



**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE ISIL İŞLEM  
UYGULAMASININ VERNİK KATMAN ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Fatma Deniz GÜLER**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HAZİRAN 2010  
DÜZCE**

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE ISIL İŞLEM  
UYGULAMASININ VERNİK KATMAN ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**FATMA DENİZ GÜLER**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HAZİRAN 2010**

**DÜZCE**

FATMA DENİZ GÜLER tarafından hazırlanan Bazı Ağaç Türlerinde Isıl İşlem Uygulamasının Vernik katman Özellikleri Üzerine Etkisi adlı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER  
Tez Danışmanı, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Süleyman KORKUT  
Tez Danışmanı, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi .....

Yrd. Doç. Dr. Süleyman KORKUT  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi .....

Yrd. Doç. Dr. Derya SEVİM KORKUT  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi .....

Yrd. Doç. Dr. Selim ŞEN  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi .....

Yrd. Doç. Dr. Bülent KAYGIN  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın Üniversitesi .....

Tarih: 28/06/2010

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Refik KARAGÜL  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....  
P. Karagül

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm.

Fatma Deniz GÜLER

## **ÖNSÖZ**

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER ve Yrd. Doç. Dr. Süleyman KORKUT'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Yalçın ÇÖPÜR ve Arş. Gör. Ayhan TOZLUOĞLU'na teşekkürü borç bilirim.

**Haziran 2010**

**Fatma Deniz GÜLER**

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xiii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xv</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. ISIL İŞLEMİN FİZİKSEL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ</b> .....	<b>4</b>
2.1.1. Ağırlık Kaybı .....	4
2.1.2. Daralma-Genişleme Oranları (Çalışma).....	5
2.1.3 Çatlama ve Renklenmeler .....	11
<b>2.2. ISIL İŞLEMİN MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3. ISIL İŞLEMİN BİYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ</b> .....	<b>20</b>
<b>2.4. ISIL İŞLEMİN KİMYASAL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ</b> .....	<b>22</b>
2.4.1 Hemiselülozlar .....	22
2.4.2 Selüloz .....	23
2.4.3 Lignin .....	24
2.4.4 Karbonlaşma ve Gazlaşma .....	25
<b>2.5. ISIL İŞLEM METOTLARI</b> .....	<b>26</b>
<b>2.6. AĞAÇ MALZEMEDE ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ</b> .....	<b>32</b>
2.6.1. Ağaç Malzemenin Üst Yüzey İşlemlerine Hazırlanması .....	32
2.6.2. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması .....	33
2.6.3. Yüzey İşlemi Uygulama Alanları.....	33

2.6.4. Koruyucu Yüzey İşlemi Örtü Gereçlerinin Sınıflandırılması .....	35
2.6.4.1. Yüzeyde Katman Oluşturan Koruyucu Örtü Gereçleri .....	35
2.6.5. Vernik Sistemleri .....	37
2.6.5.1. <i>Selülozik Vernik</i> .....	38
2.6.5.2. <i>Sentetik Vernikler</i> .....	42
2.6.5.3. <i>Poliüretan Vernikler</i> .....	43
2.6.5.4. <i>Su Bazlı Vernikler</i> .....	47
<b>2.7. AĞAÇ MALZEMEDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ .....</b>	<b>49</b>
2.7.1. Ağaç Malzemede Yüzey Pürüzlülüğünün Önemi .....	50
2.7.2. Ağaç Malzemede Yüzey Pürüzlülüğü Üzerinde Etkili Olan Faktörler .....	51
2.7.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri .....	51
2.7.4. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri .....	52
2.7.4.1. <i>Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)</i> .....	53
2.7.4.2. <i>En Büyük Pürüzlülük Değeri (Rmax)</i> .....	53
2.7.4.3. <i>On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri (Rz)</i> .....	54
<b>2.8. PARLAKLIK.....</b>	<b>55</b>
<b>2.9. RENGİN ÖLÇÜLMESİ .....</b>	<b>56</b>
2.9.1. Gözle Renk Ölçümü.....	57
2.9.2. Aletsel Renk Ölçümü .....	58
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>60</b>
<b>3.1. MATERYAL.....</b>	<b>60</b>
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Ağaç Malzeme .....	60
3.1.1.1. <i>Dişbudak (Fraxinus excelsior L.) Odununun Özellikleri</i> .....	60
3.1.1.2. <i>Anadolu Kestanesi (Castanea sativa Mill.) Odununun</i> <i>Özellikleri</i> .....	62
3.1.1.3. <i>Limba (Terminalia superba) Odununun Özellikleri</i> .....	63
3.1.1.4. <i>İroko (Chlorophora excelsa) Odununun Özellikleri</i> .....	65
<b>3.2. YÖNTEM.....</b>	<b>68</b>
3.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	68
3.2.2. Kullanılan Vernikler .....	69
3.2.2.1. <i>Vernik Özelliklerinin Belirlenmesi</i> .....	69
3.2.2.2. <i>Vernik Hazırlanması ve Uygulanması</i> .....	70
3.2.3. Deneme Metodları .....	72

3.2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi.....	72
3.2.3.2. Yüzey Parlaklığının Belirlenmesi .....	73
3.2.3.3. Renk Farkının Belirlenmesi.....	73
3.2.4. İstatistiksel Yöntemler .....	74
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>75</b>
<b>4.1. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE İLİŞKİN BULGULAR.....</b>	<b>75</b>
4.1.1. Yüzey Pürüzlülük (Ra) Değerleri.....	75
4.1.2. Yüzey Pürüzlülük (Ry) Değerleri.....	97
4.1.3. Yüzey Pürüzlülük (Rz) Değerleri.....	102
4.1.4. Yüzey Pürüzlülük (Rq) Değerleri.....	107
<b>4.2. PARLAKLIK ÖLÇÜMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR .....</b>	<b>112</b>
<b>4.3. RENK FARKI ÖLÇÜMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR .....</b>	<b>132</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>149</b>
<b>5.1. ÖNERİLER.....</b>	<b>153</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>155</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>166</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Nemli şartlar altında ısıtım işlem muamelesi ve kurumadan dolayı odun bileşiklerindeki genel değışim.....	26
Şekil 2.2 : Plato Wood Metodu İşlem Basamakları .....	27
Şekil 2.3 : Yağlı Isıl İşlem Metodunun Temel Tasarım Planı .....	28
Şekil 2.4 : ThermoWood Metodunun Isıl İşlem Safhaları .....	30
Şekil 2.5 : Yüzey karakteristiklerinin şematik diyagramı .....	50
Şekil 2.6 : Ortalama pürüzlülük değeri .....	53
Şekil 2.7 : En büyük pürüzlülük değeri .....	54
Şekil 2.8 : On nokta pürüzlülüğü ortalama değeri .....	54
Şekil 2.9 : Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi ve 60° de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenme kriterleri.....	55
Şekil 2.10: Görülebilir tayf ve mikron olarak dalga boyları .....	56
Şekil 2.11: Renk ölçerin (a) ve spektrometrenin (b) şematik görüntüleri .....	59
Şekil 3.1 : CIE lab renk alanları ve renk sistemleri .....	73

## ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Ağaç türü ve kalitesi sınıfına göre ısıtılma süresi .....	31
Çizelge 2.2: Yüzeysel işlemlerinin uygulama alanları .....	34
Çizelge 2.3: Su bazlı ve solvent bazlı sistemlerin birbirinden önemli farkları .....	49
Çizelge 2.4: Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması .....	55
Çizelge 3.1: Dişbudak odununun fiziksel ve mekanik özellikleri .....	61
Çizelge 3.2: Anadolu kestanesi odununun fiziksel ve mekanik özellikleri .....	63
Çizelge 3.3: Limba odununun fiziksel ve mekanik özellikleri .....	64
Çizelge 3.4: İroko odununun fiziksel ve mekanik özellikleri .....	66
Çizelge 3.5: Uygulanacak katman kalınlığı için yüzeye sürülecek vernik miktarları ve kodları .....	71
Çizelge 4.1: Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri (Ra) Çizelgesi .....	76
Çizelge 4.2: Dişbudak'a Ait Varyans Analizi (Ra) Çizelgesi .....	77
Çizelge 4.3: Dişbudak'a Ait Duncan Testi (Ra) Sonuçları .....	79
Çizelge 4.4: Kestane'ye Ait İstatistikî Veri (Ra) Çizelgesi .....	81
Çizelge 4.5: Kestane'ye Ait Varyans Analizi (Ra) Çizelgesi .....	82
Çizelge 4.6: Kestane'ye Ait Duncan Testi (Ra) Sonuçları .....	84
Çizelge 4.7: Limba'ya Ait İstatistikî Veri (Ra) Çizelgesi .....	87
Çizelge 4.8: Limba'ya Ait Varyans Analizi (Ra) Çizelgesi .....	88
Çizelge 4.9: Limba'ya Ait Duncan Testi (Ra) Çizelgesi .....	90
Çizelge 4.10: İroko'ya Ait İstatistikî Veri (Ra) Çizelgesi .....	92
Çizelge 4.11: İroko'ya Ait Varyans Analizi (Ra) Çizelgesi .....	93
Çizelge 4.12: İroko'ya Ait Duncan Testi (Ra) Çizelgesi .....	95
Çizelge 4.13: Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri (Ry) Çizelgesi .....	98
Çizelge 4.14: Kestane'ye Ait İstatistikî Veri (Ry) Çizelgesi .....	99
Çizelge 4.15: Limba'ya Ait İstatistikî Veri (Ry) Çizelgesi .....	100
Çizelge 4.16: İroko'ya Ait İstatistikî Veri (Ry) Çizelgesi .....	101
Çizelge 4.17: Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri (Rz) Çizelgesi .....	103
Çizelge 4.18: Kestane'ye Ait Varyans Analizi (Rz) Çizelgesi .....	104

<b>Çizelge 4.19:</b> Limba'ya Ait İstatistikî Veri (Rz) Çizelgesi .....	<b>105</b>
<b>Çizelge 4.20:</b> İroko'ya Ait İstatistikî Veri (Rz) Çizelgesi.....	<b>106</b>
<b>Çizelge 4.21:</b> Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri (Rq) Çizelgesi .....	<b>108</b>
<b>Çizelge 4.22:</b> Kestane'ye Ait Varyans Analizi (Rq) Çizelgesi .....	<b>109</b>
<b>Çizelge 4.23:</b> Limba'ya Ait İstatistikî Veri (Rq) Çizelgesi.....	<b>110</b>
<b>Çizelge 4.24:</b> İroko'ya Ait İstatistikî Veri (Rq) Çizelgesi .....	<b>111</b>
<b>Çizelge 4.25:</b> Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri Çizelgesi .....	<b>113</b>
<b>Çizelge 4.26:</b> Dişbudak'a Ait Varyans Analizi Çizelgesi .....	<b>114</b>
<b>Çizelge 4.27:</b> Dişbudak'a Ait Duncan Testi Çizelgesi .....	<b>115</b>
<b>Çizelge 4.28:</b> Kestane'ye Ait İstatistikî Veri Çizelgesi .....	<b>118</b>
<b>Çizelge 4.29:</b> Kestane'ye Ait Varyans Analizi Çizelgesi .....	<b>119</b>
<b>Çizelge 4.30:</b> Kestane'ye Ait Duncan Testi Çizelgesi.....	<b>120</b>
<b>Çizelge 4.31:</b> Limba'ya Ait İstatistikî Veri Çizelgesi.....	<b>123</b>
<b>Çizelge 4.32:</b> Limba'ya Ait Varyans Analizi Çizelgesi.....	<b>124</b>
<b>Çizelge 4.33:</b> Limba'ya Ait Duncan Testi Çizelgesi .....	<b>125</b>
<b>Çizelge 4.34:</b> İroko'ya Ait İstatistikî Veri Çizelgesi.....	<b>128</b>
<b>Çizelge 4.35:</b> İroko'ya Ait Varyans Analizi Çizelgesi.....	<b>129</b>
<b>Çizelge 4.36:</b> İroko'ya Ait Duncan Testi Çizelgesi .....	<b>130</b>
<b>Çizelge 4.37:</b> Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri Çizelgesi .....	<b>133</b>
<b>Çizelge 4.38:</b> Dişbudak'a Ait Varyans Analizi Çizelgesi .....	<b>134</b>
<b>Çizelge 4.39:</b> Dişbudak'a Ait Duncan Testi Çizelgesi .....	<b>135</b>
<b>Çizelge 4.40:</b> Kestane'ye Ait İstatistikî Veri Çizelgesi .....	<b>137</b>
<b>Çizelge 4.41:</b> Kestane'ye Ait Varyans Analizi Çizelgesi .....	<b>138</b>
<b>Çizelge 4.42:</b> Kestane'ye ait Duncan Testi Çizelgesi .....	<b>139</b>
<b>Çizelge 4.43:</b> Limba'ya Ait İstatistikî Veri Çizelgesi.....	<b>141</b>
<b>Çizelge 4.44:</b> Limba'ya Ait Varyans Analizi Çizelgesi.....	<b>142</b>
<b>Çizelge 4.45:</b> Limba'ya Ait Duncan Testi Çizelgesi .....	<b>143</b>
<b>Çizelge 4.46:</b> İroko'ya Ait İstatistikî Veri Çizelgesi.....	<b>145</b>
<b>Çizelge 4.47:</b> İroko'ya Ait Varyans Analizi Çizelgesi.....	<b>146</b>
<b>Çizelge 4.48:</b> İroko'ya Ait Duncan Testi Sonuçları.....	<b>147</b>

## SEMBOL LİSTESİ

<b><i>l</i>*</b>	: Renk Parlaklık Değeri
<b><i>a</i>*</b>	: Kırmızı renk değeri
<b><i>b</i>*</b>	: Sarı renk değeri
<b><i>R</i><sub>a</sub></b>	: Ortalama yüzey pürüzlülüğü, µm

## KISALTMALAR

<b>ANOVA</b>	Analysis of Variance
<b>ASTM</b>	American Society for Testing and Materials
<b>BS</b>	British Standards
<b>ORT</b>	Ortalama
<b>ST. SP</b>	Standart Sapma
<b>UV</b>	Ultraviyole
<b>ISO</b>	International Standart Organization
<b>TSE</b>	Türk Standartları Enstitüsü

**BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE ISIL İŞLEM UYGULAMASININ VERNİK  
KATMAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Fatma Deniz Güler**

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Haziran 2010**

**ÖZET**

Ahşap, iç ve dış mekânda, dekorasyon ve yapı elemanlarında kullanılan vazgeçilmez bir malzemedir. Buna mukabil iç ve dış ortamda kullanılan ahşabın dayanıklılığının ve doğal görüntüsünün uzun süre muhafaza edilmesi önemli sorunlar teşkil etmektedir. 1990'lardan itibaren ahşabın fiziksel özelliklerinin modifiye edilmesinde ısı işlem tekniği ön plana çıkmıştır. Fakat ısı işlem tek başına yeterli korumayı sağlamadığı için ahşap yüzeylerinin boya\vernük gibi koruyucu sıvı yüzey işlemleri ile kaplanması gerekmektedir.

Bu çalışma; Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Anadolu keşanesi (*Castanea sativa* Mill.), Limba (*Terminalia superba*) ve İroko (*Chlorophora excelsa*)' dan oluşan dört odun türüne, normal atmosfer ortamında sıcaklığı  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  duyarlıkta kontrol edilebilen bir etüvde iki farklı sıcaklık (150 ve 180<sup>0</sup>C) ve iki farklı süre (3, 6 saat) olmak üzere toplam dört varyasyonda gerçekleştirilen ısı işlem uygulaması sonrasında; selülozik vernük, sentetik vernük, poliüretan vernük ve su bazlı vernük'den ibaret dört tür vernük uygulamasının vernük film katmanlarına ilişkin yüzey pürüzlülüğü, parlaklık ve renk farkı gibi performans özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Isıl işlem uygulaması sonrasında, vernüklenmiş deney örneklerinin yüzey pürüzlülüğü, parlaklık ve renk değerlerindeki değişmeler tespit edilmiş ve ANOVA ve Duncan testi kullanılarak gruplar arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

Çalışma sonucunda; dekorasyon ve yapı elemanı olarak kullanılan ağaç malzemenin ısı işlem uygulaması sonrasında, selülozik ve sentetik vernüklerde yüzey pürüzlülüğü ısı

işlem sıcaklık ve süreye bağlı olarak tüm ağaç türlerinde arttığı; poliüretan ve su-bazlı verniklerde ise, yüzey pürüzlülüğü ısıl işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak tüm ağaç türlerinde azaldığı gözlenmiştir.

Dişbudak ve İroko türlerinin renk farklılığındaki değerlerin ısıl işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak arttığı, Kestanede selülozik vernik ve poliüretan vernikte ısıl işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak azaldığı, sentetik vernik ve su-bazlı verniklerde arttığı; Limba'da ise su-bazlı ve selülozik vernik 180<sup>0</sup>C de 6 saat ısıl işlem uygulamasında azaldığı diğer ısıl işlem uygulamalarında ise ısıl işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir.

Parlaklık değerlerinin ise, ısıl işlem sıcaklık ve süreye bağlı olarak tüm ağaç ve vernik türlerinde azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların üst yüzey işlemleri uygulayıcılarına ve ülke ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Bilim Kodu** : 374349

**Anahtar Kelimeler:** Isıl işlem, Selülozik vernik, Sentetik vernik, Poliüretan vernik, Su bazlı vernik, Yüzey Pürüzlülüğü, Parlaklık, Renk değişimi.

**Sayfa Adedi** : 166

**Tez Yöneticisi** : Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER  
Yrd. Doç.Dr.Süleyman KORKUT

**EFFECTS OF HEATING-TREATMENT ON PROPERTIES OF VARNISH  
LAYERS ON WOOD OF SOME TREE SPECIES  
(MSc. Thesis)**

**Fatma Deniz Güler**

**DUZCE UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE  
June 2010**

**ABSTRACT**

Timber is an essential element used for decoration and building materials, in both indoor and outdoor. Thus, durability capacity and natural looks of the used materials should be protected for a long-run for both indoor and outdoor conditions. For this reason, some of the wood properties has been tried to modify by thermal processing techniques since 1990's. However, results of the studies have been indicated that heat treatment alone is not an adequate prevention action to protect the materials for varying conditions. On the other hand, application of surface coating and/or protective lacquer coating on heat-treated materials provided long-term protection of the woody materials against decaying and deterioration of natural looks.

Therefore the aim of the current study is to determine the effects of different heat treatment and varnish application combinations on some of the physical properties of wood materials sampled from, Ash (*Fraxinus excelsior* L.), Anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.), Limba (*Terminalia superba*) and Iroko (*Chlorophora excelsa*) species. The heat treatment was applied at two levels (150 and 180 °C ± 1°C) for both 3 and 6 hours period. Once upon heat treatment was conducted, four type of varnish (cellulose lacquer, synthetic varnish, polyurethane varnish and water based varnish) were applied to the materials. After the treatments applications, color, brightness and surface roughness of varnish film layers of the treated woods were measured.

The effects of heat treatment and varnish combination applications on above mentioned variables were analyzed according to the study design (factorial design with 4 (species) x 2 (heat) x 2(duration) x 4 (varnish) = 64 experimental units). For significant ANOVA

results, Duncan mean separation test were performed to separate the interaction combinations.

Results of the data indicated surface roughness increased on wood samples for all of the four wood species treated with cellulose lacquer and synthetic varnish and across all heating treatments. However, surface roughness were decreased for all the wood species depending on heating temperature and time.

Values for color differences for ash- and iroki-wood increased depending on heating treatments. The same values for chesnut woods treated with cellulose lacquer and polyurethane varnish and decreased. But when the the same species of wood treated with water based varnish and synthetic varnish, values for color differences were increased. Color differences for limba wood receiving water based varnish and cellulose lacquer and heated at 180<sup>0</sup>C for 6 hours were decreased. The same value for limba wood in creased for the other varnish and heating combinations. Value of brightness were also decreased for all the four wood species across all the treatment combinations.

The results obtained from the upper surface of the enforcement process and are thought to contribute to the national economy.

**Science Code** : 374349

**Key Words** : Heating treatment, cellulose lacquer varnish, synthetic varnish, and polyurethane varnish water based varnish, surface roughness, brightness, and color changes.

**Page Number** : 166

**Adviser** : Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Yrd. Doç. Dr. Süleyman KORKUT

## 1. GİRİŞ

Tarihi olarak odun, en eski çağlardan günümüze kadar her türlü malzemenin yapımında kullanılmış bir hammaddedir. Günümüzde, yeni teknolojilerin gelişmesi ve yeni materyallerin ortaya çıkmasıyla odunun kullanımı azalmıştır. Buna rağmen odun, hala birçok sektör tarafından kullanılan ve biyolojik olarak devamlılığı olan bir materyaldir (Aydemir ve Gündüz, 2009).

Ağaç malzeme; kolay işlenmesi, alternatif renk ve estetik özelliklere sahip olması ile yoğunluğunun düşük olmasına nazaran yüksek direnç değerlerine haiz olması nedeniyle geniş bir kullanım alanı olan organik bir malzemedir. Bununla birlikte kullanımı sırasında sorunlar çıkarabilmesi sebebiyle kullanım alanları sınırlı olabilmektedir. Tam kuru hal ile lif doygunluğu noktası arasında rutubet alıp vererek boyutlarını değiştirmesi, düşük sıcaklık derecelerinde bile kolay tutuşabilmesi, mantar ve böceklere karşı dayanımının yetersiz olması ağaç malzemenin sakıncalı özelliklerine verilebilecek örneklerdir.

Ağaç malzemenin olumsuz örneklerinin en aza indirgenmesi ve olumlu özelliklerinin daha da artırılması amacıyla yapılan araştırma sonuçlarına göre ortaya çıkan yöntemlere “Odun Modifikasyonu Yöntemleri” denilmektedir. Bir odun modifikasyon yöntemi olarak ele aldığımızda, odunun 100-250<sup>0</sup>C’ler arasında normal atmosfer, azot gazı veya herhangi bir inert gaz ortamında belli bir süre bekletilmesi ısı işlemi olarak kabul edilmektedir. Ağaç malzemenin kimyasal maddelerle modifikasyonunda özel işlem teçhizatları, teknik kurutma ve farklı bir kalite kontrol uygulaması gerekli olurken, ısı işlemde bütün bunlara ihtiyaç duyulmamakta ve kimyasal maddelerin çevreye verebileceği zararlar söz konusu olmamaktadır (Yıldız, 2002).

Bina dışı kullanımlarda ahşabın dayanıklılığını artırmak için uygulanan ısı işlemi yüzyıllardan beri bilinmektedir. Öyle ki Vikingler ısı işlemi çit malzemesi gibi dış yapılarda 1000 yıl kadar önce kullanmışlardır. Odunun ısı işlemiyle ilgili literatürde birçok metot rapor edilmiş olup; ısı işlemle ilgili ilk makaleler 1920’lerdedir. Odunun

ısı ile işleme tabi tutulması konusunda ilk bilimsel çalışmalar 1930 yılında Alman bilim adamları Stamm ve Hansen tarafından, 1940 yılında A.B.D.'li bilim adamı White tarafından yapılmıştır. 1950'lerde Germans Bavendam, Runkel ve Buro bu konuda çalışmalara devam etmişlerdir. 1960'larda Kollman ve Schneider, 1970'lerde Rusche ve Burmester yine bu konuda çalışmışlardır. Bu çalışmalar özellikle 1990' lı yıllardan sonra Finlandiya, Fransa ve Hollanda'da bilim adamları tarafından ele alınmıştır. Odunun ısıyla muamelesinde uygulanan metotlar; Staybwood (odunun sıkıştırılmayarak yalnız ısı ile boyutsal stabilitesinin sağlanması), Staypak (şiddetli bir ısıtma ile sıkıştırılarak stabilize edilen odun), 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) ve Westwood (Amerika, Kanada, Rusya)'dur (Vitaniemi ve diğ., 2001; Korkut ve Bakangil, 2007; Korkut ve Kocaefe, 2010).

Odunun ısı ile işleme tabi tutulmasının amaçları; denge rutubet içeriğini düşürmek, daralma ve genişlemedeki azalmaya bağlı olarak boyutsal stabilitede artış sağlamak, mantar ve böceklere karşı biyolojik dayanıklılık kazandırmak, dış hava şartlarına dayanıklılıkta artış sağlamak, dekoratif renk çeşitliliği elde etmek, kullanım süresinde uzama sağlamak, düşük kaliteli ağaç türlerine yeni pazar imkanı sunarak bunların daha kaliteli türlere karşı rekabet gücünü arttırmak ve boyama-vernikleme gibi üst yüzey işlemlerinin performansını yükseltmektir.

Üst yüzey işlemleri "ağaç malzemedan 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 (Sönmez, 2000). Ağaç malzeme yüzeylerinin estetik ve ekonomik ömrünün uzatılabilmesi amacıyla, koruyucu katman oluşturmada sıvı yüzey işlemleri için en çok kullanılan maddeler boya ve verniklerdir (Kurtoğlu, 2000).

Mobilya ve dekorasyonda kullanılan ahşap malzeme yüzeylerinin vernik ile kaplanması, her zaman koruyucu katmanla kaplandığı anlamına gelmemektedir. Bu nedenle vernik ile koruyucu katman oluşturmak istendiğinde; ahşabın kullanılacağı yerde karşılaşması muhtemel olan etkilerin dikkate alınması, bu etkilere en fazla dayanıklılık gösterecek vernik türünün seçilmesi ve tekniğine uygun olarak tatbik edilmesi gerekir. Ayrıca, vernik uygulaması öncesi çeşitli tedbirlerle malzemenin servis ömrü arttırılabilmektedir (Sönmez, 2000).

Günümüzde ağaç malzeme yüzeylerinde kullanılmak üzere üretilen vernik sistemleri hakkında yapılmış birçok araştırma çalışması bulunmasına rağmen; ağaç malzemenin ısı ile muamelesi sonrasında yüzeylerinin boya\vernik gibi koruyucu sıvı yüzey işlemleri ile kaplanması konusundaki gereksinim duyulan literatür boşluğu, gerek bu çalışma gerekse bundan sonra yapılacak ilave çalışmalarla giderilmeye çalışılacaktır. Özellikle yapılacak olan yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları ile konunun hem daha detaylı ele alınması hem de daha anlaşılır bir dille anlatılması büyük önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, iki farklı sıcaklık (150 ve 180°C) ve iki farklı süre (3, 6 saat) olmak üzere toplam dört farklı kombinasyonda oluşturulan gruplamanın her varyasyonu için ayrı kontrol grubu oluşturularak; dört odun türüne [ Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'Limba (*Terminalia superba*) ve İroko (*Chlorophora excelsa*) ] normal atmosfer ortamında, sıcaklığı  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  duyarlılıkta kontrol edilebilen bir etüvde gerçekleştirilen ısı işlem uygulaması sonrasındaki; dört tür vernik (selülozik vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernik) uygulamasının vernik film katmanlarına ilişkin performans özelliklerindeki değişimler ortaya konmuştur.

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. ISIL İŞLEMİN FİZİKSEL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

#### 2.1.1. Ağırlık Kaybı

Odunun ısıtılması; muamele metodu, sıcaklık ve maruz bırakılma zamanına bağlı olarak odunun hacminde ve kütleinde düşüğe sebep olur (Rusche, 1973; Fung ve diğ., 1974). Isıl işlem uygulaması ile meydana gelen ağırlık kayıplarının, mevcut hidroksil gruplarının azalması neticesinde görülen odun yapısında tutulan suyun kaybı, odun hücre çeperi bileşenlerindeki maddesel kayıplar ve hemiselülozların parçalanmasıyla meydana geldiği düşünülmektedir (Viitanen ve diğ., 1994a; Fengel ve Wegener, 1989).

Düşük sıcaklıkta uygulanan ısıl işlem, uçucu ve bağlı suyun kaybıyla düşük kütle kaybına sebebiyet verir. Makro moleküler bileşiklerin kaybı 100<sup>0</sup>C sıcaklığın üzerinde gerçekleşir ve ilerleyen zaman ve sıcaklıklar kütle kaybını olumsuz etkilemektedir. Hücre duvarındaki materyallerin kaybı, eğer proses optimum olmazsa fazla oranlarda büzülme oluşumu gerçekleştirebileceğinden odunun boyutsal değişiminde rol alabilmektedir (Millet ve Gerhards, 1972).

24 saat boyunca ısıl işleme tabi tutulan ladin (*Picea abies*) odununda 120<sup>0</sup>C'de başlayan ağırlık kaybı %0.8 iken 200<sup>0</sup>C'de bu oran %15.5'e çıkmaktadır (Fengel, 1966).

Dakikada 5<sup>0</sup>C artan sıcaklıklarla ısıl işlem görmüş kayın (*Fagus sylvatica*) odunundaki ağırlık kaybı 150<sup>0</sup>C'de %8.1 iken, 200<sup>0</sup>C'de %9.8 olarak tespit edilmiştir (Fengel ve Wegener, 1989).

180-200<sup>0</sup>C sıcaklıklarda ve 8-10 bar'lık bir inert gaz atmosferinde ısıl işleme tabi tutulan kayın odunundaki ağırlık kaybının %10-15, ladin odunundaki ağırlık kaybının ise %5-10 oranlarında olduğu belirtilmiştir (Feist ve Sell, 1987).

Termal degradasyonun nemli şartlar altında kuru şartlara göre daha fazla gerçekleştiği belirlenmiştir. Termal muameleden dolayı oluşan kütle kaybı, hidro yada higrotermal proses kullanıldığı zaman daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun yanında hidrotermal muamele, ısıtılmış buhar muamelesiyle karşılaştırıldığında ağırlık kaybı oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapraklı ağaçlar genellikle, belirli şartlar altında ısıtıldığında iğne yapraklı ağaçlardan daha yüksek kütle kaybı gösterirler. Çam ve kayının kütle kaybının 200<sup>0</sup>C de daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat direnç kayıpları sadece kütle kaybına ve tür özelliklerine bağlıdır. Ladin'in kayın'a göre termal olarak daha stabil olduğu, ısıtma süresince oluşan kütle kaybı değerlerinden belirlenmiştir (Schneider ve Rusche 1973; Rusche, 1973). 200<sup>0</sup>C sıcaklıkta kuru şartlar altında kesikli ve sürekli ısıtma yapılarak iki yöntem karşılaştırılmış ve sonuçların ısıtma zamanıyla yakından ilgili olduğu görülmüştür. Isıl muamele sonucunda soğutma yapılması odunun yapısını etkili bir şekilde dengeleyen bir periyot olduğu ve böylece ısıl işlem süresince kristallikte fazla oranlarda değişimin olması engellenebilmektedir (Bhuiyan ve diğ., 2001).

Nitrojen ortamında 240–290<sup>0</sup>C'ler arasındaki sıcaklıklarda odun 30 dakika ısıl işleme tabi tutulmuş ve bu muameleyi takiben yapılan incelemelerde kristallikte herhangi bir değişim belirlenmemiştir. 120–220<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 10 dakikalık ısıl işlem uygulamasında kristallik de bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Buna karşın aynı sıcaklıklarda 20 saat hava ortamında ısıtma ile kristalliğin düştüğü ifade edilmiştir (Bourgois ve diğ., 1989). Nem ortamında pamuk selülozunun kristalliği incelendiğinde 300<sup>0</sup>C sıcaklıkta 1 saat ısıl işlem sonucunda kristallikte herhangi bir parçalanma görülememiştir. Fakat 320<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 20 dakika ısıtmadan sonra kristallikte bozulmalar meydana gelmiştir. Kristalin boyu ve yoğunluğundaki düşüş seviyeleri farklılık göstermiştir. Bu durum kristallerin termal parçalanmalarının heterojen olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu değişimler de yine selülozun kristalliğindeki değişimlerle ilgilidir (Hirai ve diğ., 1972; Bhuiyan ve diğ., 2001; Kim ve diğ., 2001).

### **2.1.2. Daralma-Genişleme Oranları (Çalışma)**

Ağaç malzemeyi normal kurutma sıcaklıklarının üzerindeki sıcaklık derecelerine kadar ısıtmak en basit, en ucuz ve en eski boyut stabilizasyonu yöntemidir (Seborg ve diğ.,

1953). Boyutsal stabilizasyondaki artış, termal olarak modifiye olmuş odunda elde edilebilmektedir. Fakat gözlenen etkiler ısıtma işlemine bağlı olarak değişmektedir. Stamm ve Hansen (1937), odunun boyutsal stabilizasyonunun yalnızca kimyasal maddelerin kullanılmasıyla değil, sadece ısı işlem uygulaması ile de sağlanabileceği sonucuna varmışlardır. Bu yaklaşımlar, Tiemann (1920)'nin çalışmasına da bir temel oluşturmuş ve bunun sonucunda yüksek sıcaklıklardaki kurutma işlemleri ile higroskopisite nedeniyle ağaç malzemedeki meydana gelen genişleme ve daralma etkisinin azaldığı görülmüştür.

Isı ile boyut stabilizasyonu sıcaklık ve zaman parametrelerine bağlıdır. Verilen bir daralma önleyici etkinlik değeri için gereken zaman, logaritmik olarak sıcaklıktaki azalmayla artmaktadır. Isı etkisiyle boyut stabilizasyonu odunun yapısında bulunan suyun kaybedilmesiyle sağlanmaktadır. Burada bir çapraz bağlanma reaksiyonu söz konusu olup, kuru ısıtmanın rutubetli ısıdan daha etkili olduğu ifade edilmektedir. Sözü edilen çapraz bağlanma, komşu odun bileşenleri üzerindeki iki hidroksil grubu arasındaki suyun parçalanmasıyla meydana getirilen eter bağı yani oksijen bağı ile sağlanmaktadır (Seborg ve diğ., 1953). Stamm ve Hansen (1937), kuru odunun ısı işlemine maruz bırakılması sonucunda higroskopisitede önemli oranda azalma meydana geldiğini, aynı işlemin rutubetli oduna uygulanmasıyla higroskopisitenin azalmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca rutubetli oduna uygulanan ısı işlemi kuru oduna uygulanan ısı işlemi oranla odunu 10 kat daha hızlı degrade ettiği görülmüştür (Skaar, 1976; Stamm, 1956).

Teorik olarak, hücre çeperi içerisindeki en higroskopik polimerlerin yer aldığı hemiselülozların ısı işlemiyle bozundurulması ve bunun sonucunda suyla reaksiyona girebilecek serbest polar adsorpsiyon grupları miktarının bir başka deyişle higroskopisitesinin azaltılmasıyla oduna boyut stabilizasyonu kazandırılmaktadır (Inoue ve diğ., 1993; Feist ve Sell, 1987). Selüloz ve kısmen lignin hemiselülozlardan daha yavaş ve daha yüksek sıcaklıklarda degrade olmaktadır. Başlangıçtaki hemiselüloz birimlerine göre ısı işlemiyle oluşan uçucu bozunma ürünleri, daha az sayıda serbest polar adsorpsiyon gruplarına sahiptir ve daha az higroskopiktir. Yapraklı ağaç hemiselüloz birimleri olan pentozanlar, iğne yapraklı ağaç hemiselüloz birimleri olan heksozanlara göre bozunmaya karşı daha hassastır (Feist ve Sell, 1987). Bir başka

deyişle, ısı etkisiyle yapraklı ağaçlar iğne yapraklı ağaçlardan daha hızlı bozunmaktadır. Bunun sebebi, muhtemelen yapraklı ağaçların daha fazla sayıda asetil gruplarına sahip olmalarıdır (Hilis, 1975; Millett ve Gerhards, 1972).

Ağaç malzemenin polimerik yapısında yer alan bir bileşen olarak hemiselülozlar, diğer hücre çeperi bileşenleri olan lignin ve selülozu bağlayıcı bir ana işleve ve aynı zamanda birbirine komşu hücreler arasında yapıştırma etkisine sahiptir. Dolayısıyla, hemiselülozun termal bozunması yüzünden meydana gelen değişiklikler ve kayıplar odun özelliklerinde önemli bazı etkiler yapmaktadır (Feist ve Sell, 1987).

Isıl işlemin değişik ağaç türleri üzerindeki etkileri hemiselülozların tipine ve miktarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Örneğin bir yapraklı ağaç türü olan kayın bir iğne yapraklı tür olan çam odununa göre daha yoğun reaksiyonlar göstermekte; çamdaki reaksiyon yoğunluğu da ladine göre daha fazla olmaktadır. Buna göre ortalama ağırlık kaybı ve boyut stabilizasyonu oranları çam ve ladin'e göre kayında biraz daha yüksek olmaktadır (Giebeler, 1983).

70-200<sup>0</sup>C sıcaklıklar arasında 6, 24 ve 48 saat süreyle ısıl işlem uygulanan kayın, meşe ve çam diri odunlarında meydana gelen sorpsiyon davranışlarının incelendiği bir çalışmada; 70<sup>0</sup>C'deki uygulamadan sonra türlerin sorpsiyon kapasitelerinin değişmediği görülmüştür. Buna mukabil 100<sup>0</sup>C, 130<sup>0</sup>C ve 150<sup>0</sup>C sıcaklıklarda sorpsiyon kapasitelerinde bir azalma meydana gelmiştir. Sorpsiyon kapasitesindeki azalma ısıl işlem süresi ve sıcaklığına paralel olarak artma göstermiştir. 180<sup>0</sup>C'de 6 ve 24 saat süreyle yapılan ısıl işlemlerde; sorpsiyon kapasiteleri benzer oranda azalan örneklerin, 24 saat süreyle uygulanan ısıl işlemde sonraki sorpsiyon kapasitelerindeki azalış, 48 saat süreli ısıl işlem ile karşılaştırıldığında daha fazla olmuştur. Bu durumun; muhtemelen lignin'in ergimesi gibi kimyasal proseste meydana gelen değişikliklerden kaynaklandığı düşünölmektedir. Isıl işleme tabi tutulan odunun sorpsiyon kapasitesindeki bu değişmeler, odun bileşenlerinin sorpsiyon karakteristiği ile olduğu kadar bu bileşenlerin odunun kimyasal bileşimindeki oranlarıyla ve farklı termal stabilite değerleri ile de açıklanmaktadır (Kollmann ve Schneider, 1963).

Rusche (1973) yaptığı çalışmada; iğne yapraklı ağaç örneklerinin su itici etkinlik değerinin hem muamele sıcaklığı hem de zamanına bağlı olarak değiştiğini; ağırlık kaybı %20'ye yaklaştığında su itici etkinlik değerinin maksimuma ulaştığını ve 165°C'den 205°C'ye değişen sıcaklıklarda 6 saat ısıtım ile su itici etkinlik değerinde düşüşlerin belirginleştiğini ifade etmiştir.

Boyutsal stabilizasyondaki değişimin kullanılan muamele atmosferine bağlı olarak ciddi oranda değiştiği gözlenmiştir. Odun örnekleri 300°C'de hava ya da nitrojen ortamında ısıtılmış ve ağırlık kaybının %20 olduğu noktada, boyutsal stabilizasyon maksimuma ulaştığı belirlenmiştir. Bu ağırlık kaybının yanında boyutsal stabilizasyondaki artışın kapalı sistemlerde daha fazla gerçekleştiği bulunmuştur. Boyutsal stabilizasyon açık sistemlerde nitrojen ortamında yapıldığında kütle kaybı %20'yi geçtiği zaman değişim görülmemiştir fakat örnekler yine açık sistemlerde hava ortamında ısıtıldığında boyutsal stabilizasyonda düşüşler gözlenmiştir. Konsantre olmuş sıvı sodyum hidroksit, morp haline ya da primidin de modifiye olmuş odunun şişmesi, modifiye olmamış oduna göre aynı seviyede ya da daha yüksektir. Ancak odunun suda şişmesi düşmektedir. Bu elde edilen verilerden boyutsal stabilizasyonundaki artışın, termal modifikasyon süresince eter çapraz bağlarının oluşumunun ciddi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Lignin'de çapraz bağ oluşumu, termal olarak modifiye olmuş odunun boyutsal stabilizasyonunda bir gelişme sağlayan faktörler arasında olmayabileceğini düşündürmektedir (Burmester, 1975).

Hemiselülozun kaybolması ısıtım muamele görmüş odunun boyutsal stabilizasyonuna en büyük katkıyı sağladığını göstermiştir. Isıtım işlem sonucunda boyutsal stabilizasyondaki değişime katalizlerin etkileri araştırılmış ve kataliz ( $ZnCl_2$  ya da  $NaCl$ ) varlığında ve yokluğunda açık bir sistemde ısıtım işlemin sonucu olarak odunun boyutsal stabilizasyonu çalışılmıştır. Sonuçta kataliz olmayan termal muamele de, ağırlık kaybı ve boyutsal stabilizasyon %16 oluncaya kadar ilişkilidir. Daha sonra boyutsal stabilizasyonda düşme başlar. Her iki kataliz varlığındaki muamele durumundaki bu ilişki %10 ağırlık kaybindan sonra kaybolmaktadır (Stamm ve Baechler, 1960). Isıtım muamele sonucunda boyutsal stabilizasyondaki gelişmelerin türlere bağlı olduğu ve radyal yöndeki çalışmanın daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun anatomik farklılıklarından dolayı olduğu belirlenmiştir. Yapılan birçok araştırmada özellikle 100–230°C arasındaki

sıcaklıklarda ve 2–48 saat süreli ısıtma işlemi uygulamasıyla, kayın, kızılcağaç, meşe, okaliptus, kavak, sarıçam, fin çamı, akçaağaç, huş, ladin, göknar gibi ağaç türlerinde meydana gelen boyutsal stabilite değişiklikleri incelenmiş ve sonuçta genellikle sıcaklığın ve sürenin artmasıyla birlikte kullanılan tekniğe de bağlı olarak %55–90 lara varan bir boyut stabilizasyonu sağlanmıştır (Feist ve Sell, 1987; Giebeler, 1983; Burmester, 1973; Vitaniemi, 1997).

Odunun higroskopik özellikleri, termal modifikasyonun sonucu olarak düşer, bu düşüş zaman ve proses sıcaklığıyla ilgilidir. 300<sup>0</sup>C’de hava ortamında termal olarak modifiye edilen çamın %90 bağıl nemdeki denge rutubet oranı değeri 1 saatlik muamele edilmiş odunda, ısıtma işlemi görmemiş oduna göre daha düşüktür. Isıtma nitrojen altında yapıldığında, termal olarak muamele edilmiş odunun sorpsiyon kapasitesi 60 dakika ısıtma zamanından sonra düşmüş ve daha sonra değişmemiştir. Hava varlığında ve yokluğunda termal muamele görmüş odunun sorpsiyon davranışı, muamele zamanı ve sıcaklığı artarken odun örneklerinin sorpsiyon kapasitesinin düştüğü belirlenmiştir. Fakat örnekler 200<sup>0</sup>C’de hava ortamında ısıtıldığı zaman kütle kaybı yaklaşık %20 olduğunda ilerleyen ısıtma periyotlarında (Kayın için 24 saat ve Ladin için 48 saat) tekrar artmaya başladığı belirlenmiştir (Rusche, 1973). Isıtma işleminden dolayı nispi kütle kaybı ve sorpsiyon kapasitesindeki düşüş hava ortamındaki termal muamelede daha fazla olmuştur. Kayın odunu, ladin’le karşılaştırıldığında sorpsiyon davranışında ciddi bir düşüş görülmüştür. Nitrojen ve hava akımı altında 15 saat 300<sup>0</sup>C’de Douglas göknarı ısıtılmış ve 10 saatlik periyotlar süresinde %90 ve %30 bağıl nemdeki örneklerin denge rutubet oranı belirlenmiştir. İlk periyotlarda belirlenen denge rutubet oranı değerleri, muamele görmemiş odunla karşılaştırıldığında düşük olmasına rağmen, bu değerler her periyot da daha da düşmüş ve hava ortamında ısıtılan odunun denge rutubet oranı değerleri 5. periyottan sonra muamele görmemiş odundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu davranışın odunda sadece sınırlı değerlerde olduğu görülmüştür (Schneider, 1973).

Başlangıç rutubeti %1-48 arasında değişen kayın odun örneklerinde 100<sup>0</sup>C’de 24-96 saat ısıtma işlemine maruz bırakıldıktan sonra odun higroskopisitesinde sıcaklığın artmasıyla birlikte azalma; fakat sorpsiyon karakteristiklerinde ise durağanlık gözlenmiştir (Nikolov ve Enceev, 1967).

Hillis ve Rozsa (1978) 100°C'de 2 saat süreyle kısa bir ön ısıtma veya buharlama işlemiyle hemiselüloz-lignin matriksini plastikleştirerek termal bozunmayı en düşük seviyeye getirmişler ve oduna ek bir boyutsal stabilizasyon kazandırmışlardır.

Bir diğer çalışmada ise; rutubetli haldeki meşe, kayın ve sarıçam odunlarının bir otoklav içerisinde ve basınç altında muamelesiyle ısıtma işlemi optimize edilmeye çalışılmıştır. Bu işleme rutubet-ısı-basınç yöntemi adı verilmiş ve direnç değerlerindeki kayıpların telafi edilebilir olmasının yanında; meşe öz odunu için %75, kayın diri odunu için %60, çam diri ve öz odunu için %55 ve ladin diri ve öz odunu için %52 oranlarında boyut stabilizasyonu sağlanmıştır (Burmester, 1973).

180-200°C sıcaklıklarda ve 8-10 bar'lık bir inert gaz atmosferinde 1.8 m<sup>3</sup>'lük bir pilot reaktör içerisinde gerçekleştirilen rutubet-ısı-basınç muamelesi yöntemi ile daralma ve genişlemede %50-80 oranında bir azalma sağlanmıştır. Özellikle pencere doğramaları gibi yüksek boyut stabilizasyonu gerektiren uygulamalarda yeni ve ekonomik bir potansiyel yöntem sadece %10'luk bir direnç kaybı ile elde edilebilmiştir (Giebeler, 1983).

Basınç altında iken sıkıştırılarak ya da buharlanarak ısıtma işlemine tabi tutulan odunun boyut stabilizasyonu hemiselülozun degradasyonu ile değil lignin-hemiselüloz matrikslerinin ısı ile plastikleştirilmesi sonucunda başarılmaktadır. Bu şekilde hemiselülozun degradasyonu en düşük seviyede olmakta; mekanik özelliklerdeki azalma tolere edilebilir hale gelmektedir. Buna ilaveten yüzey sertliğinde de bir miktar artış sağlanabilmektedir (Inoue ve diğ., 1991).

Keith ve Chag (1978) yaptıkları çalışmada; 220°C'de 2 saat süreyle ısıtma işlemi uygulama sonucunda denge rutubet miktarının %50 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Repellin ve Guyonet (2005) yaptıkları çalışmada; 60°C'den 200°C'ye değişen sıcaklıklarda örneklerin 1 saat muamelesinde muamele sıcaklığı artarken kontak açısının önemli derecede arttığını ifade etmişlerdir.

### 2.1.3. Çatlama ve Renklenmeler

Odunun kurutma sırasındaki daralması, yapısındaki hücre çeperlerinin daralmasından kaynaklanmaktadır. Hücre çeperlerinin boyutları dikkate değer oranda azalmaktadır. Ladin'in hücre çeperi hacimsel daralma miktarı ilk bahar odunun da %26.5 yaz odununda ise %29.5 olarak bulunmuştur. Bu daralma ilkbahar odunu gözenek hacminde azalma ve yaz odunu gözenek hacminde artma meydana getirmektedir. Sıcaklığın yükselmesiyle meydana gelen ilave daralma tesirleri hacmin daralmasında olduğu gibi, termal bozulma sonucu ortaya çıkan madde kayıpları yüzünden artmaktadır. Bu kayıplar hücre tabakalarının tiplerine göre farklılık göstermektedir. Farklı daralma etkileri hücre çeperi içerisinde çatlamalara neden olmaktadır. Çatlaklar daha ziyade hücre köşesinde yer alan S1 ve S2 geçitleri arasında olduğu gibi en zayıf bölgelerde de gözlenmektedir (Fengel ve Wegener, 1989). 180-200<sup>0</sup>C sıcaklıklarda ısıtılma maruz bırakılan ladin'in yaz odunu traheitlerinde meydana gelen çatlamlar aynı zamanda, birleşik orta lamelde ve S1 tabakasının bitişiğinde gözlenmektedir (Fengel, 1966).

180-200<sup>0</sup>C sıcaklıklarda ve 8-10 barlık bir inert gaz atmosferinde, rutubet, ısı, basınç muamelesiyle ısıtılma uygulanan ladin ve kayın örneklerinde sıcaklığın artmasıyla birlikte, odunun işlenebilirliğini olumsuz yönde etkileyen kırılma ve yarıma eğilimlerinin arttığı gözlemlenmiştir (Giebeler, 1983).

110-180<sup>0</sup>C sıcaklıklarda ısıtılma maruz bırakılan kayın ve çam diri odunun da meydana gelen kurutma deformasyonları incelenmiştir. Çam diri odunu boyuna yönde yüzey çatlaklarıyla kollaps ve çarpılmalar olmaksızın kurutulmuştur. Buna karşılık birçok durumda iç çatlaklar meydana gelmiştir. Kayın odununda, yüksek sıcaklıklarda uygulanan ısıtılma işleminden sonra boyuna yüzey üzerinde herhangi bir yüzey çatlağı görülmemiştir. Fakat iç çatlak oluşumları çam diri odunundan daha çok belirgin olmuştur. Kayın odunu ile yapılan tüm testlere göre kollaps oluşumunun 110 ve 130<sup>0</sup>C sıcaklıklardaki ısıtılma işleminden sonra, 150 ve 180<sup>0</sup>C sıcaklıklardaki ısıtılma işlem uygulamalarına göre daha çok dikkat çekici olduğu görülmüştür (Schneider, 1973).

Yapılan bir diğer çalışmada, 220<sup>0</sup>C de 6-8 saat süreyle ısıtılma tabii tutulmuş Fin çamı, kayın ve ladin örneklerinde mikroskopik incelemeler ışığında hücre duvarı

içerisinde boyuna yönde çatlaklar, 220<sup>0</sup>C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yine hücre duvarı içerisinde yarıklar tespit edilmiştir (Anonymous, 2003).

Uygulanan ısı işlem süresi, sıcaklığı ve tekniğine bağlı olarak odun renginde fark edilebilir bir koyulaşma meydana gelmektedir.

Mailum ve Arenas (1974); 90, 110, 130, 150 ve 175<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 240 saat süreyle farklı Filipin odunu türlerinin kalitesi üzerine kuru ısı işlem muamelesinin etkilerini araştırmış ve odun renginin sıcaklığa bağlı olarak açık renkten koyu kahverengine doğru değiştiğini tespit etmişlerdir. Belirgin renk değişimlerinin yapraklı ağaç odunlarında 60<sup>0</sup>C'de iğne yapraklı ağaç odununda ise 90<sup>0</sup>C'de başlamakta olduğu ve sıcaklığın artmasıyla birlikte renklenme şiddetinin arttığı bildirilmiştir (Kantay, 1993).

Preslendikten sonra 180-200-220<sup>0</sup>C'de 2, 4, 6, 8 dakika süreyle buharlanan veya 4, 8, 12, 16 ve 20 dakika süreyle ısı işleme tabi tutulan Sugi (*Cryptmeria japonica* D.Don) odununun l-a-b tekniğine göre belirlenen renk farklılığı testinden en az renk değişimi 180<sup>0</sup>C de buharla muamele edilen örneklerde yalnızca hafif bir sararma şeklinde olmuştur. 200 ve 220<sup>0</sup>C sıcaklıklarda uygulanan ısı muamele sonucunda ise koyu bir sararma meydana gelmiştir. Çeşitli zaman periyotlarında ve özellikle yüksek sıcaklıklarda ısı işleme tabi tutulan tüm örneklerde önemli derecede renk koyulaşması görülmüştür (Inoue ve diğ., 1993).

110-180<sup>0</sup>C sıcaklıklarda ısı işleme maruz bırakılan kayın ve çam diri odunu örneklerinin renk bozulmalarını değerlendirmek için spektrofotometre vasıtasıyla spektral yansıma eğrileri kaydedilmiştir ısı işlem süresine ilaveten, ısı işlem sıcaklığının da örnek renginin koyulaşması gibi yansımadaki azalma üzerinde fark edilir derecede etkili olduğu gözlenmiştir. Yansımadaki azalma genellikle çam diri odununa göre kayın odununda dikkate değer oranda daha fazla olmuştur (Schneider, 1973).

Sehlstedt-Person (2003)'de 65–95<sup>0</sup>C'de sarıçam ve ladin'in diri odununun termal muamelesinde renk değişimleri gerçekleştiğini bildirmiştir. Ekstraktiflerdeki bileşiklerin bu değişikliklerin ana sebebi olduğu görülmüştür. Sonuç olarak; renk değişimlerinin

kompleks değişimlerin orijinlerinde lignin, hemiselülozun degradasyonu ve belirli ekstraktif bileşiklerinden kaynaklandığı görülmüştür.

Daha yüksek sıcaklıkta daha koyu bir renk elde edilebilmekte ve iğne yapraklı ağaçlarda renk sürekliliği, kullanılan odunun yoğunluğuna ve ilkbahar ya da yaz odunu olup olmamasına bağlı olarak değiştii görülmüştür. Kullanım esnasında renk performansını belirlemek için bazı çalışmalar yapılmıştır (Bourgeois ve diğ., 1991; Bekhta ve Niemz, 2003). Termal olarak modifiye olmuş odunun renk stabilitesi hızlandırılmış dış ortam direnci süresince kontrol örneklerinden daha iyi olduğu belirlenmiştir. Fakat rengin, ısı işlem görmüş odun da bir dış koruyucuyla muamele edilmezse kaybolduğu gözlenmiştir (Syrjanen ve Kangas, 2000; Ayadi ve diğ., 2003).

Isıl işleme meydana gelen renk koyulaşması sonucunda odun yüzeyi koruyucu bir tabakayla kaplanmadıktan sonra UV ışığına karşı dayanıklı olmamaktadır. Normal boyama işlemlerinde problem olmakla beraber elektrostatik boyama kullanıldığında, ısıyla muamele edilmiş odunda ekstra olarak rutubetlendirilmeye ihtiyaç duyulmaktadır. UV degradasyonundan dolayı astar boya üzerine opak sistemler (su esaslı akrilik, yağlı astar boya veya solvent esaslı alkidler) tavsiye edilmektedir. Bu şekilde uzun yıllar açık havaya maruz bırakılmış ısı işlem muameleli odunların performanslarının muamelesiz oduna göre daha iyi olduğu gözlenmiştir (Militz, 2002).

225<sup>0</sup>C sıcaklıkta buhar altında 6 saat süreyle ısı işlem tabi tutulan ladin levhalarının yüzeyleri dış cephe örtücüleri ile kaplandıktan sonra 5 yıl süreyle açık hava şartlarına maruz bırakılmıştır. Isıl işlem görmüş levhaların açık havaya karşı dayanımları su ve solvent esaslı boyalarla kapatılmış malzemelerde artmıştır (Jaémsaé ve diğ., 2000).

Farklı laboratuarlarda ısı işlem uygulanan ağaç malzemenin tutkallanabilirliği konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Çalışmalar polivinil tutkalları, poliüretan tutkalları, izosiyonat tutkalları, resorsinol fenolik tutkallar gibi çoğu endüstriyel tutkal tipinin ısı işlem görmüş ağaç malzemeye uygulanabileceğini ortaya koymuştur. Ancak ısı işlem sonucu hidrofobik hale gelen odun yüzeyine odunu çevreleyen tutkal içerisindeki çözücünün daha güç penetre olduğu gözlenmiştir. Emisyon ölçümleri ile ilgili olarak yapılan bir başka çalışmada da terpenlerin, alfafinlerin, kamfinlerin

muamele edilmemiş çam odunundaki emisyonların, muamele edilmişlere oranla çok daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Kotilainen, 2000; Mayes ve Oksanen, 2002).

Benzeri bir çalışmada havada kurutulan İskoç çamı ile 24 saat boyunca 230<sup>0</sup>C sıcaklıkta ısıtılma tabii tutulan İskoç çamı odunundan buharlaşarak ayrılan organik bileşiklerin emisyonunun, havada kurutulan odun örneklerinden 8 kat daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır (Manninen ve diğ., 2002). Isıl işlem uygulamasından sonra odunda serbest furfural ile alakalı olduğuna inanılan çok karakteristik bir karamel kokusu hissedilmektedir (Militz, 2002). Isıl işlem görmüş odunun hoş olmayan kokusu muameleden 2–3 hafta sonra kaybolur (McDonald ve diğ., 2002).

## **2.2. ISIL İŞLEMİN MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Isıl işlemin olumlu özellikleri yanında bir takım olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Uygulanan sıcaklığa ve süreye bağlı olarak termal bozulma oranıyla ilişkilendirilen ve madde kaybıyla açıklanan direnç kayıpları meydana gelmektedir (Rusche, 1973).

Odunun direnci ve sertliği ısıtıldığında azalmakta, soğutulduğunda artmaktadır. Odun kısa süreli ısıtıldığında da sıcaklık etkisi derhal meydana gelmekte ve odun eski özelliklerine yeniden geri dönebilmektedir. Direnç ve sertlik özelliklerinde meydana gelen dönüşümsüz azalmalar, eğer odun uzun süreler için artan sıcaklıklarda ısıtılma maruz bırakılırsa ortaya çıkmaktadır. Odunun mekanik ve teknolojik özelliklerinde meydana gelen bu tip dönüşümsüz değişimlerin; odunun termal bozunmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Mitchell, 1988).

Termal bozunmayla; en çok mekanik direnç özellikleri, şok ve eğilme direnç özellikleri, en az ise elastikiyet modülü ve ağırlık kaybı etkilenmektedir (Maclean, 1954; Maclean, 1955). Eğilme direnci muamele şartlarına bağlı olarak % 0-30 oranında azalma gösterebilmektedir. Endüstriyel uygulamada yaygın olarak kullanılan güney çamının 118<sup>0</sup>C sıcaklığa maruz bırakılması direnç üzerinde olumsuz bir etki yapmamıştır (Koch, 1971; Yao ve Taylor, 1979). Daha yüksek sıcaklıklarda kurutma isteği odunun direnç özelliklerine verebileceği zarar dikkate alınarak, daha ılımlı hale getirilmektedir.

Örneğin 132<sup>0</sup>C'de 9 saat'ten daha uzun sürede kurutmanın eğilme direnci üzerinde önemli bir azalmaya neden olabileceği öne sürülmüştür (Koch, 1976).

Isıl muamele süresince gerek odun içerisinde gerekse yüzeylerde meydana gelen çatlaklar ve yarılmalar, ahşap materyalin direncinde ciddi sorunlara yol açmakta, bu durumda mekaniksel özellikleri olumsuz etkilemektedir. Özellikle yüksek sıcaklıklarda olduğu bilinen formik ve asetik asit formasyonu öncelikle hemiselülozdan başlayarak birçok odun bileşenini tahrip eder ve bunun sonucunda kütle kayıpları meydana gelir. Kütle kayıpları sonucunda özgül kütlelerin düşüşü diğer özgül kütleyle bağlı olan mekaniksel özellikleri de olumsuz yönde etkilemektedir.

Odunun direnci sıcaklıkla birinci dereceden ilgilidir. Dirençteki lineer düşüşler 200<sup>0</sup>C'den 160<sup>0</sup>C'ye doğru değişen sıcaklıklardaki artışlarda daha net göze çarpar. Isının odun üzerinde etkileri iki tipte toplanabilir. Artan sıcaklıkla oluşan ani etkiler ve odun polimerlerinin termal parçalanmasına neden olan kalıcı etkiler. Isıyla oluşan ani etkiler düzeltilebilir; fakat kalıcı etkiler düzeltilemez. Ani ve kalıcı etkilerin birleşimi daha fazla zarar meydana getirir. Rutubet olmayan bir çevrede ısıtılan odunun başlangıç etkisi dehidrasyondur. Sıcaklığın 55–65<sup>0</sup>C'de olduğu ilerleyen periyotlarda (2–3 ay) hemiselülozun depolimerizasyonu yavaşça baş gösterir (Feist ve diğ., 1973; Levan ve diğ., 1991). Bu süre ilerledikçe pirolizin 250<sup>0</sup>C de hızlı gerçekleştiği görülmüş olan hücre duvarı polimerlerinin buharlaşması, havasız ortamdaki kömürleşme oluşumu ve hava varlığında gerçekleşen tutuşma artar. 102<sup>0</sup>C'de 335 gün fırında ısıtılan duglas göknarının eğilmede elastikiyet modülü %17, eğilme direnci %45 ve liflerde oluşan stresin sınırları %33 oranlarında düşmektedir (Millet ve Gerhards, 1972). Aynı kayıtlar 160<sup>0</sup>C'de 7 gün içinde gözlenebilmektedir. Havasız ortamda 10 dakika. 210<sup>0</sup>C'de ısıtılan iğne yapraklı ağaçların eğilme direnci %2, sertliği %5 ve yüzey kabalığı %5 oranlarında düşmektedir. 280<sup>0</sup>C'de aynı şartlar altında eğilme direnci %17, sertlik %21 ve yüzey kabalığı %40 oranlarında düşer. Her iki örnekte ısı, hava ve zamanın birleşik etkilerini göstermektedir.

15 dakikalık periyotlarla nitrojen altında 20<sup>0</sup>C'den 295<sup>0</sup>C'ye kadar ısıtılan aynı örneklerle, 25<sup>0</sup>C'de ısıtılan çam örneklerinin fotomikrografikleri karşılaştırıldığında hücre yapılarının hala bozulmadığı görülür. Fakat hücre duvarı elemanları pirolizle

kararmıştır. 82<sup>0</sup>C'ye maruz kalan çam odununun kararması arabinozdaki kayıpla ve ksiloz da oluşan düşüşten gerçekleşir. 82<sup>0</sup>C'de bu kararma daha sonra arabinozun ve ksilozun furan halkalarının hidrolizi ile koyu kahverengi furfuralın oluşumuna katkıda bulunur. Son 20 yılda odunun direnci üzerinde artan yüksek sıcaklıklar ve ısı işlem süresinin kalıcı etkileri yoğun bir şekilde çalışılmıştır (Levan ve diğ., 1991; Winandy ve diğ., 1991; Winandy, 1995a; Levan ve Evans, 1996; Green ve diğ., 2003, Winandy, 2001).

Kurutulmuş çam ve kayın odununun da 100-200<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 9 saat'e kadar sürdürülen ısı işlemi lif yönünde maksimum gerilme ve basınç direnci elastikiyet modülü ve maksimum iş üzerine olan etkilerinin incelendiği çalışmalarda; direnç özelliklerinde meydana gelen çalışmanın hava varlığında ve yokluğunda yaklaşık olarak benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Isıl işlemin neden olduğu madde kaybı yüzünden elastikiyet modülünde %8-10'dan daha fazla bir oranda azalma tespit edilmiştir. Her iki odun türü içinde elastikiyet modülü ve madde kaybı arasındaki ilişki birbirine benzer bulunmuştur. Maksimum dirençteki ve içteki azalmalar gerilme direncinde basınç altındakine göre daha fazla olmak üzere her iki odun türü içinde benzer oranlarda bulunmuştur (Rusche, 1973).

Suyla tam doygun halden denge rutubeti miktarına kadar sabit kurutma şartları arasındaki ilişki 110-130-150,ve 180<sup>0</sup>C'erde ısı işleme maruz bırakılan çam ve kayın diri odununda (%12 rutubet) 20 mm kalınlığındaki çam diri odunu örneklerinin maksimum basınç dirençlerinde bir azalma gözlenmezken aynı kalınlıktaki kayın odunu örneklerinde küçük bir artış kaydedilmektedir. 40mm kalınlığındaki çam diri odunu örneklerinin maksimum basınç direncinde yaklaşık %5 oranında bir azalma meydana gelmiştir. Isıl işlemin her iki odun türündeki maksimum eğilme direnci üzerindeki olumsuz etkisi ise daha fazla bulunmuştur (Schneider, 1973).

Çam, duglas göknarı ve kırmızı meşe odunlarının 150-200<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 20-60 dakika süreyle ısı işlemi yada 30-120 dakika süreyle buharlama işlemine tabi tutulduğu bir başka çalışmada en çok etkilenen tür kırmızı meşe olmuştur. Buharlama işlemi ısı işlemi göre sertlik ve karbonhidrat miktarını daha fazla azaltmıştır. Fiziksel ve kimyasal değişimler büyük oranda sıcaklığa ve zamana veya her ikisinin de birbiriyle olan korelasyonuna göre meydana gelmiştir. Hemiselüloz miktarındaki değişikliklerin direnç

özellikleri üzerine olan etkisinin umulandan daha fazla olduğu görülmüştür (Davis ve Thompson, 1964).

100, 130, 150, 180 ve 200<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 6, 24 ve 48 saat süreyle ısıtılma maruz bırakılan kayın ve çam diri odunun da 150<sup>0</sup>C'nin üzerindeki sıcaklıklar için elastikiyet modülünde dikkate değer bir azalma görülmüştür. Elastikiyet modülüne göre basınç direnci, daha az miktarda şok direncinde yapılan iş ise daha fazla miktarda etkilenmiştir. 180<sup>0</sup>C ve 6 saate kadar olan ısıtılma uygulaması ile %12 rutubetteki kayın odununun basınç direnci çam diri odununa göre daha az azalmıştır (Schneider, 1971). 150-200<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 1, 3, 5, 10 ve 20 saat süreyle ısıtılma uygulanan *Chamaecyparis obtusa* ve *Fagus crenata* örneklerindeki şok direnci değerleri, 150<sup>0</sup>C de 5 saat, 200<sup>0</sup>C de 1 saat ve 200<sup>0</sup>C'de 5 saatlik uygulamalardan sonra muamele edilmemiş odun örneklerine göre %50 azalmıştır. 150<sup>0</sup>C 5 saatlik uygulamadan, Young sertliği etkilenmemiştir. *Fagus crenata* örneklerinde Young sertliği etkilenmezken *Chamaecyparis obtusa* 150<sup>0</sup>C ve 5 saat'lik ısıtılma uygulamasından etkilenmemiş ancak 200<sup>0</sup>C süren uygulamadan sonra kontrol örneklerine nazaran yaklaşık %50 oranında bir azalma göstermiştir (Kitahara ve Chugenji, 1951).

105-155<sup>0</sup>C lerde 10-160 saat süreyle ısıtılma maruz bırakılan *Eucalyptus saligna* odunun da sıcaklık ve sürenin artmasıyla birlikte eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, maksimum iş, statik eğilmede toplam iş, liflere paralel basınç ve makaslama direnci değerlerinde azalmalar kaydedilmiştir (Vital ve Lucia, 1983). Stiren, akrilolitril ve metilmetakrilat karışımı ve fenol formaldehit reçinesi ile modifiye edilip 200 ve 300<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 10, 20 ve 30 dakika süreyle ısıtılma maruz bırakılmış kayın odunun da ağırlık kaybı ile eğilme basınç dirençleri arasındaki ilişki doğrusal bulunmuştur (Panaiotov ve Mateeva, 1984).

Eğilme direncinde genelde düşüş 220<sup>0</sup>C'den sonra başlamaktadır. Sonuçlar ısıtılma işlem görmüş odunun elastikiyet modülünün değişmesi üzerinde önemli olmadığını göstermiştir. Odun örnekleri %45 ve %65 nispi nemde kondisyonlanmaktadır. Odunda budak bulunması, ısıtılma işlem görmüş odunun direnç değerlerini; ısıtılma uygulanmamış olana göre, daha düşük olmasına neden olur. Bu; diğer faktörler arasında reçinenin odundan ekstrakt edilmesindedir. Isıtılma işlem görmüş olan odundaki az ya da çok

orandaki düşüşten dolayı ısıtıl işlem görmüş odunun yapılarında kullanılması tavsiye edilmemektedir (Green, 1999).

220<sup>0</sup>C'de 3 saat ısıtıl işlem uygulamasında odunun şok direncinin yaklaşık olarak %25 kadar düştüğü belirlenmiştir (Mayes ve Oksanen, 2002).

Kayın ve ladin odunu örnekleri 100-200<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 96 saat süreyle hava ve vakum ortamında ısıtıl işleme tabi tutulmuştur. Aynı ağırlık kayıplarında maksimum direnç ve maksimum yüklemeye kadar yapılan çekme direncinde basınç direncine göre daha büyük bulunmuştur. Ağırlık kaybının %8-10'dan büyük olduğu durumlarda her iki tür içinde elastikiyet modülünde önemli bir azalma söz konusu olmuştur (Rusche, 1973).

Yapılan başka çalışmalarda *Cryptomeria japonica* odunu örnekleri preslemeden önce ve sonra olmak üzere 180<sup>0</sup>C de 2, 3, 4 ve 8 dakika buharlamaya ısıtıl muameleye tabi tutulmuştur. Preslenmiş örneklerin buharlanması sonrasında yüzey sertliği değişmeden kalırken preslendikten sonra buharlanan örneklerdeki yüzey sertliğinde küçük bir azalma meydana gelmiştir. Bu durum buharlama sırasında hemiselüloz miktarındagözlenen önemsiz kayıptan ve polimer matrikslerinin yeniden yapılanmasından kaynaklandığı zannedilmektedir. Preslenmeyip 180-200<sup>0</sup>C'lerde buharlanan örneklerin sertlik değeri yaklaşık 0.07 MP'a iken preslendikten sonra buharlanan örneklerin sertlik değeri 0.25MP'a olmuş yaklaşık 3 kat daha fazla bir artış elde edilmiştir. *Cryptomeria japonica* 180<sup>0</sup>C de 8 dakika buharlanmasıyla elastikiyet modülünde %3.3, 200<sup>0</sup>C'de 1 dakika buharlanması ile % 8.6 oranında bir azalma gözlenmiştir. 180<sup>0</sup>C'de 5 saat süreyle ısıtıl işleme maruz bırakılan örneklerin elastikiyet modülünde bir artış kaydedilirken 200<sup>0</sup>C'de 5 saat'lik muamelede herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. 200<sup>0</sup>C ve 8 saatlik bir buharlama sonrasında ise elastikiyet modülünde %20 den daha fazla bir azalma söz konusu olurken, 220<sup>0</sup>C de 5 saatlik bir ısıtıl işlem sonrasında da yaklaşık %30'dan fazla bir azalma tespit edilmiştir. 180 ve 200<sup>0</sup>C de 8 dakika süreyle buharlanıp preslenmeyen örneklerin eğilme direncinde çok az bir değişiklik meydana gelmiştir. Eğilme direncindeki önemli azalma, 220<sup>0</sup>C de buharlama işleminden ve her durumdaki ısıtıl işleminden özellikle 200<sup>0</sup>C ve 220<sup>0</sup>C'lerdeki uygulamalardan sonra görülmüştür (Inoue ve diğ., 1993).

*Quercus cerris* odunu yongalarının 230-300°C de 1-8 dakika süreyle ısı muamelesinden sonra eğilme direncinde mobilya endüstrisi için yonga levhaların kullanımında katkı sağlayacak şekilde %20-25 oranının da bir artış söz konusu olmuştur (Tomek, 1966).

100-300°C'de su buharı ortamında ve aynı sıcaklıklarda hava ortamında ısı işleme maruz bırakılan *Quercus suber* odununda basınç direncinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. 300°C'de su buharı ortamında işlem gören örneklerde basınç direncinin kontrol örneklerine nazaran dikkate değer azalması hücre çeperi bileşenlerinin termal bozulmasıyla izah edilmiştir. Aynı sıcaklıkta hava ortamında muamele edilen örneklerde, su buharı ortamında işlem gören örneklere nazaran dirençte hafif bir artış olduğu görülmüştür (Rozsa ve Fortes, 1989).

140-180°C sıcaklıklarda 15 dakika ile 50 saat'lik zaman periyotlarında sert lif levhaya uygulanan ısı işleminden sonra eğilme ve çekme dirençlerinin benzer davranışlar sergilediği görülmüştür. Muamele süresinin uzunluğuna bağlı olarak öncelikle direnç değerlerinde hafif bir artış kaydedilmiştir. Daha düşük sıcaklıklarda yavaş olmak üzere muamele sıcaklığı yükseldikçe direnç değerlerinde hızlı bir düşüş gözlenmiştir. Böylece eğilme direnci 180°C sıcaklıkta 1 saat'lik uygulama ile %20 artış gösterirken 13 saatlik bir uygulamadan sonra %50 bir düşüş sergilemektedir. 160°C'de 2-3 saatlik bir uygulama ile %28, 150°C için 4 saat'lik bir uygulama ile %12, 50 saatlik uygulama ile %18 ve 140 °C sıcaklık için 12 saatlik uygulama ile %12 ve 50 saatlik uygulama ile % 4 oranının da bir düşüş kaydedilmiştir (Voss, 1952). Kavak odunundan elde edilen lif levhaya uygulanan bir diğer ısı işlem çalışmasında (160°C'de 2 saat) çekme eğilme dirençlerin de meydana gelen % 15-30 oranındaki artışın nedeni, liflerin kendi dirençlerindeki artıştan kaynaklanmamaktadır. Çünkü ısı işlem dirençte bir azalma meydana getirmekten ziyade, selülozun polimerizasyon derecesini azaltıcı bir rol oynamaktadır. Dahası lignin içermeyen bir materyalden yapılmış lif levhalarda ısı işlem dolayısıyla gözlenen benzeri artış delignifikasyona uğramamış materyalden yapılmış lif levhalarda da gözlenmiştir. Bu durum da lignin'in direnç üzerinde önemli bir artışa neden olmadığı sonucuna varılmaktadır. Isı ile muamele edilmiş levhaların daha kısa liflerden meydana geldiği ve muamele edilmemiş olanlara göre daha düşük polimerizasyon derecesine sahip selüloz içerdiği görülmüştür. Dolayısıyla ısıyla muamele edilmiş levhalarda gözlenen direnç değerlerindeki artışın yalnızca

hemiselülozun poliüronit kısımlarının yapışma etkisinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Klauditz ve Stegman, 1951).

### 2.3. ISIL İŞLEMİN BİYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Isıl işlem görmüş odunun biyolojik direncini ölçmek için 3 tip test yapılır. Bu testler EN 113 standartlarına göre gerçekleştirilmektedir. Deneyler küçük örneklerde kısa sürelerde yapılır. 8, 16, 24 ve 32 haftalar arası test mantarı *Coniophara puteara* ve *Poria placenta* ki bu mantarlar en yaygın ve en fazla çürümeye sebep olan biyolojik zararlıdır. Sonuçlar kahverengi çürüklüğe karşı direncin ısı işlem görmüş odunda daha iyi olduğunu göstermiştir. Fengel ve Wegener (1989), yaptıkları çalışmada ısıyla muameleye tahrip edici mikroorganizmalara karşı odunun biyolojik olarak dayanımının arttığını gözlemlemişlerdir. Bunun üç temeli bulunmaktadır. İlki odunun yapısında doğal olarak bulunan suyun buharlaşması, mevcut hidroksil gruplarının azalması ve bu grupların çürüklüğe daha dirençli olan gruplarla yer değiştirmesinden dolayı olduğu belirlenmiştir. Kavak, ladin ve göknar örnekleri 200–260 termal olarak muamele edilmiş ve sonuçta mikrobiyolojik saldırılara karşı örneklerin dirençlerinin arttığı belirlenmiştir. Troya ve Navarrete (1994) tarafından kavak odunu'nun 220, 230, 240, 250 ve 260°C sıcaklıklarda 5, 10, 15, 20 saat termal muamelesi sonucunda, çürüme direncinin ciddi oranlarda arttığı belirlenmiştir. Rapp ve Sailer (2000), sıcak hava ve sıcak yağla yapılan ısı muameleden sonra, deniz zararlıları ile ilgili çalışmalar halen devam etmesine rağmen; ilk yayınlanan sonuçlara göre ısı işlem uygulamasının olumlu etkiler gösterdiğini belirlemişlerdir.

**Böcek Saldırıları:** Yapılan testlere göre ısı işlem görmüş odunun böceklere karşı direncinin iyi olduğunu göstermiştir. Fakat özellikle ısı işlem görmüş çam ağacına bal arılarının yumurtalarını bırakmaları için en uygun yer olduğunu göstermiştir. Bunun nedeninin de ısı işlem görüş odunun terpen emülsiyonunun normal odundan daha düşük olduğundandır. Aynı zamanda bu durum termitler içinde geçerli olduğu için tehlikeli bir durum arz etmektedir. Çeşitli türlerin odun örnekleri 150°C buhar ortamında ve 150°C'de hava ortamında çeşitli periyotlar süresince *C. formosonus* ya da *R. speratus* termit türleriyle saldırı ortamında ısıtma yapılmıştır (DOI ve diğ., 1997; 1999). Buharla

yapılmış olan ısıt işlemin böcek saldırılarına karşı etkili olduğu görülmüş; buna karşın ısı ile yapılan ısıt işlemin çok az etkisi olduğu belirlenmiştir.

**Mikrobiyolojik Saldırıları:** Stamm ve Baechler (1960) tarafından 2 ay *Trametes serialis* mantarıyla ısıt işlem görmüş odunun maruzu çalışılmış ve su itici etkinlik değerleri %40'ı geçtiğinde hiçbir kütle olmadığı belirlenmiştir. Termal olarak modifiye edilmiş odun *L. trabea* (*G. trabeum*) ile muamele edildikten sonra meydana gelen çürümeden dolayı %42'lik su itici etkinlik kütle kaybı odunda %12-14'lük bir kayıp olduğunu göstermiştir. Termal muamele için kataliz olarak  $ZnCl_2$  kullanımında çok fazla oranda gelişme çürüme direncinde gözlenmiştir. Beyaz çürüklük mantarı *C. versicolor* ve 2 tane kahverengi çürüklük yapan mantarla (*G. trabeum* ve *C. puteana*) Fransız yöntemi olan Retified yöntemiyle modifiye olmuş ahşap materyal muamele edilerek çürüme direnci çalışılmıştır. Bu çalışma da kavak, ladin, duglas göknarı örnekleri kullanılarak 10 ya da 20 saat  $250^{\circ}C$ 'de termal olarak muamele edilmiştir. Beyaz çürüklük mantarı ve ayrıca yumuşak çürüklük mantarı (*Chaetomium globosum*) kullanılmıştır. 6 hafta sonra Fransız standartlarına göre test edilmiş ve retified odunda çürüklüğe karşı yüksek bir direnç olduğu görülmüş ve kütle kaybının çok düşük seviyelerde olduğu gözlenmiştir. Troya ve Navarette (1994)'te,  $220^{\circ}C$  ile  $260^{\circ}C$  arasında değişen sıcaklıklarda yine retified olmuş odunun çürüme direncini *S. lacrymansla* muamele ederek incelemişlerdir; 5 aylık maruzdan sonra çürümeden dolayı çok düşük seviyelerde ağırlık kaybı olduğu ve modifiye olmuş odunun direncinin çürümeye karşı istenilen seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Fakat bu durumun düşük sıcaklıklarda modifiye edilmiş odunda daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Viitanen ve diğ. (1994), ısıt işlem görmüş odunun saf kültür testlerinde *C. puteana* mantarına karşı istenilen seviyelerde direnç gösterdiğini belirlemişlerdir. Isıt işlem süresince polisakkarit kaybı kahverengi çürüklük direnci, beyaz çürüklükle karşılaştırıldığında daha yüksektir. Tjeerdsma ve diğ. (1998a)' yaptıkları çalışmada; sterilize olmamış toprak testlerinde yumuşak çürüklüğe termal olarak muamele edilmiş odun direncinin arttığını gözlemlemişlerdir. Çürüme direnci termal olarak muameleyle artmasına rağmen, tamamıyla saldırılardan korumak olası değildir. Çürüme direncinde iyi bir performans gösteren muameleler ciddi direnç kayıpları gösterir (Welzbacher ve Rapp, 2004).

## 2.4. ISIL İŞLEMİN KİMYASAL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Odunun kimyasal analizleri değişik sıcaklıklarda uygulanan ısıl işlem sonunda 48 saat ısıl işlem süresi ve 100<sup>0</sup>C sıcaklığa kadar odun bileşenlerinin nispeten iyi bir kararlılık sergilediklerini göstermektedir. Daha yüksek sıcaklıklarda polisakkaritlerin (holoselüloz) miktarlarında çok daha fazla azalma meydana gelmekte, hemiselülozlar net olarak selülozdan daha hassas bir reaksiyon göstermektedir (Fengel ve Wegener, 1989).

İğne yapraklı ağaçların alfa-selüloz miktarı nispeten daha yüksek miktarda hemiselüloz ve kalıntı lignin içermektedir. İğne yapraklı ağaçlarda 150<sup>0</sup>C'ye kadar bile var olabilen saf selüloz miktarının geride kalabilmesi için 100<sup>0</sup>C'de başlayan alfa-selüloz miktarındaki azalma, kendisine bağlı bileşiklerin kaybolması ile azaltılabilmektedir. Lignin miktarı geniş bir sıcaklık aralığında sabit kalmakta, 140-150<sup>0</sup>C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise artmaktadır (Fengel, 1967; Yıldız ve ark., 2006).

### 2.4.1. Hemiselülozlar

Hemiselülozların en çok yıkımlandığı termal bozunma sıcaklıkları 200-260<sup>0</sup>C arasındadır. Selüloz ile karşılaştırıldığında, hemiselülozun düşük olan termal kararlılığı; genellikle kristal yapılarının olmayışı ile açıklanmaktadır. Ayrıca hemiselülozların pirolizi sırasında selüloza göre daha fazla gaz ürünleri ve daha az kömürleşmiş kalıntılar meydana gelmektedir. Ksilan (pentozan) en reaktif odun hemiselülozu olup genellikle degradasyon ve dehidrasyon reaksiyonlarına karşı son derece hassastır. Ksilan ve arabinogalaktanın çoğu termal reaksiyonları egzotermiktir. Yapraklı ağaçlarda ksilan, selülozdan sonra buharlaşan degradasyon ürünlerinin en önemli kaynağıdır. Reaktifliğinden dolayı piroliz reaksiyonlarının başlamasında ve meydana gelmesinde önemli bir etkiye sahiptir. Buharlaşan ürünler esas olarak furfural ve asetaldehidtir. Reaksiyon ürünlerinin kompozisyonu büyük oranda uygulanan ısıl işlem şartlarına bağlıdır (Yıldız, 2002).

Hava atmosferi altında ksilanın termal bozunması iki egzotermik (215-271<sup>0</sup>C) bir endotermik (234<sup>0</sup>C) reaksiyondan meydana gelmektedir. Isıl işlem nitrojen atmosferi

altında yapıldığında ilk egzotermik pik 215<sup>0</sup>C sıcaklıkta gözden kaybolmaktadır. Bundan çıkarılacak sonuç; oksidasyonun piroliz safhasının başında meydana geldiğidir. Ksilan vakum altında ısıtılma tabii tutulduğunda ise yaklaşık 210<sup>0</sup>C'de başlayan ve maksimum 240<sup>0</sup>C'ye ulaşan çok güçlü bir endotermik reaksiyon meydana gelmektedir (Yıldız, 2002).

Yapraklı ağaç ksilanının dekompozisyonu normal atmosferde, 200<sup>0</sup>C civarında başlamaktadır. Glikozidik bağlar, bazı piranoz halkalarının karbon-karbon bağlarında da görüldüğü üzere kopmaktadırlar. 225<sup>0</sup>C'de yapılan işlemler moleküler yapının tamamen yok olmasına neden olmaktadır. 275-290<sup>0</sup>C arasındaki sıcaklıklarda moleküler parçalar furfural formunda dehidrolize olmaktadır. 220<sup>0</sup>C'nin üzerinde anhidrit bileşenlerinin oluşması ile vakum altında hızlı bir dekompozisyon meydana gelmektedir (Yıldız, 2002).

#### **2.4.2. Selüloz**

Odunun termal muamelesinden sonra hemiselüloz miktarındaki azalışın sebebi, selüloz zincirinde meydana gelen azalmadır. Bu sonuç ifade etmektedir ki, selülozun termal degradasyonundaki ilk adım alkalide çözülebilir ürünler meydana getiren makro moleküllerdeki kopmadır. Fakat aynı zamanda kalıntı selülozun polimerizasyon derecesi azalmaktadır.

Selülozun kristal yapısı bulunduğu şartlara bağlı olarak 200<sup>0</sup>C'ye kadar yükselebilen belli sıcaklıklarda değişmemekte hatta iyileşmektedir. Selülozun yapısı zincir şeklindeki moleküler yapının kopmasıyla sınırlı değildir. İlâveten dehidrasyon ve oksidasyon reaksiyonları da vardır. Zincir moleküllerinin kopması ve dehidrasyon başlangıç reaksiyonu olup buna karşın oksidasyon bunları izleyen birinci reaksiyondur. Hidroksil gruplarının oksidasyonuna neden olan hava ortamındaki ısıtılma işlemi karbonil ve ardından karboksil gruplarının artışına yol açmaktadır. Her iki reaksiyonun oranı esas olarak sıcaklığa bağlıdır. Sararma eğilimi ve aldehit gruplarının miktarı arasında bir korelasyon bulunmuştur. Sıcaklığın 200<sup>0</sup>C'nin üzerine çıkmasıyla selülozun termal bozunması ve buharlaşan ürünlerin formasyonu hızlı bir şekilde meydana gelmektedir. Yaklaşık

300<sup>0</sup>C’de transglukosilasyon aşaması ile polisakkaritlerin depolimerizasyonu sonucu, bir levoglukozan karışımı diğer bazı monosakkarit türevleri ve oligosakkaritlere rastgele bağlanmış farklı bir karışım meydana gelmektedir. Bu karışım genellikle katran fraksiyonu yerine geçmektedir. Daha yüksek herhangi bir sıcaklıkta, şeker ünitelerinin parçalanması asetaldehit, glioksal ve akrolein gibi hızlıca buharlaşabilen karbonil bileşenleri çeşitlerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Serbest radikal mekanizmalar vasıtasıyla doymamış ürünlerin kondenzasyonu ve kenar zincirlerinin kopması geriye serbest radikalleri tutmaya devam eden oldukça reaktif karbonik bileşikler bırakmaktadır (Yıldız ve ark., 2006).

### **2.4.3. Lignin**

Lignin, odunun pirolizi sırasında meydana gelen egzotermik reaksiyonlardan birinci derecede sorumlu tutulmaktadır. Lignin’in pirolizi sırasında 450<sup>0</sup>C sıcaklıkta 80 den fazla piroliz ürünü tanımlanmıştır. Bunlar esas olarak benzen, toluen, stiren, vanilin, anisol, siringil, alkol gibi birçoğu düşük molekül ağırlığına sahip aromatik bileşiklerden türemiştir. Lignin, termal olarak odun bileşenlerinin en kararlısı olarak görülmesine rağmen 200<sup>0</sup>C’nin altındaki sıcaklıklarda bile yapısında birtakım değişiklikler söz konusu olmaktadır (Yıldız, 2002).

$\beta$ -aril eter bağlarının 2000C’nin üzerindeki sıcaklıklarda kopmaya başlamasıyla lignindeki kütle kaybı da başlamaktadır. Kütle kaybı sıcaklığın yükselmesine paralel olarak artmaktadır. Ligninin termal davranışı büyük oranda monomer yapısındaki fenolik ürünlerin miktarından etkilenen kondenzasyon derecesine bağlıdır. Lignin kondenzasyonu arttığı zaman eter bağlarının sayısı azalmakta, karbon-karbon bağlarının sayısı artmaktadır (Kotilainen, 2000).

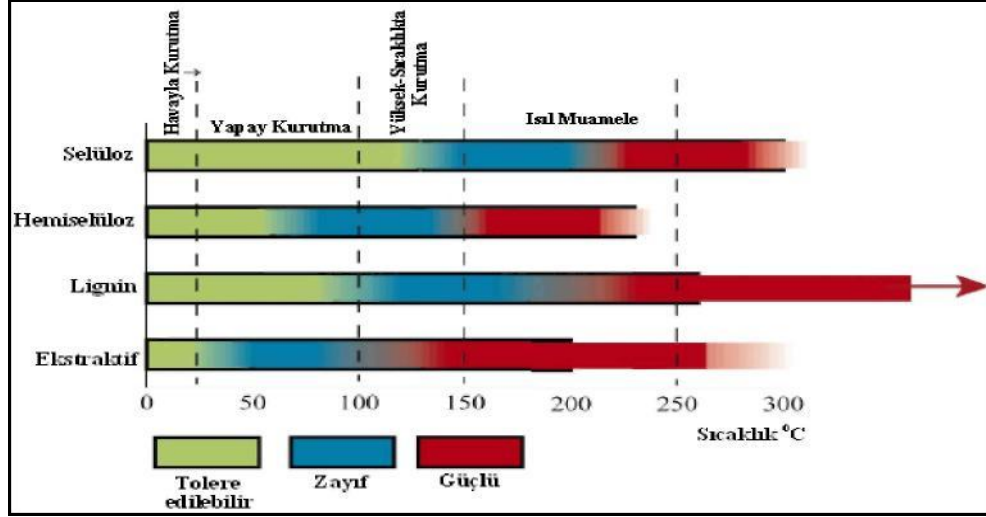
Termal bozunmanın ölçütü olarak kabul edilen lif genişliğinin şekli ve miktarı ısı işlem sonunda değişmektedir. 155<sup>0</sup>C’ye kadar ligninde herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir. 175<sup>0</sup>C’den itibaren 240<sup>0</sup>C’ye kadarki ısı işlem sıcaklıkları ile artan bir lignin kondenzasyonu ortaya çıkmıştır. 260-280<sup>0</sup>C’de hidrofilik kapasitenin azalmasına yol açan lignin moleküllerindeki diğer değişikliklerle lignin kondenzasyonuna eşlik

edilmiştir. Ligninin yumuşama sıcaklığı kimyasal yapıda meydana gelen değişimleri belirleyen izolasyon türüne bağlıdır. Yumuşama sıcaklığını etkileyen daha önemli kriterler numunenin moleküler yapısı ve içerdiği su miktarıdır (Yıldız, 2002).

#### **2.4.4. Karbonlaşma ve Gazlaşma**

Temel analizlerden bilindiği gibi odun termal bozunmasındaki temel reaksiyon egzotermal karakterlidir ve 270-280<sup>0</sup>C’de başlamaktadır. 380<sup>0</sup>C’ye kadar esas olarak asetik asit ve metanol; daha sonra artan miktarlarda katran ve gaz ürünleri gibi çok miktarda damıtma ürünleri meydana gelmektedir. Geriye kalan atık odun kömürüdür. Uçuşu bileşenlerin ayrışması ham ürünleri ortaya çıkaran damıtma ile olmaktadır. Böylece odun alkol fraksiyonu %45 metanol, %7 aseton, %5 metil asetat, %3 asetaldehit ve daha düşük miktarlarda alkol, metil formiat, furan ve furfural türevleri ile sudan ibaret olmaktadır. Odun sirke fraksiyonu ise asetik asite ilaveten propiyonik, bütirik ve diğer asitleri içermektedir. Kresol, guayikol, diğer fenoller ve fenol eterleri katran fraksiyonunun temel bileşenleridir. Odunun termal bozunması sırasında şekillenen fenolik ürünler neredeyse tamamen lignin ve diğer aromatik bileşiklerden oluşmaktadır (Yıldız, 2002).

Yoğunlaşmayan gazların analizi temel gazların hidrojen, metan, karbon monoksit ve karbondioksit olduğunu göstermiştir. C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> ve C<sub>4</sub> hidrokarbonları nispeten daha az miktarlarda meydana gelmektedir. Piroliz sıcaklığının artmasıyla karbondioksit ve karbonmonoksit miktarında önemli oranda azalma kaydedilmiştir. Daha yüksek sıcaklıklarda metan miktarında bir artış görülmüştür. Artan sıcaklıklarda hidrojen miktarında büyük bir artış gözlemlenmektedir. Bu gazın miktarı suyun varlığından da ayrıca etkilenmektedir (Yıldız, 2002).



Şekil 2.1. Nemli şartlar altında ısıl işlem muamelesi ve kurumadan dolayı odun bileşiklerindeki genel değişim (Johansson, 2005).

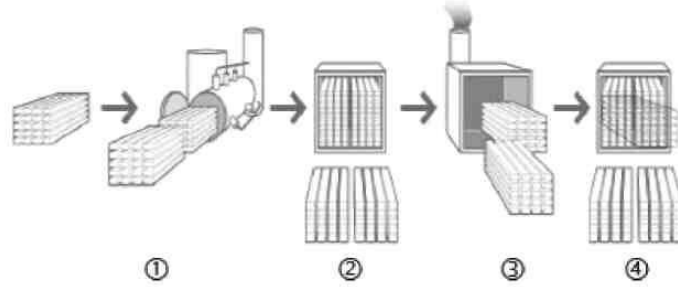
## 2.5 ISIL İŞLEM METOTLARI

Ahşabın ısıl işleme tabi tutulması ile ilgili bu güne kadar yapılan çalışmalar neticesinde Avrupa pazarında kabul görmüş ısıl işlem metotları keşfedilmiştir. Bunlar Hollanda’da kullanılan PlatoWood, Almanya’da kullanılan Oil-Heat Treatment, Fransa’da kullanılan Retification ve Finlandiya’da kullanılan ThermoWood metotlarıdır. Bu dört modifikasyon işlemi masif ahşabın düşük oksijen içeriğine sahip atmosferde 200<sup>0</sup>C’nin altında ve üstünde farklı sürelerde ısıl işleme tabi tutulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ısıl işlem metotları, insan sağlığına ve çevreye zararlı olan kimyasalların kullanımına gerek kalmadan ahşabın boyutsal stabilitesini ve biyolojik dayanıklılığını arttırmaktadır (Korkut ve Bakangil, 2007).

***Plato Wood:*** Ruyter (1989) tarafından patenti alınan Plato metodu prensip olarak ara bir kurutma işlem basamağı ile birlikte iki safhadan oluşmaktadır. Hidrotermoliz olarak da adlandırılan metodun ilk safhasında yaş halde veya hava kurusu haldeki ahşap kuvvetli bir atmosferik basınç altında 160-190<sup>0</sup>C sıcaklıklarda 4-5 saat ısıl işleme tabi tutulmaktadır. Isıl işleme tabi tutulan ahşabı %8–10 rutubete kadar kurutmada konvansiyonel kurutma metodu uygulanır ve bu işlem 3-5 gün sürer. Kurutma işlemi özellikle 2. safhada oluşabilecek iç çatlakları önlemek için gereklidir. İkinci safhada 170-190<sup>0</sup>C sıcaklıklarda kurutma şartlarında tekrar ısıtma işlemi uygulanır. Bu safha 14-16 saat sürer. Daha sonra 2-3 gün süren denkleştirme safhası uygulanmaktadır. 2. Safha

sonunda %1 civarında olan ahşabın rutubeti bu denkleştirme safhasında kullanım yeri için gerekli olan %4-6 rutubet içeriğine getirilir (Boonstra ve diğ., 1998; Ruyter, 1989).

Isıl işlem süresi kullanılan ağaç türüne, ahşabın kalınlığına, ahşabın formuna ve görünüş özelliklerine bağlıdır.



**Şekil 2.2.** Plato Wood Metodu İşlem Basamakları (Militz ve Tjeerdsma 2001).

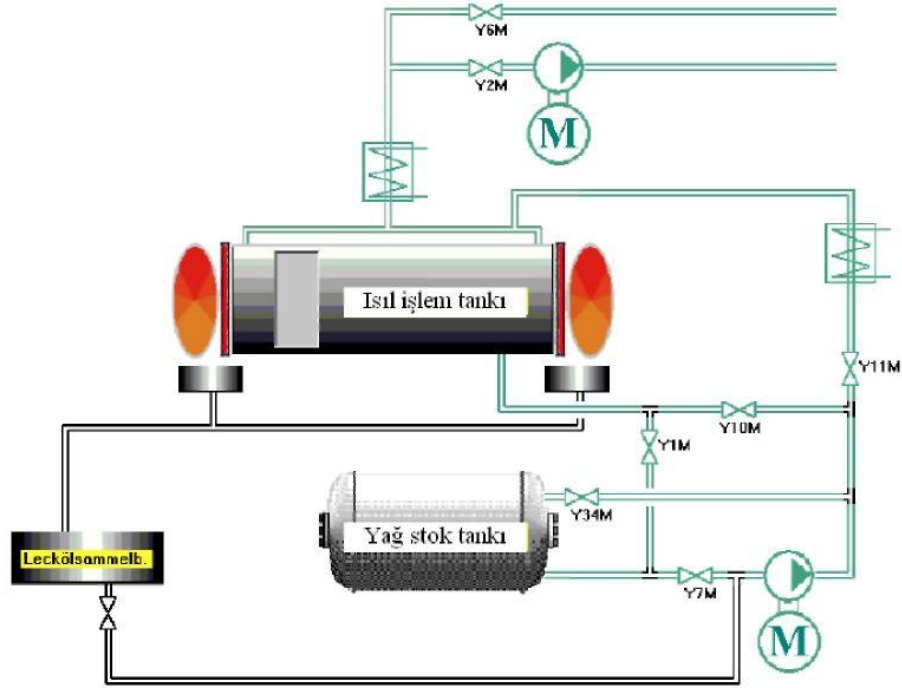
1. Hydro-thermolysis (cooking) 4-5 saat
2. Kurutma 3-5 gün
3. Isıtma (Curing-baking) 14-16 saat
4. Denkleştirme (Conditioning) 2-3 gün

Isıl işlem süresi kullanılan ağaç türüne, ahşabın kalınlığına, ahşabın formuna ve görünüş özelliklerine bağlıdır.

Bu metot Hollanda’da geliştirilmiş ve kullanılmaktadır. 2000 yılında 50 000m<sup>3</sup>’lük ısıl işlem fırını yapılmıştır. Isıtmada buhar veya sıcak hava kullanılabilir. 1 m<sup>3</sup> Platowood’un üretim maliyeti yaklaşık 100 Euro civarındadır. Bu maliyet; taşıma, enerji, su ve fabrikanın amortisman giderlerini içermekte olup ahşap maliyetini içermemektedir. Ürünün satış maliyeti kullanılan türe ve ürünün nihai özelliklerine bağlıdır. Yıllık 75000m<sup>3</sup> üretim kapasiteli bir fabrikanın satın alma maliyeti yaklaşık 10-15 milyon Euro olup bunu altyapı, destek ve buhar ile enerji gibi inşaat alanı faaliyet maliyetleri büyük oranda etkilemektedir. 1 m<sup>3</sup> Platowood’un işletme maliyetleri 20 Euro olup su, enerji ve atık su arıtma giderlerini içermektedir (Şekil 2.2) .

**Oil Heat Treatment:** Isıl işlem 180-260°C’de inert gaz atmosferinde uygulanır. Birçok doğal yağ ve reçinenin kaynama noktası ahşabın ısıl işleme tabi tutulması için gerekli olan sıcaklıktan daha yüksektir. Bu durum sıcak yağ banyosunda ahşabın ısıl işleme tabi tutulmasına olanak sağlamaktadır. Bu metotta ısıl işlem 3 safhada gerçekleşmektedir. Birinci safha ısıtma ve kurutma safhası olup sıcaklık 60°C’den 160-200°C’ye kadar çıkmaktadır. İkinci safhada ahşabın kalınlığının orta noktası maksimum sıcaklığa

ulaştığında asıl ısıtma işlemi basamağı uygulanmaktadır. Üçüncü safhada ise soğutma işlemi gerçekleştirilmektedir. Isıtma işlemi kapalı bir tankta gerçekleştirilmektedir. Ahşap bu tankta yerleştirildikten sonra stok tankından ısıtma tankına sıcak yağ pompalanmaktadır ki bu yağ ahşabın etrafında yüksek sıcaklık sirkülasyonu sağlamaktadır. Isıtma işlemi uygulandıktan sonra ahşabı ısıtma tankından çıkarılmadan önce sıcak yağ stok tankına geri gönderilmektedir. Bu süreçte malzeme kalitesine göre farklı sıcaklıklar uygulanmaktadır. Isıtma işleminde maksimum dayanıklılık ve minimum yağ tüketimi isteniyorsa ısıtma sıcaklığı 220°C, maksimum dayanıklılık ve maksimum direnç değerleri isteniyorsa 180-200°C olmalıdır. 220°C’de ısıtma işlemi uygulamasında ahşabın kalınlığının orta noktası bu sıcaklığa ulaştığında ısıtma ve soğutma zamanları hariç 2-4 saatlik ısıtma süresi uygulanmaktadır. Toplam ısıtma süresi 17-19 saat kadardır. Isıtma ham bitkisel yağ (şalgam tohumu, keten tohumu ve ayçiçeği yağı) kullanılmaktadır (Leithoff ve Peek, 1998).



Şekil 2.3. Yağlı Isıtma İşlem Metodunun Temel Tasarım Planı (Rapp ve Sailer, 2000).

8500m<sup>3</sup> kapasiteli bir fırın 450000 €'ya mal olmaktadır. Fırınların amortisman payı 5.2 €/m<sup>3</sup> olup 10 yıllık bir kullanım ömrü bulunmaktadır. Ladin için işletme maliyeti 60-90 €/m<sup>3</sup>'tür. Şayet ısıtma işlemi uygulanmamış ladin kerestesinin maliyeti 200 €/m<sup>3</sup>

olduğu kabul edilirse ısıı işlem uygulanmış kerestenin maliyeti 265-295 €/m<sup>3</sup> olmaktadır.

Almanya'da Ağustos 2000 itibariyle 2900 m<sup>3</sup>'lük bir fırın var iken bu fırının kapasitesi günümüzde 8500 m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır (şekil 2.3).

**Retification (Retified Wood):** Ecole des Mines de Saint-Etienne tarafından geliştirilen ve New Option Wood şirketi tarafından patenti alınan bir metottur. Ahşap önce % 12 rutubete kadar kurutulmakta daha sonra % 2'den daha az oksijenin bulunduğu inert nitrojen gazı içeren atmosfer şartlarında ısıı işleme tabi tutulmaktadır. Isıl işlem sıcaklığı 210-240 °C'dir (Vernois, 2001).

**Le Bois Perdure:** BCI-MBS şirketi tarafından geliştirilmiştir. Bu metotta taze haldeki keresteler ısıı işleme tabi tutulabilmektedir. Öncelikli olarak ahşap kurutulmakta daha sonra doymuş su buharı atmosferi altında 230°C'de asıl ısıı işlem safhası gerçekleştirilmektedir (Vernois, 2001).

Retification ve Le Bois Perdure metodunun ikisinde de ısıı işlem sıcaklığı 230-240 °C arasında olursa ahşabın dayanıklılığı artmakta, fakat direnç özellikleri azalmaktadır. Retification metodu işletme maliyeti 150-160 Euro/m<sup>3</sup> ve Le Bois Perdure metodunun işletme maliyeti 100 Euro/m<sup>3</sup>'tür. Yıllık kapasitesi 3500 m<sup>3</sup> olan 8m<sup>3</sup>/şarj kapasitesinde ısıı işlem fırını Retification metodu için 750000 Euro ve Le Bois Perdure metodu için 500000 Euro yatırım maliyetine mal olmaktadır. Retification metodu elektrik enerjisi kullanırken Le Bois Perdure metodu gas enerjisi kullanmaktadır. Bu her iki metot Fransa'da yaygın olarak kullanılmaktadır (Vernois, 2001).

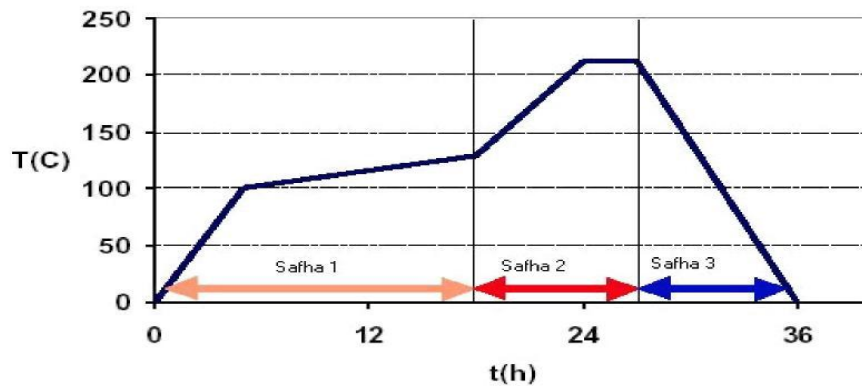
**ThermoWood:** Finlandiya'da Teknik Araştırma Merkezi (The Technical Research Centre of Finland=Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT)) tarafından geliştirilmiş bir metot olup Finlandiya ThermoWood Derneği üyeleri tarafından lisanslı olarak kullanılmaktadır (Anonymous, 2003).

Bu metodun safhaları řu şekildedir:

**1.Safha- Isıl işlem uygulamada en fazla zaman gerektiren safha:** 1. safha yüksek sıcaklıkta kurutma safhası olarak da adlandırılır. Bu safha (ısıl işlem safhası başlamadan önceki safha) boyunca odunun rutubet içeriği % 0'a doğru azalır. Kurutma safhasının süresi odun türü, kereste kalınlığı ve odunun rutubet içeriğine bağlıdır. Hammadde taze veya kurutulmuş odun olabilir. Başarılı bir kurutma iç çatlaklardan kaçınmak için önemlidir. Odun yüksek sıcaklıklarda elastik özellik kazanması sonucu geleneksel fırında kurutma yöntemine nazaran daha iyi deformasyon mukavemeti gösterir (Anonymous, 2003).

**2.Safha- Isıl İşlem Safhası:** Isıl işlem uygulaması işlem düzeyine bağlı olarak kapalı bir odada sıcaklığın 185-215°C'ye artırılması ile uygulanır. Hedeflenen sıcaklığa ulaşıldığında sıcaklık, ısıl işlem uygulama amacına bağlı olarak 2-3 saatlik bir süre sabit tutulur. Isıl işlem safhası yüksek sıcaklıkta kurutma safhasından sonra derhal başlatılır. Isıl işlem boyunca odunda vuku bulan kimyasal değişmelerin etkilerini ve odunun yanmasını önlemek amacıyla koruyucu gaz kullanılır (Anonymous, 2003).

**3.Safha- Soğutma ve Denkleştirme:** Isıl işlemde sonra odunu kontrollü olarak soğutmak için kondisyonlama (denkleştirme) periyodu uygulanır. Çatlaklara sebep olan odun ve dış hava arasındaki yüksek sıcaklık farklılıkları bu safhada minimize edilir. İlaveten odunun rutubet içeriğini son kullanım yeri için gerekli olan rutubet düzeyine getirmek için tekrar nemlendirme işlemi gerçekleştirilir. Odunun nihai nem seviyesi onun çalışma özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin kuru odunun işlenmesi zordur. Kondisyonlamadan sonra odunun nem içeriği %5-7 olmalıdır. İşlem sıcaklığı ve keresteye bağlı olan kondisyonlama safhası 5-15 saat sürer (Anonymous, 2003), (Şekil 2.4).



**Şekil 2.4.** ThermoWood Metodunun Isıl İşlem Safhaları (Anonymous, 2003).

**Isıl İşlem Ekipmanları:** Isıl işlemde su buharı ve yüksek sıcaklıklar kullanılır. Isıl işlem şartları, odundaki uçucu bileşik yapılarını harekete geçirerek korozyona sebep olduğundan ısıtım ekipmanları boyasız çelikten yapılır. İlâveten yüksek sıcaklık; havalandırma tertibatı ve radyatör çözümleri ile güvenlik araçları gerektirir. Isıl işlem uygulamalarında bioyakıt, fueloil veya gaz kullanarak yakılan sıcak yağ ısıtım sistemleri ve direkt elektrikli ısıtım sistemi kullanılır. Bunlara ilâveten ısıtım için gerekli olan buharı üretmek için özel bir buhar üretim sistemi gereklidir. 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 sıradan kereste kurutmada kullanılan ekipmanlar kullanılır. Fırının içerisindeki havanın rutubet içeriğini ve ısıyı saptayan elektrotlara, ayrıca fırının otomatik kontrolü için bir bilgisayara ihtiyaç duyulmaktadır (Anonymous, 2003).

Finlandiya’da ThermoWood 2 kalite sınıfına ayrılmaktadır. EN 113’e göre sınıflandırılan Thermo-S kalitesi görünüş ve stabilite ön plana çıkarmaktadır. Bu kalite sınıfında ısıtım görmüş ahşabın rutubeti %8’dir. Thermo-D kalite sınıfında görünüşle birlikte biyolojik dayanıklılık önemli olup ahşabın rutubeti %5-6’dır. Genel olarak ağaç türü ve kalite sınıfına göre asıl ısıtım süreleri aşağıdaki gibidir (Anonymous, 2003).

**Çizelge 2.1:** Ağaç türü ve kalitesi sınıfına göre ısıtım süresi

Kalite Sınıfı		Yapraklı Ağaçlar	İğne Yapraklı Ağaçlar
Thermo-S	Sıcaklık - °C	185±3	190±3
	Zaman - saat	2-3	2-3
Thermo-D	Sıcaklık - °C	200±3	212±3
	Zaman - saat	2-3	2-3

## **2.6. AĞAÇ MALZEMEDE ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ**

Üst yüzey işleminin amaçları; koruyucu, estetik, ekonomik ve temizlik (hijyenik) amaçlar olarak sıralanmaktadır. Mobilya ve yapı elemanı üretiminde uygulanan yüzey işlemlerinde kullanılan üst yüzey işlemleri sıvı, katı (reçine emdirilmiş kâğıt folyo) ve diğer kaplama malzemeleri olarak üçe ayrılmaktadır. Yarı örtücü yüzey işlemleri ağacın doğal yapısını kapatmadan genellikle bir miktar daha koyulaştırarak yapılan bir yüzey işlemidir. Örtücü yüzey işlemleri ise; yüzeylerin tamamen boya veya vernik ile örtülmesidir. Örtücü yüzey işlemleri ile çok çeşitli renklerde mobilya üretildiği gibi, doğal ağaç deseninin verilebileceği renklendirme yöntemleri de uygulanmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

### **2.6.1. Ağaç Malzemenin Üst Yüzey İşlemlerine Hazırlanması**

Ağaç malzeme yüzeylerinin üst yüzey işlemlerine uygun ve kusursuz olarak hazırlanması, yüzey işlemleri için büyük önem taşır. Ön hazırlıklar olarak adlandırılan bu uygulamalara; yüzeylerin kusursuz düzeltilmesi, lekesiz bir temizliğin sağlanması ve yüzeylerin en uygun işlem kabul edecek duruma getirilmesi amaçlanır (Kurtoğlu, 2000).

Genel olarak ön hazırlık işlemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Kurtoğlu, 2000):

1. İlk ve son ıslatma ve kabartma,
2. Rendeleme ve sistireleme,
3. Zımparalama,
4. Ağaç malzeme üzerindeki onarma işlemleri,
5. Yüzeylerin kir, yağ, oksidasyon lekeleri, reçine ve tutkal artıklarından temizlenmesi,
6. Tozların uzaklaştırılması,
7. Kontras artırıcı ve azaltıcı işlemler,
8. Hatalı yüzeylerin onarılması.

Üst yüzey işlemlerinde rendeleme, sistireleme ve zımparalama önemli olup perdahlama adıda verilmektedir (Şanıvar, 1978). Özellikle zımparalama günümüzde yüzeyin düzgün

ve pürüzsüz olması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle çok değişik zımparalama makine ve gereçleri bulunmaktadır.

### **2.6.2. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması**

Yüzey işlemleri metodlarının sayısı oldukça fazla olup, özellikleri de birbirinden çok farklıdır. Yüzey işlemlerinin sınıflandırılması REFA (1983)'ya göre aşağıdaki gibi yapılabilir (Kurtoğlu, 2000):

#### *A- Mekanik (Strüktürel) Yüzey İşlemleri*

1. Yakma,
2. Fırçalama,
3. Kum püskürtme,

#### *B- Ağaç Malzemenin Rengini Değiştiren Yüzey İşlemleri*

1. Ağartma,
2. Renklendirme,

#### *C- Koruyucu Üst Yüzey İşlemleri*

1. Yağlı koruyucu işlemler,
2. Ağaç malzemenin strüktürünün görüldüğü saydam yüzey işlemleri,
3. Ağaç malzeme strüktürünü örten yüzey işlemleri,

#### *D- Ağaç Malzeme Strüktürünü Değiştiren Yüzey İşlemleri*

1. Desen silindiri ve yüzey işlemleri katmanı ile doğrudan ağaç malzemenin doğal yapısı üstüne baskı yüzey işlemleri,
2. Desen silindiri ve yüzey işlemleri katmanı ile astarlanmış ağaç malzeme üstüne baskı yüzey işlemleri,
3. Astarlanmış ağaç malzeme üstüne fotomekanik yolla baskı yüzey işlemleri

### **2.6.3. Yüzey İşlemleri Uygulama Alanları**

Yüzey işlemleri bina içi, bina dışı ve diğer kullanım yerlerinde mobilya ve yapı elemanlarının korunması ve güzelleştirilmesi için kullanılmaktadır. Yüzey işlemlerinin uygulama alanları Çizelge 2.2'de gösterilmiştir (Kurtoğlu, 2000).

**Çizelge 2.2:** Yüzey işlemlerinin uygulama alanları (Kurtoğlu, 2000).

<b>ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ</b>		
<b>1. BİNA DIŞI</b>	<b>2. BİNA İÇİ</b>	<b>3. DEĞİŞEN KUL. YERLERİ</b>
<b>A. KORUNUMLU</b> Rüzgar, yağmur, güneş, kar etkilerine karşı korunumlu Sıcaklık ve bağıl neme karşı korunumsuz <b>B. KISMEN KORUNUMLU</b> Pencere ve dış kapılar <b>C.KORUNUMSUZ</b> Balkon, dış kaplamalar ve ağaç yapılar.	<b>A.</b> Mobilya <b>B.</b> Parke <b>C.</b> Duvar ve tavan kaplamaları	<b>A.</b> Bahçe mobilyaları <b>B.</b> Çeşitli alet, araç ve gereçler.

Bozkurt ve Kurtoğlu (1982) tarafından yapılan bir araştırmada, ülkemizin 3/4'ünü içine alan büyük bir bölümünde yapılacak binalarda kullanılacak ağaç malzemenin basit daldırma, batırma ve sürme gibi yöntemlerle emprenye edilmesi yeterli bulunmaktadır. Böylece dış etkiler altında bulunan ağaç malzeme uzun süre çürütülemeyecek; emprenye masrafları ve bakım gibi ek masraflara gerek duyulmayacaktır. Ayrıca bulunan iklim endeksi değerlerine göre, ülkemiz üç bölgeye ayrılmaktadır ve bu değerler sadece toprak üstü yapılarda kullanılan ağaç malzemeler için geçerlidir.

Ağaç malzeme yüzey işlemlerinde başarı sağlanabilmesi için ağaç malzeme özelliklerinin yüzey işleme sisteminin özelliklerine uygun olması gerekmektedir. Bu nedenle yüzey işlemlerinin seçimi büyük önem kazanmaktadır.

Yüzey işlemlerinin seçiminde göz önünde tutulacak önemli noktalar ise (Kurtoğlu, 2000):

1. Yüzey işlemi görece malzemenin kullanım amacı,
2. Yüzey işlemi uygulanacak ağaç malzemenin çevre etkileri altında dayanma süresi,
3. Yüzey işlemi uygulanmış malzeme üzerinde yüzey işleminin beklenen etki ve zorlamalar altında eskime ve dayanma durumu,
4. Ağaç malzeme konstrüksiyonları üstünde yüzey işlemlerindeki olumsuz reaksiyonlar,
5. Yüzey işlemi görece eşyanın kullanım koşulları,
6. Yüzey işlemi için sağlanabilen teçhizat,
7. Yüzey işlem maddelerinin sağlanabilme olanakları,

8. Yüzey işleri uygulamasının gerçekleştirilebileceği koşullar,
9. Yüzey işlemleri uygulayacak kişinin kabiliyetidir.

#### **2.6.4. Koruyucu Yüzey İşlemi Örtü Gereçlerinin Sınıflandırılması**

Koruyucu üst yüzey işlemlerini; sürüldükleri yüzeyde katman oluşturanlar ve katman oluşturmeyen örtü gereçleri olarak iki kısma ayırabiliriz. Katman oluşturan sıvı gereçler; gomlak cilası, örtücü yüzey işlemleri sistemleri ve verniklerdir. Katman oluşturmaması amaçlanmayan sıvı gereçler ise; kuruyan yağlar, mumlar ve gözenek macunlarıdır (Kurtoğlu, 2000).

##### **2.6.4.1. Yüzeyde Katman Oluşturan Koruyucu Örtü Gereçleri**

Yüzeyde katman oluşturmak amacıyla uygulanan üst yüzey işlemlerinden oldukça değişik beklentiler umulmaktadır. Bu bakımdan öncelikle; ürün yüzeyinden beklenenin kesin olarak tanımlanması, teknik ve ekonomik bakımdan işleme özelliklerinin göz önünde tutulması, standart, yönerge ve çevre koruma hususlarına mutlaka dikkat edilmesi gerekmektedir. Yüzeyde katman oluşturan yüzey işleme maddesi ve sistemlerinin hazırlanması için ana gereçler şunlardır (Kurtoğlu, 2000):

1. Bağlayıcı madde,
2. Eritici inceltici madde,
3. Katkı ve dolgu maddeleri,
4. Pigmentler.

**Bağlayıcı Maddeler :** Yüzey işleme maddelerinin kurumaması veya sertleşmesi ile katman oluşturmurlar. Bağlayıcı maddeler, çözücü ve incelticiler ile çözülerek uygulanabilir duruma gelmektedir. Bağlayıcı madde olarak, terebentin, kolofan, sandarak, dammar, kopal, türü doğal reçineler kullanılmaktadır. Bağlayıcı maddeler yüksek moleküllü organik bağlayıcı maddeler olup, molekül yapıları ve buna bağlı mekanik özelliklerine göre üç sınıfa ayrılmaktadırlar (Kurtoğlu, 2000):

**A. Termoplastlar :** Bunlar düşük sıcaklıklarda cam gibi sert ve az veya çok kırılğan, yüksek sıcaklıklarda ise akıcı özellik gösterirler. İki oluşum arasında elastik bölge

bulunmaktadır. Bu gruba polivinilchlorür (PVC), polietilen (PE), polistrol (PS), poliamid (PA) ve polivinilasetat (PVA) girmektedir.

**B. Elastomerler :** Molekül zincirleri çapraz bağlarla, yumak oluşturacak şekilde bağlanmış olan elastomerler yüksek sıcaklıklarda elastik özellik taşırlar, bırakılınca eski hallerine dönerler. Bu gruba neopren (NK), poliüretan (PU) ve silikon (Sİ) girmektedir.

**C. Duroplastlar :** Yüksek sıcaklıklarda cam gibi sert az yada çok kırılımandır. Parçalanma sıcaklığına kadar akıcı özellik göstermezler. Bu gruba iki elemanlı reçineler girmektedir. Bunlar; doymamış poliester (UP), fenolformaldehitlerdir (PF).

***Eritici İnceltici Maddeler :*** Çözücü ve inceltici sıvıların görevlerini beş noktada sayabiliriz (Kurtoğlu, 2000):

1. Vernik sisteminin bağlayıcı maddesini eriterek kullanım koşullarına uygun akışkanlığa getirmek,
2. Islanma, dispersiyon oluşturma, akıcılık, yapıştırma ve parlaklık derecesini ayarlama,
3. Yüzey işlemi sıvısının viskozitesini uygulama metoduna göre düzenleme,
4. Kurutma süresini ayarlama,
5. Elektrostatik püskürtmede elektriksel özellikleri düzenlemedir.

Çözücü ve inceltici sıvılar için en önemli kriter uçuculuktur. Ayrıca kaynama sıcaklığı, kaynama noktası veya kaynama bölgesi de kriter olarak kullanılabilir. Kaynama noktası yüksek sıvılar, kural olarak düşük oranlara göre daha yavaş uçmaktadır. Çözücü ve inceltici sıvıların buharlaşma sıcaklığı farklılığı verniklerin kullanım koşullarına uygun değişik özelliklerde üretebilme olanağı sağlamaktadır (Kurtoğlu, 2000).

***Katkı ve Dolgu Maddeleri :*** Yüzey işlemi maddelerinin üretiminde, işlenmesinde ve kullanımında çeşitli beklentiler; bazı teknik özellikleri gerektirir. Bu özelliklere çok sayıdaki katkı maddeleri ile ulaşılabilir. Kimyasal reaksiyona girmeksizin, belirli özellikleri iyileştirmekte veya istenmeyen özelliklere engel olmaktadır. Katkı maddesi olarak; sikatifler, biozidler, bağlantı kuvvetlendiriciler, aşındırıcı maddeler,

thixotrop (akma önleyici) maddeler, matlaştırıcı, ışık koruyucu, akışkanlık sağlayıcı ve yumuşatıcı maddeler kullanılırlar ( Kurtoğlu, 2000).

**Pigmentler** : Küçük, katı toz halindeki çeşitli kimyasal yapıda doğal veya yapay maddelerdir. Doğrudan bağlayıcı veya bağlayıcı madde çözeltilerine katılabilmektedir. Pigmentlerin en önemli özellikleri örtücü etkisi, renk verme özelliği ve koruyucu etkisidir. Örtücü özelliği tanecik büyüklüğüne ve bağlayıcı madde türüne bağlıdır. Pigmentlerin renk etkisi ışığın absorpsiyonu ve yansıması ile oluşmaktadır. Siyah pigmentler ışığı absorbe etmekte, absorbe edilen ışık ise ısıya dönüşmektedir. Beyaz pigmentler ise bütün dalga boylarındaki ışığı yansıtmaktadırlar. Işık etkileri ise düşüktür. Güneş etkisi ile artan sıcaklık yüzey işlemi katmanını bozundurmakta bu da ağaç malzemenin çalışmasına neden olmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

#### **2.6.5. Vernik Sistemleri**

Vernikler sürüldükleri yüzeyde kuruduktan ve sertleştikten sonra genellikle saydam bir katman oluşturan, çözücü ve katı olmak üzere iki elemandan oluşan eriyiklerdir (Kurtoğlu, 2000).

Vernikleme amacını, ağaç malzeme yüzeyinde sert bir katman oluşturarak yüzeyi dış etkilerden korumak ve güzelleştirmektir. Vernikler çeşitli özelliklerine göre aşağıdaki farklı şekillerde sınıflandırılırlar (Kurtoğlu, 2000):

1. Hammaddelerine göre; alkit reçinesi verniği, nitroselüloz vernik gibi,
2. Yüzey işlemi uygulama sırasına göre; astar vernik, son kat vernik gibi,
3. Uygulama sistemine göre; püskürtme verniği, batırma verniği gibi,
4. Yüzey etkisine göre; parlak vernik, mat vernik vd. gibi,
5. Sürüldüğü yüzeye göre; mobilya verniği, yat verniği gibi,
6. Kuruma ve sertleşme tiplerine göre; fiziksel olarak kuruyanlar, kimyasal olarak sertleşenler,
7. Diğer özelliklerine göre; geçirgen vernik, bir veya iki elemanlı vernikler gibi sınıflara ayrılabilir.

Sertleşme tiplerine göre vernikler üç gruba ayrılmaktadırlar (Kurtoğlu, 2000):

*A- Fiziksel Olarak Kuruyan Vernikler*

1. Gamlak (Şellak) Vernik,
2. İspirtolu Vernik,
3. Sentetik Vernik,
4. Selülozik (Nitroselülozik) vernik,

*B- Kimyasal Olarak Sertleşen (Kuruyan) Vernikler*

1. Asitle Sertleşen (Yapay Reçine) Vernik,
2. Polyester Vernik,
3. Poliüretan vernikler,

*C- Fiziksel ve Kimyasal Olarak Sertleşen Vernikler*

1. Su Verniği,
2. Yağlı Vernik.

Fiziksel kurumada, çözücü madde buharlaşmakta ve kalan bağlayıcı madde yüzeye nüfuz etmektedir. Nitroselülozik, gamlak, ispirotolu, sentetik vernikler bu gruba girmektedirler. Kimyasal sertleşme ise iki ayrı elemanın kimyasal reaksiyonu ile oluşmaktadır. Polyester, poliüretan ve yapay reçine vernikleri bu gruba girerler. Kombine (oksidasyon ve kimyasal) kuruma ise, bağlayıcı madde ile havanın oksijeninin kimyasal reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Bu gruba su bazlı vernikler ile yağlı boya ve yağ içeren maddeler girmektedir (Kurtoğlu, 2000).

**2.6.5.1. Selülozik Vernik**

Vernik genel anlamda katman yapma özelliğindeki, polimerik maddelerin uygun sıvılarda eritilmiş halidir diye tanımlanabilir. Selülozik verniklerin çözücüleri uçucu olup, film oluşumunda herhangi bir reaksiyona (oksidasyon, polimerizasyon vb.) ihtiyaç duyulmadan normal oda sıcaklığında çok kısa sürede kururlar. Bu sebeple selülozik vernik ve boyalar yapısal özellikleri değişmeyen, geri dönüşümlü katmanlar verirler. En çok kullanılan laklar, nitroselüloz, etil selüloz, selüloz asetat, bazı vinil kopolimerleri, klorlu kauçuk ve termoplastik akriliklerdir. İçlerinde en fazla ticari etkinliği olanı nitroselülozdur (Sönmez 1989).

Selülozik verniğin, yaklaşık %25-35'lik bölümü nitroselüloz (selüloz nitrat), reçine ve yumuşatıcılardan oluşup, sürüldüğü yüzeyde katman oluştururlar. Bu neden ile nitroselüloz vernik de denilmektedir. Geri kalan %65-75'lik bölümü ise ağaç malzemeye sürüldükten sonra vernikten buharlaşarak ayrılan eritici ve inceltici sıvılardır. Kuruması fiziksel olduğu için kurumuş bir selülozik vernik katmanı üzerine yeni sürülen vernik katmanı eskisini yumuşatmaktadır. Üst üste sürülen vernik katmanları arasında tam bir bütünleşme oluşmaktadır. Selülozik verniğin birkaç dakikada kuruyan türleri olduğu gibi, birkaç saatte kuruyan türleri de bulunmaktadır. Selülozik vernik filmi ısıya oldukça dayanıklıdır. Erime derecesi yüksek olup, kolay yumuşamamaktadır. Sürtünme ile gittikçe parlamakta ve sertleşmektedir (Kurtoğlu 2000).

Selülozik vernik katmanı, yumuşatıcılar katılarak kullanım amacına uygun esneklikte hazırlanabilmektedir. Ancak yumuşatıcıların fazla katılması vernik katmanının dayanımını azaltacaktır. Selülozik vernik katmanında en önemli maddesi nitroselülozdur. Nitroselüloz (selüloz nitrat) saf selülozun nitrik asit ve sülfürik asitle esterleşmesi suretiyle elde edilmektedir. Normal koşullarda nitroselüloz uzun molekül bağları oluşturmaktadır. Nitroselülozun molekül bağını kısaltmak için basınç altında pişirilerek eritici sıvılar ile uygun yoğunluğa getirilmesi gerekir. Molekül bağları kısa nitroselüloz daha kalın katman oluşturmaktadır. Bu nedenle akışkanlığı aynı iki vernik, üretiminde kullanılan nitroselülozun molekül bağlarının uzunluğuna göre, farklı oranda katman yapma özelliği gösterirler. Uzun molekül bağlı nitroselülozdan hazırlanan mat vernik %10–15, aynı akışkanlıkta olan, fakat kısa molekül bağlı nitroselülozdan üretilen parlak vernik ise %25–30 oranında katman oluşturmaktadır (Kurtoğlu 2000).

Vernik sıvısının akıcılığı, yüzeyde oluşturacağı katmanın kalınlığını belirlemede kullanılamaz. Satın alınırken sadece akışkanlığına bakıp koyu olanı yüzeye sürüldükten sonra verniklerden hangisinin ne kadar katman oluşturduğunu saptamak gerekmektedir. Selülozik vernik üretiminde genellikle yapısındaki azot oranı %10 ile %12,5 olan nitroselülozdan yararlanılmaktadır. Vernik üretiminde katman oluşturmak amacı ile kullanılan diğer bir nitroselülozda kolodyum pamuğudur. Kolodyum pamuğu; doğal selülozdan farklı olarak aseton ve ester grubu sıvılarda da erimektedir. Sürüldüğü

yüzeyde eritici ve inceltici sıvısı buharlaşınca, saydam ve oldukça sıkı bir katman oluşmaktadır. Selülozik verniğin katman yapan bölümünü oluşturan diğer önemli maddede reçinelerdir. Nitroselülozik verniklerde reçine oranı nitroselüloz oranını geçemez. Eğer reçine oranı nitroselüloz oranını geçtiği takdirde Nitrokombinasyon vernikler elde edilebilmektedir (Kurtoğlu 2000).

Eskiden bu amaçla doğal gomalak reçinesi kullanılmasına karşın günümüzde daha çok alkid yapay reçinesinden yararlanılmaktadır. Reçine, verniğin gözenek doldurma niteliğini iyileştirmekte ve ağaç malzemeye sıkıca bağlanmasını sağlamaktadır. Ayrıca vernik filminin esnekliğini, parlaklığını ve sertliğini de etkilemektedir. Aşınma ve çizilmeye dayanımını artmaktadır. Nitroselüloz ve yapay reçinenin oluşturduğu katman kırılığandır. Filmi esnekleştirmek için, yumuşatıcılardan yararlanılmaktadır. Yumuşatıcılar vernik katmanının sürekli ve dengeli bir esneklikte olmasını sağlamakta ve verniğin katman yapan bölümünü çoğaltmaktadır (Kurtoğlu 2000).

Selülozik vernik üretiminde kullanılan iki grup yumuşatıcı bulunmaktadır. Birinci grup yumuşatıcılar (pentalasit-adipinasitesterleri), verniğin katman yapan diğer maddeleri ile kimyasal bir bağlantı kurarlar, yüksek ısı ve basınç altında terleme şeklinde yüzeye çıkmazlar. İkinci grup yumuşatıcılar (Beziryacı, hintyağı, rizinyağı) ise, vernik filminin molekülleri ile gevşek bir bağlantı kurarlar. Film ile kimyasal bir şekilde bağlanamazlar. Yüksek ısı ve basınç altındaki katmanda, terleme şeklinde yüzeye çıkabilirler. Vernik fabrikaları değişik yöntemler uygulayarak geç kuruyan, yarı kuruyan ve tam kuruyan yumuşatıcılar hazırlamaktadırlar. Selülozik verniklerde yumuşatıcı olarak çinkostearatda kullanılır. Çinkostearat sayesinde zımparalama ile çıkan vernik tozları birbirine yapışmaz. Zımpara bandı yüzeyindeki taneciklerinin arası dolmaz. Sertleşen ve kuruyan vernik filminin zımparalanma yeteneğini iyileştirir. Çinkostearatın fazlası ise vernik filminde dumanlı bir görüntü yaratmaktadır. Selülozik verniklerin, eritici ve inceltici sıvıları verniği sıvı halde tutmayı sağlamaktadır. Vernik üretiminde kullanılan nitroselülozun bütün türlerini eriten ester, keton, glikol, eter, metanol gibi sıvılara etkin eriticiler adı verilmektedir (Kurtoğlu 2000).

İnceltici sıvılar (benzin, toluol) aslında nitroselülozu eritmekte, ancak ucuz olması nedeni ile maliyeti düşürmek ve verniğin kuruma süresini ayarlamak için

kullanılmaktadır. Eritici ve inceltici sıvıların karışımına ise tiner adı verilmektedir. Tiner selülozik vernikteki katman oluşturan bağlayıcı maddeleri eritebilmelidir. Selülozik verniklerle çalışırken kesinlikle aynı firmanın selülozik verniği ile selülozik tinerini birlikte kullanmak en doğru yoldur. Selülozik vernik eritici ve incelticilerinin buharları, yanıcı ve patlayıcıdır. Boya ve cila atölyelerinde, günlük olarak kullanılacak miktardan fazla vernik bulundurulmamalıdır. Stok vernik, fabrikanın dışında, serin, kapalı ve havalandırılmalı ayrı bir yerde saklanmalıdır. Vernik depolanan yerlerde sigara içmek ve açık alevle çalışmak yasaklanmalı ve yangın söndürme araç ve gereçleri de kullanılmaya hazır tutulmalıdır (Kurtoğlu 2000).

Nitroselülozik vernik püskürtme, batırma, dökme ve silindirli sürme makineleri ile ağaç malzeme yüzeyine uygulanabilmektedir. Nitroselülozik vernikler makineler ile sürülmeye çok uygun olup, astar veya yüzey katmanı olarak pratikte bütün ağaç türleri odunlarının yüzeyinde kullanılabilir. Tik, Tchitola, Wenge, Palisander, Mansonia gibi ekstraktif maddelerce zengin egzotik ağaç türlerinin önceden bir astar ile kaplanmasında yarar bulunmaktadır. Bu ağaç türü odunlarında aksi takdirde Nitroselülozik vernik traheler üzerine iyi bağlanmamakta ve bu kısımlar daha sonra grileşmektedir. Nitroselülozik verniklerin kısa süreli su etkisine karşı direnci yüksek olup, alkole karşı ise oldukça iyi bir dirence sahip bulunmaktadır. Verniklemedeki kusurlar zımparalama ve tekrar vernikleme ile kolayca kaldırılabilir. Ayrıca hatalı vernikleme veya yüzey işleminin değiştirilmesinde vernik katmanı kolayca temizlenebilir (Kurtoğlu 2000).

Nitroselülozik vernik ayrıca yıkanabilmekte ve kolayca matlaştırılabilir. Yarım saatten daha fazla süren su, temizleme maddesi, kahve, yüksek dereceli alkol etkileri ile yüzeyde kabarcıklar, beyaz lekeler veya yüzey filminin malzeme yüzeyinden ayrılması ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle özellikle yukarıdaki etkilerin oldukça fazla olduğu lokanta masaları tablalarının Nitroselülozik vernik ile işlem görmemesi gerekmektedir. Nitroselülozik vernik, fiziksel olarak kurduğu için aseton gibi kimyasal maddelere karşıda çok hassastır. Dış hava koşullarında Nitroselülozik vernik çok sınırlı dayanıklılığa sahip bulunmaktadır. Bu nedenle Nitroselülozik vernik mobilya ve iç mimaride geçirgen yüzey işlemleri için uygundur (Kurtoğlu 2000).

Selülozik vernik filminin kuruması için eritici ve inceltici sıvıların buharlaşması ve geride sadece katman yapan bağlayıcı maddelerin kalması gerekmektedir. Bu vernikler oldukça çabuk kurumakta, bu nedenle de seri üretimdeki vernikleme işlemleri için daha uygundur. Selülozik vernikler 20°C ve %65 bağıl nemli havada verniğin sürülüş kalınlığına göre 20–30 dakikada kurumaktadır. Bu kuruluştaki vernik filmi zımparalanabilmekte ve üzerine yeni bir kat daha vernik sürülebilmektedir.

Astar ve dolgu selülozik vernikleri en çok 20 dakikada, kaliteli mat vernikler ve diskle parlatılacak selülozik vernikler ise 30–45 dakika arasında kurumaktadır. Verniğe katılan reçine, kuruma süresini uzatmakta, reçine oranı yükseldikçe vernik filminin zımparalanma yeteneği azalmakta, fakat dayanımı artmaktadır. Verniğin kalınlığı arttıkça kuruma süresi uzamaktadır. Ağaç malzemeye sürülen vernik miktarı iki katına çıkarıldığında, kuruma süresi ise dört kat artmaktadır. Kalın vernik sürmek suretiyle işin çabuk bitirilmesi mümkün değildir. Sıcaklığın azalması ile kuruma süresi uzamakta, yükselmesi ile kısalmaktadır (Kurtoğlu 2000).

Sıcaklık azaldıkça, vernik katmanında grileşme tehlikesi oluşabilmektedir. Yeni verniklenmiş ağaç malzeme, bir süre yatay durumda bekletilip, akıntı yapmayacak kadar kuruduktan sonra düşey konumda kurutulmaya bırakılırsa kuruma süresi kısalmaktadır. Selülozik dolgu vernik ile verniklenen ağaç malzeme, normal sıcaklıkta 1 saat kuruduktan sonra, son kat mat veya parlak selülozik vernik püskürtülmüş ağaç malzeme ise 2,5–3 saat kurutulduktan sonra, üst üste ve birbirini ile yapışmadan istiflenebilmektedir.

#### **2.6.5.2. Sentetik Vernikler**

Sentetik sistem ülkemizde genellikle inşaat sistemi olarak bilinir ve uygulama alanı bulunur. Sistemin bağlayıcısı uzun yağlı bir alkildir. Katı bağlayıcıların %40'ından fazla oranlarda yağ içeren türlerine uzun yağlı alkidler denir (Sönmez 1989).

Sentetik maddelerin uygun sıvılarda eritilmesi yolu ile hazırlanan sentetik verniklerin kurumması, eritici ve inceltici sıvıların buharlaşmasına bağlıdır. Temel madde olarak sentetik vernik üretiminde polimerize yollarla üretilen genellikle güç eriyen vinilklorür, polivinilklorür asetat ve polivinilasetat (PVA) gibi sentetik gereçlerden

yararlanılmaktadır. Vinilklorürden üretilen vernik filmi asit, baz ve suya olağanüstü dayanıklıdır. Diğer sentetik verniklerle kombine edilerek havaya ve kimyasal etkilere dayanıklı katman oluşturan geliştirilmiş türleride hazırlanmaktadır. Kolay yanmaması vinilklorürlü sentetik verniğin üstün özelliklerindedir. Polivinilklorüresetatlı vernikler ise çok esnek bir film katmanı oluşturmaktadır. Eğilip bükülebilen gereçlerin verniklenmesinde kullanılır. Işığa ve ısıya dayanıklıdır. Diğer bağlayıcı maddeler ile karıştırılarak da vernik üretiminde kullanılabilir. Ağaç işlerinde kullanılan vernik, boya ve tutkal üretiminde yararlanılan sentetik maddelerden en önemlisi polivinilasetatdır. Vinilesterin polimerleştirilmesi ile elde edilmektedir. Polimerleşme; aynı veya benzer moleküllerden birçoğunun, molekül ağırlığı yüksek olan yeni ve büyük bir molekül oluşturmak üzere birleşmesidir (Kurtoğlu 2000).

Polivinilasetat belirli organik sıvılarda erime niteliği göstermektedir. Eriyik, sürüldüğü yüzeyde saydam bir katman oluşturur. Işığın bozucu etkilerine dayanımı iyidir. Sürüldüğü yüzeye kuvvetlice bağlanması yüzünden özellikle astar vernik ve astar boya üretiminde aranan bir hammaddedir. Filmin kuruması, daha önce de belirtildiği gibi fizikseldir. Ancak sentetik katman eritici ve inceltici sıvısını tutmakta ve buharlaşmasını zorlaştırmaktadır. Böylece kuruma süresi uzamaktadır. Polivinilasetat, nitroseloz kombine vernik üretiminde de çok kullanılan bir bağlayıcı maddedir. Sentetik verniklerin püskürtülmesi güç olup, inceltilecek kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla, sentetik tiner veya vernik fabrikasının önerdiği eritici inceltici karışımı kullanılmalıdır. Fırça ile sürüleceği zaman koyu, tabanca ile püskürtüleceği zaman akıcı hazırlanmalıdır. Sürüldüğü yüzeyde parlak katman oluşturan sentetik vernik, rutubetli ortamlarda kullanılan ağaç malzemedeki eşyalarda, mutfak mobilyalarında, ağaç metal karışımı işlerin metal kısımlarında kullanılmaktadır. Kuruması uzun zaman gerektirdiği için tozsuz ortamda sürülmeli ve kuruyuncaya kadar tozlanmamasına özen gösterilmelidir (Kurtoğlu 2000).

### **2.6.5.3. Poliüretan Vernikler**

Poliüretan sistem alkollenmiş kuruyan yağlar, Polyesterler ile kastor yağı türevleri gibi bünyesinde OH bulduran bileşenlerin izosiyanatlarla reaksiyonu sonucu meydana gelen bir kombinasyondur. Poliüretan verniklerde ana karakteristiği belirleyen eleman poliüretan reçinedir. Reçinenin gerek üretiminde gerekse film oluşumunda, izosiyonat

ile bünyesindeki hidroksil bulunduran (poliether, kastor yağı, Polyester veya kuruyan yağların alkol türleri gibi) elemanlar arasındaki başlangıç reaksiyonu oluşturur (Sönmez 1989).

Genellikle iki elemanlı bir verniktir. Eritici ve inceltici sıvısı buharlaşırken bağlayıcı ve sertleştirici elemanları kimyasal tepkimeye girmektedir. Dış etkilere oldukça dayanıklı bir vernik katmanı oluşturmaktadır. Astar, renkli, parlak ve mat katman oluşturan türleri bulunan bu verniğe DD-vernük, Derodur vernük veya poliüretan vernük adları da verilmektedir. DD adı bu verniği oluşturan her iki eleman Desmofen ve Desmodurun kısaltılmış şeklidir.

Uygulamada poliüretan vernük, ağaç malzeme yüzey işlemlerinde 2 veya 1 elemanlı olarak kullanım bulmaktadır. Verniğin birinci elemanı (Desmofen) bünyesinde serbest hidroksil (OH) bulunan bir tür alkid yapay reçinesinin eriyiği olup, iki değerli karboksilli asitler ve üç değerli alkollerden polikondensasyon yolu ile üretilen reçine ile hazırlanmaktadır. İkinci eleman (desmodur) ise izosiyanat olup, buna sertleştirici adı da verilmektedir. İsoisyanat, toluolden geliştirilmekte, kolay buharlaşmakta ve buharları zehirli bulunmaktadır. Bu nedenle uzun süre poliüretan vernikle çalışmak tehlikeli durum arz etmektedir. Bu sakınca daha sonra geliştirilen poliisosiyanat ile giderilmiştir. Poliüretan vernük elemanları birbirine karıştırılmadan ayrı ayrı satılmaktadır. Birinci eleman olan alkid yapay reçine eriyiği kullanılacağı malzeme ve amaca göre, çok değişik kimyasal yapıda üretilebilmektedir. Yapay reçine üretiminde kullanılan asit ve alkollerin türleri, karışım oranları ve kimyasal olayın geliştiği ortamın değiştirilmesi ile çok farklı özelliklerde alkid yapay reçinesi üretilebilmektedir. Farklı özelliklerdeki yapay reçinelerden hazırlanan poliüretan vernüklerin oluşturduğu katmanlarda da belirgin özellik farklılıkları görülmektedir (Kurtoğlu 2000).

Bu nedenle farklı kullanım amaçlarına uygun, değişik malzeme yüzeyleri üzerinde olumlu sonuç verecek nitelikte poliüretan vernükler üretilebilmektedir. Olumlu sonuç alabilmek için, poliüretan vernükleri hazırlanmış amacına uygun yerlerdeki malzemeler yüzeyinde kullanmak zorunluluğu vardır. İkinci eleman yani sertleştirici, yalnız hidroksilli alkid reçinesi ile değil, vernükte katkı maddesi olarak bulunan diğer kimyasal gereçlerle de tepkimeye girmektedir. Bu yüzden bağlayıcı madde ve sertleştiricinin

karışım ve hazırlanışına özen gösterilmelidir. Karışımında su ve alkol bulunan tiner ve benzeri eritici ve inceltici sıvılar verniğe katılmamalıdır. Su ve alkol, isosiyanat ile tepkimeye girerek, yapısını değiştirmekte ve isosiyanatın alkid reçinesi ile yapacağı tepkimeyi engellemektedir. Macun kıvamında, bozuk katman oluşturmaktadır. Bozulmuş verniğin ağaç malzemededen tamamen temizlenmesi, yüzeyin poliüretan tineri ile silinmesi ve malzeme yüzeyine yeniden kusursuz bir uygulama ile vernik sürülmesi gerekmektedir (Kurtoğlu 2000).

Özel olarak geliştirilmiş poliüretan vernikler rutubet etkisiyle de sertleşebilmekte, elastikiyeti ayarlanabilmekte ve vernik katmanı sertleştikten sonra nemli ve sulu ortamda bozulmamakta ve diğer eritici sıvılara da dayanmaktadır. Havanın bozucu etkilerine, darbelere ve sürtünmeye dayanıklı bir katman oluşturmaktadır. Bu tür vernikler parke ve ağaç malzemededen diğer döşeme türlerinde, nemli ortamda kullanılacak mutfak, banyo ve büro mobilyalarında, kayak, kızak, oyuncak gibi ağaç malzemededen eşyanın verniklenmesinde olumlu sonuç vermektedir. Yanması güç olduğu için topluma açık yerlerdeki ağaç malzemededen donanımlarda kullanımı uygundur. Sertleştirici uzun süre bekletilirse veya uygun olmayan koşullarda depolanırsa koyulaşmakta ve kullanılamaz hale gelmektedir. Bu yüzden kullanılarak azalan sertleştirici, daha küçük bir kaba konularak, havanın bozucu etkisinden korunmalıdır. Havanın nemi, sertleştiricinin kimyasal yapısını değiştirdiği için, poliüretan vernik sertleştiricisi 3–6 ay içinde kullanılmalıdır (Kurtoğlu 2000).

Poliüretan vernikte katman yapma oranı %50 ve selülozik verniğin yaklaşık iki katı olup, selülozik vernikten daha az iş safhasında koruma niteliği daha yeterli bir vernik katmanı oluşturabilmektedir. Poliüretan vernik sıvısı, selülozik vernikten daha akışkan olup, viskozitesi 20°C sıcaklıkta 16–20/4 mm saniye'dir. Poliüretan vernikler normal havada koşullarında kuruyacak özellikte hazırlanmakta, ancak teknik yolla kuruyan tipleri de bulunmaktadır. Verniği yüzeye sürmeye hazırlanırken; karışım oranı, uygulama özellikleri, bekleme süresi, kurutma koşulları gibi konularda üretici firmanın açıklamalarına kesinlikle uyulmalıdır. Verniği inceltmek için, aynı fabrikanın hazırladığı poliüretan tineri kullanılmalıdır. Kullanılan organik çözücülerin TA-Luft'a göre III. sınıfı olmalı, sertleşme esnasında yan ve ayrışma ürünleri serbest kalmamalıdır. Elemanların birbiri ile karıştırılması 29 suretiyle vernikte kimyasal tepkime

başlamaktadır. Özel bir durum belirtilmemişse karışım, genellikle 1:1 veya 1:2 oranında uygulanmaktadır. Karışımın açık zamanı (süresi) 24 saattir.

Tamburla verniklemede bu süre 8 güne kadar çıkmaktadır. Açık zamanı içinde malzeme yüzeyine sürülmeyen vernik sıvısında bozulmalar görülmektedir. Bir günde kullanılacak miktarda vernik hazırlanmalıdır. Süresi içinde kullanılmadığı için koyulaşan verniği tineri ile sulandırıp kullanmak doğru değildir (Kurtoğlu 2000).

Verniğin 1. elemanı ile sertleştiricisi malzemeye sürüleceği zaman birbirine karıştırılmalıdır. Malzemeye sürülen vernikte kimyasal tepkime devam etmekte, eritici (Stirol) sıvı buharlaştıktan sonra poliüretan katman oluşmaktadır. Kimyasal tepkime bir süre daha devam etmekte, katmanın dış etkiler dayanıklılığı kimyasal tepkime tamamlandıktan ve tam sertliğe ulaşıldıktan sonra oluşmaktadır. Kimyasal olarak sertleşen verniklerin sıvıları hafif moleküllerden oluşmakta ve tepkimeye girmeden önce çok akışkan bir özellik göstermektedir. Sıvı olarak poliüretan ve polyester vernik, selülozik vernikten daha hafif molekül yapılıdır. Ancak kimyasal tepkimeye girdikten sonra polyester ve poliüretan verniklerde durum değişmekte ve çok yönlü tepkime verniğin kimyasal yapısını ve fiziksel yapısını hızla değiştirerek sıvı olarak akışkan olmalarına rağmen, daha koyu olan selülozik vernikten çok daha kalın bir vernik filmi oluşturmaktadır. Akışkan olduğu için poliüretan vernik yüzeye 1,8–2 atmosfer basınçla püskürtülebilmektedir. Poliüretan vernikler hemen hemen bütün yüzey işleme teknikleri (fırça, püskürtme, tamburla, silindirle vernikleme, daldırma, dökme yöntemi) ile uygulanabilmektedir (Kurtoğlu 2000).

Çalışma sonunda, sürme makine ve araçları poliüretan tineri ile özenle temizlenmelidir. Temizlenmeden bırakılan ve sertleşen vernik artıkları, sürme aletlerini kullanılamaz duruma getirebilir. Ağaç malzemeye sürülen vernik 2–3 saat içinde sertleşmektedir. Kullanımdan yaklaşık 4 saat sonra sertleşme oranı %95'i bulmaktadır. Verniğin kuruma ve sertleşmesinin olumsuz yönde etkilenmemesi için, işletme sıcaklığı 18–20°C arasında tutulmalıdır. 2–3 gün kurutulmuş vernikli malzemeler üst üste konulacak sertliğe ulaşmakta ve katmanın kimyasal etkilere dayanımı ise ancak 8–14 günde oluşmaktadır. Poliüretan vernik sürülecek ağaç malzemenin rutubeti en çok % 15 olmalıdır (Kurtoğlu 2000).

#### **2.6.5.4. Su Bazlı Vernikler**

Su bazlı vernikler; alkid, poliester, akrilik ve poliüretan yanında daha bir çok reçineden üretilen vernik türüdür. Parlak verniklerde renk pigmenti bulunmazken, mat verniklerde matlaştırıcı elemanlar bulunmaktadır. Endüstride önemli yer tutmaya başlayan bu sistem dispersiyon ve emülsiyon polimerizasyonu esasına göre hazırlanır (Johnson, 1997).

Lateks tipi su bazlı yüzey işlemleri özellikle iç mekânlardaki ağaç malzemenin, kaplanmasında başarı ile kullanılmaktadır. Bu kullanım alanında lateks 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, lateks sistemler henüz istenilen düzeyde başarılı olamamıştır. Lateks sistemin hazırlanmasında kullanılan, yüzey gerilimini azaltıcı katkı maddelerinin bu başarısızlıkta önemli rol oynadıkları tahmin edilmektedir. Lateks'in hazırlanmasında ne kadar az sayıda ve miktarda katkı maddesi kullanılırsa lateks'den elde edilen kaplama o kadar başarılı olmaktadır (Yıldız, 1999).

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 (Yıldız, 1999).

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 gözükmemektedir (Yıldız, 1999).

Su bazlı vernikler, ağaç malzemenin rengini değiştirmeyen, çoğunlukla renksiz, kokusuz üretilen ve sararmayan kimyasal reaksiyon kurumalı verniklerdir. Reaksiyonla sertleştikleri için dönüşümsüz katman verirler (Yıldız, 1999).

Su bazlı vernikler, gerek uygulama gerekse son ürün özellikleri açısından tamir-onarım olanakları olan en iyi sistemlerdendir. Ancak bu tür yüzey işleme 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 (Johnson, 1997).

Hidroksil (-OH) ve karboksil (-COOH) grubu 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 işleme 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 (Yıldız,1999).

Çizelge 2.3'de (Bechera 1998); (Yakın 2001) verilen bu farklılıklara rağmen su bazlı sistemlerin üretim, tüketim ve kullanımlarının son yıllarda ortalamanın oldukça üstünde bir hızla artış göstermesi, su bazlı sistemlerin üretiminde kullanılan farklı özellikteki reçinelerin üretilmesinden kaynaklanmaktadır. Söz konusu reçineler oldukça çeşitli olup, alkid, poliester, epoksi, akrilik ve poliüretan esaslı olabilmektedir.

**Çizelge 2.3:** Su bazlı ve solvent bazlı sistemlerin birbirinden önemli farkları (Yakın 2001).

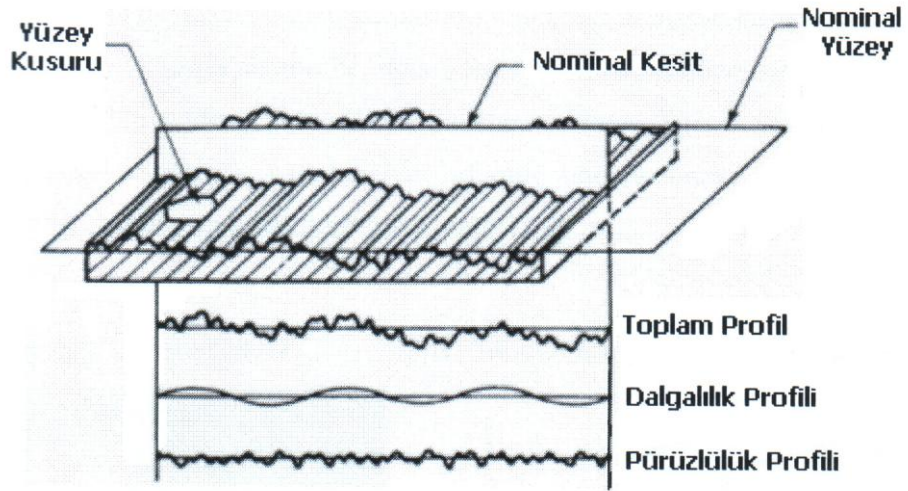
ÖZELLİK	SOLVENT BAZLI	SU BAZLI
Fiziksel Durumu	Tam bir çözelti.	Su içinde yayılmış (dağılmış) tanecikler.
Kaynaşma	Gerek yok.	İyi bir katman elde etmek için genellikle gerekli.
Köpürme	Ciddi bir sorun değil.	Önemli bir sorun. Köpük önleyici veya kesici kullanımına gerek var.
Zeta potansiyeli	Sıfır	Dikkate 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.

## 2.7. AĞAÇ MALZEMEDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Odun esaslı ürünlerin üretiminde yüzey tekstürünün; ürün sınıfını, kalitesini, üst yüzey uygulamaları için işleme kolaylığı ve daha sonraki üretim aşamalarını etkilediği; pürüzlülük derecesinin ürünün kendi içinde ve ürün tipleri arasında farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir (Funck ve diğ., 1992).

Yüzey pürüzlülüğü, kullanılan üretim yöntemleriyle veya diğer etkilerle ortaya çıkan, alışılmış tarzda başka düzensizlikler ile sınırlı olan oldukça küçük aralıklı yüzey düzensizlikleridir (TS 6956). Yüzey pürüzlülükleri, kullanılan imalat metoduna göre gözle görülebilir veya elle hissedilebilir olabileceği gibi, hassas elektronik cihazlarla ölçülebilecek büyüklüklerde de olabilir (İlter ve diğ., 2002).

Amerikan Ulusal Standartları Enstitüsü (ANSI) yüzey tesktürünü; üç boyutlu bir yüzey topografyası ortaya çıkaracak şekilde nominal yüzeyden, pürüzlülük, yüzey dalgalanmaları ve küçük çatlakları da içine alan tekrarlamalı veya gelişigüzel sapmalar olarak tanımlamıştır (Şekil 2.5); (Aydın, 2004).



Şekil 2.5: Yüzey karakteristiklerinin şematik diyagramı.

Feist (1994b) koruyucu katman oluşturan vernikler ile inorganik tuzlu emprenye maddelerini birlikte kullanmak suretiyle yaptığı dış ortam tesiri sonucu ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde azaltmayı başardığını bildirmiştir.

### 2.7.1. Ağaç Malzemedeki Yüzey Pürüzlülüğünün Önemi

Mobilyayı son ürün halinde korumak, güzelleştirmek ve ekonomik değerini artırmak amacıyla uygulanan üst yüzey işlemlerinin (macunlama, boyama, cilalama, vernikleme vb.) başarısı ağaç malzeme yüzeyinin düzgünlüğüne bağlıdır. Masif ağaç malzemenin yüzey düzgünlüğünde, öncelikle ağaç malzemenin cinsi, tekstürü ve kesiliş yönü ile alet ve makineler da işlenmesi sırasında uygulanan besleme hızı (itme hızı), kesme derinliği, bıçak sayısı (rendeleme) ve zımpara numarası (zımparalama) etkili olmaktadır (Richter ve diğ., 1995).

Stumbo (1960)'ya göre yeterli ve homojen bir yüzey düzgünlüğü oluşturulamadığı takdirde, boyama ve vernikleme işlemlerinden sonra belirginleşen yüzey kusurları ürün kalitesini ve fiyatını olumsuz etkilemektedir.

Steward (1975) yüzey pürüzlülüğünün artması ile birlikte ağaç malzemenin işlenmesinde kullanılan makinelerin güç tüketiminin de arttığını belirtmiştir.

### **2.7.2. Ağaç Malzemede Yüzey Pürüzlülüğü Üzerinde Etkili Olan Faktörler**

Sadov ve Nakato (1987) tarafından, odun yüzeylerinin sahip oldukları anatomik yapıdan kaynaklanan porlar ve hücre boşlukları nedeniyle; her ne kadar zımparalama, planyalama, frezeleme vb. işlemlere tabi tutulmuş olsa da düzgün olmadığı; işlenmiş bir ağaç malzeme yüzeyi büyüteç altında incelendiğinde; yüzeydeki parçalanmış liflerin ve diğer odun elemanlarının, adeta dağlar arasında vadiler oluşmuş gibi bir görüntü ortaya çıkardığı, ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğünü etkileyen pek çok faktörün mevcut olduğu bildirilmiştir (Aydın, 2004).

Sieminsky ve Skarzynska (1989)'ya göre ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olan faktörlerin başında, anatomik yapıdan kaynaklanan farklılıklar gelmektedir. Genel olarak yumuşak odunların yüzeyleri, sert odunlarınkine göre daha pürüzlüdür. Yıllık halka içerisindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı yüzey pürüzlülüğü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Odundaki doğal büyüme karakteristiklerinden sayılan budaklar ve lif kıvrıklıklarının da pürüzlülüğü artırıcı yönde etki ettiğini; zımparalama işleminin liflere paralel yönde yapılması durumunda da, liflere dik yönde yapılmasına nazaran daha az yüzey pürüzlülüğünün oluştuğunu bildirmişlerdir.

Zımparalamada kullanılan araçlar da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Zımparalama işleminde yüzeyde oluşan pürüzlülüklerin büyüklüğü; zımpara numarası, malzeme besleme hızı ve kesiş derinliğine göre farklılıklar göstermektedir. Aşındırıcı madde boyutunun küçülmesi ve zımpara baskı kuvvetinin artırılması ile daha düzgün yüzeyler elde edilmektedir (İlter ve diğ., 2002).

### **2.7.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri**

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde kullanılan araçlar temel olarak iki kategoride toplanabilir:

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

Funck ve diğ. (1992); Peters ve Cumming (1970)'e göre mekanik yöntemler içinde en yaygın kullanıma sahip pürüzlülük ölçüm yöntemi, “dokunmalı iğne taramalı yöntem (profilometri)”dir. Bu teknikte hassas uçlu bir iğne ile malzeme yüzeyi taranarak genellikle yüzeyin iki boyutlu profili elde edilir. İğne taramalı yöntem ile pürüzlülük ölçümlerinde uygun olmayan tarama iğnesi kullanılması, tarayıcı iğnesinin aşırı basınçla kullanılması, sürtünme nedeniyle yatay direnç oluşması ve sıçrama nedeniyle dikey hareketlerin meydana gelebilmesi, ölçümde hatalı sonuçların ortaya çıkmasına yol açabilmektedir.

Dokunmalı iğne tarama yöntemi ile odun yüzeyi için pürüzlülük ölçümü yapan kişiler çoğunlukla standart olmayan çaplardaki tarama iğneleri kullanmışlar veya tarama ucunun geometrisini geliştirmişlerdir (Aydın, 2004).

Örneğin, tarayıcı uç çapları 2.5  $\mu\text{m}$ 'den 50  $\mu\text{m}$ 'ye kadar farklı kullanılmış, ölçüm hızları büyük oranda farklılıklar göstermiş ve ölçümdeki kesme uzunlukları dedektör tarama mekanizmasının bir fonksiyonu olmuştur. Kısaca tarama performansını etkileyen en önemli faktörler; iğne ucu geometrisi ve boyutu, tarama kolu girinti ayarı ve ağırlık dengelemesi olarak belirtilebilir (Korkut, 1999).

Malkoçoğlu ve Özdemir (1999) son yıllarda, diğer yöntemlerin yanı sıra ultrasonik, video kamera ve taramalı elektron mikroskop yöntemleri ile pürüzlülük ölçümleri üzerinde durulmakta olduğunu; bunlardan taramalı elektron mikroskop yönteminde kullanılan örnek boyutlarının çok küçük olmasından dolayı pürüzlülük değerlendirmeleri için yetersiz olduğunu bildirmişlerdir.

Sieminsky ve Skarzynska (1989) odun yüzeylerinin pürüzlülük ölçümlerinde dokunmalı iğne taramalı yönteminin daha uygun olduğunu bildirmişlerdir.

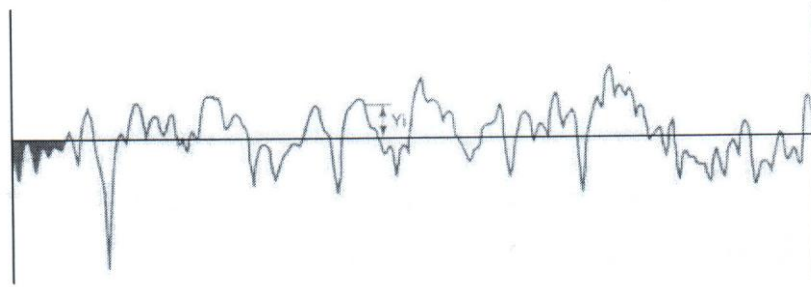
#### **2.7.4. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri**

Korkut (1999) yüzey pürüzlülüğü ile ilgili parametreleri; profil ortalama çizgisine göre yüzeyin iki boyutlu profilini veren, profil yükseklik yönünde veya yüzey düzlemine dik girinti ve çıkıntıların oluşturduğu düzensizlikler olarak ifade etmiş; odun yüzeylerinin

pürüzlülüklerinin sayısal olarak ifade edilmesinde; genellikle Ra (Ortalama pürüzlülük değeri), Rmax (En büyük pürüzlülük değeri) ve Rz (10 noktanın ortalama pürüzlülük değeri) parametrelerinden faydalanılmakta olduğunu bildirmiştir (TS 971; TS 6956; ISO 4287).

#### **2.7.4.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)**

Ortalama pürüzlülük (Ra), pürüzlülük profili boyunca profil ortalama çizgisinden sapmalara (Y<sub>i</sub>) ilişkin tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır (Mitutoyo SJ-301). Ra, pürüzlülük profili ile bu profilin ortalama çizgisi arasındaki alandır (Şekil 2.6).



**Şekil 2.6:** Ortalama pürüzlülük değeri (Mitutoyo SJ-301).

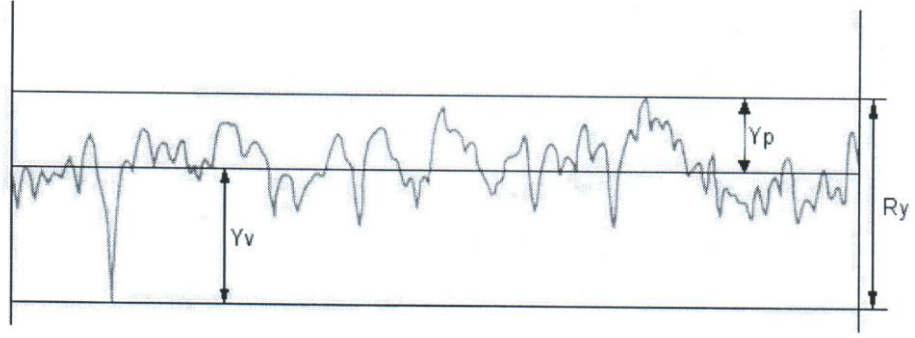
$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i| \quad (2.1)$$

n = Münferit profil sapmalarının sayısı

Ortalama pürüzlülük parametresi, yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde en yaygın kullanılan parametredir. Bununla birlikte, ortalama pürüzlülük parametresi yüzeyin yapısı hakkında tam bir bilgi vermek için yeterli değildir.

#### **2.7.4.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri (Rmax)**

Rmax, pürüzlülük profili boyunca, ortalama profil çizgisine göre en yüksek tepe (Y<sub>p</sub>) ile en derin çukurun (Y<sub>v</sub>) toplamını ifade etmektedir (Şekil 2.7); (Mitutoyo SJ-301).

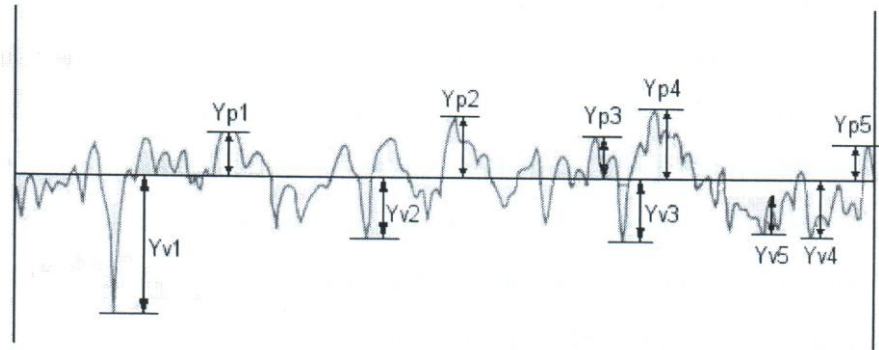


Şekil 2.7: En büyük pürüzlülük değeri (Mitutoyo SJ-301).

$$R_{\max} = R_y = Y_p + Y_v \quad (2.1)$$

#### 2.7.4.3. On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri (\$R\_z\$)

\$R\_z\$, pürüzlülük profil uzunluğu boyunca yer alan en yüksek 5 tepe ve en derin 5 çukurun ortalama değerlerinin toplamıdır (Şekil 2.8); (Mitutoyo SJ-301).



Şekil 2.8: On nokta pürüzlülüğü ortalama değeri (Mitutoyo SJ-301).

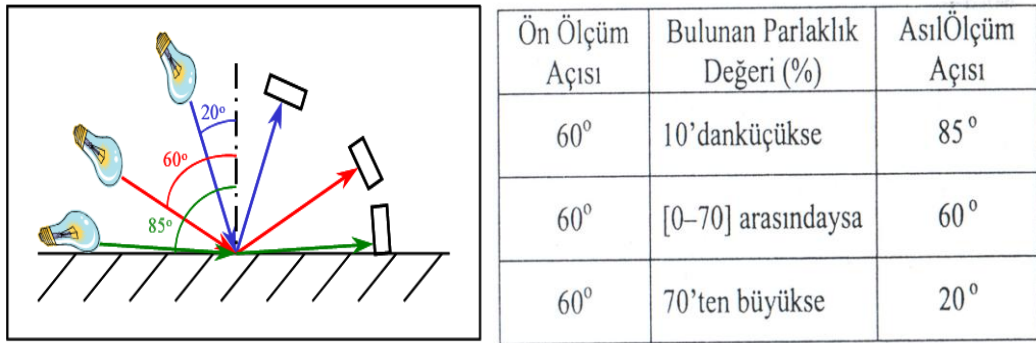
$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 y_{pi} + \sum_{i=1}^5 y_{vi}}{5} \quad (2.2)$$

\$y\_{pi}\$ = i'nci en yüksek profil tepe yüksekliği

\$y\_{vi}\$ = i'nci en derin profil vadisi derinliği

## 2.8. PARLAKLIK

Parlaklık kavramı; gelen ışığın ne oranda, aynı açıyla yansıdığı ölçüsüdür. Dolayısıyla, yüzeyin yansıtmayı ne oranda yaptığını belirlemek için “parlaklık ölçer (glossmetre)” adı verilen cihazlar kullanılır. Parlaklık ölçme işlemi, yaygın olarak 20°’de, 60°’de ve 85°’de ışık ışınları göndermek ve aynı derecelerde dönen ışık yeğinlik oranını ölçmek biçiminde yapılır (Şekil 2.9).



**Şekil 2.9:** Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi ve 60° de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenme kriterleri (McCormick ve Tas., 1999).

60°’de yapılan parlaklık ölçümlerine göre yüzeylerin mat, yarı mat, yarı parlak, parlak ve çok parlak gibi sınıflara sokulmaları yaygın bir alışkanlıktır. 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 2.4’te belirtilen aralıkların dışında kalan yüzey işleme sisteminin, aşağıda anılan sınıfların arasında kaldıklarının belirtilmesi uygun olur (Tunçgenç, 2004).

**Çizelge 2.4:** Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması (Tunçgenç, 2004).

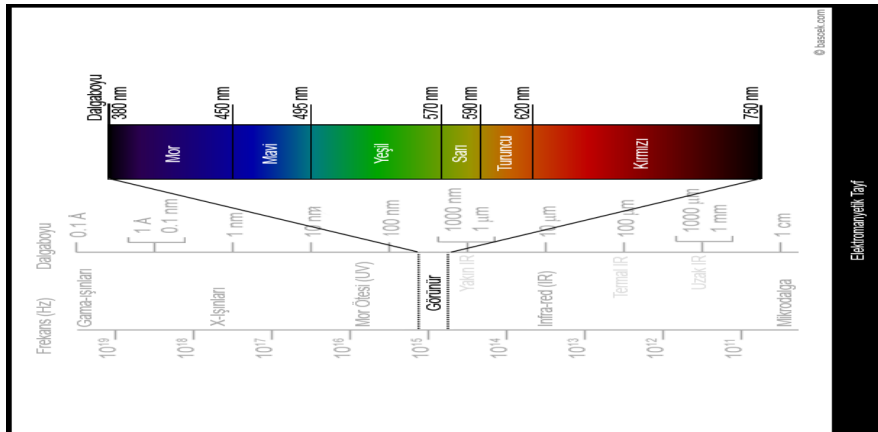
60°’de Ölçülen Parlaklık	Parlaklık Sınıfı
20’nin altı	Mat
25-30	Yarı Mat
35-45	İpek Mat
55-65	Yarı Parlak
70-80	Parlak
80’in üzeri	Çok Parlak

## 2.9. RENGİN ÖLÇÜLMESİ

Renk, gözün retina tabakasından sinirler yardımı ile arka kafa kısmında bulunan loblarda enerji naklinden üretilen hislerin yorumu olarak bilinmektedir (Payne, 1967); (Çakıcıer, 1994).

Vernik ve ağaç malzeme renklendiricilerinin; renk, parlaklık, ışık yansıtma derecesi, yüzey pürüzlülüğü gibi özellikleri, ahşap mobilyalar için önemlidir. Rengin açığa çıkmasında ışık önemli bir faktördür. Çünkü karanlık bir odada mobilyalar sayı olarak belli olur, fakat renk ve şekil tam olarak görülemez. Bu sebeple vernikli ya da boyalı yüzeylere düşen ışığın davranışları, gelen ışığın, özelliğine bağlıdır (Payne, 1967).

Payne (1967)'e göre beyaz ışık uygun bir prizmadan geçirildiğinde bir seri renge ayrılır. Bu olay beyaz ışığın değişik dalga boylarında bir seri dalganın bileşimi olduğunu gösterir. Bu dalga boylarının en kısası, 400  $\mu\text{m}$  ile mor renk olup; en uzun dalga boylu olanı ise 700  $\mu\text{m}$  olan kırmızı rengidir. Bu iki dalga arasında görünen tayflar ise mavi, yeşil, sarı ve turuncudur. 400  $\mu\text{m}$ 'den küçük dalga boylarına mor ötesi (ultraviyole), 700  $\mu\text{m}$ 'den büyük dalga boylarına kızılötesi (ultrared) denir. Bu ışınlar insan gözü ile görülemez (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Görülebilir tayf ve mikron olarak dalga boyları.

Renk; kendisini meydana getiren bileşenlerin farklılığı, renk pigmentlerinin mikromoleküler yapılarındaki elektronların frekans ve titreşimlerinin değişik oluşu ile ortaya çıkar. Oluşturulan renkteki standardın her zaman aynı tutulabilmesi, üretici

firmalar için sürekli problem olmaktadır. Bu sebeple renklerin uygunluğu ve ölçümler için hazırlanan metotlar iki grupta ele alınmaktadır (Payne, 1967).

### **2.9.1. Gözle Renk Ölçümü**

Gözle renk ölçümü sırasında, aşağıdaki amaçlardan biri ya da birkaçı göz önünde tutulmalıdır (Berns, 2000):

- a) Gözlemlenen ve bileşimi bilinmeyen bir rengin hangi pigment veya boyar maddelerden oluştuğunun tahmin edilebilmesi,
- b) Gözlemlenen rengin, bir referans renkle uyum derecesinin belirlenmesi,
- c) Gözlemlenen rengin, referans renkle daha uyumlu hale getirilmesi için hangi renklendiricilerin ne oranda eklenmesinin gerekli olduğunun belirlenmesi.

Görsel metot da boya üreticileri bazı renkler için hazırlanmış renk kataloğuna göre karşılaştırma yaparak rengi belirlemeye çalışırlar. Burada rengin standarda uygunluğunun belirlenmesi gözlemcinin yeteneğine bağlıdır (Payne, 1967).

Bu amaçlara ulaşılabilmesi için öncelikle gözlemcinin renk ayırt etme yeteneği çok önemlidir. Kişilerin renk yeteneklerinin belirlenmesi için geliştirilmiş bazı düzenekler vardır. Bunlar içinde Munsell renk küresi testi en yaygın kullanılanıdır. İkinci önemli konuyu, incelenecek yüzeyi aydınlatacak ışığın niteliği oluşturur. Rengi ölçülmeye çalışılan nesnenin özellikleri kadar, gelen ışık huzmesinin özelliği de algılanan renk üzerinde etkilidir. Bu nedenle, bir ışık altında referans renge çok benzeyen renkteki bir cisim, başka bir ışık altında tamamen farklı görülebilir. Bir cismin farklı ışık kaynakları altında değişik renkte görünmesi olgusu metamerizm olarak adlandırılır. Bu nedenle renk incelemelerinde öğle vakti yüzü kuzeye döndürerek alınan güneş ışığının veya D65 ışığı olarak anılan ve gün ışığını temsil eden ışığın kullanılması uygun olur. Bir metamerizm sorunu olup olmadığını anlayabilmek için sarımsı tondaki ışıkta ayrıca renklerin karşılaştırılması yararlı olur (Berns, 2000).

Renk incelemesi yapılacak ortamın ışık ve renk özellikleri önemlidir. Bu konudaki seçimlerle ilgili bir standart davranış bulunmaktadır. Ancak, geniş bir deneyim temeline sahip kaynaklar, yapay ışıklandırılmalı ortamlarda yapılacak renk değerlendirmelerinde,

renk kabini içlerinin L ışık değerinin 60-70 arasında olduğu mat gri renge sahip olmasının, çok parlak renklerin karşılaştırılması dışında çok uygun olduğu; çok parlak renklerin incelenmesi sırasında kabin içi duvarlarına siyah bir kadife perde indirilmesinin en uygun ortamı yaratacağı belirtilmektedir (Berns, 2000).

Görsel yöntemle renk uyumlulukları yeni parti ile önceden hazırlanan standart renk arasında basit karşılaştırma yöntemleri ile yapılır. Bu yöntem yaş boyalarda uygulandığı gibi kuru boya katmanlarında da uygulanabilir. Ancak standart renk için sayısal değerler sağlanamamaktadır (Payne, 1967).

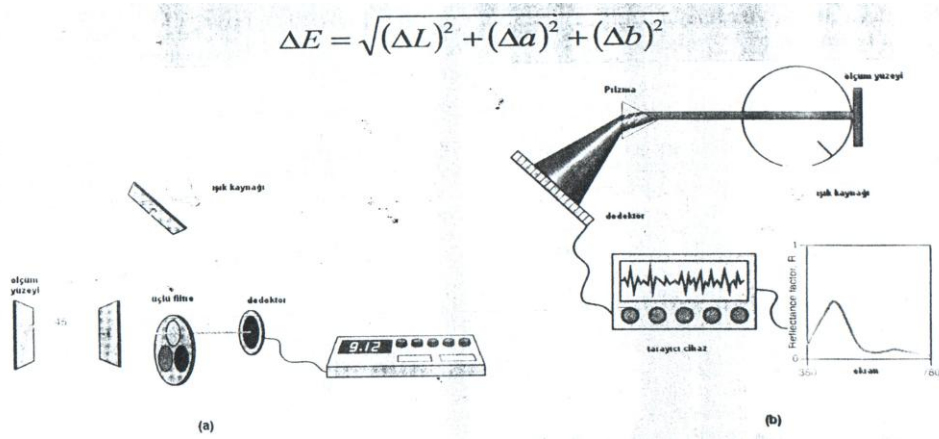
### **2.9.2. Aletsel Renk Ölçümü**

Fotoelektrik metodlar, standart renk (kalibre) kullanarak sayısal değerler verirler. Örnek renkten yansıma ile standart numuneden yansımaların ölçüm karşılaştırmasını yaparlar. Fotoelektrik metodlar olarak bilinen aletler iki grupta toplanırlar; bunlar ışık yansıması ile ölçüm yapan (colorimeter) ve ışık tayfi ile ölçüm yapan (spectrophometer) aletleridir. Renk ölçme aletinde genellikle üç ya da daha fazla renklendirilmiş filtre bulunur. Bunlar mavi, yeşil ve sarı renkler olup yansıma ölçümü bu filtrelerden geçirilerek yapılır (Çakıcıer, 1994).

Gözlemcinin, yüzeyden gelen ışık huzmesinin renginin nasıl algılandığının tahmin edilmesi esasına dayanır. Bu amaçla, o rengi oluşturan üç uyarıcı rengin oranlarını yani tristumulus değerlerini ölçen renk ölçerler (colorimeters) kullanıldığı gibi, yüzeyin her dalga boyunda yaptığı soğurmayı ve saçınmayı veren daha gelişkin cihazlar olan spektrometreler de kullanılırlar. Tristumulus değerlerinin ölçümleriyle yetinen renk ölçerlerle, kalite kontrol amaçları açısından son derece hassas ve tekrarlanabilir sonuçlar alınabilir. Ancak, eğer aletsel renk ölçümünden; *a)* o rengi oluşturan pigment veya boyar maddelerin neler olduğunu ve ne oranlarda bulunduğunu (renk analizi), *b)* mevcut pigment veya boyar maddelerin öngörülen oranlarda kullanılmasıyla, hedef renge ne ölçüde yaklaşabileceğini (renk sentezi) anlamak amaçlanıyorsa, spektrometrelerle çalışmak gerekli olmaktadır (Berns, 2000).

**Renk ölçerler:** Yüzeyden yansıyan ışık, üçlü uyarıcı rengi ayrı ayrı içeren üç filtreden sırayla geçirilir ve dedektöre (algılayıcı) gelen miktarlar cihaz ekranından görünür (Berns, 2000).

**Spektrometreler:** Yüzeyden yansıyan ışık, önce bir prizmada, kendisini oluşturan dalga boylarına ayrıştırılır. Sonra da, her bir dalga boyundaki ışık kesimini, yansıyan huzmeden ayırıp dedektör (algılayıcı) üzerine düşüren ayırma düzenekleri kullanılır. Her bir tek dalga boylu ışığı ayrı ayrı algılayan dedektör, bunların birleşiminden oluşan bir yeğinlik-dalga boyu grafiği oluşturur. Aynı veri kullanılarak o rengin L, a ve b değerleri cihaz tarafından hesaplanır. Örnek panelle, standart panel arasındaki renk farkı ( $\Delta E$ ) Şekil 2.11’de olduğu gibi belirlenir (Berns, 2000).



**Şekil 2.11:** Renk ölçerin (a) ve spektrometrenin (b) şematik görüntüleri.

Yansıma değerleri; üç uyumlu renk değeri (tristumulus value) diye bilenen mavi, yeşil ve sarı filtrelerden geçirilerek elde edilir ve genellikle X, Y, Z, değerleri şeklinde adlandırılır. Tristumulus değerleri genellikle aydınlatıcı ışıklardan C (Metric Chroma) değeri için belirleyici olarak kullanılır (Payne, 1967).

## 3. MATERYAL VE YÖNTEM

### 3.1. MATERYAL

#### 3.1.1. Araştırmada Kullanılan Ağaç Malzeme

Çalışma kapsamında kullanılan ağaç türlerinin seçiminde; Batı Karadeniz Bölgesi'nin yaygın orman varlığını oluşturan, özellikle doğrama ve mobilya endüstrisinde geniş kullanım alanına sahip geniş yapraklı ağaç türlerinden, Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), ithal ağaçlardan ise, Limba (*Terminalia superba*) ve İroko (*Chlorophora excelsa*) türü ahşap malzemeler kullanılmıştır.

##### 3.1.1.1. Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) Odununun Özellikleri

**Makroskopik Yapı:** Diri odun çok geniş ve beyazımsı ile sarımsı renkte, öz odundan farklı değil, bazı tomruklarda koyu kahverenginde öz odun bulunur. Zeytin odununa benzeyen bir renktedir. Tekstür kaba ve yeknesak, düzgün lifli, iğne çizikli, çok dekoratiftir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Mikroskopik Yapı:** Halkalı büyük traheli, ilkbahar odunu traheleri yuvarlak ve oval, tek tek ikisi bir arada 1-4 sıralı, çapları 350 µm kadar, mm<sup>2</sup> de 12 adet, yaz odunu traheleri tek tek ikisi bir arada kısa radial sıralı, dağınık, çapları 50 µm'a, mm<sup>2</sup> de 22 adet, tüllerle dolu, oran %12 dir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Boyuna paranzimler %10,6 oranında, yaz odununda paratraheal halkalı, kanatlı, bileşik kanatlı ve sınır paranzimleri düzenindedir.

Öz ışınları %14,9 oranında homojen, ortalama 10 hücre yüksekliğinde, 1-5 hücre genişliğinde, çoğunlukla 2-3 hücre genişliğinde, mm'de 7-10 adet, tek sıralıdır. Çoğunlukla 5-30 hücre yüksekliğinde ve homoselüler yapıdadır.

Esas dokuyu libriform lifleri oluşturmaktadır. Uzunlukları 150-1600 µm ve %62,4 oranındadır.

**Fiziksel ve Mekanik Özellikleri:** Dişbudak odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1:** Dişbudak odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Yoğunluk	D <sub>0</sub>	0.65 gr/cm <sup>3</sup>
	D <sub>12</sub>	0.69 gr/cm <sup>3</sup>
Daralma Yüzdesi	β <sub>r</sub>	5.0 %
	β <sub>t</sub>	8.0 %
	β <sub>v</sub>	13.2 %
E-Modül	E-Mod	13.14 N/mm <sup>2</sup>
Eğilme Direnci	σ <sub>E</sub>	118 N/mm <sup>2</sup>
Çekme Direnci	σ <sub>Ç</sub> //	162 N/mm <sup>2</sup>
Basınç Direnci	σ <sub>B</sub> //	51 N/mm <sup>2</sup>
Din.Eğil.Direnci	a	0.67 kN/cm

**İşlenme ve Kurutma Özellikleri :** Oldukça hızlı kurutulabilir ancak yüzeysel çatlaklara ve yarılmalara dikkat edilmelidir. Kullanım yerinde stabilitesi orta derecededir. El aletleri ve makinalarla işlenmesi iyidir. Körleştirme etkisi orta derecede olup, çivilemede ön delik işlemine gerek vardır. Yeterli derecede yapıştırılabilir. Kolay renklendirilir, çok iyi cila kabul eder (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Dayanıklılık, Emprenye ve Yüzey İşlemi Özellikleri:** Böceklere karşı hassas olup, odunu dayanıksızdır. Odunu orta derecede güç emprenye edilir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Kullanış Yerleri:** Spor aletleri ve vurucu alet sapları yanında, küçük gemilerin bükme kısımları ile iskelet ve döşemelerinde, masif mobilya yapımında; karoseri ve araba tekerleklerinde, kontrplak ve dekoratif kaplama levha üretiminde, lambri ve markiteride kullanılır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

### **3.1.1.2. Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Odununun Özellikleri**

**Makroskopik Yapı:** Diri odun çok dar, gri ile kahverengimsi beyaz, öz odun taze halde gri-sarı ile soluk kahverengindedir. Yıllık halkalar halkalı büyük traheli oluşu dolayısıyla belirgindir. İlkbahar odunu traheleri büyük, enine kesitleri oval, 2-6 teğet sıralıdır ve tüllerle tıkalıdır. Küçük yaz odunu traheleri genellikle radyal veya diyagonal sıralıdır. Bazen çatallaşma görülür. Boyuna kesitlerde iğne çizikleri vardır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Öz ışınları çok ince ve belirgin değildir. Lup altında da güçlkle görülür. Yapısal olarak meşeye çok benzer fakat geniş öz ışınları bulunmaması ile kolayca ayırt edilebilmektedir. Oldukça sert ve orta ağırlıkta, mat, dekoratif bir odunu vardır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Mikroskopik Yapı:** Halkalı traheli bir düzeni vardır. İlkbahar odunu traheleri çok büyük oval ve radyal çapları 500 µm, teğet çapları 300 µm kadardır. Çoğunlukla tek tek, ikisi bir arada ve 2-6 sıra oluştururlar. Yaz odunu traheleri gittikçe küçülmekte ve 30-40 µm teğet çaptadırlar, dar radyal veya eğik, bazen çatallı sıralar meydana getirirler. Perforasyon tablaları, basit olup tül oluşumu ile tıkalıdır. Yaz odunu trahelerinde bazen merdivenimsi perforasyonlar görülür (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Boyuna paraşimler az sayıda, lifler arasında apotraheal dağınık, trahelerle paratraheal kümeli düzende bulunmaktadırlar.

Öz ışınları tek sıralıdır. Çoğunlukla 5-30 hücre yüksekliğinde ve homoselüler yapıdadır. Esas dokuyu libriform lifleri ve lif traheidleri oluşturmaktadır. Bunlardan başka vasisentrik traheidler mevcuttur.

**Fiziksel ve Mekanik Özellikleri:** Anadolu Kestanesi odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

**Çizelge 3.2:** Anadolu kestanesi odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Yoğunluk	D <sub>0</sub>	0.59 gr/cm <sup>3</sup>
	D <sub>12</sub>	0.63 gr/cm <sup>3</sup>
Daralma Yüzdesi	β <sub>r</sub>	4.3 %
	β <sub>t</sub>	6.4 %
	β <sub>v</sub>	11.3 %
E-Modül	E-Mod	8.800 N/mm <sup>2</sup>
Eğilme Direnci	σ <sub>E</sub>	76 N/mm <sup>2</sup>
Çekme Direnci	σ <sub>Ç</sub> //	132 N/mm <sup>2</sup>
Basınç Direnci	σ <sub>B</sub> //	49 N/mm <sup>2</sup>
Din.Eğil.Direnci	a	0.56 kN/cm

**İşlenme ve Kurutma Özellikleri :** Kurutulması güçtür, çatlama ve dönüklüğe eğilimlidir. Kollaps görülür, iyi ve kolay işlenir, çok güç yarılar. Yeterli derecede yapıştırılabilir. Fazla tanen nedeniyle metallerle temasta koyu renkler oluşturur. Çivileme ve vida tutması iyidir. Kolay cilalanır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Dayanıklılık, Emprenye ve Yüzey İşlemi Özellikleri:** Mantarlara karşı hassas değildir. Su altında çok dayanıklıdır. Diri odun orta derecede emprenye edilebilir. Öz odun emprenye edilemez (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Kullanış Yerleri:** Tel direği, çit direği, travers, kuru madde fiçileri, mobilya, bükme mobilya, yarı kimyasal selüloz yapımında kullanılır. Odunun yongalarından ekstraksiyon yolu ile sepi maddesi elde edilir. Meyveleri yenir ve ekonomik önemi vardır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

### **3.1.1.3. Limba (*Terminalia superba*) Odununun Özellikleri**

**Makroskopik Yapı:** Diri odun 10 cm kadar genişlikte, öz odunla aynı renkte, öz odun sarımsı kahverengi, bazen koyu renkli şeritler nedeniyle güzel görünümlü. Tekstür orta derecede kaba, lif yapısı düzgün ve grift, hafif parlak, dekoratif (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Mikroskopik Yapı:** Dağınık traheli, tek tek ikisi bir arada ve kısa radial sıralı, trahe çapı 70-300  $\mu\text{m}$  ve  $\text{mm}^2$  de 1-14 adet, bazen öz odunu maddeleri ile dolu olup, %12 oranındadır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Boyuna paranzimler %10 oranında paratraheal halkalı, kanatlı, bileşik kanatlı, şeritli, kristaller mevcuttur.

Öz ışınları %16 oranında heterojen, 3-30 hücre yüksekliğinde, tek hücre genişliğinde,  $\text{mm}^2$  de 3-15 adet yapıdadır.

Esas dokuyu libriform lifleri oluşturmaktadır. Uzunlukları 550-1950  $\mu\text{m}$  ve %62 oranındadır.

**Fiziksel ve Mekanik Özellikleri:** Limba odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

**Çizelge 3.3:** Limba odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Yoğunluk	$D_0$	0.54 $\text{gr/cm}^3$
	$D_{12}$	0.58 $\text{gr/cm}^3$
Daralma Yüzdesi	$\beta_r$	4.5 %
	$\beta_t$	6.2 %
	$\beta_v$	10.8 %
E-Modül	E-Mod	12.5 $\text{N/mm}^2$
Eğilme Direnci	$\sigma_E$	106 $\text{N/mm}^2$
Çekme Direnci	$\sigma_C //$	112 $\text{N/mm}^2$
Basınç Direnci	$\sigma_B //$	46 $\text{N/mm}^2$
Din.Eğil.Direnci	a	0.35 $\text{kN/cm}$

**İşlenme ve Kurutma Özellikleri :** El aletleri ve makinalarla kolay işlenir. Hafif körleştirme etkisi vardır. Çivileme ve vidalama için ön delme işlemi gereklidir.

Kesilebilir, soyulabilir, yapıştırılması iyidir. Yüzeyler iyi doldurulduğunda çok iyi cila kabul eder. Kıymıkları battığında deride şişmeler yapar (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Dayanıklılık, Emprenye ve Yüzey İşlemi Özellikleri:** Öz odunu mantarlara karşı dayanıksız, termit ve böceklere karşı hassastır. Diri odunu orta derecede güç, öz odun son derecede güç emprenye edilir. (Bozkurt ve Erdin, 2000).

**Kullanış Yerleri:** Koyu renkli şeritli öz odunu son derece dekoratif kaplama levha üretiminde, kontrplaklarda, mobilya, iç marangozluk işlerinde, tornacılık, oymacılık ve markiteride kullanılır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

#### **3.1.1.4. İroko (*Chlorophora excelsa*) Odununun Özellikleri**

**Makroskopik Yapı:** Diri odun 5-10 cm genişlikte, sarımsı beyaz ile gri renkte, öz odun başlangıçta gri sarı ile açık kahverengi olup daha sonra altın sarısı ile kahverengine dönüşür. Tekstür; orta ile kaba fakat yeknasak yapıda, kaba iğne çizikli, lif yapısı grift, bazen düzensiz, yer yer kalsiyum karbonat birikimleri vardır ve dekoratiftir. Yıllık halka sınırları, traheler ve boyuna paransimler çıplak gözle, öz ışınları ise lup altında görülebilir (Bozkurt ve Erdin, 1998).

**Mikroskopik Yapı:** Traheler dağınık, çoğunlukla tek tek veya ikisi bir arada, nadiren radyal sıralı, trahe çapı 65-320 µm, milimetrekaare'de 1-10 adet, oran % 11'dir. Boyuna paransimler; paratraheal bileşik şeritli, kanatlı, tek yanlı ve bileşik halkalı, oran, % 18'dir. Öz ışınları; heterojen, 6-26 hücre yüksekliğinde, 1-5 hücre genişliğinde, milimetre'de 3-9 adet, oran % 15'dir. Boyuna paransimlerde ve öz ışını kenar hücrelerinde kristaller mevcuttur. Libriform liflerinden oluşur. Uzunlukları 590-2030 µm, Oran % 56'dır (Bozkurt ve Erdin, 1998).

**Fiziksel ve Mekanik Özellikleri:** İroko odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

**Çizelge 3.4:** İroko odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin, 1998).

Yoğunluk	D <sub>0</sub>	0.48-0.67 gr/cm <sup>3</sup>
	D <sub>12</sub>	0.50-0.69 gr/cm <sup>3</sup>
Daralma Yüzdesi	β <sub>r</sub>	2.8 %
	β <sub>t</sub>	3.8 %
	β <sub>v</sub>	8.8 %
E-Modül	E-Mod	9700-13500 N/mm <sup>2</sup>
Eğilme Direnci	σ <sub>E</sub>	70-150 N/mm <sup>2</sup>
Çekme Direnci	σ <sub>Ç</sub> //	55-140 N/mm <sup>2</sup>
Basınç Direnci	σ <sub>B</sub> //	58-81 N/mm <sup>2</sup>
Din.Eğil.Direnci	a	0.15-0.60 kN/cm

***İşlenme ve Kurutma Özellikleri:***

El aletleri ve makinelerle oldukça kolay işlenir. Ancak, grift liflilik nedeniyle düzgün yüzeyler elde edilmez, kalsiyum karbonat birikimleri kesici kısımların körleşmesine neden olur. Göğüs açısı şerit ve daire testerelerde 15°-20° olmalıdır. Çivileme ve vidalamada ön delme işlemi uygulanır. Tüller ve kalsiyum karbonat birikimleri nedeniyle yapıştırma güçtür, sentetik tutkallar kullanılmalıdır. Tornalanabilir, üst yüzey işlemlerinde güçlük çıkarır. Yüzeylerde doldurma ve temizleme yapıldığı takdirde mükemmel bir cilalama mümkün olmaktadır. Odun rutubeti % 12'den fazla olduğunda metaller üzerinde korozyon meydana getirmektedir. Ayrıca, yüksek rutubet hallerinde testere talaşı dermatitis ve astıma neden olabilir. Kolay kurutulur, fakat çatlama ve çarpılmaya dikkat edilmelidir. Kullanım yerinde stabilitesi iyidir (Bozkurt ve Erdin, 1998).

***Dayanıklılık, Emprenye ve Yüzey İşlemi Özellikleri:*** Diri odun mantar ve böceklere karşı hassas, öz odun mantar, termit ve deniz hayvanlarına karşı dayanıklıdır. Diri odun kolay, öz odun son derecede güç emprenye edilir (Bozkurt ve Erdin, 1998).

Kaba tekstürlü olması dolayısıyla boyama ve cilalamadan önce dolgu maddesi ile yüzeyler işlem görmelidir. Yağlı astar ve alkid reçineli vernikleme işlemlerinden

kaçınılmalıdır. Kerestesi genellikle boyama yapmadan kullanılır (Göker ve Kurtoğlu, 1987).

Kullanış Yerleri: Dekoratif üst yüzey kaplamalarında kesme kaplama levha olarak, mobilya, parke yapımında, binalarda iç ve dış kısımlarda, kapı, pencere imalinde, küçük gemi, vagon, köprü yapımında, travers, kimyasal madde kapları, laboratuvar masaları, bahçe mobilyası, tornacılık ve oymacılıkta kullanılır (Bozkurt ve Erdin, 1998).

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Denemelerde kullanılan ağaç malzemeler, Düzce yöresindeki fabrikalardan rastgele seçim yöntemi ile TS 53, TS 2470 ve ASTM D-358'de belirtilen esaslara uyularak alınmıştır. Ağaç malzemenin budaksız, ardaksız, büyüme kusurları bulunmayan, düzgün lifli ve yıllık halkaları yüzeye dik (radyal) gelecek şekilde öz odun kısmından alınmasına özen gösterilmiştir.

Boyut toleransları verilerek (500x100x18 mm) ölçülerinde hazırlanan örnek yüzeyleri, sistirelendikten sonra; 80 numaralı zımparalar ile; her zımparalama aralarında ıslatma, lif kabartma işlemleri uygulanarak, yüzeyin kuruması beklenmiş ve numune yüzeyleri düzeltilerek net ölçülerine getirilmiştir. Zımpara tozları, önce yumuşak kıllı bir fırça yardımı ile alınmış ve ardından basınçlı hava ile temizlenerek, ısıl işlem uygulaması sonrasında; vernik uygulamaları yapılmıştır.

Isıl işlem uygulaması Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında, 2 ayrı sıcaklık (150-180<sup>0</sup>C) ve 2 ayrı süre (3-6 saat) kombinasyonu ile toplam 4 varyasyonda, sıcaklığı  $\pm 1$  <sup>0</sup>C duyarlılıkta kontrol edilebilen etüvlerde, normal atmosfer şartlarında gerçekleştirilmiştir. Isıl işlem uygulanan örnekler, ortalama  $20 \pm 2$  <sup>0</sup>C sıcaklık ve % 60  $\pm 5$  bağıl nemli iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek rutubetlerinin %12'ye gelmesi sağlanmıştır (TS 642), (TS 2471).

Örnek yüzeylerine dört ağaç türünden; dört tür vernik uygulaması yapıldıktan sonra; yüzey pürüzlülüğü, parlaklık, renk ve kontrol numunesi için her bir ağaç türünden (TS 2470)'e göre 10'ar tane örnek olmak üzere 2x2x4x4x10 adet örnekleme desenine göre toplam 640 adet numune hazırlanmıştır. Örnekleme büyüklüğü belirlenirken, gruplamalardaki her bir deney örnekleme için 10'ar adet ölçüm alınabilecek şekilde ve her birinden eşit sayıda olacak şekilde denemeler yapılarak, varyans ve örnekleme hatası yüzdeleri bulunmuştur. Her grup için gerekli örnek sayısının (örnek büyüklüğü) yeterliliği aşağıdaki formülden (formül 3.1) hesaplanmıştır (TS 2470).

$$n \geq \frac{t^2 * s^2}{\delta^2} \quad (3.1)$$

n: Örnek büyüklüğü

t: Kabul edilen hata yüzdesine göre t Çizelge değeri

s: Varyans

δ: Başlangıçta karşılaştırılan, örnekleme (temsil) hata yüzdesi

### 3.2.2. Kullanılan Vernikler

Araştırma kapsamında, selülozik vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernikler fırça ile sürülerek uygulanmıştır.

#### 3.2.2.1. 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 5 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;

$$V_u = G - D$$

$$\% K_m = \frac{V_u - \text{Ç}_b}{V_u} \times 100 \quad (3.2)$$

Formülüne göre (eşitlik 3.2) katı madde miktarları belirlenmiştir (Şekil 3.2).

Burada:  $V_u$ = Uygulanan vernik      G= Yaş ağırlık  
 $\text{Ç}_b$ = Buharlaştıran çözücü      D= Dara  
 $K_m$ =Katı madde      E= Kuru ağırlık

***Verniklerde Kuru Katman Kalınlığının Belirlenmesi:*** Karşılaştırmalı testlerde katman kalınlıkları etkili bir faktördür. Bu sebeple deneylerden önce, numunelere uygulanıp tam kuruması gerçekleşen vernik katmanlarının kuru katman kalınlıkları 5 µm hassasiyetle ölçüm yapabilen komperatör ile ASTM-D1005-95 esaslarına uyularak ölçülmüştür.

Ölçümlerden önce komperatör, tam düzgün ve traşlanmış cam veya saç levha üzerinde dik konumda iken gösterge ibresi sıfır olacak şekilde kalibre edilmiştir. Vernik katmanı, gösterge iğnesinin girebileceği büyüklükte, numunenin değişik bölgelerinden ağaç yüzeyine kadar kaldırılmıştır. Ayaklar vernikli yüzeyde ve alet dik konumda iken yüzeyden kaldırılan (kavlatılan) vernik katmanı açıklıklarından ibrenin gösterdiği rakamlar mikron cinsinden okunmuştur. Farklı yerlerden yapılan ölçümlerin ortalamaları alınarak, kuru katman kalınlığı hesaplanmıştır.

***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.

### ***3.2.2.2. Vernik Hazırlanması ve Uygulanması***

Deney numunelerinin verniklenmesinde ASTM-D 3023 standardı esaslarına uyulmuştur.

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.

Ağaç işlerinde kullanılan fiziksel olarak kuruyan vernikler, belirli sıcaklık ve bağıl nem şartlarındaki ortamda uygulanmadıkları zaman hatalı katman oluşumu gösterdiklerinden, uygulama ve kurutma süresince ortam sıcaklığının  $20\pm 2$  °C, bağıl neminin %  $60\pm 5$  olduğu laboratuvar ortamında uygulama yapılmıştır (Boxall, J ve diğ., 1984).

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 3.5'deki gibi belirlenmiştir.

**Çizelge 3.5:** Uygulanacak katman kalınlığı için yüzeğe sürülecek vernik miktarları ve kodları.

Yüzeğe	PH	Katı	Uygulanacak	Numune	Sürülecek
Vernik Çeşidi	Derecesi	Madde	Vernik miktarı	yüzeği (m <sup>2</sup> )	Katman
		Oranı (%)	(gr/m <sup>2</sup> )	0.019	sayısı
Su Bazlı Astar	6,95	26	83	1,577 gr	3 kat
Su Bazlı Son Kat	8,83	39	75	1,425 gr	2 kat
Sentetik	8,87	54	83	1,577 gr	3 kat
Selülozik Dolgu	4,08	29	83	1,577 gr	3 kat
Selülozik Parlak	4,2	26	100	1,9 gr	2 kat
Poliüretan Dolgu	6,55	55	83	1,577 gr	2 kat
Poliüretan Parlak	6,25	42	75	1,425 gr	1 kat

Denemelerde, selülozik vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve özellikle endüstri uygulamalarında uygulama kolaylığı bakımından tercih edilen tek bileşenli su bazlı Dolgu ve parlak vernikler kullanılmıştır. Farklı firmalara ait vernikler, katı madde miktarları ve firma önerileri dikkate alınarak eşit katman kalınlığı oluşturmak için, hassas terazi ile tartılarak orta sertlikte kıllı bir fırça ile sürülmüş ve katman kalınlıkları aynı olacak şekilde uygulanmıştır.

Verniklenen numuneler, her bir yüzeğe uygulamasından sonra tozsuz ve  $20$  °C sıcaklıktaki ortamda yer düzlemine paralel konumda 24 saat süre ile kurumaya

bırakılmış ve yüzey pürüzlülüklerini gidermek için deney örneklerine her katman arasında 800 numaralı zımpara ile eşit miktarda çok hafif zımparalama işlemi yapılmıştır. Vernik tozları yumuşak kıllı bir fırça ile temizlendikten sonra, açıkta kalan enine kesit (baş) kısımları vernik uygulaması yapılarak rutubet alması engellenmiştir.

### **3.2.3. Deneme Metodları**

Verniklenen numuneler; tam kurumayı sağlamak için  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nemdeki laboratuvar şartlarında, tam kürlenme için üç hafta süre ile kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra yüzey pürüzlülüğü, parlaklık ve renk farklılıkları ölçümlerinden önce ASTM-D 3924 esaslarına uyularak örnekler  $23 \pm 2$  °C sıcaklık ve %50±5 bağıl nemdeki iklimlendirme ortamında 16 saat süre kondisyonlanmış ve deneylere hazır hale getirilmiştir (TS. 642).

#### **3.2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi**

Çalışmada Mitutoyo SJ-301 marka profilometre kullanılmıştır. TS 971, TS 930 ve TS 6956'da uygulandığı şekliyle *Ra* değerleri belirlenmiş ve ISO 4287 esaslarına uyularak, ölçümler her örneğin on ayrı noktasında liflere dik yönde yapılmıştır.

Ölçümler, her numunede toplam 10 ölçüm yapılmış ve aritmetik ortalamaları değer olarak kaydedilmiştir. Alet ölçme hızı 10 mm/dak, iğne çapı 4 mm ve iğne ucu 90° olarak seçilmiştir. Ölçme liflere dik yönde yapılmış, değerlendirme uzunluğu (tarama uzunluğu)  $L_t=15$  mm, örnekleme uzunluğu (sınır dalga boyu  $\lambda=2,5$  mm seçilerek pürüzlülük değeri  $\pm 0,5$  mm duyarlılıkta belirlenmiştir.

Ölçmelerde tarama iğnesinin örnek yüzeylerinde kusurlara (çizik, kesik vb. ) yol açmaması için alet tarama kolu yükü 10 gramdan düşük tutulmuş; tarama iğnesi ucu hücre boşluklarına takıldığında ölçme tekrarlanmıştır. Ölçme ortamı gürültü kaynaklarından uzak tutulmuş, aletin yerleştirildiği masa titreşimleri önleyici yalıtkan bir malzeme ile kaplanmıştır. Ayrıca ortam sıcaklığının 18-22°C arasında olmasına özen gösterilmiştir.

### 3.2.3.2. Yüzey Parlaklığının Belirlenmesi

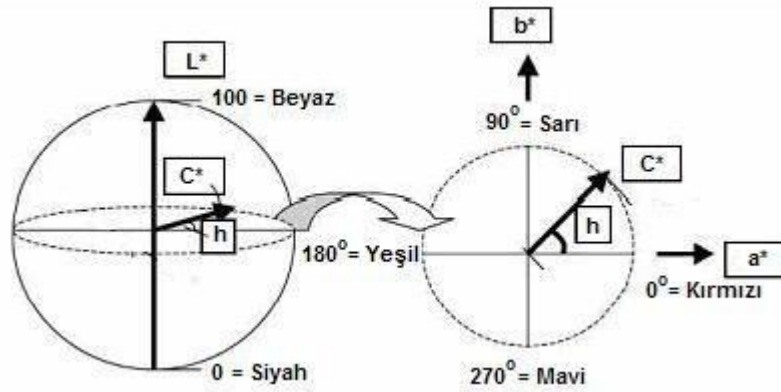
Kusursuz ve parlak yüzeyler belirli bir yönde gelen ışını aynı ya da benzer bir açı ile yansıtır. Normal olarak parlaklık özellikleri aynı olan yüzeylerin ölçümlerinde birbirinden farklı sonuçlar elde edilmemelidir. Genellikle parlak yüzeylerde yüzey parlaklığı birden fazla ölçümle elde edilir. Denemelerde verniklenmiş deney numunelerinin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak TS 4318 esaslarına uyularak parlaklık ölçümleri, *Elrepho* cihazıyla yapılmıştır.

Vernikli yüzeylerde, her numunede toplam on'ar ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin aritmetik ortalamaları parlaklık değeri olarak belirlenmiştir.

### 3.2.3.3. Renk Farkının Belirlenmesi

Renk ölçümleri, ASTM-2224 2 e1'de belirtilen esaslara göre *Elrepho* renk ölçme cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

CIE  $L^*a^*b^*$  renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk koordinatlarına göre belirlenmektedir. Burada  $L^*$  parlaklık/ koyuluk,  $C^*$  metrik renk,  $h^\circ$  ise metrik renk açısını göstermektedir. Yine aynı sistemde elde edilen  $a^*$  kırmızılık(+)/ yeşillik(-),  $b^*$  sarılık (+)/ mavilik(-) değerlerini ifade etmektedir (Hunt, 1995). CIE  $L^*a^*b^*$  renk alanı Şekil 3.18'de verilmiştir. Renk değerleri Şekil 3.1'deki (Sundqvist, 2002) CIE lab (Hunt, 1995) sistemine göre  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  ve  $a^*$ ,  $b^*$  yönlerindeki sayısal değerlerle ifade edilmiştir.



Şekil 3.1: CIE lab renk alanları ve renk sistemleri (Sundqvist, 2002)

Beyaz renge göre  $a=4.91$ ,  $b=3.45$ ,  $C=6.00$ ,  $H=324.9$  olacak şekilde kalibre edilen renk ölçme aleti ile farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtıl işlem uygulanıp verniklenmiş ve ısıtıl işlem görmemiş vernikli kontrol örneklerinin ölçümleri yapılmıştır. Renk değişim miktarı toplam renk değişimi ( $\Delta E^*$ ); (Eşitlik 3.3 )

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.3)$$

eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir (Temiz ve diğ., 2005).

$\Delta E^*$  nin düşük değerde olması, rengin değişmediği yada çok az değişim olduğunu göstermektedir.

#### **3.2.4. İstatistiksel Yöntemler**

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtıl işlem uygulanan ve ısıtıl işlem uygulanmayan deney örnekleri arasında istatistiksel anlamda farklılık olup olmadığı %95 güven düzeyinde varyans analizi ve Duncan testi yapılarak kontrol edilmiştir.

## **4. BULGULAR**

### **4.1. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE İLİŞKİN BULGULAR**

#### **4.1.1. Yüzey Pürüzlülük (Ra) Değerleri**

Dişbudak'tan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri, ısıtma işlemi uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Dişbudak'tan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri (Ra) Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
2.101	3.101	3.377	3.814	3.774	2.036	1.223	1.595	2.236	2.468	3.707	3.163	2.738	2.419	2.804	7.674	3.099	3.355	3.562	3.431	ARİTMETİK ORTALAMA
0.547	0.856	0.684	0.743	0.873	0.544	0.264	0.393	0.486	0.596	0.662	0.702	0.436	0.686	0.380	1.859	0.721	0.435	0.685	0.650	STANDART SAPMA
0.299	0.732	0.467	0.551	0.762	0.296	0.070	0.154	0.236	0.355	0.438	0.493	0.190	0.471	0.144	3.455	0.520	0.189	0.469	0.423	VARYANS
26.020	27.595	20.241	19.470	23.137	26.707	21.578	24.629	21.745	24.139	17.847	22.198	15.908	28.379	13.543	24.221	23.263	12.967	19.222	18.958	VAR. KAT
3.020	4.720	4.330	5.160	5.290	3.080	1.540	2.350	3.170	3.650	5.090	4.820	3.210	3.970	3.310	10.030	4.030	4.320	4.310	4.600	MAX
1.370	2.140	2.460	2.820	2.440	1.440	0.670	1.090	1.680	1.580	2.850	2.380	1.890	1.450	2.180	4.980	2.140	2.700	1.960	2.020	MİN

**Çizelge 4.2:** Dişbudak'a Ait Varyans Analizi (Ra) Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	19	324.641	17.086	31.893	31.893	(%95) S*
Örnekler İçi	180	96.433	0.535	>	>	(%99) S**
Toplam	199	96.433		1.834	2.336	

$F_{\text{hesap}} = 31.893 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 31.893 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Dişbudak'tan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için DUNCAN testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Dişbudak'tan elde edilen yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri incelendiğinde, selülozik vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve sürenin artmasına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Selülozik vernik uygulanan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtma işlem uygulamasında %48, 150 °C/6 saat uygulamasında %61, 180 °C/3 saat uygulamasında %82, 180 °C/6 saat uygulamasında %80 olarak tespit edilmiştir.

Sentetik vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin ise, 150 °C/3 ve 150 °C/6 saat azalırken 180 °C/3 ve 180 °C/6 saat sıcaklık uygulamalarında arttığı tespit edilmiştir. Sentetik vernik uygulanan örneklerinin yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlem uygulamasında %40 azalma, 150 °C/6 saat uygulamasında %22 azalma, 180 °C/3 saat uygulamasında %10 artış, 180 °C/6 saat uygulamasında %21 artış olarak tespit edilmiştir.

Poliüretan vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süredeki değişime bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Poliüretan vernik uygulan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki azalış; 150 °C/3 saat ısıtım işlem uygulamasında %15, 150 °C/6 saat uygulamasında %26, 180 °C/3 saat uygulamasında %35, 180 °C/6 saat uygulamasında %24 olarak tespit edilmiştir.

Subazlı vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süredeki artışa bağılı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Subazlı vernik uygulan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki azalış; 150 °C/3 saat ısıtım işlem uygulamasında %60, 150 °C/6 saat uygulamasında %56, 180 °C/3 saat uygulamasında %54, 180 °C/6 saat uygulamasında %55 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3: Dişbudak'a Ait Duncan Testi (Ra) Sonuçları

	SL 180/3	SL 180/6	PÜ Kont	SB 180/3	SB 180/6	SN 150/6	SB 150/6	PÜ 150/3	SL 150/3	SB 150/3	PÜ 180/6	PÜ 150/6	SN 180/6	PÜ 180/3	SN 180/3	SL Kont	SN Kont	SN 150/6	SN 150/3
Sub Kont	3.86	3.9	3.967	4.112	4.243	4.297	4.319	4.511	4.573	4.575	4.87	4.936	5.206	5.255	5.438	5.573	5.638	6.079	6.451
Rp	0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493	1.106381	1.120269	1.131842	1.122583	1.157302	1.168875	1.178134	1.187392
Sel 180/3		0.04	0.107	0.252	0.383	0.437	0.459	0.651	0.713	0.715	1.01	1.076	1.346	1.395	1.578	1.713	1.778	2.219	2.591
Rp		0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493	1.106381	1.120269	1.131842	1.122583	1.157302	1.168875	1.178134
Sel 180/6			0.067	0.212	0.343	0.397	0.419	0.611	0.673	0.675	0.97	1.036	1.306	1.355	1.538	1.673	1.738	2.179	2.551
Rp			0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493	1.106381	1.120269	1.131842	1.122583	1.157302	1.168875
Pol Kont				0.145	0.276	0.33	0.352	0.544	0.606	0.608	0.903	0.969	1.239	1.288	1.471	1.606	1.671	2.112	2.484
Rp				0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493	1.106381	1.120269	1.131842	1.122583	1.157302
Sub 180/3					0.131	0.185	0.207	0.399	0.461	0.463	0.758	0.824	1.094	1.143	1.326	1.461	1.526	1.967	2.339
Rp					0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493	1.106381	1.120269	1.131842	1.122583
Sub 180/6						0.054	0.076	0.268	0.33	0.332	0.627	0.693	0.963	1.012	1.195	1.33	1.395	1.836	2.208
Rp						0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493	1.106381	1.120269	1.131842
Sel 150/6							0.022	0.214	0.276	0.278	0.573	0.639	0.909	0.958	1.141	1.276	1.341	1.782	2.154
Rp							0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493	1.106381	1.120269
Sub 150/6								0.192	0.254	0.256	0.551	0.617	0.887	0.936	1.119	1.254	1.319	1.76	2.132
Rp								0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493	1.106381
Pol 150/3									0.062	0.064	0.359	0.425	0.695	0.744	0.927	1.062	1.127	1.568	1.94
Rp									0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977	1.092493
Sel 150/3										0.002	0.297	0.363	0.633	0.682	0.865	1	1.065	1.506	1.878
Rp										0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546	1.073977
Sub 150/3											0.295	0.361	0.631	0.68	0.863	0.998	1.063	1.504	1.876
Rp											0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943	1.05546
Pol 180/6												0.066	0.336	0.385	0.568	0.703	0.768	1.209	1.581
Rp												0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168	1.036943
Pol 150/6													0.27	0.319	0.502	0.637	0.702	1.143	1.515
Rp													0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392	1.009168
Sent 180/6														0.049	0.232	0.367	0.432	0.873	1.245
Rp														0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988	0.981392
Pol 180/3															0.183	0.318	0.383	0.824	1.196
Rp															0.648089	0.777707	0.854089	0.907325	0.948988
Sent 180/3																0.135	0.2	0.641	1.013
Rp																0.648089	0.777707	0.854089	0.907325
Sel Kont																	0.065	0.506	0.878
Rp																	0.648089	0.777707	0.854089
Sent Kont																		0.441	0.813
Rp																		0.648089	0.777707
Sent 150/6																			0.372
Rp																			0.648089

Çizelge 4.3 incelenirse su-bazlı kontrol örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile selülozik vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, selülozik vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, su-bazlı vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat, selülozik vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat, su-bazlı vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat, poliüretan vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat, selülozik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat, su-bazlı vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat, poliüretan vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat, poliüretan vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat, sentetik vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat, poliüretan vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, sentetik vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat ve sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat arasında; selülozik vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, selülozik vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat, poliüretan vernik kontrol ve su-bazlı vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat, poliüretan vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, sentetik vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat ve sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat arasında; su-bazlı vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat, selülozik vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat ve su-bazlı vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat ve sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat arasında; poliüretan vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile selülozik vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat ve sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat arasında; selülozik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat ve su-bazlı vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat ve sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat arasında; poliüretan vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat ve poliüretan vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/6 saat ve sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat arasında; sentetik vernik 180<sup>0</sup>C/6 saat, poliüretan vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, sentetik vernik 180<sup>0</sup>C/3 saat, selülozik vernik kontrol ve sentetik vernik kontrol örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 150<sup>0</sup>C/3 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

Kestane'den elde edilen ısıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri ısıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.4'de verilmiştir.

**Çizelge 4.4:** Kestane'ye Ait İstatistikî Veri (Ra) Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
2.504	3.600	3.406	3.851	3.587	0.613	1.564	1.593	2.220	3.602	3.806	2.567	3.025	3.266	2.529	7.797	6.155	4.449	4.789	5.762	ARİTMETİK ORTALAMA
0.702	0.734	0.605	1.139	0.346	0.137	0.495	0.642	1.304	1.777	0.727	0.402	0.494	0.942	0.652	2.363	0.793	0.685	0.774	4.609	STANDART SAPMA
0.493	0.538	0.366	1.297	0.120	0.019	0.245	0.412	1.699	3.159	0.529	0.162	0.245	0.887	0.425	5.582	0.629	0.469	0.598	21.244	VARYANS
28.030	20.379	17.751	29.578	9.645	22.289	31.645	40.300	58.720	49.341	19.106	15.671	16.347	28.840	25.779	30.303	12.882	15.388	16.153	79.992	VAR. KAT
4.320	5.160	4.620	5.570	4.200	0.830	2.370	3.110	5.460	5.910	5.370	3.460	3.820	5.160	4.050	11.420	6.990	5.170	6.000	18.580	MAX
1.870	2.320	2.780	2.310	3.070	0.320	0.910	0.940	1.200	0.930	2.910	2.050	2.270	2.080	1.920	4.000	4.170	3.290	3.670	2.660	MIN

Kestane'den elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

**Çizelge 4.5:** Kestane'ye Ait Varyans Analizi (Ra) Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	19	538.658	28.350	14.495	14.495	(%95) S* (%99) S**
Örnekler İçi	180	352.056	1.956	>	>	
Toplam	199	352.056		1834.000	2.336	

Fhesap = 31.893 > F<sub>0,01; 19;180</sub> = 2.336 ve Fhesap = 31.893 > F<sub>0,05; 19;180</sub> = 1.834 olduğundan %99 ve %95 güvenle Dişbudak'tan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için DUNCAN testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Kestane'den elde edilen yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri incelendiğinde, selülozik vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süreye bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Selülozik vernik uygulanan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtıl işlem uygulamasında %44, 150 °C/6 saat uygulamasında %36, 180 °C/3 saat uygulamasında %54, 180 °C/6 saat uygulamasında %43 olarak tespit edilmiştir.

Sentetik vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin ise, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süreye bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Sentetik vernik

uygulan örneklerinin yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtım işlem uygulamasında %155 artış, 150 °C/6 saat uygulamasında %160 artış, 180 °C/3 saat uygulamasında %262 artış, 180 °C/6 saat uygulamasında %488 artış olarak tespit edilmiştir.

Poliüretan vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süredeki değişime bağılı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Poliüretan vernik uygulan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki azalış; 150 °C/3 saat ısıtım işlem uygulamasında %33, 150 °C/6 saat uygulamasında %21, 180 °C/3 saat uygulamasında %14, 180 °C/6 saat uygulamasında %34 olarak tespit edilmiştir.

Subazlı vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süredeki değişime bağılı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Subazlı vernik uygulan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki azalış; 150 °C/3 saat ısıtım işlem uygulamasında %21, 150 °C/6 saat uygulamasında %43, 180 °C/3 saat uygulamasında %39, 180 °C/6 saat uygulamasında %26 olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.6: Kestane'ye Ait Duncan Testi (Ra) Sonuçları**

	Sub 150/3	Sub 180/6	Sub 180/3	Sub 150/6	Sel 180/3	Pol Kont	Sent 180/6	Sel 150/3	Sel 180/6	Sel 150/6	Pol 180/3	Pol 150/6	Pol 150/3	Pol 180/6	Sel Kont	Sent 180/3	Sent 150/6	Sent 150/3	Sent Kont
<b>Sub Kont Rp</b>	1.642 1.238	2.035 1.486	3.008 1.632	3.348 1.734	3.946 1.813	3.991 1.875	4.195 1.928	4.197 1.981	4.210 2.017	4.391 2.052	4.531 2.087	4.772 2.114	5.230 2.140	5.268 2.163	5.293 2.145	5.577 2.211	6.204 2.233	6.233 2.251	7.184 2.269
<b>Sub 150/3 Rp</b>		0.393 1.238	1.366 1.486	1.706 1.632	2.304 1.734	2.349 1.813	2.553 1.875	2.555 1.928	2.568 1.981	2.749 2.017	2.889 2.052	3.130 2.087	3.588 2.114	3.626 2.140	3.651 2.163	3.935 2.145	4.562 2.211	4.591 2.233	5.542 2.251
<b>Sub 180/6 Rp</b>			0.973 1.238	1.313 1.486	1.911 1.632	1.956 1.734	2.160 1.813	2.162 1.875	2.175 1.928	2.356 1.981	2.496 2.017	2.737 2.052	3.195 2.087	3.233 2.114	3.258 2.140	3.542 2.163	4.169 2.145	4.198 2.211	5.149 2.233
<b>Sub 180/3 Rp</b>				0.340 1.238	0.938 1.486	0.983 1.632	1.187 1.734	1.189 1.813	1.202 1.875	1.383 1.928	1.523 1.981	1.764 2.017	2.222 2.052	2.260 2.087	2.285 2.114	2.569 2.140	3.196 2.163	3.225 2.145	4.176 2.211
<b>Sub 150/6 Rp</b>					0.598 1.238	0.643 1.486	0.847 1.632	0.849 1.734	0.862 1.813	1.043 1.875	1.183 1.928	1.424 1.981	1.882 2.017	1.920 2.052	1.945 2.087	2.229 2.114	2.856 2.140	2.885 2.163	3.836 2.145
<b>Sel 180/3 Rp</b>						0.045 1.238	0.249 1.486	0.251 1.632	0.264 1.734	0.445 1.813	0.585 1.875	0.826 1.928	1.284 1.981	1.322 2.017	1.347 2.052	1.631 2.087	2.258 2.114	2.287 2.140	3.238 2.163
<b>Pol Kont Rp</b>							0.204 1.238	0.206 1.486	0.219 1.632	0.400 1.734	0.540 1.813	0.781 1.875	1.239 1.928	1.277 1.981	1.302 2.017	1.586 2.052	2.213 2.087	2.242 2.114	3.193 2.140
<b>Sent 180/6 Rp</b>								0.002 1.238	0.015 1.486	0.196 1.632	0.336 1.734	0.577 1.813	1.035 1.875	1.073 1.928	1.098 1.981	1.382 2.017	2.009 2.052	2.038 2.087	2.989 2.114
<b>Sel 150/3 Rp</b>									0.013 1.238	0.194 1.486	0.334 1.632	0.575 1.734	1.033 1.813	1.071 1.875	1.096 1.928	1.380 1.981	2.007 2.017	2.036 2.052	2.987 2.087
<b>Sel 180/6 Rp</b>										0.181 1.238	0.321 1.486	0.562 1.632	1.020 1.734	1.058 1.813	1.083 1.875	1.367 1.928	1.994 1.981	2.023 2.017	2.974 2.052
<b>Sel 150/6 Rp</b>											0.140 1.238	0.381 1.486	0.839 1.632	0.877 1.734	0.902 1.813	1.186 1.875	1.813 1.928	1.842 1.981	2.793 2.017
<b>Pol 180/3 Rp</b>												0.241 1.238	0.699 1.486	0.737 1.632	0.762 1.734	1.046 1.813	1.673 1.875	1.702 1.928	2.653 1.981
<b>Pol 150/6 Rp</b>													0.458 1.238	0.496 1.486	0.521 1.632	0.805 1.734	1.432 1.813	1.461 1.875	2.412 1.928
<b>Pol 150/3 Rp</b>														0.038 1.238	0.063 1.486	0.347 1.632	0.974 1.734	1.003 1.813	1.954 1.875
<b>Pol 180/6 Rp</b>															0.025 1.238	0.309 1.486	0.936 1.632	0.965 1.734	1.916 1.813
<b>Sel Kont Rp</b>																0.284 1.238	0.911 1.486	0.940 1.632	1.891 1.734
<b>Sent 180/3 Rp</b>																	0.627 1.238	0.656 1.486	1.607 1.632
<b>Sent 150/6 Rp</b>																		0.029 1.238	0.980 1.486
<b>Sent 150/3 Rp</b>																			0.951 1.238

Çizelge 4.6 incelenirse su-bazlı vernik kontrol örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol arasında; su-bazlı vernik 150°C/3 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile su-bazlı vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol arasında; su-bazlı vernik 180°C/6 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol arasında; su-bazlı vernik 180°C/3 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile poliüretan vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol arasında; su-bazlı vernik 150°C/6 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol arasında; selülozik vernik 180°C/3 saat ve poliüretan vernik kontrol örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol arasında; sentetik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat ve selülozik vernik 180°C/6 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol arasında; selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat ve poliüretan vernik 180°C/6 saat

örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik kontrol arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

Limba'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Limba'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

**Çizelge 4.7:** Limba'ya Ait İstatistikî Veri (Ra) Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
2.378	3.063	2.442	2.609	3.232	1.775	2.011	1.725	1.884	2.280	3.439	2.556	2.760	2.693	2.067	5.794	2.756	4.740	3.297	3.638	ARİTMETİK ORTALAMA
0.522	1.387	0.323	0.242	0.710	0.933	0.805	0.574	0.913	1.207	0.867	0.478	0.420	1.282	0.443	1.007	0.608	3.701	0.665	0.628	STANDART SAPMA
0.273	1.923	0.104	0.058	0.504	0.870	0.647	0.329	0.833	1.457	0.752	0.228	0.177	1.643	0.197	1.014	0.370	13.700	0.442	0.395	VARYANS
21.966	45.273	13.232	9.267	21.955	52.559	40.009	33.255	48.441	52.937	25.218	18.700	15.230	47.591	21.455	17.380	22.060	78.088	20.167	17.267	VAR. KAT
3.400	4.620	3.050	3.110	4.740	3.780	3.440	2.670	4.270	5.370	4.880	3.230	3.350	6.240	2.780	8.120	3.680	15.140	4.390	4.780	MAX
1.610	1.370	1.970	2.270	2.610	0.710	1.080	1.000	1.180	1.350	2.170	1.850	2.020	1.820	1.380	4.380	1.680	2.560	2.470	2.360	MIN

**Çizelge 4.8:** Limba'ya Ait Varyans Analizi (Ra) Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	19	191.689	10.088	7.785	7.785	(%95) S*
Örnekler İçi	180	233.24	1.295	>	>	(%99) S**
Toplam	199	233.24		1.834	2.336	

$F_{\text{hesap}} = 31.893 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 31.893 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Limba'dan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için DUNCAN testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Limba'dan elde edilen yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri incelendiğinde, selülozik vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve sürdeki değişime bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Selülozik vernik uygulanan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %29, 150 °C/6 saat uygulamasında %3, 180 °C/3 saat uygulamasında %10, 180 °C/6 saat uygulamasında %36 olarak tespit edilmiştir.

Sentetik vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin ise, 150 °C/3 ve 180 °C/3 ve 180 °C/6 saat uygulamalarında arttığı, 150 °C/6 saat sıcaklık uygulamasında ise azaldığı tespit edilmiştir. Sentetik vernik uygulanan örneklerinin yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %13 artış, 150 °C/6 saat uygulamasında %3 azalma, 180 °C/3 saat uygulamasında %6 artış, 180 °C/6 saat uygulamasında %28 artış olarak tespit edilmiştir.

Poliüretan vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süredeki değişime bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Poliüretan vernik uygulan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki azalış; 150 °C/3 saat ısıtım uygulamasında %26, 150 °C/6 saat uygulamasında %20, 180 °C/3 saat uygulamasında %22, 180 °C/6 saat uygulamasında %40 olarak tespit edilmiştir.

Subazlı vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süredeki artışa bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Subazlı vernik uygulan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki azalış; 150 °C/3 saat ısıtım uygulamasında %52, 150 °C/6 saat uygulamasında %18, 180 °C/3 saat uygulamasında %41, 180 °C/6 saat uygulamasında %37 olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.9:** Limba'ya Ait Duncan Testi (Ra) Çizelgesi

	Sub 150/6	Sub 180/6	Pol Kont	Sub 180/3	Sel 180/6	Sel 150/3	Pol 150/6	Sub 150/3	Pol 180/3	Sel 180/3	Pol 150/3	Sel 150/6	Sel Kont	Sent 180/6	Pol 180/6	Sent 150/3	Sent 180/3	Sent Kont	Sent 150/6
<b>Sub Kont Rp</b>	1.054 1.008	2.156 1.209	2.355 1.328	2.497 1.411	2.562 1.476	2.731 1.526	3.034 1.569	3.038 1.613	3.101 1.641	3.185 1.670	3.238 1.699	3.352 1.721	3.416 1.742	3.514 1.760	3.727 1.746	3.783 1.800	3.910 1.818	4.019 1.832	4.069 1.847
<b>Sub 150/6 Rp</b>		1.102 1.008	1.301 1.209	1.443 1.328	1.508 1.411	1.677 1.476	1.980 1.526	1.984 1.569	2.047 1.613	2.131 1.641	2.184 1.670	2.298 1.699	2.362 1.721	2.460 1.742	2.673 1.760	2.729 1.746	2.856 1.800	2.965 1.818	3.015 1.832
<b>Sub 180/6 Rp</b>			0.199 1.008	0.341 1.209	0.406 1.328	0.575 1.411	0.878 1.476	0.882 1.526	0.945 1.569	1.029 1.613	1.082 1.641	1.196 1.670	1.260 1.699	1.358 1.721	1.571 1.742	1.627 1.760	1.754 1.746	1.863 1.800	1.913 1.818
<b>Pol Kont Rp</b>				0.142 1.008	0.207 1.209	0.376 1.328	0.679 1.411	0.683 1.476	0.746 1.526	0.830 1.569	0.883 1.613	0.997 1.641	1.061 1.670	1.159 1.699	1.372 1.721	1.428 1.742	1.555 1.760	1.664 1.746	1.714 1.800
<b>Sub 180/3 Rp</b>					0.065 1.008	0.234 1.209	0.537 1.328	0.541 1.411	0.604 1.476	0.688 1.526	0.741 1.569	0.855 1.613	0.919 1.641	1.017 1.670	1.230 1.699	1.286 1.721	1.413 1.742	1.522 1.760	1.572 1.746
<b>Sel 180/6 Rp</b>						0.169 1.008	0.472 1.209	0.476 1.328	0.539 1.411	0.623 1.476	0.676 1.526	0.790 1.569	0.854 1.613	0.952 1.641	1.165 1.670	1.221 1.699	1.348 1.721	1.457 1.742	1.507 1.760
<b>Sel 150/3 Rp</b>							0.303 1.008	0.307 1.209	0.370 1.328	0.454 1.411	0.507 1.476	0.621 1.526	0.685 1.569	0.783 1.613	0.996 1.641	1.052 1.670	1.179 1.699	1.288 1.721	1.338 1.742
<b>Pol 150/6 Rp</b>								0.004 1.008	0.067 1.209	0.151 1.328	0.204 1.411	0.318 1.476	0.382 1.526	0.480 1.569	0.693 1.613	0.749 1.641	0.876 1.670	0.985 1.699	1.035 1.721
<b>Sub 150/3 Rp</b>									0.063 1.008	0.147 1.209	0.200 1.328	0.314 1.411	0.378 1.476	0.476 1.526	0.689 1.569	0.745 1.613	0.872 1.641	0.981 1.670	1.031 1.699
<b>Pol 180/3 Rp</b>										0.084 1.008	0.137 1.209	0.251 1.328	0.315 1.411	0.413 1.476	0.626 1.526	0.682 1.569	0.809 1.613	0.918 1.641	0.968 1.670
<b>Sel 180/3 Rp</b>											0.053 1.008	0.167 1.209	0.231 1.328	0.329 1.411	0.542 1.476	0.598 1.526	0.725 1.569	0.834 1.613	0.884 1.641
<b>Pol 150/3 Rp</b>												0.114 1.008	0.178 1.209	0.276 1.328	0.489 1.411	0.545 1.476	0.672 1.526	0.781 1.569	0.831 1.613
<b>Sel 150/6 Rp</b>													0.064 1.008	0.162 1.209	0.375 1.328	0.431 1.411	0.558 1.476	0.667 1.526	0.717 1.569
<b>Sel Kont Rp</b>														0.098 1.008	0.311 1.209	0.367 1.328	0.494 1.411	0.603 1.476	0.653 1.526
<b>Sent 180/6 Rp</b>															0.213 1.008	0.269 1.209	0.396 1.328	0.505 1.411	0.555 1.476
<b>Pol 180/6 Rp</b>																0.056 1.008	0.183 1.209	0.292 1.328	0.342 1.411
<b>Sent 150/3 Rp</b>																	0.127 1.008	0.236 1.209	0.286 1.328
<b>Sent 180/3 Rp</b>																		0.109 1.008	0.159 1.209
<b>Sent Kont Rp</b>																			0.050 1.008

Çizelge 4.9 incelenirse ; su-bazlı vernik kontrol örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile su-bazlı vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat, arasında; su-bazlı vernik 150°C/6 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 180°C/6 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

İroko'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4. 10'de verilmiştir.

İroko 'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

**Çizelge 4.10: İroko'ya Ait İstatistikî Veri (Ra) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
2.009	2.756	2.791	3.795	6.298	1.424	1.470	1.121	2.669	2.848	3.737	2.626	2.991	3.566	2.647	4.637	3.734	4.892	3.764	3.642	ARİTMETİK ORTALAMA
0.365	0.595	1.358	1.109	1.581	0.475	0.356	0.264	0.441	0.838	0.886	0.782	0.508	0.742	0.840	0.650	0.868	0.960	0.676	0.486	STANDART SAPMA
0.134	0.354	1.845	1.231	2.499	0.225	0.127	0.070	0.194	0.703	0.786	0.611	0.258	0.550	0.706	0.422	0.753	0.922	0.457	0.237	VARYANS
18.193	21.599	48.664	29.232	25.103	33.340	24.230	23.551	16.507	29.432	23.718	29.764	16.969	20.800	31.732	14.016	23.241	19.625	17.953	13.353	VAR. KAT
2.670	3.950	5.350	5.110	8.690	2.320	2.100	1.510	3.190	4.750	4.970	4.060	3.890	4.550	4.540	5.610	5.250	6.780	4.880	4.490	MAX
1.480	1.940	1.480	1.990	3.880	0.630	0.960	0.640	1.780	2.020	2.640	1.640	2.270	2.340	1.300	3.160	2.400	3.630	2.560	2.880	MIN

**Çizelge 4.11: İroko'ya Ait Varyans Analizi (Ra) Çizelgeosu**

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	19	294.205	15.484	23.674	23.674	(%95) S*
Örnekler İçi	180	117.735	0.654	>	>	(%99) S**
Toplam	199	117.735		1834.000	2.336	

$F_{\text{hesap}} = 31.893 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 31.893 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Dişbudak'tan elde edilen ısıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için DUNCAN testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

İroko'dan elde edilen yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri incelendiğinde, selülozik vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve sürdeki değişime bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Selülozik vernik uygulanan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıl işlem uygulamasında %37, 150 °C/6 saat uygulamasında %39, 180 °C/3 saat uygulamasında %89, 180 °C/6 saat uygulamasında %213 olarak tespit edilmiştir.

Sentetik vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin ise, 150 °C/3, 180 °C/3 ve 180 °C/6 saat uygulamalarında arttığı, 150 °C/6 saat sıcaklık uygulamalarında ise azaldığı tespit edilmiştir. Sentetik vernik uygulanan örneklerinin yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıl işlem uygulamasında %3 artış, 150 °C/6 saat uygulamasında %21 azalma, 180 °C/3 saat uygulamasında %87 artış, 180 °C/6 saat uygulamasında %100 artış olarak tespit edilmiştir.

Poliüretan vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve süredeki değişime bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Poliüretan vernik uygulanan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki azalış; 150 °C/3 saat ısıl işlem uygulamasında %30, 150 °C/6 saat uygulamasında %20, 180 °C/3 saat uygulamasında %5, 180 °C/6 saat uygulamasında %29 olarak tespit edilmiştir.

Subazlı vernik uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin, 150 °C/3, 180 °C/3 ve 180 °C/6 saat uygulamalarında azaldığı, 150 °C/6 saat sıcaklık uygulamalarında ise arttığı tespit edilmiştir. Subazlı vernik uygulanan örneklerde yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki azalış; 150 °C/3 saat ısıl işlem uygulamasında %19, 150 °C/6 saat uygulamasında %5, 180 °C/3 saat uygulamasında %19, 180 °C/6 saat uygulamasında %21 olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.12: İroko'ya Ait Duncan Testi (Ra) Çizelgesi**

	Sub 150/6	Sub Kont	Sel 180/3	Sub 180/3	Pol Kont	Sub 150/3	Sub 180/6	Pol 180/3	Pol 150/6	Sent 180/6	Sel 150/6	Sel 150/3	Sent 180/ 3	Pol 180/6	Pol 150/3	Sel Kont	Sent 150/ 3	Sent Kont	Sent 150/ 6
Sel 180/6 Rp	1.406 0.716	1.661 0.859	2.503 0.944	2.534 1.003	2.561 1.049	2.564 1.084	2.656 1.115	2.732 1.146	3.307 1.166	3.450 1.187	3.507 1.207	3.542 1.222	3.629 1.238	3.651 1.251	3.672 1.240	4.289 1.279	4.828 1.292	4.874 1.302	5.177 1.312
Sub 150/6 Rp		0.255 0.716	1.097 0.859	1.128 0.944	1.155 1.003	1.158 1.049	1.250 1.084	1.326 1.115	1.901 1.146	2.044 1.166	2.101 1.187	2.136 1.207	2.223 1.222	2.245 1.238	2.266 1.251	2.883 1.240	3.422 1.279	3.468 1.292	3.771 1.302
Sub Kont Rp			0.842 0.716	0.873 0.859	0.900 0.944	0.903 1.003	0.995 1.049	1.071 1.084	1.646 1.115	1.789 1.146	1.846 1.166	1.881 1.187	1.968 1.207	1.990 1.222	2.011 1.238	2.628 1.251	3.167 1.240	3.213 1.279	3.516 1.292
Sel 180/3 Rp				0.031 0.716	0.058 0.859	0.061 0.944	0.153 1.003	0.229 1.049	0.804 1.084	0.947 1.115	1.004 1.146	1.039 1.166	1.126 1.187	1.148 1.207	1.169 1.222	1.786 1.238	2.325 1.251	2.371 1.240	2.674 1.279
Sub 180/3 Rp					0.027 0.716	0.030 0.859	0.122 0.944	0.198 1.003	0.773 1.049	0.916 1.084	0.973 1.115	1.008 1.146	1.095 1.166	1.117 1.187	1.138 1.207	1.755 1.222	2.294 1.238	2.340 1.251	2.643 1.240
Pol Kont Rp						0.003 0.716	0.095 0.859	0.171 0.944	0.746 1.003	0.889 1.049	0.946 1.084	0.981 1.115	1.068 1.146	1.090 1.166	1.111 1.187	1.728 1.207	2.267 1.222	2.313 1.238	2.616 1.251
Sub 150/3 Rp							0.092 0.716	0.168 0.859	0.743 0.944	0.886 1.003	0.943 1.049	0.978 1.084	1.065 1.115	1.087 1.146	1.108 1.166	1.725 1.187	2.264 1.207	2.310 1.222	2.613 1.238
Sub 180/6 Rp								0.076 0.716	0.651 0.859	0.794 0.944	0.851 1.003	0.886 1.049	0.973 1.084	0.995 1.115	1.016 1.146	1.633 1.166	2.172 1.187	2.218 1.207	2.521 1.222
Pol 180/3 Rp									0.575 0.716	0.718 0.859	0.775 0.944	0.810 1.003	0.897 1.049	0.919 1.084	0.940 1.115	1.557 1.146	2.096 1.166	2.142 1.187	2.445 1.207
Pol 150/6 Rp										0.143 0.716	0.200 0.859	0.235 0.944	0.322 1.003	0.344 1.049	0.365 1.084	0.982 1.115	1.521 1.146	1.567 1.166	1.870 1.187
Sent 180/6 Rp											0.057 0.716	0.092 0.859	0.179 0.944	0.201 1.003	0.222 1.049	0.839 1.084	1.378 1.115	1.424 1.146	1.727 1.166
Sel 150/6 Rp												0.035 0.716	0.122 0.859	0.144 0.944	0.165 1.003	0.782 1.049	1.321 1.084	1.367 1.115	1.670 1.146
Sel 150/3 Rp													0.087 0.716	0.109 0.859	0.130 0.944	0.747 1.003	1.286 1.049	1.332 1.084	1.635 1.115
Sent 180/ 3 Rp														0.022 0.716	0.043 0.859	0.660 0.944	1.199 1.003	1.245 1.049	1.548 1.084
Pol 180/6 Rp															0.021 0.716	0.638 0.859	1.177 0.944	1.223 1.003	1.526 1.049
Pol 150/3 Rp																0.617 0.716	1.156 0.859	1.202 0.944	1.505 1.003
Sel Kont Rp																	0.539 0.716	0.585 0.859	0.888 0.944
Sent 150/ 3 Rp																		0.046 0.716	0.349 0.859
Sent Kont Rp																			0.303 0.716

Çizelge 4.12 incelenirse selülozik vernik 180°C/6 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile su-bazlı vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 150°C/6 saat ve su-bazlı vernik kontrol örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat arasında; selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat ve poliüretan vernik 180°C/3 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat arasında; poliüretan vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat ve poliüretan vernik 150°C/3 saat örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile sentetik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

#### **4.1.2. Yüzey Pürüzlülük (Ry) Değerleri**

Dişbudak'tan elde edilen ısıtım işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ry) değerleri ısıtım işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Kestane'den elde edilen ısıtım işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ry) değerleri ısıtım işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Limba'dan elde edilen ısıtım işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ry) değerleri ısıtım işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.15'de verilmiştir.

İroko'dan elde edilen ısıtım işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Ry) değerleri ısıtım işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.16'da verilmiştir.

**Çizelge 4.13: Dişbudak'a Ait İstatistiki Veri (Ry) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
24.312	32.223	38.463	40.913	36.213	24.015	21.260	19.135	25.019	30.854	33.346	28.237	28.413	21.602	26.795	66.463	28.317	36.672	42.066	32.668	ARİTMETİK ORTALAMA
11.134	11.769	10.336	5.574	10.056	20.093	15.282	10.656	10.435	14.454	5.772	8.175	12.941	8.595	10.902	13.618	4.262	6.101	15.613	9.442	STANDART SAPMA
123.966	138.499	106.837	31.064	101.122	403.711	233.531	113.543	108.898	208.926	33.317	66.838	167.463	73.868	118.858	185.462	18.163	37.224	243.767	89.146	VARYANS
45.796	36.522	26.873	13.623	27.769	83.667	71.880	55.687	41.710	46.847	17.310	28.953	45.545	39.786	40.687	20.490	15.050	16.637	37.116	28.902	VAR. KAT
48.600	47.540	55.110	51.460	48.910	77.380	57.720	42.480	47.140	57.850	42.160	44.260	58.110	43.550	53.510	89.100	38.290	47.600	61.610	52.120	MAX
11.100	8.860	25.290	34.860	15.070	8.190	7.470	7.950	13.630	15.890	25.870	19.150	19.010	14.630	17.420	42.130	21.670	27.730	15.670	14.440	MIN

**Çizelge 4.14:** Kestane'ye Ait İstatistikî Veri (Ry) Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
29.393	46.836	36.430	40.804	47.031	9.939	20.510	21.027	29.110	36.723	39.450	21.995	26.268	29.697	22.588	71.755	42.266	47.132	35.867	28.231	ARİTMETİK ORTALAMA
15.967	7.769	4.666	12.444	14.966	4.733	8.761	12.266	18.119	24.166	11.069	6.190	6.466	13.572	6.421	33.906	12.038	10.818	9.854	9.093	STANDART SAPMA
254.953	60.359	21.772	154.845	223.986	22.406	76.763	150.446	328.303	583.987	122.518	38.314	41.805	184.192	41.234	1149.602	144.910	117.038	97.094	82.680	VARYANS
54.323	16.588	12.808	30.496	31.822	47.625	42.718	58.333	62.244	65.806	28.058	28.142	24.614	45.701	28.428	47.252	28.481	22.953	27.473	32.209	VAR. KAT
64.980	59.090	45.260	64.810	68.770	19.970	34.240	40.850	75.620	80.880	63.710	35.560	34.200	63.670	34.290	128.400	65.410	61.690	49.100	36.760	MAX
15.290	30.750	30.090	20.460	24.130	4.360	11.650	8.070	14.300	4.400	25.000	14.870	15.710	17.050	14.080	33.860	24.000	28.780	23.200	5.200	MIN

**Çizelge 4.15: Limba'ya Ait İstatistikî Veri (Ry) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
21.370	31.968	26.492	24.222	42.391	23.497	22.732	17.757	20.381	29.050	32.937	25.492	28.275	32.359	20.124	52.969	29.516	27.554	36.061	41.312	ARİTMETİK ORTALAMA
5.397	16.131	6.411	5.628	25.769	19.478	13.536	7.166	10.087	20.618	9.300	6.877	6.822	27.299	5.900	16.282	21.287	10.445	15.507	26.751	STANDART SAPMA
29.124	260.219	41.099	31.679	664.039	379.402	183.224	51.358	101.745	425.097	86.490	47.298	46.534	745.227	34.807	265.102	453.138	109.098	240.481	715.594	VARYANS
25.253	50.461	24.199	23.237	60.789	82.897	59.546	40.358	49.491	70.974	28.236	26.979	24.126	84.362	29.317	30.739	72.120	37.907	43.003	64.753	VAR. KAT
27.280	67.260	35.810	33.010	108.000	73.230	59.370	35.570	45.920	81.610	45.780	35.660	43.310	108.200	32.120	87.350	77.920	39.830	75.800	98.300	MAX
11.770	9.160	14.400	15.240	17.900	6.900	12.980	7.290	9.460	11.740	22.760	17.140	20.170	16.390	12.290	35.230	15.310	3.680	20.470	16.580	MİN

**Çizelge 4.16: İroko'ya Ait İstatistikî Veri (Ry) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
17.639	23.701	26.027	37.423	78.274	18.096	15.526	11.936	27.550	52.488	36.167	21.667	37.519	31.074	26.943	50.430	34.510	37.023	32.136	28.193	ARİTMETİK ORTALAMA
4.365	10.062	13.392	12.185	24.792	7.239	5.605	4.252	7.465	38.425	13.066	4.753	14.402	5.899	11.107	19.645	14.166	8.221	7.374	4.727	STANDART SAPMA
19.051	101.244	179.357	148.485	614.642	52.397	31.418	18.084	55.732	1476.479	170.724	22.586	207.422	34.804	123.376	385.907	200.675	67.584	54.379	22.349	VARYANS
24.745	42.454	51.456	32.561	31.673	40.001	36.102	35.627	27.098	73.207	36.127	21.934	38.386	18.985	41.226	38.954	41.049	22.205	22.947	16.768	VAR. KAT
26.160	45.760	51.930	53.640	121.300	28.830	23.290	21.600	40.150	115.900	65.050	29.210	63.160	40.770	48.750	97.870	58.280	47.170	42.500	35.810	MAX
10.600	15.160	10.750	22.160	40.240	10.670	6.790	6.610	16.730	13.020	22.680	16.970	18.290	19.640	10.850	32.510	14.850	24.520	18.140	22.880	MİN

### **4.1.3. Yüzey Pürüzlülük (Rz) Değerleri**

Dişbudak'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Rz)değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Kestane'den elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Rz) değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Limba'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Rz)değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.19'de verilmiştir.

İroko'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Rz) değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.20'de verilmiştir.

**Çizelge 4.17: Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri (Rz) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
14.218	18.702	21.596	23.800	23.276	11.245	10.233	9.421	13.122	17.130	23.291	18.801	18.208	14.285	17.632	44.111	18.924	20.963	26.200	20.935	ARİTMETİK ORTALAMA
5.303	7.164	4.326	3.596	5.050	5.184	6.368	3.711	3.463	6.790	3.767	3.401	5.994	6.532	4.377	10.182	4.173	2.638	10.221	4.996	STANDART SAPMA
28.125	51.323	18.713	12.932	25.503	26.874	40.553	13.773	11.996	46.108	14.191	11.564	35.926	42.664	19.162	103.681	17.418	6.957	104.473	24.957	VARYANS
37.300	38.306	20.031	15.110	21.697	46.101	62.231	39.393	26.395	39.640	16.174	18.087	32.919	45.725	24.827	23.084	22.054	12.582	39.012	23.863	VAR. KAT
27.180	33.860	27.150	28.360	30.780	22.080	24.720	15.830	18.190	32.520	32.900	25.780	29.670	27.270	26.850	57.990	26.040	25.130	41.680	30.660	MAX
9.230	6.970	13.640	17.450	15.720	5.230	4.450	5.790	8.400	9.910	19.760	14.700	12.940	3.030	12.780	29.450	13.920	17.800	10.910	10.800	MIN

**Çizelge 4.18: Kestane'ye Ait Varyans Analizi (Rz) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
16.114	25.142	24.483	28.295	27.956	4.618	10.326	11.138	13.893	20.919	25.407	15.860	18.011	20.485	15.527	42.468	30.484	27.017	24.839	19.995	ARİTMETİK ORTALAMA
4.587	3.703	4.915	14.141	6.095	1.427	3.578	4.711	6.526	9.066	4.828	2.081	3.480	5.146	3.390	12.851	4.867	5.015	4.466	6.491	STANDART SAPMA
21.041	13.709	24.159	199.959	37.144	2.038	12.804	22.196	42.586	82.188	23.309	4.330	12.111	26.479	11.494	165.148	23.683	25.154	19.945	42.129	VARYANS
28.466	14.726	20.076	49.976	21.801	30.911	34.653	42.299	46.972	43.338	19.002	13.120	19.322	25.120	21.835	30.260	15.964	18.564	17.980	32.462	VAR. KAT
25.600	32.070	32.280	64.810	39.860	6.770	14.900	22.100	30.410	33.970	36.490	18.930	23.710	29.590	21.710	60.000	37.190	33.490	32.350	28.900	MAX
12.010	19.260	19.060	13.840	17.900	2.210	5.250	5.490	8.080	6.600	17.870	12.270	13.220	13.300	10.960	21.330	20.180	17.790	18.690	4.270	MIN

**Çizelge 4.19:** Limba'ya Ait İstatistikî Veri (Rz) Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
13.172	21.272	16.855	14.561	19.992	10.948	12.912	10.719	11.133	16.815	20.700	16.871	16.687	17.761	14.245	35.508	16.783	19.184	21.552	21.356	ARİTMETİK ORTALAMA
2.365	10.881	3.728	2.105	7.746	7.535	4.803	3.734	3.646	11.115	3.941	3.536	2.898	8.743	2.838	11.179	6.728	6.465	5.307	6.132	STANDART SAPMA
5.594	118.393	13.902	4.433	60.003	56.771	23.068	13.945	13.295	123.550	15.532	12.505	8.399	76.446	8.054	124.977	45.266	41.795	28.163	37.597	VARYANS
17.956	51.151	22.121	14.460	38.746	68.822	37.197	34.838	32.751	66.104	19.039	20.960	17.368	49.228	19.922	31.484	40.088	33.699	24.624	28.712	VAR. KAT
15.790	40.630	23.800	19.290	36.940	30.580	21.760	19.130	19.590	44.280	27.300	23.750	23.340	41.750	19.580	65.390	32.690	25.350	30.250	32.410	MAX
9.060	7.810	11.640	12.430	7.410	3.720	7.060	4.770	6.830	7.330	14.610	11.250	13.090	11.820	9.310	26.870	12.220	2.750	15.410	13.590	MIN

**Çizelge 4.20: İroko'ya Ait İstatistikî Veri (Rz) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
11.655	16.143	16.102	22.160	42.598	9.523	8.591	6.493	17.247	21.512	22.662	15.652	21.446	23.090	17.726	28.284	22.111	26.616	23.397	17.726	ARİTMETİK ORTALAMA
2.040	5.048	6.938	6.825	12.037	2.777	2.353	1.332	3.531	9.758	4.615	3.988	4.853	4.547	5.600	5.529	6.394	5.919	4.767	5.600	STANDART SAPMA
4.163	25.478	48.131	46.584	144.888	7.713	5.537	1.773	12.471	95.211	21.298	15.908	23.549	20.671	31.358	30.566	40.878	35.036	22.727	31.358	VARYANS
17.507	31.268	43.086	30.800	28.257	29.164	27.389	20.508	20.476	45.359	20.364	25.482	22.628	19.691	31.591	19.547	28.916	22.239	20.376	31.591	VAR. KAT
15.500	25.960	29.090	32.970	61.790	13.620	12.530	8.000	21.410	39.130	32.330	21.650	26.160	28.820	25.980	41.900	31.550	37.500	31.770	25.980	MAX
8.620	10.120	8.660	11.760	22.550	5.120	5.170	4.280	10.580	10.280	16.430	11.530	13.220	15.210	7.580	23.040	11.980	20.370	14.230	7.580	Min

#### **4.1.4. Yüzey Pürüzlülük (Rq) Değerleri**

Dişbudak'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Rq)değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Kestane'den elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Rq) değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Limba'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Rq) değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.23'de verilmiştir.

İroko'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin yüzey pürüzlülük (Rq)değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.24'de verilmiştir.

**Çizelge 4.21: Dişbudak'a Ait İstatistiki Veri (Rq) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
3.133	4.415	4.905	5.356	5.314	3.204	2.563	2.368	3.258	3.693	5.037	4.234	4.179	3.308	3.886	10.425	4.221	4.801	6.391	4.868	ARİTMETİK ORTALAMA
1.042	1.439	0.934	0.789	1.156	1.687	1.536	0.777	0.695	1.155	0.915	1.038	1.451	0.984	0.724	2.504	0.915	0.510	2.721	1.029	STANDART SAPMA
1.085	2.072	0.872	0.622	1.335	2.847	2.361	0.604	0.483	1.335	0.838	1.077	2.104	0.969	0.524	6.272	0.838	0.261	7.401	1.060	VARYANS
33.246	32.600	19.040	14.730	21.746	52.659	59.945	32.820	21.342	31.284	18.173	24.510	34.713	29.761	18.632	24.023	21.689	10.632	42.569	21.148	VAR. KAT
5.520	7.050	6.480	6.760	7.160	7.000	5.620	4.000	4.150	5.590	6.380	6.800	6.980	5.570	5.150	13.260	5.660	5.740	10.610	6.820	MAX
2.110	1.730	3.420	4.070	3.450	1.240	0.930	1.490	2.290	2.230	3.780	3.180	2.690	2.010	2.830	6.600	3.030	4.020	2.470	2.630	MIN

**Çizelge 4.22: Kestane'ye Ait Varyans Analizi (Rq) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
3.793	5.740	5.118	8.009	5.432	0.960	2.486	2.483	3.635	5.340	5.423	3.419	3.982	4.446	3.413	10.828	7.882	6.181	6.094	6.982	ARİTMETİK ORTALAMA
1.440	1.114	0.837	7.900	0.867	0.318	0.920	0.997	2.506	2.568	1.278	0.521	0.623	1.549	0.912	3.889	1.155	1.083	0.982	5.100	STANDART SAPMA
2.074	1.241	0.701	62.408	0.752	0.101	0.845	0.995	6.281	6.595	1.633	0.271	0.388	2.400	0.831	15.121	1.333	1.173	0.964	26.010	VARYANS
37.971	19.405	16.353	98.637	15.966	33.141	36.987	40.171	68.948	48.091	23.563	15.237	15.633	34.846	26.717	35.912	14.650	17.519	16.113	73.045	VAR. KAT
7.180	8.170	6.650	30.200	6.650	1.620	3.570	4.700	10.300	8.970	8.560	4.360	4.950	8.100	5.370	16.630	9.110	7.380	7.830	21.140	MAX
2.510	3.750	4.170	3.320	4.000	0.470	1.390	1.270	1.940	1.410	3.830	2.640	3.010	2.800	2.710	5.210	5.080	4.260	4.850	3.320	MIN

**Çizelge 4.23:** Limba'ya Ait İstatistikî Veri (Rq) Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
3.256	4.471	3.625	3.576	4.696	2.752	2.984	2.458	2.878	3.729	4.730	3.430	3.889	3.877	2.844	7.845	3.807	6.235	4.556	5.302	ARİTMETİK ORTALAMA
0.720	2.061	0.619	0.373	1.147	1.610	1.102	0.780	1.375	2.219	1.208	0.736	0.621	2.486	0.625	1.695	1.043	4.627	0.807	1.485	STANDART SAPMA
0.518	4.247	0.383	0.139	1.316	2.593	1.215	0.608	1.892	4.924	1.459	0.542	0.386	6.180	0.390	2.875	1.088	21.406	0.651	2.206	VARYANS
22.100	46.093	17.069	10.442	24.426	58.517	36.943	31.734	47.794	59.504	25.533	21.459	15.971	64.120	21.961	21.612	27.397	74.204	17.714	28.012	VAR. KAT
4.310	7.940	4.740	4.370	7.450	6.470	5.030	4.020	6.470	9.370	6.660	4.690	5.230	10.850	3.870	12.070	5.980	19.180	5.800	7.940	MAX
1.980	1.830	2.810	3.120	3.430	0.960	1.680	1.310	1.680	2.040	2.960	2.400	3.210	2.350	1.900	5.870	2.460	3.300	3.340	3.110	MIN

**Çizelge 4.24: İroko'ya Ait İstatistikî Veri (Rq) Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
2.751	3.742	3.970	5.279	10.496	2.752	2.984	2.458	4.026	4.894	4.730	3.430	3.889	4.844	3.793	7.845	3.807	6.235	5.111	4.768	ARİTMETİK ORTALAMA
0.521	0.967	1.825	1.437	2.974	1.610	1.102	0.780	0.806	1.997	1.208	0.736	0.621	0.876	1.182	1.695	1.043	4.627	0.976	0.758	STANDART SAPMA
0.271	0.935	3.331	2.066	8.848	2.593	1.215	0.608	0.650	3.989	1.459	0.542	0.386	0.768	1.398	2.875	1.088	21.406	0.953	0.575	VARYANS
18.922	25.834	45.975	27.225	28.339	58.517	36.943	31.734	20.025	40.810	25.533	21.459	15.971	18.095	31.174	21.612	27.397	74.204	19.104	15.906	VAR. KAT
3.810	5.650	7.620	6.990	14.290	6.470	5.030	4.020	5.420	9.100	6.660	4.690	5.230	5.990	6.070	12.070	5.980	19.180	6.440	6.160	MAX
2.000	2.380	2.400	3.180	5.480	0.960	1.680	1.310	2.570	2.780	2.960	2.400	3.210	3.250	1.730	5.870	2.460	3.300	3.200	3.630	MIN

## **4.2. PARLAKLIK ÖLÇÜMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR**

Dişbudak'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Dişbudak'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

**Çizelge 4.25: Dişbudak'a Ait İstatistikî Veri Çizelgesi**

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
16,842	22,506	11,543	6,669	1,922	8,378	16,691	7,404	2,240	0,754	14,559	17,869	13,704	4,980	2,906	14,578	15,160	14,489	3,699	2,722	ARİTMETİK ORTALAMA
0,744	2,617	1,508	4,279	0,477	0,724	3,090	1,694	1,147	0,064	1,449	1,402	1,610	2,062	0,686	0,208	2,460	2,719	0,698	0,298	STANDART SAPMA
0,554	6,848	2,274	18,308	0,228	0,524	9,551	2,870	1,315	0,004	2,100	1,966	2,591	4,251	0,470	0,043	6,053	7,393	0,488	0,089	VARYANS
4,420	11,627	13,064	64,160	24,829	8,640	18,516	22,879	51,194	8,554	9,954	7,847	11,746	41,400	23,600	1,423	16,228	18,766	18,876	10,960	VAR. KAT
17,700	25,800	13,260	12,270	2,610	9,340	19,850	8,970	4,130	0,850	15,780	19,240	15,440	7,750	3,870	14,880	17,570	16,760	4,830	3,100	MAX
15,530	16,950	9,250	2,230	1,230	7,630	11,280	4,150	0,740	0,640	10,970	14,470	10,760	2,270	1,860	14,240	11,400	9,060	2,630	2,380	MIN

**Çizelge 4.26:** Dişbudak'a Ait Varyans Analizi Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	19	8141,39	428,4942	126,1788	126,1788	
Örnekler İçi	180	611,2671	3,395929	>	>	(%95) S*
Toplam	199	611,2671		1.834	2,336	(%99) S**

$F_{\text{hesap}} = 126,1788 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 126,1788 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Dişbudak'tan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için Duncan testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Dişbudak'tan elde edilen parlaklık değerleri incelendiğinde, uygulanan tüm vernik türlerinde (selülozik, sentetik, poliüretan, subazlı vernik) örneklerin parlaklık değerlerinin, 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında arttığı diğer tüm süre ve sıcaklıklarda, sıcaklık ve sürenin değişmesine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Selülozik vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %34 artma; 150 °C/6 saat uygulamasında %31, 180 °C/3 saat uygulamasında %60, 180 °C/6 saat uygulamasında %89 azalma olarak tespit edilmiştir. Sentetik vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %99 artma; 150 °C/6 saat uygulamasında %12, 180 °C/3 saat uygulamasında %73, 180 °C/6 saat uygulamasında %91 azalma olarak tespit edilmiştir. Poliüretan vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %23 artma; 150 °C/6 saat uygulamasında %6, 180 °C/3 saat uygulamasında %66, 180 °C/6 saat uygulamasında %80 azalma olarak tespit edilmiştir. Subazlı vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %4 artma; 150 °C/6 saat uygulamasında %1, 180 °C/3 saat uygulamasında %75, 180 °C/6 saat uygulamasında %81 azalma olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.27: Dışbudak'a Ait Duncan Testi Çizelgesi**

	Pol 150/3	Sel Kont	Sent 150/ 3	Sub 150/3	Sub Kont	Pol Kont	Sub 150/6	Pol 150/6	Sel 150/6	Sent Kont	Sent 150/ 6	Sel 180/3	Pol 180/3	Sub 180/3	Pol 180/6	Sub 180/6	Sent 180/ 3	Sel 180/6	Sent 180/6
Sel 150/3 Rp	4,637 1,631689	5,664 1,958026	5,815 2,150333	7,346 2,284364	7,928 2,389258	7,947 2,470843	8,017 2,540772	8,802 2,610702	10,963 2,657322	14,128 2,703941	15,102 2,750561	15,837 2,785526	17,526 2,82049	18,807 2,849628	19,6 2,826318	19,784 2,91373	20,266 2,942867	20,584 2,966177	21,752 2,989487
Pol 150/3 Rp		1,027 1,631689	1,178 1,958026	2,709 2,150333	3,291 2,284364	3,31 2,389258	3,38 2,470843	4,165 2,540772	6,326 2,610702	9,491 2,657322	10,465 2,703941	11,2 2,750561	12,889 2,785526	14,17 2,82049	14,963 2,849628	15,147 2,826318	15,629 2,91373	15,947 2,942867	17,115 2,966177
Sel Kont Rp			0,151 1,631689	1,682 1,958026	2,264 2,150333	2,283 2,284364	2,353 2,389258	3,138 2,470843	5,299 2,540772	8,464 2,610702	9,438 2,657322	10,173 2,703941	11,862 2,750561	13,143 2,785526	13,936 2,82049	14,12 2,849628	14,602 2,826318	14,92 2,91373	16,088 2,942867
Sent 150/ 3 Rp				1,531 1,631689	2,113 1,958026	2,132 2,150333	2,202 2,284364	2,987 2,389258	5,148 2,470843	8,313 2,540772	9,287 2,610702	10,022 2,657322	11,711 2,703941	12,992 2,750561	13,785 2,785526	13,969 2,82049	14,451 2,849628	14,769 2,826318	15,937 2,91373
Sub 150/3 Rp					0,582 1,631689	0,601 1,958026	0,671 2,150333	1,456 2,284364	3,617 2,389258	6,782 2,470843	7,756 2,540772	8,491 2,610702	10,18 2,657322	11,461 2,703941	12,254 2,750561	12,438 2,785526	12,92 2,82049	13,238 2,849628	14,406 2,826318
Sub Kont Rp						0,019 1,631689	0,089 1,958026	0,874 2,150333	3,035 2,284364	6,2 2,389258	7,174 2,470843	7,909 2,540772	9,598 2,610702	10,879 2,657322	11,672 2,703941	11,856 2,750561	12,338 2,785526	12,656 2,82049	13,824 2,849628
Pol Kont Rp							0,07 1,631689	0,855 1,958026	3,016 2,150333	6,181 2,284364	7,155 2,389258	7,89 2,470843	9,579 2,540772	10,86 2,610702	11,653 2,657322	11,837 2,703941	12,319 2,750561	12,637 2,785526	13,805 2,82049
Sub 150/6 Rp							0,785 1,631689	2,946 1,958026	6,111 2,150333	7,085 2,284364	7,82 2,389258	9,509 2,470843	10,79 2,540772	11,583 2,610702	11,767 2,657322	12,249 2,703941	12,567 2,750561	13,735 2,785526	
Pol 150/6 Rp								2,161 1,631689	5,326 1,958026	6,3 2,150333	7,035 2,284364	8,724 2,389258	10,005 2,470843	10,798 2,540772	10,982 2,610702	11,464 2,657322	11,782 2,703941	12,95 2,750561	
Sel 150/6 Rp										3,165 1,631689	4,139 1,958026	4,874 2,150333	6,563 2,284364	7,844 2,389258	8,637 2,470843	8,821 2,540772	9,303 2,610702	9,621 2,657322	10,789 2,703941
Sent Kont Rp										0,974 1,631689	1,709 1,958026	3,398 2,150333	4,679 2,284364	5,472 2,389258	5,656 2,470843	6,138 2,540772	6,456 2,610702	7,624 2,657322	
Sent 150/ 6 Rp											0,735 1,631689	2,424 1,958026	3,705 2,150333	4,498 2,284364	4,682 2,389258	5,164 2,470843	5,482 2,540772	6,65 2,610702	
Sel 180/3 Rp													1,689 1,631689	2,97 1,958026	3,763 2,150333	3,947 2,284364	4,429 2,389258	4,747 2,470843	5,915 2,540772
Pol 180/3 Rp														1,281 1,631689	2,074 1,958026	2,258 2,150333	2,74 2,284364	3,058 2,389258	4,226 2,470843
Sub 180/3 Rp														0,793 1,631689	0,977 1,958026	1,459 2,150333	1,777 2,284364	2,945 2,389258	
Pol 180/6 Rp																0,184 1,631689	0,666 1,958026	0,984 2,150333	2,152 2,284364
Sub 180/6 Rp																	0,482 1,631689	0,8 1,958026	1,968 2,150333
Sent 180/ 3 Rp																		0,318 1,631689	1,486 1,958026
Sel 180/6 Rp																			1,168 1,631689

Çizelge 4.27 incelenirse selülozik vernik 150°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik kontrol, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; poliüretan vernik 150°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik kontrol, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; selülozik vernik kontrol örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik kontrol, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; sentetik vernik 150°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik kontrol, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile selülozik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik kontrol, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; selülozik vernik 150°C/6 saat ve sentetik vernik kontrol örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat,

poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; sentetik vernik kontrol ve sentetik vernik 150°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; selülozik vernik 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; poliüretan vernik 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile poliüretan vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernik 180°C/6 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

Kestane'den elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Kestane'den elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

**Çizelge 4.28:** Kestane'ye Ait İstatistikî Veri Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
11,876	23,229	17,381	11,706	7,482	8,455	16,834	13,307	6,459	2,245	8,759	16,607	18,392	13,637	4,641	16,065	20,046	18,578	9,966	4,732	ARİTMETİK ORTALAMA
0,772	0,610	1,703	3,741	1,616	0,286	0,967	1,101	2,721	1,133	0,848	1,005	0,462	0,553	0,804	0,728	1,231	1,382	3,097	0,913	STANDART SAPMA
0,597	0,372	2,899	13,998	2,610	0,082	0,936	1,211	7,405	1,283	0,718	1,010	0,214	0,306	0,647	0,530	1,516	1,910	9,593	0,834	VARYANS
6,504	2,626	9,796	31,962	21,593	3,377	5,746	8,270	42,131	50,463	9,677	6,053	2,512	4,054	17,329	4,530	6,141	7,439	31,078	19,302	VAR. KAT
12,870	23,910	19,680	15,000	9,670	8,810	18,480	14,510	10,130	3,780	10,150	18,390	19,090	14,310	5,870	17,850	21,180	20,340	13,550	5,740	MAX
10,740	21,950	15,310	5,930	5,570	8,010	15,640	10,940	2,970	0,930	7,270	15,210	17,720	12,880	3,810	15,270	17,540	16,560	5,110	3,290	MIN

**Çizelge 4.29:** Kestane'ye Ait Varyans Analizi Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	19	6445,746	339,2498	139,4077	139,4077	(%95) S*
Örnekler İçi	180	438,0317	2,433509	>	>	(%99) S**
Toplam	199	438,0317		1.834	2,336	(%99) S**

$F_{\text{hesap}} = 126,1788 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 126,1788 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Kestane'den elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için DUNCAN testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Kestane'den elde edilen parlaklık değerleri incelendiğinde, uygulanan tüm vernik türlerinde (selülozik, sentetik, poliüretan, subazlı vernik) örneklerin parlaklık değerlerinin, 150 °C/3 ve 150 °C/6 saat ısıtma işlemi uygulamasında arttığı diğer tüm süre ve sıcaklıklarda, (poliüretan vernik hariç) sıcaklık ve sürenin değişmesine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Selülozik vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %96 ve 150 °C/6 saat uygulamasında %46 artma; 180 °C/3 saat uygulamasında %1, 180 °C/6 saat uygulamasında %37 azalma olarak tespit edilmiştir. Sentetik vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %99 ve 150 °C/6 saat uygulamasında %57 artma; 180 °C/3 saat uygulamasında %24, 180 °C/6 saat uygulamasında %73 azalma olarak tespit edilmiştir. Poliüretan vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %99, 150 °C/6 saat uygulamasında %57, 180 °C/3 saat uygulamasında %56 artma; 180 °C/6 saat uygulamasında %47 azalma olarak tespit edilmiştir. Subazlı vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki değişim; 150 °C/3 saat ısıtma işlemi uygulamasında %25 ve 150 °C/6 saat uygulamasında %16 artma; 180 °C/3 saat uygulamasında %38, 180 °C/6 saat uygulamasında %71 azalma olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.30: Kestane'ye Ait Duncan Testi Çizelgesi**

	Sub 150/3	Sub 150/6	Pol 150/6	Sel 150/6	Sent 150/3	Pol 150/3	Sub Kont	Pol 180/3	Sent 150/6	Sel Kont	Sel 180/3	Sub 180/3	Pol Kont	Sent Kont	Sel 180/6	Sent 180/3	Sub 180/6	Pol 180/6	Sent 180/6
Sel 150/3 Rp	3,183 1,381257	4,651 1,657509	4,837 1,8203	5,848 1,93376	6,395 2,022555	6,622 2,091618	7,164 2,150815	9,592 2,210011	9,922 2,249476	11,353 2,28894	11,523 2,328405	13,263 2,358003	14,47 2,387602	14,774 2,412267	15,747 2,392535	16,77 2,466531	18,497 2,491196	18,588 2,510928	20,984 2,53066
Sub 150/3 Rp		1,468 1,381257	1,654 1,657509	2,665 1,8203	3,212 1,93376	3,439 2,022555	3,981 2,091618	6,409 2,150815	6,739 2,210011	8,17 2,249476	8,34 2,28894	10,08 2,328405	11,287 2,358003	11,591 2,387602	12,564 2,412267	13,587 2,392535	15,314 2,466531	15,405 2,491196	17,801 2,510928
Sub 150/6 Rp			0,186 1,381257	1,197 1,657509	1,744 1,8203	1,971 1,93376	2,513 2,022555	4,941 2,091618	5,271 2,150815	6,702 2,210011	6,872 2,249476	8,612 2,28894	9,819 2,328405	10,123 2,358003	11,096 2,387602	12,119 2,412267	13,846 2,392535	13,937 2,466531	16,333 2,491196
Pol 150/6 Rp				1,011 1,381257	1,558 1,657509	1,785 1,8203	2,327 1,93376	4,755 2,022555	5,085 2,091618	6,516 2,150815	6,686 2,210011	8,426 2,249476	9,633 2,28894	9,937 2,328405	10,91 2,358003	11,933 2,387602	13,66 2,412267	13,751 2,392535	16,147 2,466531
Sel 150/6 Rp					0,547 1,381257	0,774 1,657509	1,316 1,8203	3,744 1,93376	4,074 2,022555	5,505 2,091618	5,675 2,150815	7,415 2,210011	8,622 2,249476	8,926 2,28894	9,899 2,328405	10,922 2,358003	12,649 2,387602	12,74 2,412267	15,136 2,392535
Sent 150/3 Rp						0,227 1,381257	0,769 1,657509	3,197 1,8203	3,527 1,93376	4,958 2,022555	5,128 2,091618	6,868 2,150815	8,075 2,210011	8,379 2,249476	9,352 2,28894	10,375 2,328405	12,102 2,358003	12,193 2,387602	14,589 2,412267
Pol 150/3 Rp							0,542 1,381257	2,97 1,657509	3,3 1,8203	4,731 1,93376	4,901 2,022555	6,641 2,091618	7,848 2,150815	8,152 2,210011	9,125 2,249476	10,148 2,28894	11,875 2,328405	11,966 2,358003	14,362 2,387602
Sub Kont Rp								2,428 1,381257	2,758 1,657509	4,189 1,8203	4,359 1,93376	6,099 2,022555	7,306 2,091618	7,61 2,150815	8,583 2,210011	9,606 2,249476	11,333 2,28894	11,424 2,328405	13,82 2,358003
Pol 180/3 Rp									0,33 1,381257	1,761 1,657509	1,931 1,8203	3,671 1,93376	4,878 2,022555	5,182 2,091618	6,155 2,150815	7,178 2,210011	8,905 2,249476	8,996 2,28894	11,392 2,328405
Sent 150/6 Rp										1,431 1,381257	1,601 1,657509	3,341 1,8203	4,548 1,93376	4,852 2,022555	5,825 2,091618	6,848 2,150815	8,575 2,210011	8,666 2,249476	11,062 2,28894
Sel Kont Rp											0,17 1,381257	1,91 1,657509	3,117 1,8203	3,421 1,93376	4,394 2,022555	5,417 2,091618	7,144 2,150815	7,235 2,210011	9,631 2,249476
Sel 180/3 Rp												1,74 1,381257	2,947 1,657509	3,251 1,8203	4,224 1,93376	5,247 2,022555	6,974 2,091618	7,065 2,150815	9,461 2,210011
Sub 180/3 Rp													1,207 1,381257	1,511 1,657509	2,484 1,8203	3,507 1,93376	5,234 2,022555	5,325 2,091618	7,721 2,150815
Pol Kont Rp														0,304 1,381257	1,277 1,657509	2,3 1,8203	4,027 1,93376	4,118 2,022555	6,514 2,091618
Sent Kont Rp															0,973 1,381257	1,996 1,657509	3,723 1,8203	3,814 1,93376	6,21 2,022555
Sel 180/6 Rp																1,023 1,381257	2,75 1,657509	2,841 1,8203	5,237 1,93376
Sent 180/3 Rp																	1,727 1,381257	1,818 1,657509	4,214 1,8203
Sub 180/6 Rp																		0,091 1,381257	2,487 1,657509
Pol 180/6 Rp																			2,396 1,381257

Çizelge 4.30 incelenirse; selülozik vernik 150°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik kontrol, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 150°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik kontrol, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 150°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile poliüretan vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik kontrol, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat,, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; poliüretan vernik 150°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik kontrol, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; selülozik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik kontrol örneklerinin parlaklık değerleri ile poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat,, poliüretan vernik 180°C/6 saat,, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; poliüretan vernik 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile selülozik vernik kontrol, selülozik vernik

180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik kontrol, sentetik vernik kontrol, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernik 180°C/6 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistiki anlamda fark olduğu görülecektir.

Limba'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Limba'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

**Çizelge 4.31:** Limba'ya Ait İstatistikî Veri Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
26,263	19,970	17,563	2,666	1,004	19,094	17,144	12,622	1,785	0,616	22,924	14,681	15,964	2,408	2,074	25,009	15,822	13,948	2,525	2,256	ARİTMETİK ORTALAMA
1,232	1,187	1,126	0,958	0,126	0,755	1,369	2,588	0,993	0,069	0,856	1,653	1,276	0,523	0,266	0,818	1,219	2,094	0,103	0,092	STANDART SAPMA
1,519	1,408	1,268	0,918	0,016	0,569	1,873	6,700	0,987	0,005	0,733	2,731	1,629	0,274	0,071	0,668	1,486	4,385	0,011	0,008	VARYANS
4,693	5,942	6,412	35,946	12,504	3,952	7,982	20,507	55,652	11,252	3,736	11,257	7,994	21,722	12,832	3,269	7,704	15,013	4,070	4,064	VAR. KAT
27,620	21,220	19,320	3,740	1,140	20,590	18,360	18,070	3,260	0,770	24,720	16,690	17,750	3,040	2,390	26,170	17,510	16,350	2,760	2,380	MAX
24,280	17,660	15,460	1,100	0,820	18,130	14,260	9,530	0,580	0,540	21,980	11,600	13,700	1,630	1,680	23,690	13,810	9,880	2,420	2,110	MIN

**Çizelge 4.32: Limba'ya Ait Varyans Analizi Çizelgesi**

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	19	15215,05	800,7919	587,5621	587,5621	(%95) S*
Örnekler İçi	180	245,3231	1,362906	>	>	(%99) S**
Toplam	199	245,3231		1.834	2,336	

$F_{\text{hesap}} = 126,1788 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 126,1788 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Limba'dan elde edilen ısıtım işlemi uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için Duncan testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Limba'dan elde edilen parlaklık değerleri incelendiğinde, uygulanan tüm vernik türlerinde (selülozik, sentetik, poliüretan, subazlı vernik) örneklerin parlaklık değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Selülozik vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtım işlemi uygulamasında %23, 150 °C/6 saat uygulamasında %33, 180 °C/3 saat uygulamasında %90, 180 °C/6 saat uygulamasında %96 olarak tespit edilmiştir. Sentetik vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtım işlemi uygulamasında %10, 150 °C/6 saat uygulamasında %34, 180 °C/3 saat uygulamasında %91, 180 °C/6 saat uygulamasında %97 olarak tespit edilmiştir. Poliüretan vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtım işlemi uygulamasında %36, 150 °C/6 saat uygulamasında %30, 180 °C/3 saat uygulamasında %89, 180 °C/6 saat uygulamasında %91 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.33: Limba'ya Ait Duncan Testi Çizelgesi

	Sub Kont	Pol Kont	Sel 150/3	Sent Kont	Sel 150/6	Sent 150/ 3	Pol 150/6	Sub 150/3	Pol 150/3	Sub 150/6	Sent 150/ 6	Sel 180/3	Sub 180/3	Pol 180/3	Sub 180/6	Pol 180/6	Sent 180/ 3	Sel 180/6	Sent 180/6
Sel Kont Rp	1,254 1,033692	3,339 1,24043	6,293 1,362258	7,169 1,447168	8,7 1,51362	9,119 1,565304	10,299 1,609606	10,441 1,653907	11,582 1,683441	12,315 1,712975	13,641 1,742509	23,597 1,764659	23,738 1,78681	23,855 1,805269	24,007 1,790502	24,189 1,845878	24,478 1,864337	25,259 1,879104	25,647 1,893871
Sub Kont Rp		2,085 1,033692	5,039 1,24043	5,915 1,362258	7,446 1,447168	7,865 1,51362	9,045 1,565304	9,187 1,609606	10,328 1,653907	11,061 1,683441	12,387 1,712975	22,343 1,742509	22,484 1,764659	22,601 1,78681	22,753 1,805269	22,935 1,790502	23,224 1,845878	24,005 1,864337	24,393 1,879104
Pol Kont Rp			2,954 1,033692	3,83 1,24043	5,361 1,362258	5,78 1,447168	6,96 1,51362	7,102 1,565304	8,243 1,609606	8,976 1,653907	10,302 1,683441	20,258 1,712975	20,399 1,742509	20,516 1,764659	20,668 1,78681	20,85 1,805269	21,139 1,790502	21,92 1,845878	22,308 1,864337
Sel 150/3 Rp				0,876 1,033692	2,407 1,24043	2,826 1,362258	4,006 1,447168	4,148 1,51362	5,289 1,565304	6,022 1,609606	7,348 1,653907	17,304 1,683441	17,445 1,712975	17,562 1,742509	17,714 1,764659	17,896 1,78681	18,185 1,805269	18,966 1,790502	19,354 1,845878
Sent Kont Rp					1,531 1,033692	1,95 1,24043	3,13 1,362258	3,272 1,447168	4,413 1,51362	5,146 1,565304	6,472 1,609606	16,428 1,653907	16,569 1,683441	16,686 1,712975	16,838 1,742509	17,02 1,764659	17,309 1,78681	18,09 1,805269	18,478 1,845878
Sel 150/6 Rp						0,419 1,033692	1,599 1,24043	1,741 1,362258	2,882 1,447168	3,615 1,51362	4,941 1,565304	14,897 1,609606	15,038 1,653907	15,155 1,683441	15,307 1,712975	15,489 1,742509	15,778 1,764659	16,559 1,78681	16,947 1,805269
Sent 150/ 3 Rp							1,18 1,033692	1,322 1,24043	2,463 1,362258	3,196 1,447168	4,522 1,51362	14,478 1,565304	14,619 1,609606	14,736 1,653907	14,888 1,683441	15,07 1,712975	15,359 1,742509	16,14 1,764659	16,528 1,78681
Pol 150/6 Rp							0,142 1,033692	1,283 1,24043	2,016 1,362258	3,342 1,447168	13,298 1,51362	13,439 1,565304	13,556 1,609606	13,708 1,653907	13,89 1,683441	14,179 1,712975	14,96 1,742509	15,348 1,764659	
Sub 150/3 Rp									1,141 1,033692	1,874 1,24043	3,2 1,362258	13,156 1,447168	13,297 1,51362	13,414 1,565304	13,566 1,609606	13,748 1,653907	14,037 1,683441	14,818 1,712975	15,206 1,742509
Pol 150/3 Rp										0,733 1,033692	2,059 1,24043	12,015 1,362258	12,156 1,447168	12,273 1,51362	12,425 1,565304	12,607 1,609606	12,896 1,653907	13,677 1,683441	14,065 1,712975
Sub 150/6 Rp											1,326 1,033692	11,282 1,24043	11,423 1,362258	11,54 1,447168	11,692 1,51362	11,874 1,565304	12,163 1,609606	12,944 1,653907	13,332 1,683441
Sent 150/ 6 Rp												9,956 1,033692	10,097 1,24043	10,214 1,362258	10,366 1,447168	10,548 1,51362	10,837 1,565304	11,618 1,609606	12,006 1,653907
Sel 180/3 Rp													0,141 1,033692	0,258 1,24043	0,41 1,362258	0,592 1,447168	0,881 1,51362	1,662 1,565304	2,05 1,609606
Sub 180/3 Rp														0,117 1,033692	0,269 1,24043	0,451 1,362258	0,74 1,447168	1,521 1,51362	1,909 1,565304
Pol 180/3 Rp															0,152 1,033692	0,334 1,24043	0,623 1,362258	1,404 1,447168	1,792 1,51362
Sub 180/6 Rp																0,182 1,033692	0,471 1,24043	1,252 1,362258	1,64 1,447168
Pol 180/6 Rp																	0,289 1,033692	1,07 1,24043	1,458 1,362258
Sent 180/ 3 Rp																		0,781 1,033692	1,169 1,24043
Sel 180/6 Rp																			0,388 1,033692



vernük 180°C/3 saat, selülozik vernük 180°C/6 saat, sentetik vernük 180°C/6 saat arasında; poliüretan vernük 150°C/6 saat, su-bazlı vernük 150°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile poliüretan vernük 150°C/3 saat, su-bazlı vernük 150°C/6 saat, sentetik vernük 150°C/6 saat, selülozik vernük 180°C/3 saat, su-bazlı vernük 180°C/3 saat, poliüretan vernük 180°C/3 saat, su-bazlı vernük 180°C/6 saat, poliüretan vernük 180°C/6 saat, sentetik vernük 180°C/3 saat, selülozik vernük 180°C/6 saat, sentetik vernük 180°C/6 saat arasında; poliüretan vernük 150°C/3 saat, su-bazlı vernük 150°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernük 150°C/6 saat, selülozik vernük 180°C/3 saat, su-bazlı vernük 180°C/3 saat, poliüretan vernük 180°C/3 saat, su-bazlı vernük 180°C/6 saat, poliüretan vernük 180°C/6 saat, sentetik vernük 180°C/3 saat, selülozik vernük 180°C/6 saat, sentetik vernük 180°C/6 saat arasında; sentetik vernük 150°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile selülozik vernük 180°C/3 saat, su-bazlı vernük 180°C/3 saat, poliüretan vernük 180°C/3 saat, su-bazlı vernük 180°C/6 saat, poliüretan vernük 180°C/6 saat, sentetik vernük 180°C/3 saat, selülozik vernük 180°C/6 saat, sentetik vernük 180°C/6 saat arasında; selülozik vernük 180°C/3 saat, su-bazlı vernük 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile selülozik vernük 180°C/6 saat, sentetik vernük 180°C/6 saat arasında; poliüretan vernük 180°C/3 saat, su-bazlı vernük 180°C/6 saat, poliüretan vernük 180°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernük 180°C/6 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

İroko'dan elde edilen ısıll işlem uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri ısıll işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernük türüne göre Çizelge 4.34'de verilmiştir.

İroko'dan elde edilen ısıll işlem uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernük türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir.

**Çizelge 4.34:** İroko'ya Ait İstatistikî Veri Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK					SENTETİK VERNİK					POLİÜRETAN VERNİK					SUBAZLI VERNİK					
KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	KONTROL	150/3	150/6	180/3	180/6	
7,995	1,994	2,307	0,848	1,298	5,122	1,412	1,452	0,944	0,842	4,081	2,206	1,894	1,609	1,347	8,991	3,905	2,922	1,917	2,041	ARİTMETİK ORTALAMA
4,127	0,097	0,270	0,089	0,216	3,563	0,308	0,268	0,077	0,286	0,175	0,284	0,198	0,294	0,154	0,665	0,499	0,344	0,104	0,049	STANDART SAPMA
17,033	0,009	0,073	0,008	0,047	12,694	0,095	0,072	0,006	0,082	0,031	0,081	0,039	0,087	0,024	0,442	0,249	0,119	0,011	0,002	VARYANS
51,622	4,886	11,699	10,471	16,662	69,560	21,823	18,479	8,117	33,925	4,282	12,886	10,430	18,291	11,405	7,392	12,784	11,781	5,405	2,405	VAR. KAT
12,870	2,100	2,710	0,980	1,510	8,810	1,680	1,670	1,100	1,470	4,400	2,670	2,370	2,120	1,580	9,890	4,510	3,360	2,110	2,130	MAX
3,550	1,810	1,970	0,730	0,910	1,570	0,840	0,780	0,780	0,610	3,790	1,820	1,660	1,240	1,160	8,150	3,160	2,370	1,800	1,950	MIN

**Çizelge 4.35: İroko'ya Ait Varyans Analizi Çizelgesi**

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	19	975,8723	51,3617	32,92222	32,92222	(%95) S*
Örnekler İçi	180	280,8166	1,560092	>	>	(%99) S**
Toplam	199	280,8166		1.834	2,336	

$F_{\text{hesap}} = 32,92222 > F_{0,01; 19;180} = 2,336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 32,92222 > F_{0,05; 19;180} = 1,834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle İroko'dan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin parlaklık değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için DUNCAN testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

İroko'dan elde edilen parlaklık değerleri incelendiğinde, uygulanan tüm vernik türlerinde (selülozik, sentetik, poliüretan, subazlı vernik) örneklerin parlaklık değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Selülozik vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtma uygulamasında %75, 150 °C/6 saat uygulamasında %71, 180 °C/3 saat uygulamasında %89, 180 °C/6 saat uygulamasında %84 olarak tespit edilmiştir. Sentetik vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtma uygulamasında %72, 150 °C/6 saat uygulamasında %72, 180 °C/3 saat uygulamasında %82, 180 °C/6 saat uygulamasında %84 olarak tespit edilmiştir. Poliüretan vernik uygulan örneklerde parlaklık değerlerindeki artış; 150 °C/3 saat ısıtma uygulamasında %57, 150 °C/6 saat uygulamasında %68, 180 °C/3 saat uygulamasında %79, 180 °C/6 saat uygulamasında %77 olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.36: İroko'ya Ait Duncan Testi Çizelgesi**

	Sel Kont	Sent Kont	Pol Kont	Sub 150/3	Sub 150/6	Sel 150/6	Pol 150/3	Sub 180/6	Sel 150/3	Sub 180/3	Pol 150/6	Pol 180/3	Sent 150/ 6	Sent 150/ 3	Pol 180/6	Sel 180/6	Sent 180/ 3	Sel 180/3	Sent 180/6
<b>Sub Kont Rp</b>	0,996 1,105944	3,869 1,327133	4,91 1,457476	5,086 1,548322	6,069 1,619418	6,684 1,674715	6,785 1,722113	6,95 1,76951	6,997 1,801109	7,074 1,832707	7,097 1,864306	7,382 1,888004	7,539 1,911703	7,579 1,931452	7,644 1,915653	7,693 1,9749	8,047 1,994649	8,143 2,010448	8,149 2,026247
<b>Sel Kont Rp</b>		2,873 1,105944	3,914 1,327133	4,09 1,457476	5,073 1,548322	5,688 1,619418	5,789 1,674715	5,954 1,722113	6,001 1,76951	6,078 1,801109	6,101 1,832707	6,386 1,864306	6,543 1,888004	6,583 1,911703	6,648 1,931452	6,697 1,915653	7,051 1,9749	7,147 1,994649	7,153 2,010448
<b>Sent Kont Rp</b>			1,041 1,105944	1,217 1,327133	2,2 1,457476	2,815 1,548322	2,916 1,619418	3,081 1,674715	3,128 1,722113	3,205 1,76951	3,228 1,801109	3,513 1,832707	3,67 1,864306	3,71 1,888004	3,775 1,911703	3,824 1,931452	4,178 1,915653	4,274 1,9749	4,28 1,994649
<b>Pol Kont Rp</b>				0,176 1,105944	1,159 1,327133	1,774 1,457476	1,875 1,548322	2,04 1,619418	2,087 1,674715	2,164 1,722113	2,187 1,76951	2,472 1,801109	2,629 1,832707	2,669 1,864306	2,734 1,888004	2,783 1,911703	3,137 1,931452	3,233 1,915653	3,239 1,9749
<b>Sub 150/3 Rp</b>					0,983 1,105944	1,598 1,327133	1,699 1,457476	1,864 1,548322	1,911 1,619418	1,988 1,674715	2,011 1,722113	2,296 1,76951	2,453 1,801109	2,493 1,832707	2,558 1,864306	2,607 1,888004	2,961 1,911703	3,057 1,931452	3,063 1,915653
<b>Sub 150/6 Rp</b>						0,615 1,105944	0,716 1,327133	0,881 1,457476	0,928 1,548322	1,005 1,619418	1,028 1,674715	1,313 1,722113	1,47 1,76951	1,51 1,801109	1,575 1,832707	1,624 1,864306	1,978 1,888004	2,074 1,911703	2,08 1,931452
<b>Sel 150/6 Rp</b>							0,101 1,105944	0,266 1,327133	0,313 1,457476	0,39 1,548322	0,413 1,619418	0,698 1,674715	0,855 1,722113	0,895 1,76951	0,96 1,801109	1,009 1,832707	1,363 1,864306	1,459 1,888004	1,465 1,911703
<b>Pol 150/3 Rp</b>								0,165 1,105944	0,212 1,327133	0,289 1,457476	0,312 1,548322	0,597 1,619418	0,754 1,674715	0,794 1,722113	0,859 1,76951	0,908 1,801109	1,262 1,832707	1,358 1,864306	1,364 1,888004
<b>Sub 180/6 Rp</b>									0,047 1,105944	0,124 1,327133	0,147 1,457476	0,432 1,548322	0,589 1,619418	0,629 1,674715	0,694 1,722113	0,743 1,76951	1,097 1,801109	1,193 1,832707	1,199 1,864306
<b>Sel 150/3 Rp</b>										0,077 1,105944	0,1 1,327133	0,385 1,457476	0,542 1,548322	0,582 1,619418	0,647 1,674715	0,696 1,722113	1,05 1,76951	1,146 1,801109	1,152 1,832707
<b>Sub 180/3 Rp</b>											0,023 1,105944	0,308 1,327133	0,465 1,457476	0,505 1,548322	0,57 1,619418	0,619 1,674715	0,973 1,722113	1,069 1,76951	1,075 1,801109
<b>Pol 150/6 Rp</b>												0,285 1,105944	0,442 1,327133	0,482 1,457476	0,547 1,548322	0,596 1,619418	0,95 1,674715	1,046 1,722113	1,052 1,76951
<b>Pol 180/3 Rp</b>													0,157 1,105944	0,197 1,327133	0,262 1,457476	0,311 1,548322	0,665 1,619418	0,761 1,674715	0,767 1,722113
<b>Sent 150/ 6 Rp</b>														0,04 1,105944	0,105 1,327133	0,154 1,457476	0,508 1,548322	0,604 1,619418	0,61 1,674715
<b>Sent 150/ 3 Rp</b>															0,065 1,105944	0,114 1,327133	0,468 1,457476	0,564 1,548322	0,57 1,619418
<b>Pol 180/6 Rp</b>																0,049 1,105944	0,403 1,327133	0,499 1,457476	0,505 1,548322
<b>Sel 180/6 Rp</b>																	0,354 1,105944	0,45 1,327133	0,456 1,457476
<b>Sent 180/ 3 Rp</b>																		0,096 1,105944	0,102 1,327133
<b>Sel 180/3 Rp</b>																			0,006 1,105944

Çizelge 4.36 incelenirse; su-bazlı vernik kontrol, selülozik vernik kontrol örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernik kontrol, poliüretan vernik kontrol, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik, 150/3, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; sentetik vernik kontrol örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; poliüretan vernik kontrol örneklerinin parlaklık değerleri ile selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 150°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile poliüretan vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 150°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 180°C/6 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

### **4.3. RENK FARKI ÖLÇÜMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR**

Dışbudak'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Dışbudak'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir.

**Çizelge 4.37:** Dişbudak’a Ait İstatistikî Veri Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK				SENTETİK VERNİK				POLİÜRETAN VERNİK				SUBAZLI VERNİK				
150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	
8,437	8,958	19,463	34,072	13,591	5,903	24,619	55,847	9,067	7,975	18,976	27,975	5,947	5,284	28,572	39,293	ARİTMETİK ORTALAMA
1,046	1,807	10,132	4,687	3,031	1,270	16,269	2,418	1,460	0,724	7,201	6,436	0,640	1,598	6,548	6,299	STANDART SAPMA
1,095	3,266	102,661	21,968	9,188	1,613	264,670	5,845	2,132	0,523	51,848	41,421	0,410	2,554	42,871	39,677	VARYANS
12,401	20,174	52,058	13,756	22,301	21,516	66,081	4,329	16,103	9,072	37,946	23,006	10,765	30,240	22,916	16,031	VAR. KAT
10,118	12,205	33,996	42,972	16,690	8,705	53,406	59,174	11,936	9,001	31,054	39,346	6,646	9,195	42,948	47,933	MAX
7,064	7,303	8,249	28,569	7,810	4,179	8,760	53,070	6,710	6,753	11,615	21,607	4,509	3,986	20,881	32,388	MIN

**Çizelge 4.38:** Dişbudak'a Ait Varyans Analizi Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	15	31863,18	2124,212	59,82932	59,82932	(%95) S*
Örnekler İçi	150	5325,681	35,50454	>	>	(%99) S**
Toplam	159	37188,86		1.834	2,336	

$F_{\text{hesap}} = 59,82932 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 59,82932 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Dişbudak'tan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için Duncan testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.39da verilmiştir.

**Cizelge 4.39: Dışbudak'a Ait Duncan Testi Çizelgesi**

	Sub 180/6	Sel 180/6	Sub 180/3	Pol 180/6	Sent 180/3	Sel 180/3	Pol 180/3	Sent 150/3	Pol 150/3	Sel 150/6	Sel 150/3	Pol 150/6	Sub 1 150/3	Sent 150/6	Sub 150/6
Sent 180/6	16,553262	21,774135	27,274454	27,871095	31,227255	36,383343	36,871047	42,255108	46,779433	46,888617	47,409118	47,871377	49,899866	49,943321	50,562201
Rp	5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394	8,441506	8,592247	8,742989	8,89373	9,006786	9,119841	9,214055	9,327111
Sub 180/6		5,2208728	10,721192	11,317833	14,673992	19,83008	20,317784	25,701846	30,226171	30,335354	30,855855	31,318114	33,346604	33,390058	34,008939
Rp		5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394	8,441506	8,592247	8,742989	8,89373	9,006786	9,119841	9,214055
Sel 180/6			5,500319	6,09696	9,4531197	14,609207	15,096912	20,480973	25,005298	25,114482	25,634983	26,097242	28,125731	28,169185	28,788066
Rp			5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394	8,441506	8,592247	8,742989	8,89373	9,006786	9,119841
Sub 180/3				0,596641	3,9528007	9,1088885	9,5965926	14,980654	19,504979	19,614163	20,134664	20,596923	22,625412	22,668866	23,287747
Rp				5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394	8,441506	8,592247	8,742989	8,89373	9,006786
Pol 180/6					3,3561597	8,5122475	8,9999516	14,384013	18,908338	19,017522	19,538023	20,000282	22,028771	22,072226	22,691106
Rp					5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394	8,441506	8,592247	8,742989	8,89373
Sent 180/3						5,1560878	5,6437919	11,027853	15,552178	15,661362	16,181863	16,644122	18,672611	18,716066	19,334946
Rp						5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394	8,441506	8,592247	8,742989
Sel 180/3							0,4877041	5,8717655	10,39609	10,505274	11,025775	11,488034	13,516524	13,559978	14,178859
Rp							5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394	8,441506	8,592247
Pol 180/3								5,3840613	9,9083862	10,01757	10,538071	11,00033	13,028819	13,072274	13,691154
Rp								5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394	8,441506
Sent 150/3									4,5243249	4,6335088	5,1540098	5,6162687	7,6447581	7,6882126	8,3070931
Rp									5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283	8,215394
Pol 150/3										0,1091839	0,6296849	1,0919438	3,1204332	3,1638877	3,7827682
Rp										5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486	7,989283
Sel 150/6											0,520501	0,9827599	3,0112493	3,0547038	3,6735844
Rp											5,275941	6,33113	6,952937	7,386318	7,725486
Sel 150/3												0,4622589	2,4907483	2,5342028	3,1530833
Rp												5,275941	6,33113	6,952937	7,386318
Pol 150/6													2,0284894	2,0719439	2,6908244
Rp													5,275941	6,33113	6,952937
Sub 150/3														0,0434545	0,6623351
Rp														5,275941	6,33113
Sent 150/6															0,6188806
Rp															5,275941

Çizelge 4.39 incelenirse sentetik vernik 180°C/6 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile su-bazlı vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 180°C/6 saat ve selülozik vernik 180°C/6 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat arasında; su-bazlı vernik 180°C/3 saat ve poliüretan vernik 180°C/6 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile selülozik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat arasında; sentetik vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat ve poliüretan vernik 180°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile sentetik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat arasında; sentetik vernik 150°C/3 saat örneklerinin parlaklık değerleri ile su-bazlı vernik 150°C/6 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

Kestane'den elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Kestane'den elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir.

**Çizelge 4.40:** Kestane'ye Ait İstatistikî Veri Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK				SENTETİK VERNİK				POLİÜRETAN VERNİK				SUBAZLI VERNİK				
150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	
13,010	7,656	6,524	9,455	12,445	8,339	8,579	24,802	13,506	16,207	10,453	10,674	9,960	8,342	11,186	21,775	ARİTMETİK ORTALAMA
0,800	2,104	4,521	3,500	1,393	1,137	5,062	9,419	2,537	2,441	2,242	3,152	1,244	1,174	4,496	4,623	STANDART SAPMA
0,639	4,428	20,444	12,251	1,940	1,293	25,626	88,718	6,438	5,958	5,028	9,936	1,547	1,377	20,210	21,371	VARYANS
6,146	27,487	69,310	37,020	11,193	13,637	59,010	37,976	18,787	15,060	21,451	29,531	12,488	14,069	40,188	21,231	VAR. KAT
14,279	9,949	14,045	13,482	14,265	9,763	18,318	39,781	17,967	20,871	14,305	15,644	11,436	9,943	19,581	31,495	MAX
11,601	4,784	1,891	4,537	10,112	6,535	3,466	15,059	9,609	12,979	8,026	5,815	7,716	6,738	7,626	16,880	MIN

**Çizelge 4.41:** Kestane'ye Ait Varyans Analizi Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	15	3833,796	255,5864	18,74863	18,74863	(%95) S*
Örnekler İçi	150	2044,841	13,63227	>	>	(%99) S**
Toplam	159	5878,637		1.834	2,336	

$F_{\text{hesap}} = 18,74863 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 18,74863 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Kestane'den elde edilen ısıtılmış deney örneklerinin renk farkı değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için Duncan testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir.

**Çizelge 4.42: Kestane'ye ait Duncan Testi Çizelgesi**

	Sub 180/6	Pol 150/6	Pol 150/3	Sel 150/3	Sent 150/3	Sub 180/3	Pol 180/6	Pol 180/3	Sub 150/3	Sel 180/6	Sent 180/3	Sub 150/6	Sent 150/6	Sel 150/6	Sel 180/3	
<b>Sent 180/6 Rp</b>	3,027853556	8,595498712	11,29673823	11,79216549	12,35773588	13,61605299	14,12819736	14,34942572	14,84270091	15,34776835	16,22367246	16,46028595	16,46330968	17,14658125	18,27878732	
	3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	5,230728315	5,324134177	5,41754004	5,510945903	5,5810003	5,651054697	5,709433361	5,779487758	
<b>Sub 180/6 Rp</b>		5,567645157	8,268884676	8,764311936	9,329882329	10,58819943	11,1003438	11,32157216	11,81484736	12,3199148	13,1958189	13,43243239	13,43545612	14,11872769	15,25093376	
		3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	5,230728315	5,324134177	5,41754004	5,510945903	5,5810003	5,651054697	5,709433361	
<b>Pol 150/6 Rp</b>			2,70123952	3,19666678	3,762237172	5,020554274	5,532698646	5,753927008	6,2472022	6,752269641	7,628173748	7,864787237	7,867810967	8,551082538	9,683288608	
			3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	5,230728315	5,324134177	5,41754004	5,510945903	5,5810003	5,651054697	
<b>Pol 150/3 Rp</b>				0,49542726	1,060997652	2,319314754	2,831459127	3,052687488	3,54596268	4,051030121	4,926934228	5,163547717	5,166571447	5,849843018	6,982049088	
				3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	5,230728315	5,324134177	5,41754004	5,510945903	5,5810003	
<b>Sel 150/3 Rp</b>					0,565570392	1,823887494	2,336031867	2,557260228	3,05053542	3,555602861	4,431506968	4,668120457	4,671144187	5,354415758	6,486621828	
					3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	5,230728315	5,324134177	5,41754004	5,510945903	
<b>Sent 150/3 Rp</b>						1,258317102	1,770461474	1,991689836	2,484965028	2,990032469	3,865936576	4,102550065	4,105573795	4,788845366	5,921051436	
						3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	5,230728315	5,324134177	5,41754004	
<b>Sub 180/3 Rp</b>							0,512144372	0,733372734	1,226647926	1,731715367	2,607619474	2,844232963	2,847256693	3,530528264	4,662734334	
							3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	5,230728315	5,324134177	
<b>Pol 180/6 Rp</b>								0,221228361	0,714503554	1,219570994	2,095475102	2,332088591	2,335112321	3,018383892	4,150589962	
								3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	5,230728315	
<b>Pol 180/3 Rp</b>									0,493275192	0,998342633	1,87424674	2,110860229	2,113883959	2,79715553	3,9293616	
									3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	5,090619521	
<b>Sub 150/3 Rp</b>										0,505067441	1,380971548	1,617585037	1,620608767	2,303880338	3,436086408	
										3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	4,950510726	
<b>Sel 180/6 Rp</b>											0,875904107	1,112517596	1,115541326	1,798812897	2,931018967	
											3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	4,787050467	
<b>Sent 180/3 Rp</b>												0,236613489	0,239637219	0,92290879	2,05511486	
												3,269205197	3,923046236	4,30834542	4,576887275	
<b>Sub 150/6 Rp</b>													0,00302373	0,686295301	1,818501371	
													3,269205197	3,923046236	4,30834542	
<b>Sent 150/6 Rp</b>														0,683271571	1,815477641	
														3,269205197	3,923046236	
<b>Sel 150/6</b>															1,13220607	
<b>Sent 180/6</b>																3,269205197

Çizelge 4.426 incelenirse; sentetik vernik 180°C/6 saat ve su-bazlı vernik 180°C/6 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat arasında; poliüretan vernik 150°C/6 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat arasında; poliüretan vernik 150°C/3 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile selülozik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat arasında; selülozik vernik 150°C/3 saat ve sentetik vernik 150°C/3 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile selülozik vernik 180°C/3 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

Limba'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.43'de verilmiştir.

Limba'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.44'de verilmiştir.

**Çizelge 4.43:** Limba'ya Ait İstatistikî Veri Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK				SENTETİK VERNİK				POLİÜRETAN VERNİK				SUBAZLI VERNİK				
150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	
8,656	39,513	62,930	2,689	8,887	44,399	72,670	9,975	7,526	41,622	45,205	11,189	12,598	57,221	59,651	8,656	ARİTMETİK ORTALAMA
1,397	5,919	4,445	1,587	3,015	16,515	0,740	2,198	1,775	7,006	4,117	1,268	3,070	4,703	2,522	1,397	STANDART SAPMA
1,953	35,036	19,756	2,518	9,089	272,755	0,547	4,833	3,152	49,087	16,948	1,607	9,422	22,120	6,358	1,953	VARYANS
16,144	14,980	7,063	59,016	33,923	37,198	1,018	22,040	23,587	16,833	9,107	11,330	24,365	8,219	4,227	16,144	VAR. KAT
10,896	51,439	69,513	5,590	12,803	69,863	73,587	14,209	9,987	56,648	51,862	13,035	18,322	62,226	63,156	10,896	MAX
6,063	34,302	56,363	0,287	3,469	29,326	71,664	7,040	4,825	35,371	39,585	9,407	8,858	47,979	56,375	6,063	MIN

**Çizelge 4.44:** Limba'ya Ait Varyans Analizi Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	15	89628,97	5975,265	218,0167	218,0167	(%95) S*
Örnekler İçi	150	4111,106	27,40737	>	>	(%99) S**
Toplam	159	93740,08		1.834	2,336	

$F_{\text{hesap}} = 218,0167 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 218,0167 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle Limba'dan elde edilen ısıtım uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucu belirlenen bu farklılığı saptamak için Duncan testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.45'de verilmiştir.

**Çizelge 4.45: Limba'ya Ait Duncan Testi Çizelgesi**

	Sel 180/6	Sub 180/6	Sub 180/3	Pol 180/6	Sent 180/ 3	Pol 180/3	Sel 180/3	Sub 150/6	Sub 150/3	Pol 150/3	Sent 150/ 6	Sel 150/6	Pol 150/6	Sel 150/3	Sent 150/ 3
Sent 180/6	9,740796989	13,0194673	15,44912308	27,46497508	28,27146244	31,04818286	33,15750572	60,07213691	61,48127285	62,69554479	63,78314405	64,01481752	65,14391271	66,56323353	69,9816276
Rp	4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528	7,416717351	7,549158733	7,681600114	7,814041495	7,913372531	8,012703567	8,095479431	8,194810466
Sel 180/6		3,278670309	5,708326095	17,72417809	18,53066545	21,30738587	23,41670873	50,33133992	51,74047586	52,9547478	54,04234706	54,27402053	55,40311572	56,82243654	60,24083061
Rp		4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528	7,416717351	7,549158733	7,681600114	7,814041495	7,913372531	8,012703567	8,095479431
Sub 180/6			2,429655787	14,44550778	15,25199514	18,02871557	20,13803842	47,05266961	48,46180555	49,67607749	50,76367675	50,99535023	52,12444541	53,54376623	56,9621603
Rp			4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528	7,416717351	7,549158733	7,681600114	7,814041495	7,913372531	8,012703567
Sub 180/3				12,01585199	12,82233936	15,59905978	17,70838264	44,62301382	46,03214976	47,2464217	48,33402096	48,56569444	49,69478962	51,11411044	54,53250452
Rp				4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528	7,416717351	7,549158733	7,681600114	7,814041495	7,913372531
Pol 180/6					0,806487365	3,583207788	5,692530646	32,60716183	34,01629777	35,23056971	36,31816897	36,54984245	37,67893763	39,09825845	42,51665253
Rp					4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528	7,416717351	7,549158733	7,681600114	7,814041495
Sent 180/ 3						2,776720423	4,88604328	31,80067447	33,20981041	34,42408235	35,51168161	35,74335508	36,87245027	38,29177109	41,71016516
Rp						4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528	7,416717351	7,549158733	7,681600114
Pol 180/3							2,109322857	29,02395404	30,43308998	31,64736192	32,73496118	32,96663466	34,09572984	35,51505066	38,93344474
Rp							4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528	7,416717351	7,549158733
Sel 180/3								26,91463119	28,32376713	29,53803907	30,62563833	30,8573118	31,98640698	33,40572781	36,82412188
Rp								4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528	7,416717351
Sub 150/6									1,409135938	2,623407879	3,711007138	3,942680615	5,071775797	6,491096618	9,909490694
Rp									4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208	7,21805528
Sub 150/3										1,214271941	2,301871199	2,533544676	3,662639859	5,08196068	8,500354756
Rp										4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079	7,019393208
Pol 150/3											1,087599258	1,319272735	2,448367918	3,867688738	7,286082815
Rp											4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683	6,78762079
Sent 150/ 6												0,231673477	1,36076866	2,78008948	6,198483557
Rp												4,635448345	5,562538014	6,108858711	6,489627683
Sel 150/6													1,129095183	2,548416003	5,96681008
Rp													4,635448345	5,562538014	6,108858711
Pol 150/6														1,41932082	4,837714897
Rp														4,635448345	5,562538014
Sel 150/3															3,418394077
Rp															4,635448345

Çizelge 4.45 incelenirse sentetik vernik 180°C/6 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile selülozik vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat arasında; selülozik vernik 180°C/6 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile su-bazlı vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat arasında; su-bazlı vernik 180°C/6 saat ve su-bazlı vernik 180°C/3 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat arasında; poliüretan vernik 180°C/6 saat, sentetik vernik 180°C/3 saat, poliüretan vernik 180°C/3 saat ve selülozik vernik 180°C/3 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile su-bazlı vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat arasında; su-bazlı vernik 150°C/6 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat ve poliüretan vernik 150°C/3 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile sentetik vernik 150°C/3 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

İroko'dan elde edilen ısıtıl işlem uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri ısıtıl işlem uygulamasının sıcaklık, süre ve vernik türüne göre Çizelge 4.46'da verilmiştir

**Çizelge 4.46:** İroko'ya Ait İstatistikî Veri Çizelgesi

SELÜLOZİK VERNİK				SENTETİK VERNİK				POLİÜRETAN VERNİK				SUBAZLI VERNİK				
150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	150/3	150/6	180/3	180/6	
21,384	19,021	52,032	55,514	23,498	19,346	45,010	56,100	12,971	16,243	39,933	43,132	21,029	27,714	49,807	52,786	ARİTMETİK ORTALAMA
8,733	10,121	7,185	4,046	20,259	17,317	14,166	8,989	1,794	2,485	2,844	1,697	3,943	4,165	2,549	1,747	STANDART SAPMA
76,274	102,428	51,621	16,369	410,445	299,874	200,666	80,810	3,219	6,174	8,091	2,881	15,544	17,345	6,498	3,053	VARYANS
40,841	53,209	13,808	7,288	86,218	89,510	31,472	16,024	13,831	15,297	7,123	3,935	18,749	15,028	5,118	3,310	VAR. KAT
31,671	29,241	61,015	60,522	55,014	53,676	66,250	66,440	16,236	21,548	43,727	46,209	29,133	35,948	53,468	55,120	MAX
11,308	5,331	40,798	49,868	5,070	2,768	30,976	46,330	9,888	12,786	35,491	39,701	16,565	23,795	46,426	50,420	MIN

İroko'dan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıkların bulunup bulunmadığını gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir.

**Çizelge 4.47:** İroko'ya Ait Varyans Analizi Çizelgesi

Varyans Analizi Çizelgesi						
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Tüm Varyans	Varyans	F Oranı 95%	F Oranı 99%	Önem Seviyesi
Örnekler Arası	15	49557,01	3303,801	13,09459	13,09459	(%95) S*
Örnekler İçi	150	37845,4	252,3027	>	>	(%99) S**
Toplam	159	192874,7		1.834	2,336	

$F_{\text{hesap}} = 13,09459 > F_{0,01; 19;180} = 2.336$  ve  $F_{\text{hesap}} = 13,09459 > F_{0,05; 19;180} = 1.834$  olduğundan %99 ve %95 güvenle İroko'dan elde edilen ısıtma işlemi uygulanmış deney örneklerinin renk farkı değerleri arasında sıcaklık, süre ve vernik türüne göre farklılıklar bulunmaktadır.

**Çizelge 4.48: İroko'ya Ait Duncan Testi Sonuçları**

	Sel 180/6	Sub 180/6	Sel 180/3	Sub 180/3	Sent 180/ 3	Pol 180/6	Pol 180/3	Sub 150/6	Sent 150/ 3	Sel 150/3	Sub 150/3	Sent 150/ 6	Sel 150/6	Pol 150/6	Pol 150/3
<b>Sent 180/6 Rp</b>	0,585948023	3,313061279	4,067421487	6,292849499	11,08971848	12,96801897	16,16683346	28,38593158	32,60162808	34,71566034	35,07086837	36,75333557	37,07900557	39,85654801	43,12819192
	14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559	22,50292244	22,90476034	23,30659824	23,70843614	24,00981457	24,311193	24,56234168	24,86372011
<b>Sel 180/6 Rp</b>		2,727113255	3,481473463	5,706901476	10,50377045	12,38207095	15,58088544	27,79998356	32,01568006	34,12971232	34,48492034	36,16738755	36,49305755	39,27059999	42,5422439
		14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559	22,50292244	22,90476034	23,30659824	23,70843614	24,00981457	24,311193	24,56234168
<b>Sub 180/6 Rp</b>			0,754360208	2,97978822	7,776657199	9,654957693	12,85377218	25,0728703	29,2885668	31,40259906	31,75780709	33,44027429	33,76594429	36,54348673	39,81513064
			14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559	22,50292244	22,90476034	23,30659824	23,70843614	24,00981457	24,311193
<b>Sel 180/3 Rp</b>				2,225428012	7,022296991	8,900597485	12,09941198	24,3185101	28,53420659	30,64823886	31,00344688	32,68591409	33,01158408	35,78912653	39,06077043
				14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559	22,50292244	22,90476034	23,30659824	23,70843614	24,00981457
<b>Sub 180/3 Rp</b>					4,796868979	6,675169472	9,873983964	22,09308208	26,30877858	28,42281084	28,77801887	30,46048607	30,78615607	33,56369851	36,83534242
					14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559	22,50292244	22,90476034	23,30659824	23,70843614
<b>Sent 180/ 3 Rp</b>						1,878300494	5,077114985	17,2962131	21,5119096	23,62594187	23,98114989	25,6636171	25,98928709	28,76682954	32,03847344
						14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559	22,50292244	22,90476034	23,30659824
<b>Pol 180/6 Rp</b>							3,198814492	15,41791261	19,63360911	21,74764137	22,1028494	23,7853166	24,1109866	26,88852904	30,16017295
							14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559	22,50292244	22,90476034
<b>Pol 180/3 Rp</b>								12,21909812	16,43479462	18,54882688	18,9040349	20,58650211	20,91217211	23,68971455	26,96135846
								14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559	22,50292244
<b>Sub 150/6 Rp</b>									4,215696497	6,329728761	6,684936785	8,36740399	8,693073989	11,47061643	14,74226034
									14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874	21,90016559
<b>Sent 150/ 3 Rp</b>										2,114032264	2,469240288	4,151707493	4,477377492	7,254919934	10,52656384
										14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241	21,29740874
<b>Sel 150/3 Rp</b>											0,355208024	2,03767523	2,363345228	5,14088767	8,412531576
											14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714	20,59419241
<b>Sub 150/3 Rp</b>												1,682467205	2,008137204	4,785679646	8,057323552
												14,06432653	16,87719183	18,53477317	19,69005714
<b>Sent 150/ 6 Rp</b>													0,325669999	3,10321244	6,374856346
													14,06432653	16,87719183	18,53477317
<b>Sel 150/6 Rp</b>														2,777542442	6,049186348
														14,06432653	16,87719183
<b>Pol 150/6 Rp</b>															3,271643906
															14,06432653

Çizelge 4.48 incelenirse ; sentetik vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/6 saat, su-bazlı vernik 180°C/6 saat, selülozik vernik 180°C/3 saat ve su-bazlı vernik 180°C/3 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile su-bazlı vernik 150°C/6 saat, sentetik vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat arasında; sentetik vernik 180°C/3 saat ve poliüretan vernik 180°C/6 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile sentetik vernik 150°C/3 saat, selülozik vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat arasında; poliüretan vernik 180°C/3 saat örneklerinin renk farkı değerleri ile selülozik vernik 150°C/3 saat, su-bazlı vernik 150°C/3 saat, sentetik vernik 150°C/6 saat, selülozik vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/6 saat, poliüretan vernik 150°C/3 saat arasında %95 ve %99 güven aralığında istatistikî anlamda fark olduğu görülecektir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

“Bazı Ağaç Türlerinde Isıl İşlem Uygulamasının Vernik Katman Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı bu çalışmada; Batı Karadeniz Bölgesi'nin yaygın orman varlığını oluşturan, özellikle doğrama ve mobilya endüstrisinde geniş kullanım alanına sahip geniş yapraklı ağaç türlerinden, Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), ithal ağaçlardan ise, Limba (*Terminalia superba*) ve İroko (*Chlorophora excelsa*)' dan oluşan dört odun türüne iki farklı sıcaklık (150 ve 180°C) ve iki farklı süre (3, 6 saat) olmak üzere toplam dört varyasyonda gerçekleştirilen ısıl işlem uygulaması yapılmıştır.

Isıl işlem muamelesinden sonra örnekler; endüstride en çok tercih edilen, selülozik, sentetik, poliüretan ve su bazlı vernikler'den ibaret dört tür vernik uygulamasının vernik film katmanlarına ilişkin yüzey pürüzlülüğü, parlaklık ve renk farkı gibi performans özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak hazırlanmıştır.

Feist 1990'da yaptığı çalışmada, verniklerin gerek tek başına, gerekse emprenye edilmiş ağaç malzemedeki estetik, koruma ve ekonomik ömrünün artırılması yönünde etki yaptığını bildirmiştir.

Isıl işlem uygulaması sonrasında, selülozik ve sentetik verniklerde yüzey pürüzlülüğünün ısıl işlem sıcaklık ve süreye bağlı olarak tüm ağaç türlerinde arttığı; poliüretan ve su-bazlı verniklerde ise, yüzey pürüzlülüğünün ısıl işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak tüm ağaç türlerinde azaldığı gözlenmiştir (Çizelge 4.1; Çizelge 4.4; Çizelge 4.7; Çizelge 4.10).

Literatürde sıcaklık etkisinin, ortamda rutubet varsa daha çok tahribata neden olarak termoliz, termolitik ve pirolitik tahribata neden olduğu; yüksek sıcaklıklarda birbiri ile bağ kurarak sertleşmeye başlayan polimerlerde, sıcaklık 32°C'de sabit tutulsa bile bağlarda kopmalar ve katman kayıplarının gözlenebileceği bildirilmektedir (Feller, 1994).

Başka bir çalışmada, su çözücülü verniklerin odunda lif kabarmasına neden olduğu, özellikle yıllık halkaları arasında yoğunluk farkının fazla olduğu türler ile yumuşak

odunlu ağaç türlerinde, üstyüzey perdah işlemlerinin daha özenli yapılması gerektiği bildirilmiştir (Sönmez ve diğ., 2004).

Richter ve diğ. (1995) tarafından yapılan çalışmada da; ön hazırlık işlemlerinin iyi yapılmadığı odun yüzeylerinde boya ve vernik emiliminin, daha fazla tüketime sebep olduğu; en iyi yüzey pürüzlülük performansının, iyi hazırlık işlemi görmüş odun yüzeylerinde elde edildiği ve vernik ve boya tüketim miktarının da yarı yarıya azaldığı bildirilmiştir.

Literatürde tek ve çift bileşenli su bazlı vernik türleri için yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde ağaç türünün fazla etkili olmadığı, ancak sarıçam ve kestane odun türlerinin birbirine yakın yüzey pürüzlülüğü sonuçları verdiği görülmüştür. Bunun sebebi, olarak halkalı büyük traheli kestane odununun heterojen yapısı nedeniyle, yüzey işlemi hazırlık aşamasında, ağaç malzeme yüzeyinin çok iyi düzeltilmiş olması ve trahe boşluklarının dolgu verniği tarafından tamamen doldurulmuş olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Çakıcıer, 2007).

Parlaklık değerlerinin ise, ısıl işlem sıcaklık ve süreye bağlı olarak tüm ağaç ve vernik türlerinde azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.25; . Çizelge 4.28, Çizelge 4.31, Çizelge 34).

Literatürde de bu sonuçla örtüşen değerler elde edilmiş; halkalı traheli odun yüzeylerindeki parlaklık sonuçları diğer türlerden daha az bulunmuş; bunun sebebinin de, tam doldurulmamış trahe boşluklarının, yüzeye gelen ışık şiddetini azalttığı ve değişik yönlere yansıtması olarak açıklanmıştır (Sönmez ve Budakçı, 1999).

Özalp ve ark. (2009) çalışmalarında; sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kestane (*Castanea sativa* M.) su bazlı vernikle verniklendikten sonra 100°C, 150°C ve 200°C'de 2 saat, 4 saat ve 6 saat ısıl işleme tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda; ısıl işlem sıcaklık ve süresi arttıkça sertlik ve parlaklığın azaldığını ifade etmişlerdir.

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).

Özalp ve Korkut (2009) çalışmalarında; çift bileşenli su bazlı vernik ile verniklenen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis*) odununun ısı işlem uygulamasına tabii tutulduğunda sertlik, parlaklık ve yapışma direncindeki değişimler incelenmiştir. Çalışma sonucunda; 100°C'de 2 saat ısı işlem uygulanmış her iki ağaç türünde de parlaklık ve yapışma direncinin iyileştiğini ve tüm örneklerin sertlik değerlerinin ısı işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak arttığını ifade etmişlerdir.

Literatürde ahşap yüzeyler için hazırlanmış vernik katmanlarında, dış hava şartlarında parlaklık kaybının olduğu bildirilmiştir (Özen ve Sönmez, 1996).

Dişbudak ve İroko türlerinin renk farkı değerleri ısı işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak artmış, Kestane selülozik vernik ve poliüretan vernikte ısı işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak azaldığı, sentetik vernik ve su-bazlı verniklerde arttığı; Limba'da ise su-bazlı ve selülozik vernik 180°C de 6 saat ısı işlem uygulamasında azaldığı diğer ısı işlem uygulamalarında ise ısı işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.37, Çizelge 4.40, Çizelge 4.43, Çizelge 4.46).

Termal olarak modifiye olmuş odunun renk stabilitesi hızlandırılmış dış ortam direnci süresince kontrol örneklerinden daha iyi olduğu belirlenmiştir. Fakat rengin, ısı işlem görmüş odunda bir dış koruyucuyla muamele edilmemesi durumunda kaybolduğu gözlenmiştir (Syrjanen ve Kangas, 2000; Ayadi ve diğ., 2003).

Renk parlaklık değerlerindeki azalma renk tonunda koyulaşmayı, artış ise rengin açıldığını belirtmektedir. Literatürde değişik verniklerle işlem gören armut odununun renginde koyulaşma olduğu belirlenmiştir (Söğütlü ve Sönmez, 2006).

Preslendikten sonra 180-200-220°C'de 2, 4, 6, 8 dakika süreyle buharlanan veya 4, 8, 12, 16 ve 20 dakika süreyle ısı işleme tabii tutulan Sugi (*Cryptmeria japonica* D.Don) odununun l-a-b tekniğine göre belirlenen renk farklılığı testinden en az renk değişimi 180°C de buharla muamele edilen örneklerde yalnızca hafif bir sararma şeklinde

olmuştur. 200 ve 220<sup>0</sup>C sıcaklıklarda uygulanan ısıl muamele sonucunda ise koyu bir sararma meydana gelmiştir. Çeşitli zaman periyotlarında ve özellikle yüksek sıcaklıklarda ısıl işleme tabi tutulan tüm örneklerde önemli derecede renk koyulaşması görülmüştür (Inoue ve diğ., 1993).

Gorman ve Feist (1989) parlaklık ve renk değişimlerinin dış ortam ve suni UV ışığı etkisinde kalan odunda, kısa zaman aralığında kolayca gözlemlenebildiğini; bazı yabancı ağaç türü odunlarının (duglas, maun) ilk aylarda kaybettikleri parlaklıklarını, 6. ay'dan sonra yeniden kazandığını, bundan sonraki 6 ayda parlaklığın tekrar azaldığını, gri değişimlerin az yağışlı ve güneşli iklimlerde gözlenmekte olduğunu bildirmişlerdir.

110-180<sup>0</sup>C sıcaklıklarda ısıl işleme maruz bırakılan kayın ve çam diri odunu örneklerinin renk bozulmalarını değerlendirmek için spektrofotometre vasıtasıyla spektral yansıma eğrileri kaydedilmiştir ısıl işlem süresine ilaveten, ısıl işlem sıcaklığının da örnek renginin koyulaşması gibi yansımadaki azalma üzerinde fark edilir derecede etkili olduğu gözlenmiştir. Yansımadaki azalma genellikle çam diri odununa göre kayın odununda dikkate değer oranda daha fazla olmuştur (Schneider, 1973).

Literatürde açık havada bırakılan odunun kırmızı renk tonunun azalmasında ve solmasında, ağaç malzemenin önemli bileşenlerinden olan lignin'in yapısının bozularak sarı renge dönüşmesinin etkisi olduğu bildirilmiştir (Anderson ve diğ., 1991). Başka bir literatür araştırmasında; kestane ve akasya odunlarında sarı renk tonunda artış, armut, meşe ve Toros sediri odunlarında ise azalma belirlenmiştir (Söğütlü ve Sönmez, 2006).

Payne (1965) tarafından, sararmada ışık etkisi, kuruyan yağlarda doymamışlık derecesi, tipi ve miktarı ile keton gruplarının etkili olduğu; bu oluşumda yüksek sıcaklık ve rutubet değerlerinin sararmayı hızlandırdığı bildirilmiştir.

Literatürde toplam renk fark ( $\Delta E^*$ ) değeri en yüksek sarıçamda belirlenmiştir (Temiz ve diğ., 2005). Sarıçam odununda ekstraktiflerin diğer türlere göre fazla olduğu ve alkali (pH 8-9) özellik gösteren su bazlı verniklerle oksidasyon sonucu rengin fazlaca değişime uğradığı söylenebilir.

Kestane odununda, kontrol örneklerinde gözle görülür renk koyulaşması tespit edilmiş; yaşlanma etkisi ile, renkte ağarmalar belirlenmiş; bunun sebebi olarak; üretici firma uyarıları dahilinde, kestane odunundaki sepi maddelerinin su bazlı vernik ile etkileşime girmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Çakıcıer, 2007).

Literatürde bu sonuçla örtüşen; sarıçam ve kestane odunlarının dış ortam yaşlanması sonucu, sarıçamda en fazla renk açısı değişimi belirlenmiştir. Kestane odununda renk farkı çok az seviyede elde edilmiştir (Uysal ve diğ., 1998).

Literatürde dış ortamda kullanılacak odun türlerinin renginin fazla değişime uğramasının istenmediği üretimlerde kestane odununun kullanılması önerilmektedir (Uysal ve diğ., 2000).

## **5.1. ÖNERİLER**

Isıl işlem uygulamasında 180°C ve 6 saat'ten daha yüksek sıcaklıkların organik ve ahşap yüzeylerde yanmalara ve yüzey kayıplarının yanında koyulaşmaya neden olmasından dolayı ısı işlem uygulamalarında özel tercihler dışında bu sıcaklığın aşılmasına dikkat edilmelidir.

Su çözücülü vernikler odunda lif kabarmasına neden olduğundan, pürüzsüz bir yüzey elde etmek için; özellikle kestane, meşe gibi yıllık halkaları arasında yoğunluk farkının fazla olduğu türler ile sarıçam, kavak, ıhlamur gibi yumuşak ağaç türlerinde, üstyüzey ön hazırlık işlemleri daha özenli yapılmalıdır.

İroko odununun yapısında bulunan silisyum taneciklerinin yüzey düzgünlüğünü azaltıcı etkisi olmasından dolayı, bu tür odun yüzeylerinde yüzey pürüzlülüğü açısından, ön hazırlık ve perdah işlemlerinin dikkatli yapılması, kestane odununda da trahe boşluklarının dolgu verniği ile iyice doldurularak ara perdah zımparalamalarında vernik katmanını inceltmeyecek şekilde çok hafif uygulama yapılması ve yüzeyde zımpara taneciklerinin kalmamasına özen gösterilmesi gereklidir.

Anatomik yapısında sepi maddeleri bulunan odun türlerinde su bazlı vernik çeşitlerinin etkileşime girerek renk tonlarında koyulaşmaya neden olacağı göz önüne alınarak, uygulama çalışmalarında tüketici tercihleri açısından sıkıntı yaşanmaması için dikkatli çalışılmalıdır.

Bundan sonra yapılacak bilimsel çalışmalarda; değişik sıcaklık, basınç ve süre uygulanarak hazırlanan su bazlı veya solvent çözücülü verniklerin dış ve iç ortamda kullanılan farklı ağaç türü ve emprenye maddeleri ile davranışları ve etkileri araştırılabilir.

Isıl işlem görmüş odun türlerinin ve değişik verniklerin, dış ortam şartları ve hızlandırılmış yaşlandırma (UV, Xenon-ark ve Termal yaşlandırma, Salt spray vb.) metotlarının gerçek performanslarının karşılaştırılması ve mantar zararlarına dayanımlarının araştırılabileceği konular önerilebilir.

Isıl işlem görmüş odunların, verniğin odun yüzeyine uygulanma metoduna göre (yüzeye fırça ile sürme, daldırma, basınçlı hava ile püskürtme veya havasız püskürtme vb.) doğal dış ortam ile hızlandırılmış yaşlandırma deneyleri sonucunda fiziksel ve kimyasal performanslarının değişimlerinin araştırılması önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- ANDERSON, E.L., PAWLAK, Z., OWEN, N.L., FEIST, C.W., 1991, Infrared Studies of Wood Weathering. Part I: Softwoods, *Applied Spectroscopy*, V.45, P. 641-647.
- ANONYMOUS, 2003. ThermoWood Handbook, Finnish Thermowood Association, FIN-00171 Helsinki-FINLAND.
- ANONYMOUS, 2001. Mitutoyo, SJ-301, Surface Roughness Tester, Users Manual, Mitutoyo Corporation, Japan.
- ASTM D 358., 1983, Wood to be Used As Panels in Weathering Tests of Coatings, *American Society For Testing and Materials*, U.S.A.
- ASTM D 1005-95., 2001, Standart Test Method for Measurement of Dry –Film Thickness of Organic Coatings Using Micrometers, *American Society For Testing and Materials*,
- ASTM D 2224 2 e1, 2003, Standart Practice for Calculation or Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates, *American Society For Testing and Materials*, U.S.A.
- ASTM D 3023., 1981, Determination of Resistance of Factory Applied Coatings on Wood Products of Stain and Reagents, *American Society For Testing and Materials*, U.S.A.
- AYDIN, İ., ÇOLAKOĞLU, G., AKBULUT, T., 2001, Ağaç Malzemenin Yapıştırılmasında Adezyon Teorisi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, C.51, Sayı:2, Sayfa.91-99.
- AYDIN, İ., 2004, Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- AYADI, N., LEJEUNE, F., CHARRIER, F., CHARRIER, B., MERLIN, A., 2003, Color Stability of Heattreated Wood during Artificial Weathering, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 61(3): 221–226.
- AYDEMİR, D., GÜNDÜZ, G., 2009, “Ahşabın Fiziksel, Kimyasal, Mekaniksel ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Isıyla Muamelenin Etkisi”, *BÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 11 (15), 71-81.
- BECHERA, I., 1998, Water and Solvent Based Systems Differences, *European Coatings Journal*, April.

- BEKHTA, P., NIEMZ, P., 2003, Effect of High Temperature on The Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood, *Holzforschung*, 57(5):539–546.
- BERNS, R.S., 2000, *Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York, 2000. P.78-81.
- BHUIYAN, M. T. R., HIRAI, N., SOBUE, N., 2001, Effect of Intermittent Heat Treatment on Crystallinity in Wood Cellulose, *Journal of Wood Science*, 47(5):336–341.
- BOONSTRA, M.J., TJEERDSMA, B.F., GROENEVELD, H.A.C., 1998, Thermal Modification of Non-durable Wood Species. 1. The PLATO Technology; Thermal Modification of Wood. International Research Group on Wood Preservation, Document no. IRG/WP 98-40123.
- BOXALL, J., HAYES, G.F. LAIDLAW, R.A. et al. 1984, The Performance of Extendermodifer Clear Finishes on Exterior Timber, *Journal of Princes Risborough Laboratory*.
- BOURGOIS, J., BARTHOLIN, M. C., GUYONNET, R., 1989, Thermal Treatment of Wood: Analysis of The Obtained Product, *Wood Science and Technology*, 23(4):303–310.
- BOURGOIS, J., JANIN, G., GUYONNET, R., 1991, Measuring Colour: A Method of Studying and Optimising the Chemical Transformations of Thermally-treated Wood, *Holzforschung*, 45(5):377–382.
- BOZKURT, Y., KURTOĞLU, A., 1982, Türkiye'de Binalarda Kullanılan Ağaç Malzemenin Çürümesi ile İlgili İklim Endeksleri, *İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 32, Sayı 2.
- BOZKURT, Y., ERDİN, N., 2000, *Odun Anatomisi*, İ.Ü. Orman Fak. Orman End.Müh.Böl., İstanbul.
- BOZKURT, Y., ERDİN, N., 1998, *Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar*, İ.Ü. Orman Fak. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- BURMESTER, A., 1973, Effects of Heat-Pressure Treatments of Semi-Dry Wood on its Dimensional Stability, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 31(6):237–243.
- BURMESTER, A., 1975, The Dimensional Stabilization of Wood, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 2(2):112–119.
- ÇAKICIER, N., 1994, *Ağaç Yüzeylerde Kullanılan Verniklerin Su İle Eritilen Ağaç Boyalarının Renginde Yaptığı Değişiklikler*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- ÇAKICIER, N., 2007, *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemi Katmanlarında Yaşlanma Sonucu Belirlenen Değişiklikler*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DAVIS, W.H., THOMPSON, W.S., 1964, Influence of Thermal Treatments of Short Duration on the Toughness and Chemical Composition of Wood, *Forest Products Journal*, 14(8):350-366.
- DOI, S., KURIMOTO, Y., TAKAHASHI, M., YOSHIMURA, T., 1997, Effects of Steaming Heat Treatment on The Stimulation of Termite Feeding. International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP 97-10212.
- DOI, S., KURIMOT, Y., OHMURA, W., OHARA, S., AOYAMA, M., YOSHIMURA, T., 1999, Effects of Heat Treatments on The Feeding Behaviour of Two Subterranean Termites, *Holzforschung*, 53(3):225–229.
- FEIST, W. C., SELL, J., 1987, Weathering Behaviour of Dimensionally Stabilized Wood by Heating under Pressure of Nitrogen Gas, *Wood and Fiber Science*, 19(2):183–195.
- FEIST, W.C., 1990, Weathering Performance of Finishing Wood Pretreated Water Repellent Preservatives, *Forest Products Journal*, V.40,3, P.21-22.
- FEIST, W.C., 1994b, Effect of Preweathering, Surface Roughness and Wood Species On the Performance of Paint on Stains, *Forest Products Journal*, V.66, P.109-121.
- FELLER, R.L., 1994, Accelerated Aging, Photochemical and Thermal Aspects, Printed in the United States of America.
- FENGEL, D., 1966, On the Change of the Wood and its Components within the Temperature range up to 200°C–Part III: Thermally and Mechanically Caused Structural Changes in Sprucewood, *Holz roh-u werkstoff*, 31(8):529-536.
- FENGEL, D., 1967, On the Changes of the Wood and Its Components within the Temperature Range up to 200 °C – Part IV: The Behaviour of Cellulose in Sprucewood under Thermal Treatment, *Holz Roh. Werkst.* 25, 102-111.
- FENGEL, D., WEGENER, G., 1989, *Wood chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter de Gruyter, 33(9): 333-335, Berlin/New York.
- FUNCK, J.V., FORRER, J.B., BUTTLER, D.A., BRUNNER, C.C., MARİSTANY, A.G., 1992, Measuring Surface Roughness on Wood: A Comparison of Laser Scatter and Stylus Tracing Approaches, *The International Society for Optical Engineering*, V. 1821, P.173-184.
- FUNG, D. P. C., STEVENSON, J. A., SHIELDS, J. K., 1974, The Effect of Heat and NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> on the Dimensional and A properties of Douglas-Fir. *Wood Science*, 7(1):13–20.

- GIEBELER, E., 1983, Dimensional Stabilization of Wood by Moisture-Heat-Pressure Treatment, *Holz Roh-u Werkstoff*, 41:87-94.
- GORMAN, T.M., FEIST, W.C., 1989, Chronicle of 65 Years of Wood Finishing Research, *Forest Product Laboratory*, Madison, FPL-60.
- GÖKER, Y., KURTOĞLU, A., 1987, Bazı Önemli Koyu Renkli Afrika Ağaç Türleri, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Sayı 2, Cilt 37, İstanbul.
- GREEN, D. W., 1999, Adjusting Modulus of Elasticity of Lumber for Changes in Temperature. *Forest Products Journal*, 49(10):82-94.
- GREEN, D. W., EVANS, J. W., CRAIG, B., 2003, Durability of Structural Lumber Products at High Temperature. Part 1: 66°C at 75% RH and 82° C at 30% RH, *Wood and Fiber Science* 35(4): 499-523.
- HILLIS, W. E., 1975, The Role of Wood Characteristics in High Temperature Drying, *J. Inst. Wood Sci.*, 7(2):60-67.
- HILLIS, W. E., ROZSA, A.N., 1978, The Softening Temperatures of Wood, *Holzforschung*, 32(2):68-73.
- HIRAI, N., SOBUE, N., ASANO, I., 1972, Studies on Piezoelectric Effect of Wood, IV. Effects of Heat Treatment on Cellulose Crystallites and Piezoelectric Effect of Wood, *Mokuzai Gakkaishi*, Vol. 18(11):535-542.
- HOLZHAUSEN, U., MILLOW, S., ADLER, H.J.P., 2002. *Studies on The Thermal Ageing of Organic Coatings*, Wiley-WCH Verlag GmbH, Weinheim, [online], [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com) [Ziyaret Tarihi: 4 Temmuz 2006].
- HUNT, R. 1995. *Measuring color*, second edition. (Ellis Horwood series in applied science and industrial technology): Ellis Horwood Limited.
- İLTER, E., ÇAMLIYURT, C., BALKIZ, Ö.D., 2002, Uludağ Gökarnı (*Abies bornmülleriana* Mattf) Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, *İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No: 281.
- INOUE, M., NORIMOTO, M., TANAHASHI, M., ROWELL, R. M., 1993, Steam or Heat Fixation of Compressed Wood, *Wood and Fiber Science*, 25(3):224-235.
- ISO 4287, 1997, Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms, Definitions and Surface Texture Parameters, *International Standart Organization*.
- JAÉMSAÉ, S., AHOLA, P., VIITANIEMI, P., 2000, Long-Term Natural Weathering of Coated ThermoWood, *Pigment & Resin Technology*, 29(2): 68-74.

- JOHNSON, R., 1997, Waterborne Coatings An Overview of Waterborne Coatings: A Formulator's Perspective, *Journal of Coatings Technology*, Vol.69, Page.117-121.
- JOHANSSON, D., 2005, Drying and Heat Treatment of Wood: Influences on Internal Checking, Proceedings 3rd Nordic Drying Conference, Karlstad, Sweden.
- KANTAY. R. 1993, *Drying and Steaming of Lumber*, Education and Culture Foundation, Publication No: 6, Istanbul.
- KIM, D. Y., NISHIYAMA, Y., WADA, M., KUGA, S., OKANO, T., 2001, Thermal Decomposition of Cellulose Crystallites in Wood, *Holzforschung*, 55(5): 521-524.
- KITAHARA, K., CHUGENJI, M., 1951, Effects of Heat Treatment on the Mechanical Properties of Wood, *Journal Japan Forest Society*, 33.414-419.
- KLAUDITZ, W., STEGMAN, G., 1951, Fundamental Chemical and Physical Process in the Heat Treatment of Wood-Fiber Boards, *Holzforschung*, 5(39):68-74.
- KOCH, P., 1971, Process for Straightening and Drying Southern Pine 2 by 4's in 24 Hours, *Forest Products Journal*, 21(5):17-24.
- KOCH, P., 1976, Strength of Southern Pine Lumber Dried at High Temperatures, Proc. Research Conference on High-Temperature Drying Effects on Mechanical Properties of Softwood Lumber, Madison, WI., 38-49.
- KOLLMANN, F., SCHNEIDER, A., 1963, The Sorption Behavior of Heat-Treated Wood, *Holz Roh-u Werkstoff*, 21(3):77-85.
- KORKUT, S., 1999, *Kereste Üretiminde Yüzey Kalitesinin İyileştirilmesi Üzerine Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KORKUT, S., KOCAEFE, D. 2009, *Isıl İşlemin Odun Özellikleri Üzerine Etkisi*, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, Cilt:5, Sayı:2, Sayfa:11-34, ISSN: 1309-4521.
- KORKUT, S.; BAKANGİL, Ö. 2007, *Isıl İşlem Metodları*, WOODWORK Mobilya, Mobilya Yan Sanayi, Mimarlık, Dekorasyon ve Araştırma Dergisi, Sayfa:28-34, Şubat-Mart 2007.
- KOTILAINEN, R., 2000, Chemical Kotilainen R. Chemical changes in wood during Heating at 150-260°C. Ph.D. Thesis, Jyväskylä University. Research Report 80, Finland.
- KURTOĞLU, A., 2000, *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler*, Cilt I, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., İstanbul.
- LEITHOFF, H., PEEK, R.D., 1998, *Hitzebehandlung - eine Alternative zum chemischen Holzschutz*. Tagungsband zur 21. Holzschutz-Tagung der DGfH in Rosenheim: 97-108.

- LEVAN, S. M., ROSS, R. J., WINANDY, J. E., 1991, *Effects of Fire Retardant Chemicals on the Bending Properties of Wood at Elevated Temperatures*, USDA Research Paper FPL-RP-498, Madison, WI.
- LEVAN, S. M., EVANS, J. W., 1996, Mechanical Properties of Fire-Retardant Treated Plywood after Cyclic Temperature Exposure. *Forest Products Journal*, 46(5): 64–71.
- MAILUM, N.P., ARENAS, C.V., 1974, *Effect of Heat on the Natural Decay Resistance of Philippine Woods*, *Philippine Lumberman*, 20(10):18-19.
- MALKOÇOĞLU, A., ÖZDEMİR, T., 1999, Yüzey Pürüzlülüğü Araştırmalarının Tarihi Gelişimi, *Mobilya ve Dekorasyon Dergisi*, Cilt. 32, Sayfa 60-68.
- MANNINEN, A.M., PASANEN, P., HOLOPAINEN, J.K., 2002, Comparing the VOC Emissions Between Air-Dried and Heat Treated Scots Pine Wood, *Atmospheric Environment*, 36(11):1763-1768.
- MAYES, D., OKSANEN, O., 2002, *ThermoWood Handbook*, Finnforest, Finland.
- McCORMICK, K., TAS, P., 1999, ‘‘*Application 1.0 Portable gloss Measurement*’’, <https://byk-gardnerusa.com/>, [Ziyaret Tarihi: 13 mayıs 2005].
- MCDONALD, A. G., DARE, P. H., GIFFORD, J. S., STEWARD, D., RILEY, S., 2002, Assessments of Air Emissions from Industrial Kiln Drying of *Pinus Radiata* Wood, *Holz als Roh-und Werkstoff*, (60): 181-190.
- MACLEAN, J.D., 1954, Effect of Heating in Water on the Strength Properties of Wood, *Am. Wood Preservers’ Assoc. Proc.* 50:253-280.
- MACLEAN, J.D., 1955, Effect of Oven-Heating and Hot-Pressing on Strength Properties of Wood, *Am. Wood Preservers’ Assoc. Proc.* 51:227-250.
- MILLETT, M. A., GERHARDS, G. C., 1972, Accelerated Aging: Residual Weight and Flexural Properties of Wood Heated in Air at 115°C to 175°C, *Wood Science*, 4(4): 193–201.
- MILITZ, H., TJEERDSMA, B.F., 2001, Heat Treatment of Wood by the PLATO-Process, *Proceedings of Special Seminar Held in Antibes, France on 9 February 2001*.
- MILITZ, H., 2002, Heat treatment Technologies in Europe: Scientific Background and Technological State-of-Art, in: *Proceedings of Conference on Enhancing the Durability of Lumber and Engineered Wood Products*, Forest Products Society, Madison, US.
- MITCHELL, P. H., 1988, Irreversible Property Changes of Small Loblolly Pine Specimens Heated in Air, Nnitrogen, or Oxygen, *Wood and Fiber Science*, 20(3): 320–355.

- NIKOLOV, S., ENCEV, E., 1967, Effect of Heat Treatment on the Sorption Dynamics Of Beech Wood, *Nauc.Trud. Lesoteh. Inst., Sofija*, 14:71-77.
- OZALP, M.; KORKUT, S. 2009, The effects of heat treatment on varnished wood by double component water-based varnish, *Proceedings of the 6th Asia-Pacific Drying Conference (ADC2009)*, October 19-21 2009 Bangkok-Thailand, pp:720-723, ISBN: 978-974-456-705-5.
- OZALP, M.; GEZER, I.; KORKUT, S. 2009, The investigation of heat treatment with water-based varnish double components in varnish applications of wood material, *African Journal of Biotechnology (AJB)*, 8(8): 1689-1694, ISSN: 1684–5315.
- ÖZEN, R., SÖNMEZ, A., 1996, *Ahşap Verniklerin Harici Etkilere Karşı Dayanıklılığına İlişkin Araştırmalar*, Devlet Planlama Teşkilatı Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara.
- PANAIOTOV, P., MATEEVA, G., 1984, The Effect of Non-Flame Treatment on the Bending and Compression Strength of Modified Beech Wood, *Nauchni Trudove, Vissh Lesotekhnicheski Institut, Sofiya, Mekhanichna Teknologiya-na-D"rvesinata*, No.27-28:55-60.
- PAYNE, H. F., 1965, *Organic Coating Technology*, Volume I, Printed in New York U.S.A. Fourth Printing.
- PAYNE, H. F., 1967, *Organic Coating Technology*, Volume II, Printed in New York U.S.A. Fourth Printing.
- PETERS, C.C., CUMMING, J.D., 1970, Measuring Wood Surface Smoothness: A Review, *Forest Products Journal*, V. 20,12, P.40-43.
- RAPP, A. O. AND SAILER, M., 2000, Heat Treatment in Germany, *Proceedings of Seminar " Production and Development of Heat Treated Wood in Europe "*, Helsinki, Olso.
- REFA, 1983, *Holz-und Kunststoffverarbeitung*, Refa-Mappe, Refa-Fachausshuss Holz und Kunststoffverarbeitung, Darmstadt.
- RICHTER, K., FEIST, W.C., KNAEBE, M.T.,1995, The Effect of Surface Roughness on The Performence of Finishes, *Forest Products Journal*, V.45,7, P. 91-97.
- ROZSA, M.E., FORTES, M.A., 1989, Effects of Water Vapour Heating on Structure and Properties of Corc, *Wood Science Technology*, 23:27-34.
- RUSCHE, H., 1973, Thermal Degradation of Wood at Temperatures up to 200°C–Part–I: Strength Properties of Dried Wood after Heat Treatment, *Holz Roh-u Werkstoff*, 31: 273–281.
- RUYTER, H.P., 1989, European patent Appl. No. 89-203170-9.

- SADOH, T., NAKATO, K., 1987, Surface Properties of Wood in Physical and Sensory Aspects, *Wood Science and Technology*, V. 21, P.111-120.
- SCHNEIDER, A., 1971, Investigations on the Influence of Heat Treatment in the Temperature Range 100-200°C on Modulus of Elasticity, *Holz Roh- und Werkstoff*, 29(11): 431-440.
- SCHNEIDER, A., RUSCHE, H., 1973, Sorption Behaviour of Beech and Spruce Wood after Heat Treatment in Air and in Vacuum, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 31(8): 313-319.
- SCHNEIDER, A., 1973, Investigation on the Convection Drying of Lumber at Extremely High Temperatures, *Holz Roh- und Werkstoff*, 31: 198-206.
- SEBORG, R.M., TARKOW, H., STAMM, A.J., 1953, Effect of Heat upon the Dimensional Stabilization of Wood, *Forest Products Journal*, 3(3):59-67.
- SIEMINSKY, R. SKARZYNSKA, A., 1989, Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, *Forest Products Journal*, P.23-25.
- SKAAR, C., 1976, Effect of High Temperatures on the Rate of Degradation and Reduction in Hygroscopicity of Wood, Pages 113-127 in C.C. Gerhards, McMillen, J.M., eds. Proceedings, High Temperature Drying Effects on Mechanical Properties of Soft-Wood Lumber, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, 25-26 February.
- SÖĞÜTLÜ, C., SÖNMEZ, A., 2006, Değişik Koruyucular İle İşlem Görmüş Bazı Yerli Ağaçlarda UV Işıklarının Renk Değiştirici Etkisi, *G.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt. 21, No.1, Sayfa 151-159, Ankara.
- SÖNMEZ, A., 1989, *Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- SÖNMEZ, A., BUDAKÇI, M., 1999, Vernik Katman Kalınlığının Parlaklığa Etkisi, *Politeknik Dergisi*, Cilt:12, Sayı:3, S: 747-757.
- SÖNMEZ, A., 2000, *Ağaçlarında Üst Yüzey İşlemleri I*, Çizgi Matbaacılık, Ankara.
- SÖNMEZ, A., BUDAKÇI, M., 2004, *Ağaçlarında Üst Yüzey İşlemleri II*, Sevgi Ofset, Ankara.
- SÖNMEZ, A., BUDAKÇI, M., YAKIN, M., 2004, Ağaç Malzemesinde Su Çözünürlüğü Vernik Uygulamalarının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Direncine Etkileri, *Politeknik Dergisi*, Cilt:7, Sayı:3, S: 229-235.
- STAMM, A.J., HANSEN, L.A., 1937, Minimizing Wood Shrinkage and Swelling: Effect of Heating in Various Gases, *Ind. Eng. Chem.* 29(7):831-833.

- STAMM, A. J., 1956, Thermal Degradation of Wood and Cellulose, *Ind. Eng. Chem.* 48(3):413-417.
- STAMM, A. J., BAECHLER, R. H., 1960, Decay Resistance and Dimensional Stability of Five Modified Woods, *Forest Products Journal*, 10(1): 22–26.
- STEWART, H.A., 1975, Comparison of Factors Affecting Power for Abrasive and Knife Planning of Hardwoods, *Forest Products Journal*, V.24,3, P.31-34.
- STUMBO, D.A., 1963, Surface Texture Measurement Methods, *Forest Products Journal*, V.17,7, P.299-303.
- SYRJÄNEN, T., KANGAS, E., 2000. Heat Treated Timber in Finland, International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP 00–40158.
- SUNDQVIST, B., 2002, Color Response of Scots Pine (*Pinus sylvestris*), Norway Spruce (*Picea abies*) and Birch (*Betula pubescens*) Subjected to Heat Treatment in Capillary, *Holz Roh. Werks.*, 60, 106-114.
- ŞANIVAR, N., 1978, *Ağaç İşleri Üst Yüzey İşlemleri*, Milli Eğitim Basımevi, 222-227, İstanbul.
- TEMİZ, A., YILDIZ, U.C., AYDIN, İ., EİKENES, M., ALFREDSEN, G., ÇOLAKOĞLU, G., 2005, Surface Roughness and Color Characteristics of Wood Treated With Preservatives After Accelerated Weathering Test, *Applied Surface Science*, V. 250, P. 35-42.
- TIEMANN, H.D., 1920, Effect of Different Methods of Drying on the Strength and Hygroscopicity of Wood, 3 rd ed, *The Kiln Drying of Lumber*, Chap.11, J.P. Lippincott Co., Philadelphia, PA.
- TOMEK, A., 1966, Heat Treatment of Wood Chips, a New Process for Making Particle Board Water-Repellent, *Holztechnol*, 3:157-160.
- TROYA, M. T., NAVARETTE, A., 1994. Study of the Degradation of Retified Wood through Ultrasonic and Gravimetric Techniques, International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/ WP 94–40030.
- TS 53., 1981, Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, *T.S.E.*, Ankara.
- TS 642., 1997, Kondisyonlama ve /veya Deney İçin Standart Atmosferler-Özellikler, *T.S.E.*, Ankara.
- TS 930, 1989, Yüzey Pürüzlülüğünün Profil Metodu ile Ölçülmesinde Kullanılan Aletler-Sürekli Profil Değişimini Ölçen Değmeli (iğneli) Aletler ve Profil Kaydeden Aletler, *T.S.E.*, Ankara.

- TS 971, 1988, Yüzey Pürüzlülüğünün Parametreler ve Pürüzlülük Tespiti Kuralları, *T.S.E.*, Ankara.
- TS 1752., 1974, Boyalar ve Vernikler, Uçucu ve Uçucu Olmayan Maddelerin Miktarının Tayini, *T.S.E.*, Ankara.
- TS 2470., 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metodları ve Genel Özellikler, *T.S.E.*, Ankara.
- TS 2471., 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, *T.S.E.*, Ankara.
- TS 4318., 1985, Boya ve Vernikler, Metalik Olmayan Boya katmanlarının 20°, 60° ve 85° Açılarda Parlaklık Ölçümü, *T.S.E.*, Ankara.
- TS 6035 EN ISO 3251., 1997, Boyalar ve Vernikler, Boya, Vernik ve Bağlayıcılarda Uçucu Olmayan Madde Tayini, *T.S.E.*, Ankara.
- TS 6956., 1989, Yüzey Pürüzlülüğü-Terimler-Yüzey Pürüzlülüğü Parametrelerinin Ölçülmesi İçin Standart, *T.S.E.*, Ankara.
- TJEERDSMA, B. F., BOONSTRA, M., MILITZ, H., 1998a., Thermal Modification of Non-Durable Wood Species 2. Improved Wood Properties of Thermal Treated Wood, International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP/98-40124.
- TUNÇGENÇ, M., 2004, Genel Boya Bilgileri, *Teknik Bülten*, Akzo Nobel Kemipol A.Ş.
- UYSAL, B., A., PEKER, H., ATAR, M., 1998, Açık Hava Şartlarının Emprenyelenmiş ve Verniklenmiş Ağaç Malzeme Yüzeyindeki Renk Değişikliğine Etkileri, *Teknoloji*, Yıl. 1, Sayı 1.
- UYSAL, B., ÖZÇİFTÇİ, A., PEKER, H., 2000, The Effect of Exterior Conditions On The Surface Erosion of the Impregnated Chestnut, *Teknoloji*, Yıl. 3, Sayı 1.
- VERNOIS, M., 2001, Heat Treatment of Wood in France-State of the Art, Proceedings of Special Seminar held in Antibes, France on 9 February 2001.
- VIITANEN, H., JÄMSÄ, S., PAAJANEN, L., NURMI, A., VIITANIEMI, P., 1994, The Effect of Heat Treatment on the Properties of Spruce, A Preliminary Report, International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP 94-40032.
- VIITANEN, H., JAMSA, S., PAAJANEN, L., NURMI, A., VIITANIEMI, P., 1994a, The Effect of Heat Treatment on the Properties of Spruce, IRG/WP/40032 Annual Meeting, May 29-June 3-1994, Indonesia, Section 4, 1-4.

- VIITANIEMI, P., JÄMSÄ, S., EK, P., VIITANEN, H., 2001, Method for Increasing the Resistance of Cellulosic Products Against Mould and Decay, Pat. EP 0,695, 408.
- VIITANIEMI, P., 1997, Decay-Resistant Wood Created in a Heating Process, *Industrial Horizons*, 23: 77-85.
- WINANDY, J. E., LEVAN, S. M., ROSS, R. J., 1991, Thermal Degradation of Fire-Retardant-Treated Plywood— Development and Evaluation of a Test Protocol, USDA Res. Paper FPL-501.
- WINANDY, J. E., 1995a, Effects of Waterborne Preservative Treatment on Mechanical Properties: A Review, *Proceeding: Woodstock, MD; American Wood Preservers' Association*. 91: 17-33.
- WINANDY, J. E., 2001, Effects of Fire Retardant Retention, Borate Buffers, and Re-Drying Temperature after Treatment on Thermal-Induced Degradation, *Forest Products J.* 47(6): 79-86.
- VITAL, B. R., LUCIA, M. D., 1983, Effect of Heating on some Properties of *Eucalyptus saligna* Wood, *Revista-Arvore*, 7(2): 136-146.
- VOSS, K. 1952, Heat Treatment of Hardboards, *Holz Roh-u Werkstoff*, 10(8):299-305.
- WELZBACHER, C. R., RAPP, A. O., 2004, Comparison of Thermally Treated Wood Originating from Four Industrial Scale Processes-Durability, International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP 02-40229.
- YAKIN, M., 2001, *Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tespiti*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- YAO, J., TAYLOR, F., 1979, Effect of High-Temperature Drying on the Strength of Southern Pine Dimension Lumber, *Forest Products Journal*, 29(8):49-51.
- YILDIZ, E., 1999, *Su Bazlı Boya ve Kaplamalar Beklentiler ve Su Bazlı Poliüretan Bağlayıcı Sistemleri*, *Tübitak*.
- YILDIZ, S., 2002, Physical, Mechanical, Technological and Chemical properties of *Fagus orientalis* and *Picea orientalis* Wood Treated by Heat, PhD Thesis, Blacksea Technical University, Trabzon, Turkey, p: 245.
- YILDIZ, S., GEZER, E.D., YILDIZ, U.C., 2006, Mechanical and Chemical Behavior of Spruce Wood Modified by Heat. *Building Environment*. 41(12): 1762-1766.

## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : GÜLER, Fatma Deniz  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 17.01.1984 Samsun  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0 (362) 234 70 51  
e-mail : [f.denizguler@hotmail.com](mailto:f.denizguler@hotmail.com).

### **Eğitim**

#### **Derece**

#### **Eğitim Birimi**

#### **Mezuniyet Tarihi**

Yüksek lisans	Düzce Üniversitesi / Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı	2010
Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi/ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü	2008
Lise	Samsun Anadolu Lisesi	2002

### **Yabancı Dil**

İngilizce, Almanca