



**T.C.  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ LADİN AĞAÇLARINDAN ÜRETİLEN  
MASİF PANELLERİN VERNİK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MUHARREM MIDİROĞLU**

**AĞUSTOS 2015**

**DÜZCE**

## KABUL VE ONAY BELGESİ

Muharrem MIDİROĞLU tarafından hazırlanan “Isıl İşlem Görmüş Ladin Ağaçlarından Üretilen Masif Panellerin Vernik Etkilerinin İncelenmesi” isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 09.07.2015 tarih ve 2015/609 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye  
(Tez Danışmanı)  
Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER  
Düzce Üniversitesi

Üye  
Doç. Dr. Bülent KAYGIN  
Bartın Üniversitesi

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Ayhan AYTİN  
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 04.08.2015

### ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Muharrem MIDİROĞLU’nun Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans derecesini almasını onamıştır.

Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

04.Ağustos. 2015

Muharrem MIDIROĞLU

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmasına başladığım ilk andan itibaren, bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesi sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER'e sonsuz teşekkür eder, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı değerli Yüksekokul Müdürlerim Prof. Dr. Raif KURTARAN ve Doç. Dr. İbrahim ERDOĞAN'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Lisans tez çalışmamın içeriğinde yapmış olduğu yönlendirici katkıları nedeni ile Doç. Dr. Süleyman KORKUT ve Yrd. Doç. Dr. Ayhan AYTİN' ne teşekkürü borç bilirim. Başta Prof. Dr. Yalçın ÇÖPÜR olmak üzere, tüm Düzce Orman Fakültesi akademik ve idari personeline katkılarından dolayı teşekkür ederim. Deney çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim ŞAHİN ve Yrd. Doç. Dr. Ümit AYATA'ya teşekkür ve minnet duygularımı sunarım.

Bu çalışmanın ortaya çıkması sürecinde desteğini hiç esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-213.2.3.140 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

**04.Ağustos 2015**

**Muharrem MIDİROĞLU**

<b>TEŞEKKÜR SAYFASI .....</b>	<b>i</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>ii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>	<b>v</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ.....</b>	<b>viii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>EXTENDED ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. MASİF PANEL .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.1. Masif Panellerin Özellikleri .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.2. Ağaç İşleri Endüstrisindeki Önemi .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.3. Diğer Malzemeler İle Karşılaştırılması.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.4. Avantajları.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.5. Dezavantajları .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.6. Panel Üretiminde Kullanılan Ağaç Türleri.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.7. Masif Panel Üretimi.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.8. Masif Panel Üretim Teknolojisi.....</b>	<b>13</b>
<i>1.1.8.1. Kereste Kurutma ve İstifleme İşlemi.....</i>	<i>13</i>
<i>1.1.8.2. Çoklu Dilme işlemi.....</i>	<i>14</i>
<i>1.1.8.3. Otomatik Boylama ve Optimizasyon İşlemi.....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.8.4. Parmak Dişli Birleştirme (Finger Joint) İşlemi.....</i>	<i>16</i>
<i>1.1.8.5. Dört Taraflı Planyalama ve Gönyeleme İşlemi .....</i>	<i>21</i>
<i>1.1.8.6. Yan Yana Presleme İşlemi .....</i>	<i>23</i>
<i>1.1.8.7. Ebatlama İşlemi .....</i>	<i>24</i>
<i>1.1.8.8. Kalibre ve Zımparalama İşlemi .....</i>	<i>25</i>
<i>1.1.8.9. Ambalajlama.....</i>	<i>25</i>

1.2. THERMOWOOD MASİF PANEL.....	26
1.3. MASİF PANEL ÜRETİMİNDE KULLANILAN MAKİNELER .....	26
1.3.1. Çoklu Dilme Makineleri.....	26
1.3.2. Otomatik Boylama ve Kusur Giderme Makineleri .....	28
1.3.3. Parmak Dişli Birleştirme (Finger- Joint) Makineleri.....	30
1.3.4. Profil Makineleri.....	33
1.3.5. Masif Panel Presleri.....	34
1.3.6. Panel Kesim Makinesi .....	37
1.3.7. Kalibre ve Zımparalama Makineleri .....	37
1.3.8. Masif Panel Üretiminde İş Akışı ve Fabrika Yerleşimi.....	38
1.4. ISIL İŞLEM.....	39
1.4.1. Isıl İşlem Metotları.....	41
1.4.1.1. ThermoWood Metodu .....	41
1.5. VERNİKLER .....	52
1.5.1. Su Bazlı Vernikler.....	52
1.5.2. UV Vernikler .....	54
1.5.3. Akrilik Vernikler .....	55
1.5.4. Tik Yağ.....	58
1.6. LİTERATÜR ÖZETİ.....	59
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>62</b>
2.1. AĞAÇ MALZEME.....	62
2.2. ISIL İŞLEM.....	62
2.3. MASİF PANEL .....	63
2.4. KULLANILAN VERNİKLER .....	64
2.4.1. Vernik Özelliklerinin Belirlenmesi .....	65
2.5. RENK ÖLÇÜMÜ.....	69
2.6. PARLAKLIK KAVRAMI .....	71
2.7. YÜZEYE YAPIŞMA TESTİ .....	73
2.8. PANDÜLLÜ SERTLİK TESTİ.....	75
2.9. ÇİZİLME DİRENCİ DENEYİ.....	76
2.10. ISI İLETKENLİĞİ.....	77
2.11. İSTATİKSEL YÖNTEMLER.....	78

<b>3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	<b>78</b>
<b>3.1. RENK DEĞİŞİM DEĞERLERİ .....</b>	<b>78</b>
3.1.1. Renk parlaklığı Değeri ( $L^*$ ).....	79
3.1.2. Kırmızı Renk Değeri (+a).....	87
3.1.3. Sarı Renk Değeri (+b).....	95
3.1.4. Toplam Renk Değişimi ( $\Delta E$ ) .....	103
<b>3.2. PARLAKLIK DEĞİŞİMİ .....</b>	<b>112</b>
<b>3.3. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİ.....</b>	<b>118</b>
<b>3.4. SALINIMSAL SERTLİK DEĞERİ.....</b>	<b>125</b>
<b>3.5. YÜZEY ÇİZİLME DİRENCİ DEĞERİ.....</b>	<b>132</b>
<b>3.6. ISI İLETKENLİĞİ DEĞERİ .....</b>	<b>136</b>
<b>4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>138</b>
<b>4.1. RENK PARLAKLIK DEĞERİ.....</b>	<b>138</b>
<b>4.2. RENK DEĞİŞİM DEĞERLERİ .....</b>	<b>139</b>
4.2.1. Kırmızı Renk Değeri (+a).....	139
4.2.2. Sarı Renk Değeri (+a).....	140
4.2.3. Toplam Renk Değişimi ( $\Delta E$ ) .....	141
<b>4.3. PARLAKLIK DEĞERİ .....</b>	<b>142</b>
<b>4.4. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİ.....</b>	<b>143</b>
<b>4.5. SALINIMSAL SERTLİK DEĞERİ.....</b>	<b>144</b>
<b>4.6. YÜZEY ÇİZİLME DİRENCİ DEĞERİ.....</b>	<b>145</b>
<b>4.7. ISI İLETKENLİĞİ DEĞERİ .....</b>	<b>146</b>
<b>4.8. ÖNERİLER.....</b>	<b>146</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>148</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>157</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Çoklu dilme .....	14
Şekil 1.2. Çoklu dilme işlemi.....	15
Şekil 1.3. Masif panel latalarında budak ve kusurlarının belirlenmesi.....	15
Şekil 1.4. Optimize edilmiş lata örnekleri .....	16
Şekil 1.5. Finger joint işleminden geçmiş lata örnekleri .....	17
Şekil 1.6. Dorus PVAc D3&D4 özellikli tutkal ve Dorus R.397 sertleştiricisi.....	19
Şekil 1.7. Dört taraflı planyalama ve gönyeleme.....	22
Şekil 1.8. Dört taraflı planyalama ve gönyeleme.....	22
Şekil 1.9. En ekleme – sıcak pres .....	24
Şekil 1.10. En ekleme - yüksek frekans presini .....	24
Şekil 1.11. Masif panelin ebatlanması .....	24
Şekil 1.12. Masif panellerin paketlenmesi.....	25
Şekil 1.13. Çoklu dilme makinesi.....	27
Şekil 1.14. Çoklu dilme makinesinde Lazer ve testerelerin hareketi.....	28
Şekil 1.15. Otomatik boylama ve budak ayırma makinesi .....	28
Şekil 1.16. Boylama işlemi .....	29
Şekil 1.17. Finger joint makinesi .....	30
Şekil 1.18. Finger joint makinesinde parmak dişlerin açılması.....	31
Şekil 1.19. Dişleri açılan parçanın tutkal tarağından geçmesi.....	31
Şekil 1.20. Finger joint makinesinde otomatik besleme .....	32
Şekil 1.21. Boy ekleme presini .....	32
Şekil 1.22. Profil makinesi.....	33
Şekil 1.23. Masif panel presini .....	34
Şekil 1.24. Yüksek frekanslı ve sonsuz beslemeli masif panel presleri .....	36
Şekil 1.25. Dikey ebatlama makinesi.....	37
Şekil 1.26. Zımpara makinesi konfigürasyonu .....	38
Şekil 1.27. Masif panel üretiminde iş akışı ve fabrika yerleşim örneği.....	39
Şekil 1.28. Thermowood yöntemi ısı işlem tesisi şeması .....	42
Şekil 1.29. Thermo-S ile ısı işlem görmüş Ladin odunu .....	44
Şekil 1.30. Thermo-D ile ısı işlem görmüş Ladin odunu .....	44



Şekil 1.31. Selülozun moleküler yapısı .....	45
Şekil 1.32. Hemiselülozların pentoz ve heksoz monomerleri .....	46
Şekil 1.33. Isıl işlem uygulanmış kerestenin reaksiyon mekanizması.....	47
Şekil 1.34. Ladin odunu üzerinde ısıl işlem süreçlerinin renk üzerine etkisi .....	51
Şekil 2.1. PosiTector 200 cihazı .....	66
Şekil 2.2. Phmetre.....	66
Şekil 2.3. Renk ölçme cihazı .....	70
Şekil 2.4. Renk ölçme cihazı prensibi.....	70
Şekil 2.5. CIEL*a*b* renk alanı.....	70
Şekil 2.6. Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi.....	72
Şekil 2.7. Parlaklık ölçer.....	73
Şekil 2.8. Adezyon yapışma test cihazları .....	73
Şekil 2.9. Adezyon yapışma testi ön hazırlık.....	74
Şekil 2.10. Çekme silindirini katmana yapıştırma kalıbı.....	74
Şekil 2.11. Çekme silindiri çevresinin katmana kadar kesilmesi .....	74
Şekil 2.12. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı .....	75
Şekil 2.13. Çizilme deneyi test cihazı.....	77
Şekil 2.14. QTM-500 cihazı ile ısı iletkenlik katsayısı ölçme cihazı. ....	77
Şekil 3.1. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, renk parlaklığına ait değerler.....	85
Şekil 3.2. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, renk parlaklığı değerinin değişimi (%) .....	86
Şekil 3.3. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, kırmızı renk değerleri .....	92
Şekil 3.4. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, kırmızı renk değerinin değişimi (%).....	94
Şekil 3.5. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, sarı renk değerleri.....	100
Şekil 3.6. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, sarı renk değerinin değişimi (%).....	102
Şekil 3.7. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, toplam renk değişimi değerleri.....	108
Şekil 3.8. İİGTÖ ile KÖ arasında, İİS göre toplam renk değişimi (%) .....	110
Şekil 3.9. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, parlaklık değerleri .....	113
Şekil 3.10. İİGTÖ ile KÖ arasında, İİS göre parlaklık değeri değişimi (%) .....	113
Şekil 3.11. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, parlaklık değerleri. ....	114
Şekil 3.12. İİGTÖ ile KÖ arasında, İİS göre parlaklık değeri değişimi (%) .....	116
Şekil 3.13. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, yüzey yapışma direnci değerleri.....	121
Şekil 3.14. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, yüzey yapışma direnci değişimi (%).....	123
Şekil 3.15. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, salınımsal sertlik değerleri .....	129

Şekil 3.16. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, salınımsal sertlik değerleri değişimi (%) .....	131
Şekil 3.17. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, yüzey çizilme direnci değerleri .....	133
Şekil 3.18. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS*VT etkileşiminde çizilme direncine ait yüzey sınıfı karşılaştırma sonuçları .....	133
Şekil 3.19. İİGTÖ ile KÖ arasında yüzey çizilme direnci değerleri ve % değişim oranları .....	134
Şekil 3.20. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, ısı iletim katsayısı değerleri .....	136
Şekil 3.21. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, ısı iletim katsayısı değişim değerleri (%) .....	137

## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Masif panel üretiminde kullanılan bazı ağaç türleri .....	12
Çizelge 1.2. Çoklu dilme makinelerinin özellikleri .....	27
Çizelge 1.3. Otomatik boylama ve budak ayırma makine özellikleri.....	30
Çizelge 1.4. Finger joint makinesinde olması gereken teknik detaylar .....	33
Çizelge 1.5. Profil makinesinde olması gereken genel özellikler.....	34
Çizelge 1.6. Masif panel presinin genel özellikleri .....	35
Çizelge 1.7. Dikey ebatlama makinesinin genel özellikleri.....	37
Çizelge 1.8. Thermo- S kullanım alanları.....	44
Çizelge 1.9. Thermo-D Kullanım alanları .....	44
Çizelge 1.10. Thermowood metodunun odun özellikleri üzerine etkileri .....	45
Çizelge 1.11. Thermowood metodunun odun özellikleri üzerine etkileri .....	45
Çizelge 1.12. Çam odununa uygulanan ısının yoğunluk üzerindeki etkisi.....	48
Çizelge 1.13. Çam odununa uygulanan ısının eğilme direnci üzerindeki etkisi.....	49
Çizelge 1.14. Çam odununa uygulanan ısının elastikiyet modülü üzerindeki etkisi .....	50
Çizelge 1.15. Su ve solvent bazlı sistemlerin birbirinden önemli farkları.....	54
Çizelge 2.1. Vernikler ve vernik uygulamalarına ait bazı özellikler .....	64
Çizelge 2.2. Katman kalınlığı için yüzeye sürülecek vernik miktarları.....	67
Çizelge 2.3. Vernik türleri için katı madde miktarı hesaplama tablosu.....	67
Çizelge 2.4. 60°'de yapılan ön ölçümün ardından asıl ölçüm açısının belirlenmesi .....	72
Çizelge 2.5. Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması .....	72
Çizelge 2.6. Çizilme direnci sınıfları .....	76
Çizelge 3.1. İİGTÖ ile KÖ, renk ölçüm değerlerine ait istatistikler.....	79
Çizelge 3.2. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde renk parlaklığına ait değerler.....	80
Çizelge 3.3. Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları .....	80
Çizelge 3.4. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	80
Çizelge 3.5. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde renk parlaklığına ait değerler .....	81
Çizelge 3.6. Akrilik vernik türünde TVA sonuçları .....	81
Çizelge 3.7. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	81

Çizelge 3.8. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde renk parlaklığına ait değerler.....	82
Çizelge 3.9. U.V. vernik türünde TVA sonuçları .....	82
Çizelge 3.10. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	82
Çizelge 3.11. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının renk parlaklığına ait değerler. ...	83
Çizelge 3.12. Tik yağı uygulamasının TVA sonuçları .....	83
Çizelge 3.13. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	83
Çizelge 3.14. İİGTÖ ile KÖ, renk parlaklığına ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.....	84
Çizelge 3.15. İİGTÖ ile KÖ, renk parlaklığına ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.....	85
Çizelge 3.16. İİGTÖ ile KÖ, İİS*VT, renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.....	86
Çizelge 3.17. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde kırmızı renk değerleri .....	87
Çizelge 3.18. Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları .....	88
Çizelge 3.19. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde kırmızı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	88
Çizelge 3.20. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde kırmızı renk değerleri.....	88
Çizelge 3.21. Akrilik vernik türünde TVA sonuçları .....	89
Çizelge 3.22. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde kırmızı renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	89
Çizelge 3.23. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde kırmızı renk değerleri. ....	89
Çizelge 3.24. U.V. vernik türünde TVA sonuçları .....	90
Çizelge 3.25. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde kırmızı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	90
Çizelge 3.26. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının kırmızı renk değerleri.....	90
Çizelge 3.27. Tik yağı uygulamasının TVA sonuçları .....	91
Çizelge 3.28. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının kırmızı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	91
Çizelge 3.29. İİGTÖ ve KÖ, kırmızı renk değerlerine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.....	92
Çizelge 3.30. İİGTÖ ile KÖ, kırmızı renk değerlerine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.....	93

Çizelge 3.31. İİGTÖ ile KÖ, İİS*VT, kırmızı renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri. ....	94
Çizelge 3.32. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde sarı renk değerleri. ....	95
Çizelge 3.33. Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları. ....	96
Çizelge 3.34. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri. ....	96
Çizelge 3.35. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde sarı renk değerleri. ....	96
Çizelge 3.36. Akrilik vernik türünde TVA sonuçları. ....	97
Çizelge 3.37. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde sarı renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri. ....	97
Çizelge 3.38. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde sarı renk değerleri. ....	97
Çizelge 3.39. U.V. vernik türünde TVA sonuçları. ....	98
Çizelge 3.40. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri. ....	98
Çizelge 3.41. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının sarı renk değerleri. ....	98
Çizelge 3.42. Tik yağı uygulamasının TVA sonuçları. ....	99
Çizelge 3.43. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri. ....	99
Çizelge 3.44. İİGTÖ ve KÖ, sarı renk değerine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler. ....	100
Çizelge 3.45. İİGTÖ ile KÖ, sarı renk değerine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları. ....	101
Çizelge 3.46. İİGTÖ ile KÖ, İİS*VT, sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri. ....	101
Çizelge 3.47. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde toplam renk değişimi değerleri. ....	103
Çizelge 3.48. Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları. ....	104
Çizelge 3.49. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri. ....	104
Çizelge 3.50. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde toplam renk değişimi değerleri. ....	104
Çizelge 3.51. Akrilik vernik türünde TVA sonuçları. ....	105
Çizelge 3.52. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri. ....	105
Çizelge 3.53. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde toplam renk değişimi değerleri. ....	105
Çizelge 3.54. U.V. vernik türünde TVA sonuçları. ....	106

Çizelge 3.55. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	106
Çizelge 3.56. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının toplam renk değişimi değerleri.	106
Çizelge 3.57. Tik yağı uygulamasının TVA sonuçları .....	107
Çizelge 3.58. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	107
Çizelge 3.59. İİGTÖ ve KÖ, toplam renk değişimine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.....	108
Çizelge 3.60. İİGTÖ ile KÖ, toplam renk değişimine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.....	109
Çizelge 3.61. İİGTÖ ile KÖ, İİS*VT, toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.....	110
Çizelge 3.62. İİGTÖ ile KÖ, parlaklık değerlerine ait istatistikler.....	112
Çizelge 3.63. İİGTÖ ve KÖ, parlaklık değerlerine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.....	114
Çizelge 3.64. İİGTÖ ile KÖ, parlaklık değerine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.....	115
Çizelge 3.65. İİGTÖ ile KÖ, İİS*VT, parlaklık değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.....	116
Çizelge 3.66. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde yüzey yapışma direnci değerleri .....	118
Çizelge 3.67. Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları .....	118
Çizelge 3.68. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde yüzey yapışma direncine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	118
Çizelge 3.69. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde yüzey yapışma direnci değerleri.	119
Çizelge 3.70. Akrilik vernik türünde TVA sonuçları .....	119
Çizelge 3.71. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde yüzey yapışma direncine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	119
Çizelge 3.72. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde yüzey yapışma direnci değerleri ...	120
Çizelge 3.73. U.V. vernik türünde TVA sonuçları .....	120
Çizelge 3.74. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde yüzey yapışma direncine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	120
Çizelge 3.75. İİGTÖ ve KÖ, yüzey yapışma direncine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.....	121

Çizelge 3.76. İİGTÖ ile KÖ, yüzey yapışma direncine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.....	122
Çizelge 3.77. İİGTÖ ile KÖ, İİS*VT, yüzey yapışma direncine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	123
Çizelge 3.78. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde salınımsal sertlik değerleri.....	125
Çizelge 3.79. Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları .....	125
Çizelge 3.80. İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	125
Çizelge 3.81. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde salınımsal sertlik değerleri .....	126
Çizelge 3.82. Akrilik vernik türünde TVA sonuçları. ....	126
Çizelge 3.83. İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	126
Çizelge 3.84. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde salınımsal sertlik değerleri.....	127
Çizelge 3.85. U.V. vernik türünde TVA sonuçları .....	127
Çizelge 3.86. İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	127
Çizelge 3.87. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının salınımsal sertlik değerleri .....	128
Çizelge 3.88. Tik yağı uygulamasının TVA sonuçları .....	128
Çizelge 3.89. İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	128
Çizelge 3.90. İİGTÖ ve KÖ, salınımsal sertlik değerlerine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.....	129
Çizelge 3.91. İİGTÖ ile KÖ, salınımsal sertlik değerlerine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları .....	130
Çizelge 3.92. İİGTÖ ile KÖ, İİS*VT, salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri .....	131
Çizelge 3.93. İİGTÖ ile KÖ, yüzey çizilme direnci değerleri .....	132
Çizelge 3.94. İİGTÖ ile KÖ, İİS göre, ısı iletim katsayısı değerleri .....	136

## SİMGELER VE KISALTMALAR

$l^*$	Renk parlaklığı değeri
$a^*$	Kırmızı renk değeri
$b^*$	Sarı renk değeri
$\Delta a$	Toplam kırmızı renk değışim değeri
$\Delta b$	Toplam sarı renk değışim değeri
$\Delta E$	Toplam renk değışim değeri
$\Delta L$	Toplam ışıklılık/parlaklık değışim değeri
$^{\circ}C$	Celsius
k	Isı iletim katsayısı (watt / metre. Kelvin)
Thermo-S	185 $^{\circ}C$ (EN 113) Stabilite ve sağlamlılık
Thermo-D	212 $^{\circ}C$ (EN 113) Dayanıklılık
VTT	Finlandiya ve Finlandiya Ağaç Yapı Sanayi
MP	Masif Panel
TMP	Thermowood Masif panel
TVA	Tek Yönlü Varyans Analizi
ÇVA	Çift Yönlü Varyans Analizi
ANOVA	Analysis of Variance
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASTM D	Amerika standardizasyon kurumu
ISO	International Standard Organization
EN	European Norm
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UV	Ultraviyole
pH	Asitlik veya bazlık derecesi
VOC	Volatile Organic Component



## ÖZET

### ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ LADİN AĞAÇLARINDAN ÜRETİLEN MASİF PANELLERİN VERNİK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Muharrem MIDİROĞLU

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Ağustos 2015, 157 sayfa

Bu çalışmanın amacı, ısıtma işlemi uygulanan Doğu Ladini (*Picea orientalis*) odunun endüstriyel üretim koşullarında masif panel levhalar haline getirdikten sonra üzerlerine üst yüzey işlemleri uygulamak ve uygulama sonucunda oluşan etkileri araştırmaktır. Bu kapsamda Doğu Ladini (*Picea orientalis*) odunu örnekleri Thermowood metodu ile 190°C'de 1.5 saat ve 212°C'de 2 saat ısıtma işlemine tabi tutulmuşlardır. Thermowood sonrası Doğu Ladini (*Picea orientalis*) odunları endüstriyel üretim koşullarında masif panel levhalar haline getirilmiştir. Levha haline getirilen malzeme yüzeylerine su bazlı, akrilik, U.V ve tük yağlı olmak üzere dört farklı türdeki vernikler, üretici firma önerileri doğrultusunda endüstriyel uygulamalara uygun olacak şekilde tatbik edilmiştir. Elde edilen örneklerin; renk ( $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta L^*$  ve  $\Delta E$ ), parlaklık, yüzey yapışma direnci, salınımsal sertlik, çizilme direnci ve ısı iletkenliği değerleri belirlenmiştir.

Araştırma sonucuna göre; Su bazlı, Akrilik, U.V. ve Tük Yağı vernik türüne bağlı olarak parlaklık, yüzey yapışma ve çizilme değerleri azalmıştır. Toplam renk değişim değerleri ise artmıştır. Akrilik vernik ile Tük yağlı uygulanmış numunelerde salınımsal sertlik değerinde artış gözlemlenirken su bazlı vernikli numunelerinde azalma tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Ladini, ThermoWood, Masif Panel, Vernik

## ABSTRACT

### EXAMINING THE VARNISH EFFECTS OF HEAT TREATED WOODEN PANELS OF PICEA ORIENTALIS

Muharrem MIDIROĞLU

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences,

Department of Forest Industry Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Assistant Professor Nevzat ÇAKICIER

August 2015, 157 pages

The aim of this work is to examine the effect of some wood preservatives when applied to the surfaces of the heat treated ThermoWood Spruce wood panels which are produced in industrial conditions.

Spruce wood samples were first heat treated Thermowood at 190 °C and 212 °C for 1.5, and 2 hours, respectively. Then samples were converted to massif panels in industrial conditions. The surfaces of the panels were treated using four different wood preservatives; water-based, acrylic, UV and teak oil. The application was conducted regarding the preservative producers application guide. The produced samples were tested for colour ( $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta L^*$  and  $\Delta E$ ), brightness, surface adhesion resistance, hardness, scratch resistance and thermal conductivity.

Results showed that all preservatives diminished the brightness, surface adhesion and scratch resistances but improved the colour. Acrylic and teak oil preservatives improved the hardness but lower values were observed when the surface was treated with water-based preservative.

**Keywords** : Picea orientalis, ThermoWood, Wooden Panels, Varnish

# **EXTENDED ABSTRACT**

## **EXAMINING THE VARNISH EFFECTS OF HEAT TREATED WOODEN PANELS OF PICEA ORIENTALIS**

Muharrem MIDIROĞLU  
Duzce University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences,  
Department of Forest Industry Engineering  
Master of Science Thesis  
Supervisor: Assistant Professor Nevzat ÇAKICIER  
August 2015, 157 pages

### **1. INTRODUCTION:**

Today, the use of wood and wood based materials, measures that extend the life of these materials, human health and cost applications are in constant development. In this context, wooden panels, wood portions removed unskilled, it is obtained by gluing the wood material again. Heating processes are physical operations resulting permanent changes in the chemical composition of polymer compounds in the cell walls. In order to extend the aesthetic and economic life of the wooden surfaces, the most commonly used materials for liquid surface treatments to create a preservative layer are paint and varnish. In this study, samples prepared from Spruce wood have been modified in ThermoWood conditions and in Thermo-S (190°C, 1.5 hours) and Thermo-D (212°C, 2 hours) standards in two different temperatures and two different durations and wooden panels have been obtained. Four different wood preservatives; water-based, acrylic, UV and teak oil plate were subjected to the surface of the produced panels. The effects of varnish application on color, brightness, hardness, scratch, surface adhesion resistance and heat conductivity were examined.

### **2. MATERIAL AND METHODS:**

In this study, ThermoWood licensed method have been utilized in heating process. Caucasian Spruce was subjected to heat treatment at Thermo-S (190°C, 1.5 hours) and Thermo-D (212°C, 2 hours) standards. Spruce timbers that were subjected to heat treatment process were pressed for the production of solid panels and made compatible with lamella size. In the study context, for surface processes, water-based, acrylic and UV varnish types were used.

Also, teak oil which was produced from the mixtures of natural oils was applied to the surfaces in this study by using a flat brush. Color changes in varnish applications were performed according to the principles set forth in ASTM D2224-2. Brightness measurements were performed according to TS 4318 EN ISO 2813. In the study, surface adhesion resistances of varnish layers were determined with adhesion test device according to TS EN ISO 4624. Hardness values of varnish layers which determined their resistance against external factors were determined by using pendulum hardness testing device with Köning method in accordance with the principles set forth in TS EN ISO 1522, and the scratch resistance was determined according to TS EN 15186. For heat efficacy experiments, samples which were prepared according to ASTM C177 were tested in Quick Thermal Conductivity-500 heat conductivity test device by using PD-11 sensor prob.

### **3. RESULTS AND DISCUSSIONS:**

According to the study results, in heating process type level, the highest brightness value was obtained in control samples, and the lowest value was obtained in samples subjected to heat treatment at 212°C in Thermo D standards. According to interaction results at varnish type level, the highest brightness value was obtained in water-based samples and the lowest value was obtained in teak oiled samples.

The highest red color values was determined in spruce samples subjected to heating treatment at 212°C in Thermo D standards, and the lowest value was determined in control (no heat treatment applied) samples. In many studies, it was reported that the color of the wood darkened as the temperature of the heat treatment increased (Özçifçi et al., 2009). Red color level in varnish type level, the highest value was determined in samples subjected to acrylic varnish, and the lowest value was obtained in samples subjected to water based varnish. Yellow color level in heat treatment type level, the highest values was determined in spruce samples subjected to heat treatment at 190°C in Thermo S standards.

The lowest yellow color value was determined in control samples (not subjected to heat treatment). These by-products formed in the material as a result of the heat treatment interact with bleaching chemicals and cause the formation of yellow color tones in different levels on the material surfaces.

In the literature, it was reported that the increase in heat treatment temperature has an affect which increases the yellow color value of the surface of the wood material (Korkut ve Kocaeffe 2009).

Yellow color level in varnish type level, the highest value was determined in samples subjected to acrylic varnish, and the lowest value was obtained in samples subjected to water based varnish.

The highest total color change value level was determined in spruce samples subjected to heat treatment at 212°C in Thermo D standards. The lowest total color change value level was determined in control samples (not subjected to heat treatment). As an important factor in this difference, total change in color in heat treated wood was associated with the chemical changes occurred in main polymers of the wood.

The highest surface adhesion resistance was determined in control samples (not subjected to heat treatment), and the lowest value was determined in spruce samples subjected to heat treatment at 212°C in Thermo D standards. Esen and Özcan (2012), in their study, reported that heat treatment application decreased the adhesion resistance, this decrease was directly proportional with the temperature and duration of heat treatment. Regarding the surface adhesion resistance on the varnish surface, the highest adhesion value resistance was determined in acrylic varnish, and the lowest adhesion resistance was determined in spruce samples varnished with water-based varnish.

The highest pendulum hardness value level was determined in spruce samples subjected to heat treatment at 190°C in Thermo S standards. The lowest pendulum hardness value level was determined in spruce samples subjected to heat treatment at 212°C in Thermo D standards. It was determined that the temperature and duration in heat treatment had an effect on pendulum hardness value, and that the pendulum hardness value decreased as the temperature increased. The highest pendulum hardness value at varnish type level was determined in samples subjected to UV varnish, and the lowest value was obtained in spruce samples subjected to water based varnish.

Scratch resistance was determined in control samples (not subjected to heat treatment), and spruce samples subjected to heat treatment at 190°C in Thermo S standards and varnished with UV, varnish. In Thermo D standards; it was determined that the spruce samples that were subjected to heat treatment at 212°C and varnished with acrylic varnish had the highest scratch resistance.

The highest heat conductivity value as determined in control samples (not subjected to heat treatment), and the lowest value was determined in spruce samples subjected to heat treatment at 212°C in Thermo D standards. Conductivity increased during heat treatment process. Heat conductivity of the heat treated wood has decreased.

#### **4. CONCLUSION AND OUTLOOK:**

Due to burns and darkening as well as surface loss on organic and wooden surfaces in heat treatment applications at higher than 190°C and longer than 6 hours, this temperature should not be exceeded except in special heat treatment choices. In scratch resistance tests of water based varnish layers, it was determined that scratch resistance of varnish layers were very low. According to the study results, water-based varnish used in the trials are recommended not to be used in situations requiring resistance to mechanical factors including scratches, wears etc. In heat conductivity tests, it was observed that the thermal conductivity of heat treated spruce woods decreased by 7-15 % compared to samples that were not subjected to heat treatment. Insulation increased. Therefore, it is ideal for use in exterior doors, sidings, windows and sauna applications.

# 1. GİRİŞ

Ağaç malzeme; kolay işlenmesi, alternatif renk ve estetik özelliklere sahip olması ile geniş bir kullanım alanı olan organik bir malzemedir. Günümüzde ahşap ve ahşap kökenli malzemelerin kullanımı, bu malzemelerin ömrünü uzatan önlemler, insan sağlığı ve maliyet uygulamaları devamlı bir gelişme göstermektedir (Çakıcıer 2007).

Ağaç malzemenin olumsuz özelliklerinin en aza indirgenmesi ve olumlu özelliklerinin daha da arttırılması amacıyla yönelik olarak yapılan çalışmalara “Odun Modifikasyonu Yöntemleri” denilmektedir (Korkut ve Ark. 2008). Bir odun modifikasyon yöntemi olarak ısıl işlem, hücre çeperinin polimer bileşiklerinin kimyasal kompozisyonunda kalıcı değişmelerle sonuçlanan fiziksel bir işlemdir. Metodun temel fikri kimyasal reaksiyonların hızlandığı yaklaşık 150°C’ nin üzerindeki sıcaklıklarda ağaç malzemenin ısı ile muamele edilmesidir (Korkut ve Kocaefe 2009).

Termal yolla modifiye edilmiş ağaç malzeme, hücre duvarı malzemesinin kompozisyonu ve fiziksel özelliklerini 160°C’den daha yüksek sıcaklık ve oksijen mevcudiyeti azaltılmış şartlara maruz bırakılarak şekillendirilmiş odun olarak tanımlanır (CEN/TS 15679 2007).

Isıl işlem ile ağaç malzemenin rutubet alışverişinin ve denge rutubeti miktarının azaltılması, çalışmanın en aza indirilmesi, tahrip edici organizmalara karşı biyolojik direncin ve permeabilitenin arttırılması ile üst yüzey işlemlerinin performansını yükseltmek amaçlanmaktadır (Tomak ve Yıldız 2010).

Ahşabın ekonomik kullanılması, ahşabın özelliklerinin arttırılması için yapılan çalışmalar sonunda en az doğal ahşabın kalitesi ve özelliğinde yeni malzemeler geliştirilmiştir. Masif paneller, çitalar halinde dilme işlemi yapılan ahşabın niteliksiz kısımları (lif bozukluğu, budaklılık, yarıma, renk bozukluğu, mantarlaşma gibi) çıkarılarak ahşap malzemenin tekrar yapıştırılması ile elde edilen yeni nesil bir üründür (Bilgin 2010).

Masif panel, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyen polimer esaslı bir yapıştırıcı kullanarak lif yönleri birbirlerine paralel olacak şekilde yan yana dizilip, belirli bir sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmaktadırlar (Özkaya 2007).

Böylelikle, daha büyük boyutlarda, budak, çürük, çatlak ve benzeri kusurlardan arındırılmış, yeniden işlenebilecek bir malzeme elde edilmektedir. Son yıllarda ülkemizde de kullanımı yaygınlaşan MP, ahşap malzemedен üretilmesi, kusurlarından arındırılmış olması, ekonomik ve doğal olması gibi özellikleri ile bu panellerde gerçek ahşap öne çıkmaktadır. Bu avantajlarından dolayı özellikle Amerika ve Avrupa ‘da son yıllarda mobilyaların büyük bir çoğunluğu bu malzemedен üretilmektedir. Bu ülkelerin mobilya ve orman ürünleri pazarında önemli paya sahip olan MP, orman ürünleri üreticileri için önemli bir malzemedir. Ülkemizde kullanımı giderek artan MP, önümüzdeki yıllarda mobilya yapımında levha olarak öncelikle tercih edilen malzeme olacaktır (Özkaya 2007, Bilgin 2010).

Üst yüzey işlemleri “ağaç malzemedен üretilen mobilya ve dekorasyon elemanlarını korumak ve estetik değerini arttırmak için yapılan renklendirme, renk açma ve koruyucu katman oluşturma işlemleridir” şeklinde tanımlanabilir. Koruyucu katman; mobilya ve dekorasyon elemanlarını fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler, açık hava şartları ve biyolojik zararlılar gibi etkenlere karşı korumak amacı ile katman yapma özelliğindeki malzemeler kullanılarak; ağaç malzeme yüzeylerinin kaplanması şeklinde hazırlanır ve uygulanır. Ağaç malzeme yüzeylerinin estetik ve ekonomik ömrünün uzatılabilmesi amacıyla, koruyucu katman oluşturmada sıvı yüzey işlemleri için en çok kullanılan maddeler boya ve verniklerdir (Sönmez 1989).

Bu çalışmada, Doğu Ladini (*Picea orientalis*) odunundan hazırlanan örnekler Thermowood koşullarında Thermo-s (190°C - 1.5 saat) ve Thermo-D (212°C- 2 saat) standartlarında iki farklı sıcaklık ve iki farklı zaman süre ile modifiye edilip, seri üretim koşullarında MP levhalar haline getirilmiştir. Panel Levha yüzeyleri dört farklı türdeki su bazlı, akrilik, U.V ve tik yağı ile üst yüzey işlemleri uygulaması yapılmıştır. Vernik uygulamasının renk, parlaklık, sertlik, çizilme, yüzey yapışma dirençleri ve ısı iletkenliği etkileri incelenmiştir.



Bu çalışmanın amaçları;

- Thermowood metoduna göre, Thermo-s (190°C - 1.5 saat) ve Thermo-D (212°C- 2 saat) standartlarında ısıtım işlem görmüş, endüstriyel üretim koşullarında masif levhalar haline getirilmiş panellerin üzerine su bazlı, akrilik, U.V. vernik ve tik yağı ile üst yüzey işlemi uygulaması yapılarak elde edilen vernikli malzemelerin ısıtım işlem öncesi ve sonrasındaki oluşan renk, parlaklık, çizilme, yüzey yapışma, salınımsal sertlik ve ısı iletkenliği değerlerindeki değişiklikleri saptamak,
- Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtım işlem görmüş Doğu Ladini (*Picea orientalis*) odunlarından üretilen MP levhalarının verniklendikten sonra kullanılabilir olduğu alanlar için fırsat ve kısıtları ortaya koymak,
- Üst yüzey işlem uygulamalarının (Su bazlı, Akrilik, U.V.vernik ve Tik yağı) ısıtım işlem görmüş MP üzerinde performanslarının belirlenmesi ve yaygınlaştırılması çalışmalarına katkıda bulunmak,
- Thermowood masif panellerin dış cephe kaplaması için dayanıklı, stabil bir dış mekan kaplaması olarak kullanılabilir özelliklerine dikkat çekmek,
- Thermowood masif paneller iç mekanda, bitmiş bir ürün olarak özgün renk, biçim ve görünüm özellikleriyle doğal ahşap bir malzeme oluşu ve ısı izolasyonu sağladığına dikkat çekmek,
- Üst yüzey işlem uygulamalarıyla kullanım alanlarında daha ekolojik , çevreye zarar vermeyen özelliklerini ortaya çıkarıp, yaygınlaştırma çalışmalarına katkı sağlamak.

## **1.1. MASİF PANEL**

Ahşabın kullanıldığı yerde yapısının mekanik veya kimyasal yolla bozulmadan, başka veya diğer ahşap malzemeler ile kesilip biçilip birleştirilmeden kullanılması ve boyutlarının fonksiyonunu tek başına görecektir halde olması durumuna “masif” denilmektedir. Masif panel, aynı tür ve niteliğe sahip ağaç türünden elde edilen, kusurlarından arındırılmış çıta veya lata boyutlarındaki ahşap malzemelerin uç uca ekli ya da tek parça halindeyken tekniğine uygun olarak yan yana yapıştırılması ile elde edilen ahşap panellerdir (Özkaya 2007).

Masif panel, yan yana veya uç uca yapıştırılmış kereste parçalarından oluşturulan levha şeklinde de tanımlanır (TS EN 13354).

### **1.1.1 Masif Panellerin Özellikleri**

MP, daha çok iç mimari ve dekorasyon işleri ile mobilya üretiminde kullanılan, üstün kaliteli, sağlıklı, doğal, kullanımı kolay ve hızlı, modern, çağdaş yarı mamul üründür. Bu paneller, geniş yüzeylerde dekoratif görüntüsü, stabil ve dayanıklı olması özellikleri için kullanılır. Özellikle yüzeyde düzgün ve temiz ahşap görüntüsü sağlaması diğer ahşap esaslı panellere göre avantaj olarak kabul edilmektedir. Ayrıca mobilya üretiminde kullanırken, yüzey ve kenar kaplama maliyeti yoktur. MP mobilya endüstrisinde kullanım alanı bulabilmesine neden olan en önemli avantajlardan biri de ahşap esaslı panellerde panel boyutlarına göre ürün tasarlama zorunluluğuna karşın masif panellerde, özellikle genişlik yönündeki farklı ölçülerin ilave maliyet getirmeksizin rahatlıkla üretilebilmesi imkânıdır. Bununla beraber isteğe göre farklı genişliklerde üretilebileceğinden fazla fire önlenmiş olur (Özkaya 2007, Bilgin 2010).

### **1.1.2 Ağaç İşleri Endüstrisindeki Önemi**

Masif panel, yukarıda belirtilen tanımı ve avantajlarıyla ağaç işleri endüstrisinde kullanılan diğer levhalar gibi (yonga levha, MDF, kontrplak vs.) yüksek stabilite de ve bu levhaların kullanıldığı hemen her alanda kullanılabilmesi mümkündür. Yukarıda belirttiğimiz avantajlardan belki de en önemlisi ahşabın sıcaklığı ve tamamen doğal bir malzeme oluşudur. Bu da özellikle iç mekânlarda uzun ömürlü ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesini sağlamaktadır (Bilgin 2010).

Masif panel üretim maliyeti açısından MDF ve yonga levha tesisleriyle karşılaştırıldığında yaklaşık on kata kadar daha düşük yatırım maliyetiyle üretilmektedir. Bu da günümüzde bu malzemeye yapılan yatırımların son on yılda hızlı bir şekilde artmasını sağlamıştır. Bu ürün, orman endüstrisi sektöründe yeniden masif ağacın hak ettiği yere gelmesinde çok büyük bir fayda sağlamıştır. Hızla değişen mobilya sektöründe de güzel melamin kaplı levhalar yerine masifin doğallığı ve sıcaklığını doğrudan kullanabilme imkânı sağlamıştır. Bu anlamda, masif paneli orman endüstrisi sektörünün parlayan yıldızı olarak değerlendirebiliriz (Bilgin 2010).

### **1.1.3 Diğer Ağaç Malzemeler İle Karşılaştırılması**

Ağaç malzeme, masif ve kaplama olarak mobilya endüstrisinin sürekli birincil malzemesi olagelmıştır. Ağaç malzemenin doğal yapısı nedeniyle rahat ve huzur verici özelliği ve estetik özellikleri başka bir hammadde ile şu ana kadar doldurulamamıştır. Mobilya üretimi için, ağaç malzemedan aranan özellikler şöyle sıralanmaktadır:

- Güzel görünüm, renk ve tekstür bakımından üstünlük (homojen olması)
- Kolay işlenmesi ve düzgün yüzey vermesi
- Üst yüzey işlemlerine uygun olması
- Bitkisel ve hayvansal zararlılara dayanıklı olması
- Budaksız ve düzgün lifli olması
- İklim koşullarına karşı dayanıklı olması
- Daralma ve genişleme yüzdelерinin düşük olması (Özkaya 2007).

### **1.1.4 Avantajları**

- Ahşap malzemenin en iyi bilinen ve insanların tercih etmelerine neden olan özelliği "ahşabın sıcaklığı" olarak adlandırılan düşük ısı iletkenliği ve tamamen doğal ve sağlıklı bir malzeme oluşudur.
- Ağaç malzemenin doğallığını bozmadan geniş bir yüzey imkanı sağlayan ve doğrudan kullanıma hazır bir malzeme olması
- Zengin tekstür, renk ve dekoratif görünüme sahip olması
- Yüksek boyut stabilitesi ve direnç özelliklerine sahip olması
- Demonte mobilya üretiminde diğer levha ürünlerine göre daha avantajlı olması

- Yüzey kaplama ve üst yüzey işlemleri için yüksek yüzey stabilitesi ve uygunluk
- Yatırım maliyetinin diğer levha ürünlerine göre düşük olması
- Uniform kalınlık ile çok farklı boyut ve tip seçenekleri
- Makinelerde kolaylıkla işlenebilmesi
- Uzun ömürlü bir malzeme olması (Özkaya 2007).

### 1.1.5 Dezavantajları

Masif panel orman endüstrisinde kullanılan levhaların kullanıldığı çoğu alanda çok rahatlıkla ve istenilen kalite ve müşteri memnuniyetinde kullanılabilir. Bununla birlikte, üretim süreci sonunda stabilitesi yüksek malzeme elde edilmesine rağmen, doğal bir ürün olmasından dolayı aşağıdaki sıkıntılarla karşı karşıya kalmak mümkündür.

- Hava koşullarında bağıl nem ve sıcaklığın değişmesi ile rutubet alıp vererek boyutlarında daralma ve genişlemelerin ortaya çıkması.
- Budak gibi stabilizeyi etkileyen kusurların bulunabilmesi.
- Üretimde diğer panellere göre daha çok hassasiyet gerektirir. Pratik olarak lataları yan yana yapıştırma ile üretim yapılamaz.
- Panel üretimlerinde kullanılacak ağaçların teknik kurutma süreçleri hassas ve daha dengeli yapılmalıdır (Bilgin 2010).

### 1.1.6 Panel Üretiminde Kullanılan Ağaç Türleri

Masif panel üretiminde özellikle kullanılması gereken ağaç türleri gibi bir sınırlama yoktur. Kullanılan ağaç türleri piyasa ve müşteri guruplarının sıkça kullandığı ve istediği türlerdir.

**Çizelge 1.1.** Masif panel üretiminde kullanılan bazı ağaç türleri.

Yapraklı Ağaç Türleri	İğne Yapraklı Ağaç Türleri	Tropik Ağaç Türleri
Kayın	Ladin	Sapelli
Ceviz	Çam	İroko
Kestane		
Meşe		

### **1.1.7 Masif Panel Üretimi**

Mevcut bir tesis varsa masif panel üretimi yapabilmek için yeniden planlanmalı, tesis yeni kurulacaksa fizibiliteden başlayan bir karar sürecinden geçilmelidir. Üretim aşamalarına geçmeden önce bilinmesi gerekli üretim parametrelerinden en önemlisi üretimin hemen her aşamasında hassasiyetin yüksek oluşudur. Basitçe çıtaların yan yana yapıştirılmasından ibaret olarak görülen bu konu, ağaç işleri sanayisindeki en hassas üretim sayılır. Preslenecek çıtalarındaki her bir parçanın genişlik ölçüsündeki değişimin 0,05 mm 'yi geçmemesi gereklidir (Özkaya 2007).

Üretimden önce bilinmesi gereken bir diğer önemli husus da üretim yapılacak tesisin imkanlarıdır. Çoğunlukla kereste üreten işletmelerin aday olduğu bu üretim için kurutma tesisi ve diğer makinelerin teknik özellikleri bu üretime göre değerlendirilmelidir. Kereste fabrikasında sadece atıkların değerlendirilmesi için düşünüldüğünde bazı zorluklar ile karşılaşılacaktır. MP üretiminde atıkların da değerlendirilmesi mümkün olmakla birlikte sadece atıklardan üretim yapmak ekonomik olmaz. MP üretimi için mevcut fabrikalarda kullanılan işlem sırası kısaca; Kereste kurutma, boyutlara göre dilimleme, kusur giderme ve budak çıkarma, lata boylama, dört işlem, boyuna birleştirme, yanyana ekleme, ebatlama, kalibre ve ambalajlamadır (Özkaya 2007).

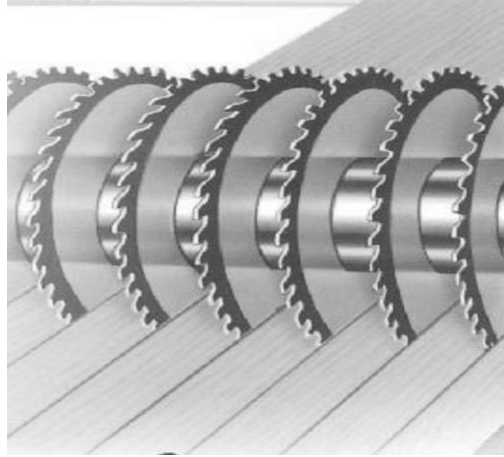
### **1.1.8 Masif Panel Üretim Teknolojisi**

#### *1.1.8.1. Kereste Kurutma ve İstifleme İşlemi*

Masif panel üretimi için kullanılacak kereste (kalas, tahta, lata) olarak kullanım yerinin rutubeti dikkate alınarak kurutulmalıdır. İmal edilecek masif panelin özellikle kalınlığı ve bunun yanında kısmen genişliği lataların boyutlarını tayin eder. Herhangi bir kalınlıktaki masif panel için yine herhangi bir genişlikteki lata kullanılamaz. Üretilen masif panel kalınlıklarına göre lata genişlikleri hesaplanarak çeşitli tipler için standart ölçüler geliştirilmelidir. Geliştirilen lata ölçülerine göre dört işlem makinesindeki, dilme ve diğer işleme ile kurutma zayıatları eklenerek kurutmaya girecek kalas, tahta veya latanın boyutları belirlenir (Bilgin 2010).

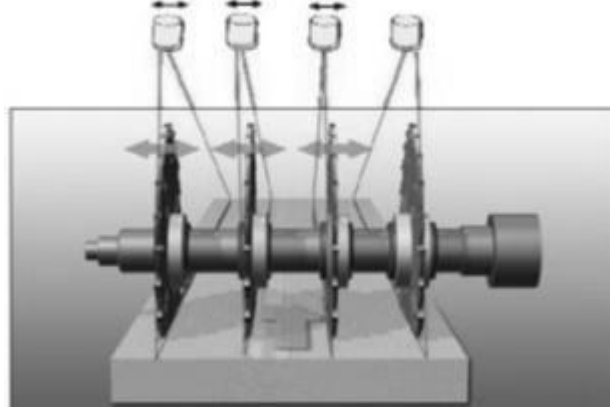
### 1.1.8.2. Çoklu Dilme İşlemi

Teknik kurutulmuş kereste dört işlem öncesi üretimde kullanılacak lata boyutlarına göre dilinir. Bu aşamada, bazı ağaç türlerinden yapılacak masif panellerde son derece önemli olması nedeniyle elde edilen lataların geniş yüzeyinin görünüşüne göre ve tam boy kullanılması veya kusur giderme işlemine tabi tutulacak olmasına göre tasnif yapılır. Lataların geniş yüzeyinin görünüşüne göre teğet yüzey (hareli) ve radyal yüzey (frezeli) olarak ayrılabilir. Bu tasnifin amacı, piyasanın talebine göre masif panelin yüzeyindeki görünüşün belirlenmesidir. Özellikle, yumuşak ağaçlarda ve yıllık halkaları belirgin ağaçlarda bu talep söz konusudur. Esasen masif panel üretiminde üretim tekniğine en uygun olan kesiş şekil 1.1' de gösterildiği gibi lata geniş yüzeyinin radyal olmasıdır (Bilgin 2010).



**Şekil 1.1.** Çoklu dilme (Baylar 2010).

Fakat her zaman bu şekilde lataların üretilmesi için malzemenin temininin zorluğu ve bazı kullanımlar için görünüş olarak teğet olanların da tercih ediliyor olması böyle bir ayırımın yapılmasının esasını oluşturmaktadır. Çoklu dilmede lata genişliği kereste kalınlığı olarak veya lata genişliği kereste genişliği olarak dilinebilmektedir. Uygulamada daha çok sert ağaçlardaki çoklu dilme işleminde lata kalınlığının panel kalınlığı olacak şekilde yapıldığı görülmektedir. Dilimleme işlemi için çoklu dilme makinesi veya planya kombineli çoklu dilme kullanılabilir. Şekil 1.2'de çoklu dilimleme işlemi yapılan keresteler ve nasıl kesilmesi gerektiği gösterilmektedir. Kereste türü ve kalınlığına uygun testere çapı ve kalınlığı seçimi son derece önemlidir. Dilme işlemi sonrasındaki malzeme sınıflandırması yapılacak işin kalitesi ile bağlantılıdır. Renk sınıflandırılması tam boylar için bu aşamadan başlatılması yararlı olacaktır (Dilik, 2005).



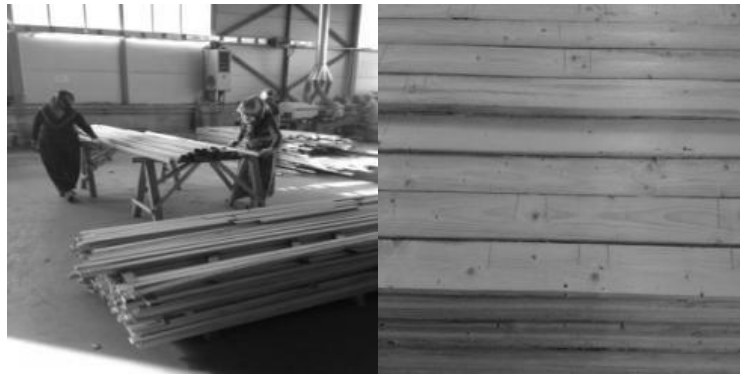
**Şekil 1.2.** Çoklu dilme işlemi (Raimann 2015).

Çoklu dilimleme işleminden sonra latalar talebe göre ya budak ve kusurlarından ayrılır ya da uzun boy olarak doğrudan profil makinesine dört taraflı planyalama ve gönyelemeye gönderilir.

#### *1.1.8.3. Otomatik Boylama ve Optimizasyon işlemi*

Çoklu dilme işleminde çıkan latalardan yapılacak masif panel levhanın kalite sınıfına göre ya aynı şekilde latalar halinde masif panel pres aşamasına geçer ya da daha kaliteli ürünler elde etmek için boylama ve kusur giderme işlemine tabi tutulur. Bu işlem manuel olarak el ile veya bilgisayar kontrollü makinelerle yapılabilmektedir. Fakat bu işlem için genellikle bilgisayar kontrollü boy kesme makineleri tercih edilmektedir. Zira, bir kişinin ne kadar boy ve kalite sınıfını hafızasında tutabileceği bellidir.

Diğer taraftan, bu işlemlerdeki zayıt oranları ve kesiş hızları ile beraber kesiş süreleri de göz önüne alındığında bilgisayar destekli makinelerin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Şekil 1.3' de belirtildiği gibi budaklı ve kusurlu kısımlar kesilir.



**Şekil 1.3.** Masif panel latalarında budak ve kusurlarının belirlenmesi.

Boy kesmedeki ilk amaç yekpare uzunluğa en uygun ölçülerde kavuşabilmek ve mümkün mertebe en az malzemeyi boy eklemeye (finger jointe) göndermektir. Burada asıl dikkat edilmesi gereken testerenin kesebileceği ölçülerdir. Manuel kesimde siparişe göre boy elde etmeye çalıştığımızda atık miktarının çok büyük olacağı bir gerçektir. Bilgisayar desteği ile bundaki performans farkı adım adım aşağıda verilen örnekte açıkça görülebilmektedir (Bilgin 2010).

Örneğin 300 m<sup>3</sup> günlük kapasiteyle, kayından masif panel üreten bir tesisin yıllık kapasitesi (240 iş günü üzerinden) 1300 m<sup>3</sup>/yıl olarak hesap edilen fabrikadaki incelemede, bir operatörün 8 farklı boyda çalışarak 10.000 mtül'den 2500 mtül atık çıkardığı belirlenmiştir. Aynı işlemin, Dimter Gurup'un teknolojik yenilikler çerçevesinde geliştirdiği bilgisayar destekli Opticut Serisi makinelerle 8 farklı boy ve iki farklı kalite sınıfı ile çalışılarak yapıldığında, aynı metretül ağaçtan 1000 mtül atık çıktığı tespit edilmiştir. Açıkça görüldüğü gibi buradan yaklaşık % 15 gibi bir geri kazanım sağlanmaktadır. Bu geri kazanımın yani malzeme tasarrufunun incelenen tesis için yıllık bazdaki ekonomik değerinin yaklaşık 78.000 Euro/yıl olduğu hesaplanmıştır. Bunun yanında, farklı boy ve kalite sınıflarındaki netliği manuel kesimlerden beklemek mümkün olmadığı gibi opticut serisi makinelerde operatör sadece çıkması istenen kusuru işaretlemekle yetinmektedir. Budaklarından ayrılan lataları şekil 1.4' de inceleyebiliriz. Boy ve kalite sınıflamasını makine otomatik olarak sağlamaktadır. Bu makinelere 200' e kadar sabit boy ölçümü girilebilmektedir (Dilik 2005).



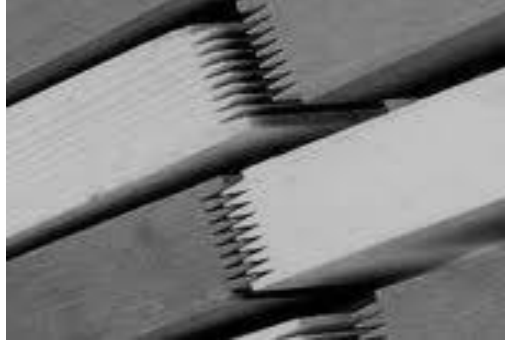
**Şekil 1.4.** Optimize edilmiş lata örnekleri (Dimter 2010).

#### 1.1.8.4. Parmak Dişli Birleştirme (Finger Joint) İşlemi

Finger joint, masif panel üretimi için gerekli olan standartta lataların eldesi için kusurlarından arındırılmış kısa parçaların dişler açılmış ve tutkallanmış uçlarından birleştirilerek preslenmesi yoluyla yapılan boy ekleme işlemidir ( Bilgin 2010).



İki tahta parçasını liflere paralel (uç uca) birleştirmek daima uğraş konusu ve her zaman zor olmuştur. Ahşap en büyük dayanımını liflere paralel yönde sergiler; bu dayanımın önemli bir bölümünün birleştirilecek uçlara aktarılmasının geliştirilmesi birçok araştırma programının hedefi olmuştur. Finger joint işleminden çıkan malzemeleri Şekil 1.5’ de inceleyebiliriz.



**Şekil 1.5.** Finger joint işleminden geçmiş lata örnekleri (Grecon 2005).

Ahşap, pratik bakımdan kullanım dışı teknikleri saymazsak mevcut yapıştırıcılarla damar uç uca iyice yapıştırılmaz. Ancak liflere paralel yönde epeyce etkin ve kolayca yapıştırılabilir. Bu nedenle tarihsel yaklaşım, öncelikle yapıştırmak için lif yönünün kullanılması, aynı zamanda temas alanının yeterince arttırılması; böylece kesmeye karşı mukavemet eden toplam yükü, çekmeye karşı duran yüke yaklaştırarak, yapıştırılacak parçaların uçlarını modifiye etmek şeklinde olmuştur (Dilik 2005).

Parmak dişli birleştirmeli ekleme yeni bir birleştirme tipi değildir. Yıllarca kullanılmıştır. Dişli birleştirmeler kerestelerin kalitesini arttırmak, hataları temizleyerek keresteyi daha kaliteli hale getirmek için kullanılabilirler (Bilgin 2010).

Bazı işletmeler masif panel üretiminde boy eklemesiz (finger jointsiz), yani tam boy latalar kullanmaktadır. Ancak, masif panel sektöründeki işletmelerin çoğu finger joint ile eklenmiş masif panellerin teknik olarak daha stabil olmasının yanında optimizasyondan doğan farklı boy seçenekleriyle büyük bir geri kazanım sağlaması gibi avantajlarıyla finger jointli lataları masif panel üretiminde kullanmaktadır. Parçaların uçlarında açılan dişlerin yatay ve dikey konumuna göre yatay finger joint veya dikey finger joint adını alan bu boy eklemelerin, masif panel üretiminde tercih durumları kullanım amaçlarına göre değişmektedir (Dilik 2005).

Ancak, masif panelin yüzey görünüşündeki etkilerinden dolayı mobilya endüstrisinde kullanılacak masif paneller için yatay finger jointlerin (gizli ek) daha çok tercih edildiği görülmektedir. Dikey finger jointli ürünler ise Amerikan panel kapı kasası ve ahşap doğrama gibi dayanıklılığın önemli olduğu yerlerde tercih edilmektedir. Finger joint teknolojisindeki yenilikler sayesinde minimum 15 cm'lik parçaların kullanılmakta olması opticut- boy kesme işlemlerinin daha verimli hale gelmesinde sağlamaktadır. Örneğin, boy kesme işlemi çerçevesinde incelenen masif panel üretiminde finger joint opsiyonu eklendiği zaman % 6,5 oranında ek verimin elde edildiği de tespit edilmiştir. Bu ek verimin yıllık kapasite için ekonomik değerine bakacak olursak, bunun da yaklaşık 31.000 Euro/yıl olduğu görülmektedir (Dilik 2005).

Finger Joint işlemi masif panel üretim hattında üretim hızını ve kapasiteyi belirleyen bir hat olduğu için çok dikkat ve özen gerektiren bir işlemdir. Bu aşamada dişlerin birbirine tam olarak geçmesi uygun tutkal kullanılarak uzun vadede çözüm üretilebilmesi önem taşımaktadır. Masif ağaç malzemenin finger joint ile birleştirilmesinde kullanılan tutkallar çoğunlukla koloidal çözeltiler halindedir. Geleneksel birleştirme yöntemlerinde birleştirici maddeler olarak kullanılan vida, metal ve ağaç çiviler yerine, birleştirilecek kısımlara sentetik reçineli yapıştırıcıların sürülmesi ile mekanik zorlamalar daha büyük bir alana yayılmakta ve parçaların direnci arttırılmış olmaktadır. Bu amaçla kullanılan sentetik reçineler çoğunlukla polimerizasyon ve polikondenzasyon ile meydana gelen büyük molekülü maddeler olup termoplastik reçineler ve duroplastik reçineler olmak üzere başlıca iki grupta toplanabilir. Termoplastik reçineler; nitroselüloz reçineleri, selüloz asetatı, selüloz esterleri, polivinilik ve poliakrilitik reçineler, kumaron ve inden reçineleri vb. dir. Sıcaklık ile sertleşen reçinelerse feno plast ve amino plastlar, alkidler, silikon reçineleri vb.dir (Bilgin 2010).

Günümüzde Türkiye'deki masif panel fabrikalarının tercih ettiği tutkallar PVA özellikli tutkallar olup D3 ve D4 normlarına uygun tutkallardır. Bu tutkallar: DIN EN 204' e göre tek komponentli olup karışıma ihtiyaç bulunmamaktadır. Sıcak veya soğuk yapıştırmaya uygundur (Anonim 2010).

**KLEIBERIT**, D3 ve D4 normuna uygun, tek kompenantlı tutkalının teknik özellikleri ;

Baz:	PVAC dispersiyon
Karışım oranı	Komp. A : Komp. B = 20 : 1
Ağırlık ya da hacim:	(%5 sertleştirici ilavesine karşılık)
Spesifik ağırlık:	Komponent A = yaklaşık 1.10 gr/cm <sup>3</sup> Komponent B = yaklaşık 1.13 gr/cm <sup>3</sup>
PH değeri (1-2 Komp):	Yaklaşık 3
Renk (tek ya da karışım):	Beyaz
Kıvam:	Orta kıvam (20°C)
Kullanım ömrü:	Sertleştirici ile yaklaşık 24 saat. 20° C' de açık zaman: 6 - 10 dakika
Tebeşirleşme noktası:	Yaklaşık + 5°C
Donma direnci: 3	0°C' den oda sıcaklığına geldiğinde kullanılabilir.

**DORUS MD 073 R** ; Montaj için PVAc Tutkal Dispersiyonu EN 204'e göre D3 Sınıfı, ve suya dayanıklı tutkalının teknik özellikleri;

Karakteristik Özellikler :

- Orta kıvam
- Boşluk doldurma, şeffaf, sert-elastik tutkal bağı oluşturma
- Yüksek su dayanımı tek kompenantlı = EN 204'e göre **D3** sınıfı dayanıklılık
- + **DORUS R. 397 sertleştirici ile ( % 5 )** = EN 204'e göre **D4** sınıfı dayanıklılık



**Şekil 1.6.** Dorus PVAc D3 & D4 özellikli tutkal ve Dorus R.397 sertleştiricisi (Mıdıroğlu 2014).

### *Uygulama Alanları :*

Yüksek su dayanımının gerektiği bağlarda, masifin yapıştırılması, kapı ve merdivenler, düz ahşap plaka ve masif panellerin tutkallanması, pencere ve pencere parçalarında.

### *Teknik Veriler :*

Renk:	Beyaz, kuruduktan sonra şeffaf
Viskozite (Brookfield, 20 rpm):	≈ 13 000 mPa·s
pH değeri:	≈ 3,5
Minimum film oluşum sıcaklığı:	≈ + 5 °C (+ 41 °F)
<b>Kullanım Talimatı</b>	
Açık zamanı (Kayın / Kayın)	Uygulanan miktar 150 g/m <sup>2</sup> : ≈ 11 dak. Uygulanan miktar 200 g/m <sup>2</sup> : ≈ 21 dak.
<b>Presleme süresi (İtibaren)</b>	
Yüzey Yapıştırma (Sunta / HPL):	Uygulanan miktar ≈ 100 g/m <sup>2</sup> : 10 dak. Uygulanan miktar ≈ 200 g/m <sup>2</sup> : 17 dak
Bağlantı yapıştırma (Kayın / Kayın):	Uygulanan miktar ≈ 150 g/m <sup>2</sup> : 22 dak. Uygulanan miktar ≈ 200 g/m <sup>2</sup> : 30 dak.

Yukarıdaki veriler için ağaç nemi % 8-12, oda ve malzeme sıcaklığı 20°C, havanın bağıl nemi % 65 ve 0.5 N/mm<sup>2</sup> basınç baz alınmıştır. Gerçek açık ve katılaşma zamanları; sıcaklık, ağacın nemi ve absorpsiyonu, yüzeyin karakteri, malzemedeki stres ve tutkalın uygulama kalınlığı v.b çalışma koşullarına oldukça bağlıdır. Tutkal kullanıma hazır olarak sunulmaktadır. Gerekli olduğu takdirde, su ile % 3' e kadar seyreltilebilir. Tutkalın ve malzemenin çalışma sıcaklığı en az + 12 °C olmalıdır. Yapıştırılacak parçaların birbirlerine uygunluğu ve toz ve yağ içermemesi sağlanmalıdır. Uyum toleransları katılaşma süresini arttırır ve yapışma kuvvetini azaltır. Metal parçalar, ağacın taneni ile ( Özellikle meşe ile ) reaksiyona girmesi nedeni ile renk solmasına neden olabilir. Asidik karakterinden dolayı D3 ve D4 dispersiyon tutkalı ile yapıştırma, aside duyarlı ağaç çeşitlerinde (Çam) renk solmasına neden olabilir. Genellikle, tutkalın sadece bir yüzeye uygulanması yeterlidir. İki yüzeye uygulanması, sert ağaçlar ve yapışması zor olan ağaçlarda yapışma kuvvetini arttırmak için tavsiye edilir. Ancak bu durum açık zamanı arttırmaktadır (Anonim 2015).

#### *Tutkal / Sertleştirici Karışımı :*

DORUS MD 073 R + % 5 R. 397 Sertleştirici = EN 204'e göre D4 sınıfı dayanıklılık. Tutkal ve sertleştirici iyice karıştırılmalı ve yaklaşık 7 saat (tank ömrü) içerisinde kullanılmalıdır. Tutkal ve sertleştirici karışımının katılma ve presleme süreleri, sertleştiricisiz DORUS MD 073 R tutkalından yaklaşık 2-3 dakika daha uzundur (Anonim 2015).

#### *Temizleme :*

Tutkal uygulama ekipmanları, yapıştırıcı sertleşip kurumadan soğuk veya ılık su ile temizlenebilir. Sertleşip kurumuş tutkal kalıntıları mekanik olarak temizlenmek zorundadır (Anonim 2015).

#### *Depolama :*

Orijinal sıkıca kapatılmış konteyner içerisinde serin, kuru ve donmanın olmadığı bir yerde muhafaza edilmelidir. Kullanmadan önce iyice karıştırılmalıdır. Depolama ömrü 12 aya kadardır (Anonim 2015).

Uzun boy ağaç malzeme teknik kurutma metodlarına göre kurutulması sırasında genellikle çarpılma eğilimindedir . Buna karşılı, kısa parçalar için çarpılma önemli miktarda azaldığından, bunların finger joint ile birleştirilmesiyle elde edilen malzemenin kalitesi, belli bir uzunlukta birleştirmede kullanılan parçaların sayısına bağlıdır (Anonim 2015).

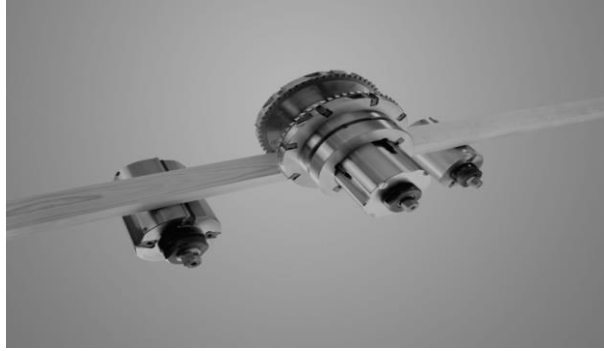
#### *1.1.8.5. Dört Taraflı Planyalama ve Gönyeleme İşlemi*

Masif panel üretim hattında parmak dişli olarak birleştirilen kısa parçalar, yan yana presleme aşamasına geçmeden önce mutlaka dört taraflı planyalama ve gönyelemeden geçmelidir. Burada lataların yan yana birleştirmede tutkalı tam anlamıyla emebilmesi için dört taraflı planyalama ve gönyeleme çok önemlidir. Planyalama ve gönyeleme işlemi şekil 1.7' de ve şekil 1.8'de görüldüğü gibi yapılmaktadır. Preslenecek latalar özellikle tutkallanacak yüzeylerin birbirine tam paralel ve lataların kesitine göre komşu kenarların birbirine dik olması gerekmektedir (Dilik 2005).



**Şekil 1.7.** Dört taraflı planyalama ve gönyeleme.

Bu işlemi yapmak için ağaç malzemenin dört tarafını da düzeltebilecek bir makineye ihtiyaç vardır. Piyasada rabıta makinesi olarak adlandırılan profil makineleriyle bu işlem tek seferde ve yüksek işleme hassasiyetiyle (0.03 mm) yapılabilmektedir. Bu da dört, beş ya da altı bıçaklı profil makineleriyle çok rahatlıkla yapılabilmektedir. Kaliteli bir masif panel üretimi için sıkı, ince ve birbirine gönyeli planyalanma sağlanması şarttır. Aksi halde üretilen masif panellerde gözle görülür ve kullanımını olumsuz yönde etkileyecek sonuçlar elde edilir (Dilik 2005).



**Şekil 1.8.** Dört taraflı planyalama ve gönyeleme (Weinig 2015).

Örneğin, planyalı yüzeyler özellikle sert ağaçlarda tutkallamada aynalı yüzey oluşumlarından dolayı sorun yaratabilir. Bu nedenle, bu yüzeylerin zımparalanmış yüzey görünümünde yapıda olması ve 90° dikliğinin sağlanması gerekmektedir. Özellikle yine sert ağaçların preslenmesinde bıçak izlerinden oluşabilecek dalgalanmalardan dolayı fazla tutkal sürülmesine neden olduğu, bunun da preslenme süresini uzatabileceği ve kalın bir tutkal fugasının oluşumuna neden olacağı unutulmamalıdır (Dilik 2005).

Bu aşamadan sonra elde edilen uzun boy, planyalanmış ve gönyelenmiş latalar kalite sınıfına göre ayrılır. Masif panel üretimi için preslenecek olan latalarda sınıflandırma, ağaç türü, desen, renk (varsa) ve ekli (FJ) yada eksiz latalı olma ana kriterlerine göre ön ayırma tabi tutulur. Bu ayırmadan sonra masif paneller yüzeylerindeki kusurların bulunma oranlarına göre A/A, A/B, B/B, B/C ve C/C olmak üzere beş ana sınıfta işlem görmektedir. Bu sınıflandırmanın kriterleri belli olmakla birlikte talebe göre esas şekillenmektedir. Dört taraflı planyalama profil makinesinde şekil 1.7 ve 1. 8' deki gibi işlenir (Dilik 2005, Bilgin 2010).

#### *1.1.8.6 Yan Yana Presleme İşlemi*

Tam boy veya ekli olarak hazırlanmış ve tasnif edilmiş lataların yan yana (enine) yapıştırılması işleminin gerçekleştirildiği bu aşamada ki pres ünitesi, işletmenin üretim kapasitesini belirleyici kritik bir makine konumundadır. Bilindiği gibi yüksek kapasiteli bir üretimin ancak kısa süreli bir presle olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu ancak ve ancak düşük tutkal harcamasıyla sağlanabilir. Burada ki denge, tutkalın sertleşmesi için içindeki suyun ağaç tarafından emilmesi veya dışarı atılması ile sağlanmaktadır. Tabi ki bütün bunların optimal pres süresiyle ilgili olduğu unutulmamalıdır (Bilgin 2010).

Öncelikle masif panel presinde aranacak özelliklerin başında,presin bütün panel boyunca her fugaya aynı ısı ve basıncın uygulandığının görülmesi ve sağlanması gerekmektedir.Ancak bu şekilde stabil bir yapışmanın sağlanabileceği ve yüksek kapasiteye ulaşılabilceği unutulmamalıdır. Pazar koşulları gereği, burada farklı boyutlarda ve tiplerde masif panel üretiminin kaçınılmaz olmasından dolayı, diğer bir deyişle preslerin efektif kullanımı açısından esnek üretim sistemlerine sahip olunması gerekmektedir. Bu preslerde eşit pres basıncı sağlanabilirken, burada ki maliyet noktası için kritik nokta latalar arasında çok düşük bir farkla temiz bir yüzey elde edilmiş olmasıdır. Ayrıca, sahip olduğu optimal tutkal dozajlama sistemi ile pres süresinin kısılması sağlanabileceği gibi,tutkal sarfiyatı ve temizleme kolaylığı açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Dilik 2005).



**Şekil 1.9** En ekleme–Sıcak pres (Durpan-Mıdıroğlu 2013).



**Şekil 1.10.** En ekleme-Yüksek frekans presi (Kurpan-Mıdıroğlu 2013).

#### 1.1.8.7. *Ebatlama İşlemi*

Masif panel üretim hattında presleme işlemi biten parçalar ebatlama işlemine geçer. Burada masif panel presinden çıkan levhaların enine kısımları kesilerek levha istenilen son ebada getirilir. Burada dikkat edilecek husus levhanın istenilen ölçülerinin tam olarak tutturulabilmesidir. Türkiye’de MP üretim hattında genellikle Şekil 1.11’ de belirtildiği gibi dikey ebatlama makineleri kullanılmaktadır (Bilgin 2010).



**Şekil 1.11.** Masif panelin ebatlanması.



#### 1.1.8.8. Kalibre Ve Zımparalama İşlemi

Ebatlama işlemi biten parçalar kalibrasyon ve zımpara işlemine geçer. Burada ki iş akışı, öncelik panelin üzerinden kalibrasyonla talaş kaldırarak bütün levhalar aynı kalınlığa getirilir. Arkasından önce liflerin yönüne paralel, arkasındansa liflere dik zımparalama işlemi yapılır. Son olarak, panelin yüzeyine keçe tarzı bir zımpara kağıdıyla genel bir zımpara işlemi yapılarak süreç tamamlanmış olur. Dikkat edilecek konular kalibrenin istenilen orandan eksik ya da fazla olmaması, ayrıca zımparalanmış yüzeyde işlem sonucunda iz kalmaması çok önemlidir. Üretilen masif panel mobilya endüstrisinden diğer alanlara kadar çok farklı detaylarda kullanılabileceği için yüzeyin düzgün ve temiz görünümlü olması gerekmektedir (Bilgin 2010).

#### 1.1.8.9. Ambalajlama

Zımpara işlemi biten masif panel levhalar şekil 1.12' deki gibi paketleme aşamasına geçer. Burada, vakumlu plastik paketleme işlemiyle paneller paketlenir ve stok alanına veya yükleme alanına gönderilir. Paketleme işleminde panel zımpara makinesinde olduğu gibi besleme ünitesinden verilmektedir. Makinenin iç kısmında 40 mikron kalınlıktaki naylonla paketlenerek makinenin çıkış kısmından çıkar. Üzerine malzemenin sınıfını ve üretici firmayı belirten etiket yapıştırıldıktan sonra ya depolamaya ya müşteriye ulaştırılmak üzere yükleme alanına sevk edilir (Bilgin 2010).



**Şekil 1.12.** Masif panellerin paketlenmesi.

## **1.2. THERMOWOOD MASİF PANEL**

Thermowood Masif Panel (TMP) dış cephe için kullanılabilen suya dayanıklı bir dış mekan kaplamasıdır. İç mekanda bitmiş bir ürün olarak ısı izolasyonu sağlar. TMP yük taşıma kapasitesi yüksek bir malzeme olarak ta dikkat çekmektedir. Ağaç malzeme olduğu için kolaylıkla planyalama yapabilir. Bu özellik çeşitli planlamacılar tarafından en büyük avantajlarından biri olarak görülmektedir. Yapı zorluğu, engel, karışık, anlaşılması güç detayları yoktur. %99.4 ahşap, %0.6 tutkal Dış katmandaki Thermowood plaka tek bir papelden oluşup tutkalanmıştır. Kullanılan su geçirmez tutkal UV dayanıklı ve difüzyona açık olduğu için bu malzeme dış cephede kullanılabilir (Anonim 2014).

Birden fazla inşaat materyaliyle sağlamlık, yangın dayanımı, ses izolasyonu, ısı izolasyonu bağlantılarını sağlayabilir ve birleştirebilirsiniz. Thermowood Masif Panel sağladığı en önemli özellik her bir dayanım karakteristiğinin bir bütün halinde sağlanması ve bu yapılırken doğayla uyumlu bir materyal kullanılmasıdır. Kış aylarında yüzeyler estetik ve sıcaktır. Thermowood Masif Panel malzemeler optimal olarak sıcaklık ve nem akümülatörü görevi görür bu nedenle kış aylarında TMP ile yapılmış evler enerji tasarrufu sağlar ve yazın klima varmışçasına evinizde tatlı bir serinlik yaratır (Anonim 2014).

## **1.3. MASİF PANEL ÜRETİMİNDE KULLANILAN MAKİNELER**

Masif panel üretiminin ilk aşaması olarak kabul edilen çoklu dilimleme işlemi çoklu dilme makinelerinde yapılır. Bu makinelerin çalışma prensibinde bir taraftan kereste olarak verilen parçanın makine içinde eşit ölçülerde dilimlenmesidir. Çoklu dilimlemede lata genişliği kereste kalınlığı olarak veya lata genişliği kereste genişliği olarak dilinebilmektedir. Uygulamada daha çok sert ağaçlardaki çoklu dilme işleminde lata kalınlığının panel kalınlığı olacak şekilde yapıldığı görülmektedir. Çoklu dilimleme makinesi şekil 1.13' de belirtildiği gibidir. Kerestede zayıfın başladığı ilk makine olduğu için bu makinelerin seçiminde şu hususlara dikkat edilmelidir. Çoklu dilme makinelerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir hususta tercih edilecek makinenin masif panel üretimi için yeterli olmasıdır (Bilgin 2010).

Çizelge 1.2' de Türkiye'de masif panel fabrikalarının genellikle tercih ettiği çoklu dilme makinelerinin özellikleri yer almaktadır.

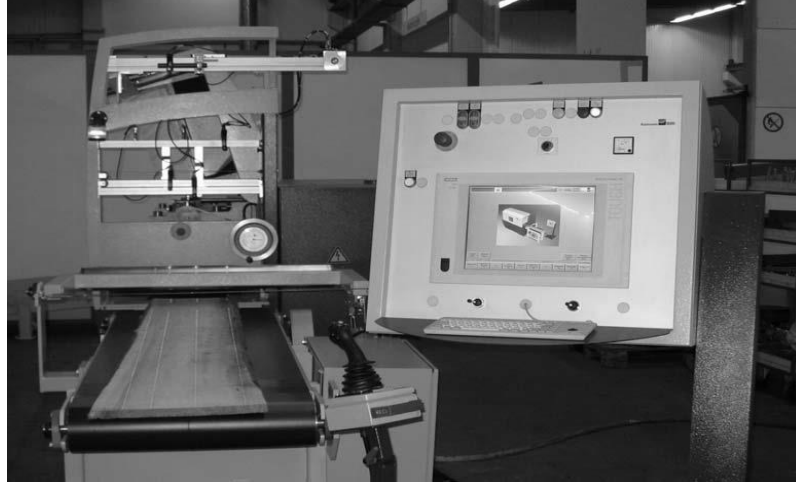


**Şekil 1.13.** Çoklu dilme makinesi (Raimann-KR310 2010).

**Çizelge 1.2.** Çoklu dilme makinelerinin özellikleri.

Maksimum Kesme Genişliği	310 mm.
Maksimum Makinede Çalışma Genişliği	650 mm.
Maksimum Kesme Kalınlığı Ahşap Baskısız	130 mm.
Maksimum İlerleme Hızı	48 m/dk.
Maksimum Motor Gücü	90 kW.
Maksimum Çalışma Yüksekliği	120 mm.
Talaş Emme Hızı	30 m/dk.

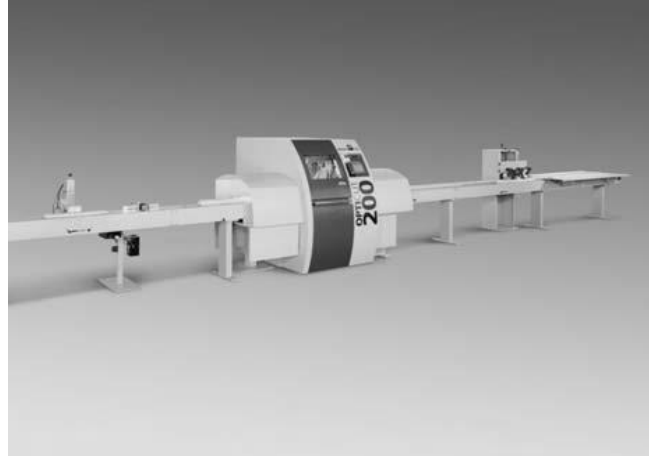
Ayrıca ilerleyen teknoloji sayesinde çoklu dilme makinesinde optimizasyon yapmak Şekil 1.14'de ki gibi mümkündür. Makinenin besleme kısmında bulunan lazerler hareketli testerelerin bulunduğu pozisyonları göstermekte lazerleri kumandayla hareket ettirerek verilecek keresteye optimizasyon yapılabilmekte ve keresteyi kalite sınıflarına göre dilimlemeye olanak sağlamaktadır (Dilik 2005).



**Şekil 1.14.** Çoklu dilme makinesinde lazer ve testerelerin hareketi (Raimann 2010).

### **1.3.2. Otomatik Boylama ve Kusur Giderme Makineleri**

Çoklu dilme makinesinden çıkan parçalar eğer budak, renklenme ve bunlar gibi kusurlarından temizlenmek için boylama makinelerine gönderilir. Bu işlem manuel makinelerle de çözülebilir fakat her unite için bir işçi istihdam edilmesi zorunlu olduğu düşünülürse bunun karlı bir yatırım olmadığı ortaya çıkacaktır. Şekil 1.15’de otomatik boylama makinesi gösterilmektedir (Bilgin 2010).



**Şekil 1.15.** Otomatik boylama ve budak ayırma makinesi (Dimter-Opticut200 2010).

Bu makinelerin belki de en fazla kazanç getiren unsuru çalışılan lata uzunluğunu ölçmesi ve mesai sonunda yüzde kaç verimle çalışıldığını makinenin kontrol ekranında görebilmek mümkündür (Bilgin 2010).

Bu makinenin çalışma prensibi ise makinenin besleme ucundan verilen latalar giriş kısmındaki sensör sayesinde boylarının ölçümü yapılabilmektedir. Makinenin kontrol panelinde bulunan bilgisayar sistemi sayesinde daha önceden girilmiş olan kesim ölçülerini testere ünitesinde işleme koyar. Örnek vermek gerekirse 2000 mm uzunluğunda 10 adet latamızın olduğunu düşünelim. Makinenin kontrol ekranında ki listeye de ihtiyacımız olan kesim ölçülerini yazalım. Bize 20 adet 500 mm boyunda ve 40 adet 250 mm boyunda kesim ölçülerinde malzemeye ihtiyacımız olsun. Makine sensörü sayesinde istenilen adetteki latayı istenilen boylarda keser. Şekil 1.16' da otomatik boylama makinesinin çalışması gösterilmektedir. Ayrıca, bu makinelerin masif panel üreticisine sağladığı en büyük fayda ise otomatik budak ayırma ve optimizasyon özelliğidir. Budakları ayıklanmak istenilen latalarda budanın bulunduğu yerlerin iki tarafı da özel tebeşirle çizilir (Bilgin 2010) .



**Şekil 1.16.** Boylama işlemi (Dimter-Opticut200 2010).

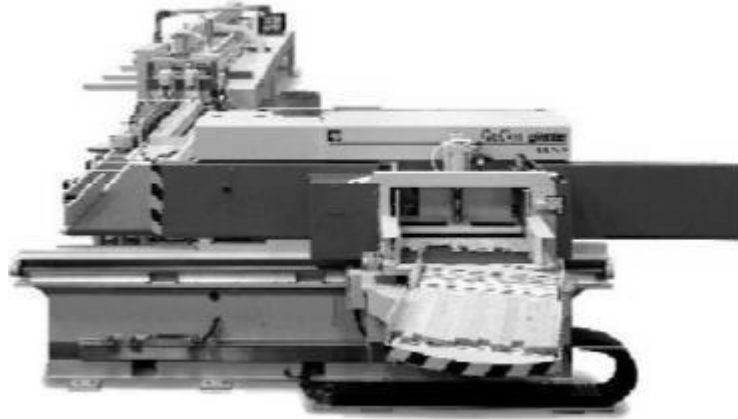
Bu aşamada Türkiye ve Avrupa'daki fabrikaların hemen hemen hepsinde bayan işçiler çalışmaktadır. Makine yine giriş kısmında ki sensör sayesinde tebeşirle çizilen kısımları görür ve makine bu kısımlardan kesim gerçekleştirir. Bu tip makinelerde dikkat edilmesi gereken en önemli unsur makinenin uzun vadede sıkıntısız ve yüksek hassasiyette kesim yapabilmesidir. Bu makinelerde bulunması gereken özellikler aşağıdaki Çizelge 1.3' de belirtilmiştir (Bilgin 2010).

**Çizelge 1.3.** Otomatik boylama ve budak ayırma makine özellikleri  
(Dimter Opticut200 2010).

Testere Motor Gücü	7.5 kW
İtici motor Gücü	4,0 kW
Testere devir sayısı	3600 rpm.
Malzeme Giriş boyu	400-6300 mm.
Ağaç malzeme çalışma genişliği	30-200 mm.
Ağaç malzeme çalışma kalınlığı	12-80 mm.
Voltaj	1200 NL/dk.
Çalışma basıncı	8 bar

### 1.3.3. Parmak Dişli Birleştirme (Finger- Joint) Makineleri

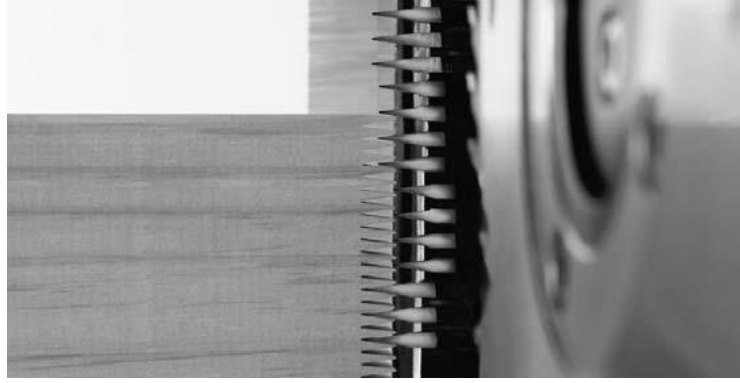
Boylama ve optimizasyonlu budak ayırma işlemi biten kısa parçalar tekrarda birleştirilmek üzere Finger Joint makinesine gönderilir. Makine resmi Şekil 1.17’ de belirtilmiştir. Artık parçalar budak ve diğer kusurlarından arındırılmış haldedir. Finger Joint makinesinin çalışma mantığında iki tip çalışma şekli bulunmaktadır. Bunlardan birincisi dikey diş birleştirme olarak adlandırılan birleştirme şeklidir. Burada birleştirilen kısa parçalar makineden çıktığı zaman diş izlerinin üst yüzeye bakması gerekir. Bu da genellikle ahşap pencere gibi dayanıklılığın önem kazandığı yerlerde kullanılır (Bilgin 2010).



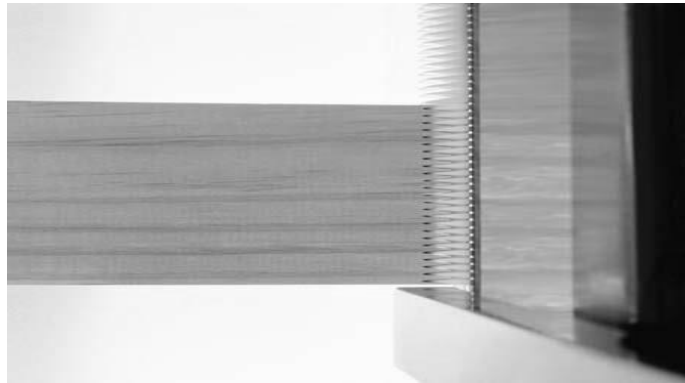
**Şekil 1.17.** Finger joint makinesi (Grecon-UltraTT 2010).

Diğer bir birleştirme şeklide yatay diş birleştirmedir. Burada da dekoratiflik ve güzel görünüm ön planda olduğu için çıkan üründe diş izleri yan yüzeylerde yer alır. Üst yüzeyler çizgi halinde görülmektedir. Masif panel üretiminde kullanılan birleştirme şeklide yatay diş birleştirmedir (Bilgin 2010).

Masif panel üretimi için makineye giren parçaların uzunlukları 100 mm-1000 mm arasında değişmektedir. Finger Joint makineleri üç aşamadan oluşmaktadır; 1-Freze ünitesi, 2-Ara besleme ünitesi, 3-Presleme ünitesi. Bunlardan frezeleme ünitesinde otomatik boylama ve budak ayırma makinesinden çıkan ürünler burada giriş tablasına yan yana yerleştirilir. Bu aşamada hareketli tabla bıçaklara doğru hareket eder. Öncelikle makinenin şerit testeresiyle kısa parçaların baş kısımları az da olsa kesilerek diş açılacak baş kısmı temizlenir. Arkasından tabla hareketine devam ederek kısa parçaların baş kısımlarına dişleri Şekil 1.18’deki gibi açar. Son olarak, dişleri açılan parçalara tutkal tarağıyla Şekil 1.19’deki gibi tutkal sürülür. Böylece parçaların baş kısımlarının işlemleri tamamlanmış olur. Aynı işlemi parçaların diğer baş kısımlarına da uygulanarak frezeleme işlemi bitmiş olur. Fakat, burada dikkat edilecek husus, diğer baş kısımları frezelenirken bıçakların 5 mm aşağı ya da yukarı hareket etmesi ve malzemenin baş kısımlarında sadece bir tarafa tutkal sürülmesidir (Grecon 2007).

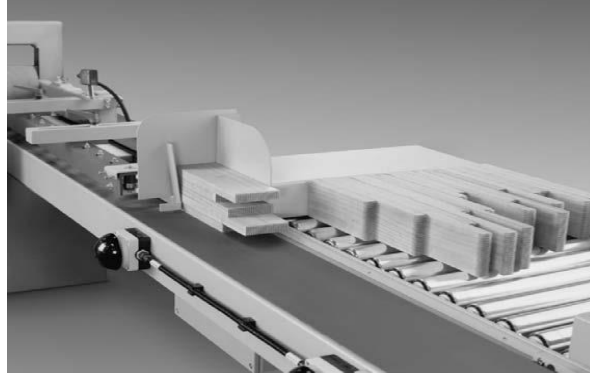


**Şekil 1.18.** Finger joint makinesinde parmak dişlerin açılması (Grecon 2010).



**Şekil 1.19.** Dişleri açılan parçanın tutkal tarağından geçmesi (Grecon 2010).

İkinci işlem olarak ara besleme ünitesi yer almaktadır. Bu aşamada frezeleme ve tutkallama işlemi biten parçalar taşıyıcı bant sayesinde presleme ünitesine doğru hareket ettirilir. Bu ya bir operatör yardımıyla ya da otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Masif panel üretiminde kapasiteyi etkileyen en önemli makinelerden bir tanesi olduğu için otomatik besleme tercih edilmektedir. Şekil 1.20’ de Finger Joint makinesi ara besleme ünitesi gösterilmektedir (Bilgin 2010).



**Şekil 1.20.** Finger joint makinesinde otomatik besleme (Grecon 2010).

Üçüncü ve son aşama olarak Şekil 1.21’de olduğu gibi presleme ünitesi yer almaktadır. Burada da ara beslemeden gelen kısa parçalar baş başa birleştirilerek preslenir ve istenilen ölçülere göre kesilir. Çıkan parçalar istiflenerek dört taraflı planyalama ve gönyeleme için profil makinesine gönderilir. Türkiye’de tercih edilen ileri teknoloji ve kapasitede ki makineler de minimum iki maksimum üç operatör çalışmaktadır. Presleme ünitesinin hızı masif panel üretiminin kapasitesi doğrudan etkiler (Bilgin 2010).



**Şekil 1.21.** Boy ekleme presi (Mıdıroğlu 2014).



Masif panel üretimi için gerekli olan Finger Joint makinesinin genel özellikleri Çizelge 1.4’de belirtilmiştir.

**Çizelge 1.4.** Finger joint makinesinde olması gereken teknik detaylar (Grecon 2010).

Malzeme besleme boyu	150 – 1000 mm.
Malzeme genişliği	40 – 205 mm.
Malzeme kalınlığı	20 – 80 mm. (100mm.)
Toplam Bağlı güç	93 kw.
Talaş emme ağızı	2x250 mm.
Talaş emme hızı	30 m/saniye
Talaş emme kapasitesi	13.120 m <sup>3</sup> /s.
Basınçlı hava tüketimi	1370 NL/dk.

#### 1.3.4. Profil Makineleri

Finger joint makinesinden çıkan budaksız ve stabil malzemeler hem tutkallı lataların birbirine daha kuvvetli tutunabilmesi, hem de istenilen gönyede çıkabilmesi için profil makinelerine gönderilir. Profil makinesinin çalışma prensibinde ise makine içerisinde minimum dört adet planya bıçağı bulunmalıdır. Bu planya bıçakları makinenin içerisinde ki minimum dört adet motora millerle bağlıdır. Kapalı konstrüksiyon olan bu makinelerde giriş kısmından verilen uzun lata makine içerisinde her motorun bir yüzeyi planyalaması ve gönyelemesinden sonra çıkış kısmından alınır. Bu makineler de çalışma hassasiyeti (0.05mm) çok yüksek olup hata oranı neredeyse sıfıra yakındır. Şekil 1.22’ de olduğu gibi profil makinelerinde hassasiyet çok önemli olduğu için makinenin ağır döküm gövde olması çok önemlidir. Bu sayede balans minimuma indirilerek çok hassas bir kesim sağlanmaktadır (Bilgin 2010).



**Şekil 1.22.** Profil makinesi (Weinig-Unimat500 2010).

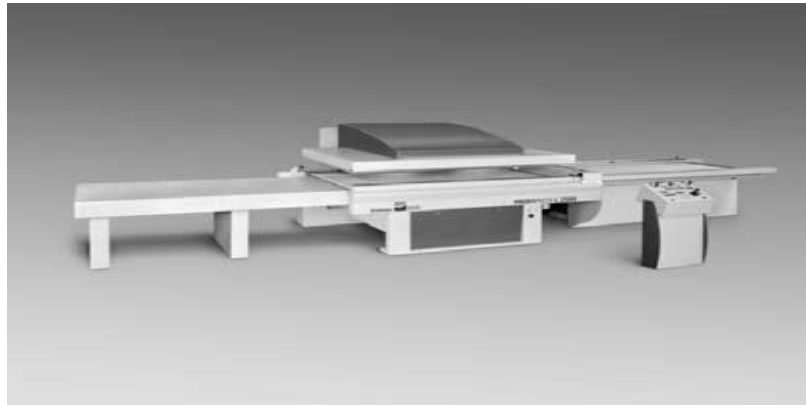
Masif panel üretimi için profil makinesinde bulunması gereken genel özellikler Çizelge 1.5.'deki gibi olmalıdır.

**Çizelge 1.5.** Profil makinesinde olması gereken genel özellikler (Weinig 2010).

Çalışma genişliği	20-230 mm
Çalışma yüksekliği	12-120mm
1.Motor gücü	7.5kw.
2. Motor	11 kw.
3. Motor	7.5 kw.
4.Motor	7.5 kw.
5. Motor	5.5 kw.
Ara sıkıştırma flanşları	3 adet
Frekans ayarlı sürücü sistemi	5 kw.
Talaş emme hızı	3000 – 6100 mm.
Döküm gövde	Standart
Mil sayısı	5 adet
Dijital hafıza sistemi	Standart
Krom tabla	Opsiyonel

### 1.3.5. Masif Panel Presleri

Profil makinesinden hassas olarak planyalanmış ve gönyelenmiş olan latalar panelin birleştirilmesi için masif panel presine gönderilir. Burada kullanılan masif panel preslerinde dikkat edilmesi gereken husus presin ne kadar sürede işlemi tamamladığı ve çıkan malzemenin ortamda ki bağıl nemden etkilenerek çalışmamasıdır. Günümüzde ilerleyen teknolojiyle masif panel presleme süresi yapraklı ağaçta 1,5 dakikaya kadar indirilmiştir. Diğer bir sorun olan çıkan malzemenin ortamdaki daha sıcak olma sorunu da yüksek frekanslı preslerle çözülebilmektedir. Bu preslerde hem kısa sürede panel elde olunmakta hem de lataların tamamını ısıtarak birleştirmek yerine yüksek frekansla sadece tutkale etki etmektedir. Böylece çıkan malzemede ısı oluşmamaktadır. Şekil 1.23'de ve masif panel presi gösterilmektedir (Bilgin 2010).



**Şekil 1.23.** Masif panel presi (Dimter-Profipress L 2010).

Bir masif panel presinde olması gereken genel özellikler Çizelge 1.6'daki gibi olmalıdır.

**Çizelge 1.6.** Masif panel presinin genel özellikleri (Dimter 2010).

Prese lata giriş boyu	300 - 2500 mm.
Prese lata giriş genişliği	30 - 150 mm.
Panel çalışma genişliği	650 – 1300 mm.
Toplam güç	21 kw.
Pres tablasının çalışma yüksekliği	940 mm.

Masif panel preslerindeki üretim akışı ve dikkat edilecek hususlar aşağıdaki gibidir. Zımparalanan paneller çok iyi bir şekilde temizlenerek tutkallama işlemi yapılır. Yüzeyde kesinlikle toz vb. yabancı maddeler bulunmamalıdır. Tutkallamada ilk önce panelin kenarları iki kat daha sonra üst yüzeyi en son ise tekrar kenarları tek kat tutkal atımı sağlıklı bir tutkallama için yapılmalıdır. Kenara atılan tutkal panelin dışında belli bir uzaklıkta başlayıp, kesintisiz olarak devam edip tekrar panelin belli bir uzaklığına kadar sürmelidir. Bu işlem, her kenar için iki defa yapılmalıdır. Ortam şartlarına göre tutkallanan paneller 30-60 dk. bekledikten sonra 400-800 numaralı zımparalar ile son olarak zımparalanır. Daha sonra hava yardımı ile çok iyi temizlenir. Malzeme yüzeyinde kesinlikle yabancı madde bulunmamalıdır. Preslemeden önce ön hazırlık işlemleri bitmiş paneller pres tablasına yerleştirilir. Makine her cm<sup>2</sup> yaklaşık 5 kg.lık basınç uygulayacağı için tabla ve paneller arasına konulacak destek parçaları iyi ayarlanmalıdır. Mümkünse tablanın her tarafına destek parçaları konulmalıdır. Bu mümkün değilse panellerin kenarlarından dışarı çıkmayacak şekilde konulmalıdır aralarındaki mesafe çok az veya bitişik olmalıdır. Panellerin ortasına da rastgele konulabilir ancak iki destek arasındaki mesafeye dikkat edilmelidir. Kesinlikle çok fazla (örneğin 5 cm) uzaklık olmamalıdır. Aksi takdirde yüksek basıncın etkisiyle panel kırılabilir. Paneller tabla kenarlarından 5 cm civarında içeriden, iki panel arasında yaklaşık 5 cm' lik bir mesafe bırakılarak yerleştirilme işlemi yapılmalıdır. Tablanın tamamı dolmayacaksa panellerin köşeleri hizasında ve 5cm uzaklığına ufak parçalar konulmalıdır. Bu işlem köşelerin daha iyi işlem görmesini sağlar. Tabla yüzeyine yerleştirilme işlemi bittikten sonra son kez panelin yüzeyi ve panel yüzeyine basılacak malzemenin her iki yüzeyi de temizlenmelidir (Bilgin 2010).

Ortamda toz vb. maddeler olmamalıdır aksi takdirde en ufak parça dahi preslemeden sonra malzeme ile baskı elemanı arasında çok net olarak gözükür bu ise bütün çalışmaların boşa gitmesi demektir. Preslemedeki önemli unsurlar şunlardır; 1. Ortam temizliği, 2. Tutkal tabancası ( ideal 1.2 , 1.5 mm. ), 3. Panelin son kullanım yerine uygun tutkalın seçilmesi, 4. Her presleme çeşidi, her baskı elemanın kalınlığı ve çeşidi için farklı program oluşturma, 5. Panellerin tablaya yerleştirilmesi ve destek aparatlarının uygun konulması.

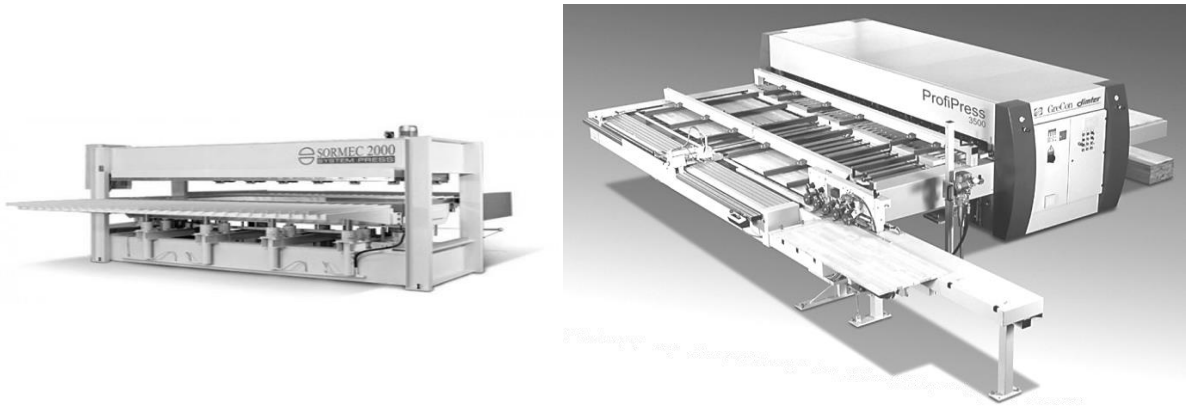
Tutkal çeşitleri ve özellikleri de şöyle olmalıdır.

1. Bir komponentli (elemanlı) Tutkal
2. İki komponentli (elemanlı) Tutkal

Bu iki tutkal arasındaki en büyük fark kullanım yeridir. 1 kompanetli tutkalın normal şartlarda 65°-75° sıcaklığa kadar dayanımı vardır. 2 kompanetli tutkalın ise 110° sıcaklığa kadar dayanımı söz konusudur. Buradan da anlaşılacağı gibi yapmayı düşündüğünüz ürünün kullanım yerine bağlı olarak tutkal tercihi söz konusudur. Pres makinesinde kullanılan üretim çeşitleri de şunlardır (Dimter 2010).

Masif panel presleri üretim şekline göre ikiye ayrılır.

1. Yüksek frekanslı presler
2. Isıyla çalışan sonsuz presli masif panel presleri

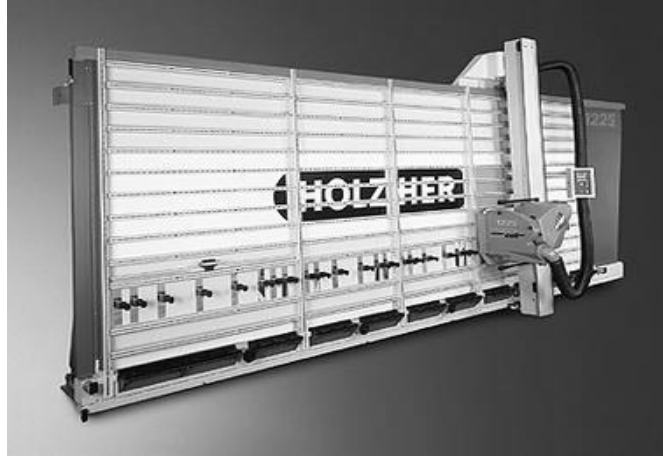


**Şekil 1.24.** Yüksek frekanslı pres ve Sonsuz presli masif panel presi (Dimter 2010)

### 1.3.6. Panel Kesim Makinesi

Masif panellerin ebatlamasında Türkiye’de dikey ebatlama kesim makinesi tercih edilmektedir. Bu makinelerin tercih edilmesinin sebepleri:

1-Az yer kaplaması, 2-Kullanımının Şekil 1.25’ de görüldüğü gibi çok basit ve pratik olmasıdır.



Şekil 1.25. Dikey ebatlama makinesi (Holz-Her 2010).

Masif panel üretimi için gerekli Dikey ebatlama makinesinin genel özellikleri Çizelge 1.7’ deki gibi olmalıdır.

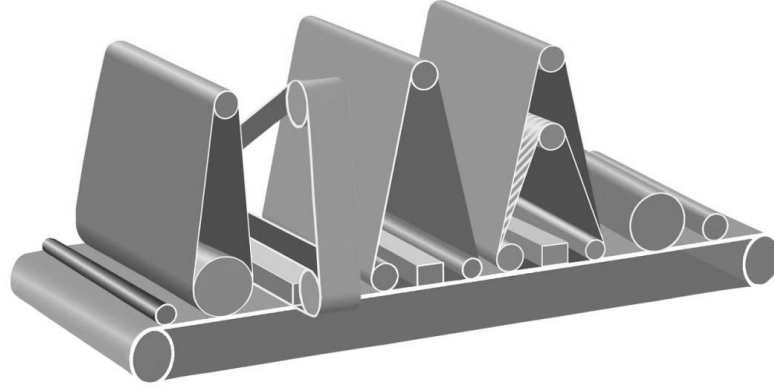
Çizelge 1.7. Dikey ebatlama makinesinin genel özellikleri (Holz-Her 2010).

Kesim uzunluğu	4300 mm
Kesim yüksekliği	2200 mm (net kesim yüksekliği 2110) mm
Kesme derinliği	60 mm standart
Motor gücü	4 kw - Motor frenli.
Kesim	Yatay ve dikey ekseninde manüel
Testere	TCT-250, Z = 48 dişli
Skala	Tüm makine boyunca, yatay yönde

### 1.3.7. Kalibre Ve Zımparalama Makineleri

Kalibre ve Zımparalama makineleri genellikle dört aşamadan oluşur.

1-Kalibrasyon, 2-Liflere dik zımparalama işlemi, 3-Liflere paralel zımparalama işlemi, 4-Hassas zımparalama işlemi.



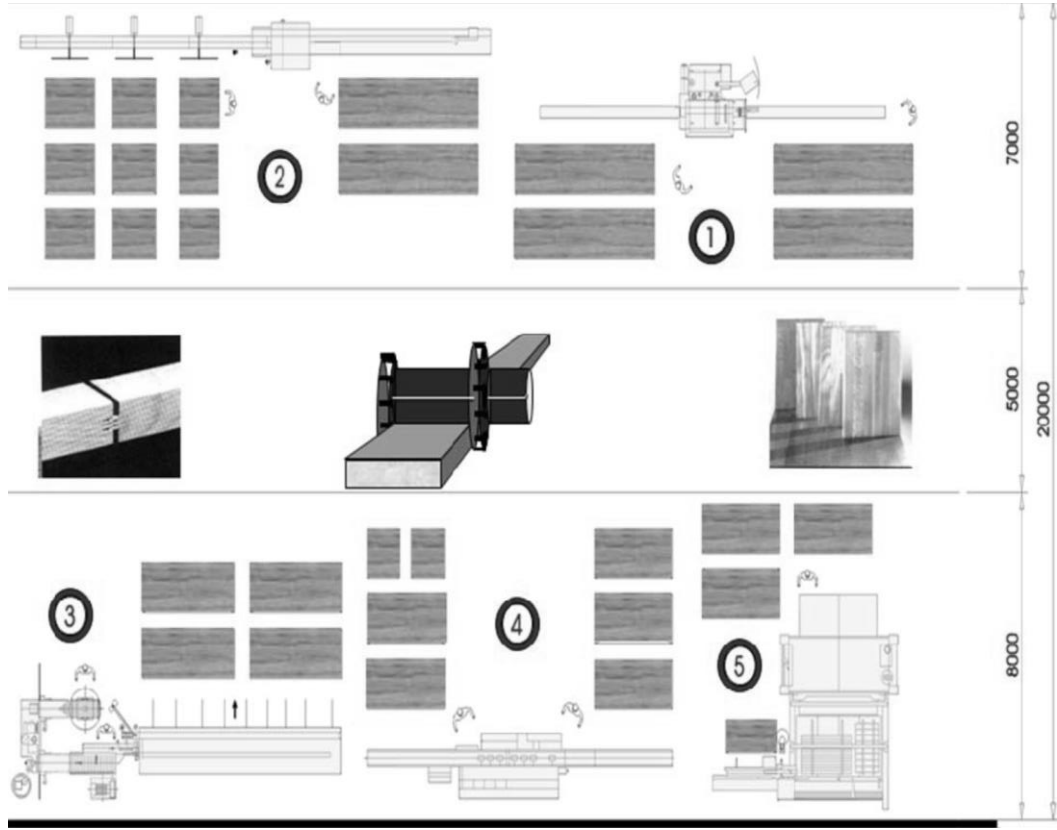
**Şekil 1.26.** Zımpara makinesi konfigürasyonu (Heesemann 2010).

Zımpara işleminin birinci aşaması olan kalibrasyon işleminde 60/80 kumlu zımpara bandı kullanılıp yüzeyden 0,7 mm talaş kaldırmaktadır. İkinci aşamada ise liflere dik zımpara yapılır. Burada kullanılan 100/120 numaralı zımpara bantlarıdır. Arkasından Liflere paralel zımparalama işlemi yapılır ve burada 120/160 kumlu bant kullanılmaktadır. En son olarak yapılan hassas son işlemde de 160/220 numaralı bant tercih edilmektedir (Bilgin 2010).

### **1.3.8. Masif Panel Üretiminde İş Akışı Ve Fabrika Yerleşimi**

Bir masif panel fabrikasındaki iş akışında makinelerin yerleşim sırası ve her makinenin diğeriyle arasındaki ara stok alanlarının mesafesi çok önemlidir. Literatür bilgilerine göre ideal bir masif panel fabrikası için gerekli olan minimum kapalı alan 6000 m<sup>2</sup>, açık alanda aynı büyüklükte olmalıdır. Masif panel fabrikası içerisinde makineler arasında yeterli boşluk bırakılmalı, çalışan personel makineler hakkında detaylı bilgiye sahip olmalıdır. Masif panel üretimi için ideal bir fabrikanın üç boyutlu yerleşimi Şekil 1.27' de gösterildiği gibi belirtilebilir Masif panel üretimindeki iş akışı aşağıdaki temel işlemlerden oluşmaktadır (Bilgin 2010).

1-Çoklu Dilme İşlemi, 2-Otomatik Boylama ve Kusur Giderme İşlemi, 3- Parmak Dişli Birleştirme (Finger Joint) İşlemi, 4-Dört Taraflı Planyalama İşlemi, 5-Masif Panel Presleme İşlemi.



Şekil 1.27. Masif panel üretiminde iş akışı ve fabrika yerleşim örneği (Weinig 2010).

#### 1.4. ISIL İŞLEM

Isıl işlem teknolojileri hızlı büyüyen ve dayanıklılığı düşük iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türlerinin kalitesini yükseltmek için ekonomik olarak cazip bir seçenek sunar. Avusturya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Almanya, Hollanda ve İsviçre ülkelerinde 2007 yılı itibariyle 130,800 m<sup>3</sup> ısıtılmış kereste üretimi yapılmıştır. Günümüzde ısıtılmış kerestenin ticari değeri idrak edilmeye başlanılmış olup ısıtılmış teknolojileri bir dizi farklı ürünler için rekabet edici bir materyal sunması ile uygun maliyetli olarak görülmektedir (Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem uygulaması odunun moleküler yapısının modifiye edilmesine yol açtığından performansını arttırmaktadır. Isıl işlem uygulaması ile artan potansiyel nitelikler; mantar ve böceklerle karşı biyolojik dayanıklılık, düşük denge rutubet içeriği, daralma ve genişlemedeki azalmaya bağlı olarak artan boyutsal stabilite, artan termal yalıtım kabiliyeti, boya adhezyonu, dış hava şartlarına dayanıklılıkta artma, dekoratif renk çeşitliği ve kullanım süresinde uzamadır.

Buna ilave olarak daha düşük kaliteli ağaç türlerine yeni pazar imkânı sunarak bunların daha kaliteli türlere karşı rekabet gücünü arttırmakta ve sürdürülebilir orman kaynaklarını desteklemektedir. Isıl işlem uygulaması ayrıca kompozit malzemelerde liflere ve kaplamalara; dayanıklılıkta artma, daha büyük bir stabilite, kullanım süresinde artma, ürün emniyetinde iyileşme, daha yüksek fiyat ederine sahip olma ve güvenilirlik gibi özellikler kazandırmaktadır. Strüktürdeki tüm bu değişimler insan ve çevre sağlığına zararlı kimyasallar ilave edilmeksizin elde edildiğinden ısıl işlem uygulaması emprenye ye ekolojik bir alternatif olarak düşünülmektedir (Korkut ve Kocaefe 2009).

Ağaç malzemenin ısıl işleme tabi tutulması başta odunun rutubet alıp vermesini azaltmak bir başka deyişle oduna boyut stabilizasyonu kazandırmaktır. Ayrıca ağaç malzemeyi tahrip eden organizmalara karşı biyolojik dayanıklılığı artırmak ve denge rutubet miktarını düşürmek de ısıl işlem hedefleri arasında yer almaktadır (Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem uygulanmış kereste bina dışı cephe kaplaması, iç mekan kaplamaları, parke ve döşeme tahtası, park ve bahçe mobilyaları, bahçe çitleri, çocuk oyun alanı, pencere ve pencere panjurları, iç ve dış kapı, sauna ve sauna elemanları, iç mekan mobilyaları ve müzik aletleri yapımında kullanılmaktadır. Isıl işlem uygulanmış kereste yapı endüstrisinde kullanım için büyük bir potansiyeldir. Yüksek biyolojik tehlike şartları altında önemli faktörler olan odunun dayanımı ve boyutsal stabilitesinin ısıl işlem uygulaması ile iyileşmesi önemlidir ve mekanik özellikler üzerinde de etkilidir. Yapılarda meydana gelen tipik kuvvetler ve uygulaması, ısıl işlem uygulanmış odunun kırılma davranışı ve tipik direnç karakteristiklerinin (çekme direnci) hesaba katılmasında dikkatlice düşünülmelidir. Diğer taraftan basınç direnci, sertlik ve rijitlik gibi direnç özelliklerinin iyileşmesi bazı kullanım yerleri için ısıl işlem uygulanmış kerestenin kullanılmasını desteklemektedir (Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem ile ağaç malzemenin rutubet alışverişinin ve denge rutubeti miktarının azaltılması, çalışmanın en aza indirilmesi, tahrip edici organizmalara karşı biyolojik direncin artırılması ile üst yüzey işlemlerinin performansını yükseltmek amaçlanmaktadır (Yıldız 2002).



### 1.4.1. Isıl İşlem Metotları

Isıl işlem metotları; eski metotlar ve yeni metotlar diye ikiye ayrılabilir; Eski metotlar; Staybwood (odunun sıkıştırılmayarak yalnız ısı ile boyutsal stabilizesinin sağlanması) ve Staypak (şiddetli bir ısıtma ile sıkıştırılarak stabilize edilen odun)'tır. Yeni metotlar; ThermoWood (Finlandiya), PlatoWood-Lignius-Lambowood (Hollanda), Retification process (Retiwood)-New Option wood-Le Bois Perdure (Fransa), Hot Oil treatment (OHT)-Menz Holz (Almanya), Calignum (İsveç), Thermabolite (Rusya), Huber Holz (Avusturya), Wood treatment technology (WTT) (Danimarka), Westwood (Amerika, Kanada, Rusya) (Korkut ve Kocaefe 2009).

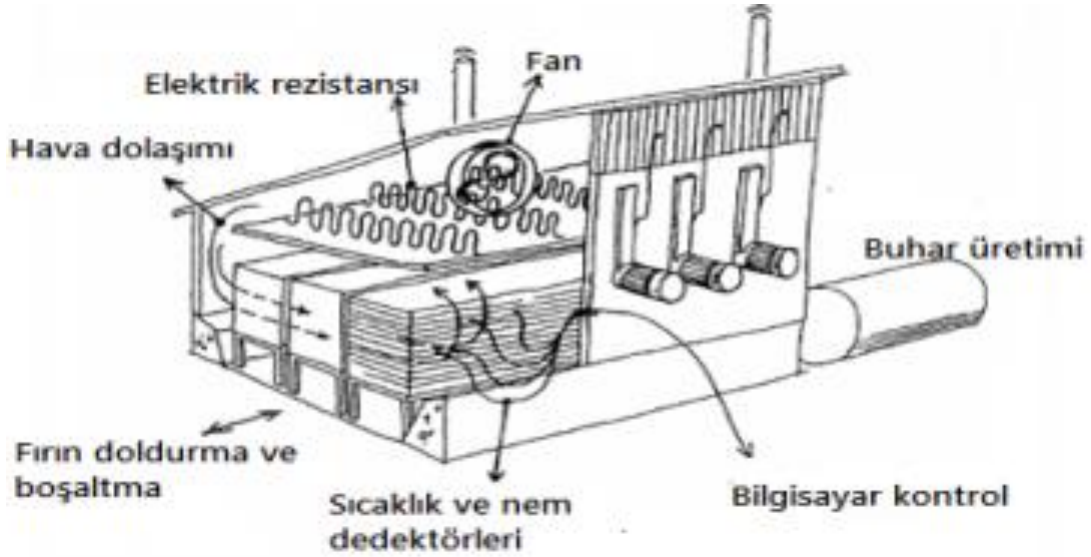
Avrupa'da çeşitli araştırma gurupları yalnız ısı, sıcak yağ, higrotermal (buhar, nem ve ısının aynı anda etki ettiği koşul) ve hidrotermal (sıcak su ile elde edilen ısı enerjisinin kullanımı) esaslı ısıl işlem metotları geliştirmişlerdir. Bu metotların arasındaki ana farklar; ağaç türü, ağaç malzemenin yaş veya kuru olması, rutubet içeriği ve boyutlar gibi kullanılan materyale; bir veya iki işlem safhası, ısıtma ortamı, koruyucu gaz olarak nitrojen kullanımı, ısıtma ve soğutma safhaları ve uygulama süresi gibi uygulanan işlem şartlarına ve ısıl işlem kazanı ve fırını gibi ısıl işlem uygulaması için gerekli ekipmanlara dayandırılmaktadır (Korkut ve Kocaefe 2009).

#### 1.4.1.1. *ThermoWood Metodu*

Finlandiya'da Teknik Araştırma Merkezi (The Technical Research Centre of Finland, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT)) tarafından geliştirilmiş bir metot olup Finlandiya ThermoWood Derneği üyeleri tarafından lisanslı olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2012).

Bu çalışmada, ısıl işlem süreçlerinde Thermowood lisanslı metodu kullanılmıştır. Finlandiya'da ağaç malzemeye ısıl işlem 1990'lı yılların başlarında kurulan bir fabrika ile başladı. Finlandiya ve Finlandiya Ağaç Yapı Sanayi tarafından geliştirilen Thermowood yöntemi ile çalışan fabrika sayısı kısa zamanda arttı ve sekize yükseldi. Aynı zamanda araştırma çalışmaları da devam etti. Son yıllarda ısıl işlem görmüş ağaç malzemenin marketlerde yer almaya başlaması nedeni ile üretici guruplar arasında birlikteliği sağlamak ve tüketicileri ısıl işlem görmüş ağaç malzeme hakkında bilinçlendirmek için sınıflandırma ve kalite kontrol üzerinde yoğunlaşan çalışmalar yapılmaktadır (Anonim 2012, Korkut ve Kocaefe 2009).

Thermowood yönteminde işlem, yüksek sıcaklıkta su buharı koruması altında yapılır. Isıl işlem şartları, odundaki uçucu bileşik yapılarını harekete geçirerek korozyona sebep olduğundan ısıtma ekipmanları boyasız çelikten yapılır. İlave yüksek sıcaklık; havalandırma tertibatı ve radyatör çözümleri ile güvenlik araçları gerektirir. Isıl işlem uygulamalarında bio yakıt, fueloil veya gaz kullanılarak yakılan sıcak yağ ısıtma sistemleri ve direkt elektrikli ısıtma sistemi kullanılır. Bunlara ilave ısıtma için gerekli olan buharı üretmek için özel bir buhar üretim sistemi gereklidir (Anonim 2012). Isıl işlem süresince odundan gazın buharlaşması fırınlama metodu ile gerçekleştirilir. Fırınlama metodunun öncelikli amacı odundan buharlaşan bileşiklerin sebep olduğu çevre zararlarını minimuma indirmektir. Sistemde elektrik ekipmanı olarak kereste kurutmada kullanılan ekipmanlar kullanılır. Fırının içerisindeki havanın rutubet içeriğini ve ısıyı saptayan elektrotlara, ayrıca fırının otomatik kontrolü için bir bilgisayara ihtiyaç duyulmaktadır (Anonim 2012). Thermowood yönteminin uygulandığı bir ısıtma tesisinin şeması Şekil 1.28’de verilmiştir.



**Şekil 1.28.** Thermowood yöntemi ısıtma tesisinin şeması (Aytin 2013).

Isıl işlem uygulanacak olan ağaç malzeme çıtalı sandık şeklinde istiflenerek forklift veya raylı sistemler üzerinde ısıtma fırınına nakledilir. Thermowood yönteminde taze veya hava kurusu rutubete sahip ağaç malzemelere ısıtma uygulaması 3 safhada gerçekleştirilir;

*Fırın sıcaklığının artırılması ve yüksek sıcaklıkta kuruma safhası:* Fırın sıcaklığı ısı ve buhar kullanılarak hızlı bir şekilde önce 100°C'ye, ardından daha yavaş bir artışla yüksek sıcaklıkta kurutmayı gerçekleştirmek üzere 130°C'ye kadar çıkarılır. Yaklaşık olarak 14-30 saat arasında değişen bu safhada ağaç malzemenin rutubeti %0'a kadar düşürülür (Anonim 2012).

*Isıl İşlem safhası:* Yüksek sıcaklık safhasının bitiminden 6-8 saatlik bir zaman sonrasında fırın içerisindeki sıcaklık hedeflenen ısı işlem sıcaklığı olan 185°C ve 215°C'ye kadar yükseltilir. Ulaşılan ısı işlem sıcaklığında uygulamanın yapılma amacına bağlı olarak 0,4 saat ile 4 saat süre ısı işlemi devam edilir. Ağaç malzemenin yüksek ısıda zarar görmesini önlemek amacı ile fırın içerisine buhar gönderilir (Anonim 2012).

*Soğutma ve kondisyonlama safhası:* Su spreyi sistemi kullanılarak ağaç malzemenin sıcaklığı 50°C ile 60°C'ye kadar düşürülür. Bu işleme ağaç malzemenin rutubeti %4-6'ya ulaşıncaya kadar devam edilir. Soğutma ve kondisyonlama safhası ısı işlem yapılan ağaç malzemenin kalınlık ve genişliğine göre değişmektedir (Çalıova 2011).

Odunun nihai nem seviyesi onun çalışma özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin kuru odunu işlenmesi zordur. İşlem sıcaklığı ve keresteye bağlı olan kondisyonlama safhası 5-15 saat sürer (Çalıova 2011). Thermowood işleminde toplam işlem süresi yaklaşık olarak 50 saat ile 80 saat arasında değişmektedir (Aytin 2013). Thermowood yapılacak ağaç malzeme taze olduğunda, ağaç türüne uygun bir kurutma programı ile ısı işlem öncesi yüksek sıcaklıkta kurutulabilir. Rutubetin %10'dan büyük olduğu durumlarda ısı işlem sırasında ağaç malzemedede pek çok çatlak ve renk farklılıkları meydana gelebilir (Rapp 2001, Aytin 2013).

İki sınıf uygulama vardır. Bunlar Thermo-S ve Thermo-D' dir. Thermo-S; Thermo-S' deki S stabil ve sağlamlık anlamına gelir. Dış görünüşle birlikte, stabilite bu uygulama sınıfında anahtar özelliğidir. Thermo-S sınıfı uygulanan ahşabın neme bağlı yüzeysel çekme ve şişme ortalaması %6-8'dir. Thermo-S EN 113 standart'ına göre yapılmaktadır. Thermo-S kullanım alanları Çizelge 1.8' de verilmiştir (Anonim, 2013).

**Çizelge 1.8.** Thermo- S kullanım alanları.

Thermo-S Yumuşak Ağaç	Thermo-S Sert Ağaç
- Yapı Malzemeleri	- İç Cephe Kaplamaları
- İç Mekân Mobilyaları	- İç Mekân Mobilyaları
- İç Cephe Kaplamaları	- Bahçe Mobilyası
- Mutfak ve Elbise Dolapları	- Yer Kaplamaları ( Parke )
- Bahçe Mobilyası	- Sauna ve Sauna Elamanları
- Sauna ve Sauna Elamanları	- Bahçe Mobilyaları
- Kapı ve Pencere Malzemeleri	
- Dış Cephe Kaplamaları	



**Şekil 1.29.** Thermo-S ile ısıtılmış Ladin odunu 190°C, 1.5s. (Mıdıroğlu 2014).

Thermo-D, deki D dayanıklılık anlamına gelir. Dış görünüşle birlikte, dayanıklılık bu uygulama sınıfında anahtar özelliğidir. Thermo-D sınıfı uygulanan ahşabın neme bağlı yüzeysel çekme ve şişme ortalaması % 5-6'dır. Thermo-D kullanım alanları Çizelge 1.9'da verilmiştir (Anonim, 2013).

**Çizelge 1.9.** Thermo-D kullanım alanları.

Thermo - D Yumuşak Ağaç	Thermo - D Sert Ağaç
- Dış Cephe Kaplaması	- İç Cephe Kaplamaları
- İç ve Dış Kapı	- İç Mekân Mobilyaları
- Pencere Ve Pencere Panjurları	- Bahçe Mobilyası
- Park Ve Bahçe Mobilyaları	- Yer Kaplamaları ( Parke )
- Yer Kaplamaları (Parke)	- Sauna Ve Sauna Elamanları
- Sauna Ve Sauna Elamanları	
- Bahçe Elemanları	
- Havuz Ve Bahçe Deckleri	



**Şekil 1.30.** Thermo-D ile ısıtılmış Ladin odunu, 212°C, 2s. (Mıdıroğlu 2014).

Thermowood ısıtıl işlem uygulamasının odun özelliklerine etkisi Çizelge 1.10' ve Çizelge 1.11'de verilmiştir (Anonim 2013).

**Çizelge 1.10.** ThermoWood metodunun odun özellikleri üzerine etkileri  
(Yumuşak Ağaç; Ladin).

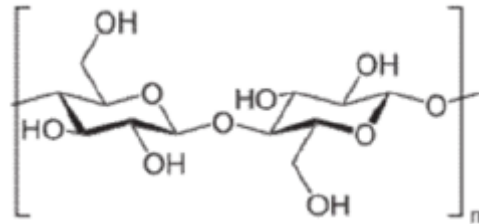
	Thermo- S	Thermo- D
Uygulama Sıcaklığı	190°C	212°C
Hava Mukavemeti	+	++
Boyutsal Kararlılık	+	++
Bükülme Mukavemeti	Değişme Yok	-
Renk Kararması	+	++

**Çizelge 1.11.** ThermoWood metodunun odun özellikleri üzerine etkileri  
(Sert Ağaç; Huş).

	Thermo- S	Thermo- D
Uygulama Sıcaklığı	185 °C	200 °C
Hava Mukavemeti	Değişme Yok	+
Boyutsal Kararlılık	+	+
Bükülme Mukavemeti	Değişme Yok	-
Renk Kararması	+	++

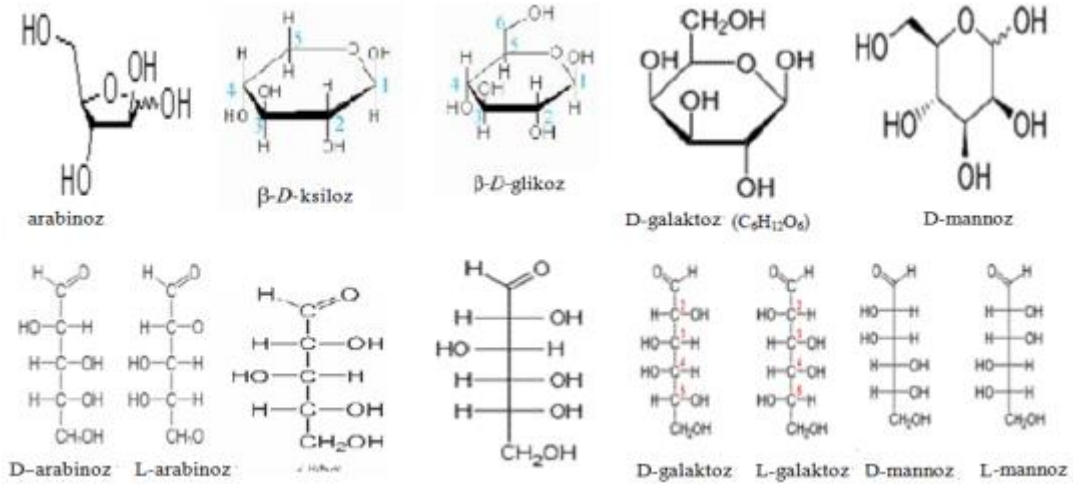
#### *Odunun Kimyasal Özelliklerine Isıl İşlemin Etkisi*

Odun düşük moleküllü bileşiklerden polimerik bileşiklere kadar kompleks bir yapıya sahiptir. Selüloz odunun tam kuru ağırlığına oranla %40-45'ini oluşturmaktadır. Selüloz molekülü dallanmamış, rijit zincir yapılı ve  $\beta$  (1→4) glikozidik bağ ile bağlanmış anhidro-D-glikopiranoz halka ünitelerinden oluşmuş uzun ve düz polimerdir. Her bir glikoz ünitesi C2, C3 ve C6'da hidroksil (OH) guruplarına sahiptir ( Korkut ve Kocaefe 2009).



**Şekil 1.31.** Selülozun moleküler yapısı (Korkut ve Kocaefe 2009).

Odun hemiselülozları, odunun tam kuru ağırlığının %20-30'unu oluşturur ve öncelikle D-glikoz, D-galaktoz ve D-mannoz gibi 6 karbonlu (heksoz) ve L-arabinoz ve D ksiloz gibi 5 karbonlu (pentoz) halka şeklindeki çeşitli basit şeker ünitelerinden oluşan dallanmış amorf polimerlerdir. Orta lamel %27, sekonder hücre çeperinin S1 tabakasında %35 ve S2 tabakasında yaklaşık %15 oranında bulunur. İğne yapraklı ağaçlarda %20 galaktoglukomannan ve %5-10 arabinoglukoronoksilan ve yapraklı ağaçlarda %15-30 glukoronoksilan ve %2-5 glukomannan ana hemiselülozları oluşturur. İğne yapraklı ağaçlarda basınç odununda yaklaşık %10 oranında galaktan vardır. Ksilanlar glukomannanlardan farklı olarak asidik gruplar (glukuronik asid) içerir ve moleküler yapısı selüloza benzer (Korkut ve Kocafe 2009).

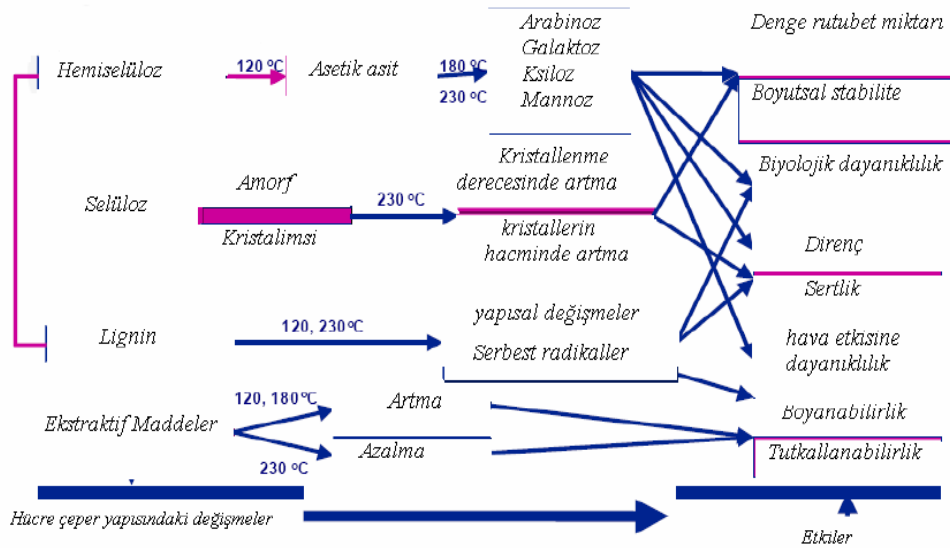


**Şekil 1.32.** Hemiselülozların pentoz ve heksoz monomerleri.

Odunda lignin miktarı %20-40'tır. Lignin fenolik bir bileşik olup lignin biyosentezinin ilk basamağı olarak hidroksil (OH) ve metoksi (OCH<sub>3</sub>) ikame eden para-kumaril alkol, koniferilalkol ve sinapil alkol gibi fenil propan unite tipleri farklı olarak bağlanmış asimetrik yapı olarak düşünülebilir (Korkut ve Kocafe 2009). Odun ısıya maruz kaldığında hidroliz ile asetillenen hemiselülozdan asetik asit oluşur. Serbest kalan bu organik asit hemiselülozun çözümlenebilir şekerlere hidrolizinde bir katalizör olarak görev yapar. Ek olarak amorf bölgedeki selüloz mikrofibrilleri asetik asit tarafından depolimerize olur ve bu da daha sonra selülozu kırarak daha kısa zincirlere dönüştürür. Ligninin plastikleşmesi ve odunun lignoselülozik polimerik bileşiklerinin yeniden yapılanması ısı işlem uygulanmış odunun artan hidrofobik karakteristiğini açıklayan

diğer bir görüş olarak ortaya çıkmaktadır. Isıl işlem uygulanmış odunda başta hemiselüloz olmak üzere karbonhidratların depolimerizasyonu serbest hidroksil guruplarını içeren hidroksil guruplarının toplam miktarındaki azalma ile sonuçlanmaktadır (Korkut ve Kocaeefe 2009).

165-185°C gibi düşük sıcaklıklarda selülozun bozunması sınırlıdır. Selüloz yüksek derece de (%60) düzenli kristalimsi yapıya sahiptir ve bu da selüloz zincirlerine yüksek bir stabilite katmakta ve onları hidroliz (molekülün bir su molekülü ilavesiyle iki parçaya ayrılması) süresince asit saldırısına karşı korumaktadır. Odun bileşenleri içerisinde lignin ısıya karşı en iyi karşı koyabilendir. Sıcaklık ancak 200 °C'yi aştığı zaman lignin kütlelerinde azalma ve β-aril-eter bağları kırılmaya başlar. Yüksek sıcaklıklarda ligninin metoksi içeriği azalır ve yoğunlaşmamış ünitelerinden bazıları difenilmetan tipi ünitelere dönüşür. Defenilmetan tipi yoğunlaşma 120-220°C aralığında tipik bir reaksiyon olup renk, reaktiflik ve çözünme gibi lignin özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Isıl işlem süresince lignin bozunmaya aynı zamanda kondenzasyon veya polimerizasyon reaksiyonlarına uğramaktadır. Lignin ve hemiselüloz arasındaki kovalent bağlar (atomlar arasında veya atomlar ile diğer kovalent bağlar asında elektron çiftlerinin paylaşılması) kırılır ve yüksek reaktiflikle düşük molekül ağırlığında lignin parçaları üretilir (Korkut ve Kocaeefe 2009). Isıl işlem uygulanmış kerestenin reaksiyon mekanizması aşağıda Şekil 1.33'de gösterilmiştir.



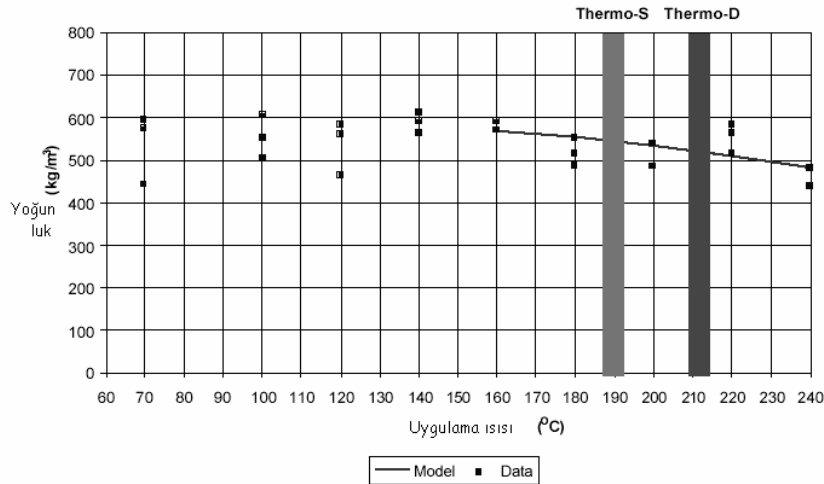
**Şekil 1.33.** Isıl işlem uygulanmış kerestenin reaksiyon mekanizması (VTT 200, Korkut ve Kocaeefe 2009).

Isıl işlem uygulaması süresince odunun karbon ve lignin içeriği özellikle daha yüksek hemiselüloz içermesi nedeniyle yapraklı ağaçlarda artmaktadır. Ligninin eter zinciri piroliz süresince daha kolay kopar. 200°C'den 250°C'ye kadar CO<sub>2</sub> ve diğer bileşikler ligninden ayrılır, 250°C'den 400°C'ye kadar polimerleşme eğilimli fenolik ve notral yağlar üretilir ve ligninin ısı bozunması yaklaşık 270°C'de ekzotermik (ısıveren) olur. Lignin fraksiyonundaki değişimler metoksil içeriğindeki azalmalar olarak saptanmıştır ( Korkut ve Kocaefe 2009).

#### *Fiziksel Özellikler Üzerine Isıl İşlemin Etkisi*

Isıl İşlem yapılmış ağaç, ısıl işlem yapılmamış ağaca göre daha az yoğunluğa sahiptir. Isıl işlem sonucunda ahşap büyük ölçüde ağırlığını kaybeder. Isıl işlemi süresince ahşapta sürekli değişiklikler meydana gelir. Aşağıdaki grafikte görüldüğü gibi sıcaklık arttıkça yoğunluk düşer. Her ağacın yoğunluğuna göre bu değer farklılık gösterir (Anonim 2012).

**Çizelge 1.12.** Çam odununa uygulanan ısının yoğunluk üzerindeki etkisi (Thermowood handbook 2003, yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>)).



Isıl işlem uygulaması boyunca odunda ağırlık ve buna bağlı olarak yoğunluk açık bir biçimde değişmeye uğramaktadır. Isıl işlem uygulamasından sonra odun yoğunluğundaki azalmaların ana sebepleri; ısıl işlem süresince başta hemiselüloz olmak üzere odun bileşenlerinin buharlaşan uçucu ürünlere dönüşmesi, ekstraktif maddelerin buharlaşması ve ısıl işlem uygulaması ile odunun daha az higroskopik olması sonucu daha düşük denge rutubet miktarıdır (Korkut ve Kocaefe 2009).

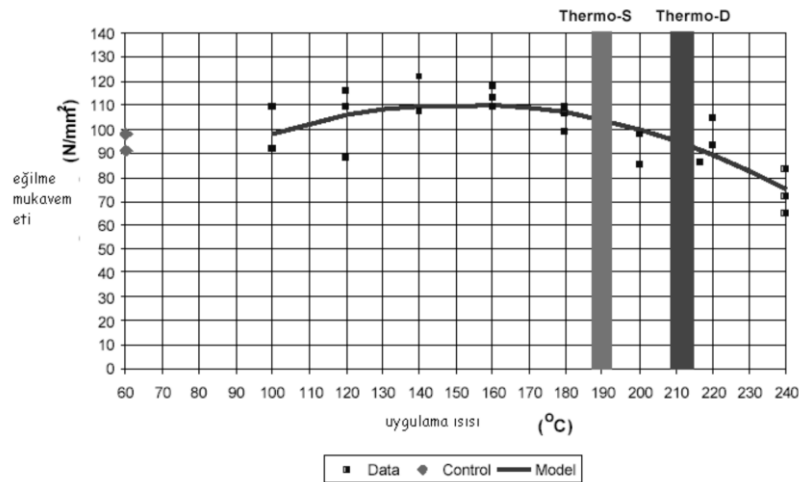


*Mukavemet*; Genelde ahşabın mukavemetiyle yoğunluk arasında büyük bir ilişki vardır. Isıl işlemden sonra yoğunluk düşer. Bu yüzden bazı durumlarda ısıl işlem görmüş ahşap daha az mukavemet değerlerine sahiptir. Bu nedenden dolayı ağaç malzemenin anatomik yapısı önemlidir. Taşıyıcı amaçlı ahşap malzeme kullanıldığı takdirde yoğunluğu daha yüksek ve yıllık halkaları daha sık ahşap malzemeler tercih edilmelidir (Karaçam vb.) (Anonim 2012).

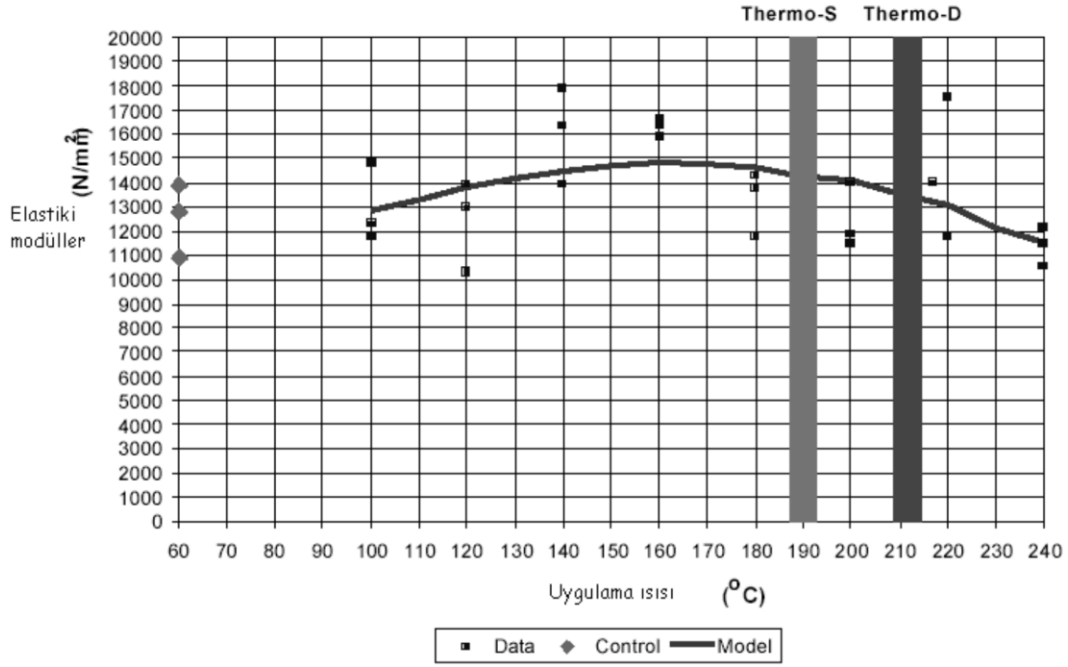
*Eğilme Mukavemeti*; Eğilme direncindeki ilk kayıplardan ısıl işlem süresince lignin ve selülozun bozunması veya depolimerizasyonu değil hemiselülozun modifikasyonu ve/veya bozunması öncelikli olarak sorumlu tutulmaktadır. Eğilme direncindeki daha fazla azalma ısıl işlem süresi ve sıcaklığına bağlı olarak artmaktadır. Hemiselüloz ısıya karşı çok hassas olan hücre çeperi bileşenidir (Korkut ve Kocaefe 2009).

*Elastikiyet modülündeki*, az miktarda fakat dikkate değer artma, muhtemelen lignin hemiselüloz matriksinin yük paylaşma kapasitesindeki bozulma ve hemiselülozun modifikasyonu ve/veya bozunmasına rağmen kristalimsi selülozun nispi miktarındaki artma sebebiyle olmaktadır. Buna ilaveten ısıl işlem uygulanmış odunun ısıl işlem uygulanmamış oduna nazaran hücre çeperinde daha az bağlı su içermesinden dolayı daha az higroskopiktir ve odunu daha az elastik yapmasından dolayı elastikiyet modülünü etkilemektedir (Korkut ve Kocaefe 2009).

**Çizelge 1.13.** Çam odununa uygulanan ısının eğilme direnci üzerindeki etkisi (Anonim 2012).



**Çizelge 1.14.** Çam odununa uygulanan ısının elastikiyet modülü üzerindeki etkisi  
(Anonim 2012).



*Nem Dengesi Miktarı*, ahşaba ısıl işlem uygulanması denge nem içeriğinin azaltır. Karşılaştırmalar çeşitli bağıl nemlerde normal ısıl işlem görmemiş ahşapla, ısıl işlem görmüş ahşapla yapılmıştır. Isıl işlem ahşabın denge nem içeriğini açık bir biçimde düşürür ve yüksek sıcaklık derecelerinde (220 °C ) denge nem miktarı ısıl işlem görmemiş ağaca göre yarı yarıya değişmiştir. Aşağıdaki çizelgelerde çeşitli nemlerde ve 1-3 saatlik 220-225 °C de ısıl işlemin materyal üzerindeki etkilerini göstermektedir (Anonim 2012).

*Neme Bağlı Şişme ve Çekme*, Isıl işlem önemli ölçüde teğet ve radyal şişme azaltır. Isıl işlem görmüş keresteler işleme sırasında çarpılma dönme şişme olmadığından marangozlarca tercih edilmektedir (Anonim 2012).

*Isı İletkenliği*, ısıl işlem görmüş ahşabın termal iletkenliği normal ısıl işlem görmemiş yumuşak ağaçla karşılaştırıldığında % 20-25 düşürüldüğü gözlemlenmiştir. Bu yüzden, dış kapılar, dış cephe kaplama, pencereler ve sauna uygulamaları için idealdir (Anonim 2012).

Finlandiya ve Finlandiya Ağaç Yapı Sanayi testlerine göre; Thermo – D sınıfı 0,099 W/(m.K)' dir. Tedavi edilmeyen ahşap için karşılık gelen değer Fin bina kodu Bölüm C4 göre 0.12 olan W/(m.K)' dir.

*Yangın Emniyeti*, Thermowood'un yangın direnci özelliklerini test eden VTT (Finlandiya ve Finlandiya Ağaç Yapı Sanayi ) ve ISO 5660' a göre test etmiştir. Isıl işlem çam ve ladin numunelerinde tutuşma süresini ısıl işlem görmemiş ahşaba göre yarı yarıya düşmüştür. Çam numunesinde ısı yayma oranı (RHR) %32 düşmüştür. Isıl işlem görmüş ladinde de farklılık göstermemiştir. Duman üretimi ısıl işlem uygulanmış çam ve ladin numunelerinde, ısıl işlem görmemiş numunelerle karşılaştırıldığında daha düşüktür.

*Renk*, Thermowood'un rengi ısıl işlem sıcaklığı ve sresinden etkilenir. En yüksek sıcaklık en koyu görünümdür. Bütün yumuşak ağaçlarda olduğu gibi renk uyumu, yoğunluktan dolayı normal değişimlerden etkilenir ve ayrıca ilkbahar veya yaz odunu kullanılıp kullanılmadığına bağlıdır.



**Şekil 1.34.** Ladin odunu üzerinde ısıl işlem süreçlerinin renk üzerine etkisi  
(Mıdıroğlu 2014).

1. Kontrol Numunesi
2. Thermo-S 190°C'de 1.5 saat ısıl işlem görmüş numune
3. Thermo-D 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş numune
4. Thermo-D 212°C'de 2 sat ısıl işlem görmüş Ladin odunu rnekleri.

## 1.5. VERNİKLER

### 1.5.1. Su Bazlı Vernikler

Su bazlı vernikler; alkid, poliester, akrilik ve poliüretan yanında daha birçok reçineden üretilen vernik türüdür. Parlak verniklerde renk pigmenti bulunmazken, mat verniklerde matlaştırıcı elemanlar bulunmaktadır.

Lâteks tipi su bazlı yüzey işlemleri özellikle iç mekânlardaki ağaç malzemenin, kaplanmasında başarı ile kullanılmaktadır. Bu kullanım alanında lâteks tipi su bazlı yüzey işlemleri, şeffaflıkları ve sağladıkları koruma ile solvent bazlı yüzey işlemleri kadar başarılı olabilmektedir. Ancak harici uygulamalarda, özellikle çeliğin ince katmanlar halinde kaplanmasında, lâteks sistemler henüz istenilen düzeyde başarılı olamamıştır. Lâteks sistemin hazırlanmasında kullanılan, yüzey gerilimini azaltıcı katkı maddelerinin bu başarısızlıkta önemli rol oynadıkları tahmin edilmektedir. Lâteks'in hazırlanmasında ne kadar az sayıda ve miktarda katkı maddesi kullanılırsa lateks'den elde edilen kaplama o kadar başarılı olmaktadır (Çakıcıer 2007).

Dispersiyon olarak tanımlanan su bazlı yüzey işlemleri, bu alandaki en yeni gelişmelerden birisidir. Geliştirilen bu tür yüzey işlemlerinin, uygulamadaki başarı düzeyi ile ilgili kesin bilgiler henüz tam olarak edinilememiştir. Ancak bugüne kadar elde edilen bilgilerden dispersiyonların çok olumlu sonuçlar vermekte olduğu söylenebilmektedir. Alkidler, poliesterler, akrilikler, poliüretanlar ve daha pek çok başka reçineden çok düşük düzeylerde uçucu organik bileşikler (VOC-Volatile Organic Component) içeren dispersiyonlar hazırlanabilmektedir. Bu konuda öğrenilmesi gereken pek çok şey olmakla birlikte, dispersiyonların en çok umut vadeden su bazlı yüzey işlemleri olduğu söylenebilir (Çakıcıer 2007).

Emülsiyon yüzey işlemleri en eski su bazlı sistemlerdir. Bu tür yüzey işlemleri özellikle Avrupa'da giderek artan miktarlarda kullanılmakta ve kabul görmektedir. Çok düşük uçucu organik bileşikler (VOC) içerdiklerinden ve çok üstün özellikleri nedeniyle tercih edilmektedirler. Mümkün olduğunca düşük oranlarda katkı maddesi içeren ve bağlayıcı reçine tanecikleri giderek daha fazla küçültülebilen emülsiyonlar bu konudaki temel geliştirme olanakları olarak gözükmektedir (Çakıcıer 2007).

Su bazlı vernikler, ağaç malzemenin rengini değiştirmeyen, çoğunlukla renksiz, kokusuz üretilen ve sararmayan kimyasal reaksiyon kurumalı verniklerdir. Reaksiyonla sertleştikleri için dönüşümsüz katman verirler (Çakıcıer 2007).

Su bazlı vernikler, gerek uygulama gerekse son ürün özellikleri açısından tamir-onarım olanakları olan en iyi sistemlerdendir. Ancak bu tür yüzey işlemleri sistemlerinin VOC (Volatile Organic Component) düzeyi 0.321-0.489 gr/m<sup>3</sup> olup, bu miktar gelişmiş Batı ülkelerinde bugün geçerli olan yönetmelik ve tüzüklere göre yüksek bir değerdir. VOC miktarının çok daha düşük düzeylere çekilmesi gerekmektedir (Çakıcıer 2007).

Hidroksil (-OH) ve karboksil (-COOH) gurubu bulunduran reçinelerden üretilen su bazlı verniklerin reaksiyonları genel olarak iki molekülün kaynaşması veya iki parçaya ayrılmış elemanların iyonları arasında bağ kurulması şeklindedir. Çözelti ve Emülsiyon polimerizasyonu temel reaksiyon türüdür. Polimerizasyonda monomer damlalarından difüzyonla geçen monomerler kuruma boyunca polimer taneciklerini beslerken, emülsiyon reaksiyonunda monomer, aktiflenmiş misel ve aktif misellerin bir radikalle polimerleştirilmesine dayanır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Su bazlı yüzey işlemleri sistemlerinin üretim, tüketim ve kullanımı son yıllarda hızla artış göstermiştir. Bunda su bazlı sistemlerin geliştirilmesi ve formüle edilmesine olanak sağlayan bağlayıcı reçineler önemli rol oynamıştır. Poliüretan bağlayıcıların ürüne kazandırdığı özellikler kullanım alanlarının çeşitliliği bakımından önemlidir (Çakıcıer 2007).

Çizelge 1.15' de verilen bu farklılıklara rağmen su bazlı sistemlerin üretim, tüketim ve kullanımlarının son yıllarda ortalamasının oldukça üstünde bir hızla artış göstermesi, su bazlı sistemlerin üretiminde kullanılan farklı özellikteki reçinelerin üretilebilmesinden kaynaklanmaktadır. Söz konusu reçineler oldukça çeşitli olup, alkid, poliester, epoksi, akrilik ve poliüretan esaslı olabilmektedir (Çakıcıer 2007).

**Çizelge 1.15.** Su ve solvent bazlı sistemlerin birbirinden önemli farkları.

ÖZELLİK	SOLVENT BAZLI	SU BAZLI
Fiziksel Durumu	Tam bir çözelti.	Su içinde yayılmış (dağılmış) tanecikler.
Kaynaşma	Gerek yok.	İyi bir katman elde etmek için genellikle gerekli.
Köpürme	Ciddi bir sorun değil.	Önemli bir sorun. Köpük önleyici veya kesici kullanımına gerek var.
Zeta potansiyeli	Sıfır	Dikkate değer.
Pigment kullanımı	Pigment kullanımı ve stabilizasyonu daha kolay.	Pigment kullanımı için ıslatmayı arttırıcı katkılara gerek vardır ve pigment stabilizasyonu daha zordur.
Katman oluşturması	Havayla oksitlenme, izosiyanat reaksiyonları, UV ile sertleştirme gibi reaksiyonlarla katman oluştururlar.	Suyun uçurulmasını takiben kaplanacak yüzeydeki polimer taneciklerinin birbiriyle yapışması (coalescence) ile katman oluştururlar.
Katman oluşturma sıcaklığı (Film Formation Temp.)	Herhangi bir kısıtlama yoktur.	En çok veya en az katman oluşturma sıcaklığı belirlenmelidir.
Bağlayıcı reçinenin molekül ağırlığı	Formülasyon viskozitesini çok etkiler.	Formülasyon viskozitesini etkilemez.

### 1.5.2. UV Vernikler

Bu vernik çeşidi günümüzde büyük bir çığır açan nano teknolojisi ile üretilen bir vernik türüdür. Poliakrilik reçine esaslı, nano mineral içeren (Nanosilika esaslı), nanokompozit ultra viyole kurlenmeli bir verniktir. Vernikte oluşturulan sol-gel teknolojisi ile elde edilen organik ve mineral oksit 3 boyutlu ağı sayesinde, organik malzemenin sağladığı esneklik ve mineral oksitlerin sağladığı mukavemet ile esnek ve çizilmez bir yapıyı sağlamaktadır. Nanolacke UV vernik uygulama sekline ilişkin bazı teknik bilgiler aşağıda verilmiştir:

**Yüzey Hazırlığı:** Uygulama öncesi ahşap yüzeylerin kuru, tozsuz ve tamamen temizlenmiş olmasına dikkat edilmelidir. Masif parke, sunta, MDF parçalar düz ve kalibre edilmiş olmalıdır.

Uygulama: Nanolacke UV Vernik sistemi ambalajda uygulamaya hazır haldedir. Silindir makinesine boşaltılarak veya pompa ile verilerek, istenen yüzeye bağlı olarak m<sup>2</sup> ye 5-20 gr uygulanır (Dewilux, 2013).

Kaplamalı Sunta/MDF Yüzeyler: İlk kat olarak, su bazlı astar m<sup>2</sup> ye 80-100 gr uygulanır. Renk ve desen görünümü verilmek istenirse, su bazlı desen mürekkebi m<sup>2</sup> ye 3-5 gr uygulanarak, yüzey son kat vernik uygulamasına hazır hale getirilir. Nanolacke UV Vernik m<sup>2</sup>'ye 8-10 gr uygulanarak uygulama tamamlanır (Dewilux, 2013).

Parke Yüzeyler: Parke yüzeylere ilk kat olarak, UV parke insulatör vernik m<sup>2</sup> ye 10-15 gr uygulanır. 2.kat olarak UV dolgu vernik m<sup>2</sup> ye 50-60 gr olacak şekilde uygulanır. Uygulama sonrasında, 280-320-400 nolu zımparalar ile zımpara işlemi yapılarak, parke yüzeyler son kat vernik uygulamasına hazır hale getirilir. Nanolacke UV Vernik m<sup>2</sup>'ye 15-20 gr uygulanarak uygulama tamamlanır (Dewilux, 2013).

Kaplama Panel Mobilya Yüzeyler: İlk kat olarak, UV Dolgu Macunu m<sup>2</sup>'ye 40-60 gr uygulanır. 2 kat olarak m<sup>2</sup>'ye 35-50 gr olacak şekilde, UV dolgu vernik uygulaması yapılır. Uygulama sonrasında, 280-320-400 nolu zımpara işlemi yapılarak, yüzey son kat uygulamasına hazır hale getirilir. Nanolacke UV Vernik (N93-seri) m<sup>2</sup>'ye 15-20 gr uygulanarak uygulama tamamlanır. Nanolacke UV vernik sistemi uygulanmış kaplamalı sunta/MDF ile kaplama panel mobilya yüzeyler de rötuş/tamir yapılması gerektiği durumlarda, 220-320 nolu zımparalar ile zımpara yapıldıktan sonra, Derodur Poliüretan Vernik sistemi ile rötuş işlemi yapılır. Nanolacke UV parke sistemi uygulanmış yüzeylerde, rötuş/tamir yapılması gerektiği durumlarda ise, parke yüzeyler, 220- 320 nolu zımparalar ile zımparalanır (Dewilux, 2013).

Kuruma süresi: Nanolacke UV Vernik sistemi uygulanan yüzeyler, 5-20 metre/dakika bant hızı ile çalışan UV hatlarında, 2-3x80 Watt gücündeki lambalardan geçilerek, 1-3 saniyede kurutulur (Dewilux, 2013).

### **1.5.3 Akrilik Vernikler**

Üst yüzey malzemesi olarak ilk yıllarda akrilik çözelti polimeri daha sonra emülsiyon polimeri şeklinde kullanılmıştır.

Yapı Ve Tanım; Akrilik reçine, akrilik ve metakrilik asitlerin alkoller ile reaksiyonu sonucunda elde edilen bir polimerdir. En önemli üstünlükleri renksiz, şeffaf katmanlar vermesi ve katmanın zamanla sararmamasıdır. Kopolimer akrilikler uygun çözücülerde direkt olarak çözündürülürler.

Çözücü olarak ester ve ketonların yanı sıra tuluol, kısılol gibi aromatik hidrokarbonlar kullanılır. Katman termoplastik yapıdadır. Kuruma reaksiyonlarında katalizör kullanılmaz. Bu sebeple tek bileşenli bir verniktir. İki komponentli akrilik verniklerin I.komponenti termoset yapıli akrilik reçinedir. Tek bileşenli termoplastik özellikli akrilik verniklere göre katmanlarının sertlik ve katılık değeri daha yüksektir. Kuru ve ıslak sıcaklık ile çözücü etkilerine dayanıklıdır. Bunun yanı sıra, hafif ve küçük molekülü olduğu için düşük viskozite ile uygulanmasına rağmen uygulama sonrasında yüzeyde yeterli kalınlıkta katman oluştururlar. Emülsiyon şeklinde hazırlanan akrilik boya/verniklerde, reçine jel halde hazırlanır, yıkanır ve kurutulduktan sonra vernik üretimine sokulur. Çözücü olarak su kullanılır ve sertleşmeleri suyun buharlaşması ile olur. Akrilik sistemde kullanılan modifiye reçineler çok çeşitli olup, bunlar içerisinde nitroselüloz ve vinil reçinelerin etkinliği daha fazladır. Plastifiyan olarak ise daha çok ftalat ve sebakatlar gibi kimyasal plastifiyanlar kullanılır. Dolgu ve mat verniklerde, dolgu yapıcı ve matlık verici sentetik tanecikler kullanılır. Örtücü koruyucu katman hazırlamak üzere üretilen akrilik (opak) boyalar değişik renk pigmentleri ile renklendirilir. II. komponentli akrilik vernikler; iki komponentli bir verniktir. I.Komponent akrilik reçine ve plastifiyanların organik çözücülerde çözülmüş halidir. II. Komponent reaksiyon başlatıcı olarak kullanılan izosiyanattır.

Kuruma Özellikleri; Hazırlanan vernikler, tek bileşenli, iki bileşenli ve su çözücülü olmak üzere 3 çeşittir. Tek bileşenli olanlarda kuruma şekli fiziksel olup, kuruma mekanizması çözücü buharlaşmasına göre kurulmuştur. Çözücülerin buharlaşma hızı kuruma süresini belirler. Sistemde kullanılan çözücülerin buharlaşma hızı yüksek olduğu için kuruma süreleri kısadır.

Sıcak mevsimlerde ve çok sıcak ortamlarda kullanılırken buharlaşma hızını yavaşlatıcı ve geciktirici (retarder) solvent ilavesi gerektirebilir. İki bileşenli (komponentli) olanlarda, sertleştirici katılımı ile reaksiyon başlar. Kurumanın ilk evreleri çözücü buharlaşması ile olurken, ileri aşamaları polimerizasyon reaksiyonu ile tamamlanır. Akrilik verniklerde ilk kuruma aşamaları yavaş gelişir.



Örneğin; toz tutmazlık kuruması 1-2 saat, dokunma kuruması 3-4 saat, zımparalanabilirlik kuruması 24 saat (20°C)'dir. Tam kuruma 2-3 haftada tamamlanır. Ortam sıcaklığı artırılarak kuruma süresi kısaltılabilir. Sertleştirici olarak kullanılan izosiyanatın türü kurumada etkilidir. Aromatik izosiyanatların kurumadaki etkinliği alifatiklerden daha fazladır.

Katman özellikleri ve uygulama alanları; Akrilik verniklerin en önemli özelliği, renksiz, şeffaf (transparent) katmanlar vermesi ve ilerleyen zaman içerisinde eskime (yaşlanma) sonucu katmanda sararma olmamasıdır. Sürüldükleri natürel ya da renklendirilmiş ağaç malzeme yüzeylerinde çok fazla renk değiştirici etkileri yoktur. Tek bileşenli akrilik vernikler çözücü buharlaşması ile kurdukları için, katmanları molekül dönüşümsüz, katman dönüşümlü özellik gösterir. Bu sebeple çözücü etkilerine dayanıklı değildir. İki komponentli olanlar termoset yapıda ve dönüşümsüz katmana sahip olduğu için kuvvetli çözücülere dirençlidir. II. komponentli olanların sertliği daha fazladır. Esneklik değerleri polyester ve poliüretan boya/vernik katmanlarından daha fazladır. Bu sebeple katmanda çatlama, kırılma vb. kusur oluşumu daha azdır. Termoplastik katman yapan tek bileşenli akrilik boya/vernik katmanlarının ısı dayanımı II. komponentlilere göre daha azdır. Akrilik verniklerde modifiye elemanı olarak kullanılan polimerler katman özelliklerinde etkilidir. Akrilik reçinenin hazırlanışındaki kimyasal işlemler ve vernik üretiminde kullanılan modifiye reçineler katman özelliklerini belirler. Bu sebeple vernik üreticilerinin amaca uygun verniğin üretilmesinde, uygulama aşamasında ise kullanıcı tarafından uygun olanın seçiminde titizlik gösterilmelidir.

Uygulama Özellikleri; Akrilik verniklerin genel uygulama özellikleri poliüretan vernik gibidir. Renk değiştirici özellikleri ve zamanla sararma özellikleri olmadığından, açık renkli ağaç malzeme yüzeylerinde ve ağaç boyaları ile renklendirilmiş yüzeylerde tercih edilirler. Dolgu katı hazırlanırken kendi sistemine ait dolgu verniklerinin yanı sıra poliüretan dolgu verniği ve polyester vernik kullanılabilir.

Dolgu katı hazırlanırken, ince tekstürlü ağaç malzeme yüzeylerine her katta 100-120 g/m<sup>2</sup> (kuru film kalınlığı 30-35µ) hesabıyla çapraz 1-2 kat tatbik edilir. Kaba tekstürlülerde bir kat daha fazla sürülebilir.

Katlar arasındaki bekleme süresi 2-6 saat olup, 24 saati geçen beklemelemlerde yeni vernik uygulaması yapılmadan önce katman mutlaka zımparalanmalıdır. Dolgu verniği katmanın zımparalama işleminde 180-220 numaralı zımparalar kullanılır.

İşlem kuru olarak yapılır ve son kat verniği sürülmeden önce vernik tozları iyice temizlenmelidir. Son kat verniğin uygulanışında arzu edilen görüntüyü verecek parlak mat veya ipek mat verniklerden birisi seçilir ve poliüretan verniklerin uygulama özelliklerinde belirtilen esaslara uyulur. Uygulama viskozitesi 15-18 sn, flowcup / 4 mm (20 °C) dir.

#### **1.5.4. Tik Yağı**

Tik Yağı, doğal yağların bir karışımı olarak üretilmiştir. Bahçe parkesi, dek, yüzme havuzu kenarları, banklar, bahçe mobilyaları, tekne güverteleri gibi yoğun olarak suya maruz kalan ve dış ortamlarda kullanılan ahşapların kolay ve hızlı bakımı için tasarlanmıştır. Mumlu yapısı sayesinde yarattığı yüzey ile su geçirmezlik katsayısını yükselterek ahşabın suya karşı korunmasını sağlarken, ömrünü uzatır.

Katı madde içeriği, içerisindeki katı madde oranı % 52'dir. Katkı maddesi olarak kurşun içermez. Kullanım alanı, suyla yoğun temas içinde olan tüm dış mekânlarda rahatlıkla kullanılabilir.

Uygulaması, kullanıma hazırdır. İnceltme istemez. Uygulama için yassı bir fırça ile temiz ve kuru bir bez yeterlidir. Önce ilk kat yağ fırça ile yüzeye sürülür. Yaklaşık bir dakika sonra fırça ile sürülen yağın üzerinden temiz bez ile tekrar bir geçmekte fayda vardır. Bu yolla yağın yüzeye eşit oranda yayılması, dolayısıyla eşit oranda emilme sağlanır. Bu işlem sırasında sürülen katın çok kalın olmamasına özen gösterilmesinde fayda vardır. İkinci katı uygulamak için bir gün beklenir. Yağmurlu veya çok sıcak günlerde uygulama yapılmamalıdır. Uygulamadan önce zemini toza karşı nemli bir bezle iyice temizlenir. Eğer uygulanacak zeminde zımparalama işlemi gerekiyorsa 150-180 no. zımpara kullanılması tavsiye edilmektedir (Hemel 2011).

Genellikle tek kat uygulama yeterlidir. Su iticiliğinin ve korumanın artırılması amacıyla ikinci kat uygulanabilir. İkinci kat uygulanacaksa ilk katın tamamen kuruması beklenmeli ve yoklama zımparası yapılmalıdır. Ürün kullanım öncesinde ve kullanım esnasında iyice karıştırılmalıdır.

Uygulama yağmurlu, çok sıcak havalarda ve sıcaklığın 4 °C'nin altında olduğu durumlarda yapılmamalıdır. Uygulama öncesinde yüzeyde kir, eski boya ya da vernik kalıntısı varsa temizlenmelidir.

Bunun için tercihen 100-120 numara zımpara kullanılmalı ve zımparadan sonra yüzey nemli bir bezle silinerek tozdan arındırılmalıdır. Aşırı miktarda doğal yağ içeren Tik, İroko gibi ahşapların uygulamadan önce yağdan arındırılması gerekir.

Bu yüzden yüzey zımparadan önce selülozik tinerle temizlenmelidir. Temizleme işlemi sonrasında yüzeydeki tinerin kuruması için beklenmelidir. 1 litre Tik Yağı tek katta 12-15 m<sup>2</sup> alanı örter. Alınacak olan sonuç ahşap türüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Hemel 2011).

Ortalama 20 °C ısıda ve yeterli hava akımı bulunan ortamlarda Tik Yağı 4 saat içinde dokunma kuruluğuna ulaşır. 2. katın uygulanabilmesi için en az 16 saat beklenmelidir. Tik Yağı 'nın bakımı ahşabın maruz kaldığı şartlara göre 1 ila 2 yılda bir yapılmalıdır. Bakımı yapılacak yüzeyler, temizlendikten sonra hafifçe zımparalanmalı ve nemli bir bezle yüzeyin tozdan iyice temizlenmesi sağlanmalıdır. Bakımlarda genelde tek kat Tik Yağı yeterli olacaktır. Ancak zorlu hava koşullarına bağlı olarak zamanından önce yıpranmış yüzeylere ikinci bir kat sürülmesinde fayda vardır (Hemel 2011).

## **1.6. LİTERATÜR ÖZETİ**

Günümüzde ahşap ve ahşap kökenli malzemelerin kullanımı, bu malzemelerin ömrünü uzatan önlemler, insan sağlığı ve maliyet uygulamaları devamlı bir gelişme göstermektedir. Bu kapsamda MP, ahşabın niteliksiz kısımları çıkarılarak ahşap malzemenin tekrar yapıştırılması ile elde edilmektedir. Isıl işlem süreçleri ise, hücre çeperinin polimer bileşiklerinin kimyasal kompozisyonunda kalıcı değişmelerle sonuçlanan fiziksel bir işlemdir. Ayrıca ağaç malzeme yüzeylerinin estetik ve ekonomik ömrünün uzatılabilmesi amacıyla, koruyucu katman oluşturmada sıvı yüzey işlemleri için en çok kullanılan maddeler boya ve verniklerdir.

Thermowood Masif Panel dış cephe için kullanılabilen suya dayanıklı bir dış mekân kaplamasıdır. İç mekânda bitmiş bir ürün olarak ısı izolasyonu sağlar. Thermowood Masif Panel yük taşıma kapasitesi yüksek bir malzeme olarak ta dikkat çekmektedir. Bir ağaç malzeme olduğu için kolaylıkla planyalama yapabilir.

Bu özellik çeşitli planlamacılar tarafından en büyük avantajlarından biri olarak görülmektedir. Yapı zorluğu, engel, karışık, anlaşılması güç detayları yoktur. %99.4 ahşap, %0.6 tutkal Dış katmandaki Thermowood plaka tek bir parçadan oluşup tutkallanmıştır.

Kullanılan su geçirmez tutkal UV dayanıklı ve difüzyona açık olduğu için bu malzeme dış cephede kullanılabilir. Hızlı ve doğaya uyumlu olarak uygulanır.

Bir masif panel fabrikasındaki iş akışında makinelerin yerleşim sırası ve her makinenin diğeriyle arasındaki ara stok alanlarının mesafesi çok önemlidir. Literatür bilgilerine göre ideal bir masif panel fabrikası için gerekli olan minimum kapalı alan 6000 m<sup>2</sup>, açık alanda aynı büyüklükte olmalıdır. Masif panel fabrikası içerisinde makineler arasında yeterli boşluk bırakılmalı, çalışan personel makineler hakkında detaylı bilgiye sahip olmalıdır.

Masif panel üretimindeki iş akışı aşağıdaki temel işlemlerden oluşmaktadır.

1-Çoklu Dilme İşlemi, 2-Otomatik Boylama ve Kusur Giderme İşlemi, 3- Parmak Dişli Birleştirme(Finger Joint) İşlemi, 4-Dört Taraflı Planyalama İşlemi, 5-Masif Panel Presleme İşlemidir.

Isıl işlem süreçleri ise, hücre çeperinin polimer bileşiklerinin kimyasal kompozisyonunda kalıcı değişimlerle sonuçlanan fiziksel bir işlemdir. Metodun temel fikri kimyasal reaksiyonların hızlandığı yaklaşık 150°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ağaç malzemenin ısı ile muamele edilmesidir (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009). Isıl işlem uygulaması odunun moleküler yapısının modifiye edilmesine yol açtığından performansını arttırmaktadır. Isıl işlem uygulaması ile artan potansiyel nitelikler; mantar ve böceklerle karşı biyolojik dayanıklılık, düşük denge rutubet içeriği, daralma ve genişlemedeki azalmaya bağlı olarak artan boyutsal stabilite, artan termal yalıtım kabiliyeti, boya adhezyonu, dış hava şartlarına dayanıklılıkta artma, dekoratif renk çeşitliği ve kullanım süresinde uzamadır. Buna ilave olarak daha düşük kaliteli ağaç türlerine yeni pazar imkânı sunarak bunların daha kaliteli türlere karşı rekabet gücünü arttırmakta ve sürdürülebilir orman kaynaklarını desteklemektedir. Isıl işlem uygulanmış kereste bina dışı cephe kaplaması, iç mekan kaplamaları, parke ve döşeme tahtası, park ve bahçe mobilyaları, bahçe çitleri, çocuk oyun alanı, pencere ve pencere panjurları, iç ve dış kapı, sauna ve sauna elemanları, iç mekan mobilyaları ve müzik aletleri yapımında kullanılmaktadır. Isıl işlem uygulanmış kereste yapı endüstrisinde kullanım için büyük bir potansiyeldir.

Yüksek biyolojik tehlike şartları altında önemli faktörler olan odunun dayanımı ve boyutsal stabilitesinin ısıtma işlemi uygulanması ile iyileşmesi önemlidir ve mekanik özellikler üzerinde de etkilidir. Yapılarda meydana gelen tipik kuvvetler ve uygulaması, ısıtma işlemi uygulanmış odunun kırılma davranışı ve tipik direnç karakteristiklerinin (çekme direnci) hesaba katılmasında dikkatlice düşünülmelidir.

Diğer taraftan basınç direnci, sertlik ve rijitlik gibi direnç özelliklerinin iyileşmesi bazı kullanım yerleri için ısıtma işlemi uygulanmış kerestenin kullanılmasını desteklemektedir (Korkut ve Kocaefe 2009). Isıtma işlemi ile ağaç malzemenin rutubet alışverişinin ve denge rutubeti miktarının azaltılması, çalışmanın en aza indirilmesi, tahrip edici organizmalara karşı biyolojik direncin artırılması ile üst yüzey işlemlerinin performansını yükseltmek amaçlanmaktadır.

Thermowood metodu; Finlandiya'da Teknik Araştırma Merkezi (The Technical Research Centre of Finland=Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT)) tarafından geliştirilmiş bir metod olup Finlandiya ThermoWood Derneği üyeleri tarafından lisanslı olarak kullanılmaktadır (Anonim 2012). Thermowood yönteminde işlem, yüksek sıcaklıkta su buharı koruması altında yapılır. Isıtma işlemi şartları, odundaki uçucu bileşik yapılarını harekete geçirerek korozyona sebep olduğundan ısıtma işlemi ekipmanları boyasız çelikten yapılır. İlave yüksek sıcaklık; havalandırma tertibatı ve radyatör çözümleri ile güvenlik araçları gerektirir. Isıtma işlemi uygulanacak olan ağaç malzeme çitalı sandık şeklinde istiflenerek forklift veya raylı sistemler üzerinde ısıtma işlemi fırınına nakledilir. Thermowood yönteminde taze veya hava kurusu rutubete sahip ağaç malzemelere ısıtma işlemi uygulaması 3 safhada gerçekleştirilir;

*Fırın sıcaklığının artırılması ve yüksek sıcaklıkta kuruma safhası:* Fırın sıcaklığı ısı ve buhar kullanılarak hızlı bir şekilde önce 100°C'ye, ardından daha yavaş bir artışla yüksek sıcaklıkta kurutmayı gerçekleştirmek üzere 130°C'ye kadar çıkarılır. Yaklaşık olarak 14-30 saat arasında değişen bu safhada ağaç malzemenin rutubeti yaklaşık olarak %0'a kadar düşürülür.

*Isıtma İşlem safhası:* Yüksek sıcaklık safhasının bitiminde yaklaşık olarak 6-8 saatlik bir zamanda fırın içerisindeki sıcaklık hedeflenen ısıtma işlemi sıcaklığı olan 185°C ve 215°C'ye kadar yükseltilir. Ulaşılan ısıtma işlemi sıcaklığında uygulamanın yapılma amacına bağlı olarak 0,4 saat ile 4 saat süre ısıtma işlemi devam edilir. Ağaç malzemenin yüksek ısıda zarar görmesini önlemek amacıyla ile fırın içerisine buhar gönderilir.

*Soğutma ve kondisyonlama safhası:* Su spreyi sistemi kullanılarak ağaç malzemenin sıcaklığı 50°C ile 60°C' ye kadar düşürülür. Bu işleme ağaç malzemenin rutubeti %4-6'ya ulaşıncaya kadar devam edilir. Soğutma ve kondisyonlama safhası ısıtma işlemi yapılan ağaç malzemenin kalınlık ve genişliğine değişmektedir (Korkut ve Özdemir 2003). Odunun nihai nem seviyesi onun çalışma özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin kuru odunu işlenmesi zordur. İşlem sıcaklığı ve keresteye bağlı olan kondisyonlama safhası 5-15 saat sürer (Korkut ve Kocaefe 2003).

## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1. AĞAÇ MALZEME**

Bu çalışmada, Artvin-Borçka Orman İşletmesinden temin edilen Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) kullanılmıştır. Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) odunu sahip olduğu yüksek teknolojik özellikleri nedeni ile odun kökenli ve pratik amaçlı kullanımının hemen her dalında çalışma alanı bulan bir ağaç türüdür. Ladin tomrukları, ısıtma işlemi ve masif panel üretimi süreçleri için uygun olan keresteler haline getirilip, %8 - %10 nem derecesinde teknik kurutma fırınlarında kurutulmuştur. Deneysel çalışmalara da uygun olabilmesi için keresteler birinci sınıf olarak seçilmiştir. Seçimde kerestenin renginin doğal ve liflerinin düzgün olması, budaksız, normal büyüme göstermiş, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, reaksiyon odunu bulunmayan diri odun kısımlarından hazırlanmıştır (TS 2470, TS 51).

### **2.2. ISIL İŞLEM**

Bu çalışmada, ısıtma işlemi süreçlerinde Thermowood lisanslı metodu kullanılmıştır. Thermowood; Finlandiya Ağaç Yapı Sanayi tarafından ağaç için geliştirilmiş endüstriyel ölçekli ısıtma işlemi metodudur. Tüm örnekler Thermowood ısıtma işlemi metodu ile çalışan Gerede Nova Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş.'de ısıtma işlemi tabii tutulmuşlardır. Yumuşak ve sert ağaç türlerinin programları farklıdır. Standart 'da iki sınıf uygulama vardır. Bunlar Thermo-S (TWS) ve Thermo-D (TWD)' dir. Bu çalışmadaki Ladin numuneleri Thermowood Handbook'ta tanımlanan metot esas alınarak uygulanmıştır.

Bilgisayar kontrollü fırınlarda Thermo S (TW1); 190°C, 1.5 saat ve Thermo D (TW2); 212°C, 2 saat standartlarında , Doğu Ladini (*Picea orientalis*) odunu numuneleri ayrı ayrı olmak üzere ısıtılma tabii tutulmuştur. Otomasyon sistemi ile fırındaki odunun yapısına ve fırın sıcaklığına bağılı olarak koruyucu buhar verilmiştir.

### **2.3. MASİF PANEL**

Hammaddesi özenle seçilerek teknik kurutmaya tabii tutulan ve ısıtılma süreçlerinden geçen Ladin keresteleri, Thermowood masif panel üretimi için preslenecek lata ölçüne uygun hale getirildi. Bu üretim süreci, Dursunbey Birlik Kereste Masif Panel üretim tesislerinde gerçekleştirilmiştir.

Bu aşamada, masif panel üretiminde önemli olması nedeniyle elde edilen latalar geniş yüzeyinin görünüşüne göre (frezeli ve hareli) ve tam boy ya da kusurlardan arındırma işlemine tabii tutulacak şekilde guruplandırıldı. Sıra optimizasyon işlemine geldi. Optimizasyon işlemi esnasında tam boy ve kusurlu guruplar, özel bir tebeşir ile işaretlenerek, ahşapta doğal olarak bulunan budak, reçine, renk bozukluğu, çürük vb. kusurlarlardan arındırılmıştır. Dilimleme işlemi, Weinig çoklu dilimle makinesinde makinesinde, kusur ve budaklardan arındırma işlemi, Dimter Opticut 200 makinelerinde gerçekleştirilmiştir.

Kusursuz hale gelen latalar, masif panel üretiminin en hassas noktası olan ekleme finger joint hattına alınmıştır. Buradaki işlemler Weinig Finger Joint Makine hattında gerçekleştirilmiştir. İşlemler esnasında lataların baş ve arka kısımlarında simetrik olarak diş açılmıştır. Açılan dişlere yeterli verimi sağlayacak kimyasal yapıştırıcı D3 tutkalı nüfuz ettirilip, presleme ünitesinde boy eklme işlemi gerçekleştirilmiştir (D3 tutkalı olarak; Henkel firmasının Dorus MD 073R tutkalı kullanılmıştır). Eklenmiş latalar, yeteri oranda kondisyonlanarak, Weinig profil ünitesinde, dört bir tarafı pürüzsüz hale getirilip işlenmiştir.

Sonrasında, pres ünitesinde, nihai ürün ebadına göre latalar yan yana preslenir. Presleme işleminde kullanılacak yapıştırıcı, kullanım yerine göre seçilerek tatbik edilir (D4 tutkalı Henkel Dorus MD 073R, kompanatı Dorus R397 kullanılmıştır).

Masif paneller, tekrar kondisyonlama işlemine tabi tutulduktan sonra, nihai kalınlık ölçüsüne zımpara ünitesinde kalibre edilerek getirilmiştir Zımpara işleminin birinci aşaması olan kalibrasyon işleminde 60/80 kumlu zımpara bandı kullanılmıştır. İkinci aşamada ise liflere dik zımpara yapılmıştır. Burada kullanılan 100/120 numaralı zımpara bantlarıdır.

#### 2.4. KULLANILAN VERNİKLER

Araştırma kapsamında, Su bazlı vernik, Akrilik vernik, U.V. vernik kullanılmıştır. Verniklerin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesinde karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmaların önerileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca doğal yağların bir karışımı olarak üretilmiş, ahşapların kolay ve hızlı bakımı için tasarlanmış Tik yağı ise yassı bir fırça ile sürülerek bu çalışmadaki yüzeylere uygulanmıştır. Örneklerin verniklenmesinde, kimyasal tepkime ile kuruyan su bazlı (ICA FA580EC-25 su bazlı şeffaf dolgu ile ICA AO267G40V-25 su bazlı ipek mat vernik ) ve akrilik ( akrilik i.mat vernik, akrilik dolgu vernik ve serleştirici ) vernik kullanılmıştır. Bu vernikleme çalışmaları Kule İnşaat vernik atölyesinde yapılmıştır.

Ultraviyole ışın kurlenmeli U.V. vernikleme işleme ise Karabacak parke U.V. vernikleme hattında gerçekleştirilmiştir (ICA UV).

**Çizelge 2.1.** Vernikler ve vernik uygulamalarına ait bazı özellikler.

No	Vernik Türü	PH Derecesi	Uygulama talimatı	Tabanca uç açıklığı	Hava basıncı bar	Yoğunluk 20°C, gr/cm <sup>3</sup>
			Uygulanacak Vernik miktarı (gr/m <sup>2</sup> )			
1	AKRİLİK ASTAR	3.0 ± 0.5	100	1,8	2	0.92 ± 0.05
2	AKRİLİK SON KAT	3.0 ± 0.5	100	1,8	2	0.95 ± 0.05
3	SU BAZLI ASTAR	8.2 ± 0.5	150	1,3	1	1.04 ± 0.05
4	SU BAZLI SON KAT	8.0 ± 0.5	150	1,3	1	1.04 ± 0.05
5	U.V ASTAR	8.2 ± 0.5	120	U.V. Hattı		0.95 ± 0.05
6	U.V SON KAT	8.2 ± 0.5	90	U.V. Hattı		1.07 ± 0.05



### 2.4.1. Vernik Özelliklerinin Belirlenmesi

Verniklerde Katı Madde Miktarının Belirlenmesi: Katı madde miktarının belirlenme amacı; eşit kalınlıkta katman hazırlayabilmek için vernik veya boyanın katman yapma özelliğini tespit etmektir. Bunun için; TS 1752 ve TS 6035 EN ISO 3251 esaslarına uyularak, vernikler darası önceden alınan Ø 6 cm'lik konkav saat camına 3 gr olacak şekilde damlalık ile konulmuş, daha sonra etüvde 60<sup>0</sup>C'de ağırlıkça sabit hale gelene kadar bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözücüler tamamen buharlaştırılmış ve yeniden tartımları yapılarak;

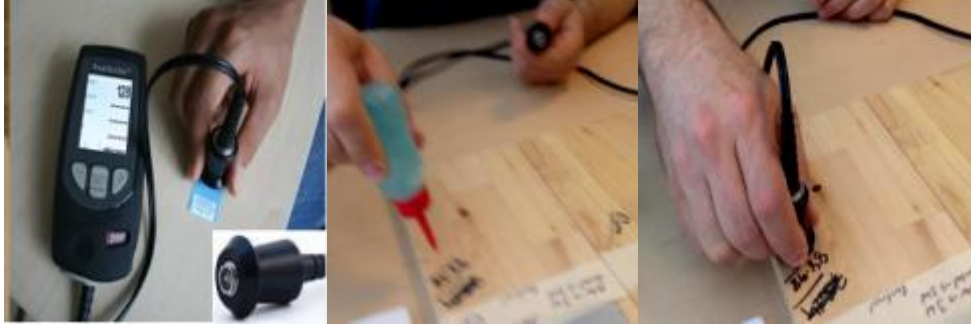
$$V_u = G - D$$

$$Ç_b = G - E \quad \% K_m = \frac{V_u - Ç_b}{V_u} \times 100 \quad (2.1.)$$

Formülüne göre katı madde miktarları belirlenmiştir.

Burada:  $V_u$ = Uygulanan vernik  $G$ = Yaş ağırlık  
 $Ç_b$ = Buharlaşan çözücü  $D$ = Dara  
 $K_m$ =Katı madde  $E$ = Kuru ağırlık

*Verniklerde Kuru Katman Kalınlığının Belirlenmesi:* Çalışmada kullanılan verniklerin kuru film katman kalınlıkları Şekil 2.5'de gösterilen PosiTector 200 cihazında ASTM D 6132 (2008) standartında belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir. Çeşitli mikron kalınlıklarına sahip film tabakaları ile kalibresi doğrulanan cihazın probu, vernikli ahşap malzeme üzerine damlatılan jel (DeFelsko marka – Ultrasonic couplant)'in üstüne gelecek şekilde bastırılmaktadır. Cihaz ultrasonik olarak çoklu sinyal gönderdikten hemen sonra tarama yapması ile otomatik olarak mikron kalınlığına ait değer ekranda okunmaktadır



**Şekil 2.1.** PosiTector 200 cihazı.

*Verniklerde pH Ölçümü:* Bir malzemenin asitlik derecesi, pH ve tampon kapasitesi ile belirlenebilmektedir. pH, sulu çözeltilerin asitlik derecesinin sayısal olarak ifadesidir. pH ölçeği 0-14 arasında değişmektedir. Ağaç malzemenin pH değeri, çeşitli uygulamalardaki uygunluğu için önemli bir kriterdir. Çünkü, ağacın sahip olduğu pH seviyesinin değiştirilmesine karşı göstermiş olduğu direnç “tampon kapasitesi” olarak adlandırılmaktadır. Maloney’e göre bir ağaç malzeme yüksek tampon kapasitesine sahip ise, vernik sıvısının sertleşmesi için, asitlik düzeyinin ideal bir pH seviyesine çekilmesi esnasında daha fazla miktarda asit katalizörü kullanmak gerekmektedir (Aydın ve diğ., 2001). Denemelerde kullanılan verniklerin pH düzeyleri, pH kağıdı ve pH metre ile ölçülmüştür (Şekil 2.2). Deney numunelerinin verniklenmesinde ASTM-D 3023 standartı esaslarına uyulmuştur.



**Şekil 2.2.** Phmetre (Mıdıroğlu 2013).

Verniklerin uygulama koşullarına hazır hale getirilmesinde karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmaların önerileri doğrultusunda yapılmıştır. Viskozite ölçümleri, 4mm delik çaplı flow-cup ile  $20\pm 2$  °C sıcaklık ve %  $60\pm 5$  bağıl nem de yapılarak 18 sn (98-100 cp) olarak belirlenmiştir.

*Verniklerin Hazırlanması ve uygulanması:* Yüzeğe uygulanan vernik miktarlarının belirlenmesinde katı madde oranları, belirleyici olarak kullanılmıştır. Kullanılan verniklerin uygulama miktarları ve bunların % katı madde oranları ile kaç kat sürülecekleri Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3’de belirlenmiştir.

**Çizelge 2.2.** Katman kalınlığı için yüzeğe sürülecek vernik miktarları.

No	Vernik Türü	PH Derecesi /	Uyguluma talimatı	Numune Yüzeği (m <sup>2</sup> )	Sürülecek Katman Sayısı
			Uygulanacak vernik miktarı	13*50 cm 0,065 m <sup>2</sup>	
1	Akrilik Astar	3.0 ± 0.5	100	7	3
2	Akrilik Son Kat	3.0 ± 0.5	100	7	3
3	Su Bazlı Astar	8.2 ± 0.5	150	10	3
4	Su Bazlı Son Kat	8.0 ± 0.5	150	10	4
5	U.V Astar	8.2 ± 0.5	100	7	1
6	U.V Son Kat	8.2 ± 0.5	90	6	1
7	Tik Yağı	6.4 ± 0.5	65	4	2

**Çizelge 2.3.** Vernik türleri için katı madde miktarı hesaplama tablosu.

No	Vernik Türü	D	G	E	Vu	Ç <sub>b</sub>	% K <sub>m</sub>
1	Akrilik Astar	11.52	14.60	12.69	3.08	1.91	38
2	Akrilik Son Kat	11.76	14.94	13.06	3.17	1.87	41
3	Su Bazlı Astar	11.84	14.94	13.16	3.10	1.78	43
4	Su Bazlı Son Kat	11.65	14.79	12.53	3.13	2.26	28
5	U.V Astar	11.79	14.79	14.79	3.00	0.00	100
6	U.V Son Kat	12.03	15.03	15.03	3.00	0.00	100
7	Tik Yağı	11.73	14.86	13.55	3.12	1.31	58

Örneklerin verniklenmesinde ASTM-D 3023 esaslarına, sertleştirici ve tiner karışım oranları için üretici firma önerilerine uyulmuştur. Verniklemeler, dolgu verniği üzerine son kat vernik olacak şekilde püskürtme tabancası ile yapılmıştır.

Hava basıncı ve tabanca uç açıklığı, üretici firma önerilerine göre ayarlanarak püskürtme tabancası örnek yüzeyden 20 cm yüksekte, yüzeye dik ve paralel konumda hareket ettirilerek gerçekleştirilmiştir.

**U.V. Vernik Uygulaması:** Tatbikat öncesi ahşap yüzeylerin kuru, tozsuz ve tamamıyla temizlenmiş olmasına dikkat edildi. Parçalar ön kalibre işleminden geçirildi. U.V vernik ürünü ambalajda uygulamaya hazır haldedir, silindir makinasına boşaltılarak istenen yüzeye bağlı olarak değişik gramajlarda da uygulanabilir. Parçalar 1 kat şeklinde 2x80W M lambadan geçirildikten sonra üzerine zımpara yapılmaksızın ve benzer mantıkta UV Macun üzerine 1. kat olarak uygulandı, 1. kattan sonra zımpara yapılması şeklinde dolgu işlemi sonlandırılıp, yüzey son kat uygulaması için hazır hale getirildi. U.V vernik hatları 8-12 m/dakika bant hızıyla çalışırlar. Ürün uygulanan yüzeyler 2-3x80w gücündeki UV lambalarından geçirilerek anında kurutulur. Kalibre zımpara yapılan yüzeylere tüm solvent esaslı sistemler de sorunsuz olarak uygulanabilir. Aynı uygulama tekrar edilerek, son kat hattında parçalar, bir kat son kat uygulaması yapıp u.v. hattından geçirilip işlem sonlandırılmıştır.

**Akrilik Vernik Uygulaması:** Akrilik verniklerin yüzeye sürülüşlerinde sırası ile dolgu katı oluşturma, zımparalama ve son kat vernik sürme işlemleri yapılır. Dolgu katı hazırlanırken kendi sistemine ait dolgu verniği kullanılmıştır. İki komponentli, Akrilik esaslı, reaksiyon kurlenmeli bir dolgu verniktir. ÜNLÜ Akrilik Dolgu Vernik yüksek doldurma gücüne sahiptir. Akrilik üretan yapısı nedeniyle çok şeffaf, sert, elastik ve sararmaz bir film oluşturur. Uygulamadan bir gün sonra kolayca zımparalanabilir. Ahşabın doğal renginde değişiklik yapmaz. Üzerine tatbik edilecek sonkat verniğe çok düzgün bir yüzey hazırlar. Püskürtme şeklinde tatbik edilir (Çizelge 1.27). Tatbikat öncesi yüzeyler uygun zımparalama işleminden sonra yüzeydeki tozlardan arındırılmalıdır.

Belirtilen oranlarda hazırlanan ÜNLÜ Akrilik Dolgu Vernik iyice karıştırıldıktan sonra gerektiğinde üzerine ÜNLÜ Akrilik Tiner (931-0311) ilavesiyle inceltilerek normal gözenekli yüzeylere iki çapraz kat uygulanır. (inceltme oranı %20-25) .

Çok gözenekli yüzeylerde ise bir çapraz kat daha tatbik edilmelidir. Yaz aylarında 8-10 saat, kış aylarında ise 1,5 - 2 gün sonra, önce 180-220 daha sonra 400 numaralı zımpara ile zımparalanarak sonkat tatbikatına geçilmelidir.

ÜNLÜ Akrilik Dolgu Vernik (314-0036) ile dolgu işlemi uygun bir şekilde yapılmış ve zımparalanmış kuru yüzeylere komponentlendikten sonra ÜNLÜ AKRİLİK Tiner (931-0311) ile (ağırlıkça %5-10 inceltilerek, serleştirici %20 ipek mat vernik için) bir veya iki çapraz kat şeklinde tatbik edilmelidir.

***Su bazlı Vernik uygulaması:*** Verniklerin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesinde karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmaların önerileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Su bazlı dolgu verniği örnek yüzeylerine püskürtme tabancası ile uygulanmıştır (Çizelge 1.27). %10-20 arası su ilave edilip metrekarede 150 gr arası uygulanır. 4 ile 6 saat arasında oda sıcaklığında (18-20 derece) bekletilip zımpara yapılmıştır. Zımpara kalınlığı 320-380 arındadır. AO267G40V su bazlı ipek mat son kat vernik : Bu üründe %10-20 arasında su ilave edilip, metrekarede 150 gr uygulanır. 1-1,5 bar aralığında uygulama yapılmalıdır. 30-60 dakika da dokunma kuruluğuna ulaşır. Tam kuruma ise 6 saat sonunda olur.

***Tik yağı uygulaması:*** Ahşaba nüfuz eden, su itici özellik kazandıran, besleyici ve koruyucu bir yağdır. Ürün paket haliyle kullanıma hazırdır, inceltmeden fırça veya kısa tüylü rulo ile uygulanabilir.

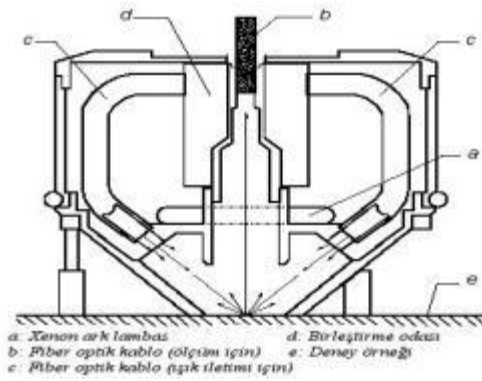
Genellikle tek kat uygulama yeterlidir. Su iticiliğinin ve korumanın artırılması amacıyla ikinci kat uygulanabilir. Eğer iki kat uygulanacaksa ilk katın tamamen kuruması beklenmeli ve yoklama zımparası yapılmalıdır (<http://www.hemel.com.tr>, 2010). Ürün kullanım öncesinde ve kullanım esnasında iyice karıştırılmıştır. Uygulama temiz uygun bir fırça ile 2 kat şeklinde yüzeye uygulanmıştır. Katlar arasında bir gün beklenilmiş, kör biz zımpara ile zımparalama yapıp ikinci kat uygulaması yapılmıştır.

## **2.5. RENK ÖLÇÜMÜ**

Renk değişimleri ASTM D2224-2' de belirtilen esaslara göre KONİKA - MİNOLTA 2600 D cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 2.3). Standartta belirtilen CIEL\*a\*b\* renk sistemine göre ölçüm yapabilen cihazın ölçme prensibi şekil 2.4' de gösterilmiştir. Renk ölçümleri öncesinde cihaz, beyaz renge göre  $a = -1,00 \pm 0,3$ ;  $b = 0,58 \pm 0,3$ ;  $L = 94,95 \pm 0,3$  olacak şekilde kalibre edilmiştir.

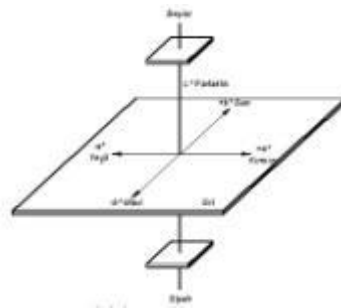


Şekil 2.3. Renk ölçme cihazı (Konica-Minolta 2600d).



Şekil 2.4. Renk ölçme cihazı prensibi.

CIEL\*a\*b\* renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada,  $L^*$  siyah-beyaz (siyah için  $L^*=0$ , beyaz için  $L^*=100$ ) ekseninde,  $a^*$  kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde,  $b^*$  ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır. CIEL\*a\*b\* renk alanı şekil 2.5' de gösterilmiştir.



Şekil 2.5. CIEL\*a\*b\* renk alanı.

Değişimin, rengin hangi tonunda etkili olduğunu belirlemek maksadıyla kırmızı renk tonu (+a\*), sarı renk tonu (+b\*) ve ışıklılık değeri / renk parlaklığı (L\*) değerleri birbirinden bağımsız olarak incelenmiş, ayrıca toplam renk değişimi ( $\Delta E^*$ );

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (2.2.)$$

eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir.  $\Delta E^*$ 'nin düşük değerde olması, rengin değişmediği ya da çok az değişim olduğunu göstermektedir.

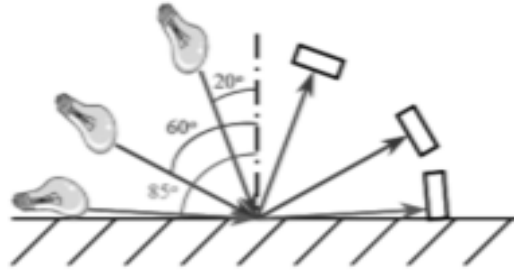
Beyaz renge göre a=4.91, b=3.45, C=6.00, H=324.9 olacak şekilde kalibre edilen renk ölçme aleti ısıtılmış işlem uygulanıp verniklenmiş ve ısıtılmış işlem görmemiş vernikli kontrol örneklerinin ölçümleri yapılmıştır. Renk değişim miktarı toplam renk değişimi ( $\Delta E^*$ ) eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir.

Dört farklı tipte vernik uygulanmış örneklerin karşılaştırmaları yapılmış, istatistiksel sonuçları değerlendirilmiştir. Oluşan renk değişimlerinin hangi faktörden kaynaklandığı açıklanmıştır. Tüm ölçümler Balıkesir Kastamonu Entegre tesislerinde laboratuvar ortamında Renk ölçme cihazı Konica-Minolta 2600d cihazıyla yapılmıştır.

## **2.6. PARLAKLIK KAVRAMI**

Parlaklık kavramı; gelen ışığın ne oranda, aynı açıyla yansıdığı ölçüsüdür. Açısal parlaklık ise belli bir ışık kaynağı ve alıcısı giriş açısı için, kullanılan açı yönünde bir cisimden yansıtılan ışık akısının aynı açıda (kırma indisi 1,567) olan bir camdan yansıtılan ışık akısı oranıdır.

Açısal parlaklık ölçeği tanımlanırken, kırma indisi 1,567 olan parlatılmış siyah camın açısal parlaklık değeri, 20°, 60° ve 85°'lik geometriler için 100 olarak kabul edilmiştir (TS 4318 EN ISO 2813). Dolayısıyla, yüzeyin yansıtmayı ne oranda yaptığını belirlemek için "parlaklık ölçer (glossmetre)" adı verilen cihazlar kullanılır. Parlaklık ölçer, bir ışık kaynağı ve paralel ışık demetini deneye tabi tutulan yüzeye yönlendiren bir mercekle yansıyan ışığın konisini almak için bir başka mercekle, alan engeli ve fotoelektrik hücre içeren bir algılayıcı odacığından oluşur. Parlaklık ölçme işlemi, yaygın olarak 20°'de, 60°'de ve 85°'de ışık ışınları göndermek ve aynı derecelerde dönen ışık yeghlik oranını ölçmek biçiminde yapılır (Şekil 2.6).



**Şekil 2.6.** Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi (Mc Cormick ve Tas. 1999).

60°'de yapılan parlaklık ön ölçümler sonrası esas ölçüm açısı belirlenir (Çizelge 2.4). Esas ölçüm sonrası çıkan sonuçlara göre yüzeylerin mat, yarı mat, yarı parlak, parlak ve çok parlak gibi sınıflara sokulmaları yaygın bir alışkanlıktır (Çakıcıer 2007).

**Çizelge 2.4.** 60°'de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenmesi (McCormick ve Tas 1999).

ÖN ÖLÇÜM AÇISI	BULUNAN PARLAKLIK DEĞERİ (%)	ASIL ÖLÇÜM AÇISI
60°	10 'dan küçükse	85°
60°	(0-70) arasındaysa	60°
60°	70'ten büyükse	20°

Öte yandan, hangi parlaklık ölçüm sonuçlarına göre, vernikli yüzeyin hangi parlaklık sınıfına sokulması gerektiği konusunda da, genel bir görüş birliğinden ya da bir standarttan söz edilmektedir. Yine de aşağıdaki tanımların, ülkemizde genel kabul gören sınıflandırmaları, büyük bir hata olmaksızın yansıttığı söylenebilir. Parlaklık ölçüm sonuçları, Çizelge 2.5'te belirtilen aralıkların dışında kalan yüzey işlemi sisteminin, aşağıda anılan sınıfların arasında kaldıklarının belirtilmesi uygun olur.

**Çizelge 2.5.** Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması (Çakıcıer 2007).

60°'de Ölçülen Parlaklık	Parlaklık Sınıfı
20'nin altı	Mat
25-30	Yarı Mat
35-45	İpek Mat
55-65	Yarı Parlak
70-80	Parlak
80'in üzeri	Çok Parlak



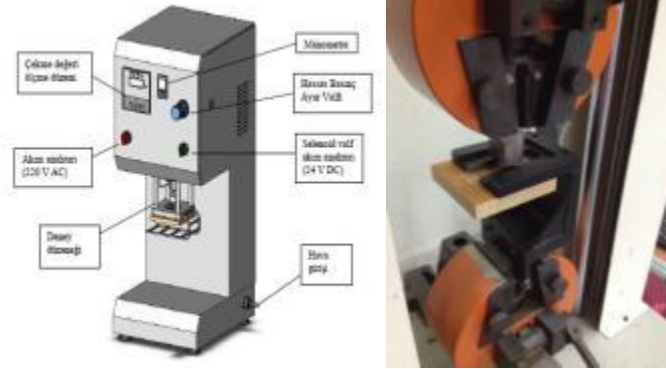
Denemelerde verniklenmiş deney numunelerinin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak TS 4318 EN ISO 2813 esaslarına uyularak parlaklık ölçümleri, *Erichsen picogloss* cihazıyla (Şekil 2.7) Düzce Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Laboratuvarında yapılmıştır. Vernikli yüzeylerde, her numunede toplam on'ar ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin aritmetik ortalamaları parlaklık değeri olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.7. Parlaklık ölçer Glossmetre (Mıdıroğlu 2014).

## 2.7. YÜZEYE YAPIŞMA TESTİ

Araştırmada, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci TS EN ISO 4624 esaslarına uyularak, adezyon test cihazında belirlenmiştir ( Şekil 2.8).

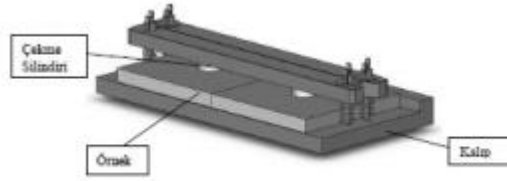


Şekil 2.8. Adezyon yapışma test cihazları.

Koruyucu katmanla kaplanan ve tam kuruması sağlanan örnek yüzeylerine Ø 20 mm olan çekme silindirleri, kalıp yardımıyla normal oda sıcaklığında yapıştırılmıştır (Şekil 2.9 ve 2.10). Jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları 2 saat sonra bir ısıpatula yardımı ile temizlenmiş ve 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır.

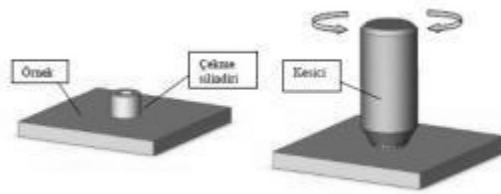


**Şekil 2.9.** Adezyon yapışma testi ön hazırlık (Mıdıroğlu 2014).



**Şekil 2.10.** Çekme silindirini katmana yapıştırma kalıbı.

Çekme silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki katman, malzeme yüzeyine kadar kesici yardımıyla kesilmiştir (Şekil 2.11). İşleme yalnızca yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlanmıştır.



**Şekil 2.11.** Çekme silindiri çevresinin katmana kadar kesilmesi.

Örneklerin deney düzeneğine yerleştirilmesine özen gösterilmiştir. Adezyon cihazında örnekler yüzeye yapıştırılan silindirlere çekilerek kopartılmış ve kopma anındaki kuvvet kaydedilmiştir. TS EN ISO 4624 standartına uyularak çekme gerilmesinin, 1 MPa/s'den fazla olmayan sabit bir hızla artırılmasına ve deneyin 90 saniye içerisinde tamamlanmasına özen gösterilmiştir.

Ölçümlerde, yapışma direnci (X);

$$X = 4F / \pi \cdot d^2 \text{ Mpa} \quad (2.3.)$$

Eşitliğine göre hesaplanmıştır.

$F$ = Kopma anındaki kuvvet, (Newton),  $d$ = Çekme silindirin çapı, (mm).

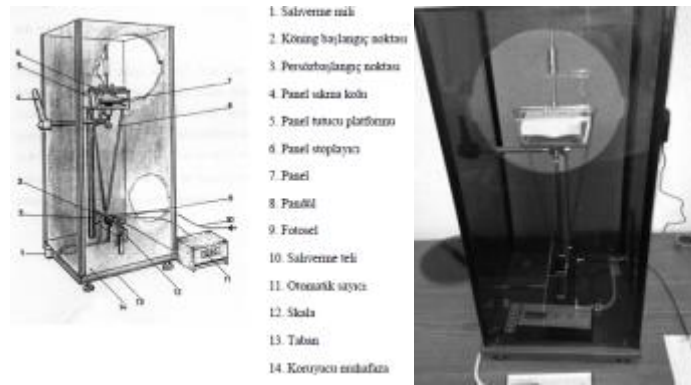
Deneyler Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Mekanik laboratuvarında yapılmıştır.

## 2.8. PANDÜLLÜ SERTLİK TESTİ

Vernik katmanının dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen sertlik değerleri TS EN ISO 1522’de belirtilen esaslara uyularak, Şekil 2.13.’de görülen pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile köning yöntemine göre yapılmıştır. Cihaz, örnek platformuna yerleştirilen numune yüzeyinde  $63\pm 3.3$  HRC sertliğinde ve  $5\pm 0.0005$  mm çapında iki bilye ile salınım yapan pandül salınımlarına göre katman sertliklerini belirler. Salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler sert, az olduğu yüzeyler ise daha düşük sertliktedir.

Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri TS EN ISO 1522’de belirtilen esaslar çerçevesinde  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %  $50\pm 5$  bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir.

Köning pandülünde 60’den 30’ye, Persoz pandülünde ise 120’den 40’ye kadar olan salınımlar sayılmaktadır. Prensip olarak sert yüzeylerde fazla, yumuşak yüzeylerde az salınım olmaktadır. Pandüllü sertlik ölçme cihazı, ölçümlerden önce ASTM D-4366’da belirtilen esaslara uyularak kalibre camı ile 40 saniyede 100 salınım verecek şekilde kalibre edilmiştir. Ölçümlerde Köning pandülü ve ölçme yöntemi uygulanmaktadır. Pandülün fotosel önünden her geçişi otomatik sayıcı ile 1 salınım olarak sayılmaktadır.



Şekil 2.12. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı.

Ölçüm sonuçlarına göre dört farklı tipte vernik uygulanmış örneklerin karşılaştırmaları yapılmış, istatistiksel sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada her vernik çeşidi ve her ağaç türü için onar adet deney paneli kullanılmış, her panelde iki değişik bölgede ölçüm alınmıştır. İki ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınarak, bir adet panele ait sertlik değeri belirlenmiştir. Tüm ölçümler *Erichsen* marka Pandüllü sertlik ölçüm cihazında Düzce üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirildi.

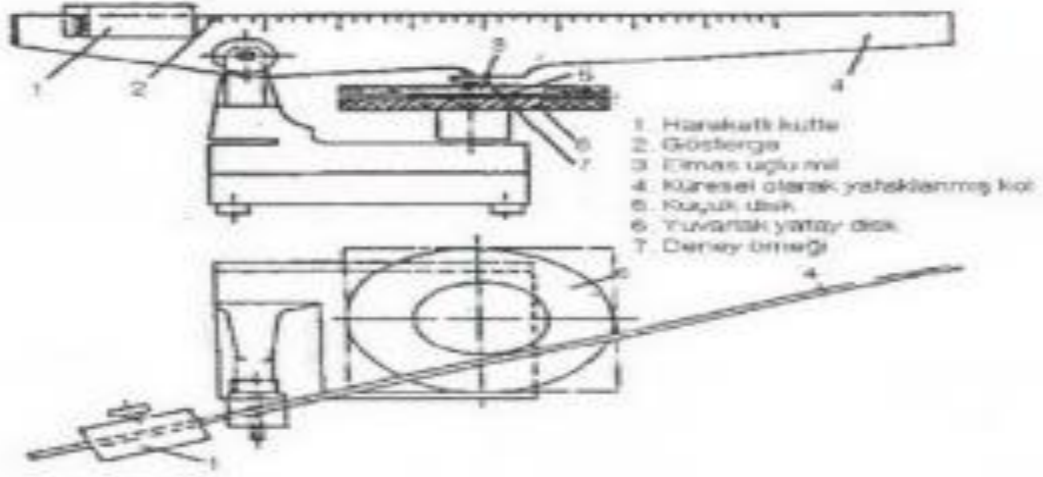
## 2.9. ÇİZİLME DİRENCİ DENEYİ

Çizilme direncinin belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 100x100x20 mm. boyutlarındaki 5'er örnekten yararlanılmakta ve deneyler TS EN 15186 esaslarına uygun olarak yapılmaktadır. Örneklerin ortalarına 6.5 mm. çapında matkapla delik açılarak çizilme direnci deney aletine yerleştirilmektedir (Şekil 2.13). Önce 5 N' lik bir kuvvetle örnek bir tur döndürülürken kesintisiz bir çizgi oluşmamış ise, kesintisiz bir çizgi oluşuncaya kadar 0.5 N' lik kademelerle kuvvet arttırılmaktadır. 5 N' lik kuvvet uygulamasında kesintisiz çizgi oluşursa, 2 N' e kadar 0.5 N' lik, 1 N' e kadar 0.25 N' lik ve 1N'nin altında 0.1 N' lik kademelerle kuvvet azaltılarak işlem sürdürülmektedir.

Daire şeklinde meydana gelen sürekli çizgilerde kesintiler oluşmaya başlayınca denemeye son verilmektedir ve uygulama kuvvetlerine göre Çizelge 2.6 'dan yararlanılarak çizilme direnci sınıfları belirlenmektedir. Deney örnekleri üzerinde iğne ile oluşturulan dairesel çizgilerin arasında en az 1 mm uzaklık olmasına rağmen özen gösterilmektedir. Tüm ölçümler *Erichsen* marka mobilya yüzeyleri çizilme mukavemeti tayini ölçüm cihazında Düzce üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirildi.

**Çizelge 2.6.** Çizilme direnci sınıfları.

Yüzey Sınıfı	Ortalama Kuvvet (N)
1. sınıf	4.0'den büyük
2. sınıf	2.1-4.0
3. sınıf	1.6-2.0
4. sınıf	1.1-1.5
5. sınıf	0.5-1.0
6. sınıf	0.5'ten küçük



Şekil 2.13. Çizilme deneyi test cihazı.

## 2.10. ISI İLETKENLİĞİ

Isı iletkenliği deneyleri için, kontrol ve her bir sıcaklık değeri için teğet yönde ölçümler almak için örnekler hazırlanmıştır. Ladin ağacından ASTM C177 e göre hazırlanan 20x50x100 mm boyutlarındaki odun örnekleri, deney işleminden önce 20±2 C ve % 65±3 bağıl neme sahip klimatize dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Deneyde kullanılan Quick Thermal Conductivity-500 ısı iletkenliği test makinesinde PD-11 sensör probu kullanılır. Tüm deneylerden önce kalibrasyon ölçümleri yapılır. Her bir örneğin bir dakika süreyle otomatik olarak ölçümleri yapılmış ve sonuçları makinenin sonuç gösterge ekranına yansımaktadır. Isı iletkenliği katsayısının belirlenmesinde kullanılan QTM-500 cihazı Şekil 2.14 'de verilmiştir. Deneyler Ege Üniversitesi Makine Mühendisliği Enerji laboratuvarında, laboratuvar ortamının uygun hava sıcaklığı şartlarına getirilerek yapılmıştır.



Şekil 2.14. QTM-500 cihazı ile ısı iletkenlik katsayısı ölçme (Mıdıroğlu 2014).

## 2.11. İSTATİKSEL YÖNTEMLER

Farklı sıcaklık ve farklı türde vernik uygulaması yapılan deney örnekleri ile ısıtım işlem uygulanmayan deney örnekleri arasında istatistiksel anlamda farklılık olup olmadığı %95 güven düzeyinde varyans analizi ve Duncan testi yapılarak kontrol edilmiştir.

## 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Deneyden elde edilen verilere ait bulgular çizelgeler şeklinde aşağıdaki sıralamaya göre verilmiştir.

1. İstatistikler çizelgesi; Isıtım işlem varyasyonu, aritmetik ortalama, standart sapma, en düşük ve en yüksek değerleri ve varyans içermektedir.

2. Varyans analizi çizelgesi; Tek yönlü varyans analizi sonuçları (TVA)'ve Çoklu varyans analizi sonuçlarını (ÇVA) içermektedir.

3. Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri çizelgesi: Duncan testi sonuçları ve doğal kontrol örneklerine göre değişimlere ait etkileşim değerleri  $P \leq 0.05$  düzeyinde verilmiştir.

Varyasyonların ifadesinde ise şu kısaltmalar kullanılmıştır; KÖ: Kontrol numuneleri, TWS: Thermo S standartı, TWD: Thermo D Standartı, Z: Süre (saat), T: Isıtım işlem sıcaklığı (°C), TW1: Thermo S 190°C sıcaklık ve 1.5 saat varyasyonu, TW2: 212°C sıcaklık ve 2 saat varyasyonu.

### 3.1. RENK DEĞİŞİM DEĞERLERİ

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD ısıtım işlem görmüş Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) odunları (İİGTÖ) ile ısıtım işlem tabii tutulmamış Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) odunu (KÖ) arasındaki renk ölçümü sonucunda spps veri analizindeki, Parlaklık (**L\***), Kırmızı (**a\***) ve Sarı (**b\***) ölçüm değerleri aşağıdaki Çizelge 3.1'deki gibidir.

**Çizelge 3.1.** İİGTÖ ile KÖ, renk ölçüm değerlerine ait istatistikler.

T	İstatistikî değerler	(L*)	(a*)	(b*)
KÖ	$\bar{X}$	*89.59	1.63	16.36
	N	20	20	20
	S.S.	1.32	0.18	1.14
	Min.	87.35	1.26	15.14
	Max.	91.76	1.95	18.11
	V	1.73	0.03	1.30
TW1	$\bar{X}$	76.97	4.34	23.28
	N	20	20	20
	S.S.	1.58	0.34	1.04
	Min.	74.05	3.64	21.72
	Max.	79.98	4.99	25.51
	V	2.49	0.11	1.08
TW2	$\bar{X}$	61.78	*8.20	*25.60
	N	20	20	20
	S.S.	0.80	0.50	0.91
	Min.	60.28	7.37	24.46
	Max.	62.97	8.99	27.33
	V	0.64	0.25	0.83

KÖ: Kontrol örnekleri TW1: Thermo S 190°C, 1.5 saat, TW2: Thermo D 212°C, 2 saat ısıl işlem uygulaması  
 $\bar{X}$ : Aritmetik ortalama, N: Örneklem sayısı, S.S.: Standart sapma, Min.: En düşük değer, Max.: En yüksek değer, V: Varyans, T: Isıl işlem sıcaklığı (°C). \* En yüksek değeri ifade eder.

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında yapılan renk ölçümleri sonucunda en yüksek renk parlaklık değeri; KÖ (L=89.59), en düşük renk parlaklık değeri ; TW2’de (L=61.78) olarak saptanmıştır. En yüksek kırmızı renk değeri; TW2’de (a\*=8.20), en düşük kırmızı renk değeri ise; KÖ’de (a\*=1.63) olarak tespit edilmiştir. En yüksek sarı renk değeri; TW2’de (b\*=25.6), en düşük sarı renk değeri ise; KÖ’de (b\*=16.36) olarak bulunmuştur.

İki farklı ısıl işlem süreci ve dört farklı türde vernik uygulaması yapılmış deney numuneleri ait renk ölçüm değerleri aşağıdaki çalışmalarda belirtilmiştir.

### 3.1.1. Renk Parlaklık Değeri (L\*)

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Su bazlı vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen ortalama renk parlaklığı değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde renk parlaklığına ait değerler.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	88.05	0.55	0.17	87.65	88.45	87.37	88.9
TW1	10	73.58	0.64	0.20	73.11	74.04	72.80	74.37
TW2	10	51.83	0.87	0.27	51.20	52.45	50.99	53.41
Toplam	30	71.20	15.15	2.76	65.49	76.81	50.99	88.9

Vernik türünün renk parlaklığı ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.3’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları.

(L*)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar	6649.07	2	3324.53	6.68	0.000
Guruplar	13.44	27	0.49		
Toplam	6662.51	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

**Çizelge 3.4.** İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	88.06	A	KÖ – TW1	14.48*	13.66	15.29
TW1	1	73.58	B	KÖ – TW2	36.22*	35.41	37.04
TW2	2	51.83	C	TW1- TW2	21.75*	20.93	22.57

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.



Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Akrilik vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen ortalama renk parlaklığı değerleri Çizelge 3.5’de verilmiştir.

**Çizelge 3.5.** İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde renk parlaklığına ait değerler.

T	N	$\bar{X}$	S. S	S. Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	86.36	0.77	0.24	85.81	86.91	84.79	87.49
TW1	10	69.01	0.98	0.31	68.31	69.71	68.01	70.64
TW2	10	40.12	0.18	0.06	39.98	40.25	39.85	40.32
Toplam	30	65.16	19.41	3.54	57.91	72.41	39.85	87.49

Vernik türünün renk parlaklık ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.6’ da verilmiştir.

**Çizelge 3.6.** Akrilik vernik türünde TVA sonuçları.

(L*)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	10913.80	2	5456.89	10286.69	0.00
Guruplar içerisinde	14.32	27	0.53048		
Toplam	10928.12	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

**Çizelge 3.7.** İİGTÖ İle KÖ, Akrilik vernik türünde renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	86.36	A	KÖ – TW1	17.35*	16.50	18.19
TW1	1	69.01	B	KÖ – TW2	46.24*	45.40	47.09
TW2	2	40.12	C	TW1- TW2	28.89*	28.05	29.74

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “U.V. vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen ortalama renk parlaklığı değerleri Çizelge 3.8’de verilmiştir.

**Çizelge 3.8.** İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde renk parlaklığına ait değerler.

T	N	$\bar{X}$	S. S	S. Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	87.09	0.72	0.23	86.58	87.61	85.40	87.85
TW1	10	71.83	0.43	0.14	71.53	72.14	71.01	72.45
TW2	10	47.08	1.92	0.60	45.70	48.45	44.56	49.01
Toplam	30	68.67	16.81	3.07	62.39	74.94	44.56	87.85

Vernik türünün renk parlaklığı ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.9’ da verilmiştir.

**Çizelge 3.9.** U.V. vernik türünde TVA sonuçları.

(L*)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	8156.57	2	4078.28	2783.00	0.000
Guruplar içerisinde	39.567	27	1.465		
Toplam	8196.13	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.10’da verilmiştir.

**Çizelge 3.10.** İİGTÖ İle KÖ, U.V. vernik türünde renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	87.10	A	KÖ – TW1	15.26*	13.86	16.66
TW1	1	71.83	B	KÖ – TW2	40.01*	38.61	41.42
TW2	2	47.08	C	TW1- TW2	24.75*	23.35	26.16

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Tik yağı” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen ortalama renk parlaklığı değerleri Çizelge 3.11’de verilmiştir.

**Çizelge 3.11.** İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının renk parlaklığına ait değerler.

T	N	$\bar{X}$	S. S	S. Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	87.36	1.09	0.35	86.57	88.14	86.38	89.27
TW1	10	64.70	1.28	0.40	63.78	65.62	62.88	66.39
TW2	10	39.07	0.67	0.21	38.59	39.54	37.94	39.95
Toplam	30	63.71	20.09	3.67	56.20	71.21	37.94	89.27

Vernik türünün renk parlaklık ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.12’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.12.** Tik yağı uygulamasının TVA sonuçları.

(L*)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	11673.90	2	5836.96	5302.00	0.000
Guruplar içerisinde	29.72	27	1.101		
Toplam	11703.70	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.13’de verilmiştir.

**Çizelge 3.13.** İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının renk parlaklığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	87.36	A	KÖ – TW1	22.66*	21.43	23.87
TW1	1	64.07	B	KÖ – TW2	48.29*	47.07	49.50
TW2	2	39.07	C	TW1- TW2	25.63*	24.42	26.85

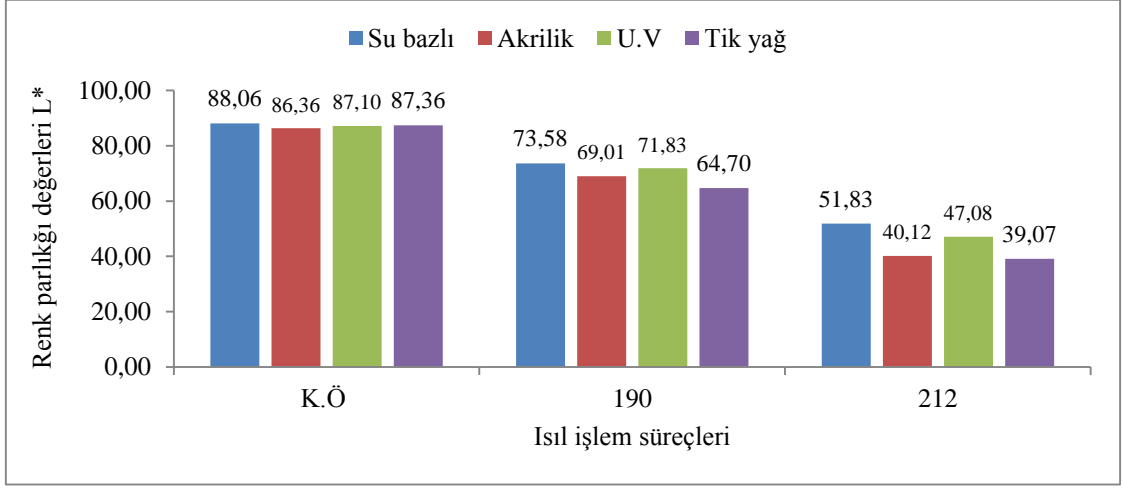
HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört farklı vernik türünde (Su bazlı, Akrilik, U.V. ve Tik yağı) verniklendikten sonra deney örneklerinin, renk parlaklığına ait spss veri analizi değerleri Çizelge 3.14’de verilmiştir. Ayrıca vernik türü değişkenine ait renk parlaklığı değerleri Şekil 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.14.** İİGTÖ ve KÖ, renk parlaklığına ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.

Ağaç Türü	Faktör: AB		$\bar{X}$	N	S.S	V	Min.	Max.
	Isıl işlem süreci	Vernik Türü						
Doğu Ladini ( <i>Picea Orientalis</i> )	KÖ	Su bazlı	*88.05	10	.558	.312	87.37	88.90
		Akrilik	86.35	10	.772	.597	84.79	87.49
		U.V.	87.09	10	.719	.518	85.40	87.85
		Tik yağı	87.35	10	1.094	1.198	86.38	89.27
		Toplam	87.21	40	.991	.98	84.79	89.27
	TW1	Su bazlı	*73.58	10	0.65	0.42	72.80	74.37
		Akrilik	69.01	10	0.98	0.96	68.01	70.64
		U.V.	71.83	10	0.43	0.19	71.01	72.45
		Tik yağı	64.70	10	1.29	1.66	62.88	66.39
		Toplam	69.78	40	3.51	12.29	62.88	74.37
	TW2	Su bazlı	*51.83	10	0.87	0.76	50.99	53.41
		Akrilik	40.12	10	0.18	0.03	39.85	40.32
		U.V.	47.08	10	1.92	3.69	44.56	49.01
		Tik yağı	39.07	10	0.67	0.45	37.94	39.95
		Toplam	44.52	40	5.40	29.12	37.94	53.41
	Toplam	Su bazlı	*62.71	20	11.18	125.04	50.99	74.37
		Akrilik	54.56	20	14.84	220.17	39.85	70.64
		U.V.	59.46	20	12.77	163.09	44.56	72.45
		Tik yağı	51.89	20	13.19	173.92	37.94	66.39
		Toplam	57.15	80	13.49	181.95	37.94	74.37

KÖ: Kontrol , TW1: Thermo S 190°C, 1.5 saat, TW2: Thermo D 212°C, 2 saat ısıl işlem uygulaması,  $\bar{X}$  : Aritmetik ortalama, N: Örneklem sayısı, S.S.: Standart sapma, Min.: En düşük değer, Max.: En yüksek değer, V: Varyans, \* En yüksek değeri ifade eder, Faktör A: ısıl işlem süreci, Faktör B: Vernik türü, Faktör AB: ısıl işlem\*vernük türü etkileşimi.



**Şekil 3.1.** İİGTÖ ile KÖ arasında VT, renk parlaklığına ait değerler.

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında dört farklı vernik türünde (Su bazlı, Akrilik, U.V. ve tik yağı) verniklendikten sonra yapılan renk ölçümleri sonucunda KÖ'de; en yüksek renk parlaklığı değeri Su bazlı vernik ile verniklenmiş numunelerde ( $L_{su}=88.05$ ), en düşük renk parlaklığı değeri ise Akrilik vernik ile verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir ( $L_{akrilik}=86.35$ ). Isıl işlem TW1 süreçlerinde; en yüksek renk parlaklığı değeri su bazlı vernik ile verniklenmiş numunelerde ( $L_{su}=73.58$ ), en düşük renk parlaklığı değeri ise Tik yağı uygulanmış numunelerde tespit edilmiştir ( $L_{tik}=64.70$ ). Isıl işlemin TW2 süreçlerinde ise; en yüksek renk parlaklığı değeri su bazlı vernik uygulanmış numunelerde ( $L_{su}=51.83$ ), en düşük renk parlaklık değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde görülmüştür ( $L_{tik}=39.07$ ).

Renk parlaklık değerleri ısıtma işlemi ve vernik türü süreçlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu varyans analizi (ÇVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.15'de verilmiştir.

**Çizelge 3.15.** İİGTÖ ile KÖ, renk parlaklığına ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P. $\alpha=0.05$
Isıl işlem (A)	36861.39	2	18430.69	207.87	0.000*
Vernik (B)	1024.41	3	341.47	3.85	0.075
Isıl işlem * Vernik (AB)	531.98	6	88.66	98.65	0.000*
Hata	97.06	108	.89		
Toplam	38514.84	119.00			

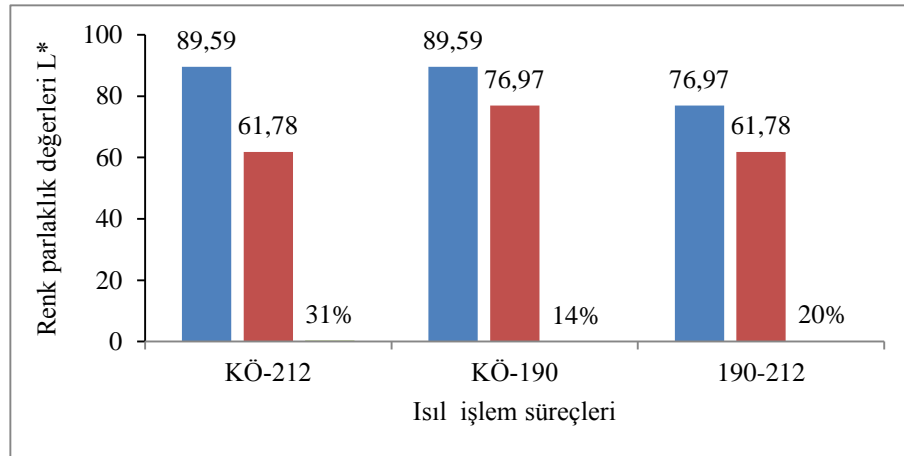
\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Çoklu varyans analiz sonucuna göre renk parlaklığı değerleri “ısıl işlem süreci” ve “ısıl işlem süreci\*vernük türü” periyodu karşılıklı etkileşimi anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). Isıl işlem ve vernük türü periyodu (İİS\*VT) düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları ve etkileşim değerleri Çizelge 3.16’da verilmiştir. Ayrıca ısıl işlem süreçlerine (İİS) göre renk parlaklığı değerlerinin (%) değişimi Şekil 3.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.16.** İİGTÖ ile KÖ, İİS\*VT, renk parkalığına ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Isıl İşlem Süreçleri				95% Güvenirlilik düzeyinde		
				Etkileşim değerleri		
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	
KÖ	-	89.59	A	KÖ – TW1	12.62	
TW1	1	76.97	B	KÖ – TW2	27.81	
TW2	2	61.78	C	TW1- TW2	15.19	
Vernük Türü				95% Güvenirlilik düzeyinde		
				Etkileşim değerleri		
T	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark
Su bazlı	71.16	A	SV-AV	6.00	AV-U.V.	-3.51
Akrilik	65.16	B	SV-U.V.	2.49	AV-Tik	1.45
U.V.	68.67	C	SV-Tik	7.45	U.V-Tik	4.96
Tik yağı	63.71	D				

HG:Homojenlik grubu, SV: Su bazlı vernük, AV; Akrilik vernük, U.V.: UV vernüğü, Tik: Tik yağı.



**Şekil 3.2.** İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, renk parlaklığı değerinin değişimi (%).

Çizelge 3.16’ya göre İİS düzeyinde renk parlaklığına ilişkin en yüksek değer KÖ’ de (89.59), en düşük renk parlaklığı değeri TW2’de İİGTÖ tespit edilmiştir (61.78). Çizelge 3.16’da VT düzeyindeki etkileşimde ise; renk parlaklığı değeri en yüksek su bazlı vernük numunelerinde (71.16), en düşük renk parlaklığı değeri ise Tik yağı ile yağlanmış numunelerde tespit edilmiştir (63.71).

Şekil 3.2’ de İİGTÖ ile KÖ arasında İİS göre, renk parlaklığındaki değişim oranları KÖ-TW2’de (%31), KÖ-TW1’de (%14) ve TW1-TW2 arasında (%20) olarak tespit edilmiştir. En yüksek renk parlaklık değişimi; KÖ-TW2 süreçlerinde (%31), en düşük renk parlaklık değişim oranı ise KÖ-TW1 süreçleri arasında (%14) olarak tespit edilmiştir.

Literatürde ısı işleme maruz bırakılmış ağaç malzemelerin renk parlaklığı değerinde kayda değer bir azalma olduğu ifade edilmektedir (Johansson 2008; Sundqvist 2004). Ladin odununa farklı bağıl nem oranlarında 200°C sıcaklıkta, 2, 4, 8, 10 ve 24 saat ve 100, 150, 200°C’de ise 24 saat süre ile ısı işleme uygulamışlar renk parlaklığı değerinin artan zamana göre azaldığını saptanmıştır (Bekhta ve Niemz 2003).

Literatürde Söğütü ve Sönmez (2006) yılında yaptıkları bir çalışmada renk parlaklık değerlerindeki azalmanın renk tonunda koyulaşmaya artışının ise rengin açıldığı anlamına gelebileceğini bildirmiştir. Verniklerin renk parlaklık değerini artırıcı etkiye bulunmasının bu verniklerin yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 3.1.2. Kırmızı Renk Değeri (+a)

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Su bazlı vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen kırmızı renk değerleri Çizelge 3.17’de verilmiştir.

**Çizelge 3.17.** İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde kırmızı renk değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	0.64	0.07	0.02	0.58	0.69	0.57	0.83
TW1	10	5.07	0.26	0.08	4.88	5.26	4.69	5.67
TW2	10	11.1	0.38	0.12	10.82	11.37	10.4	11.9
Toplam	30	*5.60	4.36	0.797	3.97	7.23	0.57	11.9

Vernik türünün Kırmızı renk ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.18’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.18.** Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları.

(+a)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	551.30	2	275.65	3717.00	0.000
Guruplar içerisinde	2.002	27	0.07		
Toplam	553.30	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.19’da verilmiştir.

**Çizelge 3.19.** İİGTÖ İle KÖ, Su bazlı vernik türünde kırmızı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	0.64	A	KÖ – TW1	-4.43*	-4.75	-4.12
TW1	1	5.07	B	KÖ – TW2	-10.46*	-10.78	-10.15
TW2	2	11.10	C	TW1- TW2	-6.03*	-6.34	-5.71

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Akrilik vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen kırmızı renk değerleri Çizelge 3.20’de verilmiştir.

**Çizelge 3.20.** İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde kırmızı renk değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	1.19	0.07	0.02	1.14	1.24	1.1	1.32
TW1	10	7.47	0.66	0.21	6.99	7.95	6.58	8.16
TW2	10	15.89	0.23	0.07	15.72	16.06	15.4	16.10
Toplam	30	8.18	6.13	1.12	5.89	10.48	1.10	16.10

Vernik türünün kırmızı renk ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.21’ de verilmiştir.



**Çizelge 3.21.** Akrilik vernik türünde TVA sonuçları.

(+a)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	1087.65	2	543.824	3218.00	0.000
Guruplar içerisinde	4.563	27	0.169		
Toplam	1092.21	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.22’de verilmiştir.

**Çizelge 3.22.** İİGTÖ İle KÖ, Akrilik vernik türünde kırmızı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	1.19	A	KÖ – TW1	-6.28*	-6.75	-5.80
TW1	1	7.47	B	KÖ – TW2	-14.70*	-15.17	-14.22
TW2	2	15.89	C	TW1- TW2	-8.42*	-8.89	-7.94

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “ Akrilik vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen kırmızı renk değerleri Çizelge 3.23’de verilmiştir.

**Çizelge 3.23.** İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde kırmızı renk değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	0.734	0.05211	0.01648	0.6967	0.7713	0.67	0.82
TW1	10	5.786	0.25277	0.07993	5.6052	5.9668	5.23	6.08
TW2	10	12.83	0.56184	0.17767	12.4281	13.2319	11.9	13.6
Toplam	30	6.45	5.05699	0.92328	4.5617	8.3383	0.67	13.6

Vernik türünün kırmızı renk ölçüm değeri ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.24’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.24.** U.V. vernik türünde TVA sonuçları.

(+a)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	738.18	2	369.09	2897.00	0.000
Guruplar içerisinde	3.44	27	0.127		
Toplam	741.62	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.25’de verilmiştir.

**Çizelge 3.25.** İİGTÖ İle KÖ, U.V. vernik türünde kırmızı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	0.73	A	KÖ – TW1	-5.05*	-5.46	-4.63
TW1	1	5.79	B	KÖ – TW2	-12.09*	-12.50	-11.68
TW2	2	12.83	C	TW1- TW2	-7.04*	-7.45	-6.63

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “ Tik yağı” ile üst yüzey uygulaması yapıldıktan sonra elde edilen kırmızı renk değerleri Çizelge 3.26’da verilmiştir.

**Çizelge 3.26.** İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının kırmızı renk değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	1.43	0.03629	0.01147	1.409	1.461	1.36	1.47
TW1	10	9.36	0.42665	0.13492	9.0508	9.6612	8.64	9.96
TW2	10	12.31	0.49318	0.15596	11.9572	12.6628	11.4	12.8
Toplam	30	7.70	4.68411	0.8552	5.9513	9.4494	1.36	12.8

Vernik türünün kırmızı renk ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.27’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.27.** Tik yağı uygulamasının TVA sonuçları.

(+a)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	632.447	2	316.223	2224.00	0.000
Guruplar içerisinde	3.839	27	0.142		
Toplam	636.286	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.28’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.28.** İİGTÖ İle KÖ, Tik yağı uygulamasının kırmızı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

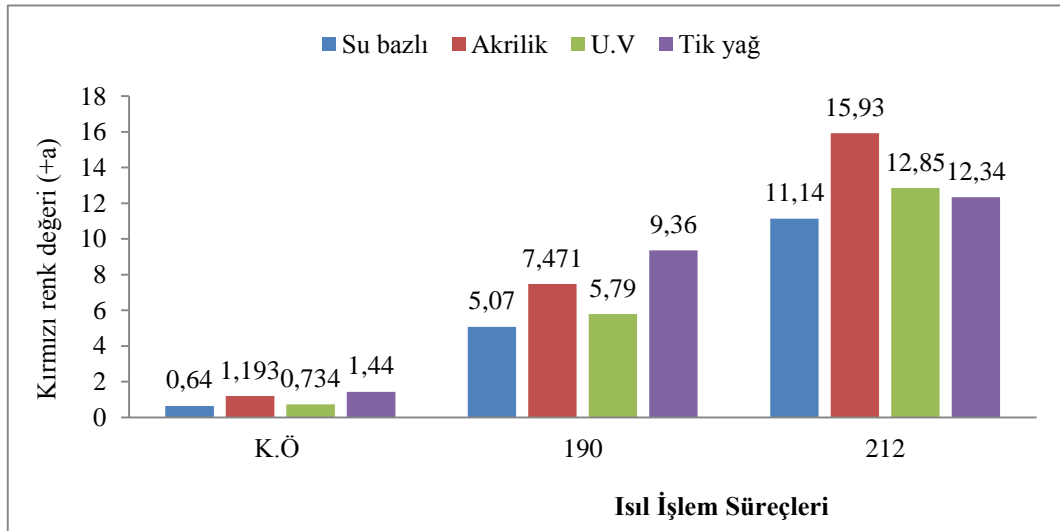
Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	1.44	A	KÖ – TW1	-7.92*	-8.35	-7.48
TW1	1	9.36	B	KÖ – TW2	-10.86*	-11.31	-10.43
TW2	2	12.31	C	TW1- TW2	-2.95*	-3.39	-2.51

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört farklı vernik türünde (Su bazlı. Akrilik. U.V. ve Tik yağı) verniklendikten sonra deney örneklerinin, kırmızı renk değerlerine ait spss veri analizi değerleri Çizelge 3.29’ de verilmiştir. Ayrıca VT, değişkenine ait kırmızı renk değerleri Şekil 3.3’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.29.** İİGTÖ ve KÖ, kırmızı renk değerine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.

Ağaç Türü	Faktör: AB		$\bar{X}$	N	S	V	Min.	Max.
	Isıl İşlem Süreci	Vernik Türü						
Doğu Ladini ( <i>Picea Orientalis</i> )	KÖ	Su bazlı	0.64	10	0.08	0.01	0.57	0.83
		Akrilik	1.19	10	0.07	0.00	1.10	1.32
		U.V.	0.73	10	0.05	0.00	0.67	0.82
		Tik yağı	*1.44	10	0.04	0.00	1.36	1.47
		Toplam	1.00	40	0.34	0.11	0.57	1.47
	TW1	Su bazlı	5.07	10	0.26	0.07	4.69	5.67
		Akrilik	7.47	10	0.67	0.45	6.58	8.16
		U.V.	5.79	10	0.25	0.06	5.23	6.08
		Tik yağı	*9.36	10	0.43	0.18	8.64	9.96
		Toplam	6.92	40	1.73	2.98	4.69	9.96
	TW2	Su bazlı	11.14	10	0.40	0.16	10.42	11.98
		Akrilik	*15.93	10	0.23	0.05	15.42	16.15
		U.V.	12.85	10	0.58	0.33	11.91	13.66
		Tik yağı	12.34	10	0.50	0.25	11.41	12.80
		Toplam	13.07	40	1.84	3.39	10.42	16.15
	Toplam	Su bazlı	8.11	20	3.13	9.80	4.69	11.98
		Akrilik	*11.70	20	4.37	19.08	6.58	16.15
		U.V.	9.32	20	3.65	13.33	5.23	13.66
		Tik yağı	10.85	20	1.60	2.55	8.64	12.80
		Toplam	9.99	80	3.56	12.70	4.69	16.15



**Şekil 3.3.** İİGTÖ ile KÖ arasında VT, kırmızı renk değerleri.

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında dört farklı vernik (Su bazlı, Akrilik, U.V. ve tik yağı) ile verniklendikten sonra yapılan kırmızı renk ölçümleri sonucunda KÖ’de; en yüksek kırmızı renk değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde ( $+a_{tik}=1.44$ ), en düşük kırmızı renk değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir ( $+a_{su}=0.64$ ).

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında TW1 süreçlerinde; en yüksek kırmızı renk değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde ( $+a_{tik}=9.36$ ), en düşük kırmızı renk değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir ( $+a_{su}=5.07$ ). Isıl işlem TW2 süreçlerinde ise; en yüksek kırmızı renk değeri Akrilik verniklenmiş numunelerde ( $+a_{akrilik}=15.93$ ), en düşük kırmızı renk değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde görülmüştür ( $+a_{su}=11.14$ ).

Kırmızı renk değerleri ısıl işlem süreci ve vernik türüne göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla (ÇVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.30’da verilmiştir.

**Çizelge 3.30.** İİGTÖ ile KÖ, kırmızı renk değerine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P. $\alpha=0.05$
Isıl işlem (A)	2912.103	2	1456.052	76.485	0.000*
Vernik (B)	124.363	3	41.454	2.178	0.191
Isıl işlem*Vernik (AB)	114.223	6	19.037	145.777	0.000*
Hata	14.104	108			
Toplam	3164.793	119.00			

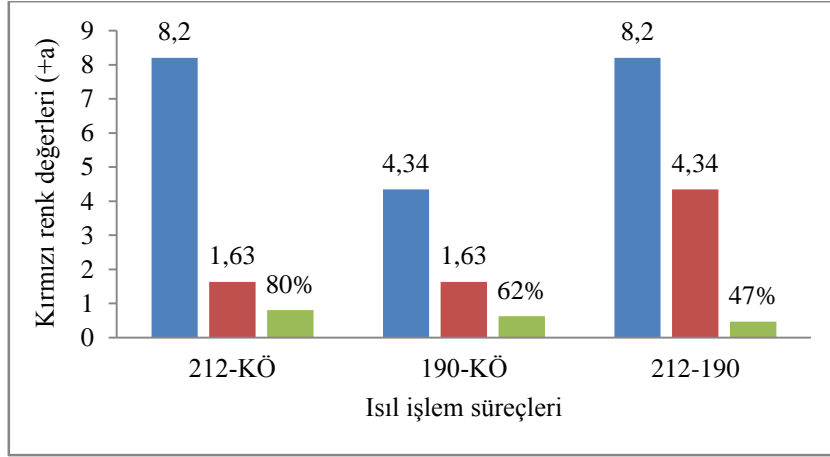
\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Çoklu varyans analiz sonucuna göre kırmızı renk değerleri “İİS” ve “İİS\*VT” periyodu karşılıklı etkileşimi anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). İİS\*VT düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.31’ de verilmiştir. Ayrıca İİS göre kırmızı renk değerlerinin (%) değişimi Şekil 3.4’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.31.** İİGTÖ ile KÖ, İİS\*VT, kırmızı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Isıl İşlem Süreçleri				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark		
KÖ	-	1.63	A	KÖ – TW1	-2,71		
TW1	1	4.34	B	KÖ – TW2	-6.57		
TW2	2	8.20	C	TW1- TW2	-3.86		
Vernik Türü				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark	
Su bazlı	5.60	A	SV-AV	-2.58	AV-U.V.	1.73	
Akrilik	8.18	B	SV-U.V.	-0.85	AV-Tik	2.39	
U.V.	6.45	C	SV-Tik	-0.19	U.V-Tik	0.66	
Tik yağı	5.79	D					

HG:Homojenlik grubu, SV: Su bazlı vernik, AV; Akrilik vernik, U.V.: UV verniği, Tik: Tik yağı.



**Şekil 3.4.** İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, kırmızı renk değerinin değişimi (%).

Çizelge 3.31'e göre, İİS; en yüksek kırmızı renk değeri TW2'de (8.2), en düşük kırmızı renk değeri KÖ tespit edilmiştir (1.63). Çizelge 3.31'e göre VT; en yüksek kırmızı renk değeri akrilik vernik numunelerinde (8.18), en düşük kırmızı renk değeri ise Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (5.60).

Şekil 3.4' de İİGTÖ ile KÖ arasında, İİS göre kırmızı renk değişim değeri; TW2-KÖ' de (%80), TW1-KÖ' de (%62) ve TW2 ile TW1 arasında (%47) olarak tespit edilmiştir. En yüksek kırmızı renk değişim değeri; TW2 ile KÖ arasında (%80), en düşük kırmızı renk değişim değeri ise; ısıl işlem süreçleri, TW2-TW1 arasında (%47) olarak tespit edilmiştir.

Literatürde ısıtım işlem süresi arttıkça ağaç malzemenin kırmızı renk değeri arttığı ifade edilmektedir (Korkut ve Kocaefe 2009). Bekhta ve Niemi (2003) yapmış oldukları çalışmada Ladin odununa, farklı bağıl nem oranlarında 200°C sıcaklıkta (2, 4, 8, 10 ve 24 saat) ve 100, 150, 200°C’de yirmi dört saat süre ile uygulanan ısıtım işlem sonucunda kırmızı renk değeri ilk 2 saatlik işlem esnasındaki değeri ile yaklaşık %38-53 oranları arasında arttığını bildirmişlerdir.

Elde edilen literatür bilgilerinde; ısıtım işlemin ağaç malzemenin pH değerini düşürerek daha asidik bir yapıya neden olduğu ve malzemenin kırmızı renk değerini arttırıcı bir etki yaptığı ifade edilmiştir (Sundqvist ve diğ. 2006). Çakıcıer (2007) çalışmasında, Sarıçam örneklerinde, odunun yapısında bulunan ekstraktiflerin etkisi ile kırmızı renk tonu değerlerinde artış görüldüğünü bildirmiştir. Araştırmasında kullandığı tek bileşenli su bazlı vernikte iki kat uyguladığında yüksek değerler elde edildiğini, bunu sırasıyla çift bileşenli akrilik modifiyeli su bazlı vernik iki kat uygulaması ardından da tek bileşenli üç kat ve iki kat uygulanan su bazlı verniklerin takip ettiğini belirtmiştir.

### 3.1.3. Sarı Renk Değeri (+b)

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Su bazlı vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen sarı renk değerleri Çizelge 3.32’de verilmiştir.

**Çizelge 3.32.** İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde sarı renk değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	19.94	0.44006	0.13916	19.6292	20.2588	19.31	20.7
TW1	10	28.87	0.42018	0.13287	28.5674	29.1686	28.2	29.9
TW2	10	32.93	0.31892	0.10085	32.7019	33.1581	32.46	33.44
Toplam	30	27.247	5.52994	1.00962	25.1824	29.3122	19.31	33.44

Vernik türünün sarı renk ölçüm değeri ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.33’de verilmiştir.

**Çizelge 3.33.** Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları.

(+b)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	882.579	2	441.29	2805.00	0.000
Guruplar içerisinde	4.247	27	0.157		
Toplam	886.827	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.34’de verilmiştir.

**Çizelge 3.34.** İİGTÖ İle KÖ, Su bazlı vernik türünde sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt	Üst Sınır
KÖ	-	19.94	A	KÖ – TW1	-8.924*	-9.38	-8.46
TW1	1	28.87	B	KÖ – TW2	-12.986*	-13.44	-12.52
TW2	2	32.93	C	TW1- TW2	-4.062*	-4.52	-3.60

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Akrilik vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen sarı renk değerleri Çizelge 3.35’de verilmiştir.

**Çizelge 3.35.** İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde sarı renk değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	21.36	0.3585	0.11337	21.1025	21.6155	20.72	21.97
TW1	10	37.49	1.07142	0.33881	36.7215	38.2545	35.8	38.82
TW2	10	35.46	0.54726	0.17306	35.0715	35.8545	34.74	36.32
Toplam	30	31.44	7.32986	1.33824	28.6997	34.1737	20.72	38.82

Vernik türünün sarı renk ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.36’ da verilmiştir.



**Çizelge 3.36.** Akrilik vernik türünde TVA sonuçları.

(+)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	1543.89	2	771.947	1469.00	0.000
Guruplar içerisinde	14.184	27	0.525		
Toplam	1558.08	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.37’de verilmiştir.

**Çizelge 3.37.** İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt	Üst Sınır
KÖ	-	21.36	A	KÖ – TW1	-16.129*	-16.96	-15.28
TW1	1	37.49	B	KÖ – TW2	-14.104*	-14.94	-13.26
TW2	2	32.93	C	TW1- TW2	2.025*	1.18	2.86

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “U.V. vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen sarı renk değerleri Çizelge 3.38’de verilmiştir.

**Çizelge 3.38.** İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde sarı renk değerine ait ölçüm değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	20.94	0.40634	0.1285	20.6493	21.2307	20.13	21.39
TW1	10	26.75	0.8214	0.25975	26.1634	27.3386	25.25	27.55
TW2	10	34.40	0.32166	0.10172	34.1699	34.6301	33.82	34.77
Toplam	30	27.36	5.63235	1.02832	25.2605	29.4668	20.13	34.77

Vernik türünün sarı renk ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.39’ da verilmiştir.

**Çizelge 3.39.** U.V. vernik türünde TVA sonuçları.

(+b)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	911.488	2	455.744	1449.00	0.000
Guruplar içerisinde	8.489	27	0.314		
Toplam	919.978	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş.  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.40’da verilmiştir.

**Çizelge 3.40.** İİGTÖ İle KÖ, U.V. vernik türünde sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt	Üst Sınır
KÖ	-	20.94	A	KÖ – TW1	-5.811*	-6.46	-5.16
TW1	1	26.75	B	KÖ – TW2	-13.460*	-14.10	-12.81
TW2	2	34.40	C	TW1- TW2	-7.649*	-8.29	-6.99

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Tik yağı” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen sarı renk değerleri Çizelge 3.41’de verilmiştir.

**Çizelge 3.41.** İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının sarı renk değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	29.003	0.78859	0.24937	28.4389	29.5671	28.03	30.35
TW1	10	38.578	0.41518	0.13129	38.281	38.875	37.92	39.25
TW2	10	18.133	1.06934	0.33816	17.368	18.898	16.04	19.69
Toplam	30	28.5713	8.53032	1.55742	25.3861	31.7566	16.04	39.25

Vernik türünün sarı renk ölçüm değer ortalamaları farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.42’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.42.** Tik yağı TVA sonuçları.

(+b)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	2092.79	2	1046.39	1620.00	0.000
Guruplar içerisinde	17.44	27	0.646		
Toplam	2110.23	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.43’de verilmiştir.

**Çizelge 3.43.** İİGTÖ İle KÖ, Tik yağı uygulamasının sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

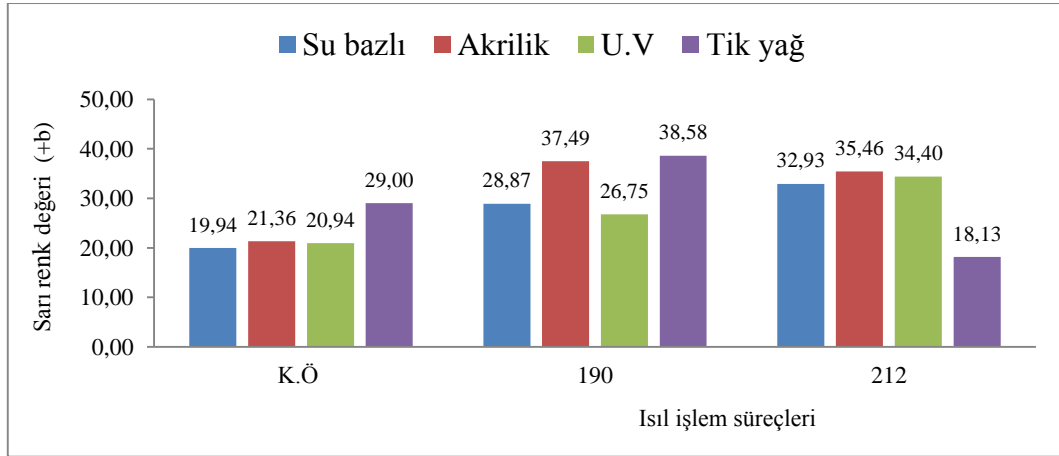
Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	29.00	A	KÖ – TW1	-9.575*	-10.50	-8.64
TW1	1	38.58	B	KÖ – TW2	10.870*	9.93	11.80
TW2	2	18.13	C	TW1- TW2	20.445*	19.51	21.37

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört farklı vernik türünde (Su bazlı. Akrilik. U.V. ve tik yağı) verniklendikten sonra deney örneklerinin, sarı renk değerlerine ait spss veri analizi değerleri Çizelge 3.44’de verilmiştir. Ayrıca VT, değişkenine ait sarı renk değerleri Şekil 3.5’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.44.** İİGTÖ ve KÖ, sarı renk değerine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.

Ağaç Türü	Faktör: AB		$\bar{X}$	N	S	V	Min.	Max.
	Isıl işlem Süreci	Vernik Türü						
Doğu Ladini ( <i>Picea Orientalis</i> )	KÖ	Su bazlı	19.94	10	0.44	0.19	19.31	20.70
		Akrilik	21.36	10	0.36	0.13	20.72	21.97
		U.V.	20.94	10	0.41	0.17	20.13	21.39
		Tik yağı	*29.00	10	0.79	0.62	28.03	30.35
		Toplam	22.81	40	3.69	13.63	19.31	30.35
	TW1	Su bazlı	28.87	10	0.42	0.18	28.20	29.90
		Akrilik	37.49	10	1.07	1.15	35.80	38.82
		U.V.	26.75	10	0.82	0.67	25.25	27.55
		Tik yağı	*38.58	10	0.42	0.17	37.92	39.25
		Toplam	32.92	40	5.29	28.03	25.25	39.25
	TW2	Su bazlı	32.93	10	0.32	0.10	32.46	33.44
		Akrilik	*35.46	10	0.55	0.30	34.74	36.32
		U.V.	34.40	10	0.32	0.10	33.82	34.77
		Tik yağı	18.13	10	1.07	1.14	16.04	19.69
		Total	30.23	40	7.16	51.25	16.04	36.32
	Toplam	Su bazlı	30.90	20	2.12	4.47	28.20	33.44
		Akrilik	36.48	20	1.33	1.76	34.74	38.82
		U.V.	30.58	20	3.97	15.77	25.25	34.77
		Tik yağı	28.36	20	10.52	110.62	16.04	39.25
		Total	31.58	80	6.40	40.97	16.04	39.25



**Şekil 3.5.** İİGTÖ ile KÖ arasında VT, sarı renk değerleri.

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında dört farklı vernik (Su bazlı, Akrilik, U.V. ve Tik yağı) ile verniklendikten sonra yapılan sarı renk ölçümleri sonucunda KÖ'de; en yüksek sarı renk değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde ( $+b_{tik}=29.00$ ), en düşük sarı renk değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir ( $+b_{su}=19.94$ ).

Isıl işlem TW1 süreçlerinde; en yüksek sarı renk değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde ( $+b_{tik}=38.58$ ), en düşük sarı renk değeri U.V. verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir ( $+b_{u.v.}=26.75$ ). Isıl işlem TW2 süreçlerinde ise; en yüksek sarı renk değeri Akrilik verniklenmiş numunelerde ( $+b_{akrilik}=35.46$ ), en düşük sarı renk değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde görülmüştür ( $+b_{su}=32.93$ ).

Sarı renk değerleri İİS ve VT göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla (ÇVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.45’de verilmiştir.

**Çizelge 3.45.** İİGTÖ ile KÖ, sarı renk değerine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.

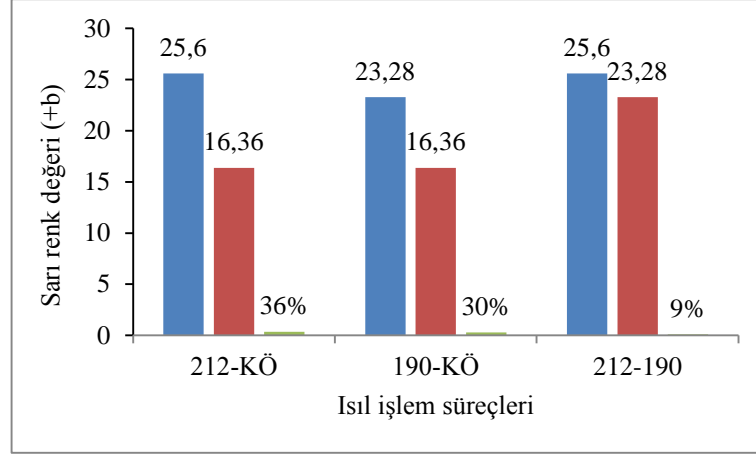
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P. $\alpha=0.05$
Isıl işlem (A)	2193.309	2	1096.655	2.032	0.211
Vernik (B)	341.812	3	113.937	.211	0.885
Isıl işlem*Vernik (AB)	3237.437	6	539.573	1313.660	0.000*
Hata	44.360	108			
Toplam	5816.919	119.000			

Çoklu varyans analiz sonucuna göre sarı renk değerleri “İİS\*VT” periyodu etkileşimi anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). İİS\*VT düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.46’ de verilmiştir. Ayrıca İİS göre sarı renk değerlerinin (%) değişimi Şekil 3.6’ da verilmiştir.

**Çizelge 3.46.** İİGTÖ ile KÖ, İİS\*VT, sarı renk değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Isıl İşlem Süreçleri				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark		
KÖ	-	16.36	A	KÖ – TW1	-6.92		
TW1	1	23.28	B	KÖ – TW2	-9.24		
TW2	2	25.60	C	TW1- TW2	-2.32		
Vernik Türü				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark	
Su bazlı	27.25	A	SV-AV	-4.19	AV-U.V.	4.08	
Akrilik	31.44	B	SV-U.V.	-0.11	AV-Tik	2.87	
U.V.	27.36	A	SV-Tik	-1.32	U.V-Tik	-1.21	
Tik yağı	28.57	C					

HG:Homojenlik grubu, SV: Su bazlı vernik, AV; Akrilik vernik, U.V.: UV verniği, Tik: Tik yağı.



**Şekil 3.6.** İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, sarı renk değerinin değişimi (%).

Çizelge 3.46'ya göre, İİS; en yüksek sarı renk değeri TW2'de (25.60), en düşük sarı renk değeri KÖ tespit edilmiştir (16.36). VT; en yüksek sarı renk değeri akrilik vernik numunelerinde (31.44), en düşük sarı renk değeri ise Su bazlı (27.25) ve U.V vernikli (27.36) numunelerde tespit edilmiştir.

Şekil 3.6' da İİGTÖ ile KÖ arasında İİS göre, sarı renk değişim değeri; TW2-KÖ' de (%36), TW1-KÖ' de (%30) ve ısıl işlem süreçleri TW2-TW1 arasında (%9) olarak tespit edilmiştir. Buna göre, en yüksek sarı renk değişimi; TW2-KÖ' de (%36), en düşük sarı renk değişim değeri ise; TW2-TW1 arasındadır (%9).

Renk verme maddeleri olarak bilinen reaktif bileşikler ligninde bulunan  $\alpha$ - ve  $\beta$ -arylether bağlarının kopması ve hemiselülozun bozunması ile açığa çıkmaktadır (Sundqvist 2004). Isıl işlem sonucu malzemede oluşan bu yan ürünler renk açma kimyasalları ile etkileşime girerek malzeme yüzeylerinde farklı değerlerde sarı renk tonu oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir. Literatürde ısıl işlem sıcaklık derecesinin yükselmesi ağaç malzeme yüzeyinin sarı renk değerini artırıcı bir etkiye neden olduğu bildirilmektedir (Korkut ve Kocafe 2009). Isıl işlem süreçlerinde elde olunan sarı renk değerlerinde değişimin önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 3.46 ve Şekil 3.6).

Johansson (2008)'de Huş odununa 175<sup>0</sup>C sıcaklıkta ve farklı zaman periyotlarında uyguladığı ısıl işlem sonucunda malzemenin sarı renk değerinin 17'den 23'kadar yükseldiğini bildirmiştir.

Gonzalez-Pena ve Hale (2009) yaptığı çalışmada Kayın, Çam ve Ladin odunlarını 190°C, 210°C, 230°C ve 245°C sıcaklarda ve farklı zaman periyotlarında ısıtılma maruz bıraktıktan sonra kırmızı ve sarı renk değerlerinde artış gözlemişlerdir. Literatürde ısıtılma işlemi uygulanmış Kayın, Çam ve Ladin odunlarında toplam sarı renk değişim değeri ile gluxlan, lignin ve gluman maddeleri arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Gonzalez-Pena ve Hale 2009).

Pelit (2007) yılında yaptığı çalışmada, Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Sarı Çam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarına vernik uygulamalarından sonra iki ağaç türünde de sarı renk değerinin artış gösterdiği tespit etmiştir. Sarıçamın doğal görüntüsünün sarıya daha yakın ve uygulanan tek bileşenli su bazlı (ipek mat) vernik ile iki bileşenli su bazlı (parlak) verniğin bu durumu çok fazla etkilemeyeceği, esas etkinin vernik reçinesinin ve vernik bileşimindeki kimyasalların bazı ağaç türlerinde renk tonu değişikliğine yol açabileceği belirtmiştir.

#### 3.1.4. Toplam Renk Değişimi ( $\Delta E$ )

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik grubu arasından “Su bazlı vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen toplam renk değişim değerleri Çizelge 3.47’de verilmiştir.

**Çizelge 3.47.** İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde toplam renk değişimi değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	4.126	0.52654	0.16651	3.7493	4.5027	3.41	5.03
TW1	10	20.6	0.63596	0.20111	20.1451	21.0549	19.9	21.8
TW2	10	42.25	0.80726	0.25528	41.6725	42.8275	40.8	43.3
Toplam	30	22.3253	15.89171	2.90142	16.3913	28.2594	3.41	43.3

Vernik türünün toplam renk değişim değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.48’de verilmiştir.

**Çizelge 3.48.** Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları

(ΔE)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	7311.85	2	3655.92	8226.00	0.000
Guruplar içerisinde	12	27	0.444		
Toplam	7323.85	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.49’da verilmiştir.

**Çizelge 3.49.** İİGTÖ İle KÖ, Su bazlı vernik türünde toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt	Üst Sınır
KÖ	-	4.13	A	KÖ – TW1	-16.474*	-17.24	-15.70
TW1	1	20.60	B	KÖ – TW2	-38.124*	-38.89	-37.35
TW2	2	42.25	C	TW1- TW2	-21.650*	-22.42	-20.87

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Akrilik vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen toplam renk değişim değerleri Çizelge 3.50’de verilmiştir.

**Çizelge 3.50.** İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde toplam renk değişimi değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	6.062	0.60111	0.19009	5.632	6.492	5.05	7.12
TW1	10	30.1	1.21472	0.38413	29.231	30.969	27.6	31.8
TW2	10	54.87	0.28694	0.09074	54.6647	55.0753	54.4	55.4
Toplam	30	30.344	20.28187	3.70295	22.7706	37.9174	5.05	55.4

Vernik türünün toplam renk değişim değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.51’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.51.** Akrilik vernik türünde TVA sonuçları.



(ΔE)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	11912	2	5956	9310.00	0.000
Guruplar içerisinde	17.273	27	0.64		
Toplam	11929.3	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.52’de verilmiştir.

**Çizelge 3.52.** İİGTÖ İle KÖ, Akrilik vernik türünde toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt	Üst Sınır
KÖ	-	6.06	A	KÖ – TW1	-24.038*	-24.96	-23.11
TW1	1	30.10	B	KÖ – TW2	-48.808*	-49.73	-47.88
TW2	2	54.87	C	TW1- TW2	-24.770*	-25.69	-23.84

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “U.V. vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen toplam renk değişim değerleri Çizelge 3.53’de verilmiştir.

**Çizelge 3.53.** İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde toplam renk değişimi değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	5.445	0.51223	0.16198	5.0786	5.8114	4.87	6.49
TW1	10	20.95	0.55827	0.17654	20.5506	21.3494	20	21.9
TW2	10	47.47	1.70232	0.53832	46.2522	48.6878	45.8	49.6
Toplam	30	24.6217	17.6791	3.22775	18.0202	31.2232	4.87	49.6

Vernik türünün toplam renk değişim değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.54’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.54.** U.V. vernik türünde TVA sonuçları.

(ΔE)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	9032.72	2	4516.36	3902.00	0.000
Guruplar içerisinde	31.247	27	1.157		
Toplam	9063.97	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.55’de verilmiştir.

**Çizelge 3.55.** İİGTÖ İle KÖ, U.V. vernik türünde toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt	Üst Sınır
KÖ	-	5.45	A	KÖ – TW1	-15.505*	-16.75	-14.25
TW1	1	20.95	B	KÖ – TW2	-42.025*	-43.27	-40.77
TW2	2	47.47	C	TW1- TW2	-26.520*	-27.76	-25.27

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ dört çeşit vernik gurubu arasından “Tik yağı” uygulamasından sonra elde edilen toplam renk değişim değerleri Çizelge 3.56’de verilmiştir.

**Çizelge 3.56.** İİGTÖ ile KÖ, Tik yağı uygulamasının toplam renk değişimi değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	12.97	0.65836	0.20819	12.499	13.441	12.1	14.1
TW1	10	34.18	1.11933	0.35396	33.3793	34.9807	32.7	35.8
TW2	10	51.56	0.55618	0.17588	51.1621	51.9579	50.9	52.6
Toplam	30	32.9033	16.06919	2.93382	26.903	38.9037	12.1	52.6

Vernik türünün toplam renk değişim değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.57’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.57.** Tik yağı uygulamasının TVA sonuçları.

(ΔE)	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	7470.39	2	3735.19	5615.00	0.000
Guruplar içerisinde	17.961	27	0.665		
Toplam	7488.35	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.58’de verilmiştir.

**Çizelge 3.58.** İİGTÖ İle KÖ, Tik yağı uygulamasının toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

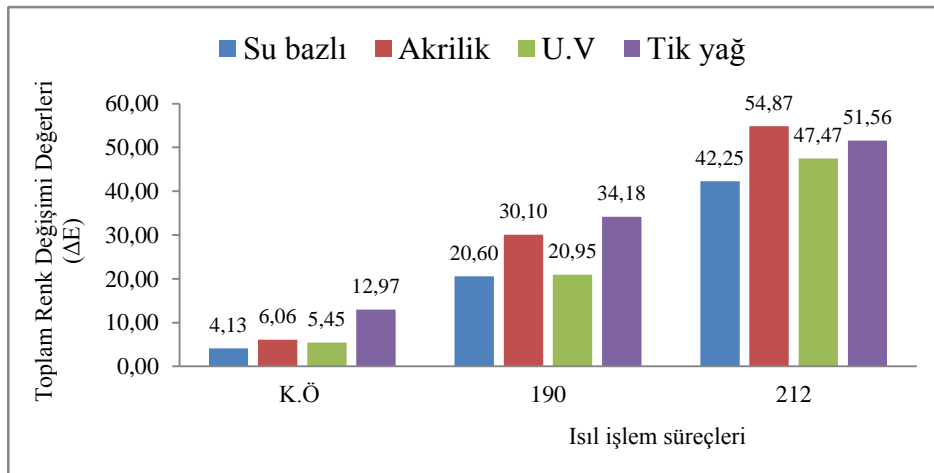
Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{x}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınıır	Üst Sınıır
KÖ	-	12.97	A	KÖ – TW1	-21.210*	-22.15	-20.26
TW1	1	34.18	B	KÖ – TW2	-38.590*	-39.53	-37.64
TW2	2	51.56	C	TW1- TW2	-17.380*	-18.32	-16.43

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört farklı vernik türünde (Su bazlı. Akrilik. U.V. ve tik yağı) verniklendikten sonra deney örneklerinin, toplam renk değişimine ait spss veri analizi değerleri Çizelge 3.59’da verilmiştir. Ayrıca VT, değişkenine ait toplam renk değişim değerleri Şekil 3.7’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.59.** İİGTÖ ve KÖ, toplam renk değişimine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.

Ağaç Türü	Faktör: AB		$\bar{X}$	N	S	V	Min.	Max.
	Isıl işlem Süreci	Vernik Türü						
Doğu Ladini ( <i>Picea Orientalis</i> )	KÖ	Su bazlı	4.13	10	0.53	0.28	3.41	5.03
		Akrilik	6.06	10	0.60	0.36	5.05	7.12
		U.V.	5.45	10	0.51	0.26	4.87	6.49
		Tik yağı	*13.03	10	0.66	0.44	12.15	14.16
		Toplam	7.16	40	3.54	12.55	3.41	14.16
	TW1	Su bazlı	20.63	10	0.63	0.40	19.92	21.83
		Akrilik	30.13	10	1.21	1.47	27.68	31.86
		U.V.	21.00	10	0.55	0.30	20.02	21.92
		Tik yağı	*34.23	10	1.11	1.23	32.71	35.88
		Toplam	26.50	40	6.01	36.07	19.92	35.88
	TW2	Su bazlı	42.30	10	0.79	0.63	40.89	43.32
		Akrilik	*54.91	10	0.29	0.08	54.44	55.44
		U.V.	47.51	10	1.70	2.90	45.85	49.68
		Tik yağı	51.60	10	0.57	0.32	50.91	52.64
		Total	49.08	40	4.86	23.65	40.89	55.44
	Toplam	Su bazlı	31.47	20	11.14	124.02	19.92	43.32
		Akrilik	42.52	20	12.74	162.21	27.68	55.44
		U.V.	34.26	20	13.66	186.52	20.02	49.68
		Tik yağı	42.91	20	8.95	80.13	32.71	52.64
		Total	37.79	80	12.59	158.56	19.92	55.44



**Şekil 3.7.** İİGTÖ ile KÖ arasında VT, toplam renk değişimi değerleri.

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında dört farklı vernik türü (Su bazlı, Akrilik, U.V. ve Tik yağı) ile verniklendikten sonra yapılan toplam renk ölçümleri sonucunda KÖ’de; en yüksek toplam renk değişim değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde (( $\Delta E$ )<sub>tik</sub>=13.03), en düşük toplam renk değişim değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (( $\Delta E$ )<sub>su</sub>=4.13). Isıl işlem TW1 süreçlerinde; en yüksek toplam renk değişim değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde (( $\Delta E$ )<sub>tik</sub>=34.23), en düşük toplam renk değişim değerleri ise U.V. verniklenmiş numunelerde ( $\Delta E$ )<sub>u.v.</sub>=21.00) ve Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (( $\Delta E$ )<sub>su</sub>=20.63). Isıl işlem TW2 süreçlerinde; en yüksek toplam renk değişim değeri Akrilik verniklenmiş numunelerde (( $\Delta E$ )<sub>akrilik</sub>=54.91), en düşük toplam renk değişim değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde görülmüştür (( $\Delta E$ )<sub>su</sub>=42.30).

Toplam renk değişim değerleri İİS ve VT göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla ÇVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.60’de verilmiştir.

**Çizelge 3.60.** İİGTÖ ile KÖ, toplam renk değişimine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.

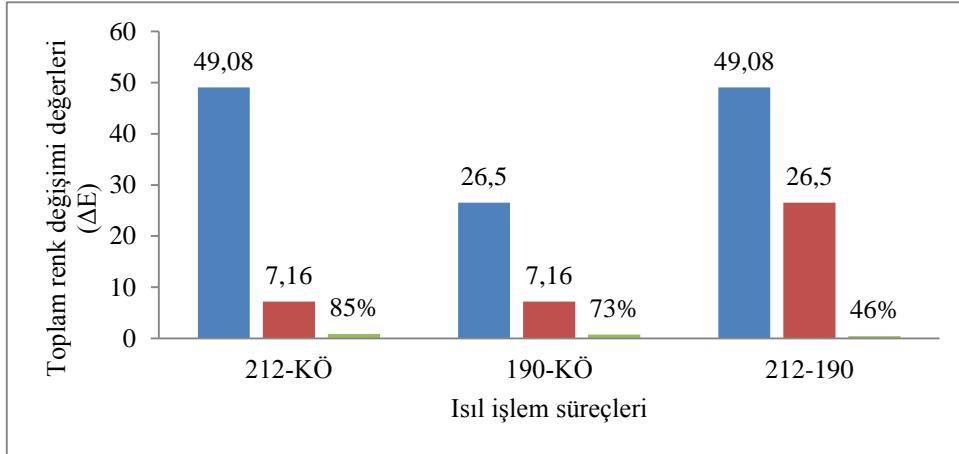
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P. $\alpha=0.05$
Isıl işlem (A)	35205.911	2	17602.956	186.727	0.000*
Vernik (B)	2175.015	3	725.005	7.691	0.017
Isıl işlem*Vernik (AB)	565.626	6	94.271	130.293	0.000*
Hata	78.142	108			
Toplam	38024.694	119.000			

Çoklu varyans analiz sonucuna göre toplam renk değişimi değerleri, “İİS”, “VT” ve “İİS\*VT” periyodu etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). İİS\*VT düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.61’ de verilmiştir. Ayrıca İİS göre toplam renk değişimi değerlerinin (%)’sel değişimleri Şekil 3.8’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.61.** İİGTÖ ile KÖ, İİS\*VT, toplam renk değişimine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Isıl İşlem Süreçleri				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark		
KÖ	-	7.16	A	KÖ – TW1	-19.34		
TW1	1	26.50	B	KÖ – TW2	-41.92		
TW2	2	49.08	C	TW1- TW2	-22.58		
Vernik Türü				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark	
Su bazlı	22.35	A	SV-AV	-8.02	AV-U.V.	5.72	
Akrilik	30.37	B	SV-U.V.	-2.3	AV-Tik	-2.58	
U.V.	24.65	A	SV-Tik	-10.6	U.V-Tik	-8.30	
Tik yağı	32.95	C					

HG:Homojenlik grubu, SV: Su bazlı vernik, AV; Akrilik vernik, U.V.: UV verniği, Tik: Tik yağı.



**Şekil 3.8.** İİGTÖ ile KÖ arasında, İİS göre toplam renk değişimi (%).

Çizelge 3.61'e göre, İİS; en yüksek toplam renk değişim değeri TW2'de (49.08), en düşük toplam renk değişim değeri KÖ tespit edilmiştir (7.16). Vernik türü değişkeninde ise; en yüksek toplam renk değişim değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde (32.95), en düşük toplam renk değişim değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (22.35).

Şekil 3.8'de İİGTÖ ile KÖ arasında, İİS göre, toplam renk değişimi değeri; TW2-KÖ' de (%85), TW1-KÖ' de (%73) ve TW2-TW1' de ise (%46)' dır. Buna göre en yüksek toplam renk değişimi değeri; TW2-KÖ' de (%85), en düşük toplam renk değişim değeri TW2-TW1' de ise (%46) olarak tespit edilmiştir.

Ağaç malzemedede “ $\Delta E^*$ ” ile ifade edilen toplam renk değişimi ve  $L^*$ ,  $a^*$  ile  $b^*$  değerlerinden hesap edilmektedir. Çakıcıer (2007)’e göre  $\Delta E^*$ ’nin düşük değerde olması rengin değişmediği ya da çok az değiştiğini göstermektedir. Isıl işlem süreçlerinde elde olunan  $\Delta E^*$  değerlerine göre renk değişimin önemli olduğu görülmektedir ( Çizelge 3.61 ve Şekil 3.8). Renk değişiminde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin hepsi etkili olmakla birlikte  $L^*$  değerindeki azalma dikkati çekmekte olup buradan hareketle  $\Delta E^*$  değişiminin öncelikle  $L^*$  değişiminden kaynaklandığı söylenebilir (Aytin 2013).

Isıl işlem görmüş odunda toplam renk değişimi odunun ana polimerlerinde gerçekleşen kimyasal değişimden kaynaklanmaktadır. Polisakkaritler içinde ligninin kendi kendine koyulaşması nedeni ile renk değişiminde önemli bir etkiye sebep olmaktadır (Gonzalez-Pena ve Hale 2009).

Bekhta and Niemz (2003), Ladin ağacında renk değişimini inceledikleri çalışmalarında ısıtıl işlemde odun renginin koyulaştığını, ısıtıl işlem sıcaklığı  $200^{\circ}\text{C}$ ’ ye yaklaştıkça renk değişiminin arttığını ve bu renkteki koyulaşmanın dört saat muameleden sonra daha da yoğunlaştığını belirlemişlerdir.

Birçok araştırmada, ısıtıl işlem sıcaklığı artıkça ağaç malzemenin renginin koyulaştığı ifade edilmektedir (Özçifçi 2009). Bu durum odunun termal degradasyonun  $100^{\circ}\text{C}$  sıcaklık sınırından itibaren başladığı,  $200^{\circ}\text{C}$ ’nin üzerinde yapısal hasar, odun bileşenlerinin tamamen dönüşmesi ve gaz fazındaki degradasyon ürünlerinin açığa çıkması gibi oluşumların meydana geldiği şeklinde açıklanmaktadır (Fengel ve Wegener 1989).

Vernik türü düzeyindeki toplam renk değişimi değeri, en yüksek Tik yağı uygulaması yapılmış numunelerde, en düşük toplam renk değişimi değeri ise su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (Çizelge 3.61ve Şekil 3.8). Tik yağı, doğal yağların bir karışımı olarak üretilmiştir. Tik yağının sürüldüğü malzeme yüzeylerinde yüzeylerin renk tonunu değiştirici özelliği olduğu düşünülmektedir. Su bazlı vernik ise, ağaç malzemenin rengini değiştirmeyen, çoğunlukla renksiz, kokusuz üretilen ve sararmayan kimyasal reaksiyon kurumalı verniklerdir. Reaksiyonla sertleştikleri için dönüşümsüz katman verirler (Budakçı 2004). Araştırmada kullanılan vernik türleri arasında en düşük toplam renk değişimini sağlamanın sebebinin bu olduğu düşünülmektedir.

### 3.2. PARLAKLIK DEĞİŞİMİ

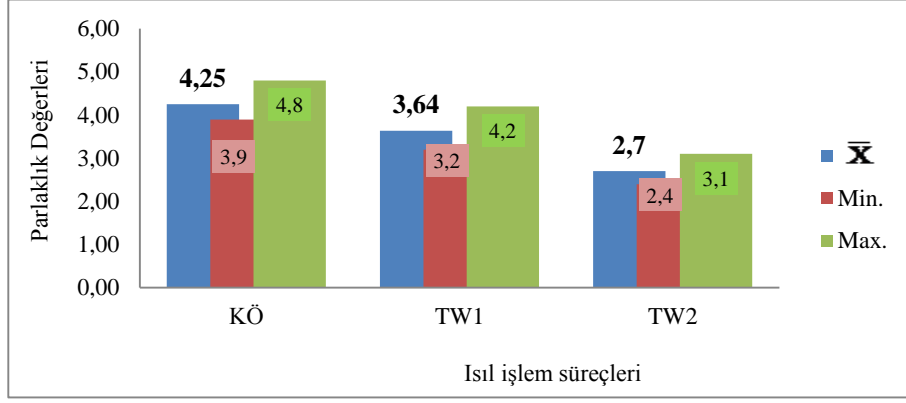
Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasındaki parlaklık ölçümü sonucunda spss veri analizindeki ölçüm değerleri Çizelge 3.62'deki gibidir. Ayrıca İİS göre; parlaklık ölçümüne ait değer ortalamaları ile en küçük ve en yüksek değerler, Şekil 3.9'da ifade edilmiştir. Şekil 3.10'da ise; İİS göre parlaklık değeri değişimi % olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.62. İİGTÖ ile KÖ, parlaklık değerlerine ait istatistikler.

Ağaç Türü	T	İstatistik Değerler	Parlaklık Değerleri
Doğu Ladini ( <i>Picea Orientalis</i> )	KÖ	$\bar{X}$	*4.25
		N	10
		S.S.	0.32
		Min.	3.90
		Max.	4.80
		V	0.105
	TW1	$\bar{X}$	3.64
		N	10
		S.S.	0.35
		Min.	3.20
		Max.	4.20
		V	0.125
	TW2	$\bar{X}$	2.7
		N	10
		S.S.	0.20
		Min.	2.40
		Max.	3.10
		V	0.038

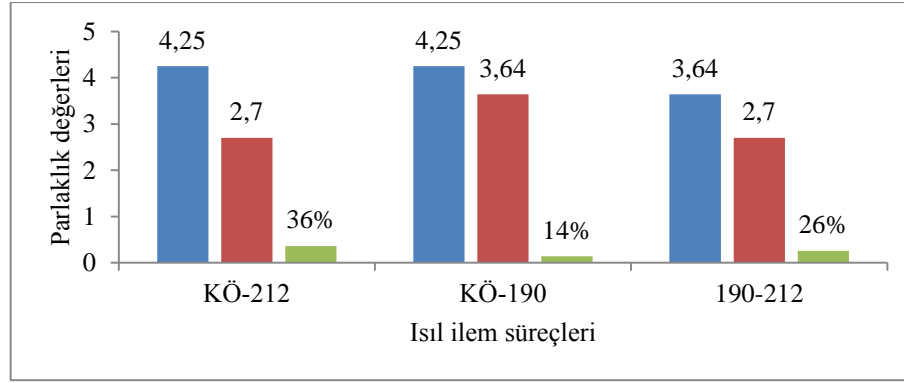
KÖ: Kontrol örnekleri TW1: Thermo S 190°C, 1.5 saat, TW2: Thermo D 212°C, 2 saat ısıtma işlemi uygulaması,  $\bar{X}$ : Aritmetik ortalama, N: Örneklem sayısı, S.S.: Standart sapma, Min.: En düşük değer, Max.: En yüksek değer, V: Varyans, T: Isıtma işlem sıcaklığı (°C). \* En yüksek değeri ifade eder.





**Şekil 3.9.** IIGTÖ ile KÖ arasında IİS, parlaklık değerleri.

Thermowood yöntemiyle IIGTÖ ile KÖ arasında yapılan parlaklık ölçümleri sonucunda en yüksek parlaklık değeri; KÖ (4.25), en düşük parlaklık değeri ; TW2 süreçlerinde (2.7) olarak saptanmıştır.



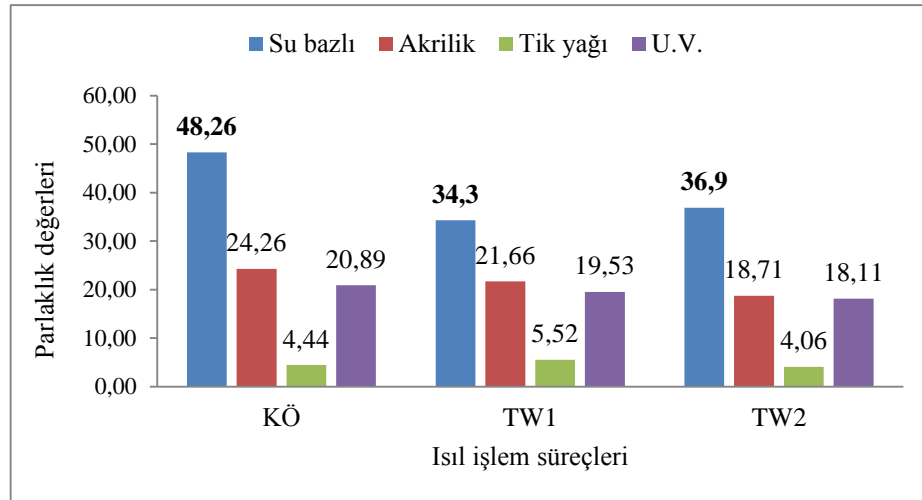
**Şekil 3.10.** IIGTÖ ile KÖ arasında IİS göre parlaklık değeri değişimi (%).

Şekil 3.10' da IIGTÖ ile KÖ arasında IİS göre, parlaklık ölçümü % değişimleri; KÖ-TW2' de (%36), KÖ-TW1'de (%14) ve TW1-TW2 arasında (%26) olarak gerçekleşmiştir. Buna göre, en yüksek parlaklık değişimi; KÖ-TW2' de (%36), en düşük parlaklık değişimi; KÖ-TW1' arasında (%14) olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem süreçlerinde yüzey parlaklık değeri olumsuz etkilenmiştir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD' de IIGTÖ ile KÖ, dört farklı vernik türünde (Su bazlı. Akrilik. U.V. ve Tik yağı) verniklendikten sonra deney örneklerinin, parlaklık ölçümlerine ait spss veri analizi değerleri Çizelge 3.63'de verilmiştir. Vernik türü değişkeninde; parlaklık değerleri Şekil 3.11'de, parlaklık ölçümlerinin (%) değişim değerleri ise Şekil 3.12' de ifade edilmiştir.

**Çizelge 3.63.** IİGTÖ ve KÖ, parlaklık değerlerine ait IİS ve VT değişkenindeki istatistikler.

Ağaç Türü	Isıl işlem Süreçleri	Vernik Türü	$\bar{x}$	S.S.	N
Doğu Ladini ( <i>Picea Orientalis</i> )	KÖ	Su bazlı	48.26	2.11	10
		Akrilik	24.26	1.98	10
		U.V.	20.89	0.44	10
		Tik yağı	4.44	0.30	10
		Total	24.46	15.92	40
	TW1	Su bazlı	34.30	1.61	10
		Akrilik	21.66	1.43	10
		U.V.	19.53	0.77	10
		Tik yağı	5.52	1.19	10
		Total	20.25	10.41	40
	TW2	Su bazlı	36.91	2.19	10
		Akrilik	18.71	1.17	10
		U.V.	18.11	0.90	10
		Tik yağı	4.06	0.44	10
		Total	19.45	11.88	40
	Toplam	Su bazlı	39.82	6.46	30
		Akrilik	21.54	2.76	30
		U.V.	19.51	1.35	30
		Tik yağı	4.67	0.96	30
		Total	21.39	13.03	120



**Şekil 3.11.** IİGTÖ ile KÖ arasında VT, parlaklık değerleri.

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında dört farklı vernik türü (Su bazlı, Akrilik, U.V. ve Tik yağı) ile verniklendikten sonra yapılan TVA' da parlaklık ölçümleri sonucunda KÖ' de; en yüksek toplam renk değişim değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde (( $\Delta E$ )<sub>tik</sub>=13.03), en düşük toplam renk değişim değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (( $\Delta E$ )<sub>su</sub>=4.13). Isıl işlem TW1 süreçlerinde; en yüksek toplam renk değişim değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde (( $\Delta E$ )<sub>tik</sub>=34.23), en düşük toplam renk değişim değerleri ise U.V. verniklenmiş numunelerde (( $\Delta E$ )<sub>u.v.</sub>=21.00) ve Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (( $\Delta E$ )<sub>su</sub>=20.63). Isıl işlem TW2 süreçlerinde; en yüksek toplam renk değişim değeri Akrilik verniklenmiş numunelerde (( $\Delta E$ )<sub>akrilitik</sub>=54.91), en düşük toplam renk değişim değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde görülmüştür (( $\Delta E$ )<sub>su</sub>=42.30).

Parlaklık değişim değerleri İİS ve VT göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla ÇVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.64'de verilmiştir.

**Çizelge 3.64.** İİGTÖ ile KÖ, parlaklık değerine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik	Ortalama	F Değeri	Sig. $\alpha=0.05$
Isıl işlem (A)	580.30	2	290.15	154.77	0.00*
Vernik (B)	18683.78	3	6227.93	3322.00	0.00*
Isıl işlem*Vernik (AB)	725.76	6	120.96	64.52	0.00*
Hata	202.47	108	1.87		
Toplam	75083.33	120			

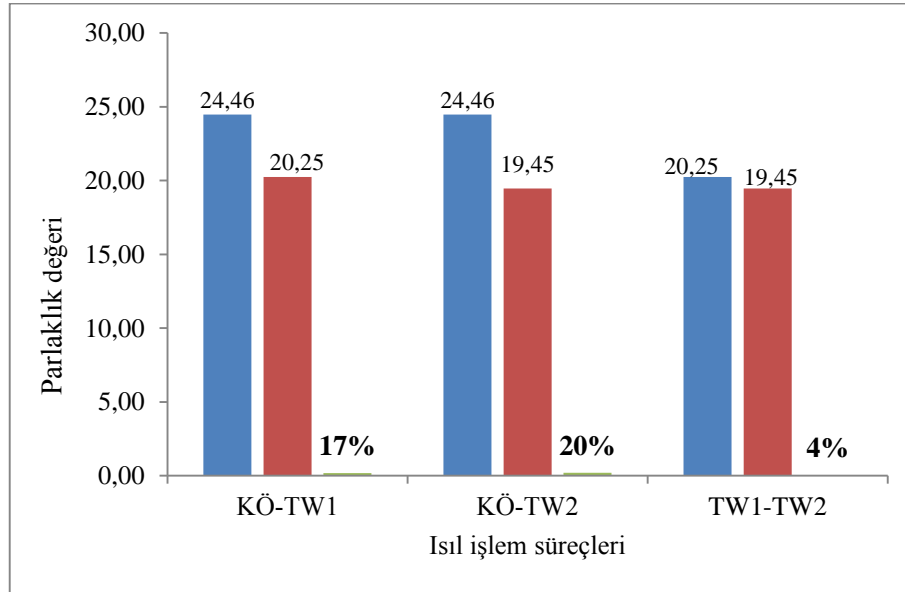
Çoklu varyans analiz sonucuna göre parlaklık değerleri, "İİS", "VT" ve "İİS\*VT" periyodu etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). İİS\*VT düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.65' de verilmiştir. Ayrıca VT göre parlaklık değerlerinin (%)'sel değişimleri Şekil 3.12 ' de verilmiştir.

**Çizelge 3.65.** İİGTÖ ile KÖ, İİS\*VT, parlaklık değerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Isıl İşlem Süreçleri				95% Güvenirlilik düzeyinde		
				Etkileşim değerleri		
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	
KÖ	-	24.46	A	KÖ – TW1	4.21	
TW1	1	20.25	B	KÖ – TW2	5.02	
TW2	2	19.45	C	TW1- TW2	0.81	
Vernik Türü				95% Güvenirlilik düzeyinde		
				Etkileşim değerleri		
T	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark
Su bazlı	39.82	A	SV-AV	18.28	AV-U.V.	2.03
Akrilik	21.54	B	SV-U.V.	20.31	AV-Tik	16.87
U.V.	19.51	A	SV-Tik	35.15	U.V-Tik	14.84
Tik yağı	4.67	C				

HG:Homojenlik grubu, SV: Su bazlı vernik, AV; Akrilik vernik, U.V.: UV verniği, Tik: Tik yağı.

Çizelge 3.65'e göre, İİS; en yüksek parlaklık değeri; KÖ 'de (24.46), en düşük parlaklık değeri; TW2'de tespit edilmiştir (19.45). Vernik türü değişkeninde ise; en yüksek parlaklık değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde (39.82), en düşük parlaklık değeri Tik yağı uygulanmış numunelerde tespit edilmiştir (4.67).



**Şekil 3.12.** İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, parlaklık değeri değişimleri (%).

Şekil 3.12' de İİGTÖ ile KÖ arasında, ÇVA sonuçlarına göre İİS; % parlaklık değeri değişimleri KÖ-TW1' de; (%17), KÖ-TW2' de; (%20) olarak tespit edilmiştir. Isıl işlemin TW1-TW2 süreçleri arasında; (%4) olarak gerçekleşmiştir. Buna göre en yüksek % parlaklık değişimi; KÖ-TW2' de, (%20) ve en düşük parlaklık değişimi ise; TW1-TW2' de (%4) olarak tespit edilmiştir.

Literatürde parlaklık uygulanan sıcaklık ve sürenin bir fonksiyonu olarak gösterilirken uzun süreli korumada vernik karakteristiklerinin tabii tutulan sıcaklık ve süreden daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Holzhausen ve diğ.. 2002). Verniklerin renk parlaklık değerini artırıcı etkide bulunması bu verniklerin yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Isıl işlem sıcaklık derecesi artması malzemenin parlaklık değerini olumsuz yönde etkilediği ve ısıl işlem görmüş ağaç malzemede sıcaklığa bağlı olarak parlaklık değerindeki azalma. glucose. hemiselüloz ve ligninde oluşan kimyasal değişimler neticesinde meydana geldiği bildirilmektedir (Esteves ve diğ. 2008).

Aksoy ve diğ.(2011). yaptıkları çalışmada ısıl işlem sıcaklığı ve süresinin artışı ile parlaklık değerlerinde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Benzer sonuçları Çakıcıer ve diğ. (2011) ve Korkut ve diğ.(2013) çalışmalarında ifade etmişlerdir.

Korkut ve Kocafe (2009) yılında yaptıkları bir çalışmada ısıl işlem süresince lignin bozunmaya aynı zamanda kondenzasyon veya polimerizasyon reaksiyonlarına uğramaktadır. Isıl işlemde oluşan bu durumlar ağaç malzemenin parlaklık değerinde olumsuz bir etkiye neden olduğu düşünülmektedir. şeklinde ifade etmişlerdir. Isıl işlem sonrası Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) odununda parlaklık azalması hücre çeperi ana bileşenlerinin değişiminden kaynaklanmış olabilir. Özellikle ısıl işlem sıcaklığına bağlı olarak hemiselülozdaki kayıpların artması. lignin miktarının göreceli olarak fazlaşması ağaç malzeme yüzeylerinde parlaklık kaybına yol açmış olabilir.

### 3.3. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİ

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, üç çeşit vernik gurubu arasından “Su bazlı vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen yüzey yapışma direnci değerleri Çizelge 3.66’da verilmiştir.

**Çizelge 3.66.** İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde yüzey yapışma direnci değerleri (MPa).

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	1.779	0.38659	0.12225	1.5024	2.0556	1.46	2.62
TW1	10	1.292	0.12665	0.04005	1.2014	1.3826	1.09	1.45
TW2	10	1.106	0.40467	0.12797	0.8165	1.3955	0.79	2.16
Toplam	30	1.3923	0.43067	0.07863	1.2315	1.5531	0.79	2.62

Vernik türünün yüzey yapışma direnci değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.67’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.67.** Su bazlı vernik türünde TVA sonuçları.

Yüzeye Yapışma Direnci	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	2.416	2	1.208	11.01	0.000
Guruplar içerisinde	2.963	27	0.11		
Toplam	5.379	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.68’de verilmiştir.

**Çizelge 3.68.** İİGTÖ İle KÖ, Su bazlı vernik türünde yüzey yapışma direncine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$ (MPa)	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt	Üst Sınır
KÖ	-	1.78	A	KÖ – TW1	0.487*	0.10	0.87
TW1	1	1.29	B	KÖ – TW2	0.673*	0.28	1.05
TW2	2	1.11	B	TW1- TW2	0.186	-0.19	0.56

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, üç çeşit vernik gurubu arasından “Akrilik vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen yüzey yapışma direnci değerleri Çizelge 3.69’da verilmiştir.

**Çizelge 3.69.** İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde yüzey yapışma direnci değerleri (MPa).

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	2.086	0.44645	0.14118	1.7666	2.4054	1.54	2.75
TW1	10	1.649	0.15645	0.04947	1.5371	1.7609	1.49	2.04
TW2	10	1.509	0.37978	0.1201	1.2373	1.7807	1.26	2.55
Toplam	30	1.748	0.42034	0.07674	1.591	1.905	1.26	2.75

Vernik türünün yüzey yapışma direnci değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.70’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.70.** Akrilik vernik türünde TVA sonuçları.

YüzeYE Yapışma Direnci	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	1.812	2	0.906	7.38	0.000
Guruplar içerisinde	3.312	27	0.123		
Toplam	5.124	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.71’de verilmiştir.

**Çizelge 3.71.** İİGTÖ İle KÖ, Akrilik vernik türünde yüzey yapışma direncine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$ (MPa)	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt	Üst Sınır
KÖ	-	2.09	A	KÖ – TW1	0.437*	0.03	0.84
TW1	1	1.65	B	KÖ – TW2	0.577*	0.17	0.98
TW2	2	1.50	B	TW1- TW2	0.14	-0.26	0.54

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD standartlarında İİGTÖ ile KÖ, üç çeşit vernik gurubu arasından “U.V vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen yüzey yapışma direnci değerleri Çizelge 3.72’de verilmiştir.

**Çizelge 3.72.** İİGTÖ ile KÖ, U.V vernik türünde yüzey yapışma direnci değerleri (MPa).

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	1.62	.18397	.05818	1.48	1.75	1.42	1.95
TW1	10	1.48	.28882	.09133	1.27	1.68	1.00	2.08
TW2	10	1.31	.35273	.11154	1.66	1.57	.98	1.99
Toplam	30	1.47	.30128	.05501	1.36	1.58	.98	2.08

Vernik türünün yüzey yapışma direnci değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.73’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.73.** U.V. vernik türünde TVA sonuçları.

YüzeYE Yapışma Direnci	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	0.457	2	.229	2.837	0.074
Guruplar içerisinde	2.159	27	.081		
Toplam	2.616	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p > 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olmadığı anlaşılmıştır. Guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.74’de verilmiştir.

**Çizelge 3.74.** İİGTÖ İle KÖ, U.V vernik türünde yüzey yapışma direncine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$ (MPa)	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	1.62	A	KÖ – TW1	0.138	-0.19	0.46
TW1	1	1.48	A	KÖ – TW2	0.302	-0.02	0.63
TW2	2	1.31	A	TW1- TW2	0.164	-0.16	0.49

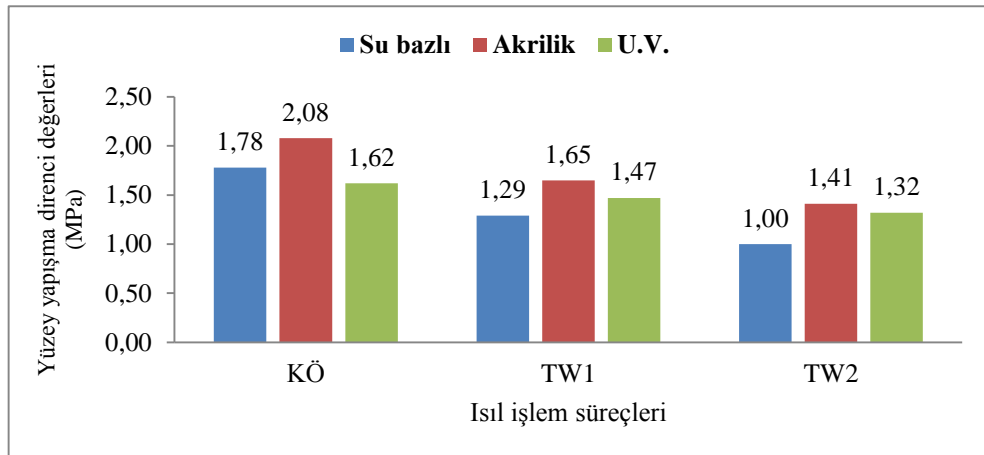
HG: Homojenlik Gurubu



Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD' de İİGTÖ ile KÖ, üç farklı vernik türünde (Su bazlı, Akrilik ve U.V.) verniklendikten sonra deney örneklerinin, yüzey yapışma direncine ait spss veri analizi değerleri Çizelge 3.75'de verilmiştir. Vernik türü değişkeninde; yüzey yapışma direnci değerleri Şekil 3.13' de ifade edilmiştir.

**Çizelge 3.75.** İİGTÖ ve KÖ, yüzey yapışma direncine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.

Ağaç Türü	Faktör: AB		$\bar{X}$ (MPa)	N	S	V	Min.	Max.
	Isıl İşlem Süreci	Vernik Türü						
Doğu Ladini ( <i>Picea Orientalis</i> )	KÖ	Su bazlı	1.78	10	0.39	0.15	1.46	2.62
		Akrilik	*2.08	10	0.45	0.20	1.54	2.75
		U.V.	1.62	10	0.18	0.03	1.42	1.95
		Toplam	1.83	30	0.40	0.16	1.42	2.75
	TW1	Su bazlı	1.29	10	0.13	0.02	1.09	1.45
		Akrilik	*1.65	10	0.16	0.02	1.49	2.05
		U.V.	1.47	10	0.14	0.02	1.14	1.63
		Toplam	1.47	30	0.20	0.04	1.09	2.05
	TW2	Su bazlı	1.00	10	0.17	0.03	0.79	1.29
		Akrilik	*1.41	10	0.11	0.01	1.26	1.51
		U.V.	1.32	10	0.35	0.12	0.98	1.99
		Toplam	1.24	30	0.29	0.08	0.79	1.99
	Toplam	Su bazlı	1.36	30	0.41	0.17	0.79	2.62
		Akrilik	1.71	30	0.39	0.15	1.26	2.75
		U.V.	1.47	30	0.26	0.07	0.98	1.99
		Toplam	1.51	90	0.39	0.15	0.79	2.75



**Şekil 3.13.** İİGTÖ ile KÖ arasında VT, yüzey yapışma direnci değerleri (MPa).

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında üç farklı vernik türü (Su bazlı, Akrilik ve U.V.) ile verniklendikten sonra yapılan yüzey yapışma direnci ölçümleri sonucunda KÖ’ de, en yüksek yüzey yapışma direnci; Akrilik vernikli numunelerde (2.08), en düşük yüzey yapışma direnci; Ultra Viyole kürlenmeli numunelerde tespit edilmiştir (1.62). Isıl işlem TW1 süreçlerinde, en yüksek yüzey yapışma direnci; Akrilik verniklenmiş numunelerde (1.65), en düşük yüzey yapışma direnci ise; Su bazlı verniklenmiş numunelerde (1.29) tespit edilmiştir. Isıl işlemin TW2 süreçlerinde, en yüksek yüzey yapışma direnci; Akrilik verniklenmiş numunelerde (1.41), en düşük yüzey yapışma direnci; Su bazlı verniklenmiş numunelerde görülmüştür (1.00).

Yüzey yapışma direnci değerleri İİS ve VT göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla ÇVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.76’da verilmiştir.

**Çizelge 3.76.** İİGTÖ ile KÖ, yüzey yapışma direncine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P. $\alpha=0.05$
Isıl işlem (A)	5.268	2	2.634	15.462	0.013*
Vernik (B)	1.993	2	.997	5.851	0.064
Isıl işlem*Vernik (AB)	0.681	4	.170	2.537	0.046
Hata	5.438	81			
Toplam	13.380	89.00			

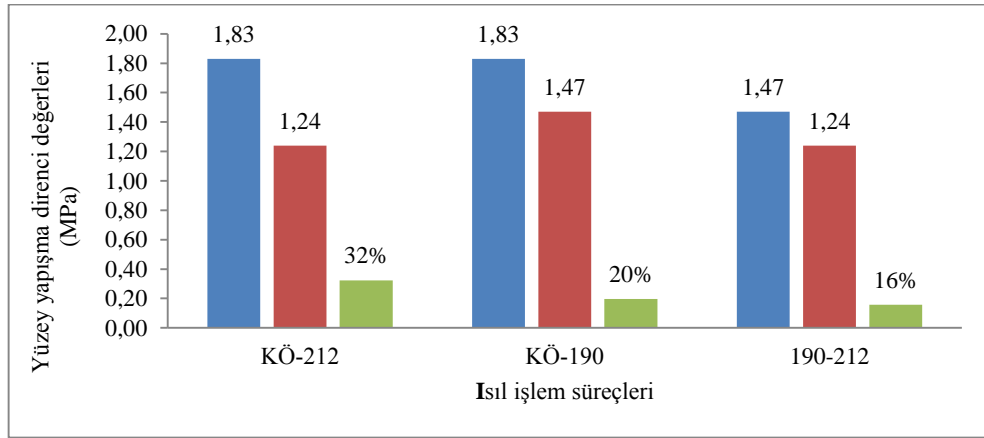
Çoklu varyans analiz sonucuna göre yüzey yapışma değerleri, “İİS” periyodu etkileşimi anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). İİS\*VT düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.77’ de verilmiştir. Ayrıca İİS göre yüzey yapışma direnci değişimleri (%) olarak Şekil 3.14 ’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.77.** İİGTÖ ile KÖ, İİS\*VT, yüzey yapışma direncine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Isıl İşlem Süreçleri				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark		
KÖ	-	1.83	A	KÖ – TW1	0.36		
TW1	1	1.47	B	KÖ – TW2	0.59		
TW2	2	1.24	C	TW1- TW2	0.23		
Vernik Türü				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark	
Su bazlı	1.36	A	SV-AV	-0.35	AV-U.V.	0.24	
Akrilik	1.71	B	SV-U.V.	-0.11			
U.V.	1.47	A					

HG:Homojenlik grubu, SV: Su bazlı vernik, AV; Akrilik vernik, U.V.: UV verniği, Tik: Tik yağı.

Çizelge 3.77'e göre, İİS; en yüksek yüzey yapışma direnci; KÖ 'de (1.83), en düşük yüzey yapışma direnci; TW2'de tespit edilmiştir (1.24). Vernik türü değişkeninde ise; en yüksek yüzey yapışma direnci Akrilik verniklenmiş numunelerde (1.71), en düşük yüzey yapışma direnci Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (1.36).



**Şekil 3.14.** İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, yüzey yapışma direnci değişimleri (%).

Şekil 3.14' de İİGTÖ ile KÖ arasında, İİS göre; % yüzey yapışma direnci değişimleri KÖ-TW2' de; (%32), KÖ-TW1' de; (%20), TW1-TW2 arasında; (%16) olarak gerçekleşmiştir. Buna göre en yüksek % yüzey yapışma direnci değişimi; KÖ-TW2' de (%32) ve en düşük yüzey yapışma direnci değişimi ise; TW1-TW2' de (%16) tespit edilmiştir.

Esen ve Özcan (2012) yapmış oldukları bir çalışmada ısıtma işlem uygulamasının yapışma direncini azalttığı, bu azalmanın ısıtma işlem sıcaklık ve süresi ile doğru orantılı olarak gerçekleştiği söylenebilir. Korkut ve Kocaefe (2009) yılında yaptıkları çalışmada ısıtma işlem sıcaklığının ve süresinin ağaç malzemenin hem mekanik özelliklerini hem de yapışma özelliğini olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Literatürde Meşe'ye ve Karaçam'a uygulanan ısıtma işlem sonrası yapışma direncinin düştüğünü tespit etmişlerdir (Şahin Kol 2009).

Korkut ve Kocaefe (2009) yılındaki yaptıkları bir çalışmada, ısıtma işleminin yüzey yapışma direncini ısıtma işlemsiz örneklerle karşılaştırarak ifade etmişlerdir. Bu durumun ısıtma işlem sıcaklık ve süresi arttıkça ağaç malzemenin daha hidrofobik olmasından ve verniklerin ahşap yüzeyinde temas açılarının büyümesinden kaynaklandığı, dolayısıyla vernik katmanının ahşap yüzeyine yapışmasının artan temas açısıyla azalmasından yüzey yapışma direncinin olumsuz etkilendiği belirtmişlerdir.

Budakçı (1997) yaptığı bir çalışmada birçok oluşumunu tamamlamış polimerler üretilen verniklerde katman kalınlığı artışının adezyonu azalttığı belirtilmekle birlikte, oluşumunu ağaç yüzeyinde tamamlayan polimerler ile üretilen poliüretan, akrilik vb. verniklerde katman kalınlığı arttıkça yüzeye yapışma mukavemetinin arttığı belirtmiştir.

Budakçı (2004) yılında yaptığı bir çalışmada molekül iriliği arttıkça kohezyonunun, azaldıkça adezyonun arttığı bildirilmiştir. Su bazlı vernikler katı maddelerinin düşük oluşundan dolayı ahşap yüzeyde oldukça ince bir vernik katmanı vermektedir. Solvent esaslı vernikler özellikle poliüretan ve akriliklerde elde edilen kalın ve optik özelliği yüksek katmanlar su bazlı verniklerle hazırlanamamıştır.

Sönmez ve Budakçı (2010) yılındaki çalışmalarında su bazlı verniklerin mekanik etkilere dayanıksız olduğu sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu bildirilmektedir.

### 3.4. SALINIMSAL SERTLİK DEĞERİ

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Su bazlı vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen salınımsal sertlik değerleri Çizelge 3.78’de verilmiştir.

**Çizelge 3.78.** İİGTÖ ile KÖ, Su bazlı vernik türünde salınımsal sertlik değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	41.90	1.663	0.526	40.71	43.09	40.00	45.00
TW1	10	26.40	1.265	0.400	25.50	27.30	24.00	28.00
TW2	10	28.00	2.667	0.843	26.09	29.91	24.00	32.00
Toplam	30	32.10	7.327	1.338	29.36	34.84	24.00	45.00

Vernik türünün salınımsal sertlik değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.79’ da verilmiştir.

**Çizelge 3.79.** Su bazlı vernik TVA sonuçları.

Sertlik	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	1453.40	2	726.700	189.941	<b>0.000</b>
Guruplar içerisinde	103.30	27	3.826		
Toplam	1556.70	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.80’de verilmiştir.

**Çizelge 3.80.** İİGTÖ İle KÖ, Su bazlı vernik türünde salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	41.90	A	KÖ – TW1	15.50*	13.23	17.76
TW1	1	26.40	B	KÖ – TW2	13.90*	11.63	16.16
TW2	2	28.00	B	TW1- TW2	-1.60*	-3.86	0.66

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Akrilik vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen salınımsal sertlik değerleri Çizelge 3.81’da verilmiştir.

**Çizelge 3.81.** İİGTÖ ile KÖ, Akrilik vernik türünde salınımsal sertlik değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	67.90	3.315	1.048	65.53	70.27	64.00	76.00
TW1	10	77.20	2.700	0.854	75.27	79.13	73.00	81.00
TW2	10	62.50	2.759	0.872	60.53	64.47	58.00	68.00
Toplam	30	69.20	6.795	1.241	66.66	71.74	58.00	81.00

Vernik türünün salınımsal sertlik değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.82’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.82.** Akrilik vernik türünde TVA sonuçları.

Sertlik	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	1105.80	2	552.900	64.070	<b>0.000</b>
Guruplar içerisinde	233.00	27	8.630		
Toplam	1338.80	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.83’de verilmiştir.

**Çizelge 3.83.** İİGTÖ İle KÖ, Akrilik vernik türünde salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	67.90	A	KÖ – TW1	-9.30*	-12.70	-5.89
TW1	1	77.20	B	KÖ – TW2	5.40*	1.99	8.80
TW2	2	62.50	C	TW1- TW2	14.70*	11.29	18.10

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “U.V. vernik” ile vernikleme işleminden sonra elde edilen salınımsal sertlik değerleri Çizelge 3.84’de verilmiştir.

**Çizelge 3.84.** İİGTÖ ile KÖ, U.V. vernik türünde salınımsal sertlik değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	71.80	5.287	1.672	68.02	75.58	65.00	81.00
TW1	10	77.00	3.367	1.065	74.59	79.41	73.00	84.00
TW2	10	64.60	5.016	1.586	61.01	68.19	59.00	73.00
Toplam	30	71.13	6.837	1.248	68.58	73.69	59.00	84.00

Vernik türünün salınımsal sertlik değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.85’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.85.** U.V. vernik türünde TVA sonuçları.

Sertlik	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	775.47	2	387.733	18.050	0.000
Guruplar içerisinde	580.00	27	21.481		
Toplam	1355.47	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.86’da verilmiştir.

**Çizelge 3.86.** İİGTÖ İle KÖ, U.V. vernik türünde salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	71.80	A	KÖ – TW1	-5.20*	-10.56	0.16
TW1	1	77.00	A	KÖ – TW2	7.20*	1.83	12.56
TW2	2	64.60	B	TW1- TW2	12.40*	7.03	17.76

HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört çeşit vernik gurubu arasından “Tık yağı” ile verniklendikten sonra elde edilen salınımsal sertlik değerleri Çizelge 3.87’da verilmiştir.

**Çizelge 3.87.** İİGTÖ ile KÖ, Tık yağı uygulamasının salınımsal sertlik değerleri.

T	N	$\bar{X}$	S.S.	S.Hata	95% Güvenirlilik Düzeyinde		Min.	Max.
					Alt sınır	Üst sınır		
KÖ	10	34.30	2.003	0.633	32.87	35.73	31.00	38.00
TW1	10	48.10	1.663	0.526	46.91	49.29	46.00	51.00
TW2	10	36.10	2.923	0.924	34.01	38.19	34.00	43.00
Toplam	30	39.50	6.601	1.205	37.04	41.96	31.00	51.00

Vernik türünün salınımsal sertlik değerleri farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla TVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.88’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.88.** Tık yağı uygulamasının TVA sonuçları.

Sertlik	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama Kare	F	Sig.
Guruplar arasında	1125.60	2	562.800	110.193	0.000
Guruplar içerisinde	137.90	27	5.107		
Toplam	1263.50	29			

ANOVA tablosundaki sig.(anlamlılık(p)) değeri incelenmiş  $p < 0.05$  olduğundan guruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Bu farklılığı tespit etmek için guruplar arası çoklu karşılaştırmalar ve Duncan testi yapılarak sonuçları ile homojenlik gurupları Çizelge 3.89’da verilmiştir.

**Çizelge 3.89.** İİGTÖ İle KÖ, Tık yağı uygulamasının salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Duncan testi				95% Güvenirlilik düzeyinde			
				Etkileşim değerleri			
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Alt sınır	Üst Sınır
KÖ	-	34.30	A	KÖ – TW1	-13.80*	-16.41	-11.18
TW1	1	48.10	B	KÖ – TW2	-1.80*	-4.41	0.81
TW2	2	36.10	A	TW1- TW2	12.00*	9.38	14.61

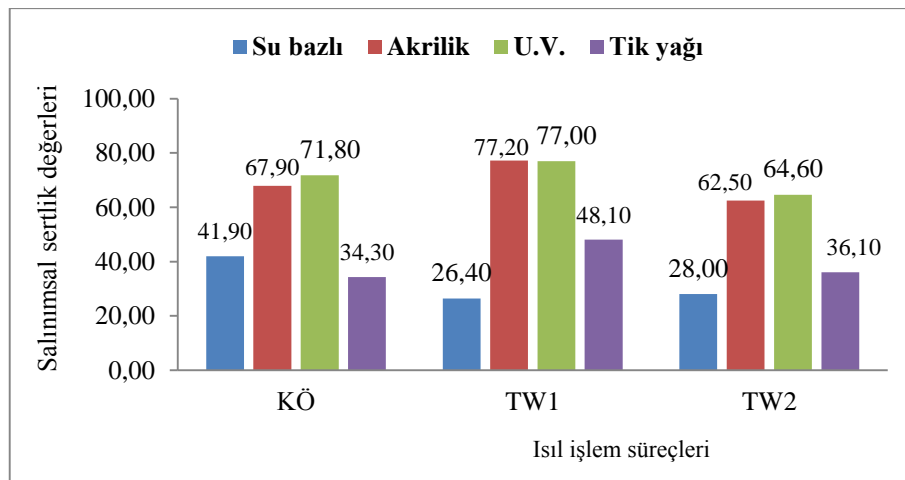
HG: Homojenlik Gurubu, \*  $P \leq 0.05$  düzeyinde fark bulunduğunu ifade etmektedir.



Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD’ de İİGTÖ ile KÖ, dört farklı vernik türünde (Su bazlı, Akrilik,U.V. ve Tik yağı) verniklendikten sonra deney örneklerinin, salınımsal sertlik değerlerine ait spss veri analizi değerleri Çizelge 3.90’da verilmiştir. Vernik türü değişkeninde; salınımsal sertlik değerleri Şekil 3.15’ de ifade edilmiştir.

**Çizelge 3.90.** İİGTÖ ve KÖ, salınımsal sertlik değerlerine ait İİS ve VT değişkenindeki istatistikler.

Ağaç Türü	Faktör: AB		$\bar{X}$	N	S.S.	V	Min.	Max.
	Isıl İşlem Süreci	Vernik Türü						
Doğu Ladini ( <i>Picea Orientalis</i> )	KÖ	Su bazlı	41.90	10	1.66	2.77	40.00	45.00
		Akrilik	67.90	10	3.31	10.99	64.00	76.00
		U.V.	<b>71.80</b>	10	5.29	27.96	65.00	81.00
		Tik yağı	34.30	10	2.00	4.01	31.00	38.00
		Toplam	53.98	40	16.68	278.38	31.00	81.00
	TW1	Su bazlı	26.40	10	1.26	1.60	24.00	28.00
		Akrilik	<b>77.20</b>	10	2.70	7.29	73.00	81.00
		U.V.	77.00	10	3.37	11.33	73.00	84.00
		Tik yağı	48.10	10	1.66	2.77	46.00	51.00
		Toplam	57.18	40	21.75	472.87	24.00	84.00
	TW2	Su bazlı	28.00	10	2.67	7.11	24.00	32.00
		Akrilik	62.50	10	2.76	7.61	58.00	68.00
		U.V.	<b>64.60</b>	10	5.02	25.16	59.00	73.00
		Tik yağı	36.10	10	2.92	8.54	34.00	43.00
		Toplam	47.80	40	16.57	274.57	24.00	73.00
	Toplam	Su bazlı	32.10	30	7.33	53.68	24.00	45.00
		Akrilik	69.20	30	6.79	46.17	58.00	81.00
		U.V.	<b>71.13</b>	30	6.84	46.74	59.00	84.00
		Tik yağı	39.50	30	6.60	43.57	31.00	51.00
		Toplam	52.98	120	18.75	351.46	24.00	84.00



**Şekil 3.15.** İİGTÖ ile KÖ arasında VT, salınımsal sertlik değerleri.

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında dört farklı vernik türü (Su bazlı, Akrilik, U.V. ve Tik yağı) ile verniklendikten sonra yapılan salınımsal sertlik ölçümleri sonucunda KÖ’ de, en yüksek salınımsal sertlik değeri; U.V. vernikli numunelerde (71.80), en düşük salınımsal sertlik değeri; Tik yağı uygulanmış numunelerde tespit edilmiştir (34.30). Isıl işlem TW1 süreçlerinde, en yüksek salınımsal sertlik değeri; Akrilik verniklenmiş (77.20) ve U.V. verniklenmiş numunelerde (77.00), en düşük salınımsal sertlik değeri ise; Su bazlı verniklenmiş numunelerde (26.40) tespit edilmiştir. Isıl işlemin TW2 süreçlerinde, en yüksek salınımsal sertlik değeri; U.V.verniklenmiş numunelerde (64.60), en düşük salınımsal sertlik değeri; Su bazlı verniklenmiş numunelerde görülmüştür (28.00).

Salınımsal sertlik değerleri İİS ve VT göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla ÇVA yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.91’de verilmiştir.

**Çizelge 3.91.** İİGTÖ ile KÖ, salınımsal sertlik değerlerine ait İİS ve VT değişkeninde ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P. $\alpha=0.05$
Isıl işlem (A)	1816.817	2	908.408	2.062	0.208
Vernik (B)	36309.500	3	12103.167	27.471	0.001*
Isıl işlem*Vernik (AB)	2643.450	6	440.575	45.136	0.000*
Hata	1054.200	108			
Toplam	41823.967	119.000			

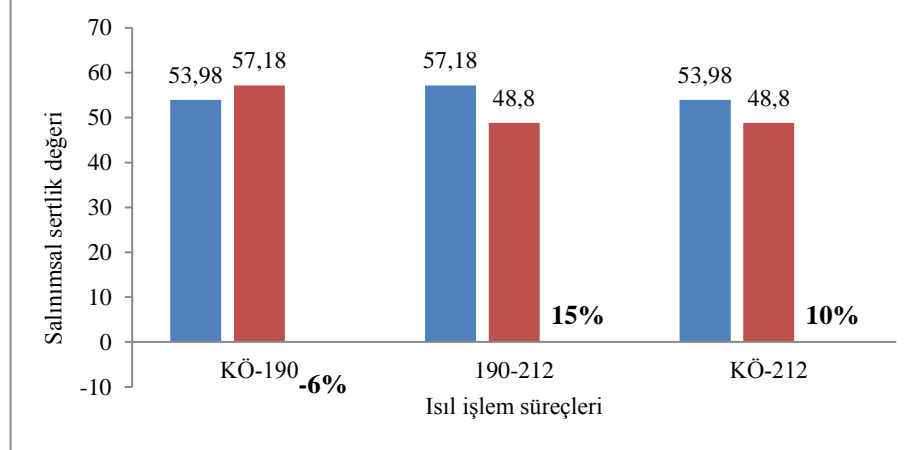
Çoklu varyans analiz sonucuna göre salınımsal sertlik değerleri, “VT” ve “İİS\*VT” periyotları karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). İİS\*VT düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.92’ de verilmiştir. Ayrıca İİS göre salınımsal sertlik değerleri değişimleri (%) olarak Şekil 3.16 ’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.92.** İİGTÖ ile KÖ, İİS\*VT, salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve etkileşim değerleri.

Isıl İşlem Süreçleri				95% Güvenirlilik düzeyinde		
				Etkileşim değerleri		
T	Z	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	
KÖ	-	53.98	A	KÖ – TW1	-3.2	
TW1	1	57.18	B	KÖ – TW2	5.18	
TW2	2	48.80	C	TW1- TW2	8.38	
Vernik Türü				95% Güvenirlilik düzeyinde		
				Etkileşim değerleri		
T	$\bar{X}$	HG	Varyasyonlar	Fark	Varyasyonlar	Fark
Su bazlı	32.10	A	SV-AV	-37.10	AV-Tik	29.70
Akrilik	69.20	B	SV-U.V.	-39.03	U.V.-Tik	31.63
U.V.	71.13	C	AV-U.V.	-1.93		
Tik yağı	39.50	D				

HG:Homojenlik grubu, SV: Su bazlı vernik, AV; Akrilik vernik, U.V.: UV verniği, Tik: Tik yağı.

Çizelge 3.92'e göre, İİS; en yüksek salınımsal sertlik değeri; TW1'de (57.18), en düşük salınımsal sertlik değeri; TW2'de tespit edilmiştir (48.80). Vernik türü değişkeninde ise; en yüksek salınımsal sertlik değeri U.V. verniklenmiş numunelerde (71.13), en düşük salınımsal sertlik değeri Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (32.10).



**Şekil 3.16.** İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, salınımsal sertlik değerleri değişimleri (%).

Şekil 3.16' de İİGTÖ ile KÖ arasında, İİS göre, % yüzey salınımsal sertlik değeri değişimleri KÖ-TW1' de; (-%6), TW1-TW2' de; (%15), KÖ-TW2 arasında; (%10) olarak gerçekleşmiştir. Buna göre en yüksek % salınımsal sertlik değeri değişimi; TW1-TW2' de (%15) ve en düşük salınımsal sertlik değeri değişimi ise; KÖ-TW1' de (-%6) tespit edilmiştir.

Korkut ve Kocaefe (2009) yaptıkları çalışmada, ThermoWood yöntemiyle ısıtılmış ağaç malzemenin gerek mikroskobik yapısında, gerekse mikroskobik özelliklerinde birtakım değişikliklerin olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı ağaç türünde bile farklı sıcaklık ve periyotta ısıtılmış ağaç malzemelerde vernik katmanının salımsal sertlik değerlerinin farklı oluşunun odunun hücre çeperlerindeki maddesel kayıplardan ve endüstriyel önerilere göre uygulanan verniklerin katman kalınlığı farklarından kaynaklandığı ifade etmişlerdir.

Sönmez (1989) yaptığı araştırmanın sonuçlarında, vernik katmanlarının sertliğinde ağaç türünün etkili olmadığını asıl etkinin vernik çeşidine ait olduğunu bildirmiştir.

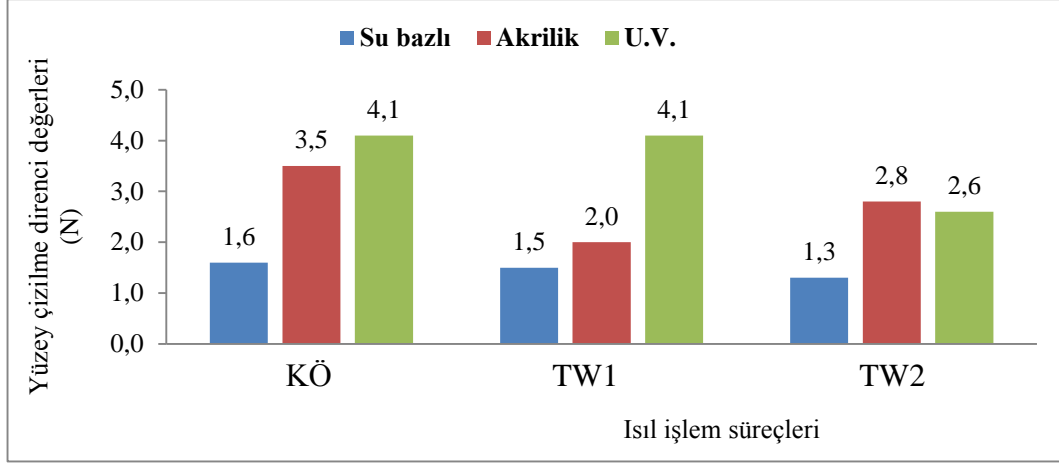
Sönmez ve diğ.(2004) çalışmalarında, su çözücülü verniklerin molekül irilikleri solvent çözücülü sistemlerdekinden daha küçüktür. Bu nedenle ağaç malzemenin boşluklarına daha fazla nüfuz etmekte, dolayısı ile ince katmanlar verdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca yoğunluğu daha düşük olan malzemelerde katman kalınlığının ince oluşunun su çözücülü verniklerde sertliği azaltıcı etki yaptığını belirtmişlerdir.

### 3.5. YÜZEY ÇİZİLME DİRENCİ DEĞERİ

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD' de İGTÖ ile KÖ, üç farklı vernik türünde (Su bazlı, Akrilik ve U.V.) ile verniklendikten sonra deney örneklerinde elde edilen yüzey çizilme direnci değerleri Çizelge 3.93'de verilmiştir. Ayrıca VT değişkeninde; yüzey çizilme direnci değerleri Şekil 3.17' de ifade edilmiştir.

**Çizelge 3.93.** İGTÖ ile KÖ, yüzey çizilme direnci değerleri (N).

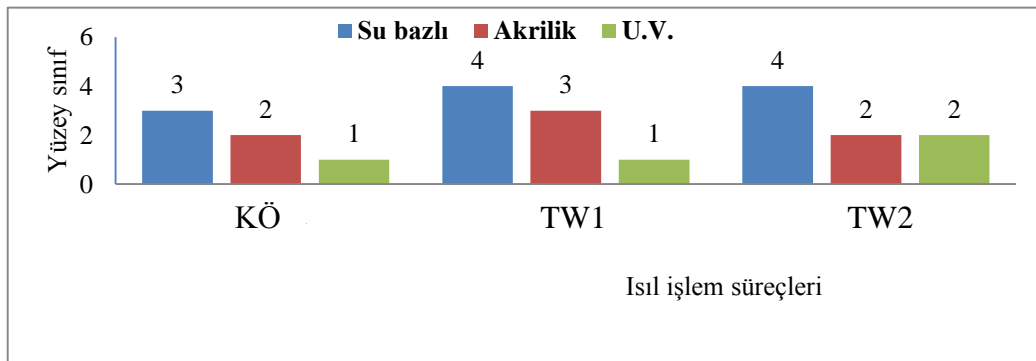
No	T	Su bazlı	Yüzey Sınıfı	Akrilik	Yüzey Sınıfı	U.V.	Yüzey Sınıfı
1	KÖ	1.6	3.Sınıf	3.5	2.Sınıf	4.1	1.Sınıf
2	TW1	1.5	4.Sınıf	2.0	3.Sınıf	4.1	1.Sınıf
3	TW2	1.3	4.Sınıf	2.8	2.Sınıf	2.6	2.Sınıf



Şekil 3.17. İİGTÖ ile KÖ arasında VT, yüzey çizilme direnci değerleri (N).

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında üç farklı vernik türü (Su bazlı, Akrilik ve U.V.) ile verniklendikten sonra yapılan yüzey çizilme direnci ölçümleri sonucunda KÖ’ de, en yüksek yüzey çizilme direnci; U.V. vernikli numunelerde (4.1), en düşük yüzey çizilme direnci; Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir (1.6). Isıl işlem TW1 süreçlerinde, en yüksek yüzey çizilme direnci; U.V. verniklenmiş numunelerde (4.1), en düşük yüzey çizilme direnci ise; Su bazlı verniklenmiş numunelerde tespit edilmiştir(1.5). Isıl işlemin TW2 süreçlerinde, en yüksek yüzey çizilme direnci; Akrilik verniklenmiş numunelerde (2.8), en düşük yüzey çizilme direnci; Su bazlı verniklenmiş numunelerde görülmüştür (1.3). Vernik türü değişkeninde en yüksek çizilme direnci değerleri KÖ ile TW1 süreçlerinde U.V. vernikli numunelerde tespit edilmiştir (4.1).

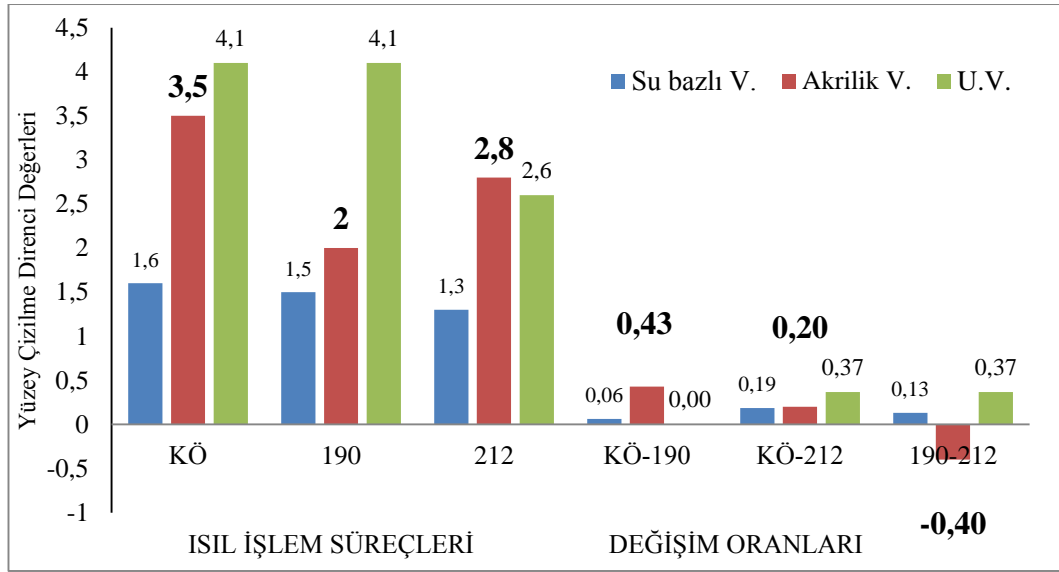
Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında yüzey çizilme direncine ait yüzey sınıfı karşılaştırma sonuçları Şekil 3.18’de verilmiştir.



Şekil 3.18. İİGTÖ ile KÖ arasında İİS\*VT etkileşiminde çizilme direncine ait yüzey sınıfı karşılaştırma sonuçları.

Şekil 3.18' e göre, KÖ' de çizilme direnci değerlerinin yüzey sınıfı; Su bazlı verniklenmiş numunelerde (3.sınıf), Akrilik vernikli numunelerde (2.sınıf) ve U.V. vernikli numunelerde (1.Sınıf) olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem TW1' de, Su bazlı vernik numuneleri (4.sınıf), Akrilik vernikli numuneler (3.sınıf) ve U.V. vernikli numuneler (1.Sınıf) olarak yüzey sınıfları belirlenmiştir. Isıl işlem TW2' de, Su bazlı vernik numuneleri (4.sınıf), Akrilik vernikli numuneler (2.sınıf) ve U.V. vernikli numuneler (2.Sınıf) olarak yüzey sınıfları belirlenmiştir.

Thermowood süreçlerinde İİGTÖ ile KÖ arasında VT değişkenine ait çizilme direnci değişimleri (%) Şekil 3.19' da verilmiştir.



Şekil 3.19. İİGTÖ ile KÖ arasında yüzey çizilme direnci değerleri ve % değişim oranları.

Şekil 3.19'a göre, İİGTÖ ile KÖ arasında çizilme direnci % değişimleri, KÖ-TW1'de; Su bazlı vernik türünde (%6), Akrilik vernikte (%43) olarak gerçekleşmiştir. Isıl işlem süreçleri KÖ-TW2'de; Su bazlı vernik türünde (%19), Akrilik vernikte (%20) ve U.V. vernik türünde (%37) olarak gerçekleşmiştir. Isıl işlem TW1-TW2' de ise; Su bazlı vernik türünde (%13), Akrilik vernikte (-%40) ve U.V. vernik türünde (%37) olarak gerçekleşmiştir. Isıl işlem süreçlerine göre çizilme direnci değişimi en yüksek; Akrilik verniklenmiş numunelerde, KÖ-TW1' de (%43) ve TW2-TW1'de (%40) olarak belirlenmiştir.

Çakıcıer, Korkut ve diğ. (2011) Çizilme direnci katman sertliğinin önemli bir göstergesidir. Yapılan çizilme mukavemeti deneyleri sonucunda ağaç yüzey farklılaşmasının. vernik katmanının çizilme mukavemeti üzerinde etkili olmadığı. asıl etkinin vernik çeşidine bağlı olduğu tespit edilmiş olup. yine nanolacke UV verniğin konvansiyel verniklere oranla daha fazla sertliğe sahip olduğu ve çizilmeye karşı en yüksek mukavemeti gösterdiği belirtmişlerdir.

Budakçı (2003) yılındaki bir çalışmasında. su bazlı verniklerin katı madde oranlarının düşük olması sebebiyle ahşap yüzeyde oldukça ince film katmanı verdiğini belirtmiştir.

Yakın ise (2001) yılındaki çalışmasında. su bazlı verniklerin mekanik etkilere dayanıksız olduğunu bildirmiştir. Özdemir (2003) çalışmasında vernik ve boyaların çizilme dirençleri onların yapılarına bağlıdır. Yüzeyde oluşturdukları katman yapısı ne kadar sıkı ise çizilme dirençleri o kadar iyi olacaktır ve zor çizilecektir yorumlarını yapmıştır.

Anka Line Mobilya boya üreticisi firmasının bir çalışmasında “Çizilme direnci ile ilgili gerçekler” konu başlığı altında şu bilgileri paylaşmıştır. Şunu belirtmek gerekir ki çizilmeyen vernik yoktur. Çizilme direnci yüksek vernik vardır. Bu özellikte verniğin cinsi ve kalitesi ile ilgilidir. Genel satışlar gösteriyor ki. özellikle poliüretan sistemlerde son kat vernik olarak yaygın olarak hâlihazırda 4+1 vernikler tercih edilmektedir. ( dört kısım ürüne bir kısım serleştirici) Bunun ana sebebi 2+1 verniklerde (iki kısım ürüne bir kısık serleştirici) üst üste kat atılırken çatlama probleminin oluşmasıdır. Bu inanış kesinlikle yanlıştır. Ayrıca yüzey kalitesi değerlendirildiğinde 2+1 vernikler saf poliüretan olduğundan. 4+1 vernik sistemlerine göre çok daha kalitelidir ve daha kısa sürede sorunsuz bir şekilde paketleme yapılabilir. En yüksek çizilme dirençli vernikten. en düşük çizilme dirençli verniğe sıralama; U.V. kürlenmeli Akrilik Vernikler. Polyester Vernikler. Nano hxd 2+1 Vernikler Akrilik Vernikler. Nano hxd 2+1 Poliüretan Vernikler. Akrilik Vernikler. Nano 2+1 Vernikler. Poliüretan 4+1 Vernikler. Selülozik Vernikler şeklinde sıralamışlardır.(<http://www.ankaline.com.tr/uygulamalarda> doğru bilinen yanlışlar (erişim tarihi:03.08.2015).

### 3.6. ISI İLETKENLİĞİ DEĞERİ ( $\lambda$ )

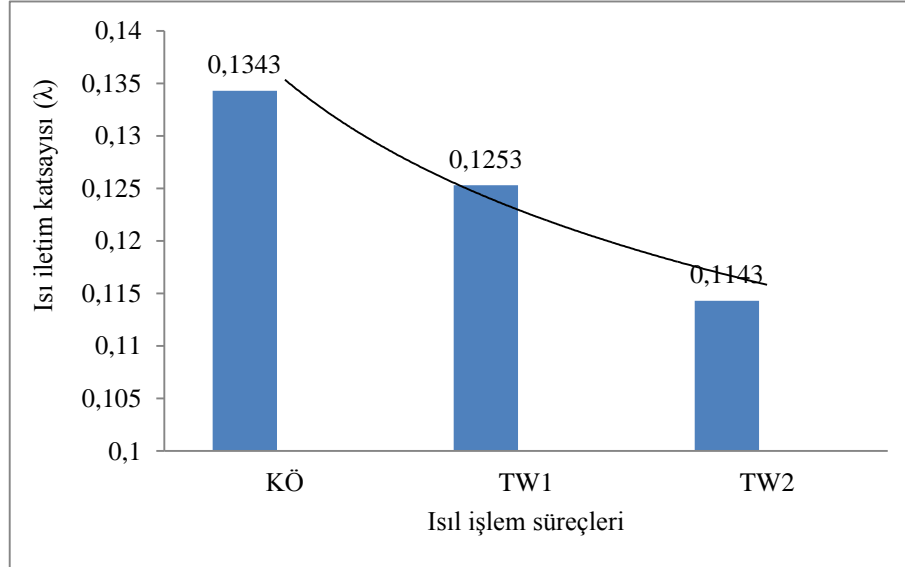
Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD' de İİGTÖ ile KÖ arasındaki ısı iletim katsayısı değerleri Çizelge 3.94' de ifade edilmiştir. Ayrıca Şekil 3.20' de İİS göre ısı iletim katsayısı değerleri ifade edilmiştir.

**Çizelge 3.94.** İİGTÖ ile KÖ, İİS göre, ısı iletim katsayısı değerleri

$$(\lambda = W/mK).$$

Malzemenin Adı	Ta ( °C )	RH ( % )	Tm ( °C )	$\lambda = k ( W/m.K )$
KÖ	27.5	45.6	42.0	0.1343
TW1	27.4	45.0	41.0	0.1253
TW2	27.1	44.1	43.0	0.1143

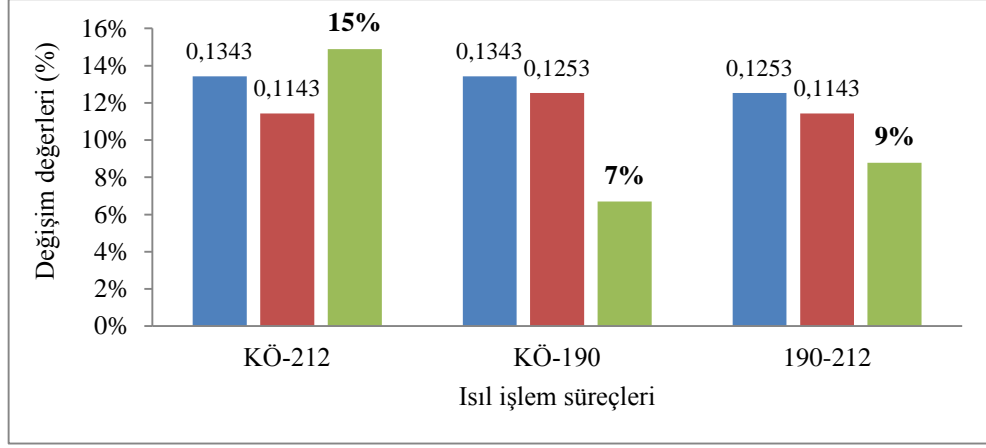
Ta: Çevre sıcaklığı , Tm: Ölçüm ortam sıcaklığı RH: Çevre bağıl nem, k: Isı iletim katsayısı (watt /metre. Kelvin), KÖ: Kontrol örnekleri, TW1: Thermo S 190°C, 1.5 saat, TW2: Thermo D 212°C, 2 saat ısıl işlem uygulaması.



**Şekil 3.20.** İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, ısı iletim katsayısı değerleri ( $\lambda = k ( W/m.K )$ ).

Thermowood yöntemiyle İİGTÖ ile KÖ arasında yapılan ısı iletim katsayısı ( $\lambda$ ) ölçümleri sonucunda, en yüksek değer KÖ' de; ( $\lambda_{KÖ} = 0.1343$ ), en düşük değer ise; TW2 'de saptanmıştır ( $\lambda_{TW2} = 0.1143$ ). Isıl işlem süreçlerinde yalıtkanlık artmıştır.





**Şekil 3.21.** İİGTÖ ile KÖ arasında İİS, ısı iletim katsayısı değişim değerleri (%).

Şekil 3.21 'e göre ısı iletkenlik % değişim değerleri; KÖ-TW2' de (%15), KÖ-TW1' de (%7) ve ısı işlem süreçleri aralarında TW1-TW2 'de (%9) olarak saptanmıştır. En yüksek % değişim değeri; KÖ-TW2 arasında (%15) gerçekleşmiştir. En düşük % değişim değeri; KÖ-TW1' de (%7)'dir.

Güler ve Korkut (2007) yaptıkları çalışmada “Isıl işlem uygulanmış odunun ısı iletkenliği düşmektedir. İğne yapraklı ağaçlarda ısı işlem görmüş odunun ısı iletkenliği değerleri kontrol numunelerine kıyasla % 20–25 azalır” olarak ifade etmişlerdir. Militz (2002) ve Mayes and Oksanen (2002)'de “ısı işlem muamelesi ısı yalıtımının söz konusu olduğu kullanım alanlarında uygundur” şeklinde ifade etmişlerdir. Çalıova (2011) çalışmasında ısı işlem sıcaklığı arttıkça ısı iletkenliğinin azaldığı belirtmiştir. Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) odununda en yüksek ısı iletkenliği kontrol örneklerinde (0.1813 W/mK), en düşük ısı iletkenliği ise 212°C'de ısı işlem görmüş test örneklerinde ( 0.1319 W/mK) tespit etmiştir. Yine kızılâğaç odununda da en yüksek ısı iletkenliği ( 0.152 W/mK), en düşük ısı iletkenliği ise 212°C'de ısı işlem görmüş test örneklerinde ( 0.1137 W/mK) tespit etmiştir. Bu sonuçlar literatür ile uyumluluk göstermekte olup Çalıova (2011), Şahin Kol ve Sefil (2011), Sefil (2010) çalışmalarında benzer sonuçları bildirmişlerdir.

Finlandiya ağaç sanayi VTT tarafından ısı iletkenliği üzerine yapılan araştırmalarda, ısı işlem uygulanmış odunda ısı iletkenliğinin azaldığı belirtilmektedir. Araştırmaya göre iğne yapraklı ağaçlarda ısı işlem görmüş odunun ısı iletkenliği KÖ kıyasla %20-25 azalmıştır. Bu nedenle Thermowood malzemenin ısı yalıtımının söz konusu olduğu kullanım alanları için ideal olabileceği ifade edilmiştir (Anonim 2003).

## 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araştırma sonuçları, bulgular kısmında elde edilen veriler doğrultusunda renk değişim değerleri, parlaklık, yüzey yapışma direnci değerleri, yüzey çizilme direnci, salımsal sertlik değeri ve ısı iletkenliği değerleri alt başlıklar halinde tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlar bilimsel olarak irdelenmiş ve uygulamaya yönelik öneriler olarak sunulmuştur.

### 4.1. RENK PARLAKLIK / IŞIKLIK DEĞERİ

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında TVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, Su bazlı vernik türünde en yüksek renk parlaklık değeri (EYRP); KÖ' de (88.06), en düşük renk parlaklık değeri ise (EDRP); TW2' de (51.83) olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem süreçlerine göre SV türünde renk parlaklığındaki değişim oranları (%RPDO); KÖ-TW1' de (%16), KÖ-TW2' de (%41) ve ısıl işlem süreçleri arasında TW1-TW2' de (%30) olarak tespit edilmiştir. En yüksek değişim (%EYRP); KÖ-TW2' de (%41), en düşük değişim değeri ise (%EDRP); KÖ-TW1' de (%16) olarak saptanmıştır.

Akrilik vernik türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYRP; KÖ' de (86.36), EDRP; TW2' de (40.12) olarak tespit edilmiştir. Akrilik vernik türünde %RPDO ise; KÖ-TW1' de (%20), KÖ-TW2' de (%54) ve TW1-TW2' de (%42) olarak tespit edilmiştir. %EYRP; KÖ-TW2' de (%54), %EDRP; KÖ-TW1' de (%20) olarak saptanmıştır.

Ultra Viyole kürlenmeli vernik türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYRP; KÖ' de (87.10), EDRP; TW2' de (47.08) olarak tespit edilmiştir. Ultra Viyole kürlenmeli vernik türünde %RPDO ise; KÖ-TW1' de (%18), KÖ-TW2' de (%46) ve TW1-TW2' de (%34) olarak tespit edilmiştir. Akrilik vernik türünde %EYRP; KÖ-TW2' de (%46), %EDRP; KÖ-TW1' de (%18) olarak saptanmıştır.

Tik yağı türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYRP; KÖ' de (87.36), EDRP; TW2' de (39.07) olarak tespit edilmiştir. Tik yağı türünde %RPDO ise; KÖ-TW1' de (%27), KÖ-TW2' de (%55) ve TW1-TW2' de (%39) olarak tespit edilmiştir. Tik yağı %EYRP; KÖ-TW2' de (%55), %EDRP; KÖ-TW1' de (%27) olarak saptanmıştır.

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında ÇVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, İİS\*VT etkileşimindeki renk parkalığına ait Duncan testi sonuçları İİS etkileşiminde, EYRP; KÖ' de (89.59), EDRP; TW2'de (61.78) olarak tespit edilmiştir. Vernik türü düzeyindeki etkileşimde ise; EYRP, SV numunelerinde (71.16), EDRP Tik yağı ile yağlanmış numunelerde tespit edilmiştir (63.71).

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, İİGTÖ ile KÖ arasında İİS düzeyinde %RPDO; KÖ-TW2'de (%31), KÖ-TW1'de (%14) ve TW1-TW2 arasında (%20) olarak tespit edilmiştir ve %EYRP değişimi ise; KÖ-TW2 süreçlerinde (%31), %EDRP ise; KÖ-TW1 (%14) olarak saptanmıştır.

## **4.2. RENK DEĞİŞİM DEĞERLERİ**

### **4.2.1. Kırmızı Renk Değeri (+a)**

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında TVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, Su bazlı vernik türünde en yüksek kırmızı renk değeri (EYKR); TW2' de (11.10), en düşük kırmızı renk değeri ise (EDKR); KÖ' de (0.64) olarak tespit edilmiştir. İİS göre SV türünde kırmızı renk değişim oranları (%KRDO); TW1-KÖ' de (%87), TW2-KÖ' de (%94) ve TW2-TW1'de (%54) olarak tespit edilmiştir. En yüksek değişim (%EYKR); TW2-KÖ' de (%94), en düşük değişim değeri ise (%EDKR); TW2-TW1'de (%54) olarak saptanmıştır.

Akrilik vernik türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYKR; TW2' de (15.89), EDKR; KÖ' de (1.19) olarak tespit edilmiştir. AV türünde % KRDO; TW1-KÖ' de (%84), TW2-KÖ' de (%93) ve TW2-TW1'de (%53) olarak tespit edilmiştir. %EYKR; TW2-KÖ' de (%93), %EDKR; TW2-TW1'de (%53) olarak saptanmıştır.

Ultra Viyole kürlenmeli vernik türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYKR; TW2' de (12.83), EDKR; KÖ' de (0.73) olarak tespit edilmiştir.

Ultra viyole kürlenmeli vernik türünde % KRDO; TW1-KÖ' de (%87), TW2-KÖ' de (%94) ve TW2-TW1'de (%55) olarak tespit edilmiştir.

Ultra viyole kürlenmeli vernik türünde %EYKR; TW2-K' de (%94), %EDKR; TW2-TW1'de (%53) olarak saptanmıştır.

Tik yağı türünde, TWS ve TWD, İİGT ile K arasında EYKR; TW2' de (12.31), EDKR; K' de (1.44) olarak tespit edilmiştir. Tik yağı türünde % KRDO; TW1-K' de (%85), TW2-K' de (%88) ve TW2-TW1'de (%24) olarak tespit edilmiştir. Tik yağı %EYKR; TW2-K' de (%88), %EDKR; TW2-TW1'de (%24) olarak saptanmıştır.

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGT ile K arasında ÇVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, İİS\*VT etkileşimindeki kırmızı renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları İİS etkileşiminde, EYKR; TW2' de (8.2), EDKR; K' de (1.63) olarak tespit edilmiştir. Vernik türü düzeyindeki etkileşimde ise, EYKR; AV numunelerinde (8.18), EDKR; SV numunelerde tespit edilmiştir (5.60).

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, İİGT ile K arasında İİS düzeyinde %KRDO; TW2-K' de (%80), TW1-K' de (%62) ve TW2 ile TW1 arasında (%47) olarak tespit edilmiştir ve %EYKR değişimi ise; TW2 ile K arasında (%80), %EDKR ise; TW2-TW1 arasında (%47) olarak saptanmıştır.

#### **4.2.2. Sarı Renk Değeri (+b)**

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGT ile K arasında TVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, Su bazlı vernik türünde en yüksek sarı renk değeri (EYSR); TW2' de (32.93), en düşük sarı renk değeri ise (EDSR); K' de (19.94) olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem süreçlerine göre SV türünde sarı renk değişim oranları (%SRDO); TW1-K' de (%30), TW2-K' de (%39) ve TW2-TW1'de (%12) olarak tespit edilmiştir. En yüksek değişim (%EYSR); TW2-K' de (%39), en düşük değişim değeri ise (%EDSR); TW2-TW1'de (%12) olarak saptanmıştır.

Akrilik vernik türünde, TWS ve TWD, İİGT ile K arasında EYSR; TW1' de (37.49), EDSR; K' de (21.36) olarak tespit edilmiştir. Akrilik vernik türünde %SRDO; TW1-K' de (%43), TW2-K' de (%35) ve TW1-TW2'de (%12) olarak tespit edilmiştir ve %EYSR ise; TW1-K' de (%43), %EDSR; TW1-TW2'de (%12) olarak saptanmıştır.

Ultra Viyole kürlenmeli vernik türünde, TWS ve TWD, İİGT ile K arasında EYSR; TW2' de (34.40), EDSR; K' de (20.94) olarak tespit edilmiştir.

Bu vernik türünde %SRDO; TW1-KÖ' de (%22), TW2-KÖ' de (%39) ve TW2-TW1'de (%22) olarak tespit edilmiştir ve %EYSR ise; TW2-KÖ' de (%39), %EDSR; TW2-TW1'de ve TW1-KÖ' de (%22) olarak saptanmıştır.

Tik yağı türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYSR; TW1' de (38.58), EDSR; TW2' de (18.13) olarak tespit edilmiştir. Tik yağı türünde %SRDO; TW1-KÖ' de (%25), TW2-KÖ' de (-%37) ve TW1-TW2'de (%53) olarak tespit edilmiştir ve %EYSR ise; TW1-TW2' de (%53), %EDSR; TW1-KÖ' de (%25) olarak saptanmıştır.

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında ÇVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, İİS\*VT etkileşimindeki sarı renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları İİS etkileşiminde, EYSR; TW2' de (25.60), EDSR; KÖ' de (16.36) olarak tespit edilmiştir. Vernik türü düzeyindeki etkileşimde ise, EYSR; AV numunelerinde (31.44), EDSR; SV numunelerde (27.25 ) ve U.V.tespit edilmiştir (27.36).

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, İİGTÖ ile KÖ arasında İİS düzeyinde %SRDO; TW2-KÖ' de (%36), TW1-KÖ' de (%30) ve TW2 ile TW1 arasında (%9) olarak tespit edilmiştir ve %EYSR değişimi; TW2 ile KÖ arasında (%36), %EDSR ise; TW2-TW1 arasında (%9) olarak saptanmıştır.

#### **4.2.3. Toplam Renk Değişimi ( $\Delta E$ )**

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında TVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, Su bazlı vernik türünde en yüksek toplam renk değişim değeri (EYTRD); TW2' de (42.25), en düşük toplam renk değişim değeri (EDTRD); KÖ' de (4.13) olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem süreçlerine göre SV türünde toplam renk değişim oranları (%TRDO); TW1-KÖ' de (%80), TW2-KÖ' de (%90) ve TW2-TW1'de (%51) olarak tespit edilmiştir. En yüksek değişim (%EYTRD); TW2-KÖ' de (%90), en düşük değişim değeri ise (%EDTRD); TW2-TW1'de (%51) olarak saptanmıştır.

Akrilik vernik türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYTRD; TW2' de (54.87), EDTRD; KÖ' de (6,06) olarak tespit edilmiştir.

Bu vernik türünde %TRDO; TW1-KÖ' de (%80), TW2-KÖ' de (%89) ve TW1-TW2'de (%45) olarak tespit edilmiştir ve %EYTRD değeri ise; TW1-KÖ' de (%89), %EDTRD; TW1-TW2'de (%45) olarak saptanmıştır.

Ultra Viyole kürlenmeli vernik türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYTRD; TW2' de (47.47), EDTRD; KÖ' de (5.45) olarak tespit edilmiştir. Bu vernik türünde, %TRDO; TW1-KÖ' de (%74), TW2-KÖ' de (%89) ve TW1-TW2'de (%56) olarak tespit edilmiştir ve %EYTRD değeri ise; TW1-KÖ' de (%89), %EDTRD; TW1-TW2'de (%56) olarak saptanmıştır.

Tik yağı türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYTRD; TW2' de (51.56), EDTRD; KÖ' de (12,97) olarak tespit edilmiştir. Tik yağı türünde %TRDO; TW1-KÖ' de (%62), TW2-KÖ' de (%75) ve TW1-TW2'de (%34) olarak tespit edilmiştir ve %EYTRD değeri ise; TW1-KÖ' de (%75), %EDTRD; TW1-TW2'de (%34) olarak saptanmıştır.

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında ÇVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, İİS\*VT etkileşimindeki toplam renk değişim değerlerine ait Duncan testi sonuçları İİS etkileşiminde, EYTRD; TW2' de (49.08), EDTRD; KÖ' de (7.16) olarak tespit edilmiştir. Vernik türü düzeyindeki etkileşimde ise, EYTRD; Tik yağı numunelerinde (32.95), EDTRD; SV numunelerde (22.35) tespit edilmiştir.

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, İİGTÖ ile KÖ arasında İİS düzeyinde %TRDO; TW2-KÖ' de (%85), TW1-KÖ' de (%73) ve TW2 ile TW1 arasında (%46) olarak tespit edilmiştir ve %EYTRD değeri ise; TW2 ile KÖ arasında (%85), % EDTRD ise; TW2-TW1 arasında (%46) olarak saptanmıştır.

### **4.3. PARLAKLIK DEĞERİ**

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında TVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, en yüksek parlaklık değeri (EYPD); KÖ' de (4.25), en düşük parlaklık değeri (EDPD); TW2' de (2.7) tespit edilmiştir.

Isıl işlem süreçlerine göre, İİGTÖ ile KÖ arasında parlaklık değeri değişim oranları (%PDDO); KÖ-TW2' de (%36), KÖ-TW1' de (%14) ve TW1-TW2'de (%26) olarak tespit edilmiştir. En yüksek değişim (%EYPD); KÖ-TW2' de (%36), en düşük değişim değeri ise (%EDPD); KÖ-TW1'de (%14) olarak saptanmıştır.

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında ÇVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, İİS\*VT etkileşimindeki parlaklık değişim değerlerine ait Duncan testi sonuçları İİS etkileşiminde, EYPD; KÖ' de (24.46), EDPD; TW2' de (19.45) olarak tespit edilmiştir. Vernik türü düzeyindeki etkileşimde ise, EYPD; SV numunelerinde (32.82), EDPD; Tik yağlı numunelerde (4.67) tespit edilmiştir.

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, İİGTÖ ile KÖ arasında İİS düzeyinde %PDDO; KÖ-TW1' de (%17), KÖ-TW2' de (%20) ve TW2-TW1'de (%4) olarak tespit edilmiştir ve %EYPD değeri; KÖ-TW2'de (%20), %EDPD ise; TW1-TW2'de (%4) olarak saptanmıştır.

#### **4.4. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİ**

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında TVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, Su bazlı vernik türünde en yüksek yüzey yapışma direnci (EYYD); KÖ' de (1.78), en düşük yüzey yapışma direnci (EDYYD); TW2' de (1.11) olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem süreçlerine göre, SV türünde yüzey yapışma direnci değişim oranları (%YYD); KÖ-TW1' de (%28), KÖ-TW2' de (%38) ve TW1-TW2'de (%14) olarak tespit edilmiştir. En yüksek değişim (%EYYD); KÖ-TW2' de (%38), en düşük değişim değeri ise (%EDYYD); TW1-TW2'de (%14) olarak saptanmıştır.

Akrilik vernik türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYYD; KÖ' de (2.09), EDYYD; TW2' de (1.50) olarak tespit edilmiştir. Bu vernik türünde %YYD; KÖ-TW1' de (%21), KÖ-TW2' de (%28) ve TW1-TW2'de (%9) olarak tespit edilmiştir ve % EYYD değeri; KÖ-TW2' de (%28), %EDYYD; TW1-TW2'de (%9) olarak saptanmıştır.

Ultra Viyole kürlenmeli vernik türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYYD; KÖ' de (1.62), EDYYD; TW2' de (1.31) olarak tespit edilmiştir.

Ultra viyole kürlenmeli vernik türünde %YYD; K-TW1' de (%9), K-TW2' de (%19) ve TW1-TW2'de (%11) olarak tespit edilmiştir. % EYYD; K-TW2' de (%19), %EDYD; TW1-TW2'de (%11) olarak saptanmıştır.

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGT ile K arasında ÇVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, İİS\*VT etkileşimindeki yüzey yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları İİS etkileşiminde, EYYD; K' de (1.83), EDYD; TW2' de (1.24) olarak tespit edilmiştir. VT düzeyindeki etkileşimde ise, EYYD; AV numunelerde (1.71), EDYD; SV numunelerde (1.36) tespit edilmiştir.

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, İİGT ile K arasında İİS düzeyinde, %YYD; K-TW2' de (%32), K-TW1' de (%20) ve TW1 ile TW2 arasında (%16) olarak tespit edilmiştir. %EYYD; K-TW2'de (%32), %EDYD ise; TW1-TW2 arasında (%16) olarak saptanmıştır.

#### **4.5. SALINIMSAL SERTLİK DEğERİ**

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGT ile K arasında TVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, Su bazlı vernik türünde en yüksek salınımsal sertlik değeri (EYSSD); K' de (41.90), en düşük yüzey yapışma direnci (EDSSD); TW1' de (26.40) olarak tespit edilmiştir. İİS göre, SV türünde yüzey yapışma direnci değişim oranları (%SSD); K-TW1' de (%37), K-TW2' de (%33) ve TW2-TW1'de (%6) olarak tespit edilmiştir. En yüksek değişim (%EYSSD); K-TW1' de (%37), en düşük değişim değeri ise (%EDSSD); TW2-TW1'de (%6) olarak saptanmıştır.

Akrilik vernik türünde, TWS ve TWD, İİGT ile K arasında EYSSD; TW1' de (77.20), EDSSD; TW2' de (62.50) olarak tespit edilmiştir. AV türünde %SSD; K-TW1' de (-%12), K-TW2' de (%8) ve TW1-TW2'de (%19) olarak tespit edilmiştir. %EYSSD; K-TW2' de (%8), %EDSSD; TW1-TW2'de (%19) olarak saptanmıştır.

Ultra Viyole kürlenmeli vernik türünde, TWS ve TWD, İİGT ile K arasında EYSSD; TW1' de (77.00), EDSSD; TW2' de (64.60) olarak tespit edilmiştir. Bu vernik türünde %SSD; K-TW1' de (-%7), K-TW2' de (%10) ve TW1-TW2'de (%16) olarak tespit edilmiştir ve %EYSSD değişimi ise; TW1-TW2' de (%16), %EDSSD; K-TW1'de (-%7) olarak saptanmıştır.



Tik yağı türünde, TWS ve TWD, İİGTÖ ile KÖ arasında EYSSD; TW1' de (48.10), EDSSD; KÖ' de (34.30) olarak tespit edilmiştir. Bu uygulama türünde %SSD; TW1-KÖ' de (%29), TW2-KÖ' de (%5) ve TW1-TW2'de (%25) olarak tespit edilmiştir ve %EYSSD değeri; TW1-KÖ' de (%29), %EDSSD; TW2-KÖ' de (%5) olarak saptanmıştır.

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında ÇVA ve Duncan testi sonuçlarına göre, İİS\*VT etkileşimindeki salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları İİS etkileşiminde, EYSSD; TW1' de (57.18), EDSSD; TW2' de (48.80) olarak tespit edilmiştir. Vernik türü düzeyindeki etkileşimde ise, EYSSD; UV vernikli numunelerde (71.13), EDSSD; SV numunelerde (32.10) tespit edilmiştir.

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, İİGTÖ ile KÖ arasında İİS düzeyinde, %SSD; KÖ-TW1' de (-%6), KÖ-TW2' de (%10) ve TW1-TW2' de (%15) olarak tespit edilmiştir ve %EYSSD değeri; TW1-TW2'de (%15), %EDSSD ise; KÖ-TW1' de (-%6) olarak saptanmıştır.

#### **4.6. YÜZEY ÇİZİLME DİRENCİ DEĞERİ**

Thermowood yöntemiyle, TWS ve TWD standartlarında, İİGTÖ ile KÖ arasında yapılan ölçümler sonucunda, VT değişkeninde, en yüksek yüzey çizilme direnci değeri (EYYÇD); KÖ' de ve TW1' de, U.V. ile verniklenmiş numunelerde (4.1), en düşük yüzey çizilme direnci (EDYÇD); TW2' de, su bazlı verniklenmiş numunelerde (1.3) olarak tespit edilmiştir.

Thermowood yöntemiyle, İİGTÖ ile KÖ arasında çizilme direnci % değişimleri, KÖ-TW1'de; SV' de (%6), AV' de (%43) olarak gerçekleşmiştir. Isıl işlem süreçlerinde KÖ-TW2'de; SV' de (%19), AV' de (%20) ve U.V. de (%37) olarak gerçekleşmiştir. Isıl işlem TW1-TW2' de ise; SV' de (%13), AV' de (-%40) ve U.V.' de (%37) olarak gerçekleşmiştir.

Isıl işlem süreçlerine göre, % EYYÇD değişimi; AV numunelerde, KÖ-TW1' de (%43) ve TW2-TW1'de (%40) olarak belirlenmiştir. % EDYÇD değişimi; KÖ-TW2' de (%20) olarak saptanmıştır.

Yüzey çizilme direnci ölçüm sonuçlarına göre, İİGTÖ ile KÖ arasında, Vernik türü değişkeninde, yüzey sınıflandırılması şu şekildedir; Su bazlı vernik türünde, KÖ' de (3.), TW1'de (4.) ve TW2'de (4.). Akrilik vernik türüne göre; KÖ' de (2.), TW1'de (3.) ve TW2'de (2.). Ultra viyole kürlenmeli vernik türünde; KÖ' de (1.), TW1'de (1.) ve TW2'de (1.).

#### **4.7. ISI İLETKENLİĞİ DEĞERİ**

Thermowood yöntemiyle TWS ve TWD 'de, İİGTÖ ile KÖ arasında yapılan ısı iletim katsayısı ( $\lambda$ ) ölçümleri sonucunda, en yüksek değer KÖ' de; ( $\lambda_{KÖ}=0.1343$ ), en düşük değer ise; TW2 'de saptanmıştır ( $\lambda_{TW2}=0.1143$ ).

Isı iletkenliği ölçümleri sonucunda, ısı iletkenlik % değişim değerleri; KÖ-TW2' de (%15), KÖ-TW1' de (%7) ve ısı işlem süreçleri aralarında TW1-TW2 'de (%9) olarak saptanmıştır. En yüksek % değişim değeri; KÖ-TW2 arasında (%15) gerçekleşmiştir. En düşük % değişim değeri; KÖ-TW1' de (%7)'dir.

#### **4.8. ÖNERİLER**

Isıl işlem sonrası yüzeylere yapılan vernik uygulamalarında, vernik çeşitlerinin etkileşime girerek renk tonlarında koyulaşmaya neden olacağı göz önüne alınarak üst yüzey işlem uygulamalarında bu hususun dikkate alınması tavsiye edilir.

Isıl işlem uygulanmış ağaç malzemelerde yüzey işlem uygulamalarında ağaç malzeme sıcaklığı, rutubet içeriği ve yüzey temizliği gibi doğru çalışma şartlarına daima dikkat edilmelidir.

Akrilik verniklerde modifiye elemanı olarak kullanılan polimerler katman özelliklerinde etkilidir. Bunlar malzeme yüzeylerinde farklı değerlerde sarı renk tonu oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kullanılan vernik türleri ısı işlem sonucu açığa çıkan bu maddeler ile etkileşime girerek malzemenin sarı renk değerinde değişimlere neden olduğu düşünüldüğünden üst yüzey işlem uygulamalarında bu hususa dikkat edilmelidir.

Su çözücülü vernikler odunda lif kabarmasına neden olduğundan, pürüzsüz bir yüzey elde etmek için; üst yüzey ön hazırlık işlemleri özenle yapılmalıdır.

Su çözücülü vernik katmanlarının çizilme direnci testlerinde, vernik katmanlarının çizilme direncinin çok zayıf olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuca göre denemelerde kullanılan su çözücülü verniklerin, çizilme, darbe, aşınma vb. mekanik etkilere dayanıklı olması gereken yerlerde kullanılmaması önerilebilir.

Özellikle görsel özelliklerinden birisi olan parlaklığın yani yansıyan görüntü kalitesinin önem taşıdığı kullanım alanlarında, alışıla gelmiş konvansiyonel verniklerin yerine su bazlı vernik ve UV verniğin kullanılması önerilir.

Sertlik, parlaklık, yüzeye yapışma mukavemeti gibi değerlerin önem taşıdığı uygulamalarda ısı işlem türü ve vernik çeşidinin etkisi olabileceği hususu dikkate alınmalıdır. Üst yüzey işlemlerinin yüzey yapışma mukavemeti ve esnekliğin fazla olması istenen işlerde Akrilik vernik tercih edilmesi önerilir. Sürtünme, aşınma, darbe vb. mekanik etkilere maruz kalma olasılığı yüksek olan kullanım yerlerinde, yani vernik katman sertliğinin önem taşıdığı durumlarda UV verniğin kullanılması önerilebilir. Böylelikle, hem daha kaliteli yüzeyler elde edilmiş olacak hem de ekonomik kayıpların önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Isıl iletkenlik testlerinde, ısı işlem görmüş Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) odunu numenlerinin termal iletkenliği normal ısı işlem görmemiş numunelerle karşılaştırıldığında (190°C'de 1.5s.) % 7 ve (212°C'de 2s.) %15 oranında değişim gözlemlenmiştir. Yalıtkanlık artmıştır. Bu yüzden, dış kapılar, dış cephe kaplama, pencereler ve sauna uygulamaları için kullanım idealdir.

Thermowood panel üretim süreçlerinde ise ağaç malzemenin termal iletkenlik değerlerindeki azalma yani yalıtkanlık değerinin artması özellikle pres aşamasında yapıştırıcı olarak kullanılan tutkalın yapı özellikleri ve pres sıcaklığı hususlarına daha özen gösterilmesi önerilir.

## 5. KAYNAKLAR

- Ahşap, Alternatif Yapı Malzemeleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, <http://kisi.deu.edu.tr/09.ahsap.pdf>, (erişim tarihi: 02.05.2015).
- Akgün K., Lamine edilmiş kestane (*Castanea Sativa* mill.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine tanen ve ısı işlemin etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi (2008).
- Akkuş M., Renk açma işleminin termal modifikasyon yapılmış bazı ağaç malzemelere etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Düzce Üniversitesi, (2012).
- Aksoy Ahmet., Deveci M., Baysal E., Toker H., Color and gloss changes of Scots pine after heat modification, *Wood Research*, Vol.56, No.3, 329-336, (2011).
- Altınok M., Perçin O., Doruk Ş., Isıl işlemin (thermo-process) ağaç malzemenin teknolojik özelliklerine etkisinin incelenmesi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, sayı:23, ISSN 1302-3055, (2010).
- Ankaline, Uygulamalarda doğru bilinen yanlışlar, “ çizilmez vernikler ile ilgili gerçekler”, (<http://www.ankaline.com.tr/> uygulamalarda doğru bilinen yanlışlar (updated) pdf; erişim tarihi:03.08.2015).
- Anonim, <http://www.thermowood.fi> (erişim tarihi: 25.07. 2010).
- Anonim, <http://novawood.com>. (erişim tarihi: 14.06.2012).
- Anonim, <http://thermowood.kotisivukone.com> (erişim tarihi: 02.06.2013).
- Anonim, “D3 ve D4 tutkal özellikleri” <http://kleiberit.com/> (erişim tarihi: 02.05.2015).
- Anonim, [http://www.interwood.se/thermowood\\_panel](http://www.interwood.se/thermowood_panel) (erişim tarihi:02.8.2015)
- ASTM D 6132 Standard Test Method for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Applied Organic Coatings Using an Ultrasonic Gage (2008).
- ASTM D 2224 “Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates” (2003).
- Aydemir D., Gökmar (Abies Bornmülleriana mattf.) ve Gürgeç (Carpinus Betulus l.) odunlarının bazı fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine ısı işlemin etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi (Bülent Ecevit Üniversitesi), (2007).

- Aydemir D., Gündüz G., Ahşabın fiziksel, kimyasal, mekaniksel ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamelenin etkisi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt:11, Sayı: 15, 71-81, (2009).
- Aytin A., Korkut S., Ünsal Ö.,Çakıcıer N., The effects of heat treatment with the Thermowood® method on the equilibrium moisture content and dimensional stability of wild cherry wood, “Heat-treated cherry wood,” *Bioresearches* 10(2), 2083-2093, (2015).
- Baştuğ İ., Isıl işleme maruz bırakılan lamine ağaç malzemenin bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Karabük Üniversitesi, (2010).
- Bekhta P., and Niemz P., Effect of High temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood, *Holzforchung* (Impact Factor: 2.34), 57(5):539-546, DOI: 10.1515/HF.2003.080.,(2003).
- Biechele T., Chui Y.H., Gong M., Comparison of NDE techniques for assessing mechanical properties of unjointed and finger-jointed lumber, *Holzforchung, International Journal of the Biology*, Vol. 65. pp. 397– 401, (2011).
- Bilgen S., Dış ortam şartlarının verniklenmiş Ardıç odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Karabük Üniversitesi, (2010).
- Bilgin Y., Türkiye’de masif panel sektörünün yapısal durumu ve ağaç işleri endüstrisindeki kullanım olanakları, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, (2010).
- Brosse N., El Hage R., Chaouch M., Pétrissans M., Dumarçay S., Gérardin P., Elsevier, polymer degradation and stability, investigation of the chemical modifications of beech wood lignin during heat treatment. 95. 1721-1726, (2010).
- Budakçı M., Ahşap verniklerde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, (1997).
- Budakçı M. Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2003).
- Budakçı M., Akkuş M., Budakçı A.A., Su bazlı boya ve verniklerin Türkiye’deki üretimi ve kullanımı, *6th. International Advanced Technologies Symposium* (IATS’11), 16-18 May Elazığ, (2011).

- Budakçı M., Akkuş M., Bazı ahşap esaslı levhalarda kaplama yapışma direncinin yapay sinir ağları ile modellenmesi, *Politeknik Dergisi*, Cilt:14 Sayı: 1 s. 63-71, (2011).
- CEN/TS 15679:2007, Thermal Modified Timber - Definitions and characteristics, November, (2007).
- Çakıcıer N., Ağaç malzeme yüzey işlemi katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, (2007).
- Çakıcıer N., Korkut S., Korkut D.S., "Varnish layer hardness, scratch resistance and glossiness of various wood species as affected by heat treatment", *Bioresarches*, 6(2), 1648-1658, (2011).
- Çakıcıer N., Korkut S., Güler F.D., "Effects of heating treatment on some of the physical properties of varnish layers applied on various wood species, *African Journal of Biotechnology* (AJB), 10(9), 1578-1585, (2011).
- Çalıova Z., Kızılağaç ve Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine ısı işlemin etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Karabük Üniversitesi, (2011).
- Demirci Z., Sönmez A., Budakçı. M., Effect of thermal ageing on the gloss and the adhesion strength of the wood varnish layers, *Bioresarches* 8(2 ), 1852-1867, (2013).
- Dewilüks, A43-0646 - PA UV Dolgu vernik teknik dokümanı.
- Dilik T., Erdinler S., Kurtoğlu A., Edge glued wood panel technology and an assessment on the development of edge glued wood panel industry, *American Journal of Applied Sciences*, 9(10), 1625-1635, (2012).
- Dilik T., Masif panel pazarı ve üretim teknolojisindeki yenilikler, *Mobilya ve Dekorasyon Dergisi*, sayı:69, Kasım-Aralık, (2005).
- Esen R., Özcan C., Isıl işlemin meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç malzemedeki yapışma direnci etkileri, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*.sayı, 13. 150-154, (2012).
- Esteves B., Marques A.V., Domingos I., Pereira H., Heat-induced color changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood, *Wood Sci Techn*, 42:369–384 DOI 10.1007/s00226-007-0157-2, (2008).

- Fengel. D., Wegener. G., Wood: Chemistry, Ultra structure, Reactions, ISBN3-11-012059-3, (1989).
- Grecon - Weinig Group, Technique documents of finger jointing lines for solid wood panels, (2015).
- Grecon - Weinig Group, Technique documents of finger jointing lines for short timber, (2015).
- Gonzalez M.M., Pena and Hale M.D.C., Color in thermally modified wood of beech, Norway spruce and Scots pine, Part 1: Color evolution and color changes, "Heat treated Beachwood," *Bioresearches*, 7 (1), 799-815, (2009).
- Gonzalez M.M., Pena and Hale M.D.C., Color in thermally modified wood of beech, Norway spruce and Scots pine, Part 2: Property predictions from color changes, *Holzforschung*, Vol. 63, pp. 394-401, (2009).
- Güler F.D., Bazı ağaç türlerinde ısıt işlemlerinin vernik katman özellikleri üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Düzce Üniversitesi, (2010).
- Heesemann, MFA Impression documents of basic machine for calibration, (2015).
- Hemel, Msds-Hemel-Teak-Oil-Sds10008-Tr.Pdf teknik dokümanı, (2015).
- Holz-Her, Technique documents of vertical panel saw cut 1254, (2015)
- Holzhausen. U., Millow. S., Adler. H.J.P., Studies on The Thermal Ageing of Organic Coatings, *Macromol.Symp*, 187, 939-951, (2002).
- ICA UV Technical Data Sheet Nr 11453 Transparent mono component water based extra covering base coat, (2015).
- İşleyen O., Isıt işlemlerinin ağaç malzemesinin bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, (2012).
- Johansson D., Heat Treatment of Solid Wood, Effects on Absorption, Strength and Color, *Doctoral Thesis*, Luleå University of Technology, (2008).
- Johansson D., Strength and color response of solid wood to heat treatment. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology, Department of Skellefteå Campus, Division of Wood Technology, Skellefteå-Sweden, ISSN 1402-1757 /ISRN LTU-LIC--05/93--SE / NR 2005:93, (2005).

- Karabulut A., Türkiye orman ürünleri sanayisinde ISPM 15 standartına göre ısıtım işlem uygulayan işletmeler üzerine bir araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, Bartın Üniversitesi, (2010).
- Karakaş G., Ahlat (*pyrus elaeagnifolia pall.*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde ısıtım işlemin etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi (Bülent Ecevit Üniversitesi), (2008).
- Kaygın B., Gündüz G., and Aydemir D., Some physical properties of heat-treated Paulownia (*Paulownia elongate*) wood, *Drying Technology*, Vol. 27 Issue 1, p89-93, 5p. 1 Chart, 3 Graphs, (2009).
- Kaygın B. and Akgün Emre., Comparison of conventional varnishes with nanolacke UV varnish with respect to hardness and adhesion durability, *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 9 Issue 4, p476-485, 10p, (2008).
- Kleiberit, “D3 ve D4 tutkal özellikleri” <http://kleiberit.com/> (erişim tarihi: 02.05.2015).
- Korkut S., Çakıcıer N., Ulay G., Türkiye’de ısıtım işlemin ağaç malzeme üzerine etkisi konusunda yapılan çalışmaların değerlendirilme, *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 10 (1), 37- 47, (2014).
- Korkut S., Hızıroğlu S., Effect of heat treatment on mechanical properties of hazelnut wood (*Corylus colurna L.*), *Elsevier, Materials and Design*, 30 1853–1858, (2009).
- Korkut S., Kocafe D., Isıtım işlemin odun özellikleri üzerine etkisi, *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, cilt:5. sayı:2, 11-34, (2009).
- Korkut S., Özkan M., Sarıçam’dan üretilen masif panellerin bazı özellikleri, *II. Ulusal Akdeniz orman ve çevre sempozyumu*, “Akdeniz ormanlarının geleceği: sürdürülebilir toplum ve çevre” Isparta, (2014).
- Korkut S., Aytin A., Taşdemir Ç., Gurau L., The transverse thermal conductivity coefficients of wild cherry wood heat-treated using the Thermowood method, *Pro Ligno*, Vol. 9 Issue 4, p679-683. 5p, (2013).
- Küçük G., Emprenye maddeleri ve bekletme süresinin verniklerin yapışma direncine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Karabük Üniversitesi, (2012).
- Mayes D., Oksanen O., ThermoWood Handbook, version1.0, (2002)



- McCormick, K., TAS. P., 1999, “Application 1.0 Portable gloss Measurement”, <https://www.tappi.org/content/etn/etnnewsletter/eplace/2006/16-McCormick..pdf>. (erişim tarihi: 04.04.2014).
- Mercan M.A., Bazı ağaç türü odunlarında çeşitli vernik uygulama koşullarına ait yapışma direncinin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, (2012).
- Militz H., Tjeerdsma B., Heat treatment of wood by the PLATO-process, SHR Timber Research Wageningen, The Netherlands, Universität Göttingen, Institut für Holzbiologie und Holztechnologie, Göttingen, Germany, (2015).
- Nuopponen M., FT-IR and UV Raman spectroscopic studies on thermal modification of scots pine wood and its extractable compounds, *Doctoral dissertation*, Helsinki University of Technology, Espoo-Finland, (2005).
- Özçifçi A., Altun S., Yapıcı F., Isıl işlem uygulamasının ağaç malzemenin teknolojik özelliklerine etkisi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), Karabük, Türkiye, (2009).
- Özdemir T., Türkiye’de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerinin araştırılması, *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, (2003).
- Özen R., Sönmez A., Dış hava şartlarının verniklerin katman sertliğine etkileri, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23. 323-328, (1999).
- Özkaya K., Farklı yapım teknikleri ile üretilen masif ashap panellerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2007).
- Özkaya K., Study of the bending modulus of elasticity of edge glued wooden panels with different width joining, *Technology*, 14(2), 67-73, (2011).
- Pelit H., Ağaç malzeme rutubet miktarının su bazlı vernik katman özelliklerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2007).
- Rapp A.O., Review on heat treatments of wood, *European Thematic Network for Wood Modification*, Hamburg-Almanya, (2001).
- Sefil Y., Thermowood yöntemiyle ısıl işlem uygulanmış Göknar ve Kayın odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Karabük Üniversitesi, (2010).

- Steinfeldt. M., Petschow. U., Haum. R., Gleich. A., Nanotechnology and sustainability ecological efficiency of nano-varnish discussion paper 65/04, Institute for Ecological Economy Research (IOEW), Berlin, Germany, (2004).
- Söğütlü C., Döngel N., Polivinilasetat (PVAc) ve Poliüretan (PU) Tutkalları ile Yapıştırılmış Bazı Yerli Ağaçlarda Çekmede Makaslama Dirençleri, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, Cilt:10, Sayı:3, 287- 293, (2007).
- Söğütlü ve Sönmez, Değişik koruyucular ile işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda UV ışınlarının renk değiştirici etkisi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, cilt 21. no 1, 151-159, (2006).
- Sönmez A., Ağaçtan yapılmış mobilya yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, (1989).
- Sönmez A., Budakçı M., Bazı ahşap verniklerin farklı ağaç malzeme yüzeylerindeki yapışma direncinin belirlenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:25, No:1, 111-118, (2010).
- Sönmez A., Budakçı M., Yakın M., Ağaç malzeme su çözücülü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, Cilt:7. Sayı:3. 229-235. (2004).
- Sönmez A., Budakçı M., Demirci Z., Akkuş M., Effects of thermal aging on the film hardness of some wood varnishes, NC State University, *Bioresearches* 6(3 ), (2011).
- Sundqvist. B., Color changes and acid formation in wood during heating, *Doctoral Thesis*, Lulea University of Technology, Skellefteå Campus, Division of Wood Material Science, Skellefteå-Sweden, ISSN 1402-1544 / ISRN LTU-DT--04/10--SE, (2004).
- Sundqvist B., Karlsson, O., WestermarK, U., Determination of Formic-Acid and Acetic Acid Concentrations Formed During Hydrothermal Treatment of Birch Wood And Its Relation to Color, Strength and Hardness, *Wood Science Tech.*, 40, 549–561, (2006).
- Şahin H., Doğu Ladini (*Picea Orientalis*) odununun iç morfolojik özellikleri ve bazı organik çözücülerin geçit aspirasyonu üzerindeki etkilerin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, (1996).

- Şahin Kol H., Özçifci A., Altun S., Üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkalı ile üretilen lamine ağaç malzemelerin ısı iletkenliği katsayısı üzerine empenye maddelerinin etkileri, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8(2), 125-130, (2008).
- Şahin Kol H., Kurt Ş., and Uysal B., Bond strength–disbanding behavior and dimensional stability of walnut and poplar impregnated with some chemicals and bonded with PVAc, VTKA and Urea Formaldehyde, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 25. 949–969, (2011).
- Şahin Kol H., Özbay G., and Altun S., shear strength of heat-treated Tali (erythrophleum ivorense) and Iroko (chlorophora excelsa ) woods, bonded with various adhesives, Şahin Kol et al. “Shear strength. Adhesives,” *Bioresearches* 4(4), 1545-1554, 1545, (2009).
- Şahin Kol H., The transverse thermal conductivity coefficients of some hardwood species grown in Turkey, *Forest Products Journal*, Vol. 59, Issue 10, p58, (2009).
- Şahin Kol H., Sefil Y., The thermal conductivity of fir and Beech wood heat treated at 170. 180. 190. 200. and 212°C, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 121, 2473–2480. (2011).
- Şener N., Mobilyada kullanılan ahşap malzeme. Yüzey, üst yüzey işlemler ve koruma, *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, (2006).
- Tomak E.D., Yıldız Ü.C., Odunun kimyasal modifikasyonu, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Cilt: IV, 1681-1690, (2010).
- Torniainen. P., Dagbro. O., Morén. T., Thermal modification of birch using saturated and superheated steam, division of wood science and engineering, Luleå university of technology se, 931 87, (2011).
- TS 11971 (ICS 97 – 140). “Budaksız ahşap elemanlar”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1996).
- TS 2470 “Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler”, *Türk Standartları Enstitüsü*, (2005).
- TS 51 “Kereste - Ladin ve Gökmar keresteleri, Genel amaçlar için” *Türk Standartları Enstitüsü*, (2012).
- TS EN 12775 (ICS 01.040.79;79.060.99), “Masif Ahşap Levhalar- Sınıflandırma Terminolojisi”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (2003).

- TS EN 13017-1 (ICS 79.060.99 ), “Masif Ahşap Levhalar-Yüzey Görünüşüne Göre Sınıflandırma-Bölüm1:İğne Yapraklı (yumuşak) Ağaçlar”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (2005).
- TS EN 13354 (ICS 79.060.99), “Masif Ahşap Levhalar (SWP)- Yapışma Kalitesi-Deney Yöntemi”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (2011).
- Unsal O., Candan Z., Buyuksarı U., Korkut S., Bablak M., Effects of thermal modification on surface characteristics of OSB Panels, *Wood Research*, 51-58, 55 (4), (2010).
- Weinig Group, Raimann Varıorıp310, technique documents of Ribsaw.
- Weinig Group, Unimat Uniline, Technique documents of straightening or surfacing,
- Weinig Group, Dimter Profibres I, Technique documents of glues panels for the Oktoberfest.
- Weinig Group, Dimter Profibres I ii, Technique documents of compact Verleimprese with high frequency technology for trade and industry.
- Yalınkılıç A.C., Isıl işlemlı ağaç malzemenin mobilya üretiminde uygunluğunun araştırılması ve geliştirilmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2013).
- Yalınkılıç A.C., Sönmez A., Ağaç malzemedede su bazlı vernikler ile su çözücülü ağaç boyası etkileşiminin kahverengi renk tonuna etkisi, *Politeknik Dergisi*, cilt:12, sayı: 2, s.121-126, (2009).
- Yıldız S., Can A., Isıl işlem uygulanmış ladin. Karaçam, Kayın ve Kavak odunlarının korozyon özellikleri, *I. Ulusal Akdeniz orman ve çevre sempozyumu*, Kahramanmaraş, (2011).
- Yıldız S., Isıl işlem uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini odunlarının fiziksel, mekanik, teknolojik ve kimyasal özellikleri, *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, (2002).

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Soyadı. adı : MIDİROĞLU. Muharrem  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 30.03.1969 / Balıkesir  
Telefon : 0 (266) 6624940 (147)  
Faks :0 (266) 6624941  
E-posta : muharrem@balikesir.edu.tr

### EĞİTİM

DERECE TARİHİ	EĞİTİM BİRİMİ	MEZUNİYET
Lisans	Hacettepe Üniversitesi / Ağaç işleri Endüstri Mühendisliği	1993
Lise	Merkez Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi / Ağaç işleri	1986

### İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2001-2006	Eğitim Araçları / İstanbul	Satınalma Sorumlusu
2006-2007	Doğtaş Mobilya / Biga	Projeler Sorumlusu
2007-	Balıkesir Üniversitesi	Öğretim Görevlisi