

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

ULTRASON DESTEKLİ VERNİK- KOMPONENT
KARIŞIMININ KATMAN KALİTESİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMİRHAN AKDEMİR

OCAK 2022
MUĞLA

**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**ULTRASON DESTEKLİ VERNİK- KOMPONENT
KARIŞIMININ KATMAN KALİTESİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMİRHAN AKDEMİR

OCAK 2022

MUĞLA

MUGLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

EMİRHAN AKDEMİR tarafından hazırlanan **ULTRASON DESTEKLİ VERNİK-KOMPONENT KARIŞIMININ KATMAN KALİTESİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ** başlıklı tezinin, 25/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. Osman GÖKTAŞ** (Danışman, Jüri başkanı)

İmza:

Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Doç. Dr. Selçuk DEMİRCİ (Üye)

İmza:

Malzeme Ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü,
Ege Üniversitesi, İzmir

Doç. Dr. Mehmet YENİOCAK (Üye)

İmza:

Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Doç. Dr. Ertan ÖZEN

İmza:

Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Prof. Dr. Osman GÖKTAŞ

İmza:

Danışman, Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Savunma Tarihi: 25/01/2022

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Emirhan AKDEMİR

25/01/2022

ÖZET

ULTRASON DESTEKLİ VERNİK- KOMPONENT KARIŞIMININ KATMAN KALİTESİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Emirhan AKDEMİR

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ağaççşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman GÖKTAŞ

Ocak 2022, 109 Sayfa

Ağaç malzeme asırlardır pek çok alanda kullanılan sürdürülebilir kaynaklı kıymetli bir malzemedir. Ancak ağaç malzeme açık ortam koşullarına pek dayanıklı değildir. Ağaç malzemenin faydalı ömrünün arttırılması kaynakların etkin kullanımında önemli bir rol oynar. Bu değerli malzemenin faydalı ömrünün uzatılmasında en önemli işlemlerden bir tanesi üst yüzey işlemdir, üst yüzey işlemleri malzemeye hem estetik değer kazandırırken hem de rutubet alışverişini kesmesi sebebi ile biyotik ve abiyotik faktörlere karşı koruma sağlamaktadır. Üst yüzey işlemlerinde yaygın olarak kullanılan vernikler, karıştırma metodundan kaynaklı kısa ömürlü olabilirler. Vernik-komponent bileşenlerinin karışımı esnasında meydana gelen kavitasyon boşlukları, verniğın ağaç malzemeye yapışmasında, kılcal çatlaklar oluşturmasında, homojen bir yüzey elde edilememesinde, yüzey parlaklığında ve bunun gibi birçok kalite özelliğine olumsuz anlamda etki etmektedir. Bu çalışmanın amacı, verniğın karıştırılması sırasında meydana gelen kavitasyon boşluklarının ultrasonik karıştırma yöntemi ile bertaraf edilmesi ve vernik katman kalitesinin arttırılmasıdır. Bu maksat ile Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Maun (*Khaya ivorensis*) olmak üzere üç farklı odun tipinin üzerine poliüretan, akrilik ve polyester vernik sistemleri, mekanik ve ultrasonik karıştırma yöntemiyle uygulanmıştır. Mekanik karıştırma yönteminde 3,5 ve 7 dakika süreler uygulanırken, ultrasonik karıştırma yönteminde bu sürelere ek olarak 80 Watt, 120 Watt ve 160 Watt dalga şiddetleri karıştırma esnasında uygulanmıştır. Deney örnekleri parlaklık, yüzey sertliği, yüzey çizilme direnci, yüzey yapışma direnci ve yüzey pürüzlüğü testlerine tabii tutularak, karıştırma metodunun vernik filmi oluşumuna etkisi, araştırılmıştır. Sonuç olarak; çizilme direnci bulgularına göre, üç vernik türü içinde ultrasonik karışım metodunun olumsuz etki gösterdiği, ultrasonik dalga şiddeti artmasına paralel olarak verniğın çizilme direncinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Yüzey sertliği bulguları incelendiğinde, polyester vernik türünün diğer vernik türlerine göre yüzey sertliği direncinin daha yüksek olduğu gözlenmekle birlikte karışım metodları kıyaslandığında mekanik karıştırma yönteminin ultrasonik karıştırma yöntemine göre daha iyi sonuç

verdiği de gözlemlenmiştir. Yüzey yapınca direnci bulguları incelendiğinde, poliüretan vernik türü diğer vernik türlerine göre daha iyi sonuç göstermiştir, poliüretan vernik türü mekanik karıştırma yönteminde iyi sonuç verirken, ultrasonik karıştırma yönteminde dalga şiddetinin artması ters orantılı olarak vernik yapışma direncini etkilemiştir. Akrilik ve polyester vernik türlerinde ultrasonik karıştırma yönteminin vernik yapışma direncine olumlu etkilerinin olduğunu gözlemlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü testi sonuçlarına göre poliüretan vernik türünün mekanik karıştırma yöntemiyle uygulanan deney örnekleri en iyi sonucu göstermiştir(en az pürüzlü). Ultrasonik karışım metodunda dalga şiddetinin artması ters orantılı olarak iyi sonuç göstermemiştir. Ağaç türlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi olmadığı, örneklerde kullanılan üç ağaç türünde birbirlerine yakın sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Yüzey parlaklığı testi sonuçlarına göre, poliüretan vernik türü en iyi yüzey parlaklığı değerlerine sahiptir. Deneyde kullanılan ağaç türleri incelendiğinde sarıçam deney örnekleri diğer ağaç türlerine göre daha iyi yüzey parlaklığı sonucunu vermiştir. Ultrasonik karıştırma yöntemi 80 ve 120 watt dalga şiddetlerinde mekanik karıştırma yöntemine göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Vernik, Komponent, Ultrasonik karıştırma, Katman kalitesi,

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF ULTRASOUND SUPPORTED VARNISH-COMPONENT MIXTURE ON LAYER QUALITY

Emirhan AKDEMİR

Master of Science (M.Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Woodworking Industrial Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman GÖKTAŞ

January 2022, 109 Page

Wood material is a sustainably sourced precious material that has been used in many areas for centuries. However, wood material is not very resistant to outdoor conditions. Increasing the useful life of wood material plays an important role in the efficient use of resources. One of the most important processes in prolonging the useful life of this valuable material is the surface treatment, while the surface treatments not only add aesthetic value to the material, but also provide protection against biotic and abiotic factors because it cuts the moisture exchange. Varnishes, which are commonly used in surface treatments, may be short-lived due to the mixing method. Cavitation gaps that occur during the mixing of varnish-component components adversely affect the adhesion of the varnish to the wood material, the formation of capillary cracks, the inability to obtain a homogeneous surface, the surface gloss and many other quality properties. The aim of this study is to eliminate the cavitation gaps that occur during the mixing of the varnish by ultrasonic mixing method and to increase the quality of the varnish layer. For this purpose, polyurethane, acrylic and polyester varnish systems were applied on three different wood types, namely Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Mahogany (*Khaya ivorensis*), with Mechanical and Ultrasonic mixing methods. In the mechanical mixing method, 3, 5 and 7 minutes were applied, while in the ultrasonic mixing method, 80 Watt, 120 Watt and 160 Watt wave intensities were applied during mixing in addition to these times. The obtained test samples were subjected to gloss, surface hardness, surface scratch resistance, surface adhesion resistance and surface roughness tests and the performances of the mixing method were investigated. As a result; According to the scratch resistance findings, it was observed that the ultrasonic mixing method had a negative effect among the three varnish types, and a decrease in the scratch resistance of the varnish occurred in parallel with the increase in the ultrasonic wave intensity. When the surface hardness findings were examined, it was observed that the surface hardness resistance of the polyester varnish type was higher than the other varnish types, but when the mixing methods were compared, it was also observed that the

mechanical mixing method gave better results than the ultrasonic mixing method. When the surface resistance findings are examined, the polyurethane varnish type showed better results than other varnish types, while the polyurethane varnish type gave good results in the mechanical mixing method, the increase in the wave intensity in the ultrasonic mixing method affected the varnish adhesion resistance inversely. It has been observed that ultrasonic mixing method has positive effects on varnish adhesion resistance in acrylic and polyester varnish types. According to the surface roughness test results, the test samples of the polyurethane varnish type applied with the mechanical mixing method showed the best result (least rough). The increase in the wave intensity in the ultrasonic mixing method did not show good results in inverse proportion. It was observed that tree species had no effect on the surface roughness and that the three tree species used in the examples gave similar results. According to the surface gloss test results, the polyurethane varnish type has the best surface gloss values. When the tree species used in the experiment were examined, the scotch pine test specimens gave better surface gloss results than the other tree species. It has been observed that the ultrasonic mixing method gives better results than the mechanical mixing method at 80 and 120 watt wave intensities.

Keywords: Varnish, Component, Ultrasonic mixing, Layer quality,

ÖNSÖZ

Bu projenin yapılmasında 1200793 proje numarası ile maddi destek sağlayan, TÜBİTAK'a,

İşlemlerin yapılması sırasında, cihaz, makine, atölye ve sarf malzeme sağlayan, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanlığına,

Proje kapsamındaki çizilme testlerinin yapılmasında desteğini esirgemeyen AKZONOBEL AR-GE merkezine,

Bu çalışma vesile ile akademik kazanımlarımı borç bildiğim, aynı zamanda; bilgi, birikim, deneyimlerini ve çok değerli bulduğum özel sektör tecrübelerini benimle paylaşan tez danışmanım Sn. Prof. Dr. Osman GÖKTAŞ'a,

Proje süresi boyunca pek çok kez laboratuvar çalışmalarımda desteğini aldığım Sn. Doç. Dr. Mehmet YENİOCAK'a,

Proje süresi zarfında tüm imkânlarını seferber eden ORGE GRUP A.Ş' ye ve başta yönetim kurulu başkanı Sn. Ahmet GEÇGEL'e ve Sn. Elif SAĞLIK'a, birlikte çok güzel işler başardığımız ve beraber çalışmaktan çok keyif aldığım değerli çalışma arkadaşlarım Sn. Alparslan AKŞİT ve Sn. Sabri ERKUL'a,

Her zaman moral kaynağım olan, tüm çıkmazlarımda yol gösteren ve çalışmamda bana destek olarak oldukça emeği geçen Sn. Ceren KILIÇ'a,

Hayatım boyunca bana maddi, manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımlanması.....	7
1.2. Hipotez.....	16
1.3. Amaç.....	16
1.4. Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi.....	17
1.5. Kaynak Özetleri.....	19
2. MATERYAL VE METOT	25
2.1. Materyal.....	25
2.1.1. Deneylede Kullanılan Ağaç Malzemeler.....	25
2.1.1.1. <i>Sarıçam (Pinus sylvestris L.)</i>	25
2.1.1.2. <i>Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky)</i>	26
2.1.1.3. <i>Maun (Khaya ivorensis)</i>	26
2.1.2. Deneylede Kullanılan Vernik Sistemleri.....	26
2.1.2.1. <i>Polyester Vernik Sistemleri</i>	27
2.1.2.2. <i>Akrilik Vernik Sistemleri</i>	27
2.1.2.3. <i>Poliüretan Vernik Sistemleri</i>	27
2.2. Metot.....	28
2.2.1. Ahşap Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	28
2.2.2. Vernik Sistemlerinin Hazırlanması.....	29
2.2.3. Vernik Sistemlerinin Karıştırılması.....	30
2.2.3.1. <i>Mekanik karıştırma</i>	30
2.2.3.2. <i>Ultrasonik Karıştırma</i>	31

2.2.4.	Ahşap Deney Örneklerine Vernik Sistemlerinin Uygulanması	32
	<i>Polyester Vernik Sisteminin Deney Örneklerine Uygulanması</i>	<i>32</i>
	<i>Akrilik Vernik Sisteminin Deney Örneklerine Uygulanması.....</i>	<i>33</i>
	<i>Poliüretan Vernik Sisteminin Deney Örneklerine Uygulanması ...</i>	<i>34</i>
2.2.5.	Çizilme Direnci Testinin Yapılması.....	35
2.2.4.2.	2.2.6. Yüzey Sertliği Testinin Yapılması	36
2.2.4.2.	2.2.7. Yüzey Yapışma Direncinin Testinin Yapılması	37
2.2.4.3.	2.2.8. Yüzey Pürüzlülüğü Testinin Yapılması	38
	2.2.9. Yüzey Parlaklığı Testinin Yapılması	39
	2.2.10. Verilerin Analiz Edilmesi	40
3.	BULGULAR.....	41
3.1.	Çizilme Direnci Testi Bulguları	41
3.2.	Yüzey Sertliği Testi Bulguları	51
3.3.	Yüzey Yapışma Direnci Testi Bulguları	62
3.4.	Yüzey Pürüzlülüğü Testi Bulguları.....	73
3.5.	Yüzey Parlaklığı Testi Bulguları.....	86
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	99
	KAYNAKLAR	104
	ÖZ GEÇMİŞ.....	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Deneme deseni	17
Çizelge 3.1. Sarıçam çizilme direnci testi bulguları	41
Çizelge 3.2. Kayın çizilme direnci testi bulguları.....	43
Çizelge 3.3. Maun çizilme direnci testi bulguları	45
Çizelge 3.4. Çizilme direnci testi çoklu varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 3.5. Ağaç türüne göre çizilme direnci değerleri.....	48
Çizelge 3.6. Vernik türüne göre çizilme direnci değerleri	48
Çizelge 3.7. Karışım türüne göre çizilme direnci değerleri	49
Çizelge 3.8. Dalga şiddetine göre çizilme direnci değerleri	49
Çizelge 3.9. Karışım süresine göre çizilme direnci değerleri	50
Çizelge 3.10. Sarıçam yüzey sertliği testi bulguları.....	51
Çizelge 3.11. Kayın yüzey sertliği testi bulguları	53
Çizelge 3.12. Maun yüzey sertliği testi bulguları	55
Çizelge 3.13. Yüzey sertliği testi çoklu varyans analizi sonuçları.....	58
Çizelge 3.14. Ağaç türüne göre yüzey sertliği testi değerleri	59
Çizelge 3.15. Vernik türüne göre yüzey sertliği testi değerleri.....	59
Çizelge 3.16. Karışım türüne göre yüzey sertliği testi değerleri.....	60
Çizelge 3.17. Dalga şiddetine göre yüzey sertliği testi değerleri.....	60
Çizelge 3.18. Karışım süresine göre yüzey sertliği testi değerleri.....	61
Çizelge 3.19. Sarıçam yüzey yapışma direnci testi bulguları	62
Çizelge 3.20. Kayın yüzey yapışma direnci testi bulguları.....	64
Çizelge 3.21. Maun yüzey yapışma direnci testi bulguları	66
Çizelge 3.22. Yüzey yapışma direnci çoklu varyans analizi sonuçları	69

Çizelge 3.23. Ağaç türüne göre yüzey yapışma direnci değerleri.....	70
Çizelge 3.24. Vernik türüne göre yüzey yapışma direnci değerleri.....	70
Çizelge 3.25. Karışım türüne göre yüzey yapışma direnci değerleri	71
Çizelge 3.26. Dalga şiddetine göre yüzey yapışma direnci değerleri	71
Çizelge 3.27. Karışım süresine göre yüzey yapışma direnci değerleri	72
Çizelge 3.28. Sarıçam yüzey pürüzlülüğü testi bulguları	73
Çizelge 3.29. Kayın yüzey pürüzlülüğü testi bulguları.....	75
Çizelge 3.30. Maun yüzey pürüzlülüğü testi bulguları	77
Çizelge 3.31. Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi Rq sonuçları.....	80
Çizelge 3.32. Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi Ra sonuçları.....	81
Çizelge 3.33. Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi Rz sonuçları.....	82
Çizelge 3.34. Ağaç türüne göre yüzey pürüzlülük değerleri.....	83
Çizelge 3.35. Vernik türüne göre yüzey pürüzlülük değerleri.....	83
Çizelge 3.36. Karışım türüne göre yüzey pürüzlülük değerleri	84
Çizelge 3.37. Dalga şiddetine göre yüzey pürüzlülük değerleri	84
Çizelge 3.38. Karışım süresine göre yüzey pürüzlülük değerleri	85
Çizelge 3.39. Sarıçam yüzey parlaklık testi bulguları.....	86
Çizelge 3.40. Kayın yüzey parlaklık testi bulguları.....	88
Çizelge 3.41. Maun yüzey parlaklık testi bulguları	90
Çizelge 3.42. Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi 20° sonuçları.....	93
Çizelge 3.43. Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi 60° sonuçları.....	94
Çizelge 3.44. Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi 85° sonuçları.....	95
Çizelge 3.45. Ağaç türüne göre yüzey parlaklığı değerleri.....	96
Çizelge 3.46. Vernik türüne göre yüzey parlaklığı değerleri.....	96
Çizelge 3.47. Karışım türüne göre yüzey parlaklığı değerleri	97

Çizelge 3.48. Dalga şiddetine göre yüzey parlaklığı değerleri	97
Çizelge 3.49. Karışım süresine göre yüzey parlaklığı değerleri	98



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Pervane kavitasyonu oluşumu	10
Şekil 2. Kavitasyon kabarcıklarının oluşumu	12
Şekil 3. Ultrason destekli karıştırmanın komponentler arasındaki temas alanını artırması	13
Şekil 4. Metal kompozit alaşımlarında, manyetik (a,b) ve ultrasonik karıştırma (c- 40 W, (d- 70 W, (e- 100 W) (He vd., 2018).	15
Şekil 5. Maun, sarıçam ve kayın deney örnekleri	28
Şekil 6. Vernik bileşenlerinin ağırlıkla ayarlanması	29
Şekil 7. Homojenizatör ile mekanik karıştırma yöntemi	30
Şekil 8. Ultrason teknesi yardımıyla vernik sistemlerinin karıştırılması	31
Şekil 9 Vernik sistemlerinin deney örneklerine uygulanması.....	32
Şekil 10. Vernik sistemleri uygulanmış deney örneklerinin kuruma aşaması	34
Şekil 11. Yüzey çizilme direnci test cihazı	35
Şekil 12. Pandüllü yüzey sertliği ölçüm cihazı	36
Şekil 13. Silindirin kapladığı alanın ayrılması.....	37
Şekil 14. TR100 Yüzey pürüzlülük test cihazı.....	38
Şekil 15. Vernik sistemlerinin yüzey parlaklığının ölçülmesi	39
Şekil 16. Çizilme direnci testi ortalama değerler grafiği	46
Şekil 17. Yüzey sertliği testi ortalama veriler grafiği	57
Şekil 18. Yüzey yapışma testi ortalama veriler grafiği	68
Şekil 19. Yüzey pürüzlülüğü testi ortalama veriler grafiği	79
Şekil 20. Yüzey parlaklığı testi ortalama veriler grafiği	92

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

W	Watt
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
cm	Santimetre
dk.	Dakika
g	Gram
mm	Milimetre
nm	Nanometre
rpm	Revolutions per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences (Analiz Yazılımı)
TS	Türk Standardı
UV	Ultraviyole
CCA	Bakır Krom Arsenik
YDD	Yaşam Döngüsü Değerlemesi
kHz	Kilohertz
Mpa	Megapascal
µm	Mikrometre
sn	Saniye
N	Newton
Ø	Çap
Ra	Aritmetik ortalama pürüzlülük
Rq	Kuadratik ortalama pürüzlülük
Rz	Maksimum pürüzlülük değeri
Pa	Akustik basınç
Ph	Hidrostatik basınç
H ₂ O	Su
Fe ₂ (SO ₄) ₃ ·7H ₂ O	Demir Sülfat
Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O	Alüminyum Sülfat
CH ₃ COOH	Asetik Asit (Sirke)

1. GİRİŞ

Ahşap, pek çok üstün özellikleri olan en eski yapı ve mühendislik malzemesi olmasının yanı sıra sürdürülebilir bir kaynak olması sebebi ile insan yaşamında, kültürel ve teknolojik gelişiminde her zaman var olmuştur. Ahşap; yenilenebilir bir kaynak olması ve kaynak üretiminde dünyanın pek çok yerinde sorun yaşanmaması bu malzemeyi diğer mühendislik malzemesinden ayıran önemli özelliklerinden biri olmuştur (Doğu, 2016).

Ağaç malzeme, yapı endüstrisinde kullanılan diğer malzemeler ile kıyaslandığında, önemli avantajlara sahiptir. Örneğin, düşük yoğunluk değerine sahip olmasına rağmen, çeşitli yüklemelere karşı direncinin yüksek, üretimi esnasında enerji sarfiyatının düşük, kolay işlenebilir, ısı ve ses yalıtımının iyi ve kimyasal maddelerden az etkilenmesi, bu avantajlardan bazıları olarak söylenebilir. Ayrıca ahşap malzeme, vernikleme ve renklendirme gibi üst yüzey işlemleri uygulanarak çekici hale getirilebilmesi gibi nedenlerle, mobilya ve dekorasyonda çok fazla tercih edilen, önemli bir malzemedir (Kurtoğlu ve Sofuoğlu, 2013).

Yapı sektöründe öncelikle tercih edilen malzemelerden olan ağaç malzeme, esnek işleme kabiliyeti, laminasyon teknikleri ile boyutsal olarak sınırsız denebilecek bir üretim metodu, insan psikoloji üzerinde olumlu etkileri ve doğru kesit kullanıldığında yanma esnasında kömürleşmesi sebebi ile uzun süre dayanımının olması, bu malzemenin diğer olumlu özellikleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ancak, ağaç malzemenin yukarıda belirtilen olumlu özelliklerinin yanı sıra doğal bir malzeme olması sebebi ile biyotik ve abiyotik tahribata karşı dayanımı düşüktür. Ayrıca, ağaç malzemenin doğrudan doğruya aleve maruz kalması veya yüksek sıcaklık ile muamele gördüğünde tutuşması dezavantajlarından biridir.

Yapılan çeşitli arkeolojik kazılarda ve batık gemilerde ki incelemeler neticesinde anlaşılmıştır ki ağaç malzemenin korunmasının zorunluluğu olduğu yüz yıllara

dayanmaktadır. Yunanlıların ağaç malzemeye delikler açarak içine yağ akıtmaları ve rutubetten korumak maksadıyla yapılarını taş malzeme üzerine yapmaları, yapmış oldukları ahşap kuleleri yanmaya karşı korunaklı hale getirebilmek için alüminyum levhalar ile kaplamaları bize ahşabın asırlardır korunmaya çalışıldığını göstermektedir (Bozkurt vd., 1993).

Ahşabın ömrü ve kalitesini etkileyen bir diğer tahrip edici unsur olan böcekler ağaç malzemenin tahribatında mantarlara ve mikroorganizmalara göre daha yaygın görülür ve ekonomik zararlı olan türleri içermektedir. Odunun hammadde halinde veya işlenmiş olup olmamasına bakmaksızın ağaç malzeme ile beslenen, Tahta kurdu (*Anobium punctatum*), Ölüm Bekçisi Böceği (*Xestobium rufovilosum*), Kahverengi Barut Direği Böceği (*Lyctus brunneus*), Konakdelen (*Hylotrupes bajulus*), *Trichoferus griseus* (F.) (*Coleoptera: Cerambycidae*) ve Termitler (*Isoptera*) gibi pek çok böcek türü bulunmaktadır (Ünal vd., 2008).

Ağaç malzeme zararlılarından bir diğeri de mantaralardır. Mantarlar, uygun koşullar olduğundan ahşap malzemenin yapısını oluşturan selüloz, lignin ve şekerleri tüketerek ağaç malzemenin yapısını bozmakta ve malzemede çürümeye sebep olmaktadır. Ağaç malzemenin mantar çürüklüğü genel olarak beyaz çürüklük, yumuşak çürüklük, esmer çürüklük ve kuru odun çürüklüğü olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır (Kartal, 2016).

Ağaç malzemenin hücre çeperinde ve boşluğunda bulunan su miktarı olan rutubet ahşabın çalışması diye tabir edilen boyutsal değişikliğe sebep olmakla birlikte birçok biyotik kaynaklı bozunmanın da ana kaynağı olarak bilinmektedir. Ahşap aynı zamanda açık hava koşullarından herhangi bir önlem alınmadığında, grileşme, çatlama, yüzey pürüzlülüğü gibi bozunmalara uğramaktadır (Kartal, 2016).

Yapılarda yangına karşı daha emniyetli kullanılabilmesi için ahşap malzemenin yangın geciktirici maddeler ile muamele edilmesi, geçmişten günümüze pek çok araştırmaya konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Ağaç malzemenin sirke ve şap ile muamele edilmesi ilk kez M.S. 1. yüzyılda Romalıların teknelerini ateşten korumak maksadı için uygulandığı belirtilmiştir (Çolak vd., 2004).

Ahşap malzemenin yukarıda bahsedilen dezavantajlarını gidermek için çeşitli ağaç koruma yöntemleri ve maddeleri geliştirilmiştir. Ahşabı koruma yöntemleri geçmişten

günümüze araştırma konusu olmaktadır. Ahşabı yaygın olarak koruma metotları ise çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmesi, çeşitli yağların uygulanarak su itici özelliğinin kazandırılması, katman yapıcı maddeler ile üst yüzey işlemi uygulanması ve odun modifikasyonu olarak bilinmektedir (Kurtoğlu, 1984).

Emprenye; biyotik ve abiyotik zararlılarına karşı ağaç malzemeyi korumak ve ekonomik ömrünü uzatmak için çeşitli kimyasal maddelerin, odun içerisindeki boşluklara emdirilmesi işlemine verilen isimdir. Ahşap malzeme doğal halde iken biyotik ve abiyotik faktörlere karşı dayanıklı değildir (Demirel ve Temiz, 2015). Emprenye işlemi sonrasında ağaç malzemenin ömrü 7-8 kat artabilmektedir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007). Çeşitli şekilde empenye uygulama metotları bulunmaktadır, bunlar; fırça ile sürme, daldırma, püskürtme, sıcak soğuk tank yöntemi ve vakum-basınç yöntemidir. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı, daha derine nüfuz edebilmesi sebebi ile vakum-basınç yöntemidir. Ahşabı empenye etmek maksadıyla kullanılan maddeleri dört ana gruba ayırmak mümkündür.

Yağlı empenye maddeleri; yağlı empenye maddeleri arasında en yaygın kullanımı olan madem kömüründen üretilen kreozottur. Kreozot ağır kokusu sebebi ile kapalı alanda kullanımı uygun olmayıp açık alanlar için tercih edilmektedir.

Organik çözücülü empenye maddeleri; organik çözücüsü terabatin ve tiner olan, çinko naftenat, pentaklorofenol, bakır naftenat, tributiltinoksit maddeleridir. Oduna empenye edilmesi sonrasında terabatin ve tiner uçarak uzaklaşır ve empenye maddesi odunun içinde kalmaktadır. Bu maddelerin içine çeşitli böcek öldürücüler ve hidrofobi özelliği kazandırmak maksadıyla parafin ilave edilerek kullanılmaktadır (Hafizoğlu, 1987).

Suda çözünen empenye maddeleri; evrensel olarak yaygın kullanılan bakır, krom ve arsenikten oluşan CCA'dır. Bunlar inorganik maddelerdir ve bakır, krom, arsenik, çinko, potasyum, sodyum ve bor gibi elementlerin tuzlarıdır.

Ahşabı korumakta bir diğer yöntem ise odun modifikasyonudur. Odun modifikasyonu ahşabı çürüklük mantarına karşı dayanımını arttırmakla birlikte odunun su alımını azaltarak boyutsal kararlılık sağlar. Odunun fiziksel ve kimyasal yapısından sorumlu olan selüloz, lignin, hemiselüloz; mikroorganizmalar, ısı, rutubet ve ultraviyole ışınlarına maruz kaldığında ciddi bozunmalara sebep olmaktadır. Modifikasyon

yöntemleri ile bu bileşiklerin yapısının değiştirilmesi bozunmaların önüne geçmektedir (Demirel ve Temiz, 2015). Odun modifikasyon yöntemleri genel olarak; kimyasal, termal, enzimatik ve emprenye modifikasyonu olarak sıralanmaktadır (Tomak ve Yıldız, 2010).

Kimyasal modifikasyon, odunda çürümeye karşı dayanımı arttırmak ve boyutsal kararlılığı sağlamak için uygulanır. Bu işlem hücre çeperindeki polimerler ile kimyasal maddeler arasında kovalent bağ kurarak gerçekleşen bir reaksiyondur.

Termal modifikasyon işleminde oduna herhangi bir kimyasal madde verilmeksizin sadece ısı ile muamelesiyle özelliklerinin iyileşmesi beklenmektedir. Ağaç malzemenin ısı ile muamele edilmesi hücre çeperindeki polimerlerin kimyasal yapısında kalıcı değişikliğe sebep olmaktadır.

Emprenye modifikasyonu, kimyasal bileşiklerin ve kimyasal maddelerin odun hücre çeperindeki boşlukları doldurması ile gerçekleşmektedir. Başka bir deyişle, hücre çeperi içindeki materyalin uygun form haline gelmesi için reaksiyona girmesidir

“Enzimatik modifikasyonda; fenol oksidaz, peroksidaz ve lakkaz gibi enzimler ile fenolik OH gruplarının oksidasyonu sonucu lignoselülozik liflerin oduna bağ yapması sağlanır” (Demirel ve Temiz, 2015). Enzimatik modifikasyon kullanıldığında levhaların yapıştırılması hem ekonomik hem de çevresel artılara sahip olmaktadır.

Ağaç malzemeyi korumak ve estetik değerini artırmak için uygulanan işlemlere genel olarak üstyüzey işlemi denilmektedir. Üst yüzey işlemi cam, mermer, metal, ahşap gibi malzemeler üzerinde yapılan son işlemidir. Ağaç malzeme üzerine uygulanan yağlar, lake, mumlar, boya, cila ve vernik gibi uygulamalara ise ağaç işleri üst yüzey işlemi denmektedir. Ağaç malzemedeki üst yüzey işlemi, ahşaptan üretilen eşya ve türevi ürünleri korumak, estetik değerini arttırmak, yüzey temizliğini kolaylaştırmak, çizilmeye karşı direncini arttırmak, kimyasal ürünlere ve ultraviyole ışınlarına karşı dayanımını arttırmak maksadı sebebi ile renklendirme, renk açma ve koruyucu katman oluşturma işlemidir (Sönmez, 2000). Ahşaptan üretilmiş mobilyalar, oyuncaklar, konut, park bahçe mobilyaları, deniz araçları, iç mekân kaplamaları gibi ürünlerin kullanım yerine göre ve karşılaşılabilecek muhtemel risklere göre, estetik ve koruma amaçlı olarak farklı üst yüzey işlemi görürler. Genel olarak bu üst yüzey işlemleri görünüş ve kullanılan malzeme bakımından; naturel vernikleme, ağaç boyası ile

renklendirme, örtücü katman hazırlama (Lake) ve koruyucu katman oluşturma yöntemleridir (Şener, 2006).

Koruyucu katman oluşturmada kullanılan yağlar, mumlar, cilalar, boya ve vernikler arasında en yaygın olarak kullanılanı verniklerdir. Vernikler, teorik olarak ahşabın korunmasında, en etkili maddelerdendirler.

Vernikler, çözücüsü ve çözünen olmak üzere iki bileşikten oluşan eriyiklerdir. Vernikler, uygulandıkları yüzeyde kuruduktan ve sertleştikten sonra genelde, saydam bir yüzey oluştururlar (Kurtoğlu, 2000).

Vernikler çeşitli özelliklerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar;

- Hammaddelerine göre; alkid verniği, selülozik verniği gibi.
- Uygulama yöntemlerine göre; fırça, püskürtme, daldırma verniği.
- Uygulama aşamasına göre; dolgu veya son kat vernik.
- Yüzey etkisine göre; parlak, yarı parlak ve mat vernik.
- Uygulandığı ürüne göre; mobilya verniği, yat verniği, parke verniği.
- Kuruma (Sertleşme) tiplerine göre; fiziksel, fiziksel-kimyasal, kimyasal kuruyanlar.
- Diğer etkenlere göre; geçirgen vernik, tek veya çift komponentli (1 veya 2 elemanlı) vernikler.

Kuruma tiplerine göre vernikler 3 grupta toplanmaktadır.

A. Fiziksel olarak kuruyan vernikler:

- Gamlak (Gellak) verniği,
- Alkol esaslı vernik,
- Selülozik vernik,
- Sentetik vernik.

B. Kimyasal olarak kuruyan vernikler:

- Alkid verniği,
- Poliester vernik,
- Poliüretan vernik.

C. Fiziksel- kimyasal kuruyan vernikler

- Yağlı vernik,
- Su esaslı vernik.

Vernik her ne kadar ahşabın görünümüne estetik bir bakış kazandırsa da, uygulama esnasında ve verniğin hazırlanış sürecinde bazı problemler ile karşılaşılmaktadır. Verniğin uygulanması esnasında karşılaşılan problemler ise vernik uygulanan yüzeyde iğne başı formunda delikler ve hava kabarcıkları, portakal formunda bir görüntü yüzeye toz şeklinde düşme, yüzeyde krater şeklinde çöküntülerin oluşması ve vernik akması şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Vernik uygulamalarında bu karşılaşılan bu tip problemlerin değişik nedenleri vardır. Bunlar genel olarak; vernik-komponent karışım şartlarına uyulmaması, uygun tiner kullanılmaması, sıcak havalarda kalın veya ince uygulama yapılması, uygun basınç ile püskürtme yapılmaması, ilk kat için yeterli kuruma süresinin tanınmaması ve uygulama yüzeyinin eğimli olması olarak tanımlanabilirler (Filliboya, 2021).

Vernik uygulama kusurlarının önemli bir kısmının vernik-komponent karışımlarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Tek veya birden fazla bileşikten meydana gelen vernikler, üretici firmaların önerileri doğrultusunda belirtilen miktarlarda katılarak ve karıştırılarak hazırlanmaktadır. Vernik kalitesinde komponentlerin uygun miktarda katılması, karıştırma süresi ve karıştırma metodu gibi parametrelerin doğru olmaması, maliyetli vernik kusurlarına neden olmaktadır.

Karışım metodundan kaynaklı karışım kusurları ise şöyledir (Akzonobel, 2021);

- Yetersiz kürlenme
- Yaş katmanda çökme
- Yüzeyde homojen olmayan sertlik alanlarının oluşması
- Yüzeyde homojen olmayan parlaklık dağılımı
- Düşük yüzey yapışma direnci
- Krater oluşumu
- Bölgesel kuruma süresinin farklılıkları
- Buğulu (haze) görüntü

Yukarıda özetlendiği gibi ahşap malzemenin pek çok avantajının olması sebebi ile geçmişten günümüze pek çok alanda kullanılmıştır. Ahşabın bu olumlu özelliklerinin

yanı sıra biyotik ve abiyotik faktörlere karşı dayanıksız olması ağaç malzemenin faydalı ömrünü azaltmaktadır. Ağaç malzemenin ömrünün uzatılmasında geçmişten beri farklı teknikler uygulanmaktadır, günümüzde hem estetik değerini arttırmak hem de ömrünü uzatmak maksadı ile ağırlıklı olarak vernikler kullanılmaktadır. Vernikler sağladıkları avantajlarının yanında, insan ve çevre sağlığı açısından istenmeyen dezavantajlara sahiptirler. Çevresel açıdan zararlı kabul edilen verniklerin ömrü son derece önemlidir, bu sebeple uzun hizmet ömrüne sahip olan vernikler; sera gazı emisyonunun azaltılmasında, ekonomik açıdan ve çevresel açıdan fayda sağlamaktadır.

1.1. Problemin Tanımlanması

Ahşap, doğada kendi kendine yetişebilen pek çok kullanım alanına sahip olan, değerli bir malzemedir. Yapı malzemesi olarak ahşabın kullanılmaya başlanması çelik ve beton kullanımına oranla çok daha eski olduğu bilinmektedir. Ahşabın Anadolu'da ki ilk örneklerine bakıldığında M.Ö. 600 yıllarında Dorik tapınakları ve Likya mezarlarında görülmektedir (Gardenstar, 2021).

Ahşaptan elde edilen ürünler arasında başlıca olarak mobilyalar gelmektedir. Günümüz şehir yaşam şartlarına bakıldığında insanoğlu evlerinde fazlaca vakit geçirmesi sebebi ile mobilyalar ile etkileşimi yükselmekte ve bu eşyaları yaşamının vazgeçilmez bir parçası haline getirmektedir. Mobilyanın bu denli geniş bir kullanım alanına sahip olması ve teknolojinin gelişimi üretim miktarını arttırmıştır. Mobilya ve ahşap ürünlerindeki talep yükselişi ve gelecekte daha da yükselmesi muhtemel olması, ahşabın temel hammaddesi olan ağaç varlığını azalmaktadır. Orman varlıklarının azalması sebebi ile ağaçtan elde edilmiş ahşabın korunma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Vernikleme işlemi, ahşabı koruma yöntemlerinden birisi olmakla birlikte, ahşaba estetik görüntü kazandırmak, nem alışverişini keserek boyutsal stabilizasyon sağlamak, yüzeyde film tabakası oluşturarak biyotik faktörlere karşı koruma sağlamak ve ahşabın yüzeyinde oluşacak kılcal çatlaklarının önüne geçmek gibi pek çok avantajlara da sahiptir. Verniklerin bu olumlu özelliklerinin yanı sıra insan ve çevre

sağlığı açısından dezavantajlara sahiptirler. İnsanlar ve diğer canlılar hayatlarını sürdürebilmek için temiz, sürdürülebilir ve sağlıklı bir çevreye ihtiyaç duymaktadırlar. Dünyada çevre kirliliğinin artması ile birlikte çevre bilinci gelişmeye başlamıştır, çevre bilincinin oluşması tüm sektörleri insan sağlığı ve çevre kalitesinin iyileştirilmesi odaklı düşünmeye itmesiyle yaşam döngüsü değerlendirmesi kavramı ortaya çıkmıştır (Hamarat, 2020).

“Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD); bir malzeme ya da ürünün çevreye olan etkisinin varoluştan yok oluşuna kadar analiz yapılmasına yarayan bir yöntemdir. Bu yöntemin amacı, malzemelerin çevreye olan zararlı etkisini azaltmak, enerjiyi tasarruflu kullanmak, geri dönüşüm olanaklarını arttırmak ve çevreye en az düzeyde zarar veren malzemelerin üretimini sağlayabilmektedir” (Hamarat, 2020).

Bu sebeple, hammaddesi ahşap olan vernikli ürünlerin kullanım süresinin maksimuma çıkarılması, üretim sürecinin hammadde girdisini oluşturan doğal kaynaklara kendini yenileme imkânı sağlanabilmekle birlikte, ekosisteme zararlı olacak vernik hurdasının da zarar miktarının azaltılması da sağlanabilmektedir. Verniklerde, hatalı kullanımdan kaynaklı, beklenenden daha erken hurdaya ayrılma durumu gerçekleşmektedir. Verniklerin uygulandıkları malzeme üzerinde uzun ömürlü olmalarına engel olan bazı etmenler kısaca şu şekilde açıklanabilir;

Oksidasyon: Oksijenin uzun vadede vernik ile reaksiyona girmesi neticesinde meydana gelir. Vernik filmi zamanla giderek gevrekleşir, önce kılcal çatlaklara, daha sonra ise büyük çatlaklara yatkın hale gelir.

Su nüfuzu: Vernik katmanının uzun sürelerde su ile temas etmesiyle, suyun vernik katmanına sızmasına, verniğin çatlamasına ve ağaç malzeme yüzeyden ayrılmasına (delaminasyon) neden olur.

Kirlenme: Yüzeyin tuz kristalleri ile kirlenmesi, vernik ömrünü etkileyen diğer faktörlerden birisidir. Tuz kristalleri güneş ışığının yoğunluğunu artırarak, adeta katman üzerinde küçük birer merceğe özelliğine kavuşur ve kaplamanın çok hızlı bir şekilde tahrip olmasına neden olurlar. Bu durum, deniz araçlarında daha çok karşılaşılan bir problemdir.

Kimyasallara maruz kalma: Petrol türevi ürünler, temizlik maddeleri, uçak yakıtı ve alkollü içeceklerle temas, vernik katmanının ömrünü olumsuz yönde etkilerler.

Yağlı yüzeyler: Bazı tip ağaçların (ör: tik) kendi bünyesinde bulunan yağlarının yüzeye çıkışı sebebiyle ağaç malzeme ile vernik katmanı arasındaki bağlanma zayıflar ve vernik katmanının yüzeyden ayrılmasına neden olur.

Yukarıda kısaca özetlendiği gibi bazı faktörlerin vernik ömrüne olumsuz etkileri bulunmaktadır, ancak bu faktörlerin yanı sıra karışım metodundan kaynaklı homojen olmayan karışımlar da vernik ömrüne olumsuz yönde etki etmektedirler. Verniklerde karıştırma genellikle mekanik olarak yapılmaktadır. Vernik karıştırıcısının pervane tipteki yapısından dolayı akışkanın içerisindeki hız artışı ile birlikte basınçta azalma meydana gelmektedir. Bir diğer deyişle, basınçtaki azalma sıvının kaynama noktasını ortam sıcaklığına kadar düşürebilir. Bunun sonucunda ise soğuk kaynama meydana gelerek sıvı içerisinde sıvı içermeyen boşlukların veya kabarcıkların oluşmasına sebep olmaktadır. Düşük basınç sebebi ile sıvı içerisindeki kaynama olayı kavitasyon olarak tanımlanır. Kavitasyon normal kaynamadan farklı bir fiziksel olaydır. Kaynama olayındaki buharlaşma, sabit basınçta sıcaklık artımı ile meydana gelirken kavitasyon olayındaki buharlaşma ise sabit sıcaklıkta basınç düşümü ile meydana gelir. Kavitasyon statik veya hareketli bir sıvının bulunduğu ortamlarda oluşur. Uçak kanadı, pervane kanadı, hidrolik valfler, pompalar, türbinler örnek olarak gösterilebilir (Şekil 1) (Seber, 2011).



Şekil 1. Pervane kavitasyonu oluşumu

Verniklerin adezyon ve kohezyonuna etki eden etkenlerden birisi de kavitasyondur. Kavitasyon, bir sıvı içerisinde, sıvı üzerine etki eden kuvvetler sonucunda, küçük, sıvı içermeyen bazı özel bölgelerin yani boşlukların veya kabarcıkların oluşmasıdır. Kavitasyon ile ortam sıcaklığı doğru orantılıdır. Buharlaştırma sıcaklığının azalması ile sistem içerisinde su buharı ve hava kabarcıklarının bulunduğu, soğuk bir kaynama meydana gelmektedir. Bu ise basit bir anlatımla, sıvı içerisinde mikro düzeyde boşluklar oluşturularak, katmanın kuruduktan sonra porozlu bir yapıya sahip olmasına ve yüzey yapışma direnci, yüzey sertliği, çizilme direnci, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey parlaklığı gibi kalite özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, vernik içerisinde mikro düzeylerde oluşan kavitasyonun bertaraf edilmesi, uygulanan vernik katmanında, kısa ve uzun vadede oluşabilecek bazı olumsuzlukların da giderilebilmesi için çözülmesi gereken bir problem olarak, karşımızda durmaktadır.

Kavitasyonun engellenmesi için kullanılan yöntemlerden birisi de ultrasonik dalga tekniğidir. Ultrasonik dalga etkisi, basınç dalgalarının elastik özelliklere sahip fiziksel bir ortamdan yayılması sonucu oluşur. Mekanik titreşimler mekanik basınç dalgalarına dönüşerek enerjiyi ortama ve ortam da dalgayla temas eden maddeye aktarır. Titreşim

halindeki nesne hareketini ortamdaki moleküllere aktarır ve her molekül bu hareketi komşu moleküle ileterek başlangıç konumuna geri döner. Ultrasonik dalga, hava içinden geçerken basınçta değişimlere sebep olur. Moleküllerin sıkıştığı noktalarda basınç normal değerinin üstüne çıkarken, moleküllerin birbirinden uzaklaştığı noktalarda basınç normal değerinin altına iner (Tavman vd., 2009).

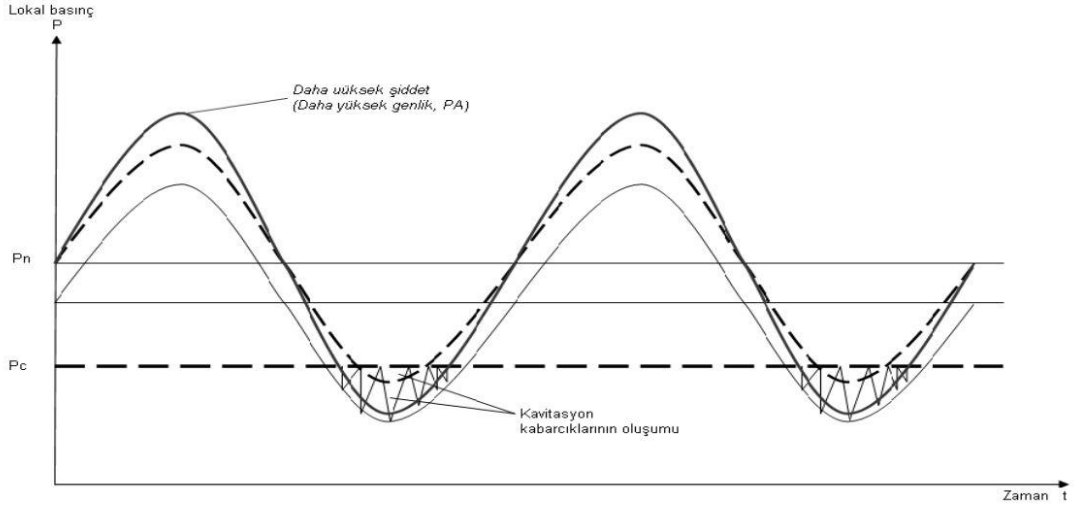
Ses dalgasını ortama yaymak için ultrasonik ses üreten cihazlar kullanılır. Belirli bir frekansla çalışan bu cihazlar, (endüstriyel kullanım için genellikle 20-50 kHz dir) alternatif akımı, bir dönüştürücü sayesinde mekanik titreşimlere dönüştürürler. Bu titreşimler proba uygulanan frekansta titreterek titreşimlerin ortama iletilmesini sağlar. Eğer ortam sıvı ise, uygulanan akustik alan ortamda bulunan moleküllerin orijinal pozisyonlarında titremesine sebep olur ve ortamın basıncı (genellikle hidrostatik basınç, P_h) uygulanan akustik basınçla ($P_a = P_A \sin 2\pi ft$) birlikte artar. Herhangi bir zamanda oluşan yeni basınç denklemi (1) de verilmiştir.

$$P = P_h + P_a \quad (1)$$

Burada, P_a , uygulanan akustik basıncı, P_h , hidrostatik basıncı ifade eder.

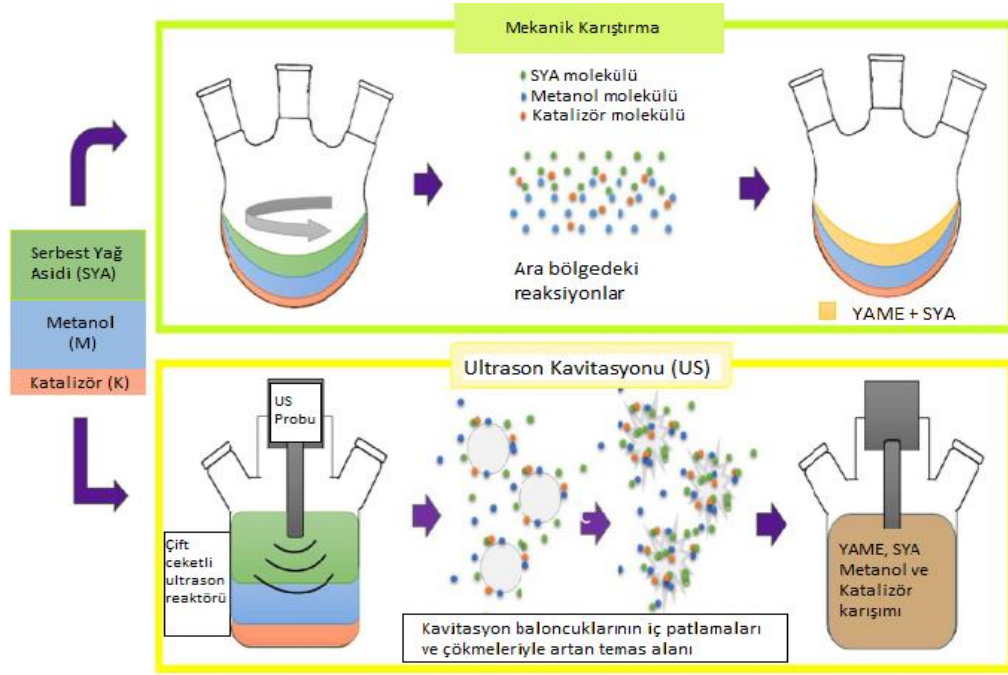
Basıncın pozitif olduğu sıkışma evresinde, moleküller arasındaki ortalama uzaklık azalır. Buna karşın seyrelme evresinde, moleküller arası ortalama uzaklık artar ve basınç negatif değerlere ulaşır. Basınç kritik değeri, P_c , altına düştüğünde (seyrelme evresinde gerçekleşir, ($P_c = P_h - P_a$), moleküller arası ortalama uzaklık molekülleri bir arada tutmak için gerekli olan kritik değeri üstüne çıkar ve sıvı kırılarak boşluk veya başka bir deyişle kaviteasyon oluşur. Şekil 2’de negatif basınç kritik değerine (P_c) bağlı olarak kaviteasyon kabarcıklarının oluşumu gösterilmektedir (Tavman vd., 2009).

Şekil 2. Kaviteasyon kabarcıklarının oluşumu (kaviteasyon kabarcıkları, negatif basınç kritik değerin (P_c) altına indiğinde gözlemlenebilmektedir (Tavman vd., 2009).



Şekil 2. Kaviteasyon kabarcıklarının oluşumu

Bu kaviteasyonlar, boşluklar veya kabarcıklar bir kez oluştuğundan sonra, basınç maksimum negatif değerine ulaşana kadar büyürler. Basınç, osilasyon sebebiyle sıkışma evresine gelerek pozitif değerlere ulaştığında, bu kaviteasyon kabarcıkları çökmeye zorlanırlar (hacimleri küçülür, hatta bazıları tamamen kaybolur). Bu kabarcıkların tamamen veya kısmen çökmesi sonucu çok yüksek bir enerji açığa çıkarak şok dalgaları ve mikro-jetler oluşur ve ortamda titreşimler meydana gelir (Povey ve Mason, 1998.). Bu titreşim hareketi aynı zamanda sıvının karışmasını sağlar. Tüm bu olaylar, dış direncin etkilenecek mekanik karıştırma uygulamalarında olduğu gibi kütle transferini de kolaylaştırır. Materyalde bir seri hızlı olarak gerçekleşen sıkışma ve genleşme meydana gelir ve bu davranış çalkalama hareketine benzer bir durum oluşturur (Vinatoru vd., 2017). Katılarda bu basınç değişimleri süngerin sürekli sıkılıp bırakılması gibi bir etki yapar (Floros ve Hanhua, 1994). Ortaya çıkan bu mekanizma, ultrasonun, çeşitli endüstriyel alan ve proseslerde uygulanabilirliğini mümkün kılmaktadır (Tavman vd., 2009). Kaviteasyon olarak tanımlanan boşlukların ultrason tekniği ile giderilmesi ve komponentler arası temas alanının artırılması, Şekil 3’de temsilen gösterilmiştir.



YAME: Yağ asidi metil esteri, SYA: Serbest yağ asidi

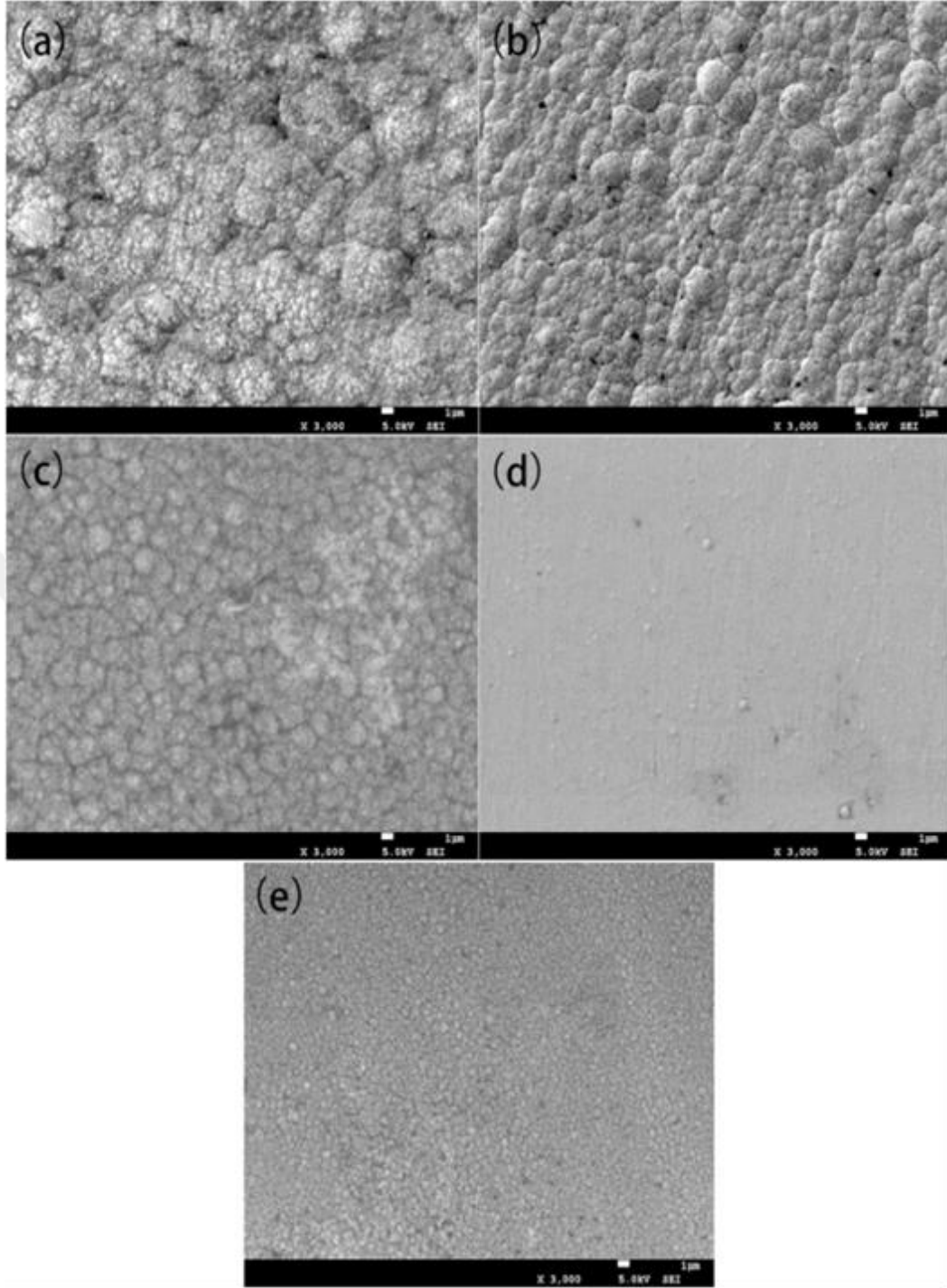
Şekil 3. Ultrason destekli karıştırmanın komponentler arasındaki temas alanını artırması

Ultrasonik dalga tekniği, enerji yoğunluğu nedeniyle işlem sürelerini kısaltma, düşük sıcaklık nedeniyle az enerji ihtiyacı, yıkama işlemlerinde daha az su, deterjan ve toksik kimyasal ihtiyacı nedeniyle çevre dostu, boyama işlemlerinde boyar maddenin daha fazla boyanan malzemeye geçmesi, atık yükünde azalma, renk tonunda kontrol imkanı (Sivakumar, 2009) ve boyar maddenin uygulanan malzeme derinliklerine daha fazla nüfuzu ettiği (Tavman vd., 2009) avantajlarından dolayı tercih edilmektedir. Ultrason yöntemi, bitkilerden boyar madde elde etmede ve bu boyaların, ağaç malzeme (Göktaş vd., 2013), gıda (Miano ve Augusto, 2018); (Majid vd., 2015), yün (McNeil vd., 2017), pamuk (Kamel vd., 2005), deri ve ipek (Velmurugan vd., 2017) malzemelerin boyanması, yün yıkama ve kirlere arındırılması (Qing vd., 2017), biyo malzemelerden selüloz, lignin ve karbonhidrat delignifikasyonu (Madeleine vd., 2013; Sun ve Tomkinson, 2002) alanlarında kullanılmıştır.

(He, 2018), tarafından yapılan bir araştırmada, kompozit metal kaplama üretiminde, ultrason karıştırma tekniğinin, komponentler arasında homojen bir dağılım

sağladığını, dolayısıyla daha düzgün ve pürüzsüz bir yüzey, yüksek mikro sertlik, daha az sürtünme katsayısı, daha yüksek aşınma direnci ve anti korozyon özellikli kaplama elde edildiğini bildirmişlerdir. Nikel ile yapılan kompozit kaplamalarda, ultrason destekli karıştırmanın, katman içinde kümelenmeyi engellediği, suya dayanım, sertlik, iç gerilmeler ve yorulma mukavemeti, aşınma direnci gibi katman karakteristiklerini olumlu yönde artırdığını (Prasad ve Seshadri, 1994). Metal kompozit alaşımlarında katman yapısının ultrason dalgası etkisi ile nasıl homojen bir yapı kazandığı SEM ile görüntülenen aşağıdaki resimlerde (Şekil 4) verilmiştir.

Şekil 4’de açıklandığı üzere kavitasyon, vernik homojenliğine olumsuz yönde etki etmesi sebebiyle verniklerin adezyon ve kohezyon kuvvetlerine, yüzey yapışma direncine, yüzey sertliğine, çizilme direncine, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey parlaklığı gibi kalite özelliklerine olumsuz yönde etki etmektedir. Bu nedenle, vernik içerisinde oluşan kavitasyonun bertaraf edilmesi, uygulanan vernik katmanında, kısa ve uzun vadede oluşabilecek bazı olumsuzlukların da giderilebilmesi için çözülmesi gereken bir problem olarak, karşımızda durmaktadır.



Şekil 4. Metal kompozit alaşımlarında, manyetik (a,b) ve ultrasonik karıştırma (c- 40 W, (d- 70 W, (e- 100 W) (He vd., 2018).

1.2. Hipotez

Verniğin karıştırılması sırasında pervane tipli karıştırıcıların vernik içerisinde alçak basınç oluşturması sebebi ile meydana gelen kavitasyon boşlukları, verniğin homojenitesini olumsuz etkilemekle birlikte vernik katmanının da kalite özelliklerine olumsuz yönde etki eder. Vernik komponent karışımının içerisinde vernik içermeyen boşluklar, yüzeyde krater oluşumuna, vernikte çökmelere, düşük yüzey sertliğine, homojen karışmaması sebebi ile düşük yüzey parlaklık değerlerine neden olurlar. Kavitasyon, ultrason dalgasının vernik karışımını homojen dağıtma ve vernik içermeyen boşlukları patlatabilme özelliğinden faydalanılarak bertaraf edilebilir. Ultrason destekli karıştırma tekniği ile vernik katmanının çizilme direncinin arttığı, yüzeyde daha homojen parlaklık elde edilebildiği, yüzeye yapışma direncinin arttığı, daha yüksek yüzey sertliği ve daha düşük yüzey pürüzlülüğün elde edilebileceği beklentisi, bu çalışmanın hipotezini oluşturmaktadır.

1.3. Amaç

Geniş bir kullanım alanına sahip olan verniklerin, karıştırma metodundan kaynaklı oluşan kusurlarının bertaraf edilerek verniğin kullanım ömrünün arttırmak ve bu vesile ile çok değerli bir malzeme olan ve vernik yardımıyla korunan ahşabın hurdaya ayrılma süresini uzatmaktır. Bu çalışmanın bir diğer amacı ise; ultrason destekli vernik karıştırma metodu ile daha verimli vernik-komponent karışımlarının yapılabilmesi ve buna bağlı olarak vernik kalite özellikleri olan; yüzey yapışma, yüzey parlaklığı, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği özelliklerinin geliştirilmesinde faydalanılabilirliğini ortaya koymaktır.

1.4. Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi

Bu çalışmada, ahşap sektöründe mobilya yapımı maksadıyla yaygın olarak kullanılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Maun (*Khaya ivorensis*) olmak üzere üç farklı odun tipinin üzerine poliüretan, akrilik ve polyester vernik sistemleri mekanik ve ultrasonik karıştırma yöntemiyle uygulanmıştır. Mekanik karıştırma yönteminde 3,5 ve 7 dakika süreler uygulanırken ultrasonik karıştırma yönteminde bu sürelere ek olarak 80W, 120W ve 160W dalga şiddetleri karıştırma esnasında uygulanmıştır. Elde edilen deney örnekleri parlaklık, yüzey sertliği, yüzey çizilme direnci, yüzey yapışma direnci ve yüzey pürüzlülüğü testlerine tabii tutularak karıştırma metodunun performansları araştırılmıştır.

Çalışma kapsamına ait deneme deseni Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Deneme deseni

Ağaç Malzeme	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrason Dalga Şiddeti (Watt)	Karışım Süresi (dk)	Testler	Tekrar	Toplam Parça Sayısı
1.Sarıçam	1.Poliüretan	1. Mekanik Karıştırma	1. 80	1. 3 Dk	1.Yüzey Parlaklığı	10	3240*
2.Kayın	2. Akrilik		2. 120	2. 5 Dk	2. Yüzey sertliği		
3.Maun	3.Polyester	2. Ultrasonik Karıştırma	3. 160	3. 7 Dk	3. Yüzey çizilme direnci		
					4. Yüzey yapışma direnci		
					5. Yüzey pürüzlülüğü		

*Parça miktarları hesaplanırken, parlaklık, yüzey sertliği ve yüzey pürüzlülüğü için ayrıca parça eklenmemiştir.

Çalışma kapsamında belirtilen amaçlara ulaşabilmek için kullanılan yöntemler sıralı şekilde aşağıda belirtilmiştir:

- Literatür araştırmasının yapılması
- Malzemelerin temin edilmesi
- Deneme deseninin oluşturulması
- Ahşap deney örneklerinin hazırlanması
- Ahşap deney örneklerinin zımparalanması
- Ahşap deney örneklerine verniklerin uygulanması
- Parlaklık, Yüzey sertliği, Yüzey çizilme direnci, Yüzey yapışma direnci ve Yüzey pürüzlüğü testlerinin yapılması
- Bulguların yorumlanması ve değerlendirilmesi

1.5. Kaynak Özetleri

Literatürde, vernik uygulama şartları ve ultrason destekli karışımın etkileri üzerinde yapılmış çalışmalar vardır. Karahan (2001) yaptığı bir çalışmada, ultrasonik karıştırmanın ZnO toz özelliklerine etkilerini araştırmıştır. Bu kapsamda, çinko nitrat çözeltisine okzalik asit çözeltisi ilave edilerek mekanik ve ultrasonik yöntemle karıştırılmıştır. Karıştırma yöntemlerinde ultrasonik olarak (35 kHz) ve mekanik olarak (250 rpm) karıştırma yöntemleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, ultrasonik karıştırma sonucu elde edilen çinko oksit numunesinin, mekanik karıştırma sonucu elde edilene göre, tanelerinin daha belirgin, gözenekli, şekilli olması ve tanelerinin birbirine yapışık toz tanecik kümeleri şeklinde olmaması, bu tozların akıcılık özelliklerinin daha iyi olduğu sonucunu doğurmuştur.

Sönmez vd. (2004) yapmış oldukları bir çalışmada, ağaç malzemedeki su çözünürlüğü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkilerini araştırmışlardır. Bu kapsamda sarıçam (*Pinus silvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.), ve meşe (*Quercus petraea* L.) odunu yüzeylerine, tek ve iki bileşenli su çözünürlüğü vernikler fırça, sünger rulo ve püskürtme tabancası ile uygulamışlardır. Araştırmada, uygulama yöntemi farklılaşmasının verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkisi ASTM D-4366, TS 4318 EN ISO 2813, TS 6884' e göre belirlemişlerdir. Sonuç olarak, su çözünürlüğü vernik katmanlarının sertlik ve yapışma direnci değerleri üzerinde uygulama yöntemi farklılaşmasının etkili olmadığını, parlaklık değerleri üzerinde ise püskürtme yönteminin etkili olduğu tespit etmişlerdir.

Efe ve Gürleyen (2006) yapmış oldukları bir çalışmada, farklı numaralı zımparalar ile işlem görmüş çeşitli ağaç yüzeylerin yapışma direncinin belirlenmesini araştırmışlardır. Deneylerde, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), meşe (*Quercus petraea* Lipsky), ceviz (*Juglans regia* L.) ve gül (*Rhododendron ponticum*) odunlarından hazırladıkları numuneleri 40, 60, 120 kum zımparalar ile osilasyonlu kontakt zımpara makinesinde işlemişlerdir. Daha sonra polivinilasetat (PVAc) tutkalı ile yapıştırılan numuneler TS 5430 EN 204 ve TS EN 205 esaslarına göre yapışma direnci deneyine tabi tutmuşlardır. Denemeler sonucunda

en yüksek yapışma direnci 120 kum zımpara ile işlem görmüş meşeden elde etmişlerdir.

Budakçı ve Sönmez (2010) yaptıkları bir çalışmada bazı ahşap verniklerin farklı ağaç malzeme yüzeylerindeki yapışma direncini belirlemişlerdir. Bu kapsamda sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) yüzeylerine farklı katman kalınlığında selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulayıp ağaç türü ve katman kalınlığının verniklerin yapışma direncine etkisi ASTM-D 4541'e göre çekme testi (pull-off test) ile belirlenmişlerdir. Araştırma sonuçları, ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci üzerinde, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, katman kalınlığı etkisinin ise önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada yapraklı ağaç odunlarında daha yüksek, iğne yapraklı ağaç odunlarında daha düşük yapışma direnci değerleri tespit edildiği, vernik çeşidi düzeyinde en yüksek yapışma direncinin poliüretan ve akrilik verniklerde elde edildiği belirlenmişlerdir. Ayrıca katmanlar arası yapışma direnci incelenmesinde ağaç malzeme-dolgu verniği ara kesitinde en fazla yapışma başarısızlığının olduğu, dolgu katı üzerine oluşturulmuş olan son kat vernik katmanlarının yapışma direnci üzerinde etkisinin olmadığı tespit etmişlerdir.

Göktaş vd. (2013) yapmış oldukları bir çalışmada ultrasonik yöntem kullanılarak bitki boyaları ile boyanan ahşap malzemenin yıkanma performansları ve uv-hızlı yaşlandırma şartları altındaki renk değişim değerlerini belirlemişlerdir. Bu çalışma için doğal boya kaynağı olarak; Kökboyası (*Rubai tinctorium*), Cehri (*Rhamnus petiolaris*), Ceviz kabuğu (*Juglans regia* L.), Şeftali yaprağı, Gence (*Datisca cannabina*), Kına (*lawsonia inermis* L.), Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), Doğal indigo (Hindistan- *indigofera tinctoria* L.), ve Kırmızı pancar (*Beta vulgaris*) belirlenmiştir. Doğal bitki boyalarının mordanlanmasında; demir sülfat ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$), alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$), bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ve üzüm sirkesi (CH_3COOH) kullanmışlardır. Boyama işleminde, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Sapsız meşe (*Quercus petraea* spp) ve Ceviz (*Juglons regia* L.) ağaçlarını kullanmışlardır. Doğal boyalar ile boyanan deney örnekleri, ASTM D 4587-11 standardına göre, 50, 100 ve 150 saatlik UV hızlı

yaşlandırma testine tabi tutulmuş ve renk değişim değerleri ISO 2470 ve ISO 7724-3'e göre belirlenmiştir. Boyalı örneklerin yıkanma testlerinde, UV spektrofotometre kullanılmış ve boya tutma performansları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, cehri boyar maddesinin mordansız olarak ceviz odununa uygulanmasında UV hızlı yaşlandırma ve yıkanma testlerinde renk değişimine karşı yüksek direnç ($\Delta E^*=10,76$) göstermiştir. Böylece, bu boyar maddelerin ağaç mamulü ürünlerde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Altun ve Esmer (2017) yapmış oldukları bir çalışmada ısıtılmış işlem görmüş ağaç malzemenin, yüzey hazırlık işleminin ve vernik çeşidinin, vernik yapışma direnci üzerine etkilerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Thermowood yöntemi ile ısıtılmış işlem görmüş Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve İroko (*Chlorophora excelsa*) örneklerinin zımparalanmış ve rendelenmiş yüzeylerine; solvent bazlı sentetik esaslı, renk pigmentli yarı şeffaf vernik (HD), alkid bağlayıcı esaslı silikonlu vernik (Sİ), üretan alkid kombinasyon esaslı tek bileşenli poliüretan (PÜ) vernik ve akrilik esaslı su bazlı vernik (AS) uygulanmış, yüzey pürüzlülüğünün ve vernik çeşidinin vernik yapışma direncine etkileri ortaya koymuşlardır. Isıtılmış işlem görmüş örneklerde vernik yapışma direncinin genellikle daha düşük olduğu belirlenmiştir. En yüksek vernik yapışma direnci, poliüretan vernikte tespit edilmiştir. Sarıçam, iroko ve dişbudakta en yüksek yapışma direnci değerleri sırasıyla 4.98 MPa, 5.88 MPa, 6.61 MPa olarak, kontrol grubu rendelenmiş yüzeyde, poliüretan vernikte tespit edilmiştir.

Söğütlü vd. (2017) yapmış oldukları çalışmada sapelli odununda uygulanmış bazı verniklerin aşınma ve çizilme direncinin belirlenmesini hedeflemişlerdir. Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odunundan radyal ve teğet kesiş yönünde hazırlanan örneklerin yüzeylerine uygulanan poliüretan, tek bileşenli su bazlı, çift bileşenli su bazlı ve sentetik verniklerin aşınma ve çizilme direncinin belirlenmesi amaçlamışlardır. Aşınma direncinin belirlenmesinde TS EN 15185, çizilme direncinin belirlenmesinde ise TS EN 15186 esaslarına uyulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, aşınma ve çizilme direncine vernik çeşidinin etkisi istatistiksel olarak önemli, kesiş yönünün etkisini ise önemsiz bulmuşlardır. Aşınma direnci en yüksek poliüretan vernikte (261,8 devir), en düşük yat verniğinde (194,3 devir) elde edilmiştir. Çizilme

direnci en yüksek poliüretan vernikte elde edilmiş (1,60 N), en düşük yat verniğinde (0,90 N) elde edilmiştir. Aşınma ve çizilme direnci bakımından tek bileşenli su bazlı vernik ile çift bileşenli su bazlı vernik arasında istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Aykaç ve Sofuoğlu (2021) yaptıkları çalışmada bambu (Bambusa) ağaç malzeme yüzeyine mobilya endüstrisinde en çok tercih edilen ahşap koruyucu vernikler uygulamış ve bazı katman özellikleri araştırmışlardır. Denemelerde selülozik vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernik kullanmışlardır. Üstyüzey işlemleri uygulanmış deney numunelerinde sertlik, parlaklık, renk değişimi ve katman kalınlığı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilere göre, yüzey sertliği ölçümlerinde poliüretan vernik dışındaki diğer verniklerde yüzey sertlik değerleri kontrol numunesine kıyasla düşüş göstermiştir. Parlaklık değerlerinde, kontrol örneklerine kıyasla üç kata kadar artış görülmektedir. Renk ölçüm değerlerinde örnek yüzeylerini sarı ve kırmızı renge en çok yaklaştıran vernik türü sentetik vernik olmuştur. Işıklılık (L*) değerinde ise kontrol örneklerine kıyasla bir düşüş görülmüştür. Vernikler arasında toplam renk değişimi (ΔE^*) incelendiğinde en çok değişim sentetik vernikte en az ise su bazlı vernikte tespit etmişlerdir. Vernik çeşitleri arasında en fazla katman kalınlığı veren vernik çeşidi selülozik vernik olmuştur. En az katman kalınlığı ise su bazlı vernikten elde etmişlerdir.

Tekin (2009) yüksek lisans çalışmasında, ahşap malzemelerde kullanılan bazı vernik katmanlarının aşınma dirençlerini belirlemek amacıyla Doğu kayını (Dk), Sapsız meşe (Sm), Sarıçam (Sç), Karaceviz (Kc), Karakavak (Kk) ve Ihlamur (I) odunlarından TS 2470 esaslarına göre hazırlanan deney örnekleri sentetik (Sn), poliüretan (Pü), su bazlı (Sb), asit sertleştiricili (As) ve selülozik (Sl) vernikler ile ASTM D 3023 esaslarına uygun şekilde 1 (1L), 2 (2L) ve 3 (3L) kat olarak verniklenmiştir. Deney örneklerinin aşınma dirençleri TS 4755 esaslarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, aşınma direnci ahşap türü bakımından en yüksek karaceviz'de (168,9 devir), en düşük sarıçam'da (50,63 devir); vernik çeşidi bakımından en yüksek asit sertleştiricili vernik'te (213,4 devir), en düşük su bazlı vernik'te (45,44 devir), katman kalınlığı bakımından en yüksek 3L'de (149,6 devir), en düşük 1L'de (38,30 devir) elde edildiği bildirilmiştir. Ahşap türü, vernik çeşidi, katman kalınlığı etkileşimine göre aşınma direnci, en yüksek

Kc+As+3L' de (578,0 devir), en düşük I+Sb+1L' de (11,50 devir) bulunmuştur. Buna göre, aşınma direnci ahşap türü, vernik çeşidi ve katman kalınlık miktarına göre farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Aşınma direncinde ahşap türü ve vernik çeşidi birinci, katman kalınlığı ise ikinci derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Aşınma direncinin önemli olduğu ahşap parke ve yer döşemelerinde karaceviz + 3 kat asit sertleştiricili vernik uygulamasının bu bakımdan avantaj sağlayacağı bildirilmiştir

Gezer (2009) yaptığı yüksek lisans tez çalışmada, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacından elde edilen deney örnekleri; 100, 150 ve 200 °C' de 2, 4 ve 6 saat bekletilmiş ve parça yüzeylerine su bazlı vernikler uygulanarak, ağaç malzemeye uygulanan ısıl işlemin vernikte sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiştir. Uygulama yapılan ağaç türlerinin hepsinde çift komponentli verniğin tek komponentli verniğe göre daha üstün olduğu görülmüştür. Isıl işlemsiz numuneler ile 100°C'de 2 saat ısıl işleme tabi tutulan numunelerin sertlik dirençlerinin 100°C de 4,6 saat, 150°C ve 200°C'de 2, 4, 6 saat ısıl işleme tabi tutulan numunelere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Isıl işlemsiz numunelerin yapışma dirençlerinin 100°C de 2,4,6 saat, 150°C ve 200°C'de 2,4,6 saat ısıl işleme tabi tutulan numunelere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 100°C, 150°C ve 200°C'de 2, 4, 6 saat ısıl işleme tabi tutulan numunelerin parlaklık değerlerinin düşük olduğu bildirilmiştir.

Tutgun (2014) yüksek lisans çalışmasında, ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanı tutunma (adezyon) direncine etkisinin belirlenmesi amaçlanan çalışmada; 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 pnomatik 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.

Yakın (2001) yüksek lisans çalışmasında, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus Petraea* L.), ağacından elde edilen deneme panelleri üzerine su bazlı vernikler elle fırça, rulo ve püskürtme tabancası ile uygulanarak, sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemeti incelenmiştir. Yapılan incelemelerde ASTM-D 358, ASTM-D 3023, ASTM- D 3924, ASTM-D 4366, TS 4318, ASTM-D3359 esaslarına uyulmuştur. Su bazlı verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemeti solvent bazlı verniklerinden az bulunmuş, uygulama farklılaşmasının verniğin fiziksel özelliklerinde etkisi olmadığını bildirmiştir. Sertlik ölçümlerinde en yüksek değer kayın ağacında akrilik emülsiyon verniğinde elde edilmiştir. Liflere paralel yöndeki parlaklık ölçümlerinde sarıçamda, liflere dik yöndeki ölçümlerde meşe'de en yüksek değerler tespit edilmiştir.

Budakçı (2003) yaptığı doktora tezinde, ahşap yüzeyler için hazırlanan su bazlı verniklerin, solvent bazlı poliüretan ve akrilik verniklere göre daha düşük bir yapışma direncine sahip olduğu tespit edilmiştir. Selülozik ve su bazlı verniğin yapışma direncinin düşük çıkmasını; selülozik verniğin asiditesinin (pH 2,9-3,4 arasında) su bazlı verniğin ise alkaliliğinin (pH 8,71-9,30 arası) fazla olmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Ayrıca boya/vernik üretici firmaların su bazlı verniklerin ağaç malzeme yüzeyinde renk değişikliğine sebep olduğunu bildirdiklerini belirtmiştir. Yapılan denemelerde su bazlı verniğin, özellikle meşe yüzeylerinde gözle görünür bir renk değişimine neden olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun alkali olan su bazlı verniğin meşe odunundaki tanen maddesi ile etkileşime girerek tek aşamalı bir kimyasal renklendirme yapmış olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Ayrıca su bazlı verniklerin katı madde miktarlarının düşük olmasından dolayı ahşap yüzeyde oldukça ince bir vernik katmanı verdiği tespit edilmiştir. Solvent esaslı vernikler özellikle poliüretan ve akriliklerde elde edilen kalın ve optik özelliği yüksek katmanların su bazlı verniklerle sağlanamadığı bildirilmiştir. Farklı bir çalışmada ise; su bazlı verniklerin mekanik etkilere dayanıksız olduğu sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden düşük olduğu bilgisine yer verilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmada Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Maun (*Khaya ivorensis*) olmak üzere üç farklı ağaç malzeme türü, poliüretan, akrilik ve polyester vernik sistemi olmak üzere üç farklı vernik sistemi kullanılmıştır.

2.1.1. Deneylede Kullanılan Ağaç Malzemeler

Araştırma kapsamında ahşap sektöründe mobilya yapımı maksadıyla yaygın olarak kullanılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Maun (*Khaya ivorensis*) ağaçlarından yararlanılmıştır. Çalışmadaki ağaçlar piyasada bu işin ticaretini yapan satıcılardan tedarik edilmiştir.

2.1.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

Özgül ağırlığı 0.496 gr/cm³ Sarıçam, Türkiye, Kırım ve Kafkaslar'da, güneş alan bölgelerde ve ılıman iklimlerde yetişen boyları 40 metreye kadar uzanabilen, sivri tepe yapısına sahip olan ince dallı bir ağaçtır. Sarıçam iğneleri ikili şekilde oluşmaktadır ve 3 ila 6 yıl arasında dökülmeden kalabilirler (Yücel, 2005). Sarıçam odunları reçine yapısı gereği oldukça dayanıklı ağaçlardır, çok hızlı büyüeyebilen bu ağaçlar 20 yılda 8-9 metre uzunluğa ulaşabilirler (Mataracı, 2004). Görünüş özellikleri bakımından kızıl renkli, düzgün lifli, yıllık halkaları belirgin şekilde ayırt edilebilmektedir. Sarıçam ağacından birçok alanda faydalanılmaktadır, bunlar; yapısal alanda kullanımı, mobilya yapımı, pencere ve kapı yapımı, cephe kaplaması ve taban kaplaması yapımı, çatı makaslarının yapımı olarak sıralanabilir (Şimşek, 2019).

Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky)

Özgül ağırlığı 0,65 gr/cm³ olan doğu kayının coğrafi yayılışı, Türkiye, Bulgaristan, Kafkasya ve İran'dır. Ülkemizde en iyi gelişimini Karadeniz Bölgesi'nde gerçekleştirir. Doğu kayını 30-40 metreye kadar boylanabilmekle birlikte 1 metre çap genişliğine kadar büyüklük gösterebilir. Yaprakları elips şeklinde ve uçları uzun ya da kısadır (Anşin ve Özkan, 1997). Renkleri yetiştirme ortamına göre değişiklik gösterebilir, sağlıklı olan kayın ağaçlarının renkleri sarımsı beyazdır. Akdeniz bölgelerinde yetişen doğu kayınının odunu sert ve ağır iken kalkerli ovalarda yetişenlerin ise hafif ve yumuşaktır. İlkbahar odunu ve yaz odunu sınırı belli olmayan ancak yıllık halkaları belirgin şekilde olan kayın odununun yetiştirme yeri yıllık halka genişliğini belirlemektedir. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerine göre bariz şekilde küçük boyutludur ve tek tek dağılır (Merev, 2003). Geniş kullanım alanına sahip olan Doğu Kayını, Türkiye'de, parke ve dekorasyon ürünleri olarak, araba ve otobüs karoseri yapımında, mobilyacılıkta, tornacılıkta, kontrplak endüstrisinde, kaplama levha, fiçı ve kâğıt sanayinde kullanılmaktadır. Emprenye edildiği takdirde travers yapımında da kullanılmaktadır (Tomak ve Yıldız, 2010).

2.1.1.3. *Maun (Khaya ivorensis)*

Özgül ağırlığı 0,60 gr/cm³ maun ağacı, kızıl renkli, yıllık halka çizgileri belirgin, sert ve ağır ve işlenmesi zor bir ağaçtır. Bünyesindeki tanen sayesinde biyotik faktörlere karşı dayanıklıdır (Gürtekin ve Hekim, 2006). Estetik açıdan değerli olmasıyla birlikte uzun ömürlü olması sebebiyle mobilya üretiminde, iç mekân ahşap işlerinde ve gemi yapımında tercih edilen bir ağaçtır.

2.1.2. Deneyleerde Kullanılan Vernik Sistemleri

Çalışma kapsamında deney örneklerine üç tip vernik sistemi uygulanmıştır. Bunlar; polyester vernik sistemi, akrilik vernik sistemi ve poliüretan vernik sistemidir.

Polyester Vernik Sistemleri

Doymamış polyester (alkit) reçine esaslı, üç komponentli, reaksiyon kurumalı sistemlerdir. Doldurma gücü çok yüksek olduğu için vernik ve lake son katlar öncesi dolgu amaçlı, sert ve parlak bir yüzey verdiği içinde son kat olarak kullanılırlar. Yüksek oranda katman kalınlığı (% 95) vermesi nedeniyle ekonomiktirler. Ancak üç komponentli, kısa karışım ömrü, farklı ekipmana ihtiyacı ve tatbikatının güç olması gibi dezavantajları vardır (Baykan vd., 2000)

Akrilik Vernik Sistemleri

Akrilik vernikler, reçine esaslı, iki komponentli, reaksiyon kurumalı, akrilik ve metkrilik asitlerin alkoller ile reaksiyonu sonucunda elde edilen bir polimerdir. Fiziksel ve kimyasal dayanımları çok yüksek olup akrilik reçineden kaynaklanan tam sararmazlık özelliğine sahiptir. Tek bileşenli, çift bileşenli ve su çözücülü olan türleri vardır. Su çözücülü sistemlerde esas çözücü “su” olmakla birlikte, katman yapıcı olarak kullanılan reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulur (Sönmez vd., 2004).

2.1.2.3.

Poliüretan Vernik Sistemleri

Poliüretan reçine esaslı, iki komponentli, reaksiyon kurumalı sistemlerdir. Üretiminde Hint yağı türevleri, yağ alkidleri, polieterler ve poliesterler kullanılmaktadır. Poliüretan verniklerin yaygınlaşmasında, geliştirilmiş üstün katman özellikleri etkili olmuştur. Bu sistemler, sert, esnek, sağlam, aşınma direnci yüksek, suya, deterjana, parlaklık kaybı, sararma ve kimyasallara dirençli, %50 katman yapma özelliklerine sahiptirler. Özel sertleştiriciler ve katkı maddeleriyle daha da sararmaz sistemler yapılabilir. Tatbikatta yüksek katı madde ihtiva ettikleri için ekonomiktirler.

2.2. Metot

2.2.1. Ahşap Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmadaki deney örnekleri, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Maun (*Khaya ivorensis*) odunları olacak şekilde TS 2470'e göre, budaksız, ardaksız, düzgün lifli, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından hazırlanmıştır. Örnekler, 100x100x10 mm net ölçülerde kesilip, 20±2 °C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem ortamında yaklaşık %12 rutubet derecesine gelinceye kadar bekletilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Maun, sarıçam ve kayın deney örnekleri

2.2.2. Vernik Sistemlerinin Hazırlanması

Vernik sistemleri, hassas tartı kullanılarak önce hassas tartı üzerine konulan beherin darası alındıktan sonra içerisine kilitli buzdolabı poşeti konulup üretici firmanın önerileri doğrultusunda ağırlıkça ayarlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Vernik bileşenlerinin ağırlıkla ayarlanması

2.2.3. Vernik Sistemlerinin Karıştırılması

Mekanik karıştırma

Dolgu, son kat vernikler ve tüm bileşenleri, firmanın verdiği hazırlama önerileri doğrultusunda, laboratuvarlar çalışmalarında kullanılan mekanik karıştırıcı olan 2.2.3.1. homojenizatöre alınarak 3,5,7 dakika süre ile karıştırılmıştır, 5-10 dakikalık (Megep, 2012) dinlendirme sürelerinden sonra ahşap deneylerine uygulanmaya hazır hale getirilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Homojenizatör ile mekanik karıştırma yöntemi

Ultrasonik Karıştırma

Dolgu, son kat vernikler ve tüm bileşenleri, firmanın verdiği hazırlama önerileri doğrultusunda, laboratuvarlar çalışmalarında kullanılan ultrason teknesine (Kudos HP 2.2.3.2. 53 kHz) alınmış olup 3, 5, 7 dakika sürelerle ile 80, 120, 160 Watt dalga şiddetlerinde bekletilerek karıştırılmış ve 5-10 dakikalık (Megep, 2012) dinlendirme süresinden sonra ahşap deney örneklerine uygulanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Ultrason teknesi yardımıyla vernik sistemlerinin karıştırılması

2.2.4. Ahşap Deney Örneklerine Vernik Sistemlerinin Uygulanması

Polyester Vernik Sisteminin Deney Örneklerine Uygulanması

Polyester vernik uygulamasında, püskürtme tabancası hava basıncı 2-2,5 bar, tabanca uç açıklığı 2-2,5 mm olacak şekilde ayarlanarak (Sönmez vd., 2004), bekletme süresi 2.2.4.1. uygulanmaksızın 20-25 dakika içerisinde tüketilecek miktarda hazırlanarak teraziye alınmış örneklerle uygulanmıştır. Polyester verniklerinin uygulanmasında, örneklerle, 100 g/m² ve 70–80 µ katman kalınlığı olacak şekilde 2 çapraz kat vernik uygulanmıştır. Katlar arası bekleme süresi 20-25 dakikadır. Katlar arası 12 saati aşan sürelerde zımpara işlemi uygulanmıştır (Sönmez vd., 2004)(Şekil 9).



Şekil 9 Vernik sistemlerinin deney örneklerine uygulanması

Akrilik Vernik Sisteminin Deney Örneklerine Uygulanması

Akrilik verniklerin uygulama özellikleri genel olarak poliüretan vernik sistemleri gibidir. Akrilik vernik uygulamasında, püskürtme tabancası hava basıncı 2-2,5 bar, 2.2.4.2. tabanca uç açıklığı 1,6-1,8 mm ve viskozite 15-18 sn, flow-cup / 4 mm olacak şekilde ayarlanarak (Sönmez, 2004), 10 dakikalık bekletme süresinden sonra örnek yüzeyine püskürtülerek uygulanmıştır.

Dolgu verniklerinin uygulanmasında, örneklere, 100-120 g/m² ve 30-35µ katman kalınlığı olacak şekilde 3 çapraz kat vernik uygulanmıştır. Katlar arası bekleme süresi 2-6 saat olacak şekilde planlama yapılmıştır. Son kat kat vernikleri, her katta 100-120 g/m² ve 100 30-35µ katman kalınlığı olacak şekilde, 3 kat olarak uygulanmıştır. Katlar arası bekleme 1-3 saat ve son kat vernik katları arasında pürüz zımparası yapılmıştır (Sönmez, 2004).

Poliüretan Vernik Sisteminin Deney Örneklerine Uygulanması

Poliüretan vernik uygulamasında, püskürtme tabancası hava basıncı 2-2,5 bar, tabanca uç açıklığı 1,6-1,8 mm ve viskozite 18-20 sn, flow-cup/4 mm olacak şekilde ayarlanarak (Baykan, 2000; Sönmez, 2004), 10 dakikalık bekletme süresinden sonra örnek yüzeyine püskürtülerek uygulanmıştır.

Dolgu verniklerinin uygulanmasında, örneklere, 120-150 g/m² ve 30–35µ katman kalınlığı olacak şekilde 3 çapraz kat vernik uygulanmıştır. Son kat kat vernikleri, her katta 100-120 g/m² ve 100 30–35µ katman kalınlığı olacak şekilde, üç kat olarak uygulanmıştır. Katlar arasında 1-3 saat beklenerek, son kat vernik katları arasında pürüz zımparası yapılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Vernik sistemleri uygulanmış deney örneklerinin kuruma aşaması

2.2.5. Çizilme Direnci Testinin Yapılması

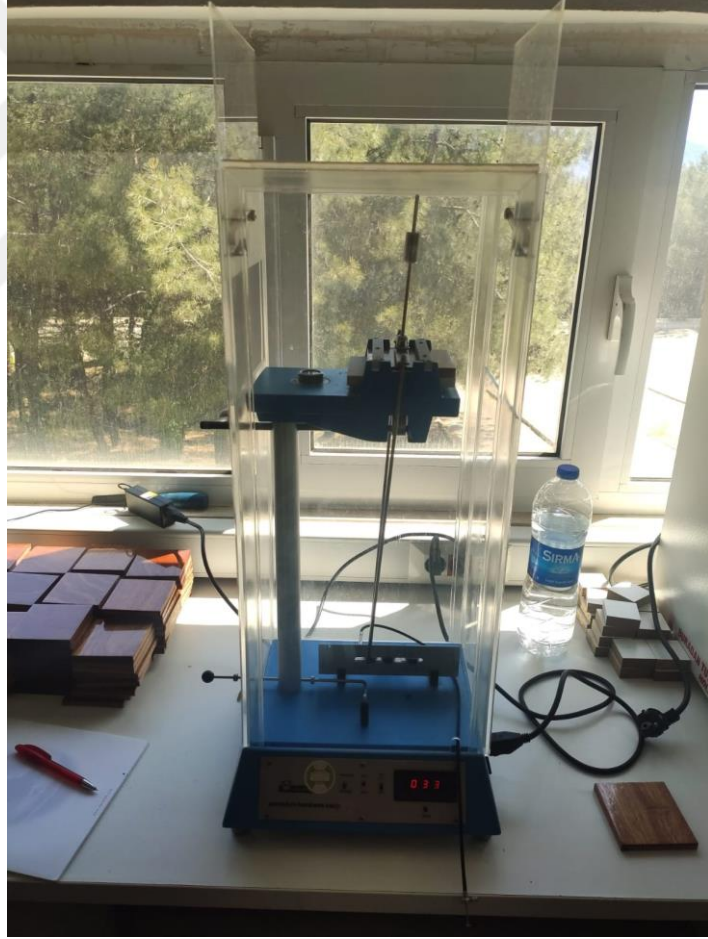
Çizilme direnci testi, standartlarda (TS 4757-86) belirtilen kurallara uyularak, dairesel şekilde örnek yüzeyinde hareket eden elmas çizici ucun, kesintisiz çizgi verme ağırlığı belirlenir. Test başlangıcında örnek yüzeyine 5 N'luk bir kuvvet uygulanır. Kesintisiz çizgi oluşuncaya kadar kuvvet 0.5 N'luk aralıklarla artırılarak 5 N'luk kuvvet uygulandığında kesintisiz çizgi oluştuğunda, kuvvet 2 N'a kadar 0.5 N'luk aralıklarla; 1 N'a kadar 0.25 N'luk, 1 N'nun altında 0.1 N'luk kademelerle azaltıldı. Daire şeklinde oluşan sürekli çiziklerde kesintiler oluşmaya başlayınca teste son verilerek uygulanan kuvvete göre yüzey çizilme direnci belirlenmiştir. (Şekil 11). Geleneksel ürünlerde çizilme direnci yaklaşık 0,5-0,75 Newton aralığındadır. Baykan'a göre (2000), mobilyada 1,1-1,5 olmalıdır. Bu test, AkzoNobel firması laboratuvarlarında yapılmıştır.



Şekil 11. Yüzey çizilme direnci test cihazı

2.2.6. Yüzey Sertliği Testinin Yapılması

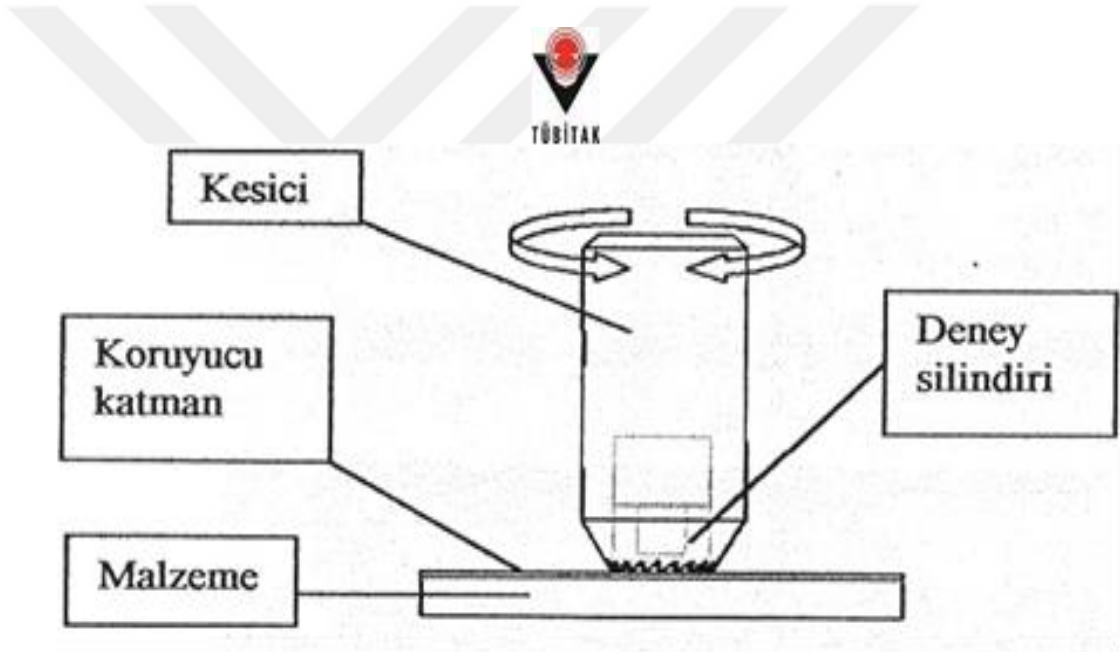
Son kat vernik katmanının mekanik etkilere dayanım özelliğini belirlemek üzere, sertlik ölçümleri pandüllü sertlik ölçüm cihazında, Köning metodu kullanılarak, ASTM D-4366-95 standardına göre yapılmıştır (Şekil 12). Ölçme cihazı, ölçümlerden önce ve ölçüm aralıklarında kalibre camı kullanılarak, 40 saniyede 100 salınım verecek şekilde kalibre edilmiştir. Vernikli örnek yüzeylerinde 63 ± 3.3 HRC sertliğinde ve 5 ± 0.0005 mm çapında iki bilye ile salınım yapan pandül salınım sayısına göre ($^{\circ}3$ - $^{\circ}6$ arasındaki salınımlar hariç) sertlikleri belirlenmiştir. Salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler, sert; az olduğu yüzeyler ise daha düşük sertlikte olduğu şeklinde bir sınıflandırma olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 12. Pandüllü yüzey sertliği ölçüm cihazı

2.2.7. Yüzey Yapışma Direncinin Testinin Yapılması

Çalışmada, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci ASTM D-4541-95 esaslarına uyularak, hidrolik özellikli adezyon kuvvet test cihazında belirlenmiştir. Ahşap deney örneklerine uygulanan değişik vernik katmanlarına, normal oda sıcaklığında ($\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$), $\text{Ø } 20\text{ mm}$ 'lik deney silindirleri yapıştırılarak ve tam kuruma için 24 saat bekletilmiştir. Deney silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki vernik katmanı, malzeme yüzeyine kadar Şekil 13'de görülen kesici yardımıyla kesildikten sonra silindir yüzeyden kopartılmıştır. Cihazın göstergesinden kopma anında okunan MPa cinsinden çıkan değer, yüzeyin yapışma değeri olarak kabul edilmiştir.



Şekil 13. Silindirin kapladığı alanın ayrılması

2.2.8. Yüzey Pürüzlülüğü Testinin Yapılması

Çalışma kapsamında, Ra ve Rz yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçümlerini yapmak amacıyla, Time markalı ve TR100 Surface roughness tester modeli, iğne taramalı, yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 14). Deney örneklerinin pürüzlülük ölçümü, %12 rutubette, her zaman aynı bölgeden ölçüm yapabilmek amacıyla, ölçülecek deney örneğine uygun olarak tasarlanmış bir kalıp yardımı ile yapılmıştır. Ayrıca cihaz kalibrasyonu için, kalibrasyon parametre değerleri Ra= 2.97 μm ve Rmax (Ry)=9.4 μm olan cihazın kendi doğruluk referans plakası kullanılmıştır.



Şekil 14. TR100 Yüzey pürüzlülük test cihazı

2.2.9. Yüzey Parlaklığı Testinin Yapılması

Verniklenmiş ahşap paneller, 23 ± 2 °C sıcaklık ve $\%50\pm 2$ nisbi nemli ortamda 16 saat süre ile klimatize edildikten sonra ölçümler 60 ± 2 ° (Köning)'de yapılmıştır. Deney aleti her işlemde önce kalibre edilmiştir. Kalibrasyonda işlemi, iyi cilalanmış ve düzgün yüzeyle, kırılma indisi 1.567 olan ve parlaklığı her geometri için 100 olarak belirlenmiş siyah cam kullanılmıştır. Denemelerde tüm varyasyonlara ait vernikli ahşap numuneleri, yüzeyinde liflere paralel ve liflere dik olmak üzere, aynı noktalardan bir kalıp yardımıyla, iki ölçüm yapılacaktır. Parlaklık ölçümleri ASTM D 523 standardına göre gerçekleştirilmiştir. (Şekil 15)



Şekil 15. Vernik sistemlerinin yüzey parlaklığının ölçülmesi

2.2.10. Verilerin Analiz Edilmesi

Veriler, istatistiksel analizler için geliştirilmiş SPSS paket programında değerlendirilmiştir. Farklı parametreler arasındaki ilişkilerin analizi için varyans analizi kullanılmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirmelerinde, karıştırma yöntemleri arası ölçüm farkları veri olarak kullanılmış olup, çoklu varyans analizi (ANOVA) testleri ile faktör etkileri belirlenmiştir. Gruplar arası fark önemli çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır ve denemeye alınan faktörlerin birbirleri arasındaki başarı sıralamaları, en küçük önemli fark (LSD) kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir.



3. BULGULAR

3.1. Çizilme Direnci Testi Bulguları

Sarıçam deney örneklerine ait çizilme direnci bulguları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Sarıçam çizilme direnci testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Çizilme Testi Bulguları	
					Ort.	St.Sp
Sarıçam	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	0,760	0,219
				5	0,200	0,000
				7	0,920	0,179
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,200	0,000
				5	0,200	0,000
				7	0,200	0,000
			120 Watt	3	0,200	0,000
				5	0,200	0,000
				7	0,200	0,000
		160 Watt	3	0,200	0,000	
			5	0,200	0,000	
			7	0,200	0,000	
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	0,280	0,110
				5	0,200	0,000
				7	0,680	0,179
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,200	0,000
				5	0,200	0,000
				7	0,680	0,179
			120 Watt	3	0,320	0,110
				5	0,560	0,089
				7	0,720	0,268
		160 Watt	3	0,200	0,000	
			5	0,200	0,000	
			7	0,760	0,179	
	Polyester	Mekanik	0 Watt	3	0,200	0,000
				5	0,760	0,219
				7	0,680	0,179
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,200	0,000
				5	0,600	0,245
			120 Watt	3	0,320	0,110
5				0,200	0,000	
160 Watt			3	0,200	0,000	
			5	0,200	0,000	

Elde edilen çizilme verilerine göre; en iyi çizilme direnci, poliüretan vernik türünün mekanik karıştırma yöntemiyle 7 dakika karıştırılarak uygulanan deney örnekleri ile en iyi çizilme direncine 0,920 N sahip olduğu görülmüştür. **En düşük çizilme direnci** 0,200 N olarak tespit edilmiştir.

Vernikler incelendiğinde, Sarıçam deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında 0,430 N ortalama ile en iyi çizilme direncine sahip vernik türünün akrilik vernik olduğu tespit edilmiştir. Bu arada, 0,307 N ortalama ile en düşük çizilme direncine sahip olan vernik türünün ise poliüretan vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 0,627 N ortalama ile poliüretan vernik türünün, mekanik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde, en iyi sonucu verdiği gözlemlenmiştir. Yine, aynı vernik türünün ultrasonik karışım metoduyla uygulanmış deney örneklerinde, 0,200 N ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

Ultrasonik karıştırma metodu, üç vernik türü için incelendiğinde, akrilik vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması 0,444 N ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla 0,373 N ortalama ile polyester vernik ve 0,200 N ortalama ile poliüretan vernik türü en düşük sonuca sahip olmuştur.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri, üç vernik türü için kıyaslandığında, 0,493 N ile 120 Watt gücündeki dalga şiddetinin akrilik vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri bakımından, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 7 dakika karışım süresinde, en yüksek çizilme direnci gözlemlenmiştir (0,760 N).

Karışım süresi, ultrasonik karışım metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç, 0,440 N ile 7 dakika karışım süresinde, gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında en iyi netice, 0,460 N ile 7 dakika karışım süresinde, gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise en iyi sonuç, 7 dakika karışım süresinde, gözlemlenmiştir.

Kayın deney örneklerine ait çizilme direnci bulguları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kayın çizilme direnci testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti (Watt)	Karışım Süresi (dk)	Çizilme Testi Bulguları	
					Ort.	St.Sp
Kayın	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	0,520	0,110
				5	0,800	0,283
				7	0,600	0,000
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,840	0,219
				5	0,920	0,179
				7	0,560	0,089
			120 Watt	3	0,200	0,000
				5	0,200	0,000
				7	0,560	0,089
			160 Watt	3	0,320	0,179
				5	0,680	0,179
				7	0,280	0,110
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	0,480	0,110
				5	0,280	0,110
				7	0,800	0,283
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,560	0,297
				5	0,440	0,089
				7	0,640	0,219
			120 Watt	3	0,760	0,219
				5	0,400	0,141
				7	0,280	0,110
			160 Watt	3	0,280	0,110
				5	0,360	0,089
				7	0,240	0,089
Polyester	Mekanik	0 Watt	3	0,200	0,000	
			5	0,200	0,000	
			7	0,200	0,000	
	Ultrasonik	80 Watt	3	0,200	0,000	
			5	0,200	0,000	
		120 Watt	3	0,200	0,000	
			5	0,200	0,000	
		160 Watt	3	0,200	0,000	
			5	0,200	0,000	

Kayın malzeme üzerine yapılan uygulamalarda, **En iyi çizilme direnci**, kayın ağaç türüne ait deney örneklerine, poliüretan vernik türünün, ultrasonik karışma yöntemiyle 80 Watt dalga şiddetinde, 5 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde, 0,920 N ile görülmüştür. **En düşük çizilme direnci 0,200 N olarak tespit edilmiştir.**

Kayın ağaç türüne ait deney örneklerine uygulanan **vern timer incelen di ğinde**, 0,540 N ortalama ile en iyi çizilme direncine sahip vern timer türünün, poliüretan vern timer oldu ğu, tespit edilmiştir. En düşük çizilme direncine sahip olan vern timer türünün ise 0,200 N ortalama ile polyester vern timer oldu ğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 0,640 N ortalama ile poliüretan vern timer türünün mekanik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ultrasonik karıştırma metodu üç vern timer türü için incelendi ğinde poliüretan vern timer türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması 0,507 N ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla 0,440 N ortalama ile akrilik vern timer ve 0,200 N ortalama ile polyester vern timer türü en düşük sonuca sahiptir.

Ultrasonik karıştırma metodu üç vern timer türü için incelendi ğinde, poliüretan vern timer türünün 0,773 N ortalama ile en iyi sonucu verdi ği görülmüştür. Ultrasonik karıştırma metodunun kayın deney örneklerinde vern timer türleri bazlı incelendi ğinde en düşük sonuç polyester vern timer sisteminde görülmüştür.

Ultrasonik karıştırma yönteminde uygulanan 80 Watt, 120 Watt, 160 Watt güçlerindeki dalga şiddetleri birbirleri arasında kıyaslandığında; poliüretan vern timer sisteminde 80 Watt dalga şiddeti 0,773 N ortalama ile en yüksek çizilme direncine sahip iken, 120 Watt dalga şiddeti 0,320 N ortalama ile en düşük çizilme direncine sahip oldu ğu tespit edilmiştir. Akrilik vern timer sisteminde de poliüretan vern timer sisteminde oldu ğu gibi 80 Watt dalga şiddetinin en iyi sonuç verdi ği gözlemlenmiştir (0,547 N). Akrilik vern timer sisteminde en düşük çizilme direncine sahip olan dalga şiddeti ise 0,293 N ortalama ile 160 Watt oldu ğu gözlemlenmiştir. Polyester vern timer sisteminde dalga şiddetinin önemli bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karıştırma metodu ve ultrasonik karıştırma metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karıştırma süreleri karşılaştırıldığında, 7 dakika karıştırma süresinde en yüksek çizilme direnci gözlemlenmiştir(0,533 N).

Karıştırma süresi ultrasonik karıştırma metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç 0,600 N ile 7 dakika karıştırma süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında en iyi

netice 0,420 N ile 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise en iyi sonuç 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir (0,413 N).

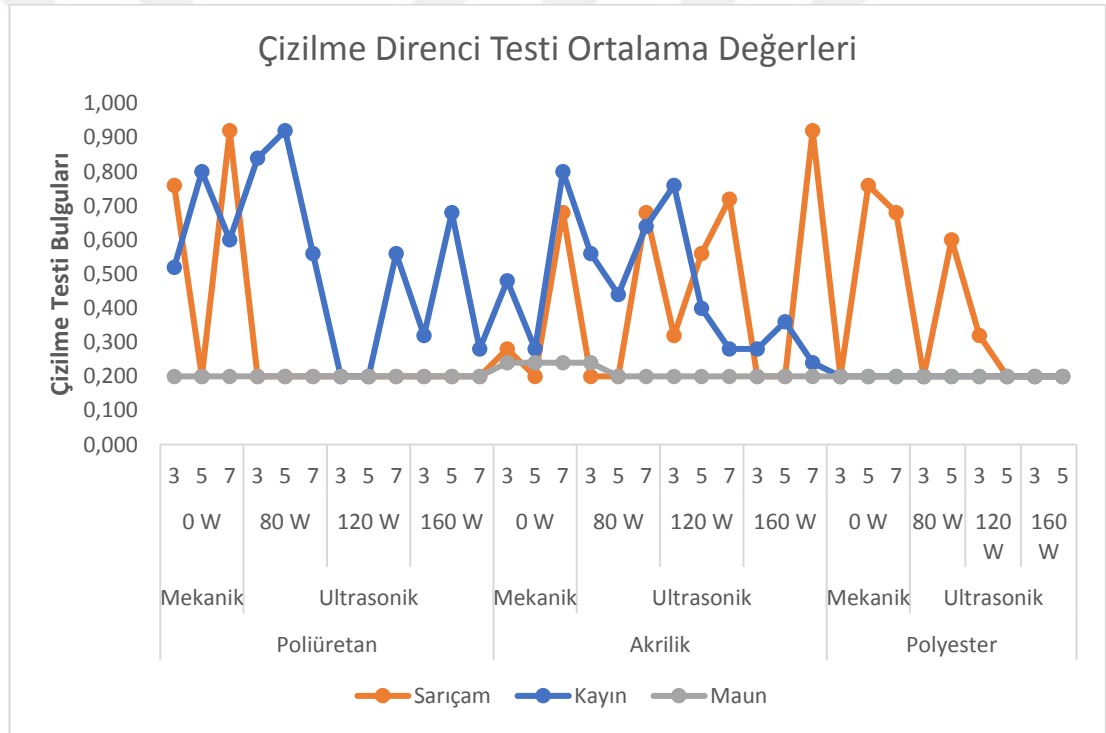
Maun deney örneklerine ait çizilme direnci bulguları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Maun çizilme direnci testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti (Watt)	Karışım Süresi (dk)	Çizilme Testi Bulguları		
					Ort.	St.Sp	
Maun	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	0,200	0,000	
				5	0,200	0,000	
				7	0,200	0,000	
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,200	0,000	
				5	0,200	0,000	
				7	0,200	0,000	
			120 Watt	3	0,200	0,000	
				5	0,200	0,000	
				7	0,200	0,000	
			160 Watt	3	0,200	0,000	
				5	0,200	0,000	
				7	0,200	0,000	
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	0,240	0,089	
				5	0,240	0,089	
				7	0,240	0,089	
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,240	0,089	
				5	0,200	0,000	
				7	0,200	0,000	
			120 Watt	3	0,200	0,000	
				5	0,200	0,000	
				7	0,200	0,000	
			160 Watt	3	0,200	0,000	
				5	0,200	0,000	
				7	0,200	0,000	
		Polyester	Mekanik	0 Watt	3	0,200	0,000
					5	0,200	0,000
					7	0,200	0,000
Ultrasonik	80 Watt		3	0,200	0,000		
			5	0,200	0,110		
	120 Watt		3	0,200	0,000		
			5	0,200	0,000		
	160 Watt		3	0,200	0,000		
			5	0,200	0,000		

Çizelge 3.3 incelendiğinde akrilik vernik türünün mekanik karışma yöntemiyle uygulanan deney örnekleri 0,240 N ile en iyi çizilme direncine sahip olduğu görülmüştür. Maun deney örneklerine uygulanmış olan üç tür vernik incelendiğinde birbirlerine çok yakın değerler görülmüş olup, 0,213 N ortalama ile en iyi çizilme direncine sahip vernik türünün, akrilik vernik olduğu tespit edilmiştir. Polyester ve poliüretan vernik

sistemleri arasında fark tespit edilememiştir. Karışım metotları karşılaştırıldığında 0,240 N ortalama ile akrilik vernik türünün mekanik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde üç vernik türünde de birbirine çok yakın değerler görülmekle birlikte, akrilik vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması, 0,204 N ortalama ile en iyi sonucu vermişken, 0,200 N ortalama ile poliüretan vernik ve 0,200 N ortalama ile polyester vernik türü en düşük sonuca sahiptir. Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında 0,213 N ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin akrilik vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 16. Çizilme direnci testi ortalama değerler grafiği

Proje kapsamındaki üç ağaç türünün çizilme dirençleri değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 16'da verilmiştir. Grafik incelendiğinde sarıçam ve kayın ağacına ait deney örnekleri birbirlerine yakın sonuçlar gösterirken maun ağacına ait deney örneklerinin

çizilme direnci düşük sonuç göstermiştir. Ultrasonik karıştırma metodu grafiğin genel olarak incelenmesi neticesinde etkili olmadığı gözlenmiştir.

Çizilme direnci testi çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çizilme direnci testi çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtürü	3,773	2	1,887	175,573	0*
Verniktürü	0,882	2	0,441	41,059	0*
Karışım	0,928	2	0,464	43,182	0*
Dalgaşiddeti	0,458	2	0,229	21,324	0*
Süre	0,732	2	0,366	34,055	0*
Ağaçtürü * Verniktürü	2,779	4	0,695	64,667	0*
Ağaçtürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti	0,576	4	0,144	13,397	0*
Ağaçtürü * Süre	1,523	4	0,381	35,441	0*
Verniktürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti	0,397	4	0,099	9,234	0*
Verniktürü * Süre	0,897	4	0,224	20,869	0*
Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Dalgaşiddeti * Süre	0,091	4	0,023	2,12	0,078**
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti	0,961	8	0,12	11,178	0*
Ağaçtürü * Verniktürü * Süre	1,68	8	0,21	19,547	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti * Süre	0,527	8	0,066	6,132	0*
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	0,793	6	0,132	12,296	0*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	,000a	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	1,049	12	0,087	8,139	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Hata	4,384	408	0,011		
Toplam	82,2	510			

* : Fark, 0,05’ e göre önemli ** : Fark, 0,05’ e göre önemsiz NS: Fark önemsiz

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, vernik türü, karışım, dalga şiddeti, süre, ağaç türü*vernik türü, ağaç türü*dalga şiddeti, ağaç türü * süre, ağaç türü * vernik türü * dalga şiddeti, ağaç türü * vernik türü * süre, ağaç türü * dalga şiddeti * süre, vernik türü * dalga şiddeti * süre, ağaç türü * vernik türü * dalga şiddeti * süre

gruplarının çizilme direnci testi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Buna göre; önem düzeyi değeri 0,05'ten küçük olduğu görülmüş olup bu grupların çizilme direncinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri bulunduğu belirlenmiştir. Ancak diğer gruplarda önem düzeyi değeri 0,05'ten büyük olduğu için bunun çizilme direnci üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi tespit edilmemiştir.

Ağaç türüne bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Ağaç türüne göre çizilme direnci değerleri

Ağaç Türü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	0,4118	A*
Sarıçam	0,3647	B
Maun	0,2082	C

DUNCAN: 0,050 *En yüksek çizilme direnci

Ağaç türüne bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek çizilme direnci değeri 0,4118 N ile kayın deney örneklerinde, en düşük çizilme direnci değeri 0,2082 N ile maun deney örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik türüne bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Vernik türüne göre çizilme direnci değerleri

Vernik Türü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Akrilik	0,3632	A*
Poliüretan	0,3449	A
Polysesyer	0,2600	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek çizilme direnci

Vernik türüne bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek çizilme direnci değeri 0,3632 N ile akrilik vernik uygulanmış deney örneklerinde, en düşük çizilme direnci değeri 0,2600 N ile polyester vernik uygulanmış deney örneklerinde tespit edilmiştir.

Karışım metoduna bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Karışım türüne göre çizilme direnci değerleri

Karışım türü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Mekanik	0,3956	A*
Ultrasonik	0,3083	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek çizilme direnci

Karışım metoduna bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek çizilme direnci değeri 0,3956 N ile verniğin mekanik karıştırma metodu ile uygulanmış deney örneklerinde, en düşük çizilme direnci değeri 0,3083 N ile verniğin ultrasonik karıştırma metodu ile uygulanmış deney örneklerinde tespit edilmiştir.

Dalga şiddetine bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Dalga şiddetine göre çizilme direnci değerleri

Dalga Şiddeti	Ortalama	Homojenlik Grubu
0 Watt	0,3886	A*
80 Watt	0,3520	B
120 Watt	0,2928	C
160 Watt	0,2700	C

DUNCAN: 0,050 *En yüksek çizilme direnci

Dalga şiddetine bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek çizilme direnci değeri olan 0,3886 N ile 0 Watt dalga şiddeti uygulanmış deney örneklerinde, en düşük çizilme direnci değeri 0,2700 N ile 160 Watt dalga şiddeti uygulanmış deney örneklerinde tespit edilmiştir.

Karıştırma süresine bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Karışım süresine göre çizilme direnci değerleri

Süre	Ortalama	Homojenlik Grubu
7 dk	0,4071	A*
5 dk	0,3070	B
3 dk	0,2897	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek çizilme direnci

Karıştırma süresine bağlı çizilme direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek çizilme direnci değeri 0,4071 N ile 7 dakika karışım süresi uygulanmış deney örneklerinde, en düşük çizilme direnci değeri 0,2897 N ile 3 dakika karışım süresi uygulanmış deney örneklerinde tespit edilmiştir.

3.2. Yüzey Sertliği Testi Bulguları

Sarıçam deney örneklerine ait yüzey sertliği testi bulguları Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Sarıçam yüzey sertliği testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Sertliği Testi Bulguları		
					Ort.	St.Sp	
Sarıçam	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	115,300	6,767	
				5	76,400	10,309	
				7	91,800	8,804	
		Ultrasonik	80 Watt	3	113,100	16,636	
				5	86,900	7,534	
				7	113,700	12,065	
			120 Watt	3	115,500	7,678	
				5	96,600	9,180	
				7	108,500	8,303	
		160 Watt	3	108,200	12,164		
			5	93,200	13,879		
			7	77,600	5,038		
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	96,200	11,282	
				5	75,000	8,233	
				7	81,800	14,101	
		Ultrasonik	80 Watt	3	98,500	10,711	
				5	77,700	5,964	
				7	78,500	8,141	
			120 Watt	3	86,100	18,266	
				5	76,000	18,469	
				7	83,300	14,095	
		160 Watt	3	83,300	12,623		
			5	69,100	8,439		
			7	66,800	13,596		
		Polyester	Mekanik	0 Watt	3	166,345	25,208
					5	172,015	27,670
					7	176,666	19,119
Ultrasonik	80 Watt		3	138,968	21,662		
			5	142,082	25,687		
	120 Watt		3	148,677	28,117		
			5	119,103	17,412		
	160 Watt		3	138,234	17,419		
			5	134,530	25,688		

En yüksek yüzey sertliği, polyester vernik türünün mekanik karıştırma yöntemiyle 7 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinden elde edilmiştir (176,6). **En düşük yüzey sertliği** akrilik vernik sisteminin ultrasonik karıştırma metodunun 160 Watt dalga şiddetinde 7 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (66,8).

Vernikler incelendiğinde, Sarıçam deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında 148,51 ortalama ile en iyi yüzey sertliğine sahip vernik türünün polyester vernik

olduđu tespit edilmiřtir. Ancak 81,02 ortalama ile en dűřuk yűzey sertliđine sahip olan vernik tűrűnűn akrilik vernik olduđu gűzlemlenmiřtir.

Karışım metotları karşılaştırıldıđında, 171,67 ortalama ile polyester vernik tűrűnűn mekanik karışırma metoduyla uygulanan deney őrneklerinde en iyi sonuđ gűzlemlenmiřtir. Ancak akrilik vernik tűrűnűn ultrasonik karışırma metoduyla uygulanmıř deney őrneklerinde 79,92 ortalama ile en dűřuk sonuđ gűzlemlenmiřtir.

Ultrasonik karışırma metodu űç vernik tűrű iđin incelendiđinde, polyester vernik tűrűnűn ultrasonik yűntemle karışırılması 136,93 ortalama ile en iyi sonucu vermiřken, sırasıyla 101,47 ortalama ile poliűretan vernik ve 79,92 ortalama ile akrilik vernik tűrű en dűřuk sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışırma metoduna ait ultrasonik dalga řiddetleri űç vernik tűrű iđin kıyaslandıđında 140,52 ile 80 Watt gűcűndeki dalga řiddetinin polyester vernik tűrűnde en iyi sonucu gűsterdiđi gűzlemlenmiřtir.

Karışırma sűreleri, mekanik karışırma metodu ve ultrasonik karışırma metodu olmak űzere ayrı ayrı deđerlendirilmiřtir. Mekanik karışırma metodunda karışırma sűreleri karşılaştırıldıđında, 3 dakika karışırma sűresinde en yűksek yűzey sertliđi direnci gűzlemlenmiřtir (125,94).

Karışırma sűresi ultrasonik karışırma metodunda her dalga řiddeti iđin ayrı ayrı deđerlendirilmiřtir. 80 Watt dalga řiddetindeki ultrasonik karışırma metodunda en iyi sonuđ olan 116,85 ile 3 dakika karışırma sűresinde gűzlemlenmiřtir. 120 Watt dalga řiddetindeki ultrasonik karışırma metodu sűreler bazında karşılaştırıldıđında en iyi netice 116,75 ile 3 dakika karışırma sűresinde gűzlemlenmiřtir. 160 Watt dalga řiddetindeki karışırma ise en iyi sonuđ 3 dakika karışırma sűresinde gűzlemlenmiřtir (109,91).

Kayın deney örneklerine ait yüzey sertliği testi bulguları Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Kayın yüzey sertliği testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Sertliği Testi Bulguları	
					Ort.	St.Sp
Kayın	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	133,900	14,185
				5	82,200	5,978
				7	95,400	6,586
		Ultrasonik	80 Watt	3	85,700	12,010
				5	82,700	6,183
				7	116,600	7,106
			120 Watt	3	97,800	8,203
				5	91,400	9,721
				7	110,200	9,163
		160 Watt	3	97,500	7,472	
			5	92,400	7,763	
			7	80,800	11,942	
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	113,500	12,295
				5	91,900	8,925
				7	94,200	16,778
		Ultrasonik	80 Watt	3	132,500	5,930
				5	73,000	29,428
				7	87,700	18,845
			120 Watt	3	108,300	11,954
				5	120,800	16,758
				7	98,300	8,603
		160 Watt	3	104,000	13,840	
			5	94,600	14,668	
			7	95,900	14,364	
	Polyester	Mekanik	0 Watt	3	175,112	24,590
				5	167,466	30,500
				7	138,314	16,594
		Ultrasonik	80 Watt	3	115,740	20,445
				5	107,621	31,977
			120 Watt	3	133,650	31,287
5				100,489	19,613	
160 Watt			3	127,349	24,372	
			5	148,721	25,621	

En yüksek yüzey sertliği, polyester vernik türünün mekanik karıştırma yöntemiyle 3 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinden elde edilmiştir (175,11). **En düşük yüzey sertliği**, akrilik vernik sisteminin ultrasonik karıştırma metodunun 80 Watt dalga şiddetinde 5 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (73,0).

Vernikler incelendiğinde, kayın deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında 134,94 ortalama ile en iyi yüzey sertliğine sahip vernik türünün polyester vernik olduğu tespit edilmiştir. Ancak, 97,21 ortalama ile en düşük çizilme direncine sahip olan vernik türünün poliüretan vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 160,29 ortalama ile polyester vernik türünün mekanik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak poliüretan vernik türünün ultrasonik karışım metoduyla uygulanmış deney örneklerinde 95,01 ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, polyester vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması 122,26 ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla 101,68 ortalama ile akrilik vernik ve 95,01 ortalama ile poliüretan vernik türü en düşük sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında, 138,03 ile 160 Watt gücündeki dalga şiddetinin polyester vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 3 dakika karışım süresinde en yüksek yüzey sertliği direnci gözlemlenmiştir (140,83).

Karışım süresi ultrasonik karışım metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç 111.31 ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında en iyi netice 113.25 ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise en iyi sonuç 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir (111,09).

Maun deney örneklerine ait yüzey sertliği testi bulguları Çizelge 3.12’da verilmiştir.

Çizelge 3.12. Maun yüzey sertliği testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Sertliği Testi Bulguları	
					Ort.	St.Sp
Maun	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	104,500	9,407
				5	74,200	4,614
				7	105,400	4,526
		Ultrasonik	80 Watt	3	117,000	8,459
				5	86,100	8,825
				7	109,900	6,523
			120 Watt	3	104,700	4,001
				5	103,700	5,794
				7	111,100	5,174
		160 Watt	3	117,100	6,523	
			5	106,100	7,490	
			7	85,300	5,870	
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	83,200	12,778
				5	76,300	16,813
				7	89,700	11,615
		Ultrasonik	80 Watt	3	74,900	6,887
				5	87,200	13,919
				7	71,700	12,392
			120 Watt	3	77,700	13,013
				5	89,800	11,213
				7	81,600	8,809
		160 Watt	3	93,500	12,076	
			5	66,800	6,941	
			7	86,800	8,404	
	Polyester	Mekanik	0 Watt	3	164,168	19,623
				5	156,064	31,831
				7	142,025	27,702
		Ultrasonik	80 Watt	3	130,835	20,350
				5	139,863	27,165
			120 Watt	3	140,857	13,400
5				121,673	12,762	
160 Watt			3	130,944	31,505	
			5	141,329	18,816	

En yüksek yüzey sertliği, polyester vernik türünün mekanik karıştırma yöntemiyle 3 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinden elde edilmiştir(164,16). **En düşük yüzey sertliği** akrilik vernik sisteminin ultrasonik karıştırma metodunun 160 Watt dalga şiddetinde 5 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (66,8).

Vernikler incelendiğinde, maun deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında 140,86 ortalama ile en iyi yüzey sertliğine sahip vernik türünün polyester vernik olduğu tespit edilmiştir. Ancak, 66,8 ortalama ile en düşük çizilme direncine sahip olan vernik türünün akrilik vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 154,08 ortalama ile polyester vernik türünün mekanik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak akrilik vernik türünün ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanmış deney örneklerinde 81,11 ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

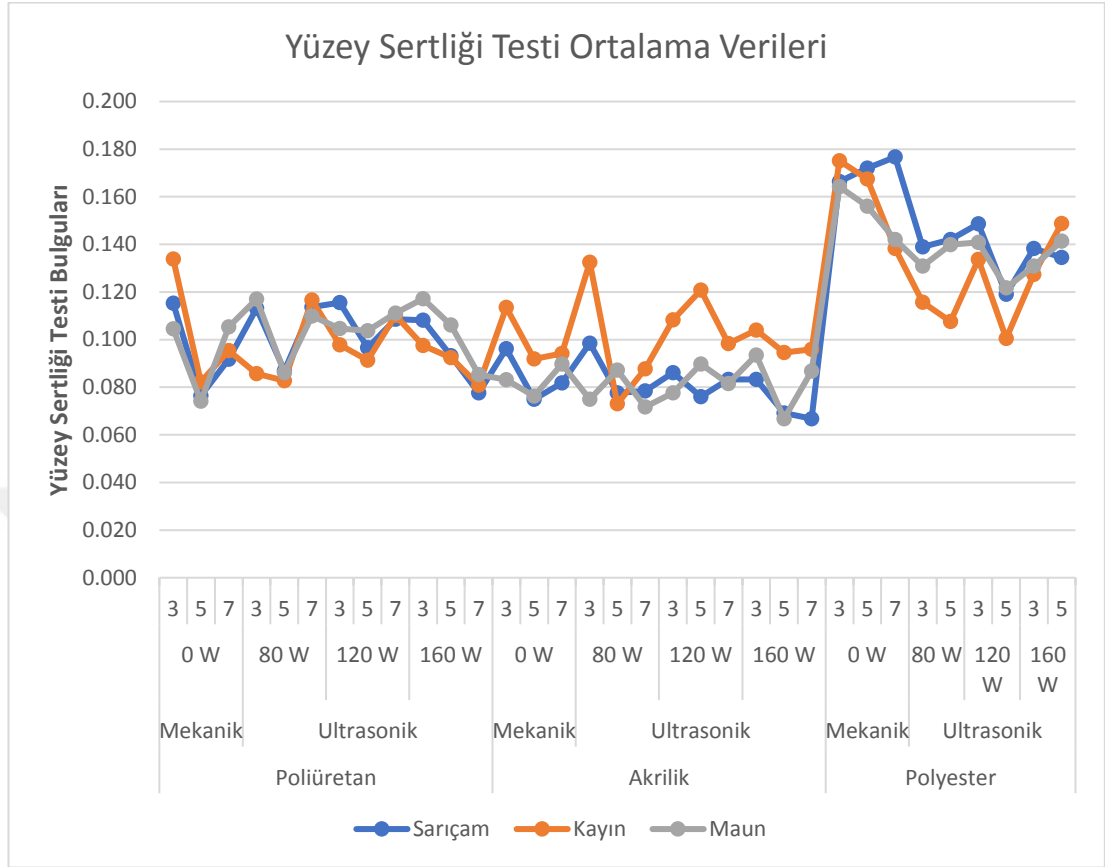
Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, polyester vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması 134,25 ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla 104,55 ortalama ile poliüretan vernik ve 81,11 ortalama ile akrilik vernik türü en düşük sonuca sahiptir.

Ultrasonik karıştırma metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında 136,13 ile 160 Watt gücündeki dalga şiddetinin polyester vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karıştırma metodu ve ultrasonik karıştırma metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karıştırma süreleri karşılaştırıldığında, 3 dakika karıştırma süresinde en yüksek yüzey sertliği direnci gözlemlenmiştir (117,28).

Karıştırma süresi ultrasonik karıştırma metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç 107,57 ile 3 dakika karıştırma süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında en iyi netice 107,75 ile 3 dakika karıştırma süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırma ise en iyi sonuç 3 dakika karıştırma süresinde gözlemlenmiştir (11,84).

Tez kapsamındaki üç ağaç türünün yüzey sertliği değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17. Yüzey sertliği testi ortalama veriler grafiği

Grafik incelendiğinde polyester vernik sisteminin üç ağaç türünde de yüksek yüzey sertliği oluşturduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak üç ağaç türü için incelendiğinde mekanik karıştırma yönteminin ultrasonik karıştırma yöntemine göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Yüzey sertliği testi çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.13’de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Yüzey sertliği testi çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtürü	2628,998	2	1314,499	5,046	0,007*
Verniktürü	423925,033	2	211962,517	813,602	0*
Karışım	16027,675	2	8013,837	30,761	0*
Dalgaşiddeti	1482,178	2	741,089	2,845	0,059**
Süre	34385,326	2	17192,663	65,993	0*
Ağaçtürü * Verniktürü	33284,762	4	8321,19	31,94	0*
Ağaçtürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti	5357,662	4	1339,415	5,141	0*
Ağaçtürü * Süre	3683,005	4	920,751	3,534	0,007*
Verniktürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti	3679,523	4	919,881	3,531	0,007*
Verniktürü * Süre	12897,113	4	3224,278	12,376	0*
Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Dalgaşiddeti * Süre	6741,524	4	1685,381	6,469	0*
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti	3988,828	8	498,603	1,914	0,055**
Ağaçtürü * Verniktürü * Süre	7256,014	8	907,002	3,481	0,001*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti * Süre	5364,589	8	670,574	2,574	0,009*
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	29449,233	6	4908,205	18,84	0*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	,000a	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	12698,455	12	1058,205	4,062	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Hata	239160,61	918	260,524		
Toplam	12773890,7	1020			

* : Fark, 0,05’ e göre önemli

** : Fark, 0,05’ e göre önemsiz

NS: Fark önemsiz

Ağaç türüne bağlı yüzey sertliği testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Ağaç türüne göre yüzey sertliği testi değerleri

Ağaçtürü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	109,5590	A*
Sarıçam	106,6517	B
Maun	106,3633	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey sertliği değeri

Ağaç türüne bağlı yüzey sertliği değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey sertliği değeri, 109,55 ile kayın deney örneklerinde, en düşük yüzey sertliği değeri ise 106,36 ile maun deney örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik türüne bağlı yüzey sertliği testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Vernik türüne göre yüzey sertliği testi değerleri

Verniktürü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Polyester	141,4153	A*
Poliüretan	100,2242	B
Akrilik	89,0661	C

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey sertliği değeri

Vernik türüne bağlı yüzey sertliği değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey sertliği değeri, 141,41 ile polyester vernik sisteminde, bu arada en düşük yüzey sertliği değeri ise 89,06 ile akrilik vernik sisteminde tespit edilmiştir.

Karışım türüne bağlı yüzey sertliği testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.16. Karışım türüne göre yüzey sertliği testi değerleri

Karışım Türü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Mekanik	116,2620	A*
Ultrasonik	103,2565	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey sertliği değeri

Karışım türüne bağlı yüzey sertliği değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey sertliği değeri, 116,26 ile mekanik karıştırma yönteminde gözlemlenirken, en düşük yüzey sertliği değeri ise 103,25 ile ultrasonik karışım yönteminde tespit edilmiştir.

Dalga şiddetine bağlı yüzey sertliği testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Dalga şiddetine göre yüzey sertliği testi değerleri

Dalga Şiddeti	Ortalama	Homojenlik Grubu
0 Watt	116,4462	A*
120 Watt	106,8039	B
80 Watt	103,9101	C
160 Watt	101,6711	C

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey sertliği değeri

Ultrasonik karışım dalga şiddetine bağlı yüzey sertliği değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey sertliği değeri, 116,44 ile 0 Watt dalga şiddetinde, en düşük yüzey sertliği değeri ise 101,67 ile 160 Watt dalga şiddetinde tespit edilmiştir.

Karışım süresine bağlı yüzey sertliği testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.18. Karışım süresine göre yüzey sertliği testi değerleri

Süre	Ortalama	Homojenlik Grubu
3 dk	116,0610	A*
5 dk	104,0622	B
7 dk	100,8731	C

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey sertliği değeri

Karıştırma sürelerine bağlı yüzey sertliği değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey sertliği değeri, 116,06 ile 3 dakika karışım süresinde, bu arada en düşük yüzey sertliği değeri ise 100,87 ile 7 dakika karışım süresinde tespit edilmiştir.

3.3. Yüzey Yapışma Direnci Testi Bulguları

Sarıçam deney örneklerine ait yüzey yapışma direnci testi bulguları Çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3.19. Sarıçam yüzey yapışma direnci testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Yapışma Testi Bulguları (MPa)		
					Ort.	St.Sp	
Sarıçam	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	3,857	0,290	
				5	5,334	1,890	
				7	4,705	0,533	
		Ultrasonik	80 Watt	3	5,587	1,038	
				5	6,265	0,904	
				7	6,019	0,972	
			120 Watt	3	5,690	0,800	
				5	3,731	1,424	
				7	4,234	1,084	
		160 Watt	3	3,550	0,671		
			5	4,332	1,432		
			7	2,920	1,129		
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	1,957	0,757	
				5	1,695	0,391	
				7	1,493	0,227	
		Ultrasonik	80 Watt	3	2,037	0,490	
				5	2,500	1,047	
				7	2,989	1,268	
			120 Watt	3	2,229	0,871	
				5	1,944	0,477	
				7	2,849	1,119	
		160 Watt	3	1,904	0,558		
			5	2,353	0,812		
			7	2,676	1,290		
		Polyester	Mekanik	0 Watt	3	4,783	0,611
					5	4,286	0,445
					7	4,486	0,616
Ultrasonik	80 Watt		3	4,245	0,476		
			5	4,382	0,382		
	120 Watt		3	4,258	0,610		
			5	4,691	1,510		
	160 Watt		3	4,947	0,494		
			5	5,272	0,977		

Sarıçam deney örneklerinde en yüksek yüzey yapışma direnci, poliüretan vernik türünün ultrasonik karıştırma yöntemiyle 80 Watt dalga şiddetinde 5 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinden elde edilmiştir (6,265 MPa). Bu arada **en düşük yüzey yapışma direnci ise** akrilik vernik sisteminin mekanik karıştırma yöntemiyle, 7 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (1,493 MPa).

Vernik çeşitleri incelendiğinde, Sarıçam deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında, 4,685 MPa ortalama ile en iyi yüzey yapışma direncine sahip vernik türünün, poliüretan vernik olduğu tespit edilmiştir. Ancak, 2,219 MPa ortalama ile en düşük yapışma direncine sahip olan vernik türünün ise akrilik vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 4,703 MPa ortalama ile poliüretan vernik türünün ultrasonik karıştırma yöntemiyle uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak, akrilik vernik türünün mekanik karıştırma yöntemiyle uygulanmış deney örneklerinde, 1,715 MPa ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, poliüretan vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması, 4,703 MPa ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla, 4,633 MPa ortalama ile polyester vernik ve 2,387 MPa ortalama ile akrilik vernik türü, en düşük sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında, 5,957 MPa ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin poliüretan vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği, gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 5 dakika karışım süresinde 3,772 MPa ortalama ile en yüksek yüzey yapışma direnci gözlemlenmiştir.

Karışım süresi ultrasonik karışım metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç 4,504 MPa ile 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında en iyi netice, 4,059 MPa ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise 3,986 MPa ortalama ile en iyi sonuç 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Kayın deney örneklerine ait yüzey yapışma direnci testi bulguları Çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Kayın yüzey yapışma direnci testi bulguları

Ağaçtürü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Yapışma Testi Bulguları (MPa)	
					Ort.	St.Sp
Kayın	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	4,982	1,153
				5	7,467	2,011
				7	6,563	1,480
		Ultrasonik	80 Watt	3	5,534	1,485
				5	6,746	1,201
				7	6,401	1,396
			120 Watt	3	5,737	2,154
				5	5,856	1,004
				7	3,428	0,636
		160 Watt	3	2,748	0,797	
			5	3,492	1,061	
			7	3,235	1,327	
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	3,195	1,167
				5	2,865	0,890
				7	3,152	0,701
		Ultrasonik	80 Watt	3	2,896	0,783
				5	3,042	0,884
				7	2,889	0,950
			120 Watt	3	2,882	1,175
				5	2,831	1,060
				7	2,114	0,570
		160 Watt	3	1,343	0,465	
			5	0,993	0,418	
			7	1,460	0,619	
Polyester	Mekanik	0 Watt	3	5,004	0,849	
			5	4,322	0,727	
			7	5,108	0,826	
	Ultrasonik	80 Watt	3	5,497	0,837	
			5	4,759	0,474	
		120 Watt	3	4,073	0,765	
			5	4,658	0,744	
		160 Watt	3	5,144	0,373	
			5	5,490	0,799	

Kayın deney örneklerinde en yüksek yüzey yapışma direnci, poliüretan vernik türünün mekanik karıştırma yöntemiyle 5 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinde, 7,467 MPa ile elde edilmiştir. **En düşük yüzey yapışma direnci ise** akrilik vernik sisteminin ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 160 Watt dalga şiddetinde 5 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (0,993 MPa).

Vernikler incelendiğinde, kayın deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında, 5,182 MPa ortalama ile en iyi yüzey yapışma direncine sahip vernik türünün poliüretan

vernük olduğu tespit edilmiştir. Ancak 2,472 MPa ortalama ile en düşük yapışma direncine sahip olan vernük türünün akrilik vernük olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 6,337 MPa ortalama ile poliüretan vernük türünün mekanik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak akrilik vernük türünün ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanmış deney örneklerinde, 2,272 MPa ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

Ultrasonik karıştırma metodu üç vernük türü için incelendiğinde, polyester vernük türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması 4,937 MPa ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla 4,797 MPa ortalama ile poliüretan vernük ve 2,272 MPa ortalama ile akrilik vernük türü en düşük sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernük türü için kıyaslandığında 6,227 MPa ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin poliüretan vernük türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 7 dakika karışım süresinde 4,941 MPa ortalama ile en yüksek yüzey yapışma direnci gözlemlenmiştir.

Karışım süresi, ultrasonik karışım metodunda, her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç, 4,849 MPa ile 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında, en iyi netice, 4,448 MPa ile 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise 3,325 MPa ortalama ile en iyi sonuç 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Maun deney örneklerine ait yüzey yapışma direnci testi bulguları Çizelge 3.21’de verilmiştir.

Çizelge 3.21. Maun yüzey yapışma direnci testi bulguları

Ağaçtürü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Yapışma Testi Bulguları (MPa)	
					Ort.	St.Sp
Maun	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	6,269	0,702
				5	7,069	1,315
				7	6,988	0,576
		Ultrasonik	80 Watt	3	6,776	0,624
				5	6,788	0,944
				7	5,371	0,800
			120 Watt	3	6,931	1,017
				5	6,090	1,317
				7	3,986	0,698
		160 Watt	3	3,224	0,581	
			5	3,129	0,550	
			7	6,076	2,457	
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	1,776	1,570
				5	1,817	1,023
				7	2,020	1,429
		Ultrasonik	80 Watt	3	1,383	0,383
				5	2,155	0,761
				7	2,263	0,909
			120 Watt	3	1,632	1,022
				5	1,829	1,000
				7	1,765	0,763
		160 Watt	3	2,115	1,155	
			5	1,971	1,872	
			7	1,719	1,308	
	Polyester	Mekanik	0 Watt	3	5,972	1,023
				5	5,534	0,883
				7	6,066	0,750
		Ultrasonik	80 Watt	3	5,621	0,675
				5	5,454	0,686
			120 Watt	3	5,766	0,491
5				5,616	0,797	
160 Watt			3	5,545	0,599	
			5	6,507	0,610	

Maun deney örneklerinde en yüksek yüzey yapışma direnci, poliüretan vernik türünün mekanik karıştırma yöntemiyle 5 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinde, 7,069 MPa ile elde edilmiştir. **En düşük yüzey yapışma direnci ise** akrilik vernik sisteminin ultrasonik karıştırma yöntemiyle 80 Watt dalga şiddetinde 3 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (1,383 MPa).

Vernik türleri incelendiğinde, maun deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında, 5,787 MPa ortalama ile en iyi yüzey yapışma direncine sahip vernik türünün, polyester

vernük olduğu, tespit edilmiştir. Ancak, 1,870 MPa ortalama ile en düşük yapışma direncine sahip olan vernük türünün ise akrilik vernük olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 6,775 MPa ortalama ile poliüretan vernük türünün mekanik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak akrilik vernük türünün ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanmış deney örneklerinde ise 1,870 MPa ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

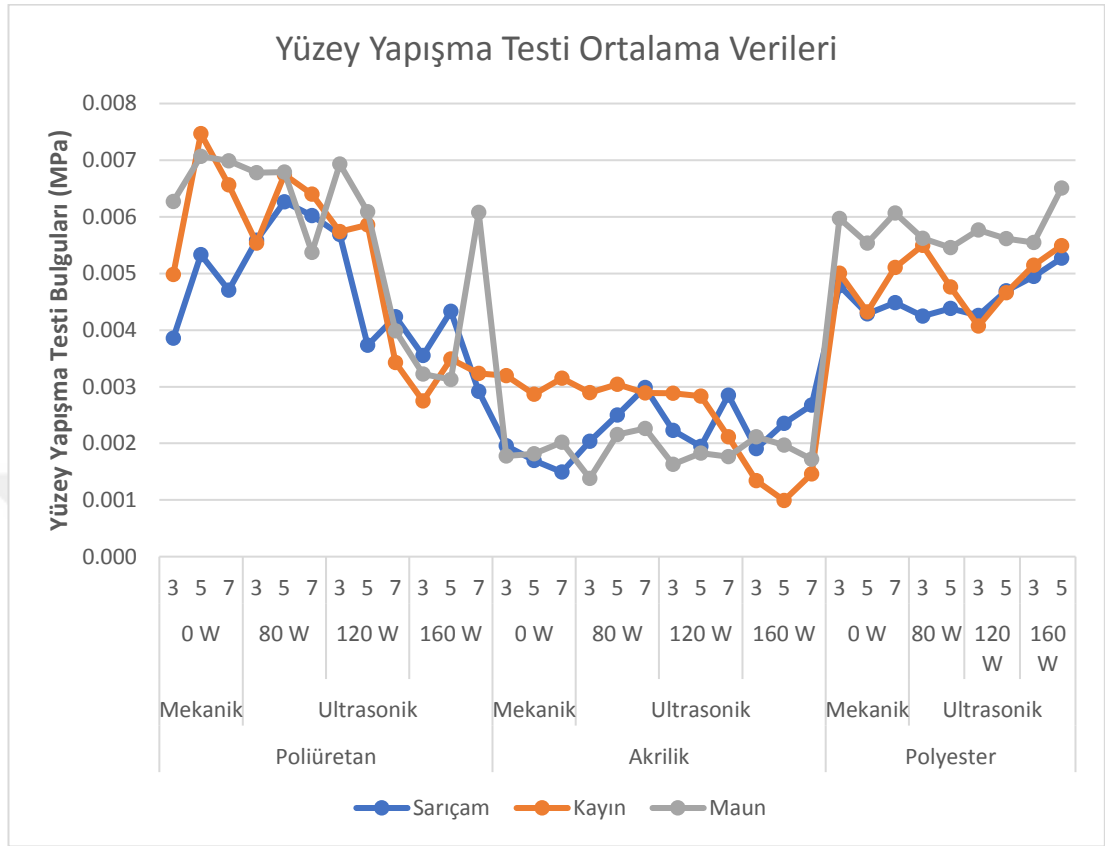
Ultrasonik karıştırma metodu üç vernük türü için incelendiğinde, polyester vernük türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması, 5,752 MPa ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla 5,375 MPa ortalama ile poliüretan vernük ve 1,870 MPa ortalama ile akrilik vernük türü en düşük sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernük türü için kıyaslandığında, 6,312 MPa ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin poliüretan vernük türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 7 dakika karışım süresinde, 5,025 MPa ortalama ile en yüksek yüzey yapışma direnci gözlemlenmiştir.

Karışım süresi ultrasonik karışım metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç 4,799 MPa ile 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında en iyi netice, 4,776 MPa ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise 3,898 MPa ortalama ile en iyi sonuç, 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Yüzey yapışma testi ortalama verileri grafiksel gösterimi Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18. Yüzey yapışma testi ortalama veriler grafiği

Grafik incelendiğinde, poliüretan vernik sisteminin üç ağaç türünde de yüksek yüzey yapışma direnci oluşturduğu gözlemlenmiştir. Akrilik vernik sisteminin üç ağaç türünde de düşük yapışma direnci gösterdiği gözlemlenmiştir. Ultrasonik karıştırma yöntemi polyester vernik sisteminde olumlu netice gösterirken, poliüretan vernik sisteminde düşük dirence sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Yüzey yapışma direnci testi çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.22. Yüzey yapışma direnci çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtürü	72,398	2	36,199	36,442	0*
Verniktürü	1927,709	2	963,855	970,328	0*
Karışım	46,266	2	23,133	23,289	0*
Dalgaşiddeti	101,325	2	50,663	51,003	0*
Süre	6,08	2	3,04	3,06	0,047*
Ağaçtürü * Verniktürü	102,138	4	25,535	25,706	0*
Ağaçtürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti	26,852	4	6,713	6,758	0*
Ağaçtürü * Süre	2,509	4	0,627	0,632	0,64**
Verniktürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti	200,308	4	50,077	50,413	0*
Verniktürü * Süre	20,274	4	5,068	5,102	0*
Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Dalgaşiddeti * Süre	44,019	4	11,005	11,079	0*
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti	23,24	8	2,905	2,924	0,003*
Ağaçtürü * Verniktürü * Süre	16,881	8	2,11	2,124	0,031*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti * Süre	43,439	8	5,43	5,466	0*
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	46,872	6	7,812	7,864	0*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	,000a	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	57,634	12	4,803	4,835	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	0	0	.	.	NS
Hata	911,876	918	0,993		
Toplam	21340,39	1020			

* : Fark, 0,05’ e göre önemli ** : Fark, 0,05’ e göre önemsiz NS: Fark önemsiz

Ağaç türüne bağlı yüzey yapışma direnci testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.23’de verilmiştir.

Çizelge 3.23. Ağaç türüne göre yüzey yapışma direnci değerleri

Ağaç Türü	Ortalama (MPa)	Homojenlik Grubu
Maun	4,406	A*
Kayın	4,159	B
Sarıçam	3,815	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey yapışma direnci

Ağaç türüne bağlı yüzey yapışma direnci değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey yapışma değeri, 4,403 MPa ile maun deney örneklerinde, en düşük yüzey yapışma değeri ise 3,815 MPa ile, sarıçam deney örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik türüne bağlı yüzey yapışma direnci testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3.24. Vernik türüne göre yüzey yapışma direnci değerleri

Vernik Türü	Ortalama (MPa)	Homojenlik Grubu
Poliüretan	5,209	A*
Polyester	5,143	A
Akrilik	2,276	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey yapışma direnci

Vernik türüne bağlı yüzey yapışma değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre, en yüksek yüzey yapışma değeri, 5,209 MPa ile poliüretan vernik sisteminde, en düşük yüzey yapışma değeri 2,276 MPa ile akrilik vernik sisteminde tespit edilmiştir.

Karışım türüne bağlı yüzey yapışma direnci testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.25’de verilmiştir.

Çizelge 3.25. Karışım türüne göre yüzey yapışma direnci değerleri

Karışım Türü	Ortalama (MPa)	Homojenlik Grubu
Mekanik	4,398	A*
Ultrasonik	3,952	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey yapışma direnci

Karışım türüne bağlı yüzey yapışma değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey yapışma değeri, 4,398 MPa ile mekanik karıştırma yönteminde, en düşük yüzey yapışma değeri ise 3,952 MPa ile ultrasonik karışım yönteminde tespit edilmiştir.

Dalga şiddetine bağlı yüzey yapışma direnci testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.26’da verilmiştir.

Çizelge 3.26. Dalga şiddetine göre yüzey yapışma direnci değerleri

Dalga Şiddeti	Ortalama (MPa)	Homojenlik Grubu
80 Watt	4,524	A*
0 Watt	4,440	A*
120 Watt	4,058	B
160 Watt	3,423	C

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey yapışma direnci

Ultrasonik karışım dalga şiddetine bağlı yüzey yapışma değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey yapışma değeri, 4,524 MPa ile 80 Watt dalga şiddetinde, en düşük yüzey yapışma değeri 3,423 MPa ile 160 Watt dalga şiddetinde tespit edilmiştir.

Karışım süresine bağlı yüzey yapışma direnci testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.27’de verilmiştir.

Çizelge 3.27. Karışım süresine göre yüzey yapışma direnci değerleri

Süre	Ortalama (MPa)	Homojenlik Grubu
5 dk	4,291	A*
3 dk	4,125	B
7 dk	3,915	C

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey yapışma direnci

Karıştırma sürelerine bağlı yüzey yapışma değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey yapışma değeri, 4,291 MPa ile 5 dakika karışım süresinde, en düşük yüzey sertliği değeri ise 3,915 MPa ile 7 dakika karışım süresinde tespit edilmiştir.

3.4. YüzeY Pürüzlülüğü Testi Bulguları

Sarıçam deney örneklerine ait yüzeY pürüzlülük testi bulguları Çizelge 3.28'de verilmiştir.

Çizelge 3.28. Sarıçam yüzeY pürüzlülüğü testi bulguları

Ağaçtürü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	YüzeY Pürüzlülük Testi Bulguları						
					Rq		Ra		Rz		
					Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	
Sarıçam	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	0,21	0,04	0,17	0,04	0,82	0,17	
				5	0,14	0,04	0,12	0,03	0,64	0,14	
				7	0,13	0,04	0,11	0,03	0,55	0,15	
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,13	0,01	0,10	0,01	0,52	0,06	
				5	0,16	0,05	0,13	0,04	0,66	0,18	
				7	0,15	0,03	0,12	0,02	0,62	0,13	
			120 Watt	3	0,14	0,04	0,11	0,03	0,56	0,18	
				5	0,19	0,04	0,15	0,03	0,85	0,23	
				7	0,14	0,06	0,11	0,04	0,62	0,30	
		160 Watt	3	0,25	0,07	0,20	0,06	0,97	0,25		
			5	0,23	0,09	0,18	0,07	0,88	0,44		
			7	0,19	0,06	0,16	0,04	0,76	0,25		
	AkriYik	Mekanik	0 Watt	3	0,30	0,06	0,24	0,05	1,29	0,21	
				5	0,20	0,05	0,16	0,04	0,83	0,20	
				7	0,27	0,07	0,22	0,06	1,08	0,30	
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,28	0,05	0,23	0,05	1,24	0,19	
				5	0,30	0,10	0,24	0,08	1,26	0,52	
				7	0,39	0,11	0,32	0,09	1,48	0,44	
			120 Watt	3	0,28	0,07	0,23	0,06	1,17	0,27	
				5	0,20	0,07	0,17	0,06	0,90	0,29	
				7	0,33	0,09	0,26	0,07	1,37	0,31	
		160 Watt	3	0,34	0,10	0,27	0,08	1,40	0,34		
			5	0,35	0,09	0,29	0,07	1,32	0,29		
			7	0,30	0,10	0,24	0,08	1,19	0,36		
		Polyester	Mekanik	0 Watt	3	0,20	0,03	0,15	0,02	1,20	0,20
					5	0,20	0,03	0,15	0,03	1,14	0,16
					7	0,21	0,05	0,16	0,03	1,18	0,21
Ultrasonik	80 Watt		3	0,13	0,01	0,10	0,01	0,79	0,13		
			5	0,15	0,01	0,11	0,01	0,93	0,15		
	120 Watt		3	0,17	0,02	0,13	0,01	1,08	0,15		
			5	0,17	0,02	0,13	0,02	0,95	0,16		
	160 Watt		3	0,18	0,02	0,14	0,02	1,09	0,20		
			5	0,29	0,04	0,24	0,03	1,42	0,20		

Sarıçam deney örneklerinde en düşük yüzeY pürüzlülüğü, poliüretan vernik türünün ultrasonik karıştırma yöntemiyle 80 Watt dalga şiddetinde 3 dakika karıştırılarak uygulan deney örneklerinden elde edilmiştir (Rz= 0,52 µm). En yüksek yüzeY pürüzlülüğü ise akrilik vernik sisteminin ultrasonik karıştırma yöntemiyle 80 Watt dalga şiddetinde 7 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (Rz= 1,48 µm).

Vernikler incelendiğinde, Sarıçam deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında $R_z = 0,64 \mu\text{m}$ ortalama ile en düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip vernik türünün, poliüretan vernik olduğu tespit edilmiştir. Ancak, $R_z = 1,21 \mu\text{m}$ ortalama ile en yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip olan vernik türünün ise akrilik vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, $R_z = 0,67 \mu\text{m}$ ortalama ile poliüretan vernik türünün mekanik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde, en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak, akrilik vernik türünün ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanmış deney örneklerinde, $R_z = 1,26 \mu\text{m}$ ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, poliüretan vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması, $R_z = 0,72 \mu\text{m}$ ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla $R_z = 1,04 \mu\text{m}$ ortalama ile polyester vernik ve $R_z = 1,26 \mu\text{m}$ ortalama ile akrilik vernik türü, en kötü sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında, $R_z = 0,60 \mu\text{m}$ ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin poliüretan vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 5 dakika karışım süresinde $R_z = 0,87 \mu\text{m}$ ortalama ile en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karışım süresi ultrasonik karışım metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç, $R_z = 0,85 \mu\text{m}$ ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu, süreler bazında karşılaştırıldığında, en iyi netice, $R_z = 0,90 \mu\text{m}$ ile 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise $R_z = 0,87 \mu\text{m}$ ortalama ile en iyi sonuç 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Kayın deney örneklerine ait yüzey pürüzlülük testi bulguları Çizelge 3.29'da verilmiştir.

Çizelge 3.29. Kayın yüzey pürüzlülüğü testi bulguları

Ağaçtürü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Pürüzlülük Testi Bulguları						
					Rq		Ra		Rz		
					Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	
Kayın	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	0,36	0,10	0,28	0,09	1,49	0,48	
				5	0,32	0,14	0,26	0,11	1,34	0,54	
				7	0,19	0,10	0,15	0,09	0,85	0,42	
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,15	0,08	0,12	0,06	0,64	0,31	
				5	0,19	0,08	0,15	0,07	0,81	0,32	
				7	0,17	0,06	0,14	0,05	0,75	0,28	
			120 Watt	3	0,16	0,10	0,14	0,09	0,65	0,34	
				5	0,27	0,11	0,21	0,09	1,14	0,42	
				7	0,37	0,11	0,32	0,15	1,57	0,49	
		160 Watt	3	0,23	0,04	0,19	0,03	0,93	0,16		
			5	0,23	0,08	0,19	0,06	0,91	0,33		
			7	0,24	0,09	0,20	0,07	0,99	0,36		
	Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	0,29	0,12	0,23	0,10	1,41	0,54	
				5	0,20	0,08	0,16	0,07	0,85	0,32	
				7	0,21	0,07	0,17	0,06	0,94	0,35	
			80 Watt	3	0,28	0,08	0,22	0,06	1,17	0,29	
				5	0,14	0,07	0,11	0,05	0,69	0,32	
				7	0,25	0,05	0,21	0,04	1,04	0,26	
		Ultrasonik	120 Watt	3	0,24	0,06	0,19	0,04	1,09	0,34	
				5	0,17	0,06	0,13	0,05	0,75	0,30	
				7	0,24	0,05	0,20	0,04	1,03	0,25	
			160 Watt	3	0,28	0,06	0,23	0,05	1,14	0,19	
				5	0,26	0,06	0,22	0,05	1,01	0,27	
				7	0,24	0,06	0,19	0,05	0,98	0,29	
		Polyester	Mekanik	0 Watt	3	0,18	0,03	0,14	0,02	1,05	0,19
					5	0,16	0,03	0,12	0,02	1,06	0,20
					7	0,17	0,03	0,13	0,02	0,98	0,12
				80 Watt	3	0,11	0,02	0,09	0,01	0,74	0,11
					5	0,13	0,02	0,10	0,02	0,83	0,12
					7	0,14	0,03	0,11	0,02	0,92	0,20
Ultrasonik	120 Watt		3	0,14	0,03	0,11	0,01	0,87	0,15		
			5	0,15	0,02	0,11	0,01	0,87	0,15		
			7	0,18	0,02	0,14	0,02	1,03	0,12		
	160 Watt		3	0,18	0,02	0,14	0,02	1,03	0,12		
			5	0,28	0,07	0,48	0,85	1,44	0,28		
			7	0,28	0,07	0,48	0,85	1,44	0,28		

Kayın deney örneklerinde en düşük yüzey pürüzlülüğü, poliüretan vernik türünün, ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 80 Watt dalga şiddetinde ve 3 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinden elde edilmiştir ($R_z = 0,64 \mu\text{m}$). **En yüksek yüzey pürüzlülüğü ise** poliüretan vernik sisteminin, ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 120 Watt dalga şiddetinde ve 7 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir ($R_z = 1,57 \mu\text{m}$).

Vernikler incelendiğinde, kayın deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında $Rz=0,99$ μm ortalama ile en düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip vernik türünün polyester vernik olduğu, tespit edilmiştir. Ancak, $Rz=1,34$ μm ortalama ile en yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip olan vernik türünün de poliüretan vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, $Rz=0,93$ μm ortalama ile poliüretan vernik türünün ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak, poliüretan vernik türünün, mekanik karıştırma metoduyla uygulanmış deney örneklerinde, $Rz=1,23$ μm ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, poliüretan vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması $Rz=0,93$ μm ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla $Rz=0,97$ μm ortalama ile polyester vernik ve $Rz=0,99$ μm ortalama ile akrilik vernik türü en kötü sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında $Rz=0,74$ μm ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin poliüretan vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 7 dakika karışım süresinde, $Rz=0,93$ μm ortalama ile en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karışım süresi ultrasonik karışım metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç, $Rz=0,78$ μm ile 5 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında, en iyi netice, $Rz=0,89$ μm ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise $Rz=0,99$ μm ortalama ile en iyi sonuç 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Maun deney örneklerine ait yüzey pürüzlülük testi bulguları Çizelge 3.30'da verilmiştir.

Çizelge 3.30. Maun yüzey pürüzlülüğü testi bulguları

Ağaçtürü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Pürüzlülük Testi Bulguları						
					Rq		Ra		Rz		
					Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	
Maun	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	0,30	0,07	0,24	0,05	1,27	0,32	
				5	0,17	0,04	0,14	0,04	0,70	0,21	
				7	0,19	0,07	0,15	0,06	0,76	0,22	
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,11	0,03	0,08	0,03	0,45	0,09	
				5	0,18	0,06	0,14	0,05	0,75	0,24	
				7	0,19	0,05	0,15	0,04	0,90	0,32	
			120 Watt	3	0,20	0,06	0,16	0,05	0,83	0,22	
				5	0,16	0,05	0,12	0,04	0,63	0,16	
				7	0,23	0,10	0,19	0,09	0,88	0,37	
		160 Watt	3	0,26	0,07	0,21	0,05	1,05	0,26		
			5	0,26	0,06	0,22	0,05	1,04	0,25		
			7	0,24	0,04	0,20	0,04	1,02	0,22		
		Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	0,28	0,07	0,22	0,06	1,16	0,27
					5	0,18	0,05	0,15	0,04	0,77	0,22
					7	0,23	0,05	0,19	0,05	1,00	0,18
	Ultrasonik		80 Watt	3	0,34	0,06	0,28	0,05	1,44	0,35	
				5	0,31	0,09	0,25	0,07	1,30	0,42	
				7	0,28	0,07	0,22	0,06	1,11	0,32	
			120 Watt	3	0,23	0,07	0,19	0,06	0,93	0,22	
				5	0,33	0,13	0,27	0,11	1,36	0,30	
				7	0,28	0,08	0,22	0,06	1,13	0,29	
	160 Watt		3	0,31	0,06	0,25	0,05	1,42	0,32		
			5	0,29	0,09	0,24	0,08	1,21	0,39		
			7	0,30	0,09	0,24	0,07	1,18	0,33		
	Polyester		Mekanik	0 Watt	3	0,19	0,03	0,14	0,02	1,15	0,25
					5	0,18	0,02	0,14	0,02	1,09	0,20
					7	0,20	0,04	0,15	0,03	1,14	0,35
		Ultrasonik	80 Watt	3	0,14	0,02	0,19	0,28	0,95	0,18	
				5	0,14	0,02	0,10	0,01	0,88	0,10	
				7	0,16	0,03	0,13	0,03	0,99	0,17	
120 Watt			3	0,16	0,03	0,13	0,03	0,99	0,17		
			5	0,15	0,03	0,12	0,02	0,88	0,18		
			7	0,18	0,03	0,14	0,02	1,03	0,11		
160 Watt		3	0,18	0,03	0,14	0,02	1,03	0,11			
		5	0,26	0,04	0,20	0,03	1,36	0,28			
		7	0,26	0,04	0,20	0,03	1,36	0,28			

Maun deney örneklerinde en düşük yüzey pürüzlülüğü, poliüretan vernik türünün, ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 80 Watt dalga şiddetinde ve 3 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinden elde edilmiştir (Rz= 0,45 µm). **En yüksek yüzey pürüzlülüğü ise** akrilik vernik sisteminin ultrasonik karıştırma yöntemiyle 80 Watt dalga şiddetinde 3 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (Rz= 1,44 µm).

Vernikler incelendiğinde, maun deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında, $Rz= 0,70 \mu\text{m}$ ortalama ile en düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip vernik türünün, poliüretan vernik olduğu tespit edilmiştir. Ancak, $Rz= 1,17 \mu\text{m}$ ortalama ile en yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip olan vernik türünün, akrilik vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, $Rz= 0,84 \mu\text{m}$ ortalama ile poliüretan vernik türünün ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak, akrilik vernik türünün ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanmış deney örneklerinde $Rz= 1,23 \mu\text{m}$ ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

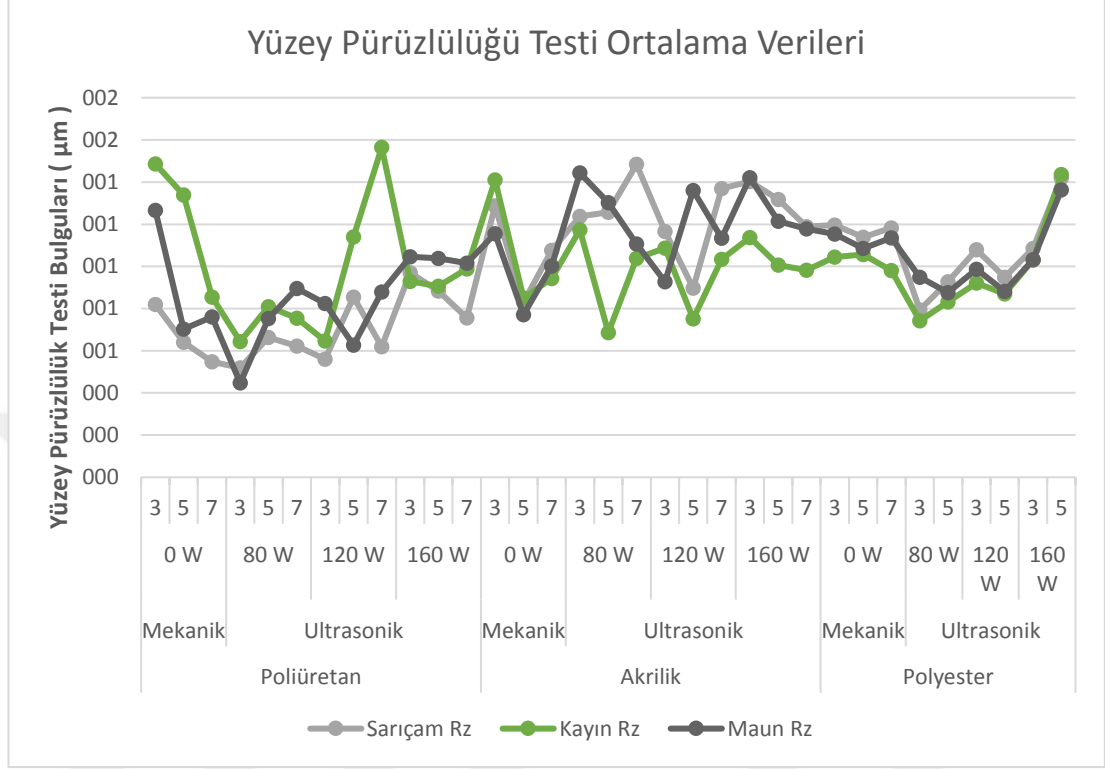
Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, poliüretan vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılmasında, $Rz= 0,84 \mu\text{m}$ ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla, $Rz= 1,02 \mu\text{m}$ ortalama ile polyester vernik ve $Rz= 1,23 \mu\text{m}$ ortalama ile akrilik vernik türü en kötü sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında, $Rz= 0,70 \mu\text{m}$ ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin, poliüretan vernik türünde, en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 5 dakika karışım süresinde, $Rz= 0,85 \mu\text{m}$ ortalama ile en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karışım süresi ultrasonik karışım metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç, $Rz= 0,95 \mu\text{m}$ ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında, en iyi netice, $Rz= 0,91 \mu\text{m}$ ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise $Rz= 1,10 \mu\text{m}$ ortalama ile en iyi sonuç 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Tez kapsamındaki üç ağaç türünün yüzey pürüzlülük değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 19'de verilmiştir.



Şekil 19. Yüzey pürüzlülüğü testi ortalama veriler grafiği

Grafik incelendiğinde, poliüretan vernik türünün diğer vernik türlerinden daha iyi (daha az pürüzlü) yüzey pürüzlülük değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Ultrasonik karıştırma yönteminin, mekanik karıştırma yöntemine göre, poliüretan ve polyester vernik türlerinde iyi sonuç verdiği gözlemlenmektedir. Grafiğe göre, ultrasonik dalga şiddetinin genel olarak yüzey pürüzlülüğüne olumsuz etki ettiği gözlenmektedir.

Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi sonuçları Rq Çizelge 3.31’de verilmiştir.

Çizelge 3.31. Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi Rq sonuçları

Varyans Kaynağı	Ölçüm Değeri	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtürü	Rq	0,003	2,000	0,001	0,308	0,735**
Verniktürü	Rq	1,030	2,000	0,515	121,114	0*
Karışım	Rq	0,020	2,000	0,010	2,311	0,1**
Dalgaşiddeti	Rq	0,422	2,000	0,211	49,596	0*
Süre	Rq	0,033	2,000	0,016	3,869	0,021*
Ağaçtürü * Verniktürü	Rq	0,532	4,000	0,133	31,245	0*
Ağaçtürü * Karışım	Rq	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti	Rq	0,050	4,000	0,012	2,913	0,021*
Ağaçtürü * Süre	Rq	0,004	4,000	0,001	0,241	0,915**
Verniktürü * Karışım	Rq	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti	Rq	0,178	4,000	0,044	10,460	0*
Verniktürü * Süre	Rq	0,198	4,000	0,049	11,608	0*
Karışım * Dalgaşiddeti	Rq	0,000	0,000			NS
Karışım * Süre	Rq	0,000	0,000			NS
Dalgaşiddeti * Süre	Rq	0,129	4,000	0,032	7,552	0*
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım	Rq	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti	Rq	0,064	8,000	0,008	1,876	0,06**
Ağaçtürü * Verniktürü * Süre	Rq	0,122	8,000	0,015	3,585	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Rq	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Karışım * Süre	Rq	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti * Süre	Rq	0,077	8,000	0,010	2,269	0,021*
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Rq	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Karışım * Süre	Rq	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	Rq	0,113	6,000	0,019	4,411	0*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Rq	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Rq	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Süre	Rq	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	Rq	0,213	12,000	0,018	4,171	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Rq	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Rq	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Rq	0,000	0,000			NS
Hata	Rq	3,905	918,000	0,004		
Toplam	Rq	57,854	1020,000			

* : Fark, 0,05' e göre önemli

** : Fark, 0,05' e göre önemsiz

NS: Fark önemsiz

Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi sonuçları Ra Çizelge 3.32’de verilmiştir.

Çizelge 3.32. Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi Ra sonuçları

Varyans Kaynağı	Ölçüm Değeri	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtürü	Ra	0,013	2,000	0,007	0,612	0,543**
Verniktürü	Ra	0,588	2,000	0,294	27,187	0*
Karışım	Ra	0,014	2,000	0,007	0,657	0,519**
Dalgaşiddeti	Ra	0,440	2,000	0,220	20,345	0*
Süre	Ra	0,008	2,000	0,004	0,379	0,685**
Ağaçtürü * Verniktürü	Ra	0,343	4,000	0,086	7,933	0*
Ağaçtürü * Karışım	Ra	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti	Ra	0,092	4,000	0,023	2,133	0,075**
Ağaçtürü * Süre	Ra	0,019	4,000	0,005	0,439	0,781**
Verniktürü * Karışım	Ra	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti	Ra	0,199	4,000	0,050	4,594	0,001*
Verniktürü * Süre	Ra	0,160	4,000	0,040	3,703	0,005*
Karışım * Dalgaşiddeti	Ra	0,000	0,000			NS
Karışım * Süre	Ra	0,000	0,000			NS
Dalgaşiddeti * Süre	Ra	0,180	4,000	0,045	4,156	0,002*
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım	Ra	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti	Ra	0,209	8,000	0,026	2,411	0,014*
Ağaçtürü * Verniktürü * Süre	Ra	0,120	8,000	0,015	1,392	0,196**
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Ra	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Karışım * Süre	Ra	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti * Süre	Ra	0,113	8,000	0,014	1,309	0,235**
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Ra	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Karışım * Süre	Ra	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	Ra	0,262	6,000	0,044	4,029	0,001*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Ra	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Ra	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Süre	Ra	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	Ra	0,222	12,000	0,018	1,708	0,06**
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Ra	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Ra	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Ra	0,000	0,000			NS
Hata	Ra	9,931	918,000	0,011		
Toplam	Ra	46,834	1020,000			

* : Fark, 0,05' e göre önemli

** : Fark, 0,05' e göre önemsiz

NS: Fark önemsiz

Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi sonuçları Rz Çizelge 3.33'de verilmiştir.

Çizelge 3.33. Yüzey pürüzlülüğü testi çoklu varyans analizi Rz sonuçları

Varyans Kaynağı	Ölçüm Değeri	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtürü	Rz	0,158	2,000	0,079	1,023	0,36**
Verniktürü	Rz	11,602	2,000	5,801	75,077	0*
Karışım	Rz	0,554	2,000	0,277	3,587	0,028*
Dalgaşiddeti	Rz	4,891	2,000	2,446	31,650	0*
Süre	Rz	0,988	2,000	0,494	6,395	0,002*
Ağaçtürü * Verniktürü	Rz	8,133	4,000	2,033	26,314	0*
Ağaçtürü * Karışım	Rz	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti	Rz	1,012	4,000	0,253	3,273	0,011*
Ağaçtürü * Süre	Rz	0,055	4,000	0,014	0,178	0,95**
Verniktürü * Karışım	Rz	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti	Rz	2,915	4,000	0,729	9,432	0*
Verniktürü * Süre	Rz	3,284	4,000	0,821	10,625	0*
Karışım * Dalgaşiddeti	Rz	0,000	0,000			NS
Karışım * Süre	Rz	0,000	0,000			NS
Dalgaşiddeti * Süre	Rz	1,686	4,000	0,422	5,456	0*
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım	Rz	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti	Rz	0,966	8,000	0,121	1,563	0,132**
Ağaçtürü * Verniktürü * Süre	Rz	2,194	8,000	0,274	3,550	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Rz	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Karışım * Süre	Rz	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti * Süre	Rz	0,850	8,000	0,106	1,375	0,203**
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Rz	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Karışım * Süre	Rz	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	Rz	2,284	6,000	0,381	4,926	0*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Rz	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	Rz	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Süre	Rz	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	Rz	3,924	12,000	0,327	4,232	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Rz	0,000	0,000			NS
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Rz	0,000	0,000			NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	Rz	0,000	0,000			NS
Hata	Rz	70,932	918,000	0,077		
Toplam	Rz	1170,458	1020,000			

* : Fark, 0,05' e göre önemli

** : Fark, 0,05' e göre önemsiz

NS: Fark önemsiz

Ağaç türüne bağlı yüzey pürüzlülüğü testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.34’de verilmiştir.

Çizelge 3.34. Ağaç türüne göre yüzey pürüzlülük değerleri

Ağaç Türü	Rq		Ra		Rz	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	0,216	A*	0,181	A	1,003	A
Sarıçam	0,218	A	0,175	A*	0,990	A*
Maun	0,226	A	0,183	A	1,032	A

DUNCAN: 0,050 *En düşük yüzey pürüzlülüğü

Ağaç türüne bağlı yüzey pürüzlülüğü değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre, en iyi yüzey pürüzlülüğü değeri sarıçam deney örneklerinde, en kötü yüzey pürüzlülüğü değeri maun deney örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik türüne bağlı yüzey pürüzlülüğü testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.35’de verilmiştir.

Çizelge 3.35. Vernik türüne göre yüzey pürüzlülük değerleri

Vernik Türü	Rq		Ra		Rz	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Poliüretan	0,204	B	0,165	A	0,856	A*
Akrilik	0,267	C	0,215	B	1,125	C
Polyester	0,180	A*	0,152	A*	1,054	B

DUNCAN: 0,050 *En düşük yüzey pürüzlülüğü

Vernik türüne bağlı yüzey pürüzlülüğü değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre, en iyi yüzey pürüzlülüğü değeri poliüretan vernik sisteminde, en kötü yüzey pürüzlülüğü değeri akrilik vernik sisteminde tespit edilmiştir.

Karışım türüne bağlı yüzey pürüzlülüğü testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.36'da verilmiştir.

Çizelge 3.36. Karışım türüne göre yüzey pürüzlülük değerleri

Karışım türü	Rq		Ra		Rz	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Ultrasonik	0,223	B	0,184	A	0,998	B
Mekanik	0,216	A*	0,171	A*	1,027	A*

DUNCAN: 0,050 *En düşük yüzey pürüzlülüğü

Karışım türüne bağlı yüzey pürüzlülüğü değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre, en iyi yüzey pürüzlülüğü değeri, mekanik karıştırma yönteminde, en kötü yüzey pürüzlülüğü değeri ultrasonik karışım yönteminde tespit edilmiştir.

Dalga şiddetine bağlı yüzey pürüzlülüğü testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.37'de verilmiştir.

Çizelge 3.37. Dalga şiddetine göre yüzey pürüzlülük değerleri

Dalga Şiddeti	Rq		Ra		Rz	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
0 Watt	0,214	B	0,170	A	1,023	B
80 Watt	0,197	A*	0,161	A*	0,919	A*
120 Watt	0,214	B	0,172	A	0,980	B
160 Watt	0,257	C	0,219	B	1,115	C

DUNCAN: 0,050 *En düşük yüzey pürüzlülüğü

Ultrasonik karışım dalga şiddetine bağlı yüzey pürüzlülüğü değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre, en iyi yüzey pürüzlülüğü değeri 80 Watt dalga şiddetinde, en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri ise 160 Watt dalga şiddetinde tespit edilmiştir.

Karışım süresine bağlı yüzey pürüzlülüğü testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.38’de verilmiştir.

Çizelge 3.38. Karışım süresine göre yüzey pürüzlülük değerleri

Süre	Rq		Ra		Rz	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
3 dk	0,218	A	0,175	A*	1,025	A
5 dk	0,212	A*	0,177	A	0,985	A*
7 dk	0,234	B	0,189	A	1,016	A

DUNCAN: 0,050 *En düşük yüzey pürüzlülüğü

Karıştırma sürelerine bağlı yüzey pürüzlülüğü değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre karıştırma süreleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir.

3.5. YüzeY Parlaklığı Testi Bulguları

Sarıçam deney örneklerine ait yüzeY parlaklık testi bulguları Çizelge 3.39'da verilmiştir.

Çizelge 3.39. Sarıçam yüzeY parlaklık testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	YüzeY Parlaklık Testi Bulguları						
					20°		60°		85°		
					Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	
Sarıçam	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	82,53	5,66	96,63	2,65	90,93	2,65	
				5	81,15	2,60	97,17	0,55	91,23	1,71	
				7	77,97	4,67	97,04	0,93	91,66	1,77	
		Ultrasonik	80 Watt	3	79,20	8,77	97,60	0,99	92,34	1,49	
				5	72,10	12,49	95,14	4,35	89,77	3,40	
				7	84,77	6,35	98,24	1,34	93,28	2,22	
			120 Watt	3	69,62	13,05	95,64	3,45	89,93	4,21	
				5	69,98	6,97	94,84	2,20	90,42	1,88	
				7	76,56	7,57	96,72	1,67	91,23	2,21	
		160 Watt	3	66,28	8,44	94,84	3,42	85,90	3,17		
			5	68,48	7,97	95,34	1,09	87,75	1,87		
			7	64,93	10,63	91,66	5,60	122,23	1,87		
		AkriYik	Mekanik	0 Watt	3	49,62	7,07	87,22	5,69	81,18	4,30
					5	48,99	7,04	83,23	4,04	81,66	2,32
					7	56,96	9,09	90,78	2,10	86,59	2,12
	Ultrasonik		80 Watt	3	48,43	10,10	86,64	3,32	83,00	3,89	
				5	51,67	10,88	86,72	4,56	79,96	4,13	
				7	43,38	7,13	82,55	5,18	80,72	4,35	
			120 Watt	3	45,84	8,78	83,36	5,52	80,38	7,25	
				5	47,83	11,83	84,31	5,43	81,53	3,63	
				7	50,38	7,73	85,73	4,21	77,23	13,66	
	160 Watt		3	46,61	11,09	84,48	3,82	81,94	3,73		
			5	40,69	10,69	82,62	4,51	79,45	4,04		
			7	43,28	9,17	84,29	3,84	78,94	4,41		
	Polyester		Mekanik	0 Watt	3	35,98	2,31	68,87	1,86	73,28	2,80
					5	34,21	6,45	68,71	1,88	74,29	8,64
					7	42,41	2,72	73,15	1,38	83,62	2,32
		Ultrasonik	80 Watt	3	46,71	3,77	74,63	1,72	83,95	4,08	
				5	46,09	5,28	74,43	2,32	86,56	2,16	
				7	47,52	2,58	76,31	1,36	82,92	2,63	
120 Watt			3	39,14	2,54	71,03	1,85	85,11	4,54		
			5	36,43	1,46	69,15	1,32	80,55	3,37		
			7	21,91	2,79	63,96	3,55	74,88	4,22		

Sarıçam deney örneklerinde en yüksek yüzeY parlaklığı, poliüretan vernik türünün, ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 80 Watt dalga şiddetinde ve 7 dakika karıştırılarak uygulan deney örneklerinden elde edilmiştir (98,24). En düşük yüzeY parlaklığı ise polyester vernik sisteminin ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 160 Watt dalga şiddetinde ve 7 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (63,96).

Vernikler incelendiğinde, Sarıçam deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında 95,90 ortalama ile en yüksek yüzey parlaklığına sahip vernik türünün, poliüretan vernik olduğu tespit edilmiştir. Ancak, 71,14 ortalama ile en düşük yüzey parlaklığına sahip olan vernik türünün ise polyester vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 96,95 ortalama ile poliüretan vernik türünün, mekanik karıştırma yoluyla uygulanan deney örneklerinde, en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak, polyester vernik türünün mekanik karıştırma yoluyla uygulanmış deney örneklerinde, 70,24 ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, poliüretan vernik türünün, ultrasonik yöntemle karıştırılması, 95,56 ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla, 84,52 ortalama ile akrilik vernik ve 71,58 ortalama ile polyester vernik türü, en kötü sonuca sahiptir olmuştur.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında, 96,99 ortalama ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin poliüretan vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 7 dakika karışım süresinde, 86,99 ortalama ile en iyi sonucu gösterdiği gözlemlenmiştir.

Karışım süresi, ultrasonik karışım metodunda, her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç, 90,39 ortalama ile 7 dakikalık karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında, en iyi netice, 91,22 ortalama ile 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise 87,97 ortalama ile en iyi sonuç, 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Kayın deney örneklerine ait yüzey parlaklık testi bulguları Çizelge 3.40'da verilmiştir.

Çizelge 3.40. Kayın yüzey parlaklık testi bulguları

Ağaçtürü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Parlaklık Testi Bulguları						
					20°		60°		85°		
					Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	
Kayın	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	61,11	9,79	89,34	7,47	74,77	6,72	
				5	53,93	10,38	83,17	9,02	78,27	7,45	
				7	55,32	18,06	79,20	13,24	71,76	12,40	
		Ultrasonik	80 Watt	3	53,52	11,90	81,12	8,37	111,81	2,40	
				5	61,68	15,55	85,63	9,00	77,56	9,86	
				7	70,12	13,22	92,36	3,80	86,04	4,77	
			120 Watt	3	63,57	10,58	85,51	6,57	80,77	6,99	
				5	62,87	12,62	87,75	8,04	76,56	7,16	
				7	40,43	13,89	75,81	11,26	66,53	8,48	
		160 Watt	3	66,62	10,08	85,13	7,73	67,32	13,60		
			5	60,36	18,40	88,61	6,80	74,32	5,99		
			7	44,90	13,50	76,64	9,71	69,49	10,45		
		Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	46,47	15,75	77,14	17,11	76,98	12,30
					5	61,85	4,72	86,45	7,32	85,58	3,10
					7	66,90	8,41	89,11	3,12	86,69	5,87
	Ultrasonik		80 Watt	3	73,10	7,31	92,99	1,69	84,38	4,75	
				5	52,06	19,39	78,97	7,38	78,79	6,13	
				7	56,23	10,05	84,64	3,71	84,52	5,01	
			120 Watt	3	57,68	8,61	84,60	4,08	83,27	5,01	
				5	38,02	11,40	75,03	6,04	76,39	4,66	
				7	49,83	4,76	81,06	4,51	83,64	4,29	
	160 Watt		3	47,97	11,52	80,47	9,44	77,73	7,19		
			5	56,20	6,67	85,44	3,37	80,50	4,15		
			7	52,06	14,00	82,12	7,47	79,29	9,73		
	Polyester		Mekanik	0 Watt	3	32,93	7,99	65,75	5,55	83,81	4,26
					5	33,18	7,94	64,12	7,01	82,13	5,31
					7	35,73	8,06	66,95	4,93	84,87	4,17
		Ultrasonik	80 Watt	3	38,27	7,09	65,29	4,88	84,72	5,00	
				5	33,08	9,16	64,52	6,20	85,03	4,02	
				7	33,07	7,61	65,46	6,19	84,44	8,29	
120 Watt			3	27,56	7,84	59,26	7,24	83,67	3,11		
			5	31,57	6,19	62,99	5,00	83,21	5,27		
			7	17,58	3,76	56,95	4,63	73,75	2,67		

Kayın deney örneklerinde en yüksek yüzey parlaklığı, akrilik vernik türünün ultrasonik karıştırma yöntemiyle ve 80 Watt dalga şiddetinde, 3 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinden elde edilmiştir (92,99). **En düşük yüzey parlaklığı** ise polyester vernik sisteminin ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 160 Watt dalga şiddetinde, 7 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde gözlemlenmiştir (56,95).

Vernikler incelendiğinde, kayın deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında, 84,19 ortalama ile en yüksek yüzey parlaklığına sahip vernik türünün, poliüretan vernik olduğu, tespit edilmiştir. Ancak, 63,47 ortalama ile en düşük yüzey parlaklığına sahip olan vernik türünün, polyester vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, 84,28 ortalama ile poliüretan vernik türünün, ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanan deney örneklerinde, en iyi sonuç gözlemlenmiştir. Ancak, polyester vernik türünün, ultrasonik karıştırma metoduyla uygulanmış deney örneklerinde 62,41 ortalama ile en düşük sonuç gözlemlenmiştir.

Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, poliüretan vernik türünün ultrasonik yöntemle karıştırılması 84,28 ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla, 82,81 ortalama ile akrilik vernik ve 62,41 ortalama ile polyester vernik türü, en kötü sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında, 86,37 ortalama ile 80 Watt gücündeki dalga şiddetinin poliüretan vernik türünde en iyi sonucu gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 7 dakika karışım süresinde, 78,42 ortalama ile en iyi sonucu gösterdiği tespit edilmiştir.

Karışım süresi, ultrasonik karışım metodunda, her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç, 88,50 ortalama ile 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında, en iyi netice, 78,52 ortalama ile 3 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise 79,38 ortalama ile en iyi sonuç 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Maun deney örneklerine ait yüzey parlaklık testi bulguları Çizelge 3.41’de verilmiştir.

Çizelge 3.41. Maun yüzey parlaklık testi bulguları

Ağaç Türü	Vernik Türü	Karışım Metodu	Ultrasonik Dalga Şiddeti	Karışım Süresi (dk)	Yüzey Parlaklık Testi Bulguları						
					20°		60°		85°		
					Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	Ort.	St.Sp	
Maun	Poliüretan	Mekanik	0 Watt	3	43,24	9,45	77,63	7,37	74,42	6,94	
				5	59,37	10,09	81,74	5,42	78,99	5,93	
				7	73,52	12,75	87,95	6,03	79,33	9,70	
		Ultrasonik	80 Watt	3	74,73	5,97	89,12	2,75	81,18	4,39	
				5	66,57	10,52	89,05	4,73	79,39	12,52	
				7	60,44	5,82	85,02	3,58	81,27	4,70	
			120 Watt	3	66,37	7,51	89,04	3,50	85,60	2,84	
				5	64,26	15,66	85,80	7,01	79,29	7,44	
				7	55,28	15,09	87,50	4,84	80,38	5,18	
		160 Watt	3	57,98	5,46	85,16	2,68	72,80	5,74		
			5	63,61	7,04	90,17	3,00	80,94	6,59		
			7	62,42	8,11	85,17	5,68	81,36	5,81		
		Akrilik	Mekanik	0 Watt	3	39,05	5,49	76,34	5,30	79,09	4,95
					5	55,60	10,53	84,18	4,86	84,62	4,32
					7	41,53	9,75	78,26	5,69	80,53	5,48
	Ultrasonik		80 Watt	3	46,13	6,47	80,21	3,14	82,51	5,77	
				5	43,47	8,41	79,25	5,72	80,81	4,91	
				7	46,29	11,45	80,69	6,83	82,16	4,94	
			120 Watt	3	45,70	8,74	79,37	6,54	82,91	2,37	
				5	41,18	9,27	78,88	8,67	78,70	6,69	
				7	57,90	5,93	87,91	2,57	88,12	2,92	
	160 Watt		3	39,57	6,53	79,84	3,62	79,14	4,16		
			5	48,22	7,03	82,64	4,58	82,73	5,82		
			7	45,49	7,27	78,94	6,51	76,50	6,23		
	Polyester		Mekanik	0 Watt	3	35,63	3,41	67,36	2,11	82,58	2,78
					5	39,20	2,90	69,07	1,38	81,90	2,23
					7	40,74	2,34	70,33	1,28	81,64	3,17
		Ultrasonik	80 Watt	3	44,14	3,24	70,74	1,81	85,56	2,29	
				5	42,73	2,07	70,35	1,58	83,70	4,01	
				7	41,39	2,31	70,88	1,25	81,96	3,35	
120 Watt			3	36,28	2,66	66,79	1,60	83,78	3,55		
			5	30,77	2,56	64,38	1,91	82,37	3,46		
			7	21,61	2,38	62,37	4,08	73,78	4,64		

Maun deney örneklerinde en yüksek yüzey parlaklığı, poliüretan vernik türünün, ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 160 Watt dalga şiddetinde ve 5 dakika karıştırılarak uygulanan deney örneklerinden elde edilmiştir (90,17). **En düşük yüzey parlaklığı ise** polyester vernik sisteminin, ultrasonik karıştırma yöntemiyle, 160 Watt dalga şiddetinde, 7 dakika karıştırılarak uygulanması neticesinde tespit edilmiştir (68,03).

Vernikler incelendiğinde, maun deney örneklerine uygulanmış olanlar arasında, 86,11 ortalama ile en yüksek yüzey parlaklığına sahip vernik türünün, poliüretan vernik olduğu, tespit edilmiştir. Ancak, 68,03 ortalama ile en düşük yüzey parlaklığına sahip olan vernik türünün, polyester vernik olduğu gözlemlenmiştir.

Karışım metotları karşılaştırıldığında, ultrasonik karıştırma yöntemi, 78,59 ortalama ile mekanik karıştırma yöntemine göre daha iyi sonuç vermiştir. Mekanik karıştırma yöntemi ise 76,98 ortalama ile daha düşük sonuç göstermiştir.

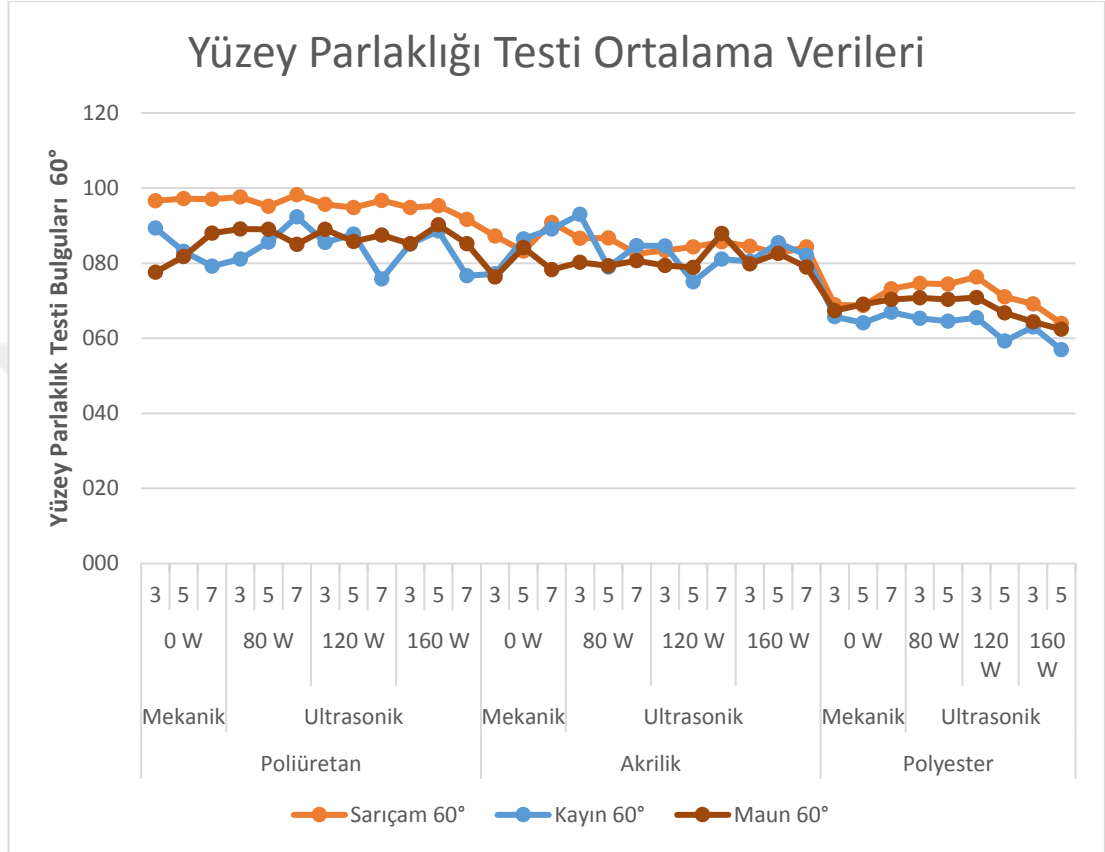
Ultrasonik karıştırma metodu üç vernik türü için incelendiğinde, poliüretan vernik türünün, ultrasonik yöntemle karıştırılması, 87,33 ortalama ile en iyi sonucu vermişken, sırasıyla, 80,86 ortalama ile akrilik vernik ve 67,58 ortalama ile polyester vernik türü en düşük sonuca sahiptir.

Ultrasonik karışım metoduna ait ultrasonik dalga şiddetleri üç vernik türü için kıyaslandığında, 79,44 ortalama ile hem 80 Watt hem de 120 Watt gücündeki dalga şiddetinin, aynı sonuç verdiği gözlemlenmiştir. 76,89 ortalama ile 160 Watt dalga şiddetinin en düşük sonucu verdiği tespit edilmiştir.

Karıştırma süreleri, mekanik karışım metodu ve ultrasonik karışım metodu olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mekanik karıştırma metodunda karışım süreleri karşılaştırıldığında, 7 dakika karışım süresinde, 78,85 ortalama ile en iyi sonucu gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Karışım süresi ultrasonik karışım metodunda her dalga şiddeti için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodunda en iyi sonuç, 82,86 ortalama ile 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir. 120 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karıştırma metodu süreler bazında karşılaştırıldığında, en iyi netice, 87,70 ortalama ile 7 dakika karışım süresinde tespit edilmiştir. 160 Watt dalga şiddetindeki karıştırmada ise 82,05 ortalama ile en iyi sonuç 7 dakika karışım süresinde gözlemlenmiştir.

Çalışma kapsamındaki üç ağaç türünün yüzey parlaklık değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 20’de verilmiştir.



Şekil 20. Yüzey parlaklığı testi ortalama veriler grafiği

Grafik incelendiğinde, sarıçam deney örneklerinden, kayın ve maun deney örneklerine göre daha iyi yüzey parlaklığı elde edildiği tespit edilmiştir. Poliüretan vernik uygulanmış deney örneklerinde en iyi yüzey parlaklığı sonucu gözlemlenmişken, polyester vernik uygulanmış deney örneklerinde, en kötü yüzey parlaklığı elde edildiği görülmüştür. Karıştırma yönteminin yüzey parlaklığına etkisi gözlemlenememiştir.

Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi sonuçları 20° Çizelge 3.42’de verilmiştir.

Çizelge 3.42. Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi 20° sonuçları

Varyans Kaynağı	Parlaklık Derecesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtürü	20°	7905,92	2,00	3952,96	48,59	0*
Verniktürü	20°	120929,61	2,00	60464,81	743,21	0*
Karışım	20°	12321,06	2,00	6160,53	75,72	0*
Dalgaşiddeti	20°	9277,11	2,00	4638,56	57,02	0*
Süre	20°	322,14	2,00	161,07	1,98	0,139**
Ağaçtürü * Verniktürü	20°	19704,02	4,00	4926,00	60,55	0*
Ağaçtürü * Karışım	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti	20°	1875,91	4,00	468,98	5,76	0*
Ağaçtürü * Süre	20°	1925,46	4,00	481,37	5,92	0*
Verniktürü * Karışım	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti	20°	2990,518b	4,00	747,63	9,190b	0*
Verniktürü * Süre	20°	1393,65	4,00	348,41	4,28	0,002*
Karışım * Dalgaşiddeti	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Karışım * Süre	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Dalgaşiddeti * Süre	20°	284,21	4,00	71,05	0,87	0,479**
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti	20°	1115,13	8,00	139,39	1,71	0,091**
Ağaçtürü * Verniktürü * Süre	20°	1527,44	8,00	190,93	2,35	0,017*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtürü * Karışım * Süre	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtürü * Dalgaşiddeti * Süre	20°	2531,26	8,00	316,41	3,89	0*
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Verniktürü * Karışım * Süre	20°	,000c	0,00	.	.c	NS
Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	20°	4619,55	6,00	769,93	9,46	0*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Süre	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Dalgaşiddeti * Süre	20°	5600,05	12,00	466,67	5,74	0*
Ağaçtürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtürü * Verniktürü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	20°	0,00	0,00	.	.	NS
Hata	20°	74685,26	918,00	81,36		
Toplam	20°	2919394,30	1020,00			

* : Fark, 0,05’ e göre önemli

** : Fark, 0,05’ e göre önemsiz

NS: Fark önemsiz

Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi sonuçları 60° Çizelge 3.43’de verilmiştir.

Çizelge 3.43. Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi 60° sonuçları

Varyans Kaynağı	Parlaklık Derecesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtörü	60°	9323,37	2,00	4661,68	159,79	0*
Verniktörü	60°	62606,35	2,00	31303,18	1073,01	0*
Karışım	60°	5259,96	2,00	2629,98	90,15	0*
Dalgaşiddeti	60°	1417,76	2,00	708,88	24,30	0*
Süre	60°	79,59	2,00	39,80	1,36	0,256**
Ağaçtörü * Verniktörü	60°	3803,18	4,00	950,79	32,59	0*
Ağaçtörü * Karışım	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Dalgaşiddeti	60°	556,59	4,00	139,15	4,77	0,001*
Ağaçtörü * Süre	60°	461,06	4,00	115,27	3,95	0,003*
Verniktörü * Karışım	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Verniktörü * Dalgaşiddeti	60°	971,547c	4,00	242,89	8,326c	0*
Verniktörü * Süre	60°	552,05	4,00	138,01	4,73	0,001*
Karışım * Dalgaşiddeti	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Karışım * Süre	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Dalgaşiddeti * Süre	60°	549,18	4,00	137,29	4,71	0,001*
Ağaçtörü * Verniktörü * Karışım	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Dalgaşiddeti	60°	117,87	8,00	14,73	0,51	0,853**
Ağaçtörü * Verniktörü * Süre	60°	529,89	8,00	66,24	2,27	0,021*
Ağaçtörü * Karışım * Dalgaşiddeti	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Karışım * Süre	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Dalgaşiddeti * Süre	60°	1023,01	8,00	127,88	4,38	0*
Verniktörü * Karışım * Dalgaşiddeti	60°	,000a	0,00	.	.a	NS
Verniktörü * Karışım * Süre	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Verniktörü * Dalgaşiddeti * Süre	60°	1099,90	6,00	183,32	6,28	0*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Karışım * Dalgaşiddeti	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Karışım * Süre	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Dalgaşiddeti * Süre	60°	1260,87	12,00	105,07	3,60	0*
Ağaçtörü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Verniktörü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	60°	0,00	0,00	.	.	NS
Hata	60°	26781,00	918,00	29,17		
Toplam	60°	6720799,94	1020,00			

* : Fark, 0,05’ e göre önemli

** : Fark, 0,05’ e göre önemsiz

NS: Fark önemsiz

Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi sonuçları 85° Çizelge 3.44’de verilmiştir.

Çizelge 3.44. Yüzey parlaklığı testi çoklu varyans analizi 85° sonuçları

Varyans Kaynağı	Parlaklık Derecesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P)
Ağaçtörü	85°	4167,08	2,00	2083,54	6,93	0,001*
Verniktörü	85°	493,73	2,00	246,87	0,82	0,441**
Karışım	85°	313,54	2,00	156,77	0,52	0,594**
Dalgaşiddeti	85°	2283,60	2,00	1141,80	3,80	0,023*
Süre	85°	624,42	2,00	312,21	1,04	0,355**
Ağaçtörü * Verniktörü	85°	10521,30	4,00	2630,33	8,74	0*
Ağaçtörü * Karışım	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Dalgaşiddeti	85°	3045,05	4,00	761,26	2,53	0,039*
Ağaçtörü * Süre	85°	1648,15	4,00	412,04	1,37	0,243**
Verniktörü * Karışım	85°	,000a	0,00	.	.a	NS
Verniktörü * Dalgaşiddeti	85°	776,50	4,00	194,13	0,65	0,63**
Verniktörü * Süre	85°	229,07	4,00	57,27	0,19	0,943**
Karışım * Dalgaşiddeti	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Karışım * Süre	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Dalgaşiddeti * Süre	85°	1598,33	4,00	399,58	1,33	0,258**
Ağaçtörü * Verniktörü * Karışım	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Dalgaşiddeti	85°	3565,31	8,00	445,66	1,48	0,16**
Ağaçtörü * Verniktörü * Süre	85°	2628,26	8,00	328,53	1,09	0,366**
Ağaçtörü * Karışım * Dalgaşiddeti	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Karışım * Süre	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Dalgaşiddeti * Süre	85°	2773,68	8,00	346,71	1,15	0,326**
Verniktörü * Karışım * Dalgaşiddeti	85°	,000b	0,00	.	.b	NS
Verniktörü * Karışım * Süre	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Verniktörü * Dalgaşiddeti * Süre	85°	5607,12	6,00	934,52	3,11	0,005*
Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Karışım * Dalgaşiddeti	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Karışım * Süre	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Dalgaşiddeti * Süre	85°	2595,68	12,00	216,31	0,72	0,734**
Ağaçtörü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Verniktörü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Ağaçtörü * Verniktörü * Karışım * Dalgaşiddeti * Süre	85°	0,00	0,00	.	.	NS
Hata	85°	276218,26	918,00	300,89		
Toplam	85°	7217676,21	1020,00			

* : Fark, 0,05' e göre önemli

** : Fark, 0,05' e göre önemsiz

NS: Fark önemsiz

Ağaç türüne bağlı yüzey parlaklığı testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.45’de verilmiştir.

Çizelge 3.45. Ağaç türüne göre yüzey parlaklığı değerleri

Ağaç Türü	20°		60°		85°	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Sarıçam	54,571	A*	84,747	A*	85,239	A*
Kayın	49,044	B	77,774	C	80,613	B
Maun	48,528	B	78,615	B	80,711	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey parlaklığı değeri

Ağaç türüne bağlı yüzey parlaklığı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre, en iyi yüzey parlaklığı değeri, sarıçam deney örneklerinde gözlemlenmiştir.

Vernik türüne bağlı yüzey parlaklığı testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.46’da verilmiştir.

Çizelge 3.46. Vernik türüne göre yüzey parlaklığı değerleri

Vernik Türü	20°		60°		85°	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Poliüretan	64,176	A*	88,194	A*	83,523	A*
Akrilik	49,024	B	82,465	B	81,362	A
Polyester	35,241	C	67,347	C	81,505	A

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey parlaklığı değeri

Vernik türüne bağlı yüzey parlaklığı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre, en iyi yüzey parlaklığı değeri poliüretan vernik sisteminde gözlemlenmiştir.

Karışım türüne bağlı yüzey parlaklığı testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.47’de verilmiştir.

Çizelge 3.47. Karışım türüne göre yüzey parlaklığı değerleri

Karışım Türü	20°		60°		85°	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Ultrasonik	51,368	A*	81,217	A*	82,507	A*
Mekanik	51,299	A	79,882	A	81,568	A

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey parlaklığı değeri

Karışım türüne bağlı yüzey parlaklığı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre, en iyi yüzey parlaklığı değeri, aralarında çok fark olmamakla birlikte, ultrasonik karıştırma yönteminde elde edilmiştir.

Dalga şiddetine bağlı yüzey parlaklığı testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.48’de verilmiştir.

Çizelge 3.48. Dalga şiddetine göre yüzey parlaklığı değerleri

Dalga Şiddeti	20°		60°		85°	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
80 Watt	54,665	A*	82,027	A*	84,852	A*
0 Watt	50,804	B	79,455	B	81,635	B
120 Watt	49,907	B	80,368	B	81,952	AB
160 Watt	47,312	C	79,721	B	80,284	B

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey parlaklığı değeri

Ultrasonik karışım dalga şiddetine bağlı yüzey parlaklığı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yüzey parlaklığı değeri 80 Watt dalga şiddeti uygulanmış deney örneklerinde tespit edilmiştir.

Karışım süresine bağlı yüzey parlaklığı testi değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 3.49’da verilmiştir.

Çizelge 3.49. Karışım süresine göre yüzey parlaklığı değerleri

Süre	20°		60°		85°	
	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
3 dk	50,342	B	79,704	B	82,515	A
5 dk	48,498	C	78,877	C	81,244	A
7 dk	54,099	A*	83,219	A*	82,985	A*

DUNCAN: 0,050 *En yüksek yüzey parlaklığı değeri

Karıştırma sürelerine bağlı yüzey parlaklığı değerleri ile ilgili ikili karşılaştırma Duncan testi sonuçlarına göre karıştırma süreleri arasında, 7 dakika karıştırma süresinin en iyi yüzey parlaklığı verdiği tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, mobilya endüstrisi üst yüzey işlemlerinde kullanılan vernik-komponent bileşenlerinin hazırlanması sürecinde, karıştırma parametrelerinden kaynaklanan vernik kusurlarının giderilmesi ve daha kaliteli katman elde edilmesine yönelik testler yapılmıştır. Vernik kusurlarından bazılarının, mekanik karıştırma sürecinde oluşan kavitasyondan kaynaklandığı tahmin edilmiş ve bu problemin çözümüne farklı bir yaklaşım getirilmiştir. Vernik-komponent karışımlarında yaygın şekil de tercih edilen mekanik karışım metodu ve bununla birlikte kullanılan pervane tipli karışım çubuklarının, karışım esnasında alçak basınç noktaları oluşturması, bunun da, vernik içerisinde kavitasyon oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Bu amaçla, ultrason karıştırma sistemi ile vernik katmanındaki kavitasyonun önlenebileceği, dolayısıyla da daha kaliteli vernik katmanı elde edilebileceği, bu çalışmanın hipotezini oluşturmuştur.

Çalışma kapsamında, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Maun (*Khaya ivorensis*) olmak üzere üç farklı odun tipinin üzerine poliüretan, akrilik ve polyester vernik sistemleri, mekanik ve ultrasonik karıştırma yöntemiyle uygulanmıştır. Mekanik karıştırma yönteminde, 3,5 ve 7 dakika süreler uygulanırken, ultrasonik karıştırma yönteminde bu sürelerle ek olarak, 80W, 120W ve 160W dalga şiddetleri karıştırma esnasında uygulanmıştır. Elde edilen deney örneklerinde vernik katman kalitesini belirlemek amacıyla, yüzey çizilme direnci testi, yüzey sertliği testi, yüzey yapışma direnci testi, yüzey pürüzlülüğü testi ve yüzey parlaklığı testlerine tabii tutularak, karıştırma metotlarının performansları, araştırılmıştır.

Ultrasonik karıştırma metodunun vernik çizilme direncine etkisi, olumsuz olarak gözlemlenmiştir. Ultrasonik karıştırma metodunun vernik çizilme direncine olumsuz anlamda etkili olmasının bir sebebi, verniğin, deney örneklerine basınçlı hava tabancasıyla uygulanması sonucunda tüm yüzeylere homojen vernik miktarı

düşmemesi ve yüzeyde farklı kalınlıkların oluşmasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Çünkü vernik kalınlığı arttıkça, sertliğin, vernik bileşenlerinden daha fazla etkileneceği, vernik katmanı inceldikçe de, vernikli yüzeydeki sertliğin, ağaç malzemenin yapısal özelliklerine göre etkileneceği, tahmin edilmiştir (Budakçı ve Sönmez, 2010). Bu nedenle, ultrason destekli karıştırmadaki etkinin, vernik tabanındaki ağaç malzemedan bağımsız olarak belirlenmesinde fayda vardır. Bunun için de ayrıca, deney örneklerine ek olarak, “cam” levhaların kullanılması tavsiye edilebilir.

Yüzey sertliği testi neticesinde alınan değerler göstermiştir ki, mekanik karıştırma metodu, ultrasonik karıştırma metodunda kullanılan tüm dalga şiddetlerinin ortalamasından, %12 daha yüksek yüzey sertliği değeri vermiştir. Bu sonuç da, ultrason destekli karıştırmada, dalga şiddetinin yüzey sertliğinde etkisinin olmadığını ve uygulamada bunun, yüzey sertliğini artırmak amacıyla, kullanılmayabileceğinin bir göstergesi olmuştur. Sönmez vd. (2004) yapmış oldukları çalışmada benzer sonuç almışlardır, vernik katmanlarının sertlik ve yapışma direnci değerleri üzerinde uygulama yöntemi farklılaşmasının etkili olmadığını tespit etmişlerdir.

Yüzey yapışma direnci verileri göstermiştir ki, 80 Watt dalga şiddetindeki ultrasonik karışım metodu hipoteze uygun olarak, yüzey yapışma direncini arttırmıştır. Fakat dalga şiddetinin artması yüzey yapışma direncini olumsuz olarak etkilemiştir. 80 Watt dalga şiddeti mekanik karıştırmadan %1 oranında daha iyi netice gösterirken, 120 Watt dalga şiddetinde karıştırılarak uygulanmış olan deney örnekleri mekanik karıştırmaya göre %9,4 daha düşük ve 160 Watt dalga şiddetinde karıştırılmış deney örnekleri %29,7 mekanik karıştırma metoduna göre daha düşük sonuç vermiştir. Dalga şiddetinin artması, vernik bileşenlerinde kimyasal değişime sebebiyet vererek, yapışma direncine negatif olarak yansımış olduğu tahmin edilmiştir. Bu durumda eğer ki ultrason destekli karışım yöntemi kullanılacaksa, 80 Watt dalga şiddetinin uygun olduğu ve bunun üzerindeki dalga şiddetlerinden kaçınılması önerilebilir.

Yüzey pürüzlülük testi sonuçlarına göre, ultrasonik karıştırma ile mekanik karıştırma yöntemleri birbirlerine yakın sonuç göstermişlerdir. 80 Watt dalga şiddetinde ultrasonik karıştırma yöntemi en iyi sonucu vermiştir, ancak dalga şiddetinin artması yüzey yapışma direncinde de olduğu gibi olumsuz etkiye sebep olmuştur. Dalga

şiddetinin artması, vernik bileşenlerinde kimyasal değişime sebebiyet vererek, yüzey pürüzlülüğüne olumsuz olarak yansımış olabilir. Bu durumda, ultrason destekli karışımlarda, 80 W dalga şiddetinin uygun olduğu ve bunun üzerindeki dalga şiddetlerinde uygulama yapılmaması önerilebilir. Yüzey pürüzlülüğüne etki eden bir başka faktör ise, uygulama ortamının havasında asılı olan partiküllerden arındırılmasıdır. Eğer ki, bu tür deneylerde vernik uygulamaları pozitif basınçlı kabinlerde yapılıp ve kurutulabilirse, yüzey pürüzlülüğünün partiküllerden oluşan kısmı bertaraf edilerek, karıştırma yöntemlerinden oluşan pürüzlük, daha doğru olarak belirlenebilir.

Ultrasonik karıştırma metodu ve mekanik karıştırma metodunun vernik yüzey parlaklığı nezdinde incelendiğinde 80 Watt dalga şiddetinde ultrasonik karıştırma yöntemi en iyi sonucu vermiştir. Genel olarak ultrasonik karıştırma yöntemi tüm dalga şiddetlerinde mekanik karıştırma yöntemine göre daha iyi sonuç vermiştir. Parlaklık ölçümleri yapılırken her deney örneğinden iki defa ölçüm alınmıştır.

Ultrasonik karıştırma esnasında, ultrason kazanına yerleştirilen verniklerin sıcaklığında, dalga şiddetinin yükselmesine paralel olarak, artmalar gözlenmiştir. Bu durum uygulama sırasında bazı problemlerle karşılaşılmasına neden olmuştur. Örneğin, polyester vernik sisteminde uygulama öncesi ısının yükselmesi, katalizör etkisi yaratmış ve vernik komponent karışımının jelleşmesine neden olmuştur. Bu sebeple, polyester vernik sisteminin deney örneklerine uygulanmasında, proje kapsamında belirtilen 3,5 ve 7 dakika karışım sürelerinden 7 dakika, uygulanamamıştır. Klima ile ortam sıcaklığı düşürülmesine rağmen polyester vernik sisteminin jelleşmesi engellenememiştir. Buna ilave olarak komponent (sertleştirici ve hızlandırıcı) karışım oranlarında değişik yapılması da, verniğin jelleşmesini engelleyememiştir. Bu nedenle polyester uygulamalarında, ultrason destekli karıştırma tavsiye edilmemektedir.

Akrilik vernik sistemi yapışma testi yapılırken, standart kapsamında kullanılan yapıştırıcı, deney silindirlerinin, vernikli deney örnekleri üzerine yapıştırılmasında yetersiz kalmıştır. Bu olumsuzluğun, akrilik vernik uygulaması sonucunda, yüzeye çıkan bir kimyasalın, yapıştırıcı ile etkileşimini olumsuz olarak etkilediğinden kaynaklandığı, tahmin edilmiştir. Bu problem, akrilik vernik sistemi uygulanmış

deney örnekleri üzerinde yapışma testi yapılmadan önce, verniklenmiş ahşap parça yüzeylerinin 220 kum zımpara ile zımparalanması ve daha sonra metal deney silindirlerinin yüzeye yapıştırılması ile giderilmiştir. Bu hafif zımparalama yöntemi olumlu sonuç vererek, metal deney silindirlerinin, deney örneklerine sorunsuz olarak yapışmasını ve kopmanın deney silindirinden değil, vernikle beraber, ahşap deney parçasından meydana gelmesini sağlamıştır.

Ultrason destekli karışım sürecinde, ultrason banyosu teknesine aynı anda değişik vernikler+komponentler konulmasını, farklı verniklerin birbirleri ile karışmamasını ve vernik kalıntılarının cihazın drenaj kanallarını tıkayıp, kalıcı deformasyon oluşturmamasını sağlamak üzere, kilitli buzdolabı poşetleri kullanılmıştır. Kilitli buzdolabı poşetinin kullanılmış olması, ultrason cihazı teknesine bir miktar su da konularak, karışımın gerçekleştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu sayede; ultrasonik karıştırma cihazında karışımı yapılan polyester vernikte artan sıcaklık, kısmen engellenerek, “jelleşme” problemine de olumlu katkı sağlanmıştır. Fakat kilitli poşet kullanımının ultrason teknesinin dalga şiddetini sönmüleyebileceği de düşünüldüğünde, bundan sonraki yapılacak olan çalışmalarda ultrason probunun doğrudan verniğin içerisine konularak karışım yapılması, verniğin daha homojen karışmasına olanak sağlayabileceği düşünülmektedir.

Deney örneklerinin hazırlanması sırasında her test gurubu için bütün deney örnekleri aynı koşulda hazırlanmalıdır. Bu çalışma esnasında bir deney gurubuna ait örnekler vernik sistemlerinin uygulanması (1080 parça) yaklaşık olarak 2 gün sürmüştür. Kuruma esnasındaki ortam koşullarının değişikliği, deney sonuçlarında olumsuz etkilere sebep olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada, ultrason dalgalarının, vernik içerisinde oluşan kavitasyonu elemine etmesi hedeflenmiştir. Bu eliminasyonun ne ölçüde gerçekleştiğinin belirlenmesi, dolaylı olarak, vernik katmanı üzerinde yapılan bazı mekanik ve fiziksel testlerle belirlenmeye çalışılmıştır. Ultrason destekli vernik-komponent karıştırma yönteminde, çeşitli verniklerin bazı özelliklerinin olumlu yönde etkilendiği, bazılarının değişmediği ve bazılarının da olumsuz etkilendiği gözlemlenmiştir.

Bundan sonra bu konu hakkında yapılacak çalışmalarda, ultrason destekli karıştırmanın etkilerinin daha net anlaşılmasını sağlamak ve ağaç malzemenin heterojen yapısından kaynaklanan bazı belirsizlikleri ortadan kaldırmak üzere, aynı deneylere taban malzeme olarak “cam” levhalar da ilave edilmesinin iyi olacağı kanaatine varılmıştır. Ayrıca, sonraki çalışmalarda, vernik-komponent karışımında oluşan kavitasyonun giderilmesinde, ultrason yöntemine alternatif veya çeşitlilik sağlamak üzere, “vakum” yönteminin de denenebileceği ayrıca vernik component karışımlarının mikroskobik görüntülerinde alınabileceği sonucuna varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Akzonobel. (Erişim Tarihi 2021, 05 20). <https://slideplayer.biz.tr/slide/1956766/> adresinden alındı
- Altun, S., & Esmer, M. (2017). Isıl İşlemin Bazı Ağaç Malzemelerde Yüzey Pürüzlülüğü ve Vernik Yapışma Direncine Etkisi. *Politeknik Dergisi*, 231-239.
- Atılğan, A., Ulusoy, H., Tan, H., & Peker, H. (2018). Ahşapta ekolojik boya kullanımı ve yüzey pürüzlülüğü. *Politeknik Dergisi*, 553-558.
- Ayata, U., & Cavus, V. (2018). Amerikan Ceviz, Amerikan Meşesi Ve Kırmızı Amerikan Meşesi Odunlarında Renk Ve Parlaklık Üzerine Isıl İşlemin (ThermoWood Metot) Etkisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 546-553.
- AYKAÇ, S., & SOFUOĞLU, S. D. (2021). Bambu Ağaç Malzemedeki Vernik Tiplerinin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 1353-1363.
- Baykan, İ., Kılıç, Y., & Bakır, K. (2000). Mobilya Endüstrisinde Üstyüzey İşlemleri. *KOSGEB Küçük Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı, Kale Matbaacılık, Ankara*.
- Bozkurt, A., Göker, Y., & Erdin, N. (1993). Emprenye Tekniğı. *İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınları. İÜ Yayın, (3779)*.
- Budakçı, M. (2003). Pnomatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi. *Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye*.
- Budakçı, M., & Sönmez, A. (2010). Bazı Ahşap Verniklerin Farklı Ağaç Malzeme Yüzeylerindeki Yapışma Direncinin Belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 111-118.

- Çolak, S., Çolakoğlu, G., & As, N. (2004). Ağaç malzemenin yanması ve yangında diğer yapı elemanlarıyla karşılaştırılması. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 15-26.
- Demirel, G. K., & Temiz, A. (2015). Ahşap Korumada Çevre Dostu Modifikasyon Yöntemleri. *Selçuk Teknik Dergisi*, 1016-1032.
- Doğu, A. D. (2016). Ahşabı Tanımak. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 59-71.
- Efe, H., & Gürleyen, L. (2006). Farklı Numaralı Zımparalar ile İşlem Görmü? Çeşitli Ağaç Yüzeylerin Yapılaşma Direncinin Belirlenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 110-123.
- Filliboya. (2021). *Filli boya*. <https://www.filliboya.com/urun/uygulama-sorunlari-ve-cozumleri.html> adresinden alındı
- Floros, J. D., & Hanhua, L. (1994). Acoustically assisted diffusion through membranes and biomaterials. *Food Technology Volume 48, Issue 12, Pages 79-84*.
- Gardenstar.com. (2021, 06 10). <https://gardenstar.com.tr/ahsap-yapi-malzemesinin-tarihi-gelisimi.html> 2021 adresinden alındı
- Gezer, İ. (2009). Ağaç malzemeye uygulanan ısıtılmış işlemin su bazlı verniklerdeki etkilerin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye*.
- Göktaş, O., Uğurlu, M., Çolak, M., Özen, E., & Yeniocak, M. (2013). Ultrasonik Yöntem Kullanılarak Bitki Boyaları İle Boyanan Ahşap Malzemenin Yıkama Performansları (Boya Tutunma) ve UV-Hızlı Yaşlandırma Şartları Altındaki Renk Değişim Değerlerinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla*.
- Hafizoğlu, H. (1987). Extractive constituents of Cedrus libani. *Karadeniz Teknik University Forestry Faculty Journal*, 91-97.
- Hamarat, M. (2020). Eko Tasarım: Mobilyada Kullanılan Bazı Vernik Türlerinden Açığa Çıkan Gazların Tespiti Ve Analizi. *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara*.

- He, V. (2018). A comparative study of effect of mechanical and ultrasound agitation on the properties of pulse electrodeposited Ni-W/MWCNTs composite coatings. *Journal of Alloys and Compounds* 743, 63-72.
- Kamel, M., Reda, M., El-Shishtawy, M., Yussef, B., & Mashaly, H. (2005). Ultrasonic Assisted Dyeing: III. Dyeing of Wool with Lac as a Natural Dye. *Dyes and Pigments*, 65:(2), 103-110.
- Karahan, T. (2001). Ultrasonik Karıştırmanın ZnO Toz Özelliklerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul*.
- Kartal, S. N. (2016). Tarihi Ahşap Yapılarda Biyotik/Abiyotik Bozunmalar ve Koruma/Bakım Önlemleri. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 51-58.
- Kılıç, A., & Hafızoğlu, H. (2007). Açık Hava Koşullarının Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler ve Alınacak Önlemler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 175-183.
- Kurtoğlu, A. (1984). Ağaç Malzemenin Kimyasal Olmayan Yolla Korunması Olanakları. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 77-83.
- Kurtoğlu, A., & S. S. (2013). Ağaç malzemelerin seçimi, işlenmesi, mobilya ve yapı elemanlarının üretiminde kullanılmaları, mobilya üretiminde kullanılan ağaç kökenli malzemeler. *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 62-78.
- Madeleine, J., Feng, X., & Dongke, Z. (2013). Manipulation of ultrasonic effects on lignocellulose by varying the frequency, particle size, loading and stirring. *Bioresource Technology* 148, 15–23.
- Majid, I., G. Nayik, .. A., & Nanda, V. (2015). Ultrasonication and food technology: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), 1071022.
- McNeil, S., Sunderland, M., & Leighs, S. (2017). The utilisation of wool as a catalyst and as a support for catalysts. Review article. *Applied Catalysis A: General*, Volume 541, P:120-140.
- Merev, N. (2003). Odun Anatomisi. *KTÜ Matbaası, Trabzon, Turkey*.

- Miano, A., & Augusto, P. (2018). Food The ultrasound assisted hydration as an opportunity to incorporate nutrients into grains. *Alberto Claudio Research International* 106, 928–935.
- Povey, M., & Mason, T. (1998.). Ultrasound in Food Processing. *Technology & Engineering Springer*, p:282.
- Prasad, P., & Seshadri, S. (1994). Fatigue strength of nickel electrodeposits prepared in ultrasonically agitated bath. *J. Mater. Sci. Lett.*, 15-16.
- Qing, L., Christopher, J., & Xungai, W. (2017). Ultrasonic assisted industrial wool scouring 3. 3 rd. *International Conference on Natural Fibers: Advanced Materials for a Greener World, ICNF*.
- Seber, S. (2011). Gemi Pervane Kesitlerine Ait Kavitasyon Kovalarının Sayısal Hesabı. *Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul*, S. 47.
- Sivakumar, V., Lakshmi, A. J., Vijayeeswarri, J., & Swaminathan, G. (2009). Ultrasound Assisted Enhancement in Natural Dye Extraction from Beetroot for Industrial Applications and Natural Dyeing of Leather Ultrasonics Sonochemistry. 782–789.
- Söğütlü, C., & Döngel, N. (2009). Emprenye İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisi. *Politeknik Dergisi*, 179-184.
- Söğütlü, C., Öztürk, Y., Döngel, N., & Okçu, S. (2017). Sapelli Odununda Uygulanmış Bazı Verniklerin Aşınma ve Çizilme Direncinin Belirlenmesi. *Conference: International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*.
- Sönmez, A. (2000). Hazırlık ve renklendirme. *Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1 Ders Kitabı*, 3-26.
- Sönmez, A., Budakçı, M., & Yakın, M. (2004). Ağaç Malzemedeki Su Çözücülü Vernik. *Politeknik Dergisi*, 229-235.
- Sun, R., & Tomkinson. (2002). Structural and physicochemical characterization of hemicelluloses isolated by alkaline peroxide from barley straw. *Polymer International* 51(2), 11 -124.

- Şener, N. (2006). Mobilyada Kullanılan Ahşap Malzeme, Yüzey, Üst Yüzey İşlemler Ve Koruma. *Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul*, s.311.
- Tavman, Ş., Kumcuoğlu, S., & Akkaya, Z. (2009). Bitkisel Ürünlerin Atıklarından Antioksidan Maddelerin Ultrason Destekli Ekstraksiyonu. 175-182.
- Tekin, A. (2009). Ahşap malzemelerde kullanılan bazı vernik katmanlarının aşınma dirençlerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye*.
- Tomak, E. D., & Yıldız, Ü. C. (2010). Odunun Kimyasal Modifikasyonu. *Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 1681-1690.
- Tutgun, R. (2014). Ağaç malzemedeki yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanı tutunma direncine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye*.
- Ünal, S., Özcan, E., & Cılbircioğlu, C. (2008). Kastamonu'daki Tarihi Osmanlı Konağı'nda Tespit Edilen Zararlı Böceklerle Karşı Fumigasyon Uygulaması. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 103-108.
- Velmurugan, V., Arunkumar, P., & Gnanasivam, P. (2017). A review on systemic approach of the ultra sound image to detect renal calculi using different analysis techniques. 1 – 7.
- Vinatoru, M., Mason, T., & Calinescu, I. (2017). Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. *Trends in Analytical Chemistry* 97, 159-178.
- Yakın, M. (2001). Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti. *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye*.

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı: E*****n A*****R

Uyruk: T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: K*****u-1**3

E-posta: e*****r@m*n.c*m

Eğitim

Alınan Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lise	İnönü Endüstri Meslek Lisesi / Mobilya Dekorasyon Bölümü	2010
Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü	2016
Yüksek Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği A.B.D.	2022

Yayımlar

Akdemir, E., Geçgel, A., Akşit, A. ve Özen, E. (2019) Implementation Of An Erp System In Kitchen And Bath Furniture Manufacturing, *XXIX. Uluslararası Mobilya Endüstrisi Konferansı*, 19-20 Eylül 2019, Ankara/Turkey.

Akdemir, E., Göktaş, O., Çolak, M. ve Yeniocak, M. (2021) Adhesion Performance Of Ultrasonic Supported Blended Polyurethane And Polyester Varnish On Wood Surfaces. *6. Uluslararası Bilim ve Mühendislik Kongresi*, 25-27 Ekim 2021, Antalya/Turkey.

Akdemir, E., Erdil, Y.Z., Dünder, H.Ç., ve Akşit, A. (2021) Mutfak Dolaplarında Kullanılan Farklı Bağlantı Elemanlarının Deformasyonlarının Analiz Edilmesi. *International Conference on Design, Research and Development*, 15-18 Aralık 2021, Kayseri/Turkey.