13	23,32	1,70
		180	1,98	0,19	12,51	1,29	21,04	1,72

\bar{X} : Aritmetik ortalama s : Standart sapma

5.3. Ağaç Türü, Kesiş Yönü, Vernik ve Zımpara Çeşidinin Vernik Katmanı Tutunma Direncine Etkisi

Ağaç türü, kesiş yönü, vernik ve zımpara çeşidine göre tutunma direncine ilişkin bazı istatistiksel değerler Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Ağaç türü, kesiş yönü, vernik ve zımpara çeşidine göre tutunma direncine ilişkin bazı istatistiksel değerler

AĞAÇ TÜRÜ	KESİŞ YÖNÜ	VERNİK ÇEŞİDİ	ZIMPARA ÇEŞİDİ (No)	Ra (µm)	Tutunma Direnci (N/mm ²)			
					X _{min}	X _{maks}	\bar{X}	s
Doğu Kayını	Teğet	Akrilik	80	4,55	2,15	2,98	2,44	0,28
			120	3,08	1,97	2,78	2,42	0,32
			180	2,04	1,87	2,75	2,28	0,26
		Poliüretan	80	4,51	3,28	4,09	3,81	0,24
			120	3,17	3,18	3,93	3,55	0,25
			180	2,17	3,00	3,81	3,47	0,29
	Su bazlı	80	4,23	1,62	2,25	1,97	0,24	
		120	3,18	1,65	2,28	1,94	0,17	
		180	2,25	1,44	1,97	1,65	0,18	
	Radyal	Akrilik	80	4,38	2,12	2,74	2,12	0,22
			120	3,17	1,53	2,06	1,84	0,17
			180	1,94	1,53	1,97	1,76	0,14
		Poliüretan	80	4,40	2,65	3,50	3,11	0,31
			120	3,04	2,47	3,18	2,91	0,22
			180	2,09	2,40	3,25	2,92	0,30
	Su bazlı	80	4,30	1,59	2,25	1,98	0,21	
		120	2,95	1,56	2,31	1,77	0,22	
		180	2,16	1,28	1,72	1,44	0,14	
Sarıçam	Teğet	Akrilik	80	4,34	2,19	2,72	2,48	0,16
			120	3,59	2,28	2,68	2,44	0,14
			180	2,64	1,97	2,78	2,40	0,29
		Poliüretan	80	4,24	2,65	3,46	3,05	0,25
			120	3,79	2,34	3,00	2,74	0,24
			180	2,25	2,28	2,92	2,62	0,26
	Su bazlı	80	4,20	1,99	2,53	2,28	0,23	
		120	3,63	1,62	2,00	1,85	0,15	
		180	2,48	1,65	2,06	1,82	0,15	
	Radyal	Akrilik	80	4,38	2,03	2,72	2,30	0,22
			120	3,48	1,78	2,47	2,14	0,20
			180	2,73	1,65	2,19	1,95	0,19
		Poliüretan	80	4,21	2,62	3,46	2,96	0,25
			120	3,76	2,43	3,03	2,67	0,21
			180	2,68	2,12	2,90	2,50	0,27
	Su bazlı	80	4,10	3,61	4,58	4,10	0,27	
		120	3,80	3,46	4,11	3,80	0,23	
		180	2,72	2,16	2,97	2,73	0,25	
Kiraz	Teğet	Akrilik	80	4,78	2,15	3,03	2,54	0,23
			120	3,17	1,90	2,68	2,32	0,23
			180	2,70	1,78	2,37	2,07	0,17
		Poliüretan	80	4,70	3,37	4,09	3,79	0,24
			120	3,39	2,93	4,12	3,35	0,35
			180	2,64	3,00	3,65	3,31	0,23
	Su bazlı	80	4,73	1,75	2,31	2,11	0,16	
		120	3,45	1,59	2,19	1,96	0,18	
		180	2,62	1,53	2,15	1,91	0,18	
	Radyal	Akrilik	80	4,14	2,03	2,84	2,42	0,23
			120	2,67	2,00	2,53	2,25	0,17
			180	1,96	1,59	2,22	2,00	0,21
		Poliüretan	80	4,07	3,03	3,93	3,39	0,30
			120	2,89	2,87	4,00	3,32	0,35
			180	1,93	2,93	3,40	3,15	0,17
	Su bazlı	80	4,02	1,69	2,25	2,00	0,18	
		120	3,17	1,50	2,15	1,78	0,21	
		180	2,06	1,37	1,94	1,64	0,20	

Ra : Ortalama yüzey pürüzlülüğü X_{min} : En düşük değer X_{maks} : En yüksek değer \bar{X} : Aritmetik ortalama s : Standart sapma

Çizelge 5.3'te verilen değerlere göre ağaç türü, kesiş yönü, vernik çeşidi ve zımpara çeşidinin tekli ve grup olarak vernik katmanı tutunma direnci üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine yönelik varyans analizi Çizelge 5,4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. Ağaç türü, kesiş yönü, vernik çeşidi ve zımpara çeşidinin vernik katmanı tutunma direnci üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi

VARYANS KAYNAĞI	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	$P \leq 0,05$
Ağaç Türü (A)	2	3,459	1,729	33,6441	0,0000*
Kesiş Yönü (B)	1	7,563	7,563	147,1424	0,0000*
Etkileşim (AB)	2	1,310	0,655	12,7388	0,0000*
Vernik Çeşidi (C)	2	154,262	77,131	1500,6445	0,0000*
Etkileşim (AC)	4	11,158	2,789	54,2697	0,0028*
Etkileşim (BC)	2	0,612	0,306	5,9567	0,0000*
Etkileşim (ABC)	4	1,837	0,459	8,9335	0,0000*
Zımpara Çeşidi (D)	2	11,640	5,820	113,2281	0,0000*
Etkileşim (AD)	4	0,041	0,010	0,1979	NS
Etkileşim (BD)	2	0,093	0,047	0,9057	NS
Etkileşim (ABD)	4	0,513	0,128	2,4931	0,0423*
Etkileşim (CD)	4	0,098	0,024	0,4743	NS
Etkileşim (ACD)	8	0,035	0,129	0,5164	0,0109*
Etkileşim (BCD)	4	0,635	0,159	3,0872	0,0158*
Etkileşim (ABCD)	8	0,631	0,079	1,5348	0,1425**
Hata	486	24,980	0,051		
Toplam	539	219,863			

* : Fark, 0,05' e göre önemli

** : Fark, 0,05' e göre önemsiz

NS (Nonsignificant): Fark önemsiz

Ağaç türü–zımpara çeşidi, kesiş yönü–zımpara çeşidi ve vernik çeşidi–zımpara çeşidi ikili etkileşimi dışında diğer tüm değişken ve etkileşimlerde $P \leq 0,05$ olduğundan, bu değişken ve etkileşimler tutunma direnci üzerinde etkilidir.

Etkili olan değişken ve etkileşimlerin tutunma direnci değerleri arasındaki farklılıkların ayrımlanması ve seviyelendirilmesi için Duncan Testi yapılmış ve sonuçları aşağıda verilmiştir.

5.3.1. Ağaç türünün tutunma direncine etkisi

Ağaç türüne göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.5'te verilmiştir.

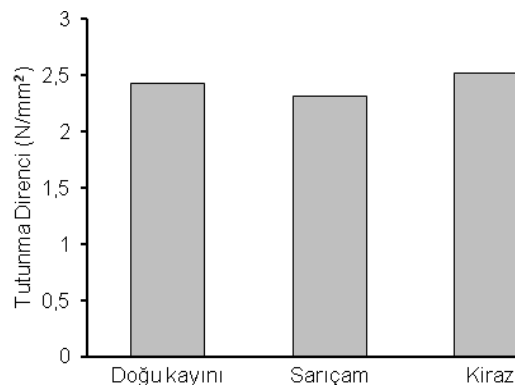
Çizelge 5.5. Ağaç türüne bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homojenlik grupları

Tutunma Direnci (N/mm ²)					
Doğu kayını		Sarıçam		Kiraz	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
2,43	B	2,32	C	2,52	A*
LSD \pm 0,047					

\bar{x} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu *: En yüksek tutunma direnci

Ağaç türüne göre en yüksek tutunma direnci (2,52 N/mm²) kirazda elde edilirken bunu Doğu kayını (2,43 N/mm²) ve sarıçam (2,32 N/mm²) takip etmektedir.

Ağaç türüne göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Ağaç türüne göre tutunma direnci değerleri grafiği

5.3.2. Kesiş yönünün tutunma direncine etkisi

Kesiş yönüne göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.6'da verilmiştir.

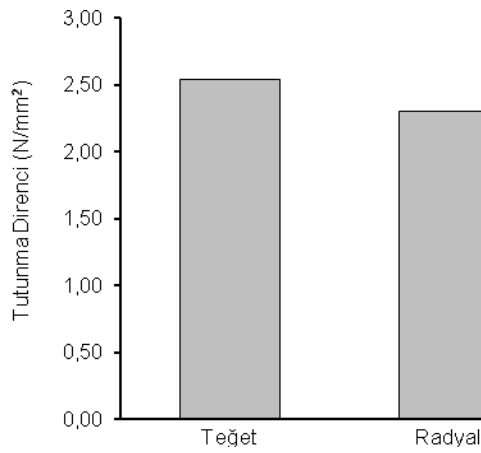
Çizelge 5.6. Kesiş yönüne bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homojenlik grupları

Tutunma Direnci (N/mm ²)			
Teğet		Radyal	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
2,54	A*	2,30	B
LSD ± 0,039			

\bar{x} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu *: En yüksek tutunma direnci

Kesiş yönüne göre tutunma direnci teğet yönde (2,54 N/mm²) radyal yöne (2,30 N/mm²) göre daha yüksektir.

Kesiş yönüne göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Kesiş yönüne göre tutunma direnci değerleri grafiği

5.3.3. Ağaç türü–kesiş yönü etkileşiminin tutunma direncine etkisi

Ağaç türü–kesiş yönü etkileşimine göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Ağaç türü–kesiş yönü etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine

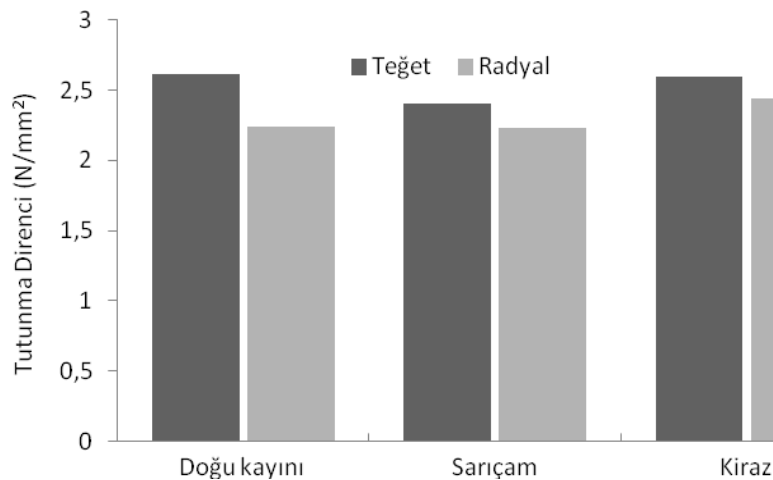
göre Duncan Testi homojenlik grupları

KESİŞ YÖNÜ	Tutunma Direnci (N/mm ²)					
	Doğu kayını		Sarıçam		Kiraz	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Teğet	2,61	A*	2,41	B	2,60	A
Radyal	2,24	C	2,23	C	2,44	B
LSD \pm 0,661						

\bar{X} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu *: En yüksek tutunma direnci

Ağaç türü–kesiş yönü etkileşimine göre en yüksek tutunma direnci Doğu kayını ve kirazın teğet yönünde en düşük ise Doğu kayını ve sarıçamın radyal yönündedir.

Ağaç türü–kesiş yönü etkileşimine göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.3'te verilmiştir.



Şekil 5.3. Ağaç türü–kesiş yönü etkileşimine göre tutunma direnci değerleri grafiği

5.3.4. Vernik çeşidinin tutunma direncine etkisi

Vernik çeşidine göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.8'de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Vernik çeşidine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi

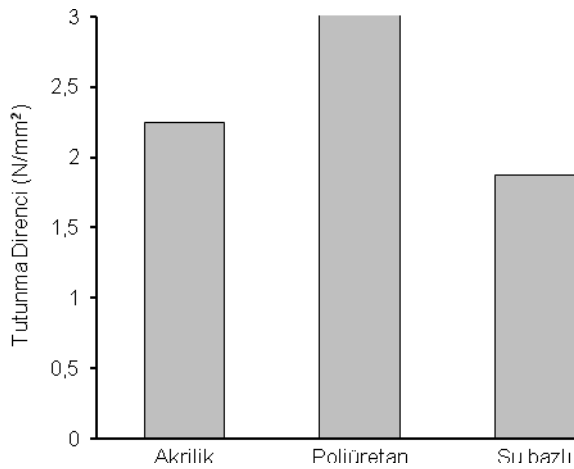
homojenlik grupları

Tutunma Direnci (N/mm ²)					
Akrilik		Poliüretan		Su bazlı	
\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
2,25	B	3,15	A*	1,87	C
LSD \pm 0,047					

\bar{X} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu * : En yüksek tutunma direnci

Vernik çeşidine göre en yüksek tutunma direnci (3,15 N/mm²) poliüretan vernikte elde edilirken bunu akrilik (2,25 N/mm²) ve su bazlı vernik (1,87 N/mm²) takip etmektedir.

Vernik çeşidine göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.4'te verilmiştir.



Şekil 5.4. Vernik çeşidine göre tutunma direnci değerleri grafiği

5.3.5. Ağaç türü–vernik çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi

Ağaç türü–kesiş yönü etkileşimine göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Ağaç türü–vernik çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine

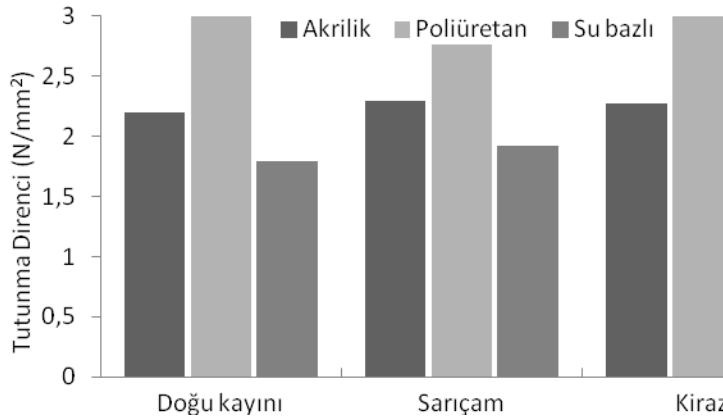
göre Duncan Testi homojenlik grupları

VERNİK ÇEŞİDİ	Tutunma Direnci (N/mm ²)					
	Doğu kayını		Sarıçam		Kiraz	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Akrilik	2,20	E	2,29	D	2,27	DE
Poliüretan	3,29	B	2,76	C	3,38	A*
Su bazlı	1,79	G**	1,92	F	1,90	F
LSD \pm 0,081						

\bar{X} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu * : En yüksek tutunma direnci ** : En düşük tutunma direnci

Ağaç türü–vernük çeşidi etkileşimine göre en yüksek tutunma direnci (3,38 N/mm²) poliüretan vernük uygulanan kirazda elde edilirken, en düşük (1,79 N/mm²) su bazlı vernük uygulanan Doğu kayınıdır. Su bazlı vernük uygulanan sarıçam ile kiraz arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır.

Ağaç türü–vernük çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.5'te verilmiştir.



Şekil 5.5. Ağaç türü–vernük çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri grafiği

5.3.6. Kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi

Kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine

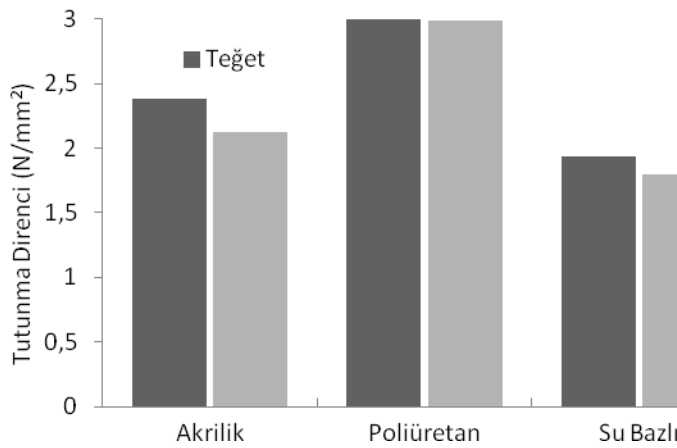
göre Duncan Testi homojenlik grupları

VERNİK ÇEŞİDİ	Tutunma Direnci (N/mm ²)			
	Teğet		Radyal	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Akrilik	2,38	C	2,12	D
Poliüretan	3,30	A*	2,99	B
Su bazlı	1,94	E	1,80	F**
LSD \pm 0,066				

\bar{X} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu * : En yüksek tutunma direnci ** : En düşük tutunma direnci

Kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine göre en yüksek tutunma direnci (3,30 N/mm²) teğet yönde poliüretan vernük uygulamasında, en düşük ise (1,78 N/mm²) radyal yönde su bazlı vernük uygulamasındadır.

Kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.6’da verilmiştir.



Şekil 5.6. Kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri grafiği

5.3.7. Ağaç türü–kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi

Ağaç türü–kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.11’de verilmiştir.

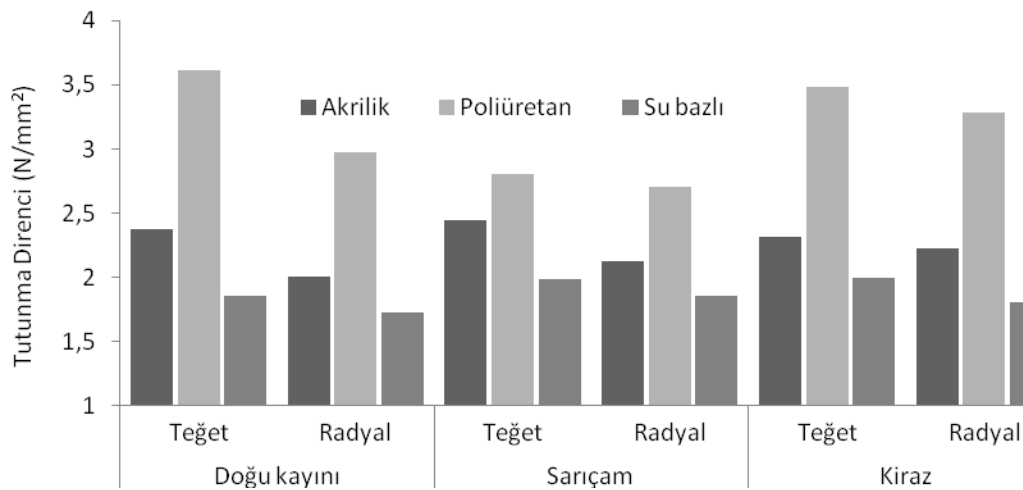
Çizelge 5.11. Ağaç türü–kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homojenlik grupları

KESİŞ YÖNÜ	VERNİK ÇEŞİDİ	Tutunma Direnci (N/mm ²)					
		Doğu kayını		Sarıçam		Kiraz	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Teğet	Akrilik	2,38	FG	2,44	F	2,31	GH
	Poliüretan	3,61	A*	2,81	E	3,48	B
	Su bazlı	1,85	K	1,98	J	1,99	J
Radyal	Akrilik	2,01	J	2,13	I	2,22	HI
	Poliüretan	2,98	D	2,71	E	3,29	C
	Su bazlı	1,73	L**	1,86	K	1,80	KL
LSD ± 0,115							

\bar{X} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu * : En yüksek tutunma direnci ** : En düşük tutunma direnci

Ağaç türü–kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine göre en yüksek tutunma direnci (3,61 N/mm²) poliüretan vernük uygulanan Doğu kayını teğet yönünde, en düşük ise (1,73 N/mm²) su bazlı vernük uygulanan aynı ağaç türünün radyal yönündedir.

Ağaç türü–kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.7. Ağaç türü–kesiş yönü–vernük çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci

5.3.8. Zımpara çeşidinin tutunma direncine etkisi

Zımpara çeşidine göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.12’de verilmiştir.

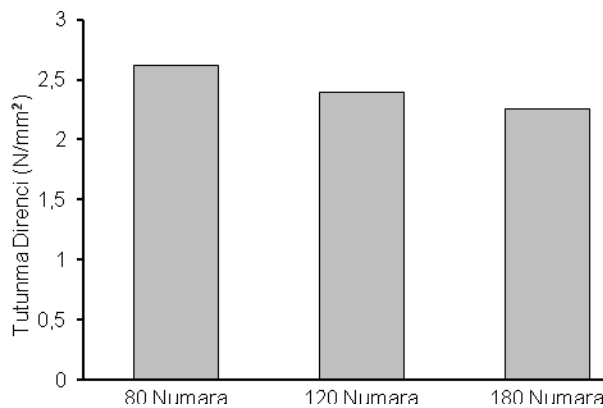
Çizelge 5.12. Zımpara çeşidine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homojenlik grupları

Tutunma Direnci (N/mm ²)					
80 Numara		120 Numara		180 Numara	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
2,62	A*	2,39	B	2,26	C
LSD \pm 0,047					

\bar{x} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu *: En yüksek tutunma direnci

Zımpara çeşidine göre en yüksek tutunma direnci (2,62 N/mm²) 80 numara zımparada elde edilirken bunu 120 numara (2,39 N/mm²) ve 180 numara zımpara (2,26 N/mm²) takip etmektedir.

Zımpara çeşidine göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.8. Zımpara çeşidine göre tutunma direnci değerleri grafiği

5.3.9. Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi

Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.13’te verilmiştir.

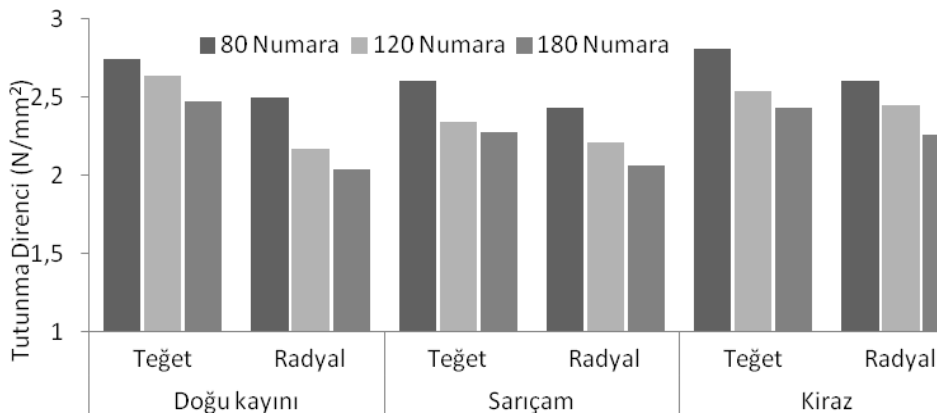
Çizelge 5.13. Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homojenlik grupları

KESİŞ YÖNÜ	ZIMPARA ÇEŞİDİ	Tutunma Direnci (N/mm ²)					
		Doğu kayını		Sarıçam		Kiraz	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Teğet	80 Numara	2,74	AB	2,60	CD	2,81	A*
	120 Numara	2,64	BC	2,34	FG	2,54	CDE
	180 Numara	2,47	E	2,28	GH	2,43	EF
Radyal	80 Numara	2,50	DE	2,43	EF	2,60	CD
	120 Numara	2,17	HI	2,21	H	2,45	EF
	180 Numara	2,04	J**	2,06	IJ	2,26	GH
LSD ± 0,115							

\bar{X} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu * : En yüksek tutunma direnci ** : En düşük tutunma direnci

Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşimine göre en yüksek tutunma direnci (2,81 N/mm²) 80 numara zımpara ile işlem görmüş kirazın teğet yönünde, en düşük ise (2,04 N/mm²) 180 numara zımpara ile işlem görmüş Doğu kayınının radyal yönündedir.

Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.9’da verilmiştir.



Şekil 5.9. Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci

5.3.10. Ağaç türü–vernük çeşidi–zımpara çeşidi etkileşiminin tutunma direncine etkisi

Ağaç türü–vernük çeşidi–zımpara çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerleri arasındaki farklılığın belirlenmesine ilişkin Duncan Testi Çizelge 5.14’te verilmiştir.

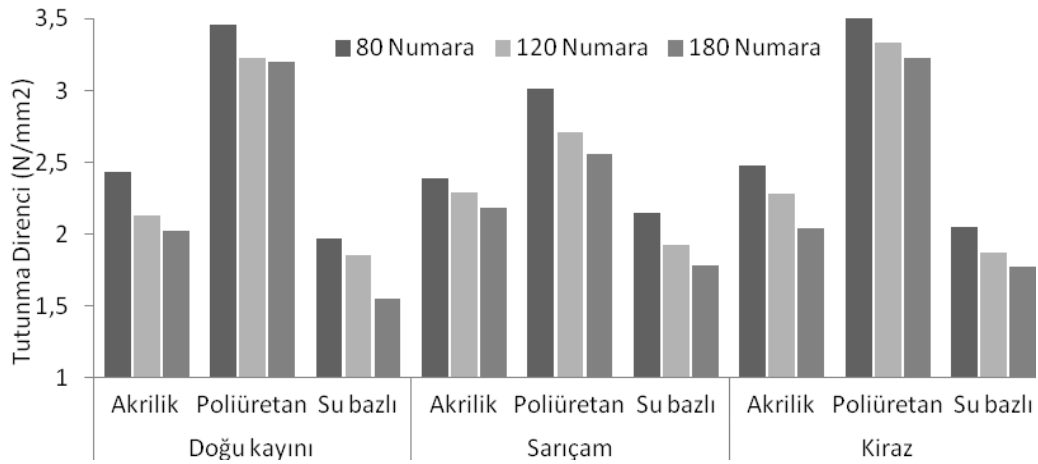
Çizelge 5.14. Ağaç türü–vernük çeşidi–zımpara çeşidi etkileşimine bağlı tutunma direnci değerlerine göre Duncan Testi homojenlik grupları

VERNİK ÇEŞİDİ	ZIMPARA ÇEŞİDİ	Tutunma Direnci (N/mm ²)					
		Doğu kayını		Sarıçam		Kiraz	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Akrilik	80 Numara	2,43	FG	2,39	GH	2,48	FG
	120 Numara	2,13	JK	2,29	HI	2,28	HI
	180 Numara	2,02	KL	2,18	IJ	2,04	JKL
Poliüretan	80 Numara	3,46	AB	3,01	D	3,59	A*
	120 Numara	3,23	C	2,71	E	3,33	BC
	180 Numara	3,20	C	2,56	F	3,23	C
Su bazlı	80 Numara	1,97	LM	2,15	IJK	2,05	JKL
	120 Numara	1,85	MN	1,93	MN	1,87	MN
	180 Numara	1,55	O**	1,78	N	1,77	N
LSD \pm 0,140							

\bar{X} : Aritmetik ort. HG : Homojenlik Grubu * : En yüksek tutunma direnci ** : En düşük tutunma direnci

Ağaç türü–vernük çeşidi–zımpara çeşidi etkileşimine göre en yüksek tutunma direnci (3,59 N/mm²) 80 numara zımpara ile işlem görmüş ve poliüretan vernük uygulanmış kirazda, en düşük ise (1,55 N/mm²) 180 numara zımpara ile işlem görmüş su bazlı vernük uygulanmış Doğu kayınında elde edilmiştir. Poliüretan vernük uygulanmış Doğu kayınında 120 ve 180 numara zımparalar ile poliüretan vernük uygulanmış kirazda 180 numara zımpara; akrilik vernük uygulanmış Doğu kayını ve kirazda 80 numara zımpara; akrilik vernük uygulanmış sarıçam ve kirazda 120 numara zımpara; 120 numara zımpara ile işlem görmüş ve su bazlı vernük uygulanmış ağaç türleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır.

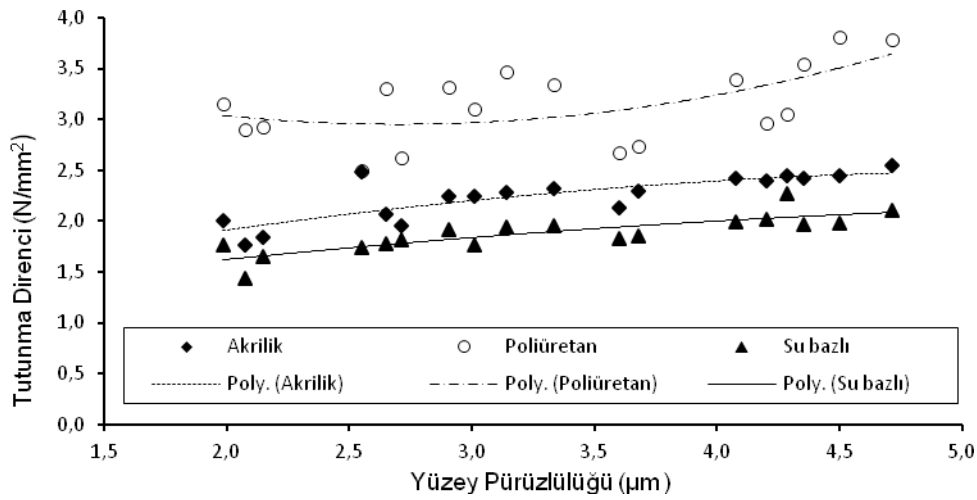
Ağaç türü–vernük çeşidi–zımpara çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci değerlerinin grafik gösterimi Şekil 5.10’da verilmiştir.



Şekil 5.10. Ağaç türü–vernik çeşidi–zımpara çeşidi etkileşimine göre tutunma direnci

5.4. Tutunma direnci–Yüzey pürüzlülüğü İlişkisi

Tutunma direnci ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla en küçük kareler metoduna göre regresyon analizi yapılmıştır (Şekil 5.10).



Şekil 5.11. Tutunma direnci–yüzey pürüzlülüğü ilişkisi

Regresyon analizine göre; tutunma direnci ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkinin tanımlanmasında $y=ax^2+bx+c$ matematiksel modeli elde edilmiştir. Bu modele ait regresyon katsayıları Çizelge 5.15’te verilmiştir.

Çizelge 5.15. Tutunma direnci–yüzey pürüzlülüğü ilişkisine ait regresyon katsayıları
($y=ax^2+bx+c$)

<i>VERNİK ÇEŞİDİ</i>	a	b	c	R ²
Akrilik	0,048	0,531	1,042	0,665
Poliüretan	0,171	0,921	4,194	0,331
Su bazlı	-0,026	0,344	1,038	0,686

y : Tutunma direnci

x : Yüzey pürüzlülüğü

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan deneyler sonucunda, tutunma direnci; ağaç türü düzeyinde en yüksek kirazda ($2,52 \text{ N/mm}^2$) bulunmuş bunu sırası ile Doğu kayını ($2,43 \text{ N/mm}^2$) ve sarıçam ($2,32 \text{ N/mm}^2$) takip etmiştir. Kesiş yönü düzeyinde teğet yönde ($2,54 \text{ N/mm}^2$), radyal yönde ($2,30 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir. Ağaç türü–kesiş yönü düzeyinde, tutunma direnci en yüksek Doğu kayınında teğet yönde elde edilmiştir ($2,61 \text{ N/mm}^2$). Doğu kayınının teğet yönü ile kirazın teğet yönü arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Vernik çeşidi düzeyinde en yüksek tutunma direnci poliüretan vernikte ($3,15 \text{ N/mm}^2$), en düşük ise su bazlı vernikte ($1,87 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir. Ağaç türü–vernük çeşidi düzeyinde, tutunma direnci en yüksek kirazda poliüretan vernik uygulaması ile ($3,384 \text{ N/mm}^2$) en düşük Doğu kayınında su bazlı vernik uygulaması ile elde edilmiştir. Sonuçlar bu bakımdan literatür ile uyumlu [28] olup, poliüretan verniğin en yüksek tutunma direncine sahip olması, vernik üretiminde kullanılan sentetik reçinenin ağaç malzeme selüloz yapısıyla bağ oluşturmasından kaynaklanmış olabilir. Kiraz odununda tutunma direncinin yüksek çıkması, odununun homojen yapısı ve dağınık küçük traheli olması nedeniyle yüzeyde güçlü bir spesifik adezyon oluşturmasından kaynaklanmış olabilir.

Zımpara çeşidi düzeyinde en yüksek tutunma direnci 80 numara zımpara ($2,62 \text{ N/mm}^2$), en düşük ise 180 numara zımpara ($2,26 \text{ N/mm}^2$) ile elde edilmiştir. Ağaç türü–kesiş yönü–zımpara çeşidi düzeyinde, tutunma direnci en yüksek kirazın teğet yönünde 80 numara zımpara ile ($2,81 \text{ N/mm}^2$) en düşük Doğu kayını radyal yönünde su bazlı vernik uygulaması ile ($2,04 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir. Küçük numaralı zımparalar ile zımparalanan ağaç malzemedede, yüzey pürüzlülük değerleri yüksek çıkmıştır. Diğer taraftan yüzey pürüzlülüğünün yüksek olması hâlinde vernik katmanı tutunma direncinin de yüksek çıkması, yüzeye sıvı olarak uygulanan verniğin, kuruma sürecinde, ağaç malzeme ile kurduğu kimyasal bağın yanı sıra mekanik bağ da kurmuş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim bu

durum, literatürde, polimerizasyon tepkimeleri ile sertleşen verniklerin molekülleri ile ağaç malzemenin selüloz yapısı arasında kimyasal bir bağ kurulmasının yanı sıra, ağaç malzemedeki boyuna kesilmiş hücrelerin lümen boşlukları ve hücreler arası boşlukların yarattığı bir pürüzlülüğün söz konusu olduğu, sıvı hâlde iken bu boşluklara dolan ve orada sertleşerek katı hâle gelen vernik ile yüzey arasında mekanik adezyon kurulabileceği belirtilmektedir [4, 27].

Tutunma direnci–yüzey pürüzlülüğü ilişkisinin irdelendiği regresyon analizi sonuçlarına göre, su bazlı vernikte pürüzlülük ile tutunma direnci arasında güçlü ilişki (0,69) olduğu, akrilik verniğin buna yakın sonuç (0,67) verdiği, poliüretan vernikte ise bu ilişkinin zayıf (0,33) olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, vernik katman direncinin yüksek olmasının istenildiği durumlarda, ağaç malzeme yüzeylerinin çok ince (yüksek numaralı) zımparalar ile zımparalanmaması, birlikte kullanılması halinde yüksek tutunma direnci sağlayan kiraz ağaç malzeme ile poliüretan verniğin tercih edilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Kurtoglu, A., "Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, Yayın No: 463, İstanbul, 4 (2000).
2. Kopac, J., Sali, S., "Wood: an Important Material in Manufacturing Technology", *Journal of Materials Processing Technology*, 133: 134-142 (2003).
3. Aydın, I., Colakoğlu, G., "Effects of Surface Inactivation, High Temperature Drying and Preservative Treatment on Surface Roughness and Color of Alder and Beech Wood", *Applied Surface Science*, 252: 430-440 (2005).
4. Sönmez, A., "Ağaçlarında Üstyüzey İşlemleri I-Hazırlık ve Renklendirme", *Çizgi Matbaacılık*, Ankara, 70-74 (2000).
5. Söğütlü, C., "Bazı Faktörlerin Zımparalanmış Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi", *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 8 (4): 271-274 (2005).
6. Strumbo, D. A., "Surface Texture. Measurement Methods". *Forest Products Journal*, 12(7): 299-303 (1963).
7. Peters, C.C., Cumming, J.D., "Measuring Wood Surface Smoothness: A Review", *Forest Products Journal*, 20(12): 40-43 (1970).
8. Gürtekin, A., "Ağaç isleri Kesme ve ilerleme Hızının Ahsap Yüzey Kalitesine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya (1996).
9. Gürleyen, L., "Mobilyada Kullanılan Masif Ağaç Malzemelerde Yüzey Düzgünlüğünün Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (1998).
10. Elmendorf, A., Vaughan, T. W., "A Survey Of Methods Of Measuring Smoothness of Wood", *Forest Products Journal*, (1958).
11. Ünsal, Ö., "Douglas Köknarından Elde Edilmiş Soyma Kaplama Levhalarında, Tomruk Halde İken Depolamanın, Pişirmenin ve Soyma Sıcaklığının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1: 124-134 (2004).
12. Efe, H., Gürleyen, L., Budakçı, M., "Akasya Odununda Kesiş Yönü ve Kesici Sayısının Yüzey Düzgünlüğü ve Yapışma Direncine Etkisi", *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1): (2007).
13. Güler, C., Çolakoğlu, G., "Farklı Koşullarda Üretilen Kızılçam Kontrplaklarda Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Kaplama Levhaların Yüzey Pürüzlülüğünün Etkisi", *Fen ve mühendislik Dergisi*, 4 (1): 92-98 (2001).
14. Efe, H., Gürleyen, L., "Farklı Zımparalarla Zımparalanmış ve Poliüretan Tutkalı ile Yapıştırılmış Bazı Ağaç Malzemelerin Yapışma Direnci", *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 10 (2): 185-189 (2007).

15. Şüküroğlu, H.G., “Karaçam’da Yüzey Pürüzlülüğünün Ahşap Koruma Amaçlı Kullanılan Wolmanit CB Alımına Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 39-41 (2007).
16. Çabukoğlu, F., “Masif Parkelerde Kalite Sınıflarına Göre Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bolu, 70-73 (2007).
17. Sönmez, A., Söğütlü, C., “Rendeleme İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi”, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi*, 8(3): 287-293 (2005).
18. Kılıç, Y., Demirci, S., “Sarıçam ve Kestane odunlarının Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Araştırılması” *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 16(3): 553-558 (2003).
19. Stumbo, D. A., “Surface – Texture Measurement Methods”, *Forest Product Journal*, 4: 299-304 (1960).
20. Baykan, İ., “Rendelenmiş ve Zımparalanmış Masif Ağaç Malzeme Yüzeylerinde Yüzey Pürüzlülüklerine İlişkin Araştırmalar”, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, (1996).
21. Örs, Y., Baykan, İ., “Masif Ağaç Malzemede Rendeleme ve Zımparalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (Ek Sayı 3): 577–582 (1999).
22. Taylor, J.B., Carrano, A.L., Lemaster, R.L., “Quantification of Process Parameters in a Wood Sanding Operation”, *Forest Products Journal*, 49 (5): 41–46 (1999).
23. Örs, Y., Demirci, S., “Akasya ve Meşe Odunlarında Yüzey Düzgünlüğüne Kesiş Yönü ve Zımparalamanın Etkisi”, *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 6 (2): 491–495 (2003).
24. Fujiwara, Y., Fujii, Y., Sawada, Y., Okumura, S., “Development of a Parameter to Reflect the Roughness of a Wood Surface That Corresponds to Tactile Roughness. A Novel Filter to Exclude Local Valley Effects”, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 59 (5): 351–355 (2001).
25. Özcan, S., “Ağaç Malzeme Türü, Sıcaklık Farkı ve Yüzey Pürüzlülüğünün Yapışma Direncine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, (2011).
26. Özdemir, T., “Önemli Bazı Ağaç Odunları Üzerine Çeşitli Verniklerin Etkileri” *TÜBİTAK TOGTAG-2558*, Trabzon, (2003).
27. Sönmez, A., “Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları” Doktora tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (1989).
28. Budakçı, M., “Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı ve Ahşap Verniklerde Denenmesi”, Doktora tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2003).

29. Yakın, M.,” Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık Ve Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2001).
30. Özçiftçi, A., Atar, M., Uysal, B., “ Ağaç Malzemede Renk Açmada Kullanılan Kimyasalların Yüzey Parlaklığına ve Verniklerin Yapışma Mukavemetine Olan Etkileri”’, **Journal of Agriculture and Forestry** Ek Sayı 3: 763-770 (1999).
31. Sönmez, A., Budakçı, M.,“ Tahta Koruyucunun Dış Cephe Verniklerinin Yapışma Direncine Etkisi”, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Ankara, 14(2): 305-314 (2001).
32. Kaygın, B., “Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Opak Boyaların Dayanım Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, **Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak, (1997).
33. Bayram, M., “Ağaç Malzeme Rutubet Miktarının Verniklerin Yüzeye Yapışma Direncine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2004).
34. Söğütlü, C.,” Bazı Yerli Ağaç Türlerinin Kündekari Yapımında Kullanım İmkanları”, Doktora Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2004).
35. Söğütlü, C., Döngel, N., “Emprenye İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisi”, **G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi**, 12(3): 179-184 (2009).
36. Atar, M., “Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üstyüzey İşlemlerine Etkileri”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 15-17 (1999).
37. Söğütlü, C., Togay, A., “The Effect of the Process Parameters in the Planing Processes on the Surface Roughness of Cherry and Pear Woods”, **African Journal of Biotechnology**, 10(21): 4392-4399 (2011).
38. Budakçı, M.,“Ahşap Verniklerde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetine Etkileri”, Yüksek Lisans tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (1997).
39. Özpak, A.S.,” Emprenye Çözeltilerinin Dış Cephe Verniklerinin Yapışma Direncine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, **Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak, (2006).
40. Mercan, M.A.,”Bazı Ağaç Türü Odunlarında Çeşitli Vernik Uygulama Koşullarına Ait Yapışma Direncinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **KATÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, (2012).
41. Küçük, G.,”Emprenye Maddeleri ve Bekletme Süresinin Verniklerin Yapışma Direncine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Karabük, (2012).

42. Sönmez, A., Atar, M., Budakçı.M., “Karaağaç Odununda Renk Açma İşleminin Vernik Katmanının Yapışma Direncine Etkisi”, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi*, 1-2: 35-42 (2002).
43. Özdemir, T., ”Türkiye’de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması”, Doktora Tezi, *K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, (2003).
44. Yalınkılıç, A., C., “Ağaç Malzemedede Su Bazlı Vernikler ile Su Çözücülü Ağaç Boyası Etkileşiminin Kahverengi Renk Tonuna Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 3-4 (2008).
45. Anşin, R., Özkan, Z.C., “Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi*, 2. Baskı, Trabzon, 149-152, 320-322, 340 (1997).
46. Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., Rayner, N.A., Özden, F., “Woodworking Technology”, (Çevirenler : Yaşar, E., Yılmaz, K., Taymaz, H., Ağaç İşleri Teknolojisi), *Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları-20*, Ajans-Türk Matbaası, Ankara, 65, 76, 77 (1969).
47. Örs Y., Keskin H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, *Atlas Yayın Dağıtım*, İstanbul,101,157,159-161 (2001).
48. Berkel, A., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, Yayın no: 147, İstanbul, (1970).
49. Çabukoğlu, F., “Masif Parkelerde Kalite Sınıflarına Göre Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Düzce, (2007).
50. Sieminski, R., Skarzynska, A., “Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding”, *Forest Product Journal*, (1989).
51. Peters, C. C., Cumming, J. D., “Measuring Wood Surface Smoothness A Review”, *Forest Products Journal*, (1960).
52. Stewart, H., Crist, S.B. “Sem Examination of Subsurface Damage of Wood After Abrasive and Knife Planing”, (1985).
53. Malkoçoğlu, M. “Ağaç Malzemedede Yüzey Pürüzlülüğü ve Önemi” *K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Trabzon, (1997).
54. Stewart, H. A., “Abrasive Planing Across the Grain With Higher Grit Numbers Can Reduce Finish Sanding”, *Forest Products Journal* , 26 (4): 49-51 (1974).
55. Şanıvar, N., “Ağaçışleri Üstyüzey İşlemleri”, *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 222-227 (1978).
56. Bulut, H., “Ağaçışleri Endüstrisinde Kullanılan Verniklerin Soğuk Suya Karşı Dayanıklılıkları”, Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (1996).

57. Dyo, Dewilux., Dewilux Fabrikaları, **Teknik Bülten**, İzmir, (1996).
58. Payne, H. F. “Organic Coating Technology” Peoria–İllinois, I: 536-560 (1965).
59. Akzo Nobel Boya ve Vernik sanayi, **Teknik Bülten**, İzmir, (1998).
60. Sönmez, A., Budakçı, M., “Ağaçışlerinde Üstyüzey İşlemleri II, Koruyucu Katman ve Vernik Sistemleri”, G.Ü. Yayın No: 2004/275, **İndeks İletişim**, Ankara, (2004).
61. TS 2470, “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları”, **TSE Standardı**, Ankara, (1976).
62. TS 2471, “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini”, **TSE Standardı**, Ankara, (1976).
63. TS 2472, “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığının Tayini”, **TSE Standardı**, Ankara, (1976).
64. ASTM D 1667–87, “Standard Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood–Base Materials”, **ASTM Standards**, USA, (1999).
65. ISO 4287, “Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms, Definitions and Surface Texture Parameters”, **International Standart Organization**, (1997).
66. TS 971, “Yüzey Pürüzlülüğünün–Parametreler ve Pürüzlülük Tespiti Kuralları”, **TSE Standardı**, Ankara, (1988).
67. TS 929, “Yüzey Pürüzlülüğünün Profil Yöntemi ile Ölçülmesinde Kullanılan Aletler”, **TSE Standardı**, Ankara, (1976).
68. TS 6959, “Yüzey Pürüzlülüğünün–Terimler–Yüzey Pürüzlülüğü Parametrelerinin Ölçülmesi İçin”, **TSE Standardı**, Ankara, (1989).
69. ASTM D 3023, “Standard Practice for Determination of Resistance of Factory Applied Coatings on Wood Products to Stains and Reagents”, **ASTM Standards**, U.S.A., 1-3 (1998).
70. TS EN ISO 4624, “Boya ve Vernikler–Yapışmanın Tayini İçin Çekme Deneyi”, **TSE Standardı**, Ankara, (2006).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı :TUTGUN, Rahmi
Uyruđu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 11.11.1981 Gölpazarı-BİLEÇİK
Medeni Hali : Evli
Telefon : 0 507 917 97 78
E-Posta : rahmitutgun81@hotmail.com

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gazi Üniv. Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü	2006
Lise	Kartal Endüstri Meslek Lisesi	1998

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Kitap Okuma, Sinema

