

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HAMMADDE YETİŞME ORTAMI, ŞEKLİ VE ARAZİ YAPISI İLE YAŞININ
YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

DOKTORA TEZİ

Orm. End. Yük. Müh. Mehmet BAHAROĞLU

OCAK 2016
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Mehmet BAHAROĞLU tarafından hazırlanan

HAMMADDE YETİŞME ORTAMI, ŞEKLİ VE ARAZİ YAPISI İLE YAŞININ
YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 22/12/2015 gün ve 1632 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan :Prof. Dr. Gökay NEMLİ


.....

Üye :Prof. Dr. Hüseyin KIRCI


.....

Üye :Prof. Dr. Nurgül AY


.....

Üye :Prof. Dr. Turgay AKBULUT


.....

Üye :Prof. Dr. Nadir AYRILMIŞ


.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Hammadde yetişme ortamı, şekli ve arazi yapısı ile yaşıнын yongalevhanın kalite özellikleri üzerine etkileri isimli bu çalışma KTÜ Fen bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerinden yaralandığım başta danışman hocam Prof. Dr. Gökay NEMLİ olmak üzere, Sayın Prof. Dr. Nurgül AY, Sayın Prof. Dr. Hüseyin KIRCI, Sayın Prof. Dr. Turgay AKBULUT, Sayın Prof. Dr. Nadir AYRILMIŞ, Sayın Prof. Dr. Mehmet MISIR hocalarıma, tezin oluşturulması sırasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Selahattin Bardak, Arş. Gör. Bünyamin SARI, Arş. Gör. Onur Tolga OKAN, Arş. Gör. İlkey ATAR, Orm. End. Yük. Müh. Esra AYAN ve Sayın Emir ZEKOVİÇ'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bugünlere ulaşmamda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve sevgili eşime tüm kalbimle teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, yongalevha üretimi konusunda araştırma yapanlara ve uygulayıcılara faydalı olmasını temenni ederim.

Mehmet BAHAROĞLU

Trabzon 2016

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum “ Hammadde yetişme ortamı, şekli ve arazi yapısı ile yaşının yongalevhanın kalite özellikleri üzerine etkileri” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Gökay NEMLİ'nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 18/01/2016

Mehmet BAHAROğLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	XIV
SUMMARY	XV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XVI
TABLolar (ÇİZELGELER) DİZİNİ.....	XX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> (L.) Link.).....	3
1.2.1. Doğu Ladininin (<i>Picea orientalis</i> (L.) Link.) Genel Özellikleri.....	3
1.2.2. İşlenme Özellikleri.....	4
1.2.3. Botanik Özellikleri.....	4
1.2.4. Makroskobik ve Mikroskobik Özellikleri	5
1.2.4.1. Makroskobik Özellikler	5
1.2.4.2. Mikroskobik Özellikler.....	6
1.2.5. Doğu Ladininin Kullanım Alanları.....	7
1.2.5.1. Direk ve Kalıp Tahtası Olarak Kullanılması	7
1.2.5.2. Bina Yapımında Kullanılması	7
1.2.5.3. Taşıt Vasıtalarında Kullanılması	7
1.2.5.4. Mobilya ve Levha Endüstrisinde Kullanılması	8
1.2.5.5. Müzik Aletlerinin Yapımında Kullanılması	8
1.2.5.6. Tarım İşlerinde Kullanılması.....	8
1.2.5.7. Kalem, Kibrit Çöpü, Kürdan ve Oyuncak Endüstrisinde Kullanılması	8
1.2.5.8. Su Soğutma Kulelerinde Kullanılması	8
1.2.5.9. Yakacak Olarak Kullanılması.....	9
1.2.5.10. Reçine Üretiminde Kullanılması	9
1.2.5.11. İbre ve Kabuklarının Kullanılması	9
1.2.6. Doğu Ladini Mevki Özellikleri.....	10
1.2.6.1. Denizden Yükseklik.....	10

1.2.6.2.	Bakı.....	10
1.2.6.3.	Sıcaklık	11
1.2.6.4.	Yağış	11
1.2.6.5.	Bağıl Nem.....	12
1.2.6.6.	Bakılardaki Toprak ve Meşçere Farklılıkları.....	12
1.3.	Yongalevha.....	13
1.3.1.	Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması.....	13
1.3.2.	Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	16
1.3.2.1.	Ağaç Malzeme	16
1.3.2.2.	Yıllık Bitkiler.....	19
1.3.2.3.	Tutkal.....	21
1.3.2.3.1.	Organik Tutkallar.....	21
1.3.2.3.1.1.	Melamin Formaldehit	22
1.3.2.3.1.2.	Üre Formaldehit.....	24
1.3.2.3.1.3.	Resorsin Formaldehit.....	27
1.3.2.3.1.4.	Fenol Formaldehit	27
1.3.2.3.1.5.	İzosiyanat.	29
1.3.2.3.2.	Termoplastik Tutkallar.	29
1.3.2.3.3.	Anorganik Tutkallar.....	31
1.3.2.3.4.	Doğal Tutkallar.....	32
1.3.2.3.5.	Tutkallar ve Kullanım Alanları.....	34
1.3.2.4.	Katkı Maddeleri	35
1.3.2.4.1.	Hidrofobik Maddeler	36
1.3.2.4.2.	Koruyucu Maddeler	37
1.3.2.4.3.	Sertleştirici Maddeler.....	38
1.3.3.	Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği	39
1.3.4.	Yongalevhanın Kalite Özelliklerini Etkileyen Faktörler	44
1.3.5.	Yongalevhanın Kullanım Alanları.....	49
1.4.	Formaldehit Emisyonu.....	50
1.4.1.	Yongalevhalarda Formaldehit Emisyonunu Etkileyen Faktörler	52
1.5.	Yüzey Özellikleri.....	54
1.5.1.	Yüzey Pürüzlülüğü.	54
1.5.2.	Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri.....	56

1.5.2.1.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz).....	57
1.5.2.2.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra).....	57
1.5.2.3.	Profil Sapmasının Ortalama Karekökü (Rq).....	58
1.5.2.4.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Rmax / Ry).....	59
1.5.3.	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri	59
1.5.4.	Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler.	60
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	62
2.1.	Materyal.....	62
2.1.1.	Ağaç Malzeme	62
2.1.2.	Tutkal.....	62
2.1.3.	Sertleştirici Madde.....	62
2.2.	Deneme Levhalarını Üretimi.	63
2.2.1.	Yongaların Üretimi.....	63
2.2.2.	Yongaların Elenmesi	63
2.2.3.	Yongaların Kurutulması.	63
2.2.4.	Tutkallama	64
2.2.5.	Levha Taslağının Hazırlanması	64
2.2.6.	Presleme.....	65
2.2.7.	Presleme Sonrası İşlemler.....	65
2.3.	Araştırma Yöntemi.	65
2.3.1.	Fiziksel Özellikler.....	65
2.3.1.1.	Rutubet Miktarı.....	65
2.3.1.2.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	66
2.3.1.3.	Levha Örneklerinin Özgül Ağırlığı.	67
2.3.1.4.	Hammaddenin Tam Kuru Özgül Ağırlığı.....	67
2.3.1.5.	Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı	68
2.3.2.	Mekanik Özellikler.	68
2.3.2.1.	Eğilme Direnci.....	68
2.3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.	69
2.3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	70
2.3.3.	Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi.	70
2.3.3.1.	pH.	70
2.3.3.2.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük.	71

2.3.3.3.	Alkol-Tolüende Çözünürlük.....	72
2.3.3.4.	Soğuk Su Çözünürlüğü.....	72
2.3.3.5.	Sıcak Su Çözünürlüğü.....	72
2.3.3.6.	Holonselüloz Tayini.....	73
2.3.3.7.	Selüloz Tayini.....	73
2.3.3.8.	Hemiselüloz Tayini.....	74
2.3.3.9.	Lignin Tayini.....	74
2.3.3.10.	Kül Tayini.....	75
2.3.4.	Yongalevhanın Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi.....	75
2.3.4.1.	Yüzey Pürüzlülüğü.....	75
2.3.5.	Formaldehit Emisyonu.....	75
2.3.5.1.	Perferatör Yöntemi.....	75
2.3.6.	Karbon ve Azot Analizi.....	77
2.7.	İstatistik Yöntemler.....	78
3.	BULGULAR.....	79
3.1.	Fiziksel Özellikler.....	79
3.1.1.	Rutubet Miktarı.....	79
3.1.2.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	79
3.1.3.	Levha Örneklerinin Özgül Ağırlığı.....	83
3.1.4.	Hammaddenin Tam Kuru Özgül Ağırlığı.....	84
3.1.5.	Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı.....	86
3.2.	Mekanik Özellikler.....	88
3.2.1.	Eğilme Direnci.....	88
3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	90
3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	92
3.3.	Kimyasal Özellikler.....	94
3.3.1.	pH.....	94
3.3.2.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük.....	96
3.3.3.	Alkol-Tolüende Çözünürlük.....	98
3.3.4.	Soğuk Su Çözünürlüğü.....	100
3.3.5.	Sıcak Su Çözünürlüğü.....	102
3.3.6.	Holonselüloz Tayini.....	104
3.3.7.	Selüloz Tayini.....	106

3.3.8.	Hemiselüloz Tayini.....	108
3.3.9.	Lignin Tayini	110
3.3.10.	Kül Tayini.....	112
3.4.	Yongalevhanın Yüzey Özellikleri	114
3.4.1.	Yüzey Pürüzlülüğü.	114
3.4.1.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra).....	114
3.4.1.2.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry).	116
3.4.1.3.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz).....	118
3.5.	Formaldehit Emisyonu.....	120
3.6.	Karbon ve Azot Analizi	122
3.6.1.	Karbon Analizi.....	122
3.6.1.	Azot Analizi.....	124
4.	TARTIŞMA.....	127
4.1.	Hammadde Yaşının Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi.....	127
4.1.1.	Hammadde Yaşının 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi.....	127
4.1.2.	Hammadde Yaşının Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi.	129
4.1.3.	Hammadde Yaşının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi	131
4.1.3.1.	Hammadde Yaşının Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüze Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi	131
4.1.4.	Hammadde Yaşının Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi	136
4.1.4.1.	Hammadde Yaşının pH Üzerine Etkisi.....	136
4.1.4.2.	Hammadde Yaşının % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi	136
4.1.4.3.	Hammadde Yaşının Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi.....	137
4.1.4.4.	Hammadde Yaşının Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi	138
4.1.4.5.	Hammadde Yaşının Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi	139
4.1.4.6.	Hammadde Yaşının Holoselüloz Üzerine Etkisi	139
4.1.4.7.	Hammadde Yaşının Selüloz Üzerine Etkisi.	140
4.1.4.8.	Hammadde Yaşının Hemiselüloz Üzerine Etkisi.	141
4.1.4.9.	Hammadde Yaşının Lignin Üzerine Etkisi.....	141
4.1.4.10.	Hammadde Yaşının Kül Üzerine Etkisi.	142
4.1.5.	Hammadde Yaşının Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi	143
4.1.5.1.	Hammadde Yaşının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi	143

4.1.5.1.1.	Hammadde Yaşının Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi.	143
4.1.6.	Hammadde Yaşın Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi.....	145
4.1.7.	Hammadde Yaşının Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi.....	147
4.2.	Bakının Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi.	148
4.2.1.	Bakının 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi	148
4.2.2.	Bakının Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi	151
4.2.3.	Bakının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi	153
4.2.3.1.	Bakının Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüzeye Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi.	153
4.2.4.	Bakının Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi	157
4.2.4.1	Bakının pH Üzerine Etkisi.....	157
4.2.4.2.	Bakının % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi	158
4.2.4.3.	Bakının Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi.	159
4.2.4.4.	Bakının Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi.	160
4.2.4.5.	Bakının Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi.....	160
4.2.4.6.	Bakının Holoselüloz Üzerine Etkisi.	161
4.2.4.7.	Bakının Selüloz Üzerine Etkisi.....	162
4.2.4.8.	Bakının Hemiselüloz Üzerine Etkisi	162
4.2.4.9.	Bakının Lignin Üzerine Etkisi	163
4.2.4.10.	Bakının Kül Üzerine Etkisi.....	164
4.2.5.	Bakının Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi.....	164
4.2.5.1.	Bakının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi.....	164
4.2.5.1.1.	Bakının Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi.	164
4.2.6.	Bakının Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi.....	167
4.2.7.	Bakının Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi	168
4.3.	Yüksekliğin Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi	170
4.3.1.	Yüksekliğin 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi ...	170
4.3.2.	Yüksekliğin Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi	172
4.3.3.	Yüksekliğin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi.....	17
4.3.3.1.	Yüksekliğin Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüzeye Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi.	175
4.3.4.	Yüksekliğin Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi.	179

4.3.4.1.	Yüksekliğin pH Üzerine Etkisi.....	179
4.3.4.2.	Yüksekliğin % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi.....	180
4.3.4.3.	Yüksekliğin Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi	181
4.3.4.4.	Yüksekliğin Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi	182
4.3.4.5.	Yüksekliğin Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi.....	182
4.3.4.6.	Yüksekliğin Holoselüloz Üzerine Etkisi	183
4.3.4.7.	Yüksekliğin Selüloz Üzerine Etkisi.....	184
4.3.4.8.	Yüksekliğin Hemiselüloz Üzerine Etkisi.....	185
4.3.4.9.	Yüksekliğin Lignin Üzerine Etkisi.....	185
4.3.4.10.	Yüksekliğin Kül Üzerine Etkisi.....	186
4.3.5.	Yüksekliğin Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi.....	187
4.3.5.1.	Yüksekliğin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi.....	187
4.3.5.1.1.	Yüksekliğin Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi.....	187
4.3.6.	Yüksekliğin Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi.....	190
4.3.7.	Yüksekliğin Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi.....	191
4.4.	Arazi Yapısının Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi	193
4.4.1.	Arazi Yapısının 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi	193
4.4.2.	Arazi Yapısının Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi.....	194
4.4.3.	Arazi Yapısının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi.....	196
4.4.3.1.	Arazi Yapısının Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüze Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi.....	196
4.4.4.	Arazi Yapısının Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi.....	200
4.4.4.1.	Arazi Yapısının pH Üzerine Etkisi.....	200
4.4.4.2.	Arazi Yapısının % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi.....	201
4.4.4.3.	Arazi Yapısının Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi.....	201
4.4.4.4.	Arazi Yapısının Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi.....	202
4.4.4.5.	Arazi Yapısının Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi.....	203
4.4.4.6.	Arazi Yapısının Holoselüloz Üzerine Etkisi.....	203
4.4.4.7.	Arazi Yapısının Selüloz Üzerine Etkisi.....	204
4.4.4.8.	Arazi Yapısının Hemiselüloz Üzerine Etkisi.....	205
4.4.4.9.	Arazi Yapısının Lignin Üzerine Etkisi.....	206

4.4.4.10.	Arazi Yapısının Kül Üzerine Etkisi.....	206
4.4.5.	Arazi Yapısının Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi.....	207
4.4.5.1.	Arazi Yapısının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi.....	207
4.4.5.1.1.	Arazi Yapısının Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi.....	207
4.4.6.	Arazi Yapısının Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi.....	210
4.4.7.	Arazi Yapısının Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi.....	211
4.5.	Yetiştirme Şeklinin Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi.....	212
4.5.1.	Yetiştirme Şeklinin 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi.....	212
4.5.2.	Yetiştirme Şeklinin Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi.....	215
4.5.3.	Yetiştirme Şeklinin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi.....	217
4.5.3.1.	Yetiştirme Şeklinin Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüze Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi.....	217
4.5.4.	Yetiştirme Şeklinin Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi.....	221
4.5.4.1.	Yetiştirme Şeklinin pH Üzerine Etkisi.....	221
4.5.4.2.	Yetiştirme Şeklinin % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi.....	221
4.5.4.3.	Yetiştirme Şeklinin Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi.....	222
4.5.4.4.	Yetiştirme Şeklinin Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi.....	223
4.5.4.5.	Yetiştirme Şeklinin Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi.....	224
4.5.4.6.	Yetiştirme Şeklinin Holoselüloz Üzerine Etkisi.....	225
4.5.4.7.	Yetiştirme Şeklinin Selüloz Üzerine Etkisi.....	226
4.5.4.8.	Yetiştirme Şeklinin Hemiselüloz Üzerine Etkisi.....	226
4.5.4.9.	Yetiştirme Şeklinin Lignin Üzerine Etkisi.....	227
4.5.4.10.	Yetiştirme Şeklinin Kül Üzerine Etkisi.....	228
4.5.5.	Yetiştirme Şeklinin Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi.....	229
4.5.5.1.	Yetiştirme Şeklinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi.....	229
4.5.5.1.1.	Yetiştirme Şeklinin Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi.....	229
4.5.6.	Yetiştirme Şeklinin Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi.....	231
4.5.7.	Yetiştirme Şeklinin Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi.....	233
5.	SONUÇLAR.....	235
5.1.	Fiziksel Özellikler.....	235
5.1.1.	Rutubet Miktarı.....	235

5.1.2.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	235
5.1.3.	Levha Örneklerinin Özgül Ağırlığı	236
5.1.4.	Hammaddenin Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlığı.....	236
5.2.	Mekanik Özellikler.	237
5.2.1.	Eğilme Direnci.....	237
5.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	238
5.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	239
5.3.	Kimyasal Özellikler	241
5.3.1.	pH	241
5.3.2.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük	241
5.3.3.	Alkol-Tolüende Çözünürlük.....	242
5.3.4.	Soğuk Su Çözünürlüğü.....	243
5.3.5.	Sıcak Su Çözünürlüğü	243
5.3.6.	Holoselüloz Miktarı	244
5.3.7.	Selüloz Miktarı.	245
5.3.8.	Hemiselüloz Miktarı.....	245
5.3.9.	Lignin Miktarı.....	246
5.3.10.	Kül Miktarı.	246
5.4.	Yüzey Pürüzlülüğü.	247
5.5.	Formaldehit Emisyonu.....	248
5.6.	Karbon ve Azot Miktarı.....	249
6.	ÖNERİLER.....	250
7.	KAYNAKLAR	253

ÖZGEÇMİŞ

Doktora Tezi

ÖZET

HAMMADDE YETİŞME ORTAMI, ŞEKLİ VE ARAZİ YAPISI İLE YAŞININ
YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet BAHAROĞLU
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Gökay NEMLİ
2016, 275 Sayfa

Bu çalışmada; hammadde odun olarak kullanılan Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ağacının yetiştirme ortamı, şekli ve arazi yapısı ile yaşının yongalevhanın fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri ile formaldehit emisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır.

Ağaç yaşının artmasıyla; yongalevhaların mekanik özellikleri ve formaldehit emisyonu iyileşmiştir. Kalınlık artışı oranı ve yüzey özellikleri olumsuz etkilenmiştir.

Güney bakıdan alınan ağaçlardan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı ve pürüzlülük değeri, kuzey bakıdan alınanlardan düşük çıkmıştır. Kuzey bakıdan alınan ağaçlardan üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu ve mekanik direnç değerleri, güney bakıdan alınanlardan düşük çıkmıştır.

Rakım artarken yongalevhaların formaldehit emisyonu ve mekanik direnç değerleri artmıştır. Rakımın azalmasıyla birlikte üretilen yongalevhaların pürüzlülük değerleri ve kalınlık artışı oranında artma kaydedilmiştir.

Taşlık arazide yetişen ağaçlardan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı, formaldehit emisyonu ve mekanik direnç değerleri toprak arazide yetişenlerden düşük çıkarken, pürüzlülük değerleri ise yüksek çıkmıştır.

Yapay olarak yetiştirilen ağaçlardan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı ve pürüzlülük değerleri, doğal olarak yetişenlerden düşük çıkarken; mekanik direnç değerleri ve formaldehit emisyonu yüksek çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Ağaç yaşı, Bakı, Rakım, Arazi Yapısı, Yetiştirme şekli, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler, Yüzey özellikleri, Formaldehit emisyonu

PhD. Thesis

SUMMARY

EFFECTS OF RAW MATERIAL GROWTH PLACE, STYLE AND LAND STRUCTURE
AND TREE AGE ON QUALITY PROPERTIES OF PARTICLEBOARD

Mehmet BAHAROĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Science
Forest Industry Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Gökay NEMLİ
2016, 275 Pages,

In this study; effects of growth place, style and structure of land and tree age of Oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) used as raw material on the physical, mechanical and surface properties and formaldehyde emission of particleboard were investigated.

While increasing the tree age, mechanical properties and formaldehyde emission affected positively. Thickness increasing ratio and surface properties were affected negatively.

The particleboards produced from trees harvested from south aspect have lower thickness increasing ratio and roughness value than harvested from north aspect. The particleboards produced from trees harvested from north aspect have lower formaldehyde emission and mechanical strength properties than harvested from south aspect.

Formaldehyde emission and mechanical strength values of the particleboard increased with increasing altitude. While decreasing the altitude, roughness values and thickness increasing ratio of the particleboard increased.

The particleboard produced from trees grow on stony land have lower thickness increasing ratio and formaldehyde emission and mechanical strength properties than trees grow soil land but not roughness values.

The particleboard produced from planted trees have lower thickness increasing ratio and roughness values than native trees while mechanical strength properties and formaldehyde emission were high.

Key Words: Particleboard, Tree age, Aspect, Altitude, Land structure, Growth style, Physical properties, Mechanical properties, Surface properties, Formaldehyde emission

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Doğu ladini gövde, sürgün ve kozalağı	5
Şekil 2. Doğu ladinin Türkiye'deki yayılışı	6
Şekil 3. Yüzey karakteristiklerinin şematik görünümü	55
Şekil 4. On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri	57
Şekil 5. Ortalama pürüzlülük değeri	58
Şekil 6. Profil sapmasının ortalama karekökü	58
Şekil 7. En büyük pürüzlülük değeri	59
Şekil 8. Kroze daralarının alınması	71
Şekil 9. Alkol-tolüen karışımının hazırlanması	72
Şekil 10. Karbon analiz cihazının genel görünümü	77
Şekil 11. Sağ ve sol fırına ait görüntüler	77
Şekil 12. Hammadde yaşının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi	127
Şekil 13. Hammadde yaşının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık üzerine etkisi	130
Şekil 14. Hammadde yaşının eğilme direnci üzerine etkisi	132
Şekil 15. Hammadde yaşının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi	133
Şekil 16. Hammadde yaşının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	135
Şekil 17. Hammadde yaşının pH değeri üzerine etkisi	136
Şekil 18. Hammadde yaşının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi	137
Şekil 19. Hammadde yaşının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi	138
Şekil 20. Hammadde yaşının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi	138
Şekil 21. Hammadde yaşının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi	139
Şekil 22. Hammadde yaşının holoselüloz miktarı üzerine etkisi	140
Şekil 23. Hammadde yaşının selüloz miktarı üzerine etkisi	140
Şekil 24. Hammadde yaşının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi	141
Şekil 25. Hammadde yaşının lignin miktarı üzerine etkisi	142
Şekil 26. Hammadde yaşının kül miktarı üzerine etkisi	142
Şekil 27. Hammadde yaşının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi	143
Şekil 28. Hammadde yaşının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi	144
Şekil 29. Hammadde yaşının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi	145
Şekil 30. Hammadde yaşının formaldehit emisyonu üzerine etkisi	147

Şekil 31. Hammadde yaşının karbon miktarı üzerine etkisi.....	147
Şekil 32. Hammadde yaşının azot miktarı üzerine etkisi	148
Şekil 33. Bakının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi	149
Şekil 34. Bakının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık üzerine etkisi.....	151
Şekil 35. Bakının eğilme direnci üzerine etkisi.....	154
Şekil 36. Bakının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	155
Şekil 37. Bakının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	156
Şekil 38. Bakının pH değeri üzerine etkisi	158
Şekil 39. Bakının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi.....	159
Şekil 40. Bakının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi.....	159
Şekil 41. Bakının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi.....	160
Şekil 42. Bakının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi	161
Şekil 43. Bakının holoselüloz miktarı üzerine etkisi	161
Şekil 44. Bakının selüloz miktarı üzerine etkisi	162
Şekil 45. Bakının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi.....	163
Şekil 46. Bakının lignin miktarı üzerine etkisi	164
Şekil 47. Bakının kül miktarı üzerine etkisi	164
Şekil 48. Bakının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi	165
Şekil 49. Bakının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi	166
Şekil 50. Bakının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi.....	166
Şekil 51. Bakının formaldehit emisyonu üzerine etkisi.....	168
Şekil 52. Bakının karbon miktarı üzerine etkisi	169
Şekil 53. Bakının azot miktarı üzerine etkisi.....	169
Şekil 54. Yüksekliğin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi	170
Şekil 55. Yüksekliğin tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık üzerine etkisi	173
Şekil 56. Yüksekliğin eğilme direnci üzerine etkisi	176
Şekil 57. Yüksekliğin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	177
Şekil 58. Yüksekliğin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	178
Şekil 59. Yüksekliğin pH değeri üzerine etkisi	180
Şekil 60. Yüksekliğin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi.....	181
Şekil 61. Yüksekliğin alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi.....	181
Şekil 62. Yüksekliğin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi.....	182
Şekil 63. Yüksekliğin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi	183

Şekil 64. Yüksekliğin holoselüloz miktarı üzerine etkisi	184
Şekil 65. Yüksekliğin selüloz miktarı üzerine etkisi.	184
Şekil 66. Yüksekliğin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi	185
Şekil 67. Yüksekliğin lignin miktarı üzerine etkisi	186
Şekil 68. Yüksekliğin kül miktarı üzerine etkisi	186
Şekil 69. Yüksekliğin ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi.	188
Şekil 70. Yüksekliğin en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi.....	189
Şekil 71. Yüksekliğin on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi.....	189
Şekil 72. Yüksekliğin formaldehit emisyonu üzerine etkisi.....	190
Şekil 73. Yüksekliğin karbon miktarı üzerine etkisi	192
Şekil 74. Yüksekliğin azot miktarı üzerine etkisi.....	192
Şekil 75. Arazi yapısının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi.	193
Şekil 76. Arazi yapısının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık üzerine etkisi	195
Şekil 77. Arazi yapısının eğilme direnci üzerine etkisi.	197
Şekil 78. Arazi yapısının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	198
Şekil 79. Arazi yapısının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	199
Şekil 80. Arazi yapısının pH değeri üzerine etkisi.	200
Şekil 81. Arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi.....	201
Şekil 82. Arazi yapısının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi.....	202
Şekil 83. Arazi yapısının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi.....	202
Şekil 84. Arazi yapısının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi	203
Şekil 85. Arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerine etkisi	204
Şekil 86. Arazi yapısının selüloz miktarı üzerine etkisi	205
Şekil 87. Arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi	205
Şekil 88. Arazi yapısının lignin miktarı üzerine etkisi.	206
Şekil 89. Arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisi	207
Şekil 90. Arazi yapısının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi.....	208
Şekil 91. Arazi yapısının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi.....	209
Şekil 92. Arazi yapısının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi.....	209
Şekil 93. Arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerine etkisi.....	211
Şekil 94. Arazi yapısının karbon miktarı üzerine etkisi	211
Şekil 95. Arazi yapısının azot miktarı üzerine etkisi.....	212
Şekil 96. Yetiştirme şeklinin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi.....	213

Şekil 97. Yetiştirme şeklinin tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık üzerine etkisi.....	216
Şekil 98. Yetiştirme şeklinin eğilme direnci üzerine etkisi	218
Şekil 99. Yetiştirme şeklinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi	219
Şekil 100. Yetiştirme şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	220
Şekil 101. Yetiştirme şeklinin pH değeri üzerine etkisi.....	221
Şekil 102. Yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi	222
Şekil 103. Yetiştirme şeklinin alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi	223
Şekil 104. Yetiştirme şeklinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi	224
Şekil 105. Yetiştirme şeklinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi.....	225
Şekil 106. Yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerine etkisi	225
Şekil 107. Yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerine etkisi.....	226
Şekil 108. Yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi.....	227
Şekil 109. Yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerine etkisi	228
Şekil 110. Yetiştirme şeklinin kül miktarı üzerine etkisi.....	228
Şekil 111. Yetiştirme yerinin ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi	230
Şekil 112. Yetiştirme şeklinin en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi	231
Şekil 113. Yetiştirme şeklinin on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi	231
Şekil 114. Yetiştirme şeklinin formaldehit emisyonu üzerine etkisi.	233
Şekil 115. Yetiştirme şeklinin karbon miktarı üzerine etkisi	233
Şekil 116. Yetiştirme şeklinin azot miktarı üzerine etkisi	234

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	Tutkallar ve kullanım alanları 35
Tablo 2.	Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması 52
Tablo 3.	Deneme levha tipleri 64
Tablo 4.	Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri 79
Tablo 5.	Deneme levhalarının ortalama 2 saatlik kalınlık artış oranları 80
Tablo 6.	2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları..... 80
Tablo 7.	2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları 81
Tablo 8.	Arazi yapısının 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisine ait t testi sonuçları..... 81
Tablo 9.	Yetiştirme şeklinin 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisine ait t testi sonuçları..... 81
Tablo 10.	Deneme levhalarının ortalama 24 saatlik kalınlık artış oranları 82
Tablo 11.	24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları..... 82
Tablo 12.	24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları 83
Tablo 13.	Arazi yapısının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisine ait t testi sonuçları 83
Tablo 14.	Yetiştirme şeklinin 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisine ait t testi sonuçları..... 83
Tablo 15.	Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri..... 84
Tablo 16.	Doğru ladini odun örneklerinin ortalama tam kuru özgül ağırlık değerleri... 84
Tablo 17.	Tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları..... 85
Tablo 18.	Tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları 85
Tablo 19.	Arazi yapısının tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları 85
Tablo 20.	Yetiştirme şeklinin tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları 86

Tablo 21.	Doğu ladini odun örneklerinin ortalama hava kurusu özgül ağırlık değerleri.	86
Tablo 22.	Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	87
Tablo 23.	Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	87
Tablo 24.	Arazi yapısının hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	87
Tablo 25.	Yetiştirme şeklinin hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	88
Tablo 26.	Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri	88
Tablo 27.	Eğilme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	89
Tablo 28.	Eğilme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	89
Tablo 29.	Arazi yapısının eğilme direnci üzerine etkisine ait t testi sonuçları	89
Tablo 30.	Yetiştirme şeklinin eğilme direnci üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	90
Tablo 31.	Deneme levhalarının ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri.....	90
Tablo 32.	Eğilmede elastikiyet modülü üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	91
Tablo 33.	Eğilmede elastikiyet modülü üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	91
Tablo 34.	Arazi yapısının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisine ait t testi sonuçları	91
Tablo 35.	Yetiştirme şeklinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisine ait t testi sonuçları	92
Tablo 36.	Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri	92
Tablo 37.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	93
Tablo 38.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	93
Tablo 39.	Arazi yapısının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisine ait t testi sonuçları	93

Tablo 40.	Yetiştirme şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisine ait t testi sonuçları	94
Tablo 41.	Hammaddelere ait ortalama pH değerleri	94
Tablo 42.	pH değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	95
Tablo 43.	pH değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	95
Tablo 44.	Arazi yapısının pH değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	95
Tablo 45.	Yetiştirme şeklinin pH değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	96
Tablo 46.	Hammaddelere ait ortalama %1' lik NaOH çözünürlük değerleri.....	96
Tablo 47.	% 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	97
Tablo 48.	% 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları.	97
Tablo 49.	Arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	97
Tablo 50.	Yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	98
Tablo 51.	Hammaddelere ait ortalama Alkol-tolüende çözünürlük değerleri.....	98
Tablo 52.	Alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	99
Tablo 53.	Alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	99
Tablo 54.	Arazi yapısının alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	99
Tablo 55.	Yetiştirme şeklinin alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	100
Tablo 56.	Hammaddelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri	100
Tablo 57.	Soğuk suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	101
Tablo 58.	Soğuk suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	101
Tablo 59.	Arazi yapısının soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	101

Tablo 60.	Yetiştirme şeklinin soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	102
Tablo 61.	Hammaddelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri... ..	102
Tablo 62.	Sıcak suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	103
Tablo 63.	Sıcak suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	103
Tablo 64.	Arazi yapısının sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	103
Tablo 65.	Yetiştirme şeklinin sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	104
Tablo 66.	Hammaddelere ait ortalama holoselüloz değerleri	104
Tablo 67.	Holoselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	105
Tablo 68.	Holoselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	105
Tablo 69.	Arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları ..	105
Tablo 70.	Yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları...106	
Tablo 71.	Hammaddelere ait ortalama selüloz değerleri.....	106
Tablo 72.	Selüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	107
Tablo 73.	Selüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	107
Tablo 74.	Arazi yapısının selüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları	107
Tablo 75.	Yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları	108
Tablo 76.	Hammaddelere ait ortalama hemiselüloz değerleri.....	108
Tablo 77.	Hemiselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	109
Tablo 78.	Hemiselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	109
Tablo 79.	Arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları. 109	
Tablo 80.	Yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları...110	
Tablo 81.	Hammaddelere ait ortalama lignin değerleri.....	110

Tablo 82.	Lignin miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	111
Tablo 83.	Lignin miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	111
Tablo 84.	Arazi yapısının lignin miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları	111
Tablo 85.	Yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	112
Tablo 86.	Hammaddelere ait ortalama kül (inorganik madde) değerleri... ..	112
Tablo 87.	Kül miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	113
Tablo 88.	Kül miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	113
Tablo 89.	Arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	113
Tablo 90.	Yetiştirme şeklinin kül miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları.	114
Tablo 91.	Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değerleri.....	114
Tablo 92.	Ortalama pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	115
Tablo 93.	Ortalama pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	115
Tablo 94.	Arazi yapısının ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları	115
Tablo 95.	Yetiştirme şeklinin ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları... ..	116
Tablo 96.	Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değerleri.....	116
Tablo 97.	En büyük pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları... ..	117
Tablo 98.	En büyük pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları	117
Tablo 99.	Arazi yapısının en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçlar	117
Tablo 100.	Yetiştirme şeklinin en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	118
Tablo 101.	Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değerleri.....	118
Tablo 102.	On nokta pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	119

Tablo 103.	On nokta pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları.....	119
Tablo 104.	Arazi yapısının on nokta pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	119
Tablo 105.	Yetiştirme şeklinin on nokta pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	120
Tablo 106.	Deneme levhalarının ortalama formaldehit emisyonu değerleri.....	120
Tablo 107.	Formaldehit emisyonu üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	121
Tablo 108.	Formaldehit emisyonu üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları.....	121
Tablo 109.	Arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	121
Tablo 110.	Yetiştirme şeklinin formaldehit emisyonu üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	122
Tablo 111.	Hammaddelere ait ortalama karbon değerleri.....	122
Tablo 112.	Karbon miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	123
Tablo 113.	Karbon miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları.....	123
Tablo 114.	Arazi yapısının karbon miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	123
Tablo 115.	Yetiştirme şeklinin karbon miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	124
Tablo 116.	Hammaddelere ait ortalama azot değerleri.....	124
Tablo 117.	Azot miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	125
Tablo 118.	Azot miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları.....	125
Tablo 119.	Arazi yapısının azot miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	125
Tablo 120.	Yetiştirme şeklinin azot miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları.....	125

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Teknolojideki hızlı gelişmelere paralel olarak ortalama insan ömrünün uzaması ve bununla birlikte dünya nüfusunun hızla artması her alanda olduğu gibi orman ürünlerine olan talebi de artırmıştır. Orman kaynaklarının sınırlı olmasından dolayı da artık masif olarak kullanımı verimli olmaktan uzaklaşmıştır. Çünkü ormanların sadece kereste deposu olarak görülmesi ve o şekilde hasat edilmesi dünyanın ekolojik dengesini alt üst edecek sonuçlar doğurabilir. Bu kötü sonuçlardan da sadece insanlık değil tüm canlı ve cansız varlıkların negatif yönde etkileneceği aşikârdır. İnsanlığın karşısında duran ve aslında tüm varlığı tehdit eden bu problem nasıl çözülebilir diye düşünülmüştür. Çünkü artan bir talep vardır ve bu talebin akılcı bir şekilde karşılanması gerekmektedir. Bu safhada akla gelen çözümler; orman kaynaklarının tamamını kullanmak ve masif malzemeyi ikame edecek ürünler üretmektir. Hammadde olarak ormanlardan hasat edilen kerestelik tomruklardan başka elimizde kereste olamayacak vasıfta tomruklar, dallar, kabuklar, dip kütükleri vb. diğer lignoselülozik materyal bulunmaktadır. Ormandan elde edilen tüm lignoselülozik materyalin kullanımıyla yongalevha, liflevha, tabakalı ağaç malzemeler gibi masif malzemeye alternatif ürünler üretilmeye başlanmıştır. Bu şekilde orman kaymalarının rasyonel olarak kullanımına gidilmeye çalışılmıştır.

Üretilen bu yapay levhaların; homojen bir yapıya sahip olması, istenilen ebatlarda üretilebilmesi, levhanın her yerinde aynı yoğunluk değerlerinin olması, budak- çürüklük- lif kıvrıklığı- spiral liflilik gibi kusurlarının olmaması, çeşitli katkı malzemeleriyle ve üretim faktörlerinde değişiklik yapılarak fiziksel ve mekanik özelliklerinin istenilen hale getirilebilir olması, işleme kolaylığı, mobilya üretiminde az fire vermesi ve en önemlisi de maliyetinin düşük olması gibi özellikleri masif malzemeye göre üstünlükleridir.

Yongalevhalar, yapay levha endüstrisi içinde hem fiyat hem de kullanım özellikleri bakımından önemli bir yer edinmiştir. Ayrıca yongalevha üretiminde dal, kabuk, düşük vasıflı tomruklar, tarım ve endüstri atıklarının verimli bir şekilde kullanılması yapay levhaların üretimin amacını karşılar özelliktedir. Bu sebeplerden ötürü yongalevha endüstrisinin gelişimi artan bir ivmeyle devam etmektedir. Üretim teknolojisinde ve

makine- teçhizatta ayrıca üniversitelerin ve sanayinin ar-ge çalışmaları neticesinde büyük yenilikler gerçekleştirilmiştir ve araştırmalar hızla devam etmektedir.

Yongalevha, birçok kullanım yeri için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri taşırlar, düzgün yüzeylidir, istenilen kalınlıkta üretilebilir, homojen bir yapıya sahiptir, çivi, vida ve tutkalla diğer malzemelerle birleştirilebilir, büyük ebatlarda üretilmiş olması işçilikten tasarruf sağlar, üst yüzey işlemleri uygulanabilir, yongaların koruyucu, yanmayı geciktiren ve hidrofobik maddelerle muamele edilmesiyle çeşitli özellikler kazandırılabilir, işlenmesi kolaydır, masif ağaç malzemedeki görülen budak, çürük ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmaz ve nispeten ucuzdur. Yongalevha üretiminde bütün bu özelliklere sahip olmasından dolayı büyük bir üretim artışı gerçekleşmiştir (Gündüz ve Masraf, 2005). Ayrıca yongalevhalar postforming ve softforming işlemlerine de uygunluk göstermektedirler.

Özellikle mobilya imalatında başta olmak üzere, mutfak tezgâhlarında, banyo dolaplarında, yatak odası ve yemek odası takımlarında, okul sırası, ofis mobilyaları, çatı altı malzemesi, iç dekorasyon malzemesi, iç duvarlarda kaplama malzemesi, hacim bölücü malzeme olarak, eğlence yerleri, fabrikalar, kütüphaneler, banka mobilyaları gibi yerlerde yongalevhalar tercihli olarak kullanılmaktadır (Baharoğlu, 2010).

Türkiye’de Yonga levha ve lif levha endüstrileri 1950’li yıllarda kurulmuştur. Özellikle, II. Dünya savaşından sonra şehirlerin yeniden yapılandırılması çalışmalarında geniş boyutlu malzemeye duyulan ihtiyaç nedeniyle yonga levha ve lif levha endüstrileri hızla gelişmiştir.

Ülkemizde odun kökenli levha sanayi sektörünün plânlı dönemde gelişme gösterdiği, yeni tesislerin kurulduğu, dünyada uygulanan teknolojilerin ülkemize getirilmeye çalışıldığı bilinmektedir. Ancak, hâlihazırdaki durumu ile sektörün düşük maliyetlerle çalışan ve son kullanım yerlerine hitap etmek üzere katma değeri en yüksek ürünleri üreterek, iç ve dış pazarlara sunabilen, rekabet gücü yüksek bir yapıya kavuştuğu söylenemez.

Dünyanın en büyük levha üreticisi Çin’dir. Çin, dünya levha üretiminin %45’ini yapmaktadır. 2009 yılında 34,5 milyon m³ levha üreten Çin’i sırasıyla ABD, Almanya ve Türkiye takip etmektedir. Türkiye tablodan da görüleceği üzere, dünyanın en büyük 4. levha üreticisi olarak sektör için önemli bir ülke olduğunu açıkça ortaya koymuştur.

2010 yılı tahmini verilerine göre, dünya levha tüketimi 22 milyon m³ 'e ulaşmıştır. Dünyanın en büyük levha tüketicisi 6,7 milyon m³ ile ABD olup, Rusya Federasyonu 3,3 milyon m³'le ikinci sırada yer almaktadır.

Dünya levha ihracatının %17,8'i 2,7 milyar \$'la Almanya tarafından yapılmaktadır. Dünyanın en büyük levha ihracatçısı olan Almanya'yı sırasıyla 1,2 milyar \$'la Çin (%7,6), 1,1 milyar \$'la Kanada (%7,3) ve 1 milyar \$'la Avusturya (%4,2) izlemektedir. Türkiye ise 139 ihracatçı arasında 13. levha ihracatçısı olarak dünya levha pazarındaki yerini almıştır.

Bu doktora çalışmasında; hammadde odun olarak kullanılan Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ağacının yetiştirme ortamı, şekli ve arazi yapısı ile yaşının yongalevhanın fiziksel, mekanik, yüzey özellikleri ve formaldehit emisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır.

1.2. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)

1.2.1. Doğu Ladininin (*Picea orientalis* (L.) Link.) Genel Özellikleri

Doğu ladini Kafkasya'da ve Türkiye'de bulunur. Ülkemizdeki yayılışının batı sınırı Ordu'dan başlar ve doğuya doğru Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin mıntıklarını içine alır. Yer yer tek ya da birkaç ağaçlık kümeler halinde deniz kıyısına kadar inmekte ise de deniz yüzeyinden 1000 m yükseklikten sonra geniş orman kuruluşlarında görülür.

60 m bazen daha fazla boylanabilen ve 2 m'den fazla çap yapabilen düz ve dolgun gövdeli bir ağaç türüdür. Nemli havaları, besince zengin, humuslu serin toprakları sever. Böyle yerlerde çok iyi bir gelişme gösterir. Yetiştirme muhitinde dar ve sivri tepeler yapar. Sığ kök sistemine sahiptir. İyi yetiştirme ortamında gençlikte gölgeye oldukça dayanıklıdır. Don ve kuraklık zararı görüldüğü gibi sık ve bağımsız meşçereler de fırtına, kar devirmesi ve kar kırması görülmüştür. Selüloz ve kâğıt endüstrisi yanında yapı malzemesi, kontrplak, kaplama, mobilya, yongalevha, lambri, her türlü ambalaj, sandık, kutu, sepet, kibrit çöpü ve kurşun kalem yapımında kullanılır (URL-1, 2015).

1.2.2. İşlenme Özellikleri

Kolay işlenir, soyulabilir, çivi ve vidalama özelliği iyidir. İyi yapıştırılır, renk verilebilir. Boyanması ve cilalanması iyidir. Hızlı ve iyi kurutulur, çatlamaya mehili azdır. Yeknesak tekstürde olup, lifleri düzgündür kolay yarılr (URL-2, 2015).

1.2.3. Botanik Özellikleri

Doğu ladini (*Piceaorientalis (L.) Link.*)Gymnospermae'lerin Coniferae sınıfı, Pinaceae familyasına dahil olup sivri tepe, dolgun ve düzgün gövdeler yapan, 40-50 metre bazen 60 metre kadar boylanabilen 1,5-2 m çapa ulaşan piramit görünüşlü, sık dallı, bir evcikli, birinci sınıf orman ağacıdır.

Kabuk genç gövdelerde genellikle açık renkli ve düzgün, yaşlı gövdelerde koyu renkli ve çatlaklıdır. Dallar genel olarak sık bir vaziyette hemen bütün gövdeye yerleşmiş ve genç iken yukarı doğru sonraları düz ya da aşağı sarkmış durumdadır(Küçük, 1989).

Genç sürgünler ince, açık kahverengi ve tüylüdür. Doğu ladini mevcut ladin türleri içerisinde en kısa iğne yapraklısıdır. Yaprakları koyu yeşil, etli, kısa (3-11 mm) ve küt uçludur. Uzun yıllar ağaç üzerinde kalan iğne yapraklar düşüklerinde gövde üzerinde törpü gibi çıkıntılar bırakırlar. İbrelerin yatay kesitleri dört köşe denebilecek şekildedir. Her bir yüzünde az belirli stoma çizgileri vardır. Uçtaki tomurcuklar köşeli ve diplerinde pullar bulunurlar. Yandaki tomurcuklar yumurta biçiminde veya yuvarlak, kızıl kahverengi ve reçinesizdir. Tomurcuk patlaması mayıs ayı içerisinde gerçekleşmektedir. Karmen kırmızı renkteki erkek çiçekler eliptik 1 cm boyunda birçok pembe pullarla örtülü kozalakçık halinde ve dalların ucundadır. Polenlerin yan taraflarında iki adet hava keseciği vardır. Dişi çiçekler ise violet renge olup döllenen önce dikine durur. Döllendikten sonra ise aşağı doğru sarkarlar. Tozlaşma mayıs sonunda olur. Kozalak küçük (3-9 cm) ve karpellerin uç kısımları düzgün ve yarım daire şeklindedir. Olgunlaşan kozalaklar göknarlarda olduğu gibi dağılmaz, aksine kozalak pulları açılır ve tohumlar dökülür. Kozalaklar bir müddet daha bu şekilde ağaç üzerinde kalırlar (Küçük, 1989; Akkemik, 2011).

3-4 cm uzunluğundaki küçük tohumlar kahverengi-siyah renkte olup, ekim ayında olgunlaşmaktadır. Tohum kanatları ise ine ve açık kahverengi- soğan kabuğu

rengindedir(Kayacık, 1965; Gökmen, 1970; Küçük, 1986a; Seçmen vd., 1986; Küçük, 1989b).

Anşin'e (1988) göre, kanat tohumu tümüyle değil tek taraflı kaşık gibi kavramış ve ondan kolaylıkla ayrılır.

Kök sistemi genel olarak sığdır. Bu yüzden rüzgar devrilmelerinden çok zarar görür. Yine ladin meşcereleri kar baskısı ve kırılmalardan çok etkilenir. İlk yaşlarda büyümesi çok yavaştır (Küçük, 1989).

1.2.4. Makroskobik ve Mikroskobik Özellikleri

1.2.4.1. Makroskobik Özellikler

Özodunu-diri odun farklılığı yoktur. Odun genellikle beyaz, krem beyaz, sarımsı beyaz veya toprak rengindedir. Yıllık halkalar farklılaşmış yaz odunu nedeniyle iyice belirgindir. Genel bir kural olmamakla birlikte ilkbahar-yaz odunu geçişi yavaştır. Yetiştirme yerine ve işletme şekline göre yıllık halka genişliği değişir. Yüksek yörelerde yetişen bireylerin yıllık halkaları daha dardır. Düşük rakımlarda, vadilerde ve zengin topraklarda yetişenlerin yıllık halka genişliği 10 mm'ye kadar ulaşabilir. Fakat bu özellikteki odunların mekanik ve teknolojik özellikleri yüksek değildir. Hatalı yetiştirme veya sık ormanlarda yetişmesi halinde yıllık halkalar dar ve kalitesiz olur. Odun taze iken reçine kokar. Kuru odun kokusuzdur.



Şekil 1. Doğu ladinini gövde, sürgün ve kozalağı



Şekil 2. Doğu ladinin Türkiye'deki yayılışı

1.2.4.2. Mikroskobik Özellikler

Boyuna traheitler: Olgun odunun boyuna traheitlerinde genellikle helikal kalınlaşma yoktur. Sadece ağacın öze yakın yaz odunu traheitlerinde helikal kalınlaşma oluşabilir. İlkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerinde büyük, üniseri veya bazen biseri kenarlı geçitler yer almaktadır. Yaz odunu traheitlerinin hem radyal hem de teğet çeperlerinde küçük kenarlı geçitler bulunur.

Özışınları: Özışınları, heterojen ve üniseridir. Enine reçine kanallı özışınları mültiseridir. Özışını hücrelerinin özellikleri,

Özışını paranşim hücreleri: Özışını paranşim hücreleri, özışınlarının ortasında yer alır. Horizontal ve vertikal çeperleri kalın ve bol geçitlidir.

Enine traheitler: Enine traheitler çoğunlukla marjinaldir. Çeperleri ince ve düzgündür. Çeperlerinde bol miktarda kenarlı geçit vardır. Enine traheitlerinin kenarlı geçitleri boyuna traheit geçitlerinden çok daha küçük boyutludur.

Özışını paranşim hücreleriyle boyuna traheitlerin karşılaşma yerlerinde 1-4 adet küçük piceoid tip geçit vardır. Özışınlarının maksimal yüksekliği 40 (ortalama 20 hücre) hücreye ulaşır.

Reçine kanalları: Odunda normal enine ve boyuna reçine kanalları vardır. Boyuna reçine kanalları genellikle yaz odunu zonunda yer alır. Kanalların çapı yaklaşık 50 mikrondur. Epitel hücre sayısı 7-9 adet olup, çeperleri kalındır. Enine reçine kanalları

özışınlarının ortasından geçer. Reçine kanallı özışınları mültiseridir. Odunda boyuna paranzim yoktur (Merev, 2003).

1.2.5. Doğu Ladininin Kulanım Alanları

1.2.5.1. Direk ve Kalıp Tahtası Olarak Kullanılması

Doğu Ladini emprenye edildikten sonra elektrik ve telefon direkleri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca iskele yapımında kullanıldığı gibi büyük beton binalar için kalıp tahtaları yapımında kullanılmaktadır. Kolay işlenme özelliği ve mukavemetinden dolayı inşaat sektöründe önemli bir yer tutmaktadır.

1.2.5.2. Bina Yapımında Kullanılması

Doğu Ladini eskiden binalarda taban, tavan, duvar kirişleri ve çatıda kullanılmakta idi. Ancak bugün binalar genellikle betonarme yapıldığından doğu ladini binaların çatılarının yapımında yer yer odaların taban, tavan döşemelerinde kapı ve pencerelerle bunların kasa ve pervazlarının yapılmasında, merdiven kısımlarında kullanıldığı gibi lambri olarak da kullanılmaktadır. Genellikle iç doğramada geniş kullanım alanı bulmaktadır.

1.2.5.3. Taşıt Vasıtalarında Kullanılması

Büyük gemiler ile kayak, sandal ve mavnaların iç kısımlarının bölünmesi işleri ile büyük ve küçük gemi, şileplerde seren (direk) olarak yer kullanılmaktadır. Ayrıca otobüs, kamyon, vagon gibi vasıtaların karoserlerinin yapılmasında yardımcı malzeme olarak kullanılmaktadır. Doğu Ladini uçak sanayinde de geniş kullanım yeri bulmaktadır. Bilhassa uçakların kanat takımlarında, dikme, gövde ve pervanelerin yapımında aranan bir ağaç türüdür. Genellikle bu işlerde hafiflik, elastikiyet, mukavemet ve kolay işlenme özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir.

1.2.5.4. Mobilya ve Levha Endüstrisinde Kullanılması

Mutfak ve kilerlerde basit mobilyalar halinde dolap, masa, sandalye olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kaplama, formika, kontrplak, yonga levha duralit vb. gibi malzemelerle yapılan lüks mobilyaların iç kısımlarında kullanılmaktadır. Yumuşaklık, hafiflik ve az çalışma özelliklerinden dolayı bu amaçlar için tercih edilmektedir. Ayrıca yongalevha, kontrplak yapımında kullanıldığı gibi son zamanlarda kaplama sanayinde kullanılmaktadır.

1.2.5.5. Müzik Aletlerinin Yapımında Kullanılması

Müzik aletleri yapımında yapı malzemesi olarak tercih edilmektedir. Bilhassa yıllık halkaların genişliklerine göre müzik aletlerinin yapımında önem kazanmaktadır.

1.2.5.6. Tarım İşlerinde Kullanılması

Eskiden sapan ve araba oku yapımında kullanılan ladin bugün makineleşmeye geçildiğinden sapan yapımından vazgeçilmiş durumdadır. Sıklık ve sırlıklık çağlarında kesilmiş çubuk ve direkliklerden meyve bağ çubukları ile meyve toplama merdivenleri yapılmaktadır. Orman köylerinde çit ve kazık yapımında, fındık: buğday, çay gibi tarım ürünlerinin hasat mevsiminde kullanılan sepetlerinin imalinde ayrıca fındık tırmığı ve küreğinin yapımı ile elek kasnaklarının imalinde de kullanılmaktadır. Ladin düzgün liflere sahip oluşu, esnekliği, fazla ağır olmayışı nedenleriyle bu sahada kullanılmaktadır.

1.2.5.7. Kalem, Kibrit Çöpü, Kürdan ve Oyuncak Endüstrisinde Kullanılması

Önceleri marangoz kalemleri yapımında kullanılan ladin bugün normal kurşun kalem imalinde kullanılmaktadır. Kavak vb. ağaç, türlerinden yapılmakta olan kibrit çöpü ve kürdan ladinden de yapılmaktadır. Ayrıca hafif ve kolay işlenmesinden dolayı çeşitli oyuncakların yapımında kullanıldığı gibi bazı makine kısımlarının dökümünde kullanılan modellerin yapılması için Doğu ladini tercih edilmektedir.

1.2.5.8. Su Soğutma Kulelerinde Kullanılması

Su soğutma kuleleri özellikle Petrol rafinelerinde, demir çelik fabrikalarında, hidroelektrik ve termik santrallerinde, suni gübre, kimya ve petrokimya tesislerinde yaygın surette kullanılmaktadır. İşte bu kulelerin yapımında uygun olarak emprenye edilmiş ağaç malzeme ladin kullanılmaktadır.

1.2.5.9. Yakacak Olarak Kullanılması

Doğu ladini odununun hava kurusu halindeki kalori değeri 3947Cal/gr. 'dır. Fırın kurusu kalori değeri 4443 Cal/gr. olup, yakacak olarak da kullanılmaktadır.

1.2.5.10. Reçine Üretiminde Kullanılması

Bilhassa gövdelerde reçine akıntılarında meydana gelen katılaşmış durumda reçine birikintileri bulunmaktadır. Bu birikintiler kazınmak suretiyle toplanarak çam sakızı elde edilmekte ve Ladin ormanları civarındaki köy halkı tarafından ev ilaçları yapılmasında hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca tabii reçineden destilasyon suretiyle, terpentin yağı ve kolofan denilen katı reçine elde edilmekte bu da sanayide cila, boya imalinde, tababette antiseptik olarak, flaster yapılmasında kullanılır.

1.2.5.11. İbre ve Kabuklarının Kullanılması

İğne yapraklar eterik yağ ihtiva ettiğinden eterik yağ üretiminde kullanılmaktadır. Ladin kabuğunun ihtiva ettiği sepi maddeleri ortalama olarak %9,5 dur. Bu sepi maddelerinden başka asit teşkil eden şekere benzer maddelerce de zengindir. Bu nedenlerle çeşitli derilerin debagatinde kullanılmaktadır. Ayrıca Ladin kabuklarından sıvı veya kuru toz ekstrakt da yapılmaktadır (Akyüz, 1989).

1.2.6. Doğu Ladini Mevki Özellikleri

1.2.6.1. Denizden Yükseklik

Denizden yükseklik, iklim özelliklerinden sıcaklık ve yağış miktarını etkilemektedir. Denizden her 100 m'lik yükselti kademesi sıcaklığın 0,5 °C azalmasına, yağışında 50 mm artmasına neden olmaktadır (Birler, 2009).

Saatçioğlu'na (1976) göre, Doğu ladini denize Of ve Sürmene'de 10-15 m kadar yaklaşır. Ancak esas yayılışı 1100-2000 m'ler arasında yoğunluk kazanır. Diğer taraftan, Ardanuç- Karanlık meşe ladin ormanı 2150 m'de üst orman sınırı oluşturur.

Doğu Karadeniz bölgesinde, sıradağlarda yükseltilerin doğuya doğru gidildikçe artması daha fazla yağışların yükseklerde tutulmasını sağlamakta ve daha çok sis oluşmaktadır. Bu da Doğu Ladini- yağış ilişkilerinde denizden yüksekliğin önemini artırmaktadır (Akgül, 1989).

1.2.6.2. Bakı

Bakı, eğimli bir arazide yamaçların hangi yöne baktığını ifade etmektedir. Kuzey yarım kürede, güney bakılarda güneşlenme süreleri daha uzun olduğundan güney, doğuya, batıya ve güneybatıya yönelik bakılar daha kuru ve daha sıcak olmakta ve "güneşli bakı" olarak adlandırılmaktadır. Kuzeye, doğuya, kuzeydoğuya ve kuzeybatıya yönelik bakılar ise daha serin ve nemli olmakta ve "gölgeli bakı" olarak adlandırılmaktadır (Birler, 2009).

Doğu Karadeniz bölgesinde çok dar sahil şeridi, düzlük görünümündedir. Öte yandan sıradağlar, doğuya doğru artan yüksekliklerle yöreye morfolojik bakımdan yüksek dağ karakterini kazandırmaktadır. Mevcut nehir ve sıkça görülen dereler, dik ve derin vadiler halinde doğrudan Karadeniz'e ulaşırlar. Bu durum Doğu Ladininin yayılışında hayli değişik bir tablo meydana getirir. Doğu Karadeniz'de uzanan silsile esasta kuzey ve güney bakılarını ortaya koyarken, kuzey bakı muhtevası içinde ladin, her yöndeki bakıda yayılış göstermektedir. Elbette, genelde Karadeniz'e bakan kuzey yamaçları yayılışta esas kabul edilmektedir. Kuzeye bakan alanlarda görülen yayılış için, her yöndeki tali bakılar fazla önemli değildir. Zira ladin için önemli olan kuzeyden gelen yağışların tutulmasıdır.

Ladinin iyi gelişmesi için yüksek hava rutubetine ihtiyaç olduğu, bundan dolayı da yağmur ve sisin fazlaca görüldüğü kuzeye bakan yerlerde iyi gelişme gösterdiği saptanmıştır (Akgül, 1989).

1.2.6.3. Sıcaklık

Atalay'a (1984) göre, Doğu Ladininin karışık ve saf halde yayılış gösterdiği mıntikalarda yıllık ortalama sıcaklık 5-10 °C arasında değişmektedir. Kışın -20°C altına düşen sıcaklık, yazın temmuz-ağustos aylarında nadiren de olsa 30°C'nin üstüne çıkmaktadır. Ladin ormanlarının yayılış alanlarında nisan-eylül olarak kabul edilen vejetasyon süresinde ise ortalama sıcaklık 10-20°C arasındadır. Karadeniz'e bakan yamaçlarda günlük sıcaklık değişimlerinin 4-6°C, kışın ise 6-8°C arasında seyretmesi, yaz-kış dönemlerinde günlük sıcaklık farklılıklarının fazla olmadığını göstermektedir. Öte yandan, mıntikasının yüksek kesimlerinde kış mevsiminde 2-3 aya kadar devam eden bir kar örtüsü söz konusudur. Bununda sıcaklık derecelerine büyük ölçüde etkili olacağı tabiidir. Ladin mıntikasının en soğuk ayı genellikle ocak, en sıcak aylarının da temmuz-ağustos olduğu kabul edilmektedir. Ancak geniş bir yayılış alanı içerisinde çeşitli yöresel şartlarında etkisi ile bu sürelerde kaymaların olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Doğu Ladinin önemli yetiştirme yerlerinden sayılan Trabzon-Meryemana'da mevcut 22 yıllık meteorolojik gözlem değerlerine göre(1100m'de); yıllık ortalama sıcaklık 9,1 °C, en sıcak ay ortalaması 16°C ile ağustos, en soğuk ay ortalaması 1,4 °C ile ocak ayı olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bu süre içerisinde en düşük sıcaklık ocak ayında -15,1°C, en yüksek sıcaklık ise 38,9°C olarak kaydedilmiştir (Akgül, 1989).

1.2.6.4. Yağış

Doğu ladininin esas yayılış ve optimum mıntıkları, Doğu Karadeniz'in yağışça zengin, rutubet ormanlarının yoğun olduğu yükseklik basamaklarıdır. Ancak, dağların içe bakan nispeten kurak kısımlarında da az çok yayılış göstermektedir.

Sıra dağların kuzeye bakan kısımları yağmur ve sis miktarlarından daha fazla yararlanır. Kuzeyden gelen bulutlar, yüksek dağları aşmadan kuzey yamaçlara yağmurları

bırakır. Aynı şekilde bölgenin kuzeye bakan kısımlarında, yoğun sis mevcuttur. Bu bakımdan yörede içe bakan kısımlar daha az yağış almaktadır (Akgül, 1989).

1.2.6.5. Bağıl Nem

Çepel'e (1978) göre, belirli bir sıcaklıktaki havanın sahip olduğu mutlak nem ile doygunluk nemi arasındaki oranın yüzde olarak ifadesidir. Yani nispi hava nemi, havada bulunan su buharının, o andaki hava sıcaklığında bu havanın taşıyabileceği su miktarına oranıdır. Hava nemi genel olarak, denize yakınlık ve rakımla artar ve hava hallerine göre de düzensiz bir şekilde değişir. Doğu Karadeniz bölgesi nispi nemin en zengin olduğu mıntıka olup, yıllık ortalama % 70 kadardır. Öte yandan bu; yağış sıcaklığa bağlı olarak, gün boyunca olduğu kadar, aylar ve mevsimler itibarıyla da değişmeler göstermektedir. Yörede nispi nemin en yüksek olduğu devre yağışların arttığı sonbahar, en düşük olduğu devre ise rüzgarların arttığı, sıcaklığın azaldığı kıştır.

Bu ifadelerden, doğu Karadeniz bölgesinde nispi hava neminin, vejetasyon devresinde bitkilere yetecek ölçüde olduğu sonucu çıkarılabilmektedir. Bu da Doğu Ladininin gelişmesine uygun düşmektedir (Akgül, 1989).

1.2.6.6. Bakılardaki Toprak ve Meşçere Farklılıkları

Akgül'e (1975) göre, Doğu Ladini kuzey- güney yamaçlarda oldukça farklı özellikte meşçereler oluşturmaktadır. Genelde güneye bakan yamaçlarda toprak sığ ve sıkı tabiatlıdır. Böyle bir yetişme yerinde gelişen ladin meşçeresi; gövde formları, çap, boy bakımından kuzey yamaçtakilere göre daha düşüktür. Güney bakıda ladinin aşırı isteği olan nem faktörü bilhassa kuzey bakıya göre çok sınırlıdır. Güney bakıda daha fazla ısı ve daha az nem olduğu içindir ki, toprak yüzeyinde ölü örtü birikimlerine pek rastlanmamaktadır.

1.3. Yongalevha

1.3.1. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Çakmakçıya (1994) göre, odun hammaddesinden elde edilen yonga veya küçük parçacıkların sentetik bir reçine ya da uygun bir yapıştırıcı yardımıyla ısı ve basınç altında geniş ve büyük yüzeyli levhalar halinde getirilmesi ile oluşan ve gerek bina yapımında gerekse mobilyacılıkta kullanılan bir malzemeye yongalevha denir.

BS 1811 (1969)'e göre ise; odun veya diğer lignoselülozik lifli materyal parçacıklarından bir tutkal ilavesi veya tutkalsız olarak basınç altında üretilen levha şeklindeki malzemedir.

Başka bir tanıma göre yongalevha: Odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen yongaların bir tutkal ilavesi veya tutkalsız olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan geniş yüzeyli levhadır (EN 309, 1992).

Yukarıdaki tanımlardan faydalanarak; yongalevha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları veya uygun bir yapıştırıcı ile sıcaklık ve basınç altında geniş yüzeyli levhalar haline dönüştürüldüğü bir malzeme olarak tanımlanabilir.

Yongalevhalar değişik kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

1. Yongalevhalar yonga geometrisine (boyut ve şekil) göre aşağıdaki gibi beş kategoride sınıflandırılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009) :

a. Normal yongalevhalar (Particleboard): Bu tip yongalevhalarda genel olarak yonga kalınlıkları 0.25–0.40mm, genişlikleri 2-6mm ve uzunlukları 10-25 mm'dir.

b. Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Bu tip yongalevhaların yonga kalınlıkları 0.5–0.7 mm, yonga uzunlukları 35-75 mm ve yonga genişlikleri 25-40 mm'dir. Bu tip genişlik, uzunluk ve kalınlıktaki yongalara Wafer denilmektedir. Bu yongalardan üretilen yongalevhalara ise Waferboard denilmektedir. Bu tip levhalar Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesidir. Etiket yongalevhalar genel olarak çatı kaplaması, duvar kaplaması, döşeme ve döşeme altı olarak kullanılabilir.

c. Şerit yongalı levha (Flakeboard): Yonga kalınlık ve uzunlukları etiket yongalı levhada kullanılan yongalar ile aynı, fakat yonga genişlikleri 9-10 mm'dir. Bunlardan üretilen levhalara şerit yongalı levha denilmektedir.

d. Yönlendirilmiş yongalı levha (Oriented Structural Board, OSB): Bu tip yongalevhelerde genel olarak yonga kalınlıkları 0.4–0.8mm, genişlikleri 6-25mm ve uzunlukları ise 38-63mm arasında değişmektedir. Yönlendirilmiş yongalı levha, kullanım yerine göre arzu edilen direnç değerlerinde üretilebilmektedirler. Masif oduna oranla daha stabil olup çatlak, budak gibi kusurları içermez. Bu tip yongalevhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikleri nedeniyle kontrplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemenin kullanıldıkları yerlerde kullanılabilirler (Kalaycıoğlu, 1997). Özellikle yapıların içinde; döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrik ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları ve inşaat kalıp tahtası olarak kullanılmaktadırlar.

2. Tabaka sayılarına göre yongalevhaları üç gruba ayırmak mümkündür (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

- a. Tek tabakalı (Homojen) yongalevhalar
- b. Üç tabakalı yongalevhalar
- c. Çok tabakalı yongalevhalar

3. Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar üç kategoride toplanmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985) :

a. Düşük özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.590 gr/cm^3 'ten daha düşük olan levhalardır.

b. Orta özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Özgül ağırlıkları $0.590\text{--}0.800 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen levhalardır.

c. Yüksek özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.800 gr/cm^3 'ten daha fazla olan levhalardır.

4. Yongalevhalar presleme yöntemlerine göre iki grupta toplanmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985) :

a. Yatay yongalı levhalar: Bu tip levhalarda yongalar levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

b. Dik yongalı levhalar (Okal): Bu tip levhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongaların yönü levha yüzeyine dik durumdadır.

TS 3482 (1980)'e göre okal tipi levhalar; odun yonga ve/veya talaşlarının sentetik reçine tutkalı ile karıştırılıp sıcaklık etkisi altında preslenmesi ile elde edilen ve yongaları levha yüzeylerine dik olan deliksiz veya delikli, kaplanmamış bir levhadır (TS 3482, 1980).

5. TS EN 312'e göre yongalevhalar yedi gruba ayrılmaktadırlar (TS EN 312, 2005).

- a. P1: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar
- b. P2: Kuru şartlarda kullanılan iç mekan uygulamaları (mobilya dahil) için levhalar
- c. P3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar
- d. P4: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar
- e. P5: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar
- f. P6: Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar
- g. P7: Nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

6. Kalıplanmış Yongalevha üretim metoduna göre;

- a. Termodin metodu
- b. Callipress metodu
- c. Werzalit metodu

7. Kullanım yerine göre yongalevhalar ikiye ayrılmaktadır.

- a. Kapalı mekânlarda kullanılanlar
- b. Hava etkisine açık mekânlarda kullanılanlar

8. Yongalevhalar yüzey kaplama malzemesi çeşidine göre ikiye ayrılmaktadır (Nemli, 2000).

a. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır (Soine, 1973).

b. Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Yongalevha endüstrisinde kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri; melamin, diallayiphtalate, polyester emdirilmiş kağıtlar, yüksek basınç (HPL) ve rulo-bobin laminatlar (CPL), folyolar, ahşap kaplama levhaları, fenolik kraft kağıtları, polivinil klorür (PVC), lignin dolgulu laminatlar, polietilen kağıtlar, ısı transfer filmleri, vulkanize lifler, PVA(polivinil asetat) + üre ve üre+ amonyum klorür esaslı kağıtlardır (Anonim, 1972).

Yüzeyi kaplanmış yongalevhaların kullanım alanları: Ofis mobilyaları, mutfak tezgahları, mutfak ve banyo dolap kasaları, masa tablaları, Amerikan bar yüzeyleri, bilgisayar masaları, kapılar, kornişler, süpürgelikler, merdiven küpeşterleri, lambriler, pencere denizlikleri, oda paravanları, taban ve tavan kaplamaları, fuar stantları, asansör içi dekorasyonları, dış cephe kaplamaları, okul sıraları, tuvalet ve duş kabinleri ve nakil vasıtalarının tavan ve duvar kaplamaları şeklinde sıralanabilir (Nemli, 2000).

9. Kullanılan bağlayıcı madde türüne bağlı olarak yongalevhalar, sentetik reçineli ve çimentolu yongalevhalar olarak iki gruba ayrılırlar. Anorganik yapıştırıcı ile üretilenlerde hammadde olarak; çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO_3 , SiO_2 , AlO_3 gibi) kullanılmaktadır. Bu tip yongalevhalar mantar ve böcekler tarafından tahrip edilememektedir (Bozkurt, 1982). Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre, melamin, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları kullanılmaktadır.

1.3.2. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.3.2.1. Ağaç Malzeme

Yongalevha üretiminde kullanılan hammaddelerin %90'ı odun veya lignoselülozik materyaldir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009). Odun hammaddesi olarak; bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları kullanılabilir. Boyu 0.5–2 m, ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan yuvarlak ve yarma odun, kalınlığı 20 cm'den küçük artık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşı, yonga ve lif odunu olarak kullanılabilir. Levha üretiminde kullanılacak odun çürüklük içermemelidir. Lif ve yonga odununda çatlak, budak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir. Yongalevha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat üretimde yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı takdirde kullanılmasında fazla sakınca yoktur (Özen, 1980). Kabuk kullanımı konusunda yapılan çalışmalara göre, ağaç kabuğunun dış tabaka yongalarına karıştırılmaktansa, orta tabaka yongalarına belirli oranda karıştırılması veya kabuk ekstraktı hazırlanması suretiyle üretilen yongalevhaların standartlarda öngörülen mekanik özellikleri karşıladığı, kalınlığına şişme ve formaldehit emisyonunun iyileştiği belirlenmiştir (Wellons ve Kralimer, 1973; Chow, 1972; Chow, 1975; Chow ve Pickles, 1972; Musznski ve Macnatt, 1984; Maloney, 1973; Place ve Maloney, 1975; Blanchet vd., 2000; Nemli vd., 2004a; Pasillias ve Voulgaridis, 1999; Nemli vd., 2002a; Yemele vd., 2008a; Yemele vd., 2008b). Bu konuda yapılan başka bir çalışmaya göre, *Acrocarpus fraxinifolius* ağacı yongalevha üretimi için uygundur. Ayrıca bu ağacın kabuğunun odun yongalarına %30' a

kadar ilave edilmesi üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini negatif etkilememiştir (Trianoski, vd., 2013).

Okalıptüs odununun öz odun, diri odun kısımlarıyla tomruğun tümünden elde edilen yongalardan ayrı ayrı levhalar üretilmiş, öz odun yongalarıyla, tomruğun tümünden elde edilen yongalardan üretilen yongaların yaklaşık aynı özellikleri gösterdikleri belirlenmiştir. Ayrıca öz odun ve diri odun yongalarının ayrı ayrı kullanılmaması sonucuna varılmıştır (Mendes, vd., 2013).

Iskenderani (2009) tarafından yapılan çalışmada, hurma ağacı dallarından elde edilen yongaların üre formaldehit tutkalı kullanılarak yapıştırılmasıyla üretilen yongalevhalar standartlara uygun sonuçlar vermiştir.

Melo ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, okalıptüs ve bambu ağaçlarından elde edilen yongaları belirli oranlarda karıştırarak yongalevha üretmişlerdir. Üretilen levhalara uygulanan testler sonucunda, deneme levhalarında bambu yonga yüzdesinin artmasıyla beraber fiziksel ve mekanik özelliklerin negatif olarak etkilendiği bulunmuştur (Melo, vd., 2015).

Palmye odunundan elde edilen yongalar sıcak suda ve %2 konsantrasyondaki NaOH içerisinde yarım saat bekletilmiş ve daha sonra bu yongalardan yongalevha örnekleri üretilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda sıcak su ve sodyum hidroksitle muamelenin yongalevhanın mekanik ve fiziksel özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir (Jumhuri, vd., 2014).

2014 yılında yapılan bir çalışmada, Sahil sekoyası ve Pinus taeda ağaçlarından elde edilen yongaların karışımıyla levha üretmişler ve yapılan deneyler sonucunda bu ağaçların yongalevha levha üretimi için uygun birer ağaç türü olduğunu belirtmişler (Iwakiri, vd., 2014).

Pierre ve arkadaşları (2014), okalıptüs ve odun talaşını karıştırarak yongalevha ürettiler. Yapılan testler sonucunda odun talaşının % 35'e kadar yongalara katılabileceği belirlendi (Pierre, vd., 2014).

Mendes ve arkadaşlarının (2009) yaptığı çalışmada okalıptüs (*Eucalyptus urophyllas*) ağacının yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir. 2009 yılında yapılan bir çalışmada ise fıstık çamı kozalağının yongalevha üretimine uygun bir hammadde olduğu tespit edilmiştir. Fıstık çamı kozalağında bulunan ekstraktif maddelerden dolayı levhaların su alma miktarı, kalınlığına şişme ve formaldehit emisyonunda azalma görülmüştür (Ayrılmış vd., 2009). Aynı yıl yapılan bir başka çalışma

da huş (*Betulapapyrifera*) ağacından elde edilen yongaların yongalevhaların orta tabakasında kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir (Pedieu vd., 2009). Güler ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan çalışmalarda yerfıstığı kabuğunun ve ceviz kabuğunun yongalevha üretiminde kullanılabileceğini saptamışlardır. Guru ve arkadaşlarının (2009) yaptığı bir çalışma da fındık kabuğunun yongalevha üretimi için kullanılabileceği belirlenmiştir. 2010 yılında yapılan çalışmada ise kahve kabuklarının % 50 oranına kadar yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir (Bekalo ve Reinhardt, 2010).

Atık gazete kâğıtları üzerine yapılan bir çalışmada, bu kâğıtların yongalara belirli oranlarda karıştırılmasıyla tek tabakalı yongalevhalar üretilmiş ve yapılan testlerden elde edilen sonuçlar standartlara uygun çıkmıştır (Nourbakhsh ve Ashori, 2010; Kim vd., 2009).

Schizolobium amazonicum, *Cecropia sp.*, *Pterocarpusviolaceus* ağacı, *Toonaciliata* ağacı, Kızılağaç, söğüt, kayın, kavak, orman gülü, Japon criptomeryası, servi, ardıç, sahil çamı, Douglas göknarı, badem kabuğu, dal odunu ve sahil çamı ibrelerinin yongalevha üretime uygun olduğu belirlenmiştir (Warmbier, vd., 2014; Trianoski, vd., 2014; Farrapo, vd., 2014; Zeller, vd., 2013; Öktem, 1979; Malları vd., 1989; Nemli vd., 2004b ; Kamdem, 1994; Baştürk, 1993; Esmeralda vd., 2004; Nemli, 2003; Nemli vd., 2002b; Nacar, 1997; Nemli vd., 2001; Lehmann ve Geimer, 1974; Hızıroğlu ve Holcomb, 2005; Esmeralda vd., 2004; Aydın, 2005; Cabral vd., 2007; Nemli vd., 2008).

Başka bir çalışmada, kayın kaplama artıklarının yongalevha endüstrisinde kullanılabilme imkanları araştırılmış ve kayın kaplama artıklarının yongalevha endüstrisinde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Azizi vd., 2011).

Hashim ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada palmiye kabuğu, yaprağı ve gövdesinin yongalevha üretiminde hammadde olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Yine 2011 yılında yapılan bir çalışmada bambu ağacının yongalevha endüstrisinde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Biswas vd., 2011).

Çam ve akçağaç yongalarını sıcak su ekstraksiyonuna tabi tuttuktan sonra deneme levhaları üretilmiştir. Bu işlem sonunda yongaların preste sıkıştırılabilirliği artmış, pres sonrası geri yaylanma ise azalmıştır. Su alma ve kalınlık artışı oranlarında azalma görülürken, mekanik özelliklerde önemli bir azalma kaydedilmemiştir (Pelaez-Samaniego, vd., 2014).

Guimaraes ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, muz ağacından elde edilen yongalarla yongalevha üretilmişler fakat yapılan testler sonucunda üretilen yongalevhalar standart dışı çıkmıştır (Guimaraes, vd., 2014).

Moya ve arkadaşları (2014) ürettikleri yongalevhelerde tetrapak atıklarını kullanmışlardır. Ürettikleri deneme levhalarının su alma miktarının kontrol levhalarına göre oldukça düşük olduğunu belirtmişlerdir (Moya, vd., 2014).

1.3.2.2. Yıllık Bitkiler

Dünya nüfusunun artışı ve buna bağlı olarak insan gereksinimlerini karşılamak amacıyla bütün sanayi dallarında olduğu gibi yongalevha sanayinde de üretim artmıştır. Yongalevha üretiminde esas hammadde olan odunun sınırlı kaynaklardan olan ormanlardan elde edilmesinin sosyo-ekonomik sebeplerden dolayı sınırlı hale gelmesinden ötürü alternatif hammadde kaynaklarına odaklanılmıştır. İlk akla gelen alternatif hammadde kaynağı ise ligno-selülozik materyal olan yıllık bitkilerdir ve son dönemlerde bu konuda çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Bu bağlamda yapılan çalışmalarda; Paridah ve arkadaşları (2014) kenaf ve kauçuk ağacı yongalarının belirli oranlarda karıştırılmasıyla yongalevhalar üretmişler, karışımdaki kauçuk ağacı yongalarının oranlarının artmasıyla deneme levhalarının iç yapışma direncinde ve kalınlık artışı- su alma oranlarında iyileşmeler tespit etmişlerdir (Paridah, vd., 2014).

Üzüm salkımıyla yapılan bir çalışmada bağlayıcı madde olarak çimento kullanılmıştır. 2 ve 24 saat suda bekletme sonrasında yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçların standartlarda istenilen değerleri karşıladığı ve belirlenmiştir.

Bir çalışmada araştırmacılar, yulaf kapçıklarının oduna alternatif bir hammadde olup olmayacağını araştırdılar ve bunun için yongalevha örnekleri ürettiler. Yapılan testler sonucunda % 100 yulaf kapçıklarından üretilen deneme levhalarının elastikiyet modülü değerinin % 100 okalıptüs ağacı yongalarından üretilen yongalevha örneklerinden yüksek çıktığı tespit edildi (Varanda, vd., 2014). Başka bir araştırmada, mısır koçanlarını çam yongalarına katarak yongalevha üretmişlerdir. Yapılan testler sonucunda fiziksel özelliklerde iyileşme gözlenirken, mekanik özellikler negatif etkilenmiştir (Scatolino, vd.,2013).

Aghakhani ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışmada ise, Çınar yapraklarından üretilen yongalevhalar mobilya üretimi için yeterli standart değerleri karşılamıştır (Aghakhani, vd., 2014).

2014 yılında yapılan bir çalışmada, yerfıstığı kabuklarının odun yongalarıyla karışım halinde yongalevha endüstrisinde kullanılabileceği ve oduna alternatif bir hammadde olabileceği belirtilmiştir (Barbirato, vd., 2014).

Atık çay yapraklarıyla odun yongalarını belirli oranlarda karıştırarak yongalevha ürettiler. % 100 çay yapraklarından üretilen levhaların su alma ve kalınlık artışı değerleri çok iyi çıktı. Yarı yarıya odun yongası ve çay yaprağından üretilen yongalevhalar da fiziksel ve mekanik testleri geçtiler (Batiancela, vd., 2014).

Pirinç çeltiği ve Hindistan cevizi liflerinden fenol formaldehit ile yongalevha ürettiler. Üretilen yongalevhalar tabii tutulduğu fiziksel ve mekanik testleri başarıyla geçtiler. Elde edilen sonuçlara göre, bu hammaddelerin yongalevha üretimi için uygun olduğu söylendi (Zhang ve Hu, 2014).

Kwon ve arkadaşları (2014), pirinç kabuğu ve odun yongalarını üre formaldehit, fenol formaldehit ve polietilen tutkallarının karışımını kullanarak yongalevha üretilmişler, polietilen tutkalının karışımındaki oranı artınca, su alma azalmıştır. Ayrıca orta tabakada polietilen tutkalının kullanılması iç yapışma direncini de artırmıştır (Kwon, vd., 2014).

2013 yılında yapılan çalışmada polimerik metilen difenil di izosiyanat tutkalı kullanılarak şeker kamışından üretilen yongalevhalarda pres sıcaklığının etkisi araştırılmış ve pres sıcaklığının 200 °C'den 280 °C'ye pres sıcaklığının çıkması sonucu yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştiği tespit edilmiştir (Nonaka vd., 2013). Bir başka çalışmada kamıştan üretilen yongaların yongalevhanın dış tabakalarında kullanılabilme imkanları araştırılmış ve yapılan testler sonucu kamış yongalarının dış tabakalarda kullanıldığında yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirdiğini ve en uygun karışım oranının dış tabakada % 40 oranında olduğu tespit edilmiştir (Ghalehno vd., 2011). Şili biberi saplarının; palmiye gövdesi, palmiye yaprak ve orta ekseninin yongalevha endüstrisinde belirli oranlarda kullanılabileceği belirlenmiştir (Oh ve Yoo, 2011; Amirou vd., 2013).

Nemli ve arkadaşlarının (2009) yaptığı çalışmada ise çimen atıklarının %13 oranına kadar, yongalevha üretiminde kullanılabileceğini belirlemişlerdir. Güntekin ve Karakuş (2008) tarafından yapılan çalışmada patlıcan saplarının yongalevha üretimde kullanılabileceğini tespit etmişlerdir. Bir diğer çalışmada domates saplarından üretilen yongalevhaların kuru ortamlarda genel kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir (Güntekin vd., 2009).

Asma budama atıklarından elde edilen yongalar soğuk su, % 1 NAOH, % 1 asetik asit ve 24 saat suda bekletme ön işlemlerine tabi tutulmuş ve bu yongalar yongalevha üretiminde kullanılmıştır. Sonuç olarak ön işlemler elastikiyet modülü ve 24 saat suda bekletme sonucu kalınlığına şişme değerlerini etkilemezken, eğilme direncini % 40, yüzeye dik çekme direncini ise % 20 arttırmış ve 24 saat suda bekletme sonucu su alma miktarı üzerinde etkili olmuştur (Güntekin vd., 2009).

2014 yılında yapılan bir çalışmada, ananas yapraklarının yongalevha için uygun bir hammadde kaynağı olduğu tespit edilmiştir (Moya, vd., 2014). Acda ve Cabangon (2013) ise, tütün saplarının yongalevha üretimi için uygun bir hammadde olduğunu bulmuşlardır.

Ayrıca yapılan çalışmalarda; kenevir, keten, pamuk sapı, kenaf, çay fabrikası atıkları, ayçiçeği sapları, bambu, kene otu, Hindistan cevizi meyve kabuğu ve lifleri, şeker kamışı, pirinç çeltiği, buğday sapı, asma, kivi budama artıkları ve mısır saplarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir (Deppe ve Ernst, 1977; Örs ve Kalaycıoğlu, 1991; Thole ve Weiss, 1992; Turreda ve Bagasse, 1983; Papadapulos vd., 2002; Heller, 1980; Güler ve Özen, 2004; Alma vd., 2005; Jianying ve Guenping, 2003; Papadopoulos ve Hague, 2003; Khedari vd., 2003; Khedari vd., 2004; Papadopoulos vd., 2004; Nemli vd., 2003; Yang vd., 2003; Almeida vd., 2002; Ntalos ve Grigoriu, 2002; Wong ve Sun, 2002; Grigoriou ve Ntalos, 2001; Tröger vd., 1998; Gerardi vd., 1998; Nemli vd., 1998; Mo vd., 2003).

1.3.2.3. Tutkal

1.3.2.3.1. Organik Tutkallar

Organik yapıştırıcılar sentetik, bitkisel ve hayvansal tutkallar olmak üzere üçe ayrılırlar. Bunların içerisinde yongalevha endüstrinde tercih edilen sentetik tutkallardır. Az gelişmiş ülkelerde yongalevhanın maliyetinin yaklaşık % 50'sini tutkal giderleri oluşturur. Gelişmiş ülkelerde ise bu oran %30-40 arasında değişir. Çözelti halindeki tutkallar yaklaşık üç ay kadar, toz halindeki tutkallar ise 6 aya kadar kullanılabilirler (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Yongalevha endüstrisinde kullanılan sentetik tutkallar genellikle duroplastik tutkallar (Aminoplastlar = Üre formaldehit, Melamin formaldehit ve Fenoplastlar = Fenol formaldehit ve Resorsin formaldehit)'dir. Duroplastik tutkallar ısıtıldıklarında önce

yumuşamakta fakat daha fazla ısıtıldıklarında yeniden yumuşamamak üzere sertleşmektedirler. Bunlar arasında teknik ve ekonomik açıdan en önemlisi üre formaldehit tutkalıdır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009). Beyaz renkli veya şeffaf olduğundan genel amaçlar için üretilen yongalevhelerde kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları ise açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhalar için daha uygundur.

1.3.2.3.1.1. Melamin Formaldehit

Melamin formaldehit, melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu elde edilmektedir. Bu tutkal 90–140 °C sıcaklıklarda sertleştiriciye gerek kalmaksızın sertleşebilmektedir. Melamin formaldehit tutkalının elde edilmesinde önce kömür 2000 °C'de kireçle muamele edilerek kalsiyum karbür, daha sonra bu madde 1000 °C'de havanın azotu ile birleştirilerek kalsiyum siyanamid'e dönüştürülür. Bunu takiben, alkali bir ortamda karbonik asit sevk edilerek ısıtıldığı zaman hidrolize olmakta ve böylece disiyanamid meydana gelmektedir. Bu madde fiziksel ve kimyasal koşullar altında % 100'lük melamine dönüşür. 1 mol melamin 6 mol formaldehit ile reaksiyona girerek kondenzasyonun ana maddesi olan tri metilol melamin meydana gelir. Kondenzasyon 5–6 pH ortamında vuku bulmaktadır. Nötrleştirme yolu ile kondenzasyon ürünü yeterli derecede çözümlenebilecek duruma gelince işleme son verilir. Melamin tutkalı üre tutkalı kadar depolamaya elverişli değildir. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edilmesi durumunda toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir. Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte; suya karşı daha dirençli olması, düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmesi, ısıstabilitesinin daha yüksek olması gibi bazı avantajlara sahiptir (Pizzi, 1983; Nemli ve Çolak, 2002).

Fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında ise parlaklık, açık renklilik ve dayanıklılık bakımından daha üstündür. Bu avantajlara rağmen melamin formaldehit tutkalının en büyük dezavantajı fiyatının üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından yüksek olmasıdır. Fiyatının yüksek olması nedeniyle üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılabilir. Saf olarak kullanıldığı takdirde kaynamaya ve dış hava şartlarına çok dayanıklıdır. % 25–75 oranında üre formaldehit tutkalı ile karıştırıldığında ise suya yeterince dayanıklı kalabilmektedir.

Melamin üre formaldehit tutkalı Melamin veya resorsin formaldehit tutkallarından daha ucuzdur. Fenol formaldehit tutkalına göre daha düşük sıcaklıklarda

sertleşebilmektedir (Anonim, 1975).Melamin formaldehit tutkalına % 10-15 resorsin katılmak suretiyle, ahşap levhalara metal yapıştırılabilir. Melamin formaldehit tutkalı kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada da kullanılabilir. Melamin üre formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalına göre suya karşı daha dayanıklıdır.

Yongalevha üretiminde kullanılmak üzere iyi bir melamin üre formaldehit tutkalının hazırlanması için en uygun üretim metotları hakkında üç tip formülasyondan bahsedilmektedir (Çolakoğlu vd., 2002):

- 1- Reaktöre sırasıyla önce melamin sonra üre ve ikinci üre ilave edilmektedir (MÜÜ).
- 2- Önce birinci üre, sonra ikinci üre katılmakta en sona melamin ilave edilmektedir (ÜÜM).
- 3- Reaktörde önce üre ve formaldehit reaksiyonu bunu takiben melamin ve daha sonra ikinci üre ilavesi gerçekleşmektedir (ÜMÜ).

Toplam formülasyon içinde düşük oranlarda melamin varsa ÜMÜ ve MÜÜ şeklinde üretilenler arasında performans bakımından belirgin bir fark yoktur. fakat melamin oranı % 50 kadar ise ÜMÜ formülasyonunun performansı MÜÜ formülasyonundan daha iyidir. Daha yüksek melamin oranlarında (% 60) MÜÜ formülasyonu ÜMÜ formülasyonundan daha iyi performansa sahiptir.

Kontrplak ve yongalevha üretimi için kullanılan melamin formaldehit tutkalı, dekoratif kâğıtların emprenyesinde kullanılanlardan oldukça farklı karakteristiklerde hazırlanmaktadır. Kağıtemprenyesinde kullanılan melamin formaldehit reçinesinin kağıt tabakasına penetrasyonu için viskozitesi daha düşük fakat katı madde oranı ise daha yüksektir. Buna karşılık kontrplak ve yongalevha üretiminde kullanılan melamin formaldehit reçineleri odun tabakasına daha düşük oranda penetrasyonunu sağlamak için genellikle daha viskoz yapıda üretilmektedir. Aksi halde yapıştırıcının bir kısmı odun içine penetre olarak yapışmaya katkı sağlamaz. Kağıt tabakalarının emprenyesinde istenen kağıda iyi bir penetrasyon ve hızlı sertleşme gibi karakteristikleri melamin formaldehit tutkalının hazırlanması sırasında bazı yöntemlerle sağlanabilir. Üretim sırasında metilol grupları oranının arttırılması veya kondenzasyon derecesinin düşük tutulması ile kâğıt tabakasının emprenyesine uygun melamin formaldehit tutkalı elde edilmiş olur (Anonim, 1975).

Bu tutkallar, tabakalı ağaç malzeme üretimi, laminat, gemi, yat, kayık üretimi kaplama en ekleme, ve yüksek frekansla tutkallamada kullanılabilir (Nemli, 2003).

1.3.2.3.1.2. Üre Formaldehit

Ucuzluğu, teknik üstünlükleri ve kullanım teknolojisinin kolaylığı nedeniyle yongalevha endüstrisinde üretimin %90'nın da üre formaldehit tutkalı kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009). Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek moleküllü ağır polimerleridir. Üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilmektedir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü oksijen ve hidrojenle elde edilmektedir. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyonhidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilir kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Huş, 1997).

Tutkalın üretimi esnasında pH 5–5.5' da bir reaksiyon vuku bulmaktadır. pH'nın 7 veya 8'e çıkarılması ve soğutma, reaksiyonun durmasına neden olabilmektedir. Reçinenin % 40-60'ı uçucu olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi suretiyle katı reçine miktarı % 60-65'e çıkartılabilmektedir. Hızlı bir sertleşme için katalizöre (sertleştirici) ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla üre formaldehit tutkalında katalizör (sertleştirici) olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir.

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, yapışma direncinin yüksek ve renginin açık olduğunu belirtilebilmektedir (Anonim, 1975). Üre formaldehit, yongalevha ve MDF üretiminde kullanılan en yaygın tutkal çeşididir. Dünya genelinde, üre formaldehit tutkalının % 70'inden fazlası orman ürünleri sanayinde (yongalevha, liflevha, v.b.) kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; % 61 oranında yongalevha,% 27 oranında MDF, % 5 oranında kontrplak ve % 7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde kullanılabilir. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır (Nemli ve Aytaç, 2002; Pizzi, 1983; Goncalves vd., 2008):

- a. Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
- b. Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir.
- c. Fiyatı ucuzdur.
- d. Çok iyi termal özelliklere sahiptir.
- e. Suda çözünebilir.
- f. Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
- g. Tutuşmaz.

- h.Kokusuzdur.
- i.Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
- j.Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
- k.Formaldehit emisyonu yüksektir.

Üre formaldehit tutkalı lif veya yongalara sulu çözelti halinde uygulanmaktadır. Isı etkisi altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakta, üre ve formaldehitin kondenzasyonu ile üretilmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal almaktadır. Bu aşamada; mono, di ve trimetilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetrametilol üre fazla miktarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilavesi belirli bir pH değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı; pH değeri, reaksiyon koşulları ve ilave katkı maddelerine bağlıdır (Conner, 2001). İkinci aşamada ise, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonunu içermektedir. Kondenzasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla birlikte, asidik koşullarda üre formaldehit tutkalının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir (Nemli ve Çolak, 2002).

- a.Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması
- b. İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması
- c. Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi
- d.Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen metilen köprülerinin oluşması.

Genel olarak bakıldığında birinci aşama, üre ve formaldehitin reaksiyonu (pH: 8–9) ile metilol ürenin formasyonunu içermektedir. İkinci aşamada (pH: 5), asidik koşullarda kondenzasyon reaksiyonları arzu edilen viskoziteye ulaşmaya kadar devam etmekte, reaksiyon karışımı soğutulmuş nötrleştirilmektedir. Tutkalın katı madde oranını (% 60–65) ayarlamak için vakum destilasyonu ile su uzaklaştırılmaktadır. Üre iki veya daha fazla kademede ilave edilmektedir. Ürenin ilk ilavesi metillendirme işlemi sırasında gerçekleştirilmektedir ($F/\bar{U} = 1,6-2$). İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/\bar{U} oranını istenilen seviyeye düşürmek için yapılmaktadır.

Sıcak presleme sırasında polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonları tamamlanmaktadır. Asidik koşullarda sertleşen bir tutkal türü olan üre formaldehit için en iyi sertleşme sıcaklık 120 °C ve pH: 4–5 civarında olduğu zaman vuku bulmaktadır. Sıcak preslemede ısı etkisi ile ön kondense olmuş olan tutkal, çapraz bağlanma reaksiyonları ile

düzgün bir film oluşturmaktadır. Reaksiyon tersinirdir. Gereğinden fazla ısı uygulaması üre formaldehit tutkalının hidrolizine neden olabilmektedir. Preslemede gereğinden fazla ısı uygulanmamalı, preslemeden sonra üretilen levhalar soğutulmalıdır. Üç tabakalı levha üretiminde, yüzey tabakaları orta tabakadan daha hızlı sertleşecektir. Bu nedenle yüzey tabakasında kullanılan tutkalın sertleşmesinin geciktirilmesi önerilmektedir.

Günümüzde, laminat üretiminde melamin tutkalları önemli bir yere sahiptir. Fakat bazı durumlarda, üre veya üre+melamin karışımı tutkallarda laminat üretiminde kullanılabilir. Üre formaldehit tutkallarının laminat endüstrisinde kullanılması bazı problemlere neden olmaktadır.

Üre formaldehit tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60 °C ve % 60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. % 15-20'lik odun rutubeti 60 °C'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu hızlanmasına neden olmaktadır. Fenolik veya polifenolik tutkalların aksine aminoplastik tutkallar genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına neden olabilmektedir. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmeli veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria'nın 2008 yılında yaptığı çalışmada üre formaldehit tutkalına %10, %15 ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir (Goncalves vd., 2008).

Yapılan bir çalışmada, polymeric 4, 4'-methilendifenil izosiyanat tutkalıyla modifiye edilen üre formaldehit tutkalının rutubete karşı dayanımının artış gösterdiği belirlenmiştir (Dziurka ve Mirski, 2014). Başka bir çalışmada ise; üre formaldehit tutkalına katılan hidrosülfid, sodyum bisülfid, akrilamid, ve polimerik 4,4-difenil-metan dizosiyanat gibi katkı maddelerinin üre formaldehit tutkalının rutubet direncini artırdığı belirlenmiştir (Abdullah ve Park, 2009). Maminski ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, üre formaldehit tutkalına glutarik aldehit ilavesiyle üretilen levhalarda su alma ve kalınlık artış miktarında azalma olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada üre formaldehit tutkalına albumin çözeltisi ve ayçiçek yağı eklenmesiyle üre formaldehit tutkalının suya karşı direncinin arttığı gözlemlenmiştir (Maubarik vd., 2013).

Alves vd., tarafından yapılan bir çalışmada, testere talaşı ve odun yongaları karışımından üre formaldehit ve poliüretan tutkallarıyla yongalevha üretilmişler. Poliüretan

tutkalıyla üretilen deneme levhalarından fiziksel ve mekanik özellikler bakımından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Alves, vd., 2014). Yine benzer bir çalışmada da, kereste fabrikası atıklarından üretilen formaldehit ve poliüretan tutkallarıyla yongalevha üretilmiş, poliüretan tutkalıyla üretilen deneme levhalarından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Fiorelli, vd., 2014).

1.3.2.3.1.3. Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, reaksiyona katılma gücü çok yüksektir. Resorsin formaldehit reçenesi, 1 mol resorsinin 1 mol' den az formaldehit ile birleştirilmesi ile üretilmektedir.

Resorsin formaldehit düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyona girmektedir. Bu nedenle kullanılmaya elverişli bir tutkalın elde edilebilmesi için kondenzasyon reaksiyonu 3.5–4.5 pH'lık bir ortamda yavaş, fakat gerek daha asidik gerekse alkali ortamda hızlı bir şekilde meydana gelmektedir. Nötr ortamda ise resorsin en stabil durumdadır.

Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir. Ayrıca fenol formaldehit tutkalarına göre daha pahalıdır. Resorsin açık hava koşulları ve kaynamış suya karşı dayanıklıdır. Gemi ve uçakların ağaç malzeme kısımlarının tutkalanmasında kullanılır. Ayrıca, gerek sentetik gerekse doğal kauçuğun, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılması içinde uygundur (Huş, 1997).

Resorsin tutkalları oldukça pahalı olmaları nedeni ile % 50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş odun talaşı, soya fasulyesi unu, fındıkkabuğu ve nişasta gibi maddeler katılarak kullanılmaktadır. Sadece özel amaçlar hariç saf olarak çok nadir kullanılmaktadır. Daha çok diğer tutkallara özellikle fenol formaldehit ile karıştırılmaktadır.

1.3.2.3.1.4. Fenol Formaldehit

Fenol formaldehit (FF) tutkalı rutubete ve dış hava şartlarına daha dirençlidir. Ayrıca üretim sonrası ayrılan formaldehit miktarının daha az olması gibi avantajlara sahiptir. Piyasada sıvı ve koyu renkli halde bulunan fenol formaldehit tutkalının odun endüstrisinde kullanılan türü yüksek sıcaklıkta sertleşmektedir (Çolakoğlu, 1996).

Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilmektedir. Fenol formaldehit tutkalı düşük sıcaklıklarda depolanmalı ve pH değeri değişmemelidir. Üre tutkalları ile karşılaştırıldığında daha yavaş sertleşmekte ve daha yüksek pres sıcaklığına ihtiyaç duymaktadırlar. Katalizörler kullanıldığında presleme süresini kısalmaktadır. Güçlü ve suya karşı dayanıklı yapışmalar sağlamaktadır. Fenol formaldehit tutkalı ağacın rengini koyulaştırır, çok derine nüfuz eder ve kokusu uzun süre çıkmaz. Bu nedenle, tutkallama yapılan yerde çok iyi havalandırma yapılmalı, eller sabunla yıkanmalı, koruyucu elbiseler giyilmeli ve fenol reçinesi teneffüs edilmemelidir.

Fenol formaldehit tutkalı alkali bir katalizör yardımı ile formaldehit ve fenolün kondenzasyonu suretiyle üretilmektedir. Bu tutkal sıcakta sertleşen reçineler grubuna girmektedir. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Anonim, 1975). Formaldehit/fenol <1 (1: 1.6 – 1: 2.5) olmak üzere fenol ile formaldehitin asidik katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine novalak adı verilmekte olup alkali çözücülerde çözünmektedir. Novalağa sertleştirici olarak paraformaldehit katılmaktadır. Bu tip reçineler yapılarında reaktif metilol grubu içermediklerinden sertleştirici kullanılmadan sertleşmezler. Formaldehit/fenol >1 (1.5–2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir. Odun kompozit ürünlerinin üretiminde resol tipi fenol formaldehit reçinesi kullanılmaktadır. Odunun yapıştırılmasında kullanılan resol tipi fenol formaldehit reçinesinin formaldehit/fenol mol oranı 1.6/1.0-2.5/1.0 arasında olmaktadır. Formaldehit oranının fazla olması; sertleşmiş durumda rutubete karşı mükemmel bir direnç, yüksek çekme direnci ve düşük tutuşma kabiliyeti gibi özellikler kazandırmaktadır (Sellers, 1985; Scoville, 2001; Balwin, 1995).

Fenol formaldehit özel kullanım yerleri için "İmpreg ve Compreg" olarak adlandırılan malzemelerin üretiminde de kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin fenol formaldehit reçinesi ile emprenye edilmesi ve liflere nüfuz eden reçinenin basınç kullanılmadan sertleştirilmesi esasına dayanan "İmpreg" çok kullanışlı bir malzemedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 60-70 arasında değişmektedir. Normal ağaç malzemeyle karşılaştırıldığında kimyasal maddelere karşı direnci, su iticiliği, biyolojik zararlılara ve ısı etkisine dayanımı daha yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı kalıp üretiminde ve elektrik kontrol donanımlarında kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalı ile emprenye edilen kaplama levhalarının sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmasıyla

"Compreg" adı verilen malzeme elde edilmektedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 80-85 arasında değişmektedir. Biyolojik zararlılara dayanımı, yangına karşı direnci ve kimyasal maddelere direnci normal odundan daha yüksektir. Bu özelliklere sahip olmasından dolayı kalıp, cıvata ve somun, uçak parçası, mekik, dişli, bobin, müzik aletleri ve bıçak sapları yapımında kullanılmaktadır (Yıldız, 1994).

Chen ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada çam kabuğu kullanımının artırılması ve kullanılan fenol formaldehit tutkalının miktarının azaltılmasıyla serbest formaldehit emisyonunun azaldığı tespit edilmiştir.

1.3.2.3.1.5. İzosiyanat

Amino ve fenoplastik tutkallarda yapışma spesifik adhezyonla sağlanır. Halbuki diizosiyanat tutkalında gerçek bir kimyasal bağ oluşmaktadır. İzosiyanat tutkalı pahalı olup, su ihtiva etmemekte ve tutkalın tümü yapıştırıcı madde olarak kullanılabilir. Fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında rutubete dayanıklılığı bakımından eşdeğer fakat yapışma direnci ise daha yüksektir. Sakıncalı yönü ise alüminyum ve çelik malzemeye yapışması nedeniyle transportör ve preslerde sorun oluşturur.

Trischler ve arkadaşları (2014), kamış çimlerinin izosiyanat tutkalıyla yapıştırılarak yongalevha üretiminde kullanılabilmesi bulunmuştur (Trischler, vd., 2014) .

Papadopoulos ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan bir çalışmada; etil metilen difenilizosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri, polimetilendiizosiyanat tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Mao ve arkadaşları (2014), polimerik metilen difenil di izosiyanat tutkalıyla yongalevha üretmişlerdir. Üretilen deneme levhaları standartları karşılamış ve üre formaldehit tutkalına bir alternatif olarak sunulmuştur. Ayrıca formaldehit emisyonunun olmayışı da bu tutkalın tercih sebeplerindedir (Mao, vd., 2014) .

1.3.2.3.2. Termoplastik Tutkallar

Termoplastik tutkallar yongalevha üretiminde yalnız veya içerisine üre formaldehit ya da fenol formaldehit katılarak kullanılabilir. Fakat bunlarla yapıştırılmış levhalar yüksek

sıcaklıklarda kolayca bozulurlar. Bundan dolayı yongalevha üretiminde bunların herhangi bir önemi yoktur (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Termoplastik tutkallar (polivinil asetat, polivinil klorür) ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen, soğutulduklarında ise sertleşen tutkallardır. Bu tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması ve odunu lekeleme kusurunun olmaması gibi avantajlara sahiptir. Fakat 70°C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncalı özelliği de vardır.

Polivinil asetat tutkalı (PVA); su, kömür, kireç ve sirke asitinden üretilir. Kok kömürü ile sönmüş kireç elektrik fırınlarında kızdırılarak karpit haline dönüştürülür. Karpite su etki ettirilerek asetilen gazı elde edilir. Asetilen ile sirke asidi, vinil esteri meydana getirirler. Vinil ester moleküllerine monomer adı verilmektedir. Bu küçük moleküller, istenilen molekül ağırlığı basamağına erişilinceye kadar birbirlerine bağlanabilirler. Binlerce monomer birleşerek polimerleri oluştururlar. Bu kimyasal olaya polimerleşme denilir. Polimerleşme, aynı veya benzer moleküllerden birçoğunun, molekül ağırlığı yüksek olan yeni ve büyük bir molekül vermek üzere birleşmesine denir. Vinil ester, açıklanan yöntemle polimerleştirilerek polivinil asetat (PVA) elde edilir. Polimerleşme olayı yönlendirilebilir. Bu şekilde farklı özelliklere sahip polivinil asetat tutkalı da üretilebilir. Katkı maddesi olarak sertleştirici, yumuşatıcı, organik ve anorganik katkı maddelerinden de yararlanılarak, tutkalın değişik kullanım alanlarına uyumu sağlanır (Burdurlu, 1994). Levha endüstrisinde kullanılmamaktadır.

Polietilen tutkalları, etilenden elde edilir, süt beyaz renkte ve yarı saydamdır. Düşük yoğunluktaki polietilen ana zincirden ayrılan uzun kollara sahip, amorf yapıdadır. Genellikle plastik malzeme üretiminde kullanılır ve özgül ağırlığı 0.91-0.92 g/cm³ tür. Ucuzdur, kimyasal etkilere, mantarlara ve rutubete karşı dayanımı yüksektir. Formaldehit emisyonunun olmayışı, su ve mantarlara karşı direnci ve çevreci oluşu gibi sebeplerden dolayı üre formaldehit tutkalı yerine kullanılması önerilmektedir (Kwon, vd., 2014).

Yapılan bir çalışmada, üre formaldehit, fenol formaldehit ve polietilen tutkallarının karışımını kullanarak yongalevha üretilmişler, polietilen tutkalının karışımdaki oranı artınca, su alma azalmıştır. Ayrıca orta tabakada polietilen tutkalının kullanılması iç yapışma direncinde artırmıştır (Kwon, vd., 2014).

Polivinil asetat tutkalı ile yongalevha üretiminde yüksek viskoziteden dolayı uygulama zorluğu olduğunu ve eğilme direnci ve iç yapışma direnci ise üre formaldehit

üretilem levhalarla karşılaştırıldığında düşük çıktığını tespit etmişlerdir (Kowaluk ve Fuczek, 2009). Diğer bir çalışmada ise, polivinil asetat tutkalının yongalevha üretimi için uygun olduğu söylenmiştir (Trischler, vd., 2014) .

1.3.2.3.3. Anorganik Tutkallar

Bunlar çimento, mağnezit ve alçıdır. Bağlanma görevini bünyelerinden su kaybederek sağlamaları sebebiyle, bunlara hidrolik bağlayıcılarda denilmektedir. Çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretilmesinde kullanılmaktadır.

Nasser ve arkadaşları (2014) tarafından parklardaki ağaçların budanması sonucu elde edilen materyalin yongalanmasıyla elde edilen yongaların çimentolu yongalevha üretimi için uygun olduğu tespit edilmiştir (Naaser, vd., 2014).Magnezyum ve portland çimentosu kullanılarak çimentolu yongalevha üretilmektedir. Erakhrumen ve arkadaşlarına göre; yongalevhada yapıştırıcı olarak kullanılan portland çimentosuna farklı oranlarda hindistan cevizi lifi ve karayip çamı talaşı katılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standartlara uygun çıkmıştır (Erakhruman vd., 2008).

Bir araştırmada bilim adamları, okyanus eriştelere ile çimentolu levha üretmişleridir. Üretilen deneme levhaları, herhangi bir yanmayı önleyici ilave edilmeden yanma testlerinden standart değerleri karşılayarak geçmiştir. Ayrıca mekanik ve fiziksel özellikler bakımından da standartları karşılamışlardır (Saval, vd., 2014). 2008 yılında Papadopulostarafından yapılan çalışmalarda, akçaağaç (*Acer platanaoides L.*) ve gürgen (*Carpinusbetulus L.*) ağaçlarından elde edilen yongalar ve çimentoyle üretilen yongalevhaların standartlara uygun olduğu görülmüştür. Diğer bir araştırmada ise böcek tasallutu sonucu kuruyan ağaçlardan elde edilen yongalar ve çimentoyle üretilen levhalardan olumlu sonuçlar alınmıştır (Chang ve Lam, 2009).

Latorraca ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan çalışmada, okaliptus (*Eucalyptusurophylla*) ağacından elde edilen yongaların portland çimentosu ile yapıştırılarak üretilen yongalevhaların döşeme paneli olarak kullanılması uygun görülmüştür. Yapılan testler sonucunda üretilen levhaların iyi boyutsal stabilite ve mekanik dirençlere sahip olduğu belirlenmiş ayrıca, yüksek bağıl nem şartlarında kullanıma uygun olduğu tespit edilmiştir.

Lee ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada odun yongaları ve alçı kullanılarak üretilen yongalevhaların tutuşma zamanı ve ısı iletiminin geleneksel olarak üretilen yongalevhalarından daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Olorunnisola (2009) tarafından yapılan çalışmada, hindistan cevizi kabuğu ve çimento kullanılarak üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikler bakımından standartlara uygun olduğu belirlenmiştir.

Maminski ve arkadaşları tarafından 2011 yılından yapılan bir çalışmada taş yünü belirli oranlarda odun yongalarına katılarak yongalevha üretiminde kullanılmış taş yünü kullanılarak üretilen yongalevhalar yangına karşı direnç sağlarken mekanik özellikleri düşürdüğü tespit edilmiştir.

1.3.2.3.4. Doğal Tutkallar

Doğal tutkallar; soğuma ile yapışma sağlayan hayvansal tutkallar, sıcakta sertleşen kan albümini, iç kimyasal reaksiyon sağlayan kazein, tanen, sülfat atık suyu ve soya fasulyesi gibi bitkisel yapıştırıcılar bulunmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Bu tutkallar yongalevha endüstrisinde oldukça düşük oranda kullanılmaktadır. Tanen; odun ve kabuktan elde edilmektedir. Bunlardan Mimoza (*Acaciomollissima L.*) ve Quebroka (*Schinopsislorenzii*) en önemli kaynaklardır. Tanen mikrolan, dividivi meyveleri, Ouebrako odunu ve ladin, akasya, kızılçam kabuklarından sıcak su ekstraksiyonu ile üretilmektedir. Bu madde formaldehit ile işleme sokulduğunda suya dayanıklı ve suda çözünmeyen reçineleri teşkil etmektedir. Yüksek molkül ağırlığına sahip olması nedeniyle sentetik reçinelerden daha az kullanılır (Bozkurt ve Göker, 1990). Sülfat atık suyu, selüloz üretimi sırasında elde edilir. Kuvvetli asitlerden olan sülfürik asit ile basit bir asitlendirmeye maruz bırakılan sülfat atık suyu sıcaklık ve basınç ortamında yongalevhalarla suya dayanıklı bir yapışma sağlayabilmektedir. Ayrıca odun hücrelerinin doğal yapıştırıcısı olan lignin yapıştırıcı madde olarak yongalevha üretiminde kullanılmaktadır. Kabuk tanenlerinin yongalevha üretiminde tutkal olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Heinrich vd., 1996; Garnier vd., 2002).

Yapılan bir çalışmada, çamdan elde edilen tanen tutkalının yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir (Sedona-Mendoza vd., 2010). Tanen ile ilgili yapılan bir başka çalışmada da üzüm posasından ve çam ağacından elde edilen tanenin yongalevha üretiminde yapıştırıcı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Ping vd., 2011).

Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein; sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Kan albümin tutkalları ise; kan serumu içerisinde çözülmüş durumda bulunan bir proteindir. Bunun hammadde kaynağı mezbahalardır. Kan albumini genellikle sığır kanından elde edilmektedir (Pu vd., 1994). Bu hayvansal tutkallar çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. Bitkisel tutkalların, gelecekte yongalevha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı düşünülmektedir. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yongalevha üretiminde kullanılabilme imkanları araştırılmış ve bu sanayii dalında kullanılabileceği belirlenmiştir (Kalaycıoğlu,1987; Çetin ve Özmen, 2002).

Soya protein tutkalları ise; soya proteini bütün bitki proteinlerinin en tipik örneğidir. Bir yiyecek olarak soya 3000 yıldır kullanılmasına rağmen; bir yapıştırıcı olarak kullanımı sadece bazı eski zamanlarda popüler olmuştur. Önce ezilen ve kaynatılan soyalar su ile ağartılır ve bu protein çözeltisi bir yapıştırıcı olarak kullanılır. Soya proteini sarı bir toz olup % 80-90 glisin içerir. Yapıştırıcılar bazı katkı maddeleri ile bir alkali çözeltide glisin proteini çözülerek hazırlanır. Protein su ile yağsız soyaların ekstraksiyonu ile hazırlanır (Pizzi, 1994). Kontrplak endüstrisinde yapılan bir araştırmada pirinç çeltiğinden elde edilen tutkalın polimerik metilen difenildiizosiyanat ile birlikte yongalevha üretiminde kullanılabilir bir özellik taşıdığı saptanmıştır (Pan vd., 2005). Hongyan ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışmada soya protein tutkalının levha endüstrisinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Hongyan vd., 2014). 2015 yılında yapılan bir çalışmada, soya proteiniyle modifiye edilen üreformaldehit tutkalıyla yongalevha üretmişler. Üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerlerini ölçtüklerinde, modifiye edilmemiş üreformaldehit tutkalıyla üretilen kontrol levhalarından daha düşük olduğunu belirlemişlerdir (Qu, vd., 2015).

Yapılan bir diğer çalışmada, palmye nişastasının modifikasyonu ile elde edilen karboksimetil nişastası tutkal olarak kullanılmış ve üretilen levhalar gerekli standartları karşılamıştır (Selamat, vd., 2014).

Palmye ve buğday nişastasından üretilen tutkallarla yongalevhalar üretilmiş ve bu levha örnekleri kalınlık artışı ve su alma hariç diğer fiziksel ve mekanik özellikler bakımından ilgili standartları karşılamıştır (Salleh, vd. 2015).

Sahil çamı ve melez ağaçlarından elde edilen tanenden üretilen tutkalın yongalevha üretiminde kullanılabileceği ve özellikle mekanik özellikleri iyileştirdiği tespit edilmiştir (Zhang, vd., 2014 ve Cui, vd., 2015)

Tanen ve sakaroz karışımından elde edilen tutkalın yongalevha üretimi için oldu tespit edilmiştir. Karışımdaki sakaroz oranının artmasıyla kalınlık artışı oranının azaldığı görülmüştür (Zhao vd., 2014).

Abuarra ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışmada, rhizophoraspp. odunu yongaları ve arap zamkıyla üretilen yongalevhaların düzgün yüzeyli, rijit tekstürde ve iç yapışma direnci bakımından standartları karşıladığı fakat su alma miktarı ve kalınlık artışı oranının standarttan fazla olduğu belirlenmiştir (Abuarra, vd., 2014).

Yapılan başka bir çalışmada soya unu tutkalının rutubet direncini artırmak için fosforilasyon işlemi uygulanmış, üretilen deneme levhalarının su alma ve kalınlık artışı oranları ölçüldüğünde, kontrol gruplarına göre azalma olduğu belirlenmiştir (Zhu, vd., 2014).

Soya fasulyesi tutkalı kullanılarak yapılan bir çalışmada; üretilen yongalevhaların elektrik iletkenliğinin diğer tutkal türleri ile üretilen yongalevhalara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Cheng vd., 2004). Soya tutkalı ve pirinç kabuğu kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada, üretilen levhaların fiziksel ve mekaniksel özellikleri karşıladığı ayrıca formaldehit emisyonu olmayan, iç kullanıma uygun levhaların üretilebileceği belirlenmiştir (Ciannamea vd., 2010).

Mısır unu-sodyum hidroksit karışımı ve mimoza taneni- hegzamin karışımından elde edilen tutkalların yongalevha üretimi için uygun olduğu belirlenmiş. Bu tutkalların kullanımıyla formaldehit emisyonu probleminin de çözülebileceği söylenmiştir (Moubarik, vd., 2013).

Khosravi ve arkadaşları (2011) tarafından yapılan bir araştırmada buğdaydan elde edilen gluten tutkalı yongalevha endüstrisinde denenmiş ve bu tutkalla üretilen levhalar standartlara uygun sonuçlar vermiştir. Glutin tutkalı; tabakalı ağaç malzemelerde ve el sanatlarında kullanılmaktadır. Bu tutkalın esasını deri ve kemikte bulunan yapıştırma özelliğindeki iskelet albümin maddesi oluşturmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

1.3.2.3.5. Tutkallar ve Kullanım Alanları

Ağaç işleri endüstrisinde en çok kullanılan tutkallar ve kullanım alanları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1. Tutkallar ve kullanım alanları (Keskin, 2001; Bardak, 2014)

TUTKAL ÇEŞİDİ	SEMBOL	KULLANIM ALANLARI	KULLANIM YERİ
EPOKSİ	<i>E</i>	Ahşap ile metal, cam, seramik, duroplâstik vb. birleştirmeler	Yarı açık ve rutubetli iç mekanlarda, direnç gerektiren yerlerde
POLİÜRETAN	<i>PL</i>	Lâminasyon ve tüm ahşap birleştirmeler	
MELAMİN FORMALDEHİD	<i>MF</i>	Kontrplâk, yongalevha ve kavisli elemanlar	
MELAMİN - ÜRE FORMALDEHİD	<i>MÜF</i>	Lâminasyon, yongalevha ve kontrplâk ve ahşap birleştirmeler	
RESORSİN FORMALDEHİD	<i>RF</i>	Lâminasyon, kama dişli birleştirme ve tüm ahşap birleştirmeler	Tamamen açıkta, yüksek direnç gerektiren yerlerde
FENOL-RESORSİN FORMALDEHİD	<i>FRF</i>	Lâminasyon, kama dişli birleştirme, kayık yapımı ve tüm ahşap birleştirmeler	
FENOL FORMALDEHİD	<i>FF</i>	Kontrplâk ve bazı yongalevhalar	
ÜRE FORMALDEHİD	<i>ÜF</i>	Kontrplâk, yongalevhalar, MDF ve panel yüzeyler	İç mekanlarda, direnç gerektiren yerlerde
KAZEİN	<i>K</i>	Lâminasyon ve ahşap birleştirmeler	
POLİVİNİLASETAT	<i>PVAc</i>	Ahşap birleştirmeler ve küçük boyutlu tutkallamalar	İç mekanlarda, yüksek direnç gerektirmeyen yerlerde

1.3.2.4. Katkı Maddeleri

Ahşap esaslı levha endüstrisinde katkı maddelerinin kullanım amaçları; sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, plastikleştirme, preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, koku gidermesi, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruma sağlama, tutkal sürme niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilmesi, tutkalın dağılma özelliğinin iyileştirilmesi, malzeme yüzeyine toz birikmesini önlemedir (Baharoğlu, 2010).

Odun esaslı levhalara katkı maddeleri yukarıdaki özellikleri kazandırmasına rağmen, yongalevha endüstrisinde daha çok sıcak preste sertleşmeyi hızlandırma, sıcak preste gaz

çıkışını dengeleme, stabilite sağlama, yanmayı geciktirme ve bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruma sağlama amaçlı kullanılırlar.

1.3.2.4.1.Hidrofobik Maddeler

Hidrofobik maddeler, yongalevhaların buldukları ortamdan rutubet ve su almasını önlemek amacıyla kullanılırlar. Fakat bunlar levhanın su almasını tamamen önleyemezler, su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha, kısa süre su veya yüksek miktarda rutubete maruz kalırsa, bundan etkilenmez (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Su itici madde olarak çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. Yongalevhalarda en çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0.3–0.5, yapraklı ağaçlarda ise % 0.5–1 oranında parafin kullanılmaktadır.

Baharoğlu ve arkadaşları (2014) tarafından parafin uygulama şekli üzerine yapılan çalışmada; parafin tutkallamadan önce, tutkallamadan sonra ve tutkallama sırasında yongalar üzerine uygulanmıştır. En yüksek mekanik özellikler (eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci), en düşük kalınlığına şişme, yüzey pürüzlülüğü, formaldehit emisyonu, ve kontakt açısı yongalar üzerine tutkallamadan önce parafin uygulamasında elde edilmiştir. En kötü özellikler ise yongalar üzerine tutkallamadan sonra parafin uygulamasında elde edilmiştir (Baharoğlu vd., 2014).

Plastik atıklar ve kereste talaşı ile odun- plastik levhalar üretilmiş. Su alma ve kalınlık artışı oranı geleneksel şekilde üretilen levhalardan düşük, mekanik özellikler ise yüksek çıkmıştır. Bu tür levhaların özellikle dış ortamlar için daha uygun olduğu belirtilmiştir (Martinez-Lopez, vd. 2014).

Bir diğer çalışmada amino-alkil siloksan hidrofobik madde olarak kullanılmıştır. Üretilen yongalevhalara uygulanan testler sonucunda su alma ve kalınlık artışı oranının azaldığı saptanmıştır. Mekanik özelliklerin ise hidrofobik madde olarak parafin kullanılarak üretilen yongalevhalara göre iyi olduğu görülmüştür (Onat, vd. 2014).

Unchi (1996)' e göre odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde olumlu etki meydana getirdiğini tespit etmiştir (Unchi, 1996). Yusuf (1996)'e göre ise; odun yongalarının su buharı ile muamelesi sonucu yongalevhanın boyutsal stabilizasyonunun arttığını bildirmiştir (Yusuf 1996). Yapılan bir çalışmada, propionik anhidrit kullanımı yongalevhanın kalınlığına şişme değerlerini azalttığı tespit edilmiştir

(Papadopoulos ve Gkaraveli, 2003). Yine 2009 yılında yapılan bir araştırmada, yongalevha üretiminde alkil keten dimer su itici madde olarak kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Fakat alkil keten dimerin, parafin kadar su itici özellik göstermediği belirlenmiştir (Hundhauze vd., 2009).

Jumhuri ve arkadaşları tarafından (2014) yapılan çalışmada, %2 konsantrasyondaki NaOH içerisinde ve sıcak suda yarım saat bekletilmiş yongalardan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı ve su alma değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. örnekleri üretilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda sıcak su ve sodyum hidroksitle muamelenin yongalevhanın mekanik ve fiziksel özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir.

1.3.2.4.2. Koruyucu Maddeler

Ahşap esaslı levhalara biyotik ve abiyotik faktörler zararlı ve yıkıcı etkiye bulunabilirler. Özellikle biyotik zararlılardan böcekler ve mantarlar bu zararlıların başlıcalarındandır. Koruyucu maddelerin kullanılma amaçlarından biride yanmayı geciktirmek içindir. Yongalevhalarda, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Kartal ve Clausen, 2001). Yanmayı önleyici madde olarak ise; bakır, çinko, borat, arsenik, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır. Yongalevha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir (Grexa ve Lübke, 2001). Yapılan araştırmalar sonucu levha rutubeti %18'den fazla ise mantarların derhal yongalevhaya arız olduklarını göstermiştir. Buna rağmen her levha türünün mantarlara karşı dayanıklılığı farklılık göstermektedir. Fenol formaldehit ile üretilen yongalevhalar için, kabuk miktarı azaldıkça özgül ağırlık arttıkça ve yapıştırıcı miktarı %12'den başlayarak arttıkça levhanın zararlılara karşı dayanıklılığı artmaktadır. Fakat aminoplastik tutkallarla yapıştırılmış levhalarda ise daha levhanın odun kısmı tahrip olmadan tutkal tabakası zarar görür ve yapışma direnci zayıflar. İzosiyanat ve sülfid tutkalı ile yapıştırılmış levhalarda mantara karşı dayanıksızdır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Yapılan bir çalışmada yongalar propionik anhidrid ile muamele edilmiş ve bu yongalardan üretilen yongalevhalara çürüklük testi yapılmıştır. Yapılan bu çürüklük testleri sonucunda levhaların mantar çürüklüğüne karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Papadopoulos, 2010).

Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

1. Yongalevhalar koruyucu çözelti ile emprenye edilir veya çözelti yonga üzerine tutkallama veya kurutma işleminden önce püskürtülür.
2. Koruyucu madde tutkal çözeltisine karıştırılır.
3. Koruyucu madde çözeltisi tutkallanmış yonga üzerine püskürtülür.
4. Toz haldeki koruyucu tutkallamadan önce, sonra veya tutkallama sırasında yonga ile karıştırılır.
5. Levha üretildikten sonra emprenye işlemi, püskürtme veya sürme yöntemlerinden biri ile koruyucu önlem alınır.

1.3.2.4.3. Sertleştirici Maddeler

Hazırlanan tutkal çözeltisi, üretim sırasında preslenmeye kadar sertleşmemeli fakat preste hızlı bir şekilde sertleşmelidir. Bunun içintutkal çözeltisinin içine sertleştirici ve engelleyici maddeler karıştırmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009). Yongalevha endüstrisinde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre farklılık göstermektedir.

Fenol formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135–155°C arasında olması gerekmektedir. Fakat sertleştirici kullanılarak sertleşme hızlandırılabilirdiği gibi, sıcaklığın düşürülmesi de mümkün olmaktadır. Bu amaçla, paraformaldehit veya potasyum karbonat kullanılabilir.

Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi için, mutlaka bir katalizör (sertleştirici) maddeye ihtiyaç vardır. Bu maksatla genellikle amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılmaktadır.

Melamin formaldehit, herhangi bir sertleştirici katılmaksızın 90–140 °C'de sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir.

Atar ve arkadaşları (2014) tarafından, sertleştirici türü, kondisyonlama periyodu ve sertleştirici maddeye üre ilavesinin yongalevhanın kalite özelliklerine (eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, yüzey pürüzlülüğü, formaldehit emisyonu) etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Deneme levhalarının üretiminde sertleştirici olarak

amonyum klorür, amonyum sülfat ve alüminyum sülfat kullanılmışlardır. En iyi kalite özelliklerine amonyum klorür kullanılan levhalarda ulaşılmıştır. Üre kullanımı formaldehit emisyonunu azaltmıştır fakat mekanik özellikleri (eğilme direnci, elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci) düşürmüştür ve kalınlığına şişme miktarını yükseltmiştir. Yongalevhaların kondisyonlanma süresindeki artış, kalite özellikleri üzerine olumlu etki yapmıştır (Atar vd., 2014).

1.3.3. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği

Yongalevha üretiminde kullanılacak olan odunlar, biyotik ve abiyotik zararlılardan korunmak ve çürümeleri önlemek için 30 cm yükseklikteki beton ayaklar üzerine yerleştirilmeli ve rutubeti lif doygunluğu noktasının üzerinde tutulmalıdır. Depolarda, yangına karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Depo zemininin temiz ve bakımlı olması mantar ve böcek tahribatını önleme bakımından önemlidir.

Uygun depolama işleminden sonra yongaların hazırlanmasında ilk işlem kabuk soymadır. Yongalevha endüstrisinde orta tabaka yongalarının üretiminde kabuk soyma genelde kullanılmamaktadır. Kabuk soyma işlemi, elle veya makine ile yapılır. Özellikle dış tabakalarda kullanılacak yongalar için kabuk soyma zorunludur. Aksi halde yüzeyde lekelenmelere neden olmaktadır. (Huş, 1979). Levhaların, dış ve orta tabakalarında kullanılan yongalar farklı fiziksel yapıya sahiptirler. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinelerde elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise, kalın olup çekiçli değirmenlerde üretilmektedirler. Yongalevha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesmek sureti ile elde edilmektedir. Bunlara, kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve az meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denilmektedir. Levha için uygun yonganın üretilmesi iki ayrı sistemle olmaktadır. Birincisinde, önce kaba yongalar üretilir, daha sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde yongalevha üretimine uygun hale getirilirler. Bu üretilen yongalar daha çok orta tabakada kullanılmaktadır. İkincisinde, yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun incelikte ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir. Bu yongalar, ince yongalama makinelerinde isteğe bağlı olarak küçültülebilirler.

Kaba yongalama makineleri, genellikle kereste endüstrisi artıklarının yonganmasında kullanılmaktadır. Bu makinelerden elde edilen yongaların boyları 10-60 mm arasında değişiklik göstermektedir. Bu maksatla, silindir veya diskli kaba yongalama

makineleri kullanılmaktadır. Odunlar, ya liflere dik olarak ya da 45° 'lik açı yapacak şekilde kesilirler.

Yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga hazırlanma işlemine normal yongalama denilmektedir. Genişlik sınıflandırması yoktur. Normal yongalama için, silindirik ve diskli yongalama makineleri kullanılmaktadır. Kaliteli levha üretimi için kalınlığının homojen, yonganın her iki yüzünün birbirine paralel ve ince olması şarttır. Levhanın direnç değerlerinin yüksek ve boyut stabilitesinin iyi olması için; ince, üniform kalınlıkta, düzgün yüzeyli ve narınlık derecesi (yonga uzunluğu/yonga kalınlığı) yüksek olan yongalar kullanılmalıdır (Göker ve Akbulut, 1992). Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0.15-0.25 mm kalınlıkta, orta tabakada kullanılacak yongaların ise 0.3-0.5 mm kalınlıkta olması istenir. Yongalama sırasında yonga kalitesine, boyutlarına ve verimine etki eden birçok faktör vardır. Bunlar kullanılan hammadde, uygulanan teknoloji ve makinelerin durumuna göre değişmektedir.

Yongalevha üretiminde, levhanın presten çıktıktan sonraki rutubetine bağlı olarak, yongaların % 3 - % 6 rutubete kadar kurutulması gerekmektedir. Kurutma makinelerine sevk edilen yongaların rutubetleri, genellikle % 35 - % 120 arasında değişiklik göstermektedir. Presleme tekniği bakımından, orta ve dış tabaka yonga rutubetinin farklı olması gerekmektedir. Yongaların kurutulması; ağaç türüne, özgül ağırlığına, yonga boyutlarına, özellikle yonga kalınlığına ve yongaların başlangıç rutubetine bağlıdır. Bunların yanında makinesinin tipi ve çalışma prensibinde kurutma üzerine büyük etkisi vardır. Aynı kurutma şartları altında kurutma süresi yonga kalınlığı ve ağaç türüne bağlı olarak değişmektedir. Yonga kalınlığının artmasına sonucu kuruma süresi uzamakta, yapraklı ağaç yongaları, iğne yapraklı ağaç yongalarına oranla daha uzun kurutma süresine ihtiyaç duymaktadır. Çok farklı tiplerde kurutma makineleri olmakla birlikte, bunlar arasında döner silindirik kurutucular, boru demetli kurutucular, kontak kurutucular ve çok bantlı kurutucular önemli bir yer tutmaktadır. Kurutma makinelerinde yakıt olarak doğal gaz, propan, fuel-oil ve zımpara tozu kullanılmaktadır. Yongaların kurutulma süresi çok kısa olduğu için, kurutucu içinden çok çabuk geçirilmelidirler. Rutubet miktarı bakımından kurutulacak hammaddeler arasında büyük farklılıklar varsa, bunlardan elde edilen yongalar ayrı kurutulmalıdır (Akbulut, 2000).

Yongalama makinesinde, heterojen boyutlarda yonga üretimi önlenememektedir. Yongalar kurutulduktan sonra, toz ve küçük parçacıkların uzaklaştırılması gerekmektedir. Eğer bu materyaller ayrılmazsa, liflerin kısa ve zayıf olmasından dolayı çabuk kırılacak ve

levhanın direnç değerlerini düşecektir. Çok kaba yongalarında tekrar yongalanmak üzere ayrılması gerekir. Kaba yongaların dış tabakalarda kullanılması yüzey düzgünlüğünü azaltır, orta tabakada kullanılması durumunda ise porozite artacağından daha sonra yapılacak olan kenar kaplama işlemini olumsuz yönde etkileyecektir. Bunun için iki sistem mevcuttur:

- a. Yongaların içinde bulunan çok kaba ve çok ince kısımların uzaklaştırılması
- b. Yongaların, boyutlarına göre arzu edildiği kadar gruplara ayrılması

Toz ve çok kaba yongalar ayrıldıktan sonra geriye kalan kullanılabilir yongalar tekrar ince ve kalın yongalar olmak üzere ikiye ayrılırlar. İnce yongalar levhanın yüzey tabakalarında (dış tabakalarında), kalın yongalar ise orta tabakada kullanılmaktadır. Çok kaba yongalar bir daha yongalanmak üzere tekrar değirmenlere gönderilirken, toz ve ince parçalar yakılmak suretiyle değerlendirilmektedir.

Yongalevha fabrikalarında; yaş, kuru ve tutkallanmış yongaların depolanması gerekmektedir, bu amaçla silolar kullanılmaktadır. Yonga siloları, yongaların hareket yönüne göre; yatay, düşey ve rotasyon siloları olmak üzere üçe ayrılırlar.

Yongalevha üretimi sırasında, yongaların kademeler arasında taşınması gerekmektedir. Taşınırken yonga kalitesi bozulmamasına dikkat edilmelidir. Bu nedenle, transport seçiminde yongaların ağırlık, rutubet ve hacim gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu maksatla kullanılan yonga transportörleri mekanik ve pnömatik olmak üzere iki çeşittir.

Yongalevha üretiminde yongaların hassas bir şekilde tutkallanması yongalevha kalitesi bakımından önem arz etmektedir. Yongalevha üretiminde, m²'ye 2 gr kuru tutkal kullanılması öngörülmektedir. Tutkallama için hava girdaplı enjektörler, yüksek basınçlı enjektörler, merkezkaç enjektörü, tutkallama silindirleri ve vantilatörler kullanılmaktadır. Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, parafin ve zararlılara karşı koruyucu maddelerin karışımından oluşmaktadır. Tutkal çözeltisi hazırlanırken, üretici firmanın önerilerine dikkate alınmalıdır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallanmaktadır. Normal olarak yüzey tabakalarında kullanılan yongaların daha ince ve buna bağlı olarak spesifik yüzey alanları daha çok olduğundan daha fazla miktarda tutkal uygulanır. Tutkalın yongalar üzerine uygulanma şekli direnç değerlerine etki etmektedir. Yongaların tutkallanması sırasında, tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine üniform bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Küçük tanecikler daha iyi yapışma alanı oluşturduklarından dolayı direnç değerlerini

arttırmaktadırlar (Göker ve Akbulut, 1992). Kullanılan tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranla % 4-12 arasında değişir. Orta ve yüzey tabakalarında kullanılan tutkalın reçetesi farklılık göstermektedir. Orta tabakanın sıcak preste iyi bir şekilde sertleşmesini sağlamak için daha fazla sertleştirici ilave edilirken, yüzey tabakalarından sıcak prese varmadan önce ön sertleşme olmaması için daha az miktarda sertleştirici kullanılmaktadır. Yüzey tabakalarındaki rutubet miktarının orta tabakadan yüksek olması için, yüzey tabakalarında kullanılacak tutkale daha fazla su ilave edilebilir. Bu şekilde, daha önce % 2-5 rutubete kadar kurutulmuş olan yüzey tabaka yongalarının rutubeti % 17-18'e, orta tabaka yongalarının rutubeti ise yaklaşık % 10-12'ye çıkmaktadır.

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların homojenleştirme depolarında iyice karıştırılması gerekir. Bu depolar iki adet olup, birincisi alt ve üst tabakada kullanılacak yongaların, diğeri ise orta tabakada kullanılacak yongaların homojenleştirilmesinde kullanılmaktadır. Homojenleştirme depolarından tutkallı yongalar lastik bant ve tırmıklı taşıyıcılarla serme makinelerinin ilgili silosuna taşınmaktadır.

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların yeknesak bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazırlanması yongalevha üretiminin en önemli aşamasıdır. Yongaların uygun bir şekilde serilmemesi sonucu meydana gelen özgül ağırlıktaki değişiklikler, mekanik özelliklerin değişmesinden çok, levhada eğilmeler ve çarpılmalar meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Yongaların serilmesinden amaç, mümkün olduğu kadar üniform bir taslak elde etmektir. Yani, levha alanının bir tarafından öbür tarafına kadar üniform ağırlıkta taslak elde edilmesidir. Serme işlemi; dökme, rüzgarlama ve savurma yöntemleri olmak üzere üç şekilde yapılabilmektedir. Dökme sistemi Novopan sistemi olarak bilinmektedir. Üç tabakalı yongalevha üretimi için en az üç adet serme başlığına gerek vardır. Bunlardan ikisi alt ve üst tabakaları, diğeri ise orta tabakanın serilmesinde kullanılmaktadır. Rüzgarlama sisteminde düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek, yüzey ağırlığı az olan yongalar daha uzağa, çok olanlar ise daha yakına düşecek şekilde serme başlığının altındaki sonsuz bant veya transport saclarının üzerine düşerler. Taslağın diğeri yanının oluşması için birincisine aksi yönde hava püskürtülür. Böylece elde edilen levhanın enine kesitinde ortadan yüzeylere doğru kalın yongadan daha ince yongalara doğru kademesiz sürekli bir geçiş vardır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı tutkallandıktan sonra uygun ortamlarda dozajlanarak birlikte serme başlığına verilir. Bu sisteme Bison serme sistemi denilmektedir. Savurma sistemi Behr-Himmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemin rüzgarlı sistemden tek farkı

hava akımı yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması ve savrulmasıdır. Kalın olan yongalar uzağa düşerken, hafif yongalar yakına düşmektedir. Levhanın diğer yanının oluşması için birincinin aksi yönde savurma yapılmaktadır. Levha taslağı, serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir.

Yongalevha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı pres bulunmaktadır. Soğuk prese ön pres de denilmektedir ve basıncı 15-20 kg/cm² arasında değişiklik göstermektedir. Okal tipi yongalevha üretiminde soğuk presleme uygulanmamaktadır. Yongaların soğuk preslenmesinin amaçları aşağıda verilmiştir:

1. Orta ve yüzey tabakaları birbiri ile daha iyi kenetlenir.
2. Sıcak preslerde pres plakalarının açılma yükseklikleri daraltılmış ve ısı kaybı ile pres kapanma süresinden tasarruf edilmiş olur.
3. İnce yongaların sarsıntı sonucu taslak tabanına kayması önlenir.
4. Serme sırasında meyilli yer alan yongalar soğuk presleme sonucu kısmen düz duruma getirilir.

Yongalevha taslağı, levha özelliğini sıcak preslerde kazanır. Tesisin kapasitesi sıcak prese bağlıdır. Sıcak presleme esnasında, basınç ve sıcaklığın etkisiyle yongalar plastikleşir stabil ve istenilen kalınlıkta bir malzeme elde edilmiş olur. Presleme süresi; taslak rutubeti, pres sıcaklığı, levha kalınlığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Pres sıcaklığı, süresi ve basıncı yongalevha teknolojik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. 2008 yılında yapılan bir çalışmada pres süresinin 4 dakikadan 5 dakikaya çıkarılması sonucu; yongalevhanın mekanik özellikleri ve kalınlığına şişme miktarının olumlu bir şekilde etkilendiği belirlenmiştir (Ashori ve Nourbakhsh, 2008). Sıcak presler fasıllı ve fasılsız olmak üzere ikiye ayrılır. Fasıllı presler tek katlı ve çok katlı olabilirler. Tek katlı preslerde presleme periyodunda bir adet levha preslenirken çok katlı preslerde bu sayı 4-22 arasında değişiklik göstermektedir. Pres sacları kullanılan presleme sistemlerinde taslak metal saclar, elekli bantlar veya çelik bantlar ile sıcak prese taşınmaktadır. Pres sacı kullanılmayanlarda ise taslak sonsuz bant üzerinde taşınarak prese iletilmektedir. Sıcak preslemede uygulanan basınç levha özgül ağırlığı ve taslak kalınlığına bağlı olarak 20-35 kg/cm²'dir. Pres sıcaklığı ise tutkal türüne bağlı olarak 150-220 °C arasında değişmektedir. Presin kapanma süresinin kısa olması yüzey tabakalarının normalden daha yüksek orta tabakanın ise daha düşük özgül ağırlıkta olmasına neden olur. Presleme koşullarının yetersiz olması levhalarda patlamaya neden olmaktadır.

Presten çıkarılan levhalar soğutma kanalı veya soğutma yıldızları kullanılarak soğutulmaktadırlar. Üre formaldehit ile üretilen levhalar aralarına lata konularak, fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalar ise latasız üst üste istif edilirler. Soğutulan levhaların dört yanı birbirine dik olarak kesilip belli uzunluk ve genişlikte yongalevhalar elde edilir. Daha sonra, zımparalama makineleri kullanılarak yongalevha yüzeylerindeki kalınlık hataları önlenerek mobilya üretiminde üst yüzey işlemlerinden önce düzgün ve en az pürüzlü yüzeyler elde edilmiş olur. Bu maksatla genellikle 2-4 silindirli zımparalama makinaları kullanılmaktadır. Zımparalama makinalarında kalınlık ayarı yapıldıktan sonra, levha bir geçişle her iki yüzü zımparalanmış olarak çıkar. Zımparalamadan sonra levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınır. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen levhalar depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olmalıdır.

1.3.4. Yongalevhanın Kalite Özelliklerini Etkileyen Faktörler

Yongalevhanın kalite özelliklerini etkileyen faktörler üzerine yapılan bazı çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1- Yongalevha üretiminde kullanılacak yongalar sıcak su ile eksterkte edildikten sonra üretimde kullanıldıklarında, yongaların preste sıkıştırılabilirliği artmakta buna bağlı olarak ta pres sonrası geri yaylanma ise azalmaktadır (Pelaez-Samaniego, vd., 2014).

2- Isıl işlem uygulanmış yongalar ve üre formaldehit tutkalıyla üretilen yongalevhaların, boyut stabilizasyonu iyileşirken mekanik özelliklerin kötüleştiği belirlenmiştir (Vital, vd. 2014).

3- Yongaları buharlama işleme tabi tutma ve ayrıca katkı maddesi olarak ta polihidroksialkanat ilave etme, yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmektedir (Başaran, vd., 2013).

4- Üre formaldehitin kullanımında, mutlaka bir katalizör maddeye ihtiyaç vardır. Yongalevha üretiminde; (üre formaldehit tutkalı için) en uygun sertleştirici amonyum klorürüdür. Az da olsa amonyum sülfat'ta kullanılır. Ancak, bu durumda meydana gelen asit (H₂SO₄) uçucu olmadığından levha taslağına eşit olarak dağılmaz ve homojen bir sertleşme elde edilmez (Gündüz ve Masraf, 2005).

5- Yongalevha üretimi için orta permeabil odun türleri daha uygundur. Kullanılan tutkal miktarı sınırlı olduğu için fazla permeabil türlerden edilen yongalar fazla tutkal

emecekleri için levha özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedirler (Lynam, 1969).

6- Pres süresi yongalevhanın kalite özelliklerini etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada; pres süresinin 4 dakikadan 5 dakikaya çıkarılması sonucu; yongalevhanın mekanik özellikleri ve kalınlığa şişmesi iyileşmektedir. Dört dakika pres süresi uygulandığında orta tabakaya yeterli derecede sıcaklık transfer edilememiş bunun sonucunda da orta tabakada tutkal yeterince sertleşmektedir Beş dakika pres süresi uygulandığında ise orta tabakada tutkal yeteri derecede sertleştiği görülmüştür (Ashori ve Nourbakhsh, 2008).

7- Odunun kimyasal yapısı da yongalevhanın kalite özelliklerini etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada okalıptüs ve çim kesme artıklarından yapılan yongalevhaların mekanik özellikleri karşılaştırılmış. Lignin oranı yüksek fakat holoselüloz oranı düşük çim kesme artıklarından yapılan yongalevhaların mekanik özelliklerinin holoselüloz oranı yüksek okalıptüs odunundan yapılan yongalevhalarından daha düşük olduğu belirlenmiştir (Nemli vd.,2009).

8- Ağaç türünün pH değeri tutkalın sertleşme süresini etkiler. Üretimde mümkün olduğu kadar aynı hammadde türünün veya pH değerleri birbirine yakın türlerin kullanılmasına dikkat edilmelidir. Yongalevha üretiminde üre formaldehit tutkalı için en iyi yapışma pH 4-5 olduğu aralıkta gerçekleşir (Akbulut ve Göker, 1992).

9- Masif ağaç malzemede olduğu gibi yongalevhada da yoğunluk fiziksel ve mekanik özellikleri etkileyen en önemli değişkenlerden biridir. Levha yoğunluğunun artması sonucu boyut stabilitesi ve kalınlığına şişme miktarı hariç diğer bütün özellikler iyileşmektedir. Özgül ağırlığın artması yongalar arasındaki temasın daha güçlü olmasını sağlar (Göker ve Akbulut, 1992).

10- Yongalevha üretimi için özgül ağırlığı düşük olan türler tercih edilir fakat orta özgül ağırlıktaki kolay ve ucuza bulunabiliyorsa kullanılır. Fakat çok düşük özgül ağırlıkve çok yüksek özgül ağırlıktaki türler istenilen şekilde yonga vermediklerinden dolayı bu türlerden sakınılır (Göker ve Akbulut, 1992; Carl, 1994). Yongalevha yapımında kullanılan ağaç türü 400 kg/m^3 'ten az ve 700 kg/m^3 'den fazla olmamalıdır (Göker, 1978).

11- Soğuk pres basıncı yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. 2007 yılında yapılan bir çalışmada soğuk pres basıncının levhanın fiziksel, mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmış $7,5 \text{ kg/cm}^2$ den 15 kg/cm^2 ye çıkarılmasının levhanın eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve kalınlığa şişme özelliklerini olumlu yönde etkilediği, 15 kg/cm^2 den 20 kg/cm^2 ye çıkarılmasının ise

yongalevhanın özellikleri üzerinde etkili olmadığını ve 15 kg/cm^2 lik soğuk pres basıncının yeterli olduğunun elde edilmiştir. (Nemli ve Demirel, 2007).

12- Levha yüzeylerinin kaplanması ile yongalevhanın direnç değerleri yükselmektedir (Bektaş vd., 2002; Büyüksarı, 2012).

13- Levha yüzeylerine kaplanan dekor kağıtlarının ağırlıklarının artmasıyla levhanın mekanik özellikleri iyileşmektedir (Bardak vd., 2011).

14- Düzgün yüzeyli yongalar üretmek için hammadde odun rutubetinin % 30- 60 arasında olması gerekmektedir.. Rutubet miktarı % 30' un altında olursa yongalama ve elemelerde toz miktarı artar ve çok kuru yongalar çok tutkal emer ve yapışma zayıf olur. % 60' ın üzerinde olması durumunda ise, yongaların yüzeyleri pürüzlü olur, kurutma sırasında enerji sarfiyatı artar ve bu pürüzlü yüzeyler çok fazla tutkal emilmesine neden olduğundan yüzeylere tutkal kalmaz ve yapışma zayıf olur (Göker ve Akbulut, 1992).

15- Tutkallama öncesi yonga rutubetinin % 1-5 olması öngörülmektedir. Tutkallama öncesi yonga rutubetinin çok düşük olması durumunda yongalar çok tutkal emer bu durum tutkallama direncini ve bunun sonucu olarak ta levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini düşürmektedir. Diğer taraftan yongaların rutubeti tutkal karıştırılmadan önce yüksek tutulursa yongalar yeteri kadar tutkal emmez bundan dolayı da levhanın özellikleri olumsuz yönde etkilenir (Huş, 1979).

16- Yüzey tabakalarındaki yonga rutubetinin % 18-20 olması halinde maksimum eğilme direncine elde edilmektedir. Levhaların direncinde bu iyileşmenin nedeni rutubetin plastikleştirme etkisidir (Kollmann vd., 1975).

17- Yongaların emprenye edilmesi yongalevhanın mekanik özellikleri üzerinde olumlu bir etki yapmaktadır. Eğilme direnci ve elastikiyet modülündeki bu iyileşmenin nedeni emprenye işleminden sonra levha yoğunluğunun artmasıdır, yüzeye dik çekme direncindeki artışın nedeni ise; emprenye maddesinin yongaları yumuşatması sonucu yongaların daha fazla tutkal emmesinden kaynaklanmaktadır (Var vd., 2002).

18- Yonga geometrisi yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir.

- Yonga kalınlığı belirli bir seviyede olmalıdır. Çok ince yongalar çok çabuk kırıldığından levha direncini olumsuz yönde etkiler. Çok kalın yongalar kullanılması durumunda ise yongalar arasında boşluk fazla olmakta ve dirençler azalmaktadır.

- Narinlik oranı (yonga uzunluğu/yonga kalınlığı) 100-150 civarında olan yongalar en iyi sonuçları vermektedir.

- Levhanın direnç değerlerinin yüksek ve boyut stabilitesinin iyi olması için; ince, üniform kalınlıkta, düzgün yüzeyli ve narinlik derecesi yüksek olan yongaların kullanılması gerekir (Göker ve Akbulut, 1992).

19- İğne yapraklı ağaçlar düzgün, ince ve uzun lifler ihtiva ettiklerinden iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen yongalevhaların direnç değerleri yapraklı ağaçlardan elde edilen direnç değerlerinden daha yüksek sonuçlar vermektedir. Ayrıca iğne yapraklı ağaçlar ekstraktif madde ve doğal reçine ihtiva ettiklerinden dolayı levhaya su iticilik kazandırmakta, şişme miktarını ve tutkal kullanımını azaltmaktadır (Göker ve Akbulut, 1992).

20- Levha yoğunluğu aynı olması koşuluyla hafif ağaç türlerinden elde edilen yongalevhaların direnç değerleri ağır ağaç türlerinden elde edilenlere göre daha yüksek olmaktadır (Göker ve Akbulut, 1992).

21- Fenolik tutkallar ve izosiyanat tutkalı dış hava koşullarına dayanıklıdır. Dış mekanlarda kullanılacak yongalevhalar da bu tutkallar uygundur. İzosiyanat tutkalının da dış mekanlarda kullanılacak yongalevhada uygun olmasına rağmen yapıştırıcısının pahalı oluşu ve proses tekniği bakımından meydana gelen bazı sorunlar nedeniyle halen geniş ölçüde endüstriyel bir uygulaması yapılamamaktadır (Deppe ve Ernst, 1973). Üre formaldehit tutkalı ise suya ve rutubete karşı dayanıksızdır bu yüzden bu tutkal kapalı mekanlarda kullanılmalıdır (Göker ve Akbulut, 1992). Melamin formaldehit tutkalı ise üre formaldehit tutkalına benzer fakat suya karşı daha dirençli olması, ısı stabilitesinin daha yüksek olması ve düşük sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmesi gibi bazı avantajları mevcuttur. Melamin formaldehit tutkalının en önemli kullanım alanı üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Üre formaldehit tutkalına % 25-75 oranında karıştırıldığında suya karşı yeterince dayanıklı yongalevhalar üretilmektedir (Huş, 1997).

22- Levhaların içerisine ilave edilen yanmayı geciktirici maddelerin miktarının fazla olması durumunda; levhanın işlenmesi zorlaşmada, levha rengi koyulaşmakta ve dirençler azalmaktadır (Deppe ve Ernst, 1964).

23- Kullanılan tutkal miktarına belirli bir sınırdan olmak koşulu ile yongalara ne kadar çok tutkal karıştırılırsa levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri o derecede iyi olmaktadır. Ancak levhanın maliyetinde tutkalın katkısı % 25-30 oranında olmasından dolayı fazla tutkal kullanmanın maliyeti arttırmaktadır (Huş, 1979).

24- Kullanılan parafin miktarı % 0,5-1 arasında olmalıdır (Maloney, 1977). Daha

yüksek oranda kullanılması durumunda levhanın direnç değerleri azalmaktadır.

25- Tutkalın yongalar üzerine uygulanma şeklide direnç özelliklerine etki etmektedir. Yongaların tutkallanması sırasında, tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine eşit bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı etkilemektedir. Küçük tanecikler daha iyi yapışma alanı oluştururlar ve bunun sonucunda direnç özellikleri olumlu yönde etkilenir (Göker ve Akbulut, 1992).

26-Kesme suretiyle elde edilen yongaların kullanılmasıyla üretilen yongalevhaların direnci, testere talaşı ve planya artıkları kullanmak suretiyle üretilen yongalevhalarından aynı yoğunluk ve aynı miktarda tutkal kullanılmasına rağmen daha yüksek olmaktadır(Akbulut, 1995).

27- Yongalevhalar bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı % 1 oranında pentaklorfenol kullanıldığında mantar ve böceklere karşı yeterli koruma sağlanmakta, oran arttırıldığında ise; tutkalın yapışması engellendiğinden yüzeye dik çekme direncini olumsuz yönde etkilemektedir (Bozkurt ve Göker, 1990).

28- Yongalevhada hem dış hem de orta tabakada % 5-10 oranında toz karıştırılması durumunda; yongalar arasındaki temas arttığından levha özellikleri iyileşmektedir. Daha yüksek oranda kullanılması durumunda ise yongalar kendileri tabaka oluşturmakta ve ince olduklarından dolayı çabuk kırılarak levha özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir (Akbulut 1995).

29 -Levha üretiminde kullanılacak odun çürüklük içermemelidir. Lif ve yonga odununda budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir (Özen, 1980). Odunda çürüklük bulunması durumunda yonga elde edilirken çok miktarda toz oluşturmaktadır. Tozlarda çok ince olduğundan mekanik özellikleri olumsuz etkilemektedir (Huş, 1979).

30- Özgül ağırlık profilinin olması levhanın eğilme direnci ve elastikiyet modülünün artması, daha sonra uygulanacak yüzey işlemleri için düzgün yüzey oluşturması ve sertliği arttırması gibi levhaya iyileştirici özellikler kazandırmaktadır. Yüksek özgül ağırlık profilinin olması yani dış tabakaların yoğunluğunun çok orta tabaka yoğunluğunun çok düşük olması halinde yüzeye dik çekme direnci azalmakta ve levhanın kenar düzgünlüğü olumsuz etkilenmektedir (Göker ve Akbulut, 1992).

1.3.5. Yongalevhanın Kullanım Alanları

Ülkemizde üretilen yongalevhaların % 73.5'i mobilya, % 11.2'si inşaat, % 13'ü dekorasyon ve % 0.2'si prefabrik ev yapımında kullanılmaktadır. En çok 550-600kg/m³ ağırlıktaki yatay preslenmiş yongalevhalar kullanılmaktadır. Genelde mobilyacılıkta 13-22 mm kalınlıktaki çok tabakalı levhalar, mobilyanın alt, yan ve ön cephelerinde, 4-8 mm kalınlıktaki levhalar ise mobilyanın arka yüzeylerinde kullanılmaktadır. Bunun dışında bu tip levhalar marangozlar tarafından mutfak dolaplarında, dekorasyonda ve çeşitli işlerde kullanılmaktadır. Bu bakımdan yüzeyi kaplanmış yongalevhalar tercih edilmektedir. Ayrıca; radyo, televizyon ve müzik seti endüstrisinde bu malzemelerin mobilya kısımlarının yapımında kullanılmaktadır.

Dış hava koşullarına açık yerlerde özel üretilmiş ve emprenye edilmiş yongalevhaları çiftlik binalarının veya kırsal alan konutlarının dış yüzeylerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Bu kullanım yerlerinde iç mekanlar için üretilen formaldehit, dış mekanlar için ise fenol formaldehit reçinesi ile üretilmiş yongalevhalar tercih edilmektedir.

Rutubeti ve bağıl nemin fazla olduğu ortamlarda ve boyut stabilitesinin önemli olduğu kullanımlarda polizosiyanat tutkalları ile üretilmiş yatay preslenmiş yongalevhalar tercih edilebilir.

Binaların iç kısımlarında bölmeler, kapı, duvar levhaları, sabit dolaplar yapımında, özellikle konser, sinema ve tiyatro salonlarında duvar kaplama levhaları hem dekoratif ve hem de akustik özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir.

Linolyum veya parke yerine döşeme olarak özel üretilmiş tutkal miktarı fazla yüksek basınçlarda preslenmiş ve sertleştirilmiş yongalevhalar kullanılabilir.

Çimentolu yongalevha ateşe, mantara, böceğe ve suya karşı dayanıklı olduğu ve boyutları nispeten az değiştiği için prefabrik ev, okul, işletme ve yönetim binaları, kırsal alan konutları, tarım işletmelerine ait binalar, danışma ve kamp binaları gibi tek ve çok katlı binalarda özellikle dış cephe kaplamalarında kullanılmaktadırlar. Bu kullanım yerleri dışında büro inşaatı, hastane, okul, çocuk yuvaları, endüstriyel yapılar, kantin, ambar, sergi halleri, şantiye binaları, otoyollarda gürültü koruma duvarları olarak kullanılır.

Yongalevhaların özgül ağırlıkları dikkate alındığında özgül ağırlığı yüksek levhalar genelde yapı maksatları için özellikle prefabrike konut üretiminde tercih edilirken özgül ağırlığı orta ve düşük olanlar ise marangozluk ve mobilya üretiminde kullanılmaktadır.

Prefabrike yapılarda özellikle delikli levhalar kullanılır. Delikli levhalar ısı izolasyonu ve ses absorpsiyonu için uygundur. Delikler içerisine izolasyon maddesi yerleştirilir. Ses izolasyonunda delikler içerisine kum doldurulur. Ayrıca delikler elektrik ve su borularının döşenmesinde işe yararlar.

Kalıplanmış yongalevhalar palet, beton kalıp elemanları, dış hava koşullarına karşı dayanıklı bina elemanları, yüzey kaplamaları, balkon korkulukları, merdiven küpeşeleri, pedavra yerine kullanılan çatı tahtaları, pencere panjurları, garaj kapıları, bahçe, çit malzemesi, ambalaj kapları, lambriyerler, televizyon kutuları gibi ürünlerde kullanılırlar

Odun talaşı ve zirai atıklardan üretilen levhalar binalarda ses ve ısı yalıtımı için kullanılmaktadır.

Dikey preslenmiş yongalevhalar (okal tipi yongalevhalar) prefabrike yapılarda tercih edilmektedir. Bu tip levhaların eğilme direnci yatay preslenmiş levhalara göre oldukça düşüktür. Bundan dolayı bu tip levhalar eğici kuvvetlerin etkili olduğu yerler kullanılmamalıdır (Nemli, 2003).

1.4. Formaldehit Emisyonu

Aldehit grubunun en basit üyesi olan formaldehit ($H_2C=O$), teknikte metan ve metanolün oksidasyonu ile üretilmektedir. Formaldehit genel olarak renksiz, keskin ve kötü kokulu bir madde olarak tanımlanabilir. Reaksiyon yeteneği yüksek ve dezenfektan özelliğe sahip olmasından dolayı tıpta koruyucu ve sterilize edici madde olarak, eczacılıkta, kimya ve deterjan sanayisinde ana ve ara madde olarak kullanılmaktadır (MC Murry, 1995). Orman ürünleri endüstrisinde ise üre, melamin ve fenol reçineleri ile kondense edilerek yongalevga, kontrplak ve lif levha gibi ahşap esaslı kompozit malzemelerin üretiminde yapıştırıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Şahin, 2005; Marutzky, 1994). Yongalevha, kontrplak ve liflevha gibi odun esaslı levhaların yapıştırılmasında çok fazla miktarda kullanılan üre-formaldehit tutkalının içerisinde serbest formaldehit bulunmaktadır. Serbest formaldehit tutkalın çapraz bağ oluşturmaya yardımcı olur ve sıcak preste sertleşmeyi hızlandırır. Sıcak preslenme sırasında formaldehitin büyük bir kısmı kimyasal reaksiyona girer ve/veya dağılır, reaksiyona girmeyen gaz halindeki bir miktardaki formaldehit ise levha içerisinde kalır ve yavaş yavaş dışarı çıkarak havaya karışmaktadır (Sellers vd., 1990).

Özellikle ucuz oluşu, kullanım kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeni ile yongalevha, kontrplak ve liflevha gibi odun kökenli levhaların üretiminde önemli ölçüde kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda gerek üretim gerekse kullanımları sırasında odun türü, presleme şartları, sertleştirici, reçine tipi ve miktarı ve ilave maddelerin miktarı ve türleri ile odun rutubeti gibi faktörlere bağlı olarak değişik miktarlarda formaldehit açığa çıkmaktadır (Çolakoğlu, 1993).

Formaldehit Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu tarafından, kanserojen özellikte bir madde olarak Grup 2A olarak sınıflandırılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucu, formaldehitin özellikle burun ve üst solunum yolu kanserlerinde ve deri kanserinin oluşumuna katkıda bulunduğu belirlenmiştir (Soysal ve Demiral, 2007; Muzi vd., 2004). Bu nedenle, kapalı ortamlardaki formaldehit miktarı, sağlığa etkileri ve ev ortamında kirletici olarak yaygın bir şekilde rastlanmaları nedeniyle önemli olmaktadır (Marutzky, 1994; Emri vd., 2004). Formaldehit canlılara solunum, ağız veya temas yoluyla deriden girebilmektedir. Genel olarak formaldehitin belli konsantrasyon üzerine çıkması sonucu insanlarda öncelikle göz, burun, boğazda tahriş ve yanmalar gözlemlenebilir. Bunun yanında formaldehit etkisi altında kalmış kişilerde yorgunluk ve baş ağrısı şikayetleri olabilmektedir (Emri vd., 2004). Formaldehit, insan vücudunda formik aside okside olabilmekte ve idrar yoluyla atılmaktadır. Fakat formaldehitin belli bir orandan fazla insan vücuduna girmesi (> 1 ppm) sonucunda merkezi sinir sistemi ve solunumda önemli sorunlar oluşturmaktadır (Şahin, 2005).

Yapılan çalışmalara göre, insanların çoğu genellikle 0.4ppm formaldehit konsantrasyonu altındaki değerlerden rahatsız olmaktadır. Alerjik insanlar için bu sınır daha da düşmekte ve 0.25 ppm olarak belirtilmektedir. Düşük konsantrasyonlarda gözlerde hafif tahriş neden olurken artan konsantrasyonlarda göz yanması, boğazlarda yanma ve tahriş oluşumu ortaya çıkmaktadır. 3.5 ppm'in üzerindeki konsantrasyonlar ise öksürük, göz yaşarması ve nefes darlığı gibi rahatsızlıklara neden olabilmektedir (Kalaycıoğlu ve Çolakoğlu, 1994).

Levha ürünlerinden ayrılan formaldehit miktarlarının belirlenmesi için 20 yılı aşkın bir süredir pek çok metod geliştirilmiştir. Bunlar;

1. Perforatör Metodu
2. Desikatör Metodu
3. WKI Şişe Metodu
4. Kağıt Sorpsiyon Metodu

5. Deney Odası Metodu

6. Gaz Analizi Metodu

7. Kabin Metodu

Formaldehit emisyonu en genel olarak, üretim sürecinden sonra hava ile temas eden malzemenin (örneğin ahşap esaslı) ortamdaki bağıl nem ile formaldehitin çözülerek havaya karışması olarak tanımlanabilir (Özalp, 1996). Formaldehit salınım değeri ortam sıcaklığı ve neminin artmasına paralel olarak artış gösterebilmektedir (Şahin vd., 2011).

Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 2. Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması

Emisyon Sınıfı	Perfaraför Değeri (mg/100g)	Talimatlar
E1	≤ 8	Kullanımla ilgili herhangi bir talimat yok
E2	> 8	Yüzeyler kaplanmalıdır

1.4.1. Yongalevhalarda Formaldehit Emisyonunu Etkileyen Faktörler

Formaldehit emisyonunu azaltmak için yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların bazıları aşağıda verilmiştir.

1. Üre formaldehit tutkalı soya proteiniyle modifiye edildiğinde, formaldehit emisyonu değeri azalmaktadır. (Qu, vd., 2015)

2. Difenil-metan-diizosiyanat tutkalıyla üç tabakalı yongalevha üretilmiştir. Formaldehit emisyon değerini tespit etmek için yapılan testler sonucunda, bu tutkalla üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonunun çok düşük olduğu belirlenmiştir (Himmel, vd., 2014).

3. Deng ve arkadaşları (2014) tarafından, formaldehit emisyonu problemini çözmek için ure-glyoxal tutkalı üretilmiş ve bu tutkalla yongalevha üretilmiştir. Üretilen levhaların mobilya ve iç kullanımlar için uygun olduğu saptanmıştır (Deng, vd., 2014).

4. Üre formaldehit tutkalına polietilen tutkalının karıştırılmasıyla üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu azalmıştır (Kwon, vd., 2014).

5. Üre formaldehit tutkalına üre veya melamin ilavesiyle formaldehit emisyonun azaldığı tespit edilmiştir (Frackowiak, vd., 2014; Tsai, 1984; Hsy, 2009).

6. Üre formaldehit, fenol formaldehit ve izosiyanat bileşikleri karışım halinde kullanılması formaldehit emisyonu üzerinde olumlu etki yapmaktadır (Kurtoğlu ve Uçar, 1985).

7. Formaldehit/üre mol oranı düşük tutkal kullanılmasıyla formaldehit emisyonu azaltılması mümkündür (Myers, 1984).

8. NH₃ ile formaldehitin reaksiyonu; levhaların direkt olarak amonyak gazına maruz bırakılması veya amonyak tuzları ile muamele edilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Amonyak tuzlarının çeşitleri ile muamele edilen kontrplaklarda kullanılan tuz çözeltisinin artan pH'ı ile formaldehit emisyonunun azaldığı gözlenmektedir (Myers, 1986).

9. Levhaların orta tabakalarına % 12.5–25 oranında yalancı akasya kabuğu ilave edilmesi sonucu yongalevhaların formaldehit emisyonunda belirgin bir azalma belirlenmiştir. Bunun sebebinin kabuktaki fenolik ekstraktifler ile formaldehit arasında ki bir tür reaksiyondan kaynaklanabileceği öngörülmüştür (Nemli vd., 2002a).

10. Yongalevha üretiminde polycarbamate-formaldehit ve akrilik tutkalı kullanılmıştır. Sonuç olarak üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalardan daha az formaldehit emisyonu olduğu tespit edilmiştir (Amazio vd., 2011).

11. Üre, propilamin, metilamin, etilamin ve siklopentilamin çözeltileri liflevha üretiminde formaldehit emisyonunu düşürmek için kullanılmış ve formaldehit emisyonunu iyileştirdiği belirlenmiştir (Boran vd., 2011).

12. Yongalevhaların kaplanması ve yongalevhanın kalınlığının azalması sonucu formaldehit emisyonunun azaldığı tespit edilmiştir (Salem vd., 2011).

13. Yüksek rutubet içeriğine sahip levhaları sıcak preste iken patlamasını önlemek için birisi hava enjekte eden diğeri ise havayı boşaltan plakalara kullanılmış bu şekilde üretilen levhada formaldehit emisyonuna bakılmış ve sonuç olarak formaldehit emisyonunun azaldığı tespit edilmiştir (Korai vd., 2012).

14. Oksijenli sülfür bileşikleri ile formaldehitin reaksiyonu; bu amaçla pek çok oksijenli sülfür asitlerinin alkali tuzları kullanılmaktadır. Ayrıca SO₂ kullanımı da formaldehit emisyonunu iyileştirici etki yapmaktadır (Çolak ve Nemli., 2001).

15. Odun yongalarının nitrik asit ile muamele edilmesi ayrışan formaldehit miktarını azaltmaktadır (Çolak ve Nemli., 2001).

16. pH ayarlama: pH' ın nötrale yakın ayarlanması ile formaldehit emisyonunu azaltılabilmektedir (Çolak ve Nemli., 2001).

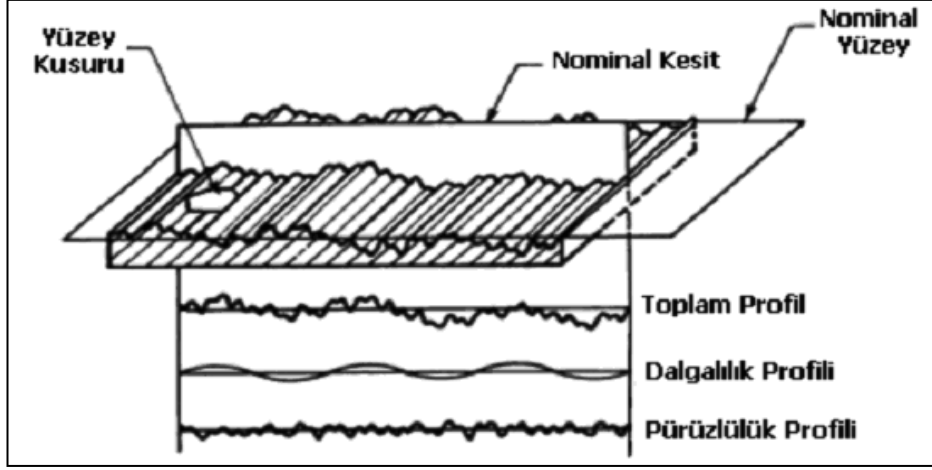
17. Organik NH grupları ile formaldehitin reaksiyona tabi tutulması: Bu amaçla amin ve amidler kullanılmasına karşın esas madde üredir (Çolak ve Nemli., 2001).

1.5. Yüzey Özellikleri

1.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Ağaç malzemenin renk, desen, tekstür gibi görsel karakteristikleri, elde edilen ürünlerin kalitesini belirlemektedir. Ağaç malzemenin yüzey özellikleri, gerek üretim gerekse üretim sonrası pazarlama aşamalarında oldukça önem taşımaktadır. Yüzey pürüzlülüğü hem üreticiler hemde kullanıcılar açısından sorun teşkil etmektedir. Bu kusur bir miktar fazla zımparalama ile giderilebilse de, zayıf artmakta ve üretim süresi uzamaktadır (Aydın ve Çolakoğlu, 2003).

Pürüzlülük bir maddenin yüzeyindeki küçük düzensizliklerin ölçümüne denir. Bu düzensizliklerin yüksekliği, şekli ve genişliği bir ürünün yüzey kalitesini belirler (Hiziroglu, 1996). Bir başka tanıma göre ise yüzey pürüzlülüğü kullanılan üretim yöntemleriyle ve/veya diğer etkilerle ortaya çıkan, alışılmış tarzda başka düzensizlikler ile sınırlı olan oldukça küçük aralıklı yüzey düzensizlikleridir (TS 6959, 1989). Yüzey tekstürü üç boyutlu bir yüzey topografyası oluşacak biçimde nominal yüzeyden tekrarlamalı veya gelişigüzel sapmalar şeklinde tanımlanabilir. Bu sapmalar pürüzlülüğü, yüzey dalgalanmalarını ve küçük çatlakları içermektedir (ANSI, 1985). Yüzey karakteristiklerinin şematik görünümü Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Yüzey karakteristiklerinin şematik görünümü (ANSI/ASME B46.1, 1985).

Yongalevha endüstrisinde levhaların yüzeyleri dekoratif bir görüntü elde etmek, rutubet ve su emilimini ve formaldehit salınımını azaltmak gibi amaçları yerine getirmek için kaplanır (Nemli, vd., 2005). Yüzey kaplama malzemeleri reçine emdirilmiş kâğıtlar, ahşap kaplamalar, dekoratif laminatlar gibi katı yüzey kaplama malzemeleri ve lake boya gibi sıvı yüzey kaplama malzemelerinden oluşur (Nemli, 2000).

İnce bir film şeklinde olan yüzey kaplama malzemelerinin yongalevhanın yüzeyine etkili bir şekilde uygulanabilmesi için levhanın yüzeyinin oldukça düzgün olması gerekmektedir. Levha yüzeyindeki en ufak bir pürüzlülük kaplama malzemesinde kendini göstereceği için ürünün derecesini, kalitesini, yüzeyinin işlenmesini ve tutkalanmasına etki etmektedir. Yüzey pürüzlülüğünün derecesi hem hammadde özelliklerinin hem de üretim işlemlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yonga boyutu ve geometrisi hammaddenin reçine miktarı, presleme ve zımparalama işlemleri pürüzlülüğü etkileyen başlıca faktörlerdir (Hiziroglu, 1996). Bunların yanında yumuşak odunların yüzeyleri sert odunlarınkinden daha pürüzlüdür. Yıllık halka içerisindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi çok önemli bulunmaktadır. Odundaki doğal büyüme karakteristiklerinden sayılan budaklar, lif kıvrıklıklarında pürüzlülüğü arttırmaktadır. Odunların biçilme ve zımparalama yönü de pürüzlülüğü etkilemektedir. Ağaç malzemenin liflere dik yönde işlenmesi liflere paralel yönde işlenmesine göre daha fazla pürüzlü yüzeyler vermektedir. Zımparala işleminin liflere paralel yönde yapılması liflere dik yönde yapılmasına göre daha pürüzsüz yüzeyler vermektedir (Sieminsky ve Skarzynska, 1989). Odun homojen malzemeler ile kıyas edildiğinde anizotropik bir yapıya sahiptir ve

anatomik yapısından dolayı kendi özgü özelliklere sahiptir. Odunun makineler ile işlenmesinde odun hücreleri işleme aleti ile kesilerek trahe, paransim, reçine kanalları porlar, lifler vb. odun elemanlarının boşlukları meydana gelmektedir. Bu boşlukların boyutları bazı faktörler etkilemektedir. Bu faktörler; ağaç türü, ilkbahar ve yaz odunu zonlarının kapladığı alan ve kesit (enine, teğet ve radyal) tipidir. Odunun anatomik yapısından kaynaklanan düzensizlikler, makineler ile işlenmesinden bağımsızdır. Sadece odunun işlenmesinin etkisini ortaya koymak için anatomik yapıdan ve odunun işlenmesinden kaynaklanan etkileri birbirinden ayrılmalıdır (Peters ve Cumming, 1970; Bonac, 1979; Westkamper ve Riegel, 1993). Pürüzlü yüzeyler, kaplamalar ile yongalevha arasındaki teması azalttığı için zayıf bir tutkal hattına ve düşük bağ direncine neden olur (Nemli, vd., 2007).

Kontrplak üretiminde pürüzlülüğü etkileyen faktörler için yapılan çalışmaların bazıları aşağıda verilmiştir.

a- Kaplama kurutma sıcaklığının artırılması yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilemiştir. 20°C’de kurutulan kaplamalar en düzgün yüzeyi verirken 180°C’de kurutulan kaplamalar ise en pürüzlü yüzeyi verdiği tespit edilmiştir (Aydın ve Colakoglu, 2005).

b- 2008 yılında Dündar ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, 120 ve 140°C sıcaklıklarda kurutulan kaplamaların yüzey pürüzlülüğünün etkilenmediği, 160 ve 180°C’de kurutulan kaplamaların pürüzlülüğünün arttığı belirlenmiştir (Dundar, vd., 2008).

c- Kaplama levhalarında geniş yıllık halkalar yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmektedir (Aydın, 2003).

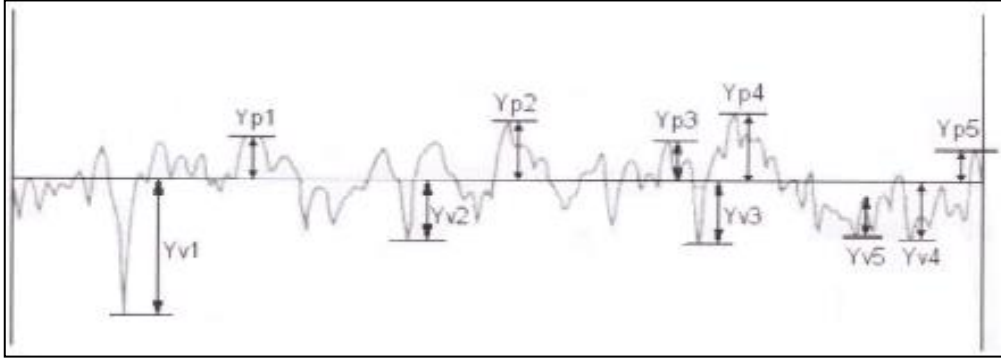
1.5.2. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri

Yüzey pürüzlülük parametreleri profil ortalama çizgisine göre yüzeyin iki boyutlu profilinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Pürüzlülükler profil yükseklik yönünde veya yüzey düzlemine dik girinti ve çıkıntılardan meydana gelmektedir (Aydın, 2003).

1.5.2.1. On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)

On nokta Pürüzlülüğü (Rz), örnek pürüzlülük mesafesi boyunca yer alan en yüksek beş tepe ve en derin beş çukurun ortalama değerlerinin toplamına denir. Aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

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

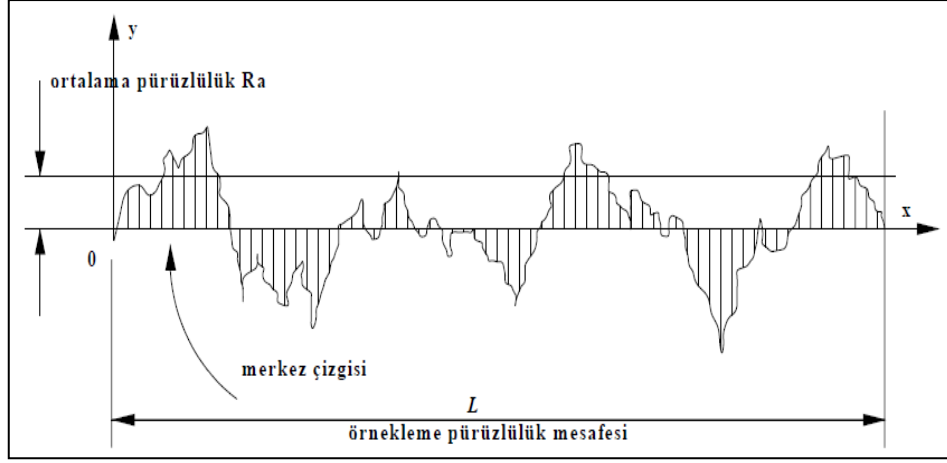


Şekil 4. On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri (Aydın, 2003).

1.5.2.2. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)

Ortalama pürüzlülük değeri (Ra); örnek pürüzlülük mesafesi boyunca profil ortalama çizgisinden sapmalara ait tüm değerlerin aritmetik ortalamasına denir. Ortalama pürüzlülük değeri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx \quad (2)$$



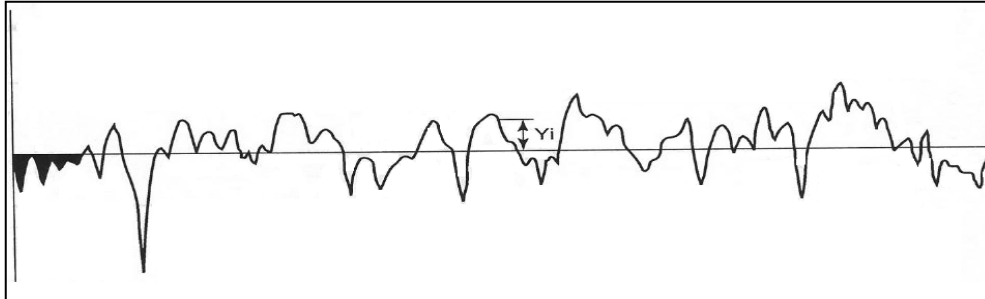
Şekil 5. Ortalama pürüzlülük değeri (Salman, 2005).

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde en yaygın kullanılan ölçüt olmasına karşın yüzeyin yapısı hakkında kesin bir bilgi vermek için yeterli değildir.

1.5.2.3. Profil Sapmasının Ortalama Karekökü (Rq)

Profil sapmasının karekökü (Rq), örnek pürüzlülük mesafesi boyunca ortalama profil çizgisinden sapmaların ortalamasının karekökü değerine denir. Aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanır.

$$R_q = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i^2 \right)^{1/2} \quad (3)$$

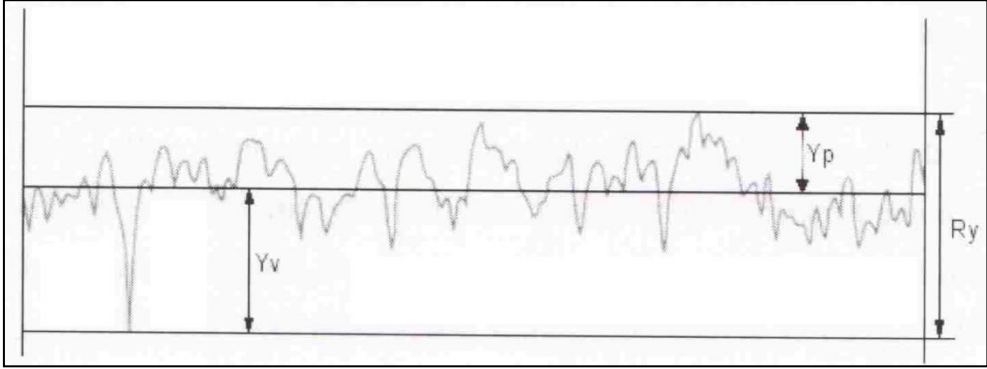


Şekil 6. Profil sapmasının ortalama karekökü (Aydın, 2003).

1.5.2.4. En Büyük Pürüzlülük Değeri (R_{max} / R_y)

Örnek pürüzlülük mesafesi boyunca ortalama profil çizgisine göre en yüksek tepe ile en derin çukurun toplamıdır. En büyük pürüzlülük aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$R_{max} = Y_p + Y_v \quad (4)$$



Şekil 7. En büyük pürüzlülük değeri (Aydın, 2003).

1.5.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Yongalevha yüzeyindeki pürüzlerin bazıları çıplak gözle görülebilirken bazıları görülemez veya görülmesi oldukça zor olmaktadır. Tutkal lekeleri, kırılmış köşeler, çizik izleri, küçük delikler gibi kusurlar gözle görülebilirken, iğne ucu küçüklüğündeki delikler, zımpara izleri ve oyukları görmek oldukça zordur (Radziszewski, vd., 2005). Yüzey pürüzlülüğünü ve kalitesini ölçmek için kullanılan geleneksel yöntemler görme ve dokunma gibi yaklaşımlardan oluşmaktadır. Fakat bu yöntemlerle sadece bariz kıyaslamalar mümkündür ve yüzey hakkında detaylı bilgi elde etmek mümkün değildir. Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi için çok çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Bunlar: iğne taramalı, akustik, ultrasonik yüzey ölçerler, pinomatik, optik ve video kamera ile resim analizi şeklinde sıralanabilir. Bu makineler çoğunlukla plastik ve metal gibi endüstriyel malzemelerin ölçülmesi için geliştirilmiştir (Aydın, 2003; Hendarto, vd., 2006). Bunlara ilave olarak yüzey pürüzlülüğünü belirlemek için çeşitli matematiksel hesaplar da tanımlanmıştır. Bu teknik ve hesap yöntemlerinin çoğu odun yüzeylerine de uygulanırken, ölçümdeki başarı dereceleri değişmektedir (Funky vd., 1992). Bu standarize edilmiş

ölçüm tekniklerinin çoğunluğu metal malzemeler için geliştirilmiştir (Funky vd., 1992; Westkamper ve Riegel, 1993).

Odon kompozitlerinin yüzey pürüzlülüğünü belirlemek için oldukça çok çalışma yapılmasına karşın henüz objektif bir şekilde analiz yapabilecek pratik bir kılavuz veya reçete belirlenmemiştir (Hiziroglu, 1996).

Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde iğne taramalı ölçüm yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknik pratik, tekrarlanabilir bir yöntemdir. Aynı zamanda, yüzey parametrelerinin sayısal değerleri tam olarak hesaplanabilir. Bu yöntemde hassas uçlu bir iğne aracılığıyla malzeme yüzeyi taranarak genellikle yüzeyin iki boyutlu bir profili elde edilmektedir (Hiziroglu, 1996; Aydın, 2003).

İğne taramalı yöntemde sonuçlar üzerinde iğne uç çapı, profil uzunluğu ve iğneye karşı oluşan yüzey mukavemeti gibi kısıtlar etkili olmaktadır. Ayrıca uygun olmayan tarama iğnesinin kullanılması, sürtünme nedeniyle yatay direnç oluşması, tarayıcı iğnesinin fazla baskıya maruz kalması ve sıçrama sebebiyle dikey hareketlerin meydana gelmesi ölçümün hatalı olmasına neden olabilmektedir (Hiziroglu, 1996; Aydın, 2003).

Yapılan bir çalışmada şeker kamışı yongalarından yongalevha üretilmiş ve kavak ve yapraklı ağaç türleri karışımından üretilen yongalevhalarla karşılaştırılmış sonuç olarak şeker kamışından üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülüğü daha az çıkmıştır (Tabarsa vd., 2011).

1.5.4. Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler

Yongalevhada yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörlerin bazıları aşağıda verilmiştir.

1- 2014 yılında yapılan bir çalışmada, kavak yongaları ve buğday saplarından yongalevha üretilmiştir. Üre formaldehit tutkalıyla yongaların arasındaki adhezyonu artırmak için silan maddesi kullanılmış ve bu maddenin etkisi araştırılmıştır. Bu maddeyle üretilen levhaların yüzey pürüzlülük değerleri kontrol örneklerinden daha düşük çıkmıştır (Hafezi, vd., 2014).

2- Yongaların yüzey özellikleri kesici aletin geometrisine, kesme anındaki kırılma durumuna ve odunun anatomik yapısına bağlıdır. Anatomik yapıdan kaynaklanan pürüzlülükler traheit ve liflerde bulunan boşluklardır (Nemli, vd., 2007a).

3- 2007 yılında yapılan bir çalışmada, odun tozu kullanımı, reçine miktarı, levha taslak rutubeti ve pres süresi yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olduğunu ve levha taslak

rutubeti % 9'dan % 13'e, reçine miktarı % 8-10'dan % 10-12'ye, pres süresi 125 sn.'den 165 sn.'ye ve odun tozu oranı en fazla % 20'ye çıkarıldığında yüzey pürüzlülüğünü azaltmışlardır (Nemli, vd., 2007a).

4- Yongalevhada kullanılan parafin miktarının artmasıyla yüzey pürüzlülüğü azalmaktadır (Nemli vd., 2006).

5- Yüzey tabakasında kullanılan yonga miktarının artırılmasıyla yüzeyi daha düzgün levhalar elde edilir (Maloney, 1977; Hizirolu ve Holcomb, 2005). Yüzey tabakasında ince yongaların kullanılması ve yüksek sıkıştırma sayesinde pürüzlülük iyileştirilmiş olur (Hizirolu, 1993).

6- Yongalevhada dış tabaka yonga kullanım oranı, levha özgül ağırlığı ve pres basıncının artırılması yüzey pürüzlülüğünü azaltmasını sağlamıştır (Nemli, vd., 2005).

7- Yongalevha üretiminde kullanılan tutkal miktarının artırılması ve pres süresinin daha uzun tutulması yüzey pürüzlülüğünü azaltmaktadır (Hizirolu ve Holcomb, 2005; Kalaycıoğlu, vd, 2005).

8- Yongalevhalar MDF'ye kıyasla daha fazla yüzey pürüzlülüğüne sahiptir. Hem yongalevhada hem de MDF'de zımpara yönüne paralel ve dik yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (Hizirolu, vd., 2004).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada; ağaç malzeme olarak Doğu ladini (*Piceaorientalis (L.) Link.*) odunu kullanılmıştır. Çalışma için deneme ağaçlarının seçiminde TS 4176 (1984)'e uyulmuştur. Bu standarda göre ağaçların belirlenmesinde kusursuz, mantar ve böcek zararına uğramamış, düzgün gövdeli, çap ve boy dağılımı bakımından homojen ve tepe gelişimi normal olmasına dikkat edilmiştir. Trabzon ili Maçka ilçesi Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı araştırma ormanından 20 ile 70 yaş aralığında ve 12 ile 45 cm çap aralığında, her gruptan 5'er adet olacak şekilde Doğu ladini ağaçları temin edilmiştir.

2.1.2. Tutkal

Üretilen yongalevhaların tutkallanması işleminde E1 sınıfı üreformaldehit tutkalı kullanılmıştır. Kullanılan tutkalın özellikleri aşağıdaki verilmiştir.

Formaldehit/ Üre mol oranı: 1.20	Tutkal Miktarı	
pH: 7.95	Dış Tabaka	Orta Tabaka
Yoğunluk: 1.3 g/cm ³	% 11	% 9
Akma zamanı: 51 sn.		
Katı madde oranı: % 65		
Nem: % 0.45		
pH: 5.45		
Yoğunluk: 1.2 g/cm ³		

Yüzeye dik çekme direnci örneklerinin kalınlık takozlarına yapıştırılmasında beyaz renkli polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır.

2.1.3. Sertleştirici Madde

Yongalevhaların üretimin kullanılan üreformaldehit tutkalına sertleştirici madde olarak amonyum sülfat ilave edilmiştir. Dış ve orta tabaka yongalarına % 25'lik amonyum sülfat çözeltisinden, katı tutkal miktarına oranla % 1 oranında katılmıştır. Sertleştirici maddeye ait özellikler aşağıda verilmiştir.

2.2. Deneme Levhalarını Üretimi

2.2.1. Yongaların Üretimi

Kaba yongalama işleminde kullanılan materyaller, kaba yongalama makinesinin kullanım talimatına uygun olacak şekilde 2,5 cm kalınlıkta biçilmiştir. Kaba yongalama işleminde; Robert Hildebrand marka, laboratuvar (20/6/2) tip, iki bıçaklı bir kaba yongalayıcı kullanılmıştır. Makine silindirinin altında mevcut kesici ızgara sayesinde yaklaşık aynı boyutlarda yonga elde edilmektedir. Kaba yongalama makinesinde elde edilen yongalar; 6 çekiç, 16 bıçaktan oluşan bıçak halkalı ince yongalama makinesinde levha üretimi için uygun boyutlara getirilmiştir.

2.2.2. Yongaların Elenmesi

Üretilen yongaların tasnif edilmesinde Algemaier marka, yatay hareket eden dört kademeli bir elek kullanılmıştır. 3 mm gözenekli elek üzerine kalan yongalar tekrar ince yongalama makinesinde yongalanmışlardır. 3mm gözenekli elekten geçip 1,5 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar orta tabakada, 1,5 mm gözenekli elekten geçen 0,5 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar ise dış tabakalarda kullanılmak üzere tasnif edilmiştir.

2.2.3. Yongaların Kurutulması

Eleme işleminden sonra yongalar, laboratuvar tipi kurutma fırınında 100°C sıcaklıkta, %3 rutubete kadar kurutulmuşlardır.

2.2.4. Tutkallama

Yongaların tutkallamasında 500 ml. kapasiteli, 18mm uçlu, üstten hazneli tek enjektörlü hava tabancası kullanılmıştır. Tutkallama işleminde; tutkal yongalar üzerine hava tabancası ile püskürtülmüş ve yongalar el ile düzenli bir şekilde karıştırarak homojen bir tutkallama sağlanmıştır.

Hazırlanan tutkal çözeltisinde sertleştirici madde olarak katı tutkala oranla % 1 oranında %25'lik amonyum sülfat ilave edilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen deneme levhası tipleri Tablo 3.'te verilmiştir.

Tablo 3. Deneme levha tipleri

Levha Tipi	Yaş	Bakı	Yükseklik (m)	Arazi yapısı	Yetiştirme şekli
1	70	Kuzey	1000-1500	Toprak	Doğal
2	70	Güney	1000-1500	Toprak	Doğal
3	70	Kuzey	1500-2000	Toprak	Doğal
4	70	Güney	1500-2000	Toprak	Doğal
5	40	Kuzey	1000-1500	Toprak	Doğal
6	40	Güney	1000-1500	Toprak	Doğal
7	40	Kuzey	1500-2000	Toprak	Doğal
8	40	Güney	1500-2000	Toprak	Doğal
9	40	Kuzey	1000-1500	Taş	Doğal
10	20	Kuzey	1000-1500	Toprak	Yapay
11	20	Kuzey	1000-1500	Toprak	Doğal

2.2.5. Levha Taslağının Hazırlanması

Levha taslağının hazırlanmasında 55x60 cm boyutlarında şekillendirme çerçevesi ve 1,2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılmıştır. Üretilen levhaların dış tabakaları toplam yonga ağırlığına oranla % 40 ve orta tabakaları ise toplam yonga ağırlığına oranla % 60 olacak şekilde hazırlanmıştır. Levha özgül ağırlığı 0,65 g/cm³ olarak belirlenmiştir.

Presten çıkış rutubeti %8 olarak tayin edilmiştir. Çerçeve pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra, önce tutkallanmış dış tabaka yongaları el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde serilmiş ardından tutkallanmış orta tabaka ve ardından diğer dış tabaka yongaları serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılmıştır. Şekillendirme tablası yavaş yavaş ve levha kenarına zarar vermeden çıkarılmıştır. Daha sonra levha taslığı üzerine üst pres sacı yerleştirilerek preslemeye hazır hale getirilmiştir.

2.2.6. Presleme

Levha taslakları; presleme alanı 70x89 cm olan, elektrikle ısıtılan laboratuvar tipi tek katlı bir hidrolik preste preslenmiştir. Preslemede 1.2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılarak tüm levhaların homojen kalınlıklarda olmaları sağlanmıştır. Her levha tipinden 2'şer adet olmak üzere toplam 22 adet levha üretilmiştir. Pres sıcaklığı 150°C, pres süresi 6 dakika ve pres basıncı 25 kg/ cm² olarak uygulanmıştır.

2.2.7. Presleme Sonrası İşlemler

Levhalar preslendikten sonra tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için, pres sacları arasında soğuyuncaya kadar bekletilmiştir. Bu şekilde soğuyan levhalar, TS 642 standardına uygun olarak 18-22 °C sıcaklık ve %60-70 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında üç hafta süre ile bekletilmiş ve iklimlendirilen bu levhalardan denemeler için gerekli örnekler kesilmiştir (TS 642, 1999).

2.3. Araştırma Yöntemi

2.3.1. Fiziksel Özellikler

2.3.1.1. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır (EN 322, 1993). Rutubet miktarının belirlenmesinde eğilme

direnci ve elastikiyet modülü deneyleri tamamlandıktan sonra kırılan parçalardan faydalanılmıştır. 50X50 mm boyutlarında hazırlanan 30 adet örneğin ağırlıkları ± 0.01 gr duyarlıkta analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra 103 ± 2 °C sıcaklıkta ısıtılmış kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiştir ve örnekler değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Son olarak tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Bunlara göre örneklerin rutubeti (r) ;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

m= Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m0 = Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

2.3.1.2. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

2 ve 24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için EN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir. Buna göre 50x50 mm boyutlarında 30 adet örnek hazırlanmıştır (EN 317, 1993). Örneklerin kalınlıkları tam orta noktadan ± 0.01 mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve 19-21 °C sıcaklıktaki temiz suda ve su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları temiz bez yardımıyla alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları (KA) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (6)$$

Burada;

ey = Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

ek =Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)

2.3.1.3. Levha Örneklerinin Özgül Ağırlığı

Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan hava kurusu özgül ağırlık değerleri esas alınmıştır. Özgül ağırlık deneyi TS EN 323/1 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir (TS EN 323/1, 1999). Özgül ağırlık belirlemede eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü denemelerinden sonra kırılan parçalardan elde edilen 50x50 mm boyutlarında 30 adet örnekten yararlanılmıştır. Sıcaklığı 18–22 °C ve bağıl nemi % 60–70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerin ağırlıkları analitik terazi ile genişlikleri kumpas, kalınlıkları ise ± 0.01 mm duyarlılıkla mikrometre ile ölçülmüştür. Buna göre özgül ağırlık aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$D = m / V \quad \text{g/cm}^3 \quad (7)$$

Burada;

$$D = \text{Özgül ağırlık (g/cm}^3\text{)}$$

$$m = \text{Örnek Ağırlığı (g)}$$

$$V = \text{Örnek hacmi (cm}^3\text{)}$$

2.3.1.4. Hammaddenin Tam Kuru Özgül Ağırlığı

Tam kuru özgül ağırlığı hesaplama çalışmaları TS 2472 (1976) standardına göre yürütülmüştür. Hava kuru özgül ağırlık ölçümü için hazırlanan örnekler $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki kurutma fırınında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve analitik terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları (m_0) belirlenmiştir. 2x2x3 cm boyutundaki örneklerin boyutları ise ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Tam kuru özgül ağırlık aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$D_o = M_o / V_o \quad \text{g/cm}^3 \quad (8)$$

Eşitlikte;

$$D_o = \% 0 \text{ rutubetteki özgül ağırlık (gr/cm}^3\text{)}$$

$$M_o = \% 0 \text{ rutubetteki ağırlık (gr)}$$

$$V_o = \% 0 \text{ rutubetteki hacim (cm}^3\text{)}$$

2.3.1.5. Hammaddenin Hava Kurusu Özgül Ağırlığı

2x2x3 cm boyutundaki örneklerin boyutları ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır (TS 2472, 1976).

Örneklerin ağırlıkları ± 0.001 gr duyarlıkta terazide tartılmış ve 5 nolu eşitlikten % r rutubetindeki özgül ağırlıkları belirlenmiştir (TS 2472, 1976).

$$D_r = M_r / V_r \quad \text{g/cm}^3 \quad (9)$$

Eşitlikte;

$$D = \% r \text{ rutubetteki özgül ağırlık (gr/cm}^3\text{)}$$

$$M_r = \% r \text{ rutubetteki ağırlık (gr)}$$

$$V_r = \% r \text{ rutubetteki hacim (cm}^3\text{)}$$

Hesaplanan rutubet miktarları % 9-15 arasında değerler aldığından farklı rutubet miktarlarındaki özgül ağırlık değerlerinin % 12 rutubetteki özgül ağırlık değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır (TS 2472, 1976).

$$D_{12} = D_r X \left(1 - \frac{(1 - 0.85 D_r) X (r - 12)}{100} \right) \quad (10)$$

Eşitlikte;

$$D_{12} = \% 12 \text{ rutubetteki özgül ağırlık (gr/cm}^3\text{)}$$

$$D_r = \% r \text{ rutubetteki özgül ağırlık (gr/cm}^3\text{)}$$

$$r = \text{Örnek rutubeti (\%)}$$

2.3.2. Mekanik Özellikler

2.3.2.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi EN 310 (1993) standardına uygun olarak belirlenmiştir (EN 310, 1993). Buna göre 400x50 mm boyutlarında 30 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı

20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deney makinesi yükleme mekanizması kırılmanın yükleme anından itibaren 1–2 dak. İçerisinde gerçekleşecek şekilde 6 mm/dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3xFL}{2xbxd^2} \text{ kg/cm}^2 \quad (11)$$

Burada;

F= Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L=Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d= Örnek kalınlığı (cm)

b= Örnek genişliği (cm)

2.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü EN 310 (1993) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (EN 310, 1993). Sıcaklığı 18–22 °C ve bağıl nemi % 60–70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilen 30 adet örneğin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları tespit edilmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komperatör ile 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet ise makine göstergesinden okunarak 1 kg duyarlıkta belirlenmiştir. Elastikiyet modülü (E) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$E = \frac{FL^3}{4x\Delta exbd^3} \text{ kg/cm}^2 \quad (12)$$

Burada;

Δe= Eğilme miktarı (sehim) (cm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)

2.3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci deneyi EN 319 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir (EN 319, 1993). Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 30 adet örnek hazırlanmıştır. Daha sonra sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Örneklerin boyutları ±0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip kayın takozlar polivinil asetat kullanılarak yapıştırılmıştır. Kayın takoz yapıştırılmış örnekler işkencelerle sıkıştırılmış ve bir gün bu şekilde bekletilmiştir. Kırılmaları levha yüzeylerine çok yakın örnekler hesaplara dahil edilmemiştir. Yüzeye dik çekme direnci;

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{\max}}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad (13)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F_{\max} =Kırılma anındaki max kuvvet (kg)

A =Örnek enine kesit alanı (cm²)

2.3.3. Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Odun kibrit çöpü büyüklüğünde inceltip hava kurusu hale getirildikten sonra kimyasal analizlerde kullanılacak yeterli miktarı laboratuvar tipi Willey değirmeninde öğütülmektedir. Daha sonra 40 mesh (425 µ) ve 60 mesh (250 µ)' lik elekleri içeren sarsıntılı laboratuvar tipi elekte elenmiştir. 40 mesh'lik elekten geçen ve 60 mesh'lik elek üzerinde kalan kısım alınarak hava almaması için ağzı kapaklı cam kavanozlara konulmuştur. Son olarak hazırlanan odun örneklerinin rutubet miktarları belirlenmiştir (Tappi, 1992).

2.3.3.1. pH

Her test grubuna ait yaklaşık 5 gram örnek, rutubetleri belirlendikten sonra, içinde 150 ml destile edilmiş su bulunan bir erlenmayere yerleştirilmiş ve bir shaker ile 1 gün

boyunca karıştırılmıştır. Bu süre sonunda elde edilen çözelti bir vakum pompası yardımıyla süzülerek pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Aydın, 2003). Denemeler 3 örnek üzerinden yapılmıştır.

2.3.3.2. % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük

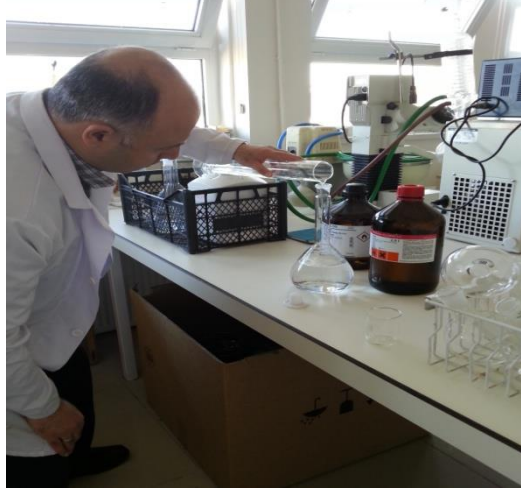
Bu yöntem sayesinde malzemenin sıcak seyreltik alkaliye karşı dayanıklılığını belirlenir. TAPPI T 212 om-98 standardına göre; 0,1 mg hassaslıktaki analitik terazide 2 gram örnek tartılarak 200 ml'lik erlen içerisine konulmuştur. Daha sonra içerisine % 1'lik NaOH çözeltisinden 100 ml ilave edilmiştir. Erlenin ağzı daha küçük bir erlenle kapatılarak 1 saat su banyosunda bekletilmiştir. Erlenin su banyosuna yerleştirilmesinden sonra 10., 15. ve 25. dakikalarda üç defa karıştırılmış, bu süre sonunda erlendeki kalıntı darası alınmış krozede vakumla emme yapılarak süzölmüştür. %10'luk 50 ml asetik asit ve sıcak su ile yıkandıktan sonra 103 ± 2 °C' deki etüvde kurutulmuş ve desikatörde 10 dakika soğutulularak tartılmıştır. Sonuç; tam kuru örnek ağırlığına oranla % olarak tespit edilmiştir (Tappi, 2002). Denemeler 3 örnek üzerinden yapılmıştır.



Şekil 8. Kroze daralarının alınması

2.3.3.3. Alkol-Tolüende Çözünürlük

Alkol-tolüende çözünen madde miktarları, TAPPI T 204 cm-97 standardına göre belirlenmiştir. 1/2 oranında alkol tolüen karışımı (33 hacim %95 C₂H₅OH, 67 hacim benzen) ile odun örneği 4 saat ekstrakte edilmiştir. Sonuç çözünen kısım, tam kuru örneğe oranla % olarak hesaplanmıştır (Tappi, 2002). Denemeler 3 örnek üzerinden yapılmıştır.



Şekil 9. Alkol-tolüen karışımının hazırlanması

2.3.3.4. Soğuk Su Çözünürlüğü

Soğuk su çözünürlüğü TAPPI T207 om-88 standardına uygun olarak yapılmıştır. 23±2 °C'de 300 ml destile su içerisine konulan 2 gr hava kurusu örnek 2 gün (24 saat) zaman zaman karıştırılarak bekletilmiş; bu sürenin sonunda numune, darası alınmış krozedden süzölmüş ve destile su ile yıkanmıştır. Örnekler daha sonra 103±2 °C'de değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar kurutularak tartılmıştır (Tappi, 1992). Soğuk suda çözünen miktar tam kuru oduna oranla % olarak hesaplanmıştır. Denemeler 3 örnek üzerinden yürütölmüştür.

2.3.3.5. Sıcak Su Çözünürlüğü

Sıcak suda çözünürlük TAPPI T 207 om-88 standart uygun olarak belirlenmiştir. Bu yönteme göre daha önceden rutubeti belirlenmiş 2 gr hava kurusu örnek 200 ml'lik bir

erlenmayere konulmakta ve üzerine 100 ml destile su ilave edilmektedir. Erlenmayer bir soğutucu ile irtibatlanmış su banyosunda 3 saat süreyle kaynayan suyun içerisinde bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda bir darası alınmış bir krozeden süzülüp sıcak su ile yıkanarak 103 ± 2 °C'deki etüvde kurutulmuştur. Ardından desikatörde soğutularak tartılmıştır (Tappi, 1992).

2.3.3.6. Holoselüloz Tayini

Holoselüloz oranının belirlenmesinde Wise ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş klorit yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni; kolay uygulanması ve klorlama ve ClO₂ yöntemine göre ligninle birlikte daha az oranda karbonhidrat uzaklaştırılmasıdır. Klorit yönteminin uygulanmasıyla % 2–4 oranında lignin karbonhidrat bünyesinde kalmaktadır. Karbonhidrat kaybı olmadan ligninin tamamını uzaklaştırma mümkün olmamaktadır. Bu yüzden mevcut yöntemler arasında holoselülozu tam olarak belirleyebilen bir yöntem bulunmamaktadır (Browning, 1967).

Bu yönteme göre holoselüloz miktarı alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış 5 gr hava kurusu örnek, 160 ml. saf su, 1.5 g NaClO₂ ve 10 damla (0.5 ml) buzlu asetik asitle birlikte 250 ml' lik erlenmayere konulmaktadır. Daha sonra bir saat süreyle 78–80 °C'deki su banyosunda tutulmaktadır. Örnek konulan erlenmayerin ağzı ters çevrilmiş daha küçük bir erlenmayerle kapatılmaktadır ve reaksiyon süresince arada bir erlen karıştırılmaktadır. Her bir saatte yeniden 1.5 g NaClO₂ ve 10 damla (0.5 ml) buzlu asetik asit ilave edilmekte ve işlem 4 kez yinelenmektedir. Asetik asit ortamın pH'sını 4 dolayında tutmakta ve ClO₂ lignini oksitleyerek klorolignin halinde çözerek karbonhidratlardan ayırmaktadır (Wise ve Karz, 1962).

2.3.3.7. Selüloz Tayini

Kullanılan selüloz tayini yöntemleri delignifikasyon işlemini temel almaktadır. Uygulanan yöntemler sayesinde delignifiye lignin ve hemiselülozlar uzaklaştırılmaktadır. Bu çalışmada Kurschner-Hoffner tarafından geliştirilen nitrik asit yöntemi uygulanmıştır. Nitrik asit yöntemine göre selüloz tayininde alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış yaklaşık 2 gr örnek tartılarak bir cam balona konulmaktadır. Üzerine 10 ml. 40 Be0 HNO₃ ile 40 ml. %96'lık etil alkol karışımı ilave edilmiştir. Daha sonra bir soğutucu altında bir

saat süreyle kaynatılmıştır. Bir saat kaynatıldıktan sonra kroze yardımıyla cam balon içerisindeki kimyasal madde karışımı süzülerek alınmış ve tekrar üzerine 10 ml. HNO₃ ile 40 ml. etil alkolden oluşan 50 ml.'lik karışım kroze üzerinde kalan örneklerde yıkayarak tekrar cam balona konulmuştur. Yeniden bir saat süreyle kaynatılmış olup işlem üç defa tekrarlanmaktadır. Krozeden süzülüp, yıkama işleminden sonra 103±2 °C'deki etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak tartılmış, elde edilen sonuç tam kuru oduna oranla yüzde olarak belirlenmiştir (E.P.F., 1969).

2.3.3.8 Hemiselüloz Tayini

Hemiselüloz miktarı yapılan deney sonuçlarına göre elde edilen holoselüloz miktarından selüloz miktarının çıkarılmasıyla bulunmuştur.

2.3.3.9. Lignin Tayini

Odundaki ana bileşenlerden biri olan lignin miktarı büyüme şartları, ağaç türlerine ve reaksiyon odunu gibi bazı özelliklere göre değişiklik gösterir (Sen, 2005). Lignin tayini TAPPI T 222 om-88 standart yöntemine göre belirlenmiştir. Bu çalışmada Klason tarafından geliştirilen % 72'lik sülfürik asitle muameleye dayanan yöntemden faydalanılmıştır. Bu yöntemde göre, önceden alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu odun örneklerinden 1'er gram alınmış, bir behere aktarılmıştır ve yavaşça %72'lik 15 ml H₂SO₄ ilave edilmiştir. Daha sonra zaman zaman karıştırılarak 18-20°C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda beherdeki materyal yıkanarak 1 litrelik erlenmayere aktarılmıştır. Asit konsantrasyonu %3'e düşene kadar destile su ile yıkanmıştır. Burada yıkama işlemi, erlendeki sıvı miktarı 560 ml. olana kadar yapılmıştır. Bu karışım bir soğutucu altında ve yaklaşık sabit hacim koşullarında 4 saat süre ile kaynatılmıştır. Çözünmeyen maddeyi çökelttikten sonra darası belirlenmiş 4 no'lu krozeden süzülüş ve bunu takiben serbest asit artıkları 500 ml. sıcak su ile yıkanmıştır. 103±2 °C'deki etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulup bir desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Lignin ağırlığı ekstrakte edilmemiş tam kuru odun ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Kuduban, 1996).

2.3.3.10. Kül Tayini

Kül tayini TAPPI T 211 om-85'e göre yapılmıştır. Buna göre 600 °C'deki kül fırınında sabit ağırlığa ulaşan porselen krozelere tartımı yapılmıştır. Bunu takiben nem miktarları bilinen 4-5 gram hava kurusu odun örneği krozelere tartılmıştır. Daha sonra bu örnekler hafif ateşte yakılmış ve 600 °C'deki kül fırınında sabit ağırlığa ulaşınca kadar ve tamamen beyazlayınca kadar bekletilmiştir. Bu süre 8-10 saati bulabilir. Sonuç kül ağırlığı başlangıçtaki tam kuru odun ağırlığına oranlanarak bulunur (Tappı T 211 om-85, 1992).

2.3.4. Yongalevhanın Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi

2.3.4.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü Mitutoyo SJ-301 modelindeki cihaz yardımıyla belirlenmiştir. Ölçümler DIN 4768 (1990) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir grup için 50x50x12 mm ebatlarında 10'ar adet örnek hazırlanmıştır. Örneklerin her iki yüzünden ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlerin sonucunda ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülüğü (Rz) değeri belirlenmiştir. Pürüzlülüğün belirlenmesinde; çapı 4 µm olan 90° açılı elmas uçlu bir tarama detektörü kullanılmış ve kesme uzunluğu $\lambda=2,5$ mm, örnekleme uzunluğu ise 12,5 mm olarak ayarlanmıştır. Örneklerin ölçümleri 10 mm/sn hızla ve 0,5 µm hassasiyetle tespit edilmiştir. Örneklerin ölçülmesi oda sıcaklığında yapılmıştır.

2.3.5. Formaldehit Emisyonu

2.3.5.1. Perferatör Yöntemi

Bu yöntemde ekstraksiyon yolu ile levha içindeki serbest formaldehit belirlenmektedir. Standartlara göre tolüen içinde kaynatılan levha örneklerinden serbest formaldehitin destile suya geçmesi sağlanmakta ve sulu çözeltideki formaldehit miktarı fotometrik olarak belirlenerek tam kuru levha ağırlığına oranlanmaktadır.

Bu yöntemde, yaklaşık olarak 110 ± 0.01 g ağırlıkta tartılan deney örnekleri perferatör cihazının cam balonu içine konulmuş ve bunun üzerine 600 ml tolüen ilave edilmiştir. Cihazın gaz absorpsiyon şişesi yaklaşık 100 ml destile su ile doldurulmuş ve cihaza balonlu cam boru ile bağlanmıştır. Bu işlemden sonra soğutma ve ısıtma işlemi başlar. Ekstraksiyon süresi boyunca tolüenin geri akışı dakikada 70-90 damla kadar olmalıdır. Ekstraksiyon işlemi tolüenin sifon borusuna geri gelmesi ile başlar ve 2 saat devam eder. Sürenin sonunda perferatör içindeki su bir ölçü kabına alınmış ve ortam sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 2000 ml'lik balon jojeye aktarılmıştır. Daha sonra balon joje içerisindeki çözelti destile su ile 2000 ml'ye tamamlanmıştır. Ayrıca cihaza örnek konulmaksızın sadece tolüen ile bir kör deneme yapılmıştır. 2000 ml'lik balon jodede bulunan çözüldüden önce 10 ml alınarak destile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra bu şekilde seyreltilmiş çözüldünün 10 ml'si alınarak bir şişeye konulmuş ve üzerine 10 ml 0.01 N asetil aseton ve 10 ml 0.01 N amonyum asetat ilave edilmiştir. Ağzı sıkıca kapatılan şişeler yaklaşık 40°C sıcaklıktaki bir su banyosunda 15 dakika süreyle bekletildikten sonra bir saat süreyle ışık almayan bir yerde soğutulmuştur. Bu çözüldülerin absorbans değerleri U.V. Spektrometre cihazında 412 nm'de foto metrik olarak ölçülmüştür. Ölçülen bu absorbans değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile örneklerin içerdikleri formaldehit miktarları tespit edilmiştir (EN 120-1, 1993).

$$F = \frac{(A_s - A_b) \times f \times (100 + R \times V)}{M} \text{ mg/100 gr tam kuru levha} \quad (14)$$

Burada;

A_s : Ekstraksiyon çözüldüsünün absorbansı

A_b : Kör deneyinin absorbansı

F : Kalibrasyon eğri faktörü (EN 120'de belirtildiği gibi hesaplanır)

R : Levhanın rutubet miktarı

M : Örnek ağırlığı

V : Cam balonun hacmi (2000 ml)

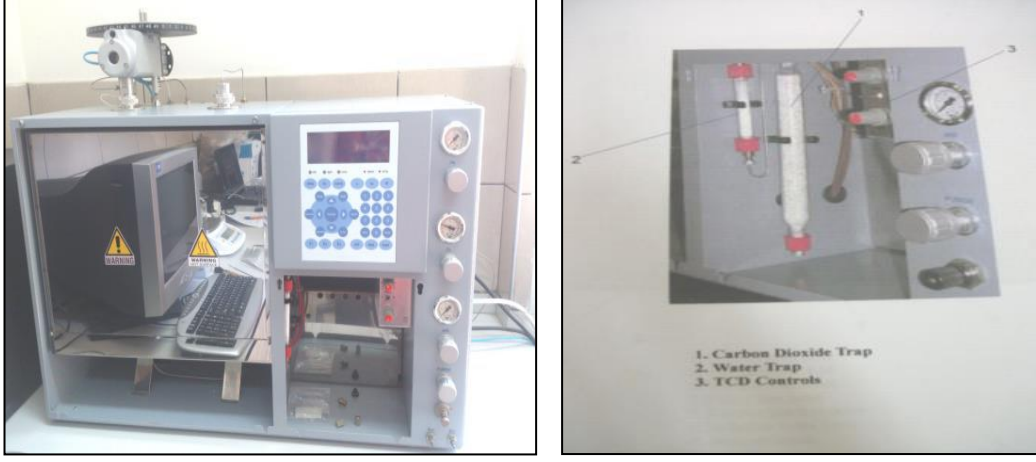
2.3.6. Karbon ve Azot Analizi

Bu amaçla, KTÜ Orman Fakültesi Hasılat laboratuvarında mevcut olan COSTECH marka CHNS-O elementel analiz cihazından yararlanılmıştır. CHNS-O Elementel analiz cihazı, belli bir kütledeki örneğin içerdiği karbon ve azot elementlerinin miktarını belirlemektedir. Cihaz atmosferik azot, % 99.9 saflıkta helyum ve oksijen gazları katalizörlüğünde; N, CN, CHN, CNS, CHNS gibi farklı konfigürasyonlarda analizler yapmaktadır. Seçilen konfigürasyona göre analiz süresi 4 dakikadan 30 dakikaya kadar değişebilmektedir. Çalışmada temel amaç örneklerin içerdiği karbon miktarının belirlenmesi olduğundan, CN konfigürasyonu kullanılmıştır. Cihazın genel görünümü Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Karbon analiz cihazının genel görünümü

Sağ ve sol fırın olarak iki kısımdan oluşan cihaz kuru yakma yöntemine göre çalışmaktadır (Şekil 11). Yüksek sıcaklıkta (1030 °C'de) yakmanın gerçekleştirildiği sağ fırında indirgeme reaktörleri bulunmakta, sol fırında ise yanma sonucu oluşan dumanda istenilen elementlerin miktarının belirlendiği GC (gas chromatography) ayırıştırma kolunu bulunmaktadır.



Şekil 11. Sağ ve sol firma ait görüntüler

Biyokütle miktarları belirlenen ve öğütülerek analize hazır hale getirilen örneklerden 0.5 – 1.0 – 1.5 mg ağırlığında ve üç tekrarlı olacak şekilde analiz örnekleri otomatik örnekleyici üzerine yerleştirilmiştir. Bilgisayar yazılımında da örneklere ilişkin veriler ilgili tablolara aktarıldıktan sonra analiz işlemlerine başlanmıştır. Örneklerin sırası ile yanması sağlanmış ve içerdikleri karbon ve azot miktarları belirlenmiştir. Analiz sonuçları ağırlık (mg) ve yüzde cinsinden iki şekilde elde edilmiştir. Analiz işlemlerinde, süreç bilgisayar yazılımı yardımıyla kromotogramlar üzerinden anında takip edilmiştir (Erkut, 2013).

2.7. İstatistik Yöntemler

Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla ikiden fazla örnek ve bir faktör söz konusu olduğunda basit varyans, iki faktör ve ikiden fazla örneklemeelerde ise çoğul varyans analizleri kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadıkları tespit edilmiştir. Bunun sonucunda etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır (Batu, 1978).

3. BULGULAR

3.1. Fiziksel Özellikler

3.1.1. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarı değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Denemeler n=30 örnek üzerinde yürütölmüştür.

Tablo 4. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri (%)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	9,65	0,42	4,35
2	9,72	0,33	3,40
3	9,58	0,21	2,19
4	9,84	0,36	3,66
5	9,61	0,43	4,47
6	9,81	0,23	2,35
7	9,70	0,48	4,95
8	9,67	0,34	3,52
9	9,74	0,27	2,77
10	9,78	0,48	4,91
11	9,56	0,29	3,03

\bar{X} : Aritmetik Ortalama, S: Standart Sapma, V: Varyasyon Katsayısı

3.1.2. Kalınlık Artışı (şişme) Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama 2 saatlik kalınlık artışı oranları Tablo 5'te verilmiştir. Denemeler n=30 örnek üzerinde yürütölmüştür.

Tablo 5. Deneme levhalarının ortalama 2 saatlik kalınlık artış oranları (%)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	23,22	1,11	4,78
2	19,14	0,72	3,76
3	21,30	0,81	3,80
4	18,51	0,95	5,13
5	18,20	0,96	5,27
6	17,01	0,86	5,05
7	17,92	0,77	4,30
8	16,32	0,83	5,09
9	17,05	0,70	4,11
10	17,21	0,90	5,23
11	18,32	0,83	4,53

2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	516,29	1	516,29	659,41	***
B- Bakı	281,84	1	281,84	359,98	***
C-Yükseklik	24,18	1	24,18	30,89	***
Int. AXB	35,81	1	35,81	45,74	***
Int. AXC	1,27	1	1,27	1,62	Ö.D.
Int. BXC	0,04	1	0,04	0,05	Ö.D.
Int. AXBXC	1,86	1	1,86	2,38	Ö.D.

Ö.D.: Önemli Değil

2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı, yükseklik ile yaş ve bakımın karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	2 Saatlik Kalınlık Artışı Oranı (%)
Yaş: 70	20,30 a
Yaş: 40	17,36 b
Bakı: Kuzey	19,91 a
Bakı: Güney	17,75 b
Yükseklik: 1000-1500 m	19,15 a
Yükseklik: 1500-2000 m	18,51 b

Arazi yapısının 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 8. Arazi yapısının 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	18,20	5,30	***
Taş	17,05		

Arazi yapısının 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 9’ da verilmiştir.

Tablo 9. Yetiştirme şeklinin 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	17,21	4,97	***
Doğal	18,32		

Yetiştirme şeklinin 2 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Deneme Levhalarına ait ortalama 24 saatlik kalınlık artış oranları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Deneme levhalarının ortalama 24 saatlik kalınlık artış oranları (%)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	24,23	0,90	3,71
2	22,51	0,99	4,40
3	23,26	1,19	5,12
4	21,49	0,72	3,35
5	20,85	1,16	5,56
6	19,57	0,97	4,96
7	20,25	0,95	4,69
8	18,57	1,01	5,44
9	19,55	0,92	4,71
10	20,26	1,18	5,82
11	21,70	0,97	4,47

24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	562,40	1	562,40	567,88	***
B- Bakı	156,36	1	156,36	156,36	***
C-Yükseklik	48,55	1	48,55	48,55	***
Int. AXB	0,99	1	0,99	0,99	Ö.D.
Int. AXC	0,58	1	0,58	0,58	Ö.D.
Int. BXC	0,78	1	0,78	0,78	Ö.D.
Int. AXBXC	10,47	1	10,47	0,47	Ö.D.

24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	24 Saatlik Kalınlık Artışı Oranı (%)
Yaş: 70	22,87 a
Yaş: 40	19,81 b
Bakı: Kuzey	22,15 a
Bakı: Güney	20,53 b
Yükseklik: 1000-1500 m	21,79 a
Yükseklik: 1500-2000 m	20,89 b

Arazi yapısının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Arazi yapısının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	20,85	4,82	***
Taş	19,55		

Arazi yapısının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Yetiştirme şeklinin 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	20,26	5,17	***
Doğal	21,70		

Yetiştirme şeklinin 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.1.3. Levha Örneklerinin Özgül Ağırlığı

Deneme levhalarına ait ortalama özgül ağırlık değerleri Tablo 15'te verilmiştir. Denemeler n=30 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 15. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm^3)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	0,643	0,034	5,29
2	0,645	0,041	6,36
3	0,647	0,026	4,02
4	0,649	0,054	8,32
5	0,642	0,025	3,89
6	0,643	0,037	5,75
7	0,650	0,053	8,15
8	0,644	0,023	3,57
9	0,646	0,047	7,28
10	0,651	0,028	4,30
11	0,648	0,038	5,86

3.1.4. Hammaddenin Tam Kuru Özgül Ağırlığı

Doğu ladini odun örneklerinin ortalama tam kuru özgül ağırlık değerleri aşağıdaki Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Doğu ladini odun örneklerinin ortalama tam kuru özgül ağırlık değerleri (g/cm^3)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	0,513	0,056	10,91
2	0,466	0,022	4,72
3	0,484	0,068	14,04
4	0,450	0,039	8,67
5	0,442	0,033	7,82
6	0,390	0,014	3,59
7	0,401	0,020	4,99
8	0,382	0,039	10,21
9	0,468	0,011	2,35
10	0,356	0,042	11,79
11	0,397	0,061	15,36

Tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	0,222	1	0,222	137,47	***
B- Bakı	0,057	1	0,057	35,21	***
C-Yükseklik	0,022	1	0,022	13,58	***
Int. AXB	0,000	1	0,000	0,15	Ö.D.
Int. AXC	0,005	1	0,005	0,02	Ö.D.
Int. BXC	0,005	1	0,005	3,24	Ö.D.
Int. AXBXC	0,001	1	0,001	0,59	Ö.D.

Tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Tam Kuru Özgül Ağırlık Değerleri (g/cm ³)
Yaş: 70	0,478 a
Yaş: 40	0,404 b
Bakı: Kuzey	0,460 a
Bakı: Güney	0,422 b
Yükseklik: 1000-1500 m	0,453 a
Yükseklik: 1500-2000 m	0,429 b

Arazi yapısının tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Arazi yapısının tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	0,44	3,42	**
Taş	0,47		

Arazi yapısının tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Yetiştirme şeklinin tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	0,36	2,44	*
Doğal	0,40		

Yetiştirme şeklinin tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.1.5. Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı

Doğu ladini odun örneklerinin ortalama hava kuru özgül ağırlık değerleri aşağıdaki Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Doğu ladini odun örneklerinin ortalama hava kuru özgül ağırlık değerleri (g/cm^3)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	0,577	0,037	2,13
2	0,504	0,025	4,96
3	0,539	0,058	10,76
4	0,489	0,046	9,41
5	0,477	0,036	7,55
6	0,429	0,017	3,96
7	0,441	0,022	4,99
8	0,414	0,046	11,11
9	0,502	0,014	2,79
10	0,402	0,028	6,96
11	0,432	0,039	9,03

Hava kuru özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Hava kuru su özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	0,304	1	0,304	212,83	***
B- Bakı	0,098	1	0,098	68,78	***
C-Yükseklik	0,027	1	0,027	19,04	***
Int. AXB	0,005	1	0,005	3,78	*
Int. AXC	0,006	1	0,006	0,01	Ö.D.
Int. BXC	0,005	1	0,005	3,54	Ö.D.
Int. AXBXC	0,005	1	0,005	0,01	Ö.D.

Hava kuru su özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla, yaş ve bakının karşılıklı etkisi ise % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Hava kuru su özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. Hava kuru su özgül ağırlık değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Hava Kuru su Özgül Ağırlık Değerleri (g/cm ³)
Yaş: 70	0,527 a
Yaş: 40	0,440 b
Bakı: Kuzey	0,508 a
Bakı: Güney	0,459 b
Yükseklik: 1000-1500 m	0,497 a
Yükseklik: 1500-2000 m	0,471 b

Arazi yapısının hava kuru su özgül ağırlık değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. Arazi yapısının hava kuru su özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	0,477	2,89	**
Taş	0,502		

Arazi yapısının hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 25. Yetiştirme şeklinin hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	0,402	2,76	**
Doğal	0,432		

Yetiştirme şeklinin tam kuru özgül ağırlık değeri üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.2. Mekanik Özellikler

3.2.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	16,26	0,77	4,74
2	17,97	1,70	9,46
3	16,81	0,85	5,06
4	18,74	2,05	10,94
5	12,59	1,78	14,14
6	13,42	1,36	10,13
7	13,01	1,31	10,07
8	14,91	1,32	8,85
9	10,40	1,04	10,00
10	10,38	1,06	10,21
11	9,74	1,09	11,19

Eğilme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Eğilme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	912,92	1	912,92	432,79	***
B- Bakı	140,69	1	140,69	66,7	***
C-Yükseklik	45,4	1	45,4	21,52	***
Int. AXB	1,67	1	1,67	0,79	Ö.D.
Int. AXC	0,43	1	0,43	0,21	Ö.D.
Int. BXC	8,81	1	8,81	4,18	Ö.D.
Int. AXBXC	1,38	1	1,38	0,65	Ö.D.

Eğilme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Eğilme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci Değerleri (N/mm ²)
Yaş: 70	17,38 a
Yaş: 40	13,48 b
Bakı: Kuzey	14,67 a
Bakı: Güney	16,20 b
Yükseklik: 1000-1500 m	15,00 a
Yükseklik: 1500-2000 m	15,88 b

Arazi yapısının eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Arazi yapısının eğilme direnci üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	12,59	5,81	***
Taş	10,40		

Arazi yapısının eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Yetiştirme şeklinin eğilme direnci üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	10,38	5,86	***
Doğal	9,74		

Yetiştirme şeklinin eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Deneme levhalarının ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	2156,85	64,49	2,99
2	2321,38	79,96	3,44
3	2223,31	115,45	5,19
4	2412,68	70,64	2,93
5	1763,60	102,04	5,79
6	1833,11	110,74	6,04
7	1806,70	94,84	5,25
8	1913,16	78,48	4,10
9	1302,41	86,94	6,68
10	1337,22	89,94	6,73
11	1161,32	109,91	9,46

Eğilmede elastikiyet modülü üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32. Eğilmede elastikiyet modülü üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	12118247,3	1	12118247,3	1453,41	***
B- Bakı	1052903,86	1	1052903,86	126,28	***
C-Yükseklik	295915,18	1	295915,18	35,49	***
Int. AXB	118723,51	1	118723,51	14,24	***
Int. AXC	4490,88	1	4490,88	0,54	Ö.D.
Int. BXC	14315,79	1	14315,79	1,72	Ö.D.
Int. AXBXC	550,82	1	550,82	0,07	Ö.D.

Eğilmede elastikiyet modülü üzerine yaş, bakı, yükseklik ile yaş ve bakının karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilmede elastikiyet modülü üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. Eğilmede elastikiyet modülü üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri (N/mm ²)
Yaş: 70	2278,56 a
Yaş: 40	1829,14 b
Bakı: Kuzey	1987,62 a
Bakı: Güney	2120,09 b
Yükseklik: 1000-1500 m	2018,74 a
Yükseklik: 1500-2000 m	2088,96 b

Arazi yapısının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Arazi yapısının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	1763,60	18,84	***
Taş	1302,41		

Arazi yapısının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35. Yetiştirme şeklinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	1337,22	6,78	***
Doğal	1161,32		

Yetiştirme şeklinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	0,55	0,03	5,43
2	0,61	0,04	6,45
3	0,58	0,05	7,83
4	0,66	0,03	3,81
5	0,32	0,06	19,37
6	0,45	0,03	6,97
7	0,40	0,03	8,44
8	0,48	0,03	6,88
9	0,21	0,06	27,57
10	0,20	0,04	19,19
11	0,17	0,03	19,27

Yüzeye dik çekme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. Yüzeye dik çekme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	2,05	1	2,05	1349,69	***
B- Bakı	0,42	1	0,42	277,78	***
C-Yükseklik	0,14	1	0,14	90,52	***
Int. AXB	0,02	1	0,02	11,38	**
Int. AXC	0,01	1	0,01	4,76	*
Int. BXC	0,01	1	0,01	0,93	Ö.D.
Int. AXBXC	0,01	1	0,01	14,23	***

Yüzeye dik çekme direnci üzerine yaş, bakı, yükseklik ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunurken, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ise % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzeye dik çekme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. Yüzeye dik çekme direnci üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci Değerleri (N/mm ²)
Yaş: 70	0,597 a
Yaş: 40	0,412 b
Bakı: Kuzey	0,463 a
Bakı: Güney	0,547 b
Yükseklik: 1000-1500 m	0,481 a
Yükseklik: 1500-2000 m	0,529 b

Arazi yapısının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. Arazi yapısının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	0,32	6,79	***
Taş	0,21		

Arazi yapısının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin yüzeye dik çekme direnci etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Yetiştirme şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	0,20	3,51	**
Doğal	0,17		

Yetiştirme şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3. Kimyasal Özellikler

3.3.1. pH

Hammaddelere ait ortalama pH değerleri Tablo 41'de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 41. Hammaddelere ait ortalama pH değerleri

Grup No	\bar{X}	S	V
1	5,13	0,03	0,58
2	5,01	0,03	0,60
3	5,09	0,03	0,59
4	4,95	0,06	1,21
5	4,92	0,04	0,81
6	4,62	0,03	0,65
7	4,72	0,03	0,64
8	4,53	0,05	1,10
9	3,98	0,09	2,26
10	4,83	0,10	2,07
11	4,43	0,07	1,58

pH değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42. pH değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	0,68	1	0,68	552,41	***
B- Bakı	0,11	1	0,11	92,6	***
C-Yükseklik	0,02	1	0,02	14,37	**
Int. AXB	0,07	1	0,07	56,6	***
Int. AXC	0,04	1	0,04	34,7	***
Int. BXC	0,04	1	0,04	34,7	***
Int. AXBXC	0,01	1	0,01	4,17	Ö.D.

pH değeri üzerine yaş, bakı, yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yüksekliğin etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunurken, yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. pH değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 43'te verilmiştir.

Tablo 43. pH değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	pH Değerleri
Yaş: 70	5,03 a
Yaş: 40	4,70 b
Bakı: Kuzey	4,93 a
Bakı: Güney	4,80 b
Yükseklik: 1000-1500 m	4,89 a
Yükseklik: 1500-2000 m	4,84 b

Arazi yapısının pH değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 44. Arazi yapısının pH değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	4,92	15,65	***
Taş	3,98		

Arazi yapısının pH değeri üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin pH değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 45'te verilmiştir.

Tablo 45. Yetiştirme şeklinin pH değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	4,83	3,78	*
Doğal	4,43		

Yetiştirme şeklinin pH değeri üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.2. % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük

Hammaddelere ait ortalama % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri Tablo 46'da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 46. Hammaddelere ait ortalama % 1' lik NaOH çözünürlük değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	12,81	0,09	0,70
2	12,24	0,22	1,80
3	12,50	0,24	1,92
4	12,05	0,22	1,83
5	11,25	0,16	1,42
6	10,52	0,15	1,43
7	11,05	0,12	1,09
8	10,43	0,25	2,40
9	13,34	0,17	1,27
10	12,28	0,22	1,79
11	10,88	0,31	2,85

% 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 47. % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	15,13	1	15,13	421	***
B- Bakı	2,11	1	2,11	58,75	***
C-Yükseklik	0,24	1	0,24	6,56	*
Int. AXB	0,04	1	0,04	1,11	Ö.D.
Int. AXC	0,02	1	0,02	0,48	Ö.D.
Int. BXC	0,02	1	0,02	0,57	Ö.D.
Int. AXBXC	0,01	1	0,01	0,002	Ö.D.

% 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine yaş ve bakının etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunurken, yüksekliğin etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Değerleri (%)
Yaş: 70	12,40 a
Yaş: 40	10,81 b
Bakı: Kuzey	11,90 a
Bakı: Güney	11,31 b
Yükseklik: 1000-1500 m	11,71 a
Yükseklik: 1500-2000 m	11,51 b

Arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 49'da verilmiştir.

Tablo 49. Arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	11,24	15,42	***
Taş	13,34		

Arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 50'de verilmiştir.

Tablo 50. Yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	12,28	6,38	**
Doğal	10,88		

Yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.3. Alkol-Tolüende Çözünürlük

Hammaddelere ait ortalama alkol-tolüende çözünürlük değerleri Tablo 51'de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 51. Hammaddelere ait ortalama Alkol-tolüende çözünürlük değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	1,96	0,05	2,55
2	1,75	0,03	1,71
3	1,84	0,04	2,17
4	1,64	0,03	1,83
5	1,52	0,04	2,63
6	1,30	0,05	3,85
7	1,41	0,04	2,84
8	1,18	0,07	5,93
9	2,47	0,05	2,02
10	1,23	0,02	1,63
11	1,33	0,03	2,26

Alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 52'de verilmiştir.

Tablo 52. Alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	1,19	1	1,19	590,39	***
B- Bakı	0,27	1	0,27	135,69	***
C-Yükseklik	0,08	1	0,08	38,29	***
Int. AXB	0	1	0	0,21	Ö.D.
Int. AXC	0,01	1	0,01	0,01	Ö.D.
Int. BXC	0	1	0	0	Ö.D.
Int. AXBXC	0,001	1	0,001	0,01	Ö.D.

Alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 53'te verilmiştir.

Tablo 53. Alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Alkol-Tolüende Çözünürlük Değerleri (%)
Yaş: 70	1,80 a
Yaş: 40	1,35 b
Bakı: Kuzey	1,68 a
Bakı: Güney	1,47 b
Yükseklik: 1000-1500 m	1,63 a
Yükseklik: 1500-2000 m	1,51 b

Arazi yapısının alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 54'te verilmiştir.

Tablo 54. Arazi yapısının alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	1,52	25,37	***
Taş	2,47		

Arazi yapısının alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 55'te verilmiştir.

Tablo 55. Yetiştirme şeklinin alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	1,23	4,97	**
Doğal	1,33		

Yetiştirme şeklinin alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.4. Soğuk Su Çözünürlüğü

Hammaddelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri Tablo 56'da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 56. Hammaddelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	2,43	0,05	2,06
2	1,92	0,03	1,56
3	2,14	0,02	0,93
4	1,61	0,03	1,86
5	1,72	0,05	2,91
6	1,33	0,07	5,26
7	1,56	0,05	3,21
8	1,12	0,04	3,57
9	2,96	0,02	0,68
10	1,46	0,03	2,05
11	1,30	0,03	2,31

Soğuk suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Soğuk suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	2,11	1	2,11	1111,72	***
B- Bakı	1,33	1	1,33	697,58	***
C-Yükseklik	0,34	1	0,34	176,88	***
Int. AXB	0,02	1	0,02	8,43	*
Int. AXC	0,02	1	0,02	10,75	**
Int. BXC	0	1	0	1,06	Ö.D.
Int. AXBXC	0	1	0	0,32	Ö.D.

Soğuk suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunurken, yaş ve bakının karşılıklı etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Soğuk suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 58’de verilmiştir.

Tablo 58. Soğuk suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Soğuk Suda Çözünürlük Değerleri (%)
Yaş: 70	2,03 a
Yaş: 40	1,43 b
Bakı: Kuzey	1,96 a
Bakı: Güney	1,49 b
Yükseklik: 1000-1500 m	1,85 a
Yükseklik: 1500-2000 m	1,61 b

Arazi yapısının soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 59’da verilmiştir.

Tablo 59. Arazi yapısının soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	1,72	43,48	***
Taş	2,96		

Arazi yapısının soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 60'ta verilmiştir.

Tablo 60. Yetiştirme şeklinin soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	1,46	3,65	*
Doğal	1,30		

Yetiştirme şeklinin soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.5. Sıcak Su Çözünürlüğü

Hammaddelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri Tablo 61'de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 61. Hammaddelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	2,81	0,03	1,07
2	2,56	0,03	1,17
3	2,69	0,04	1,49
4	2,44	0,04	1,64
5	2,26	0,05	2,21
6	1,98	0,02	1,01
7	2,18	0,02	0,92
8	1,87	0,03	1,60
9	2,68	0,05	1,87
10	1,88	0,04	2,13
11	1,67	0,05	2,99

Sıcak suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 62'de verilmiştir.

Tablo 62. Sıcak suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	1,826	1	1,826	1436,866	***
B- Bakı	0,448	1	0,448	352,734	***
C-Yükseklik	0,068	1	0,068	53,718	***
Int. AXB	0,003	1	0,003	2,216	Ö.D.
Int. AXC	0,001	1	0,001	0,643	Ö.D.
Int. BXC	0,005	1	0,005	0,052	Ö.D.
Int. AXBXC	0	1	0	0,328	Ö.D.

Sıcak suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Sıcak suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 63'te verilmiştir.

Tablo 63. Sıcak suda çözünürlük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Sıcak Suda Çözünürlük Değerleri (%)
Yaş: 70	2,63 a
Yaş: 40	2,07 b
Bakı: Kuzey	2,49 a
Bakı: Güney	2,21 b
Yükseklik: 1000-1500 m	2,40 a
Yükseklik: 1500-2000 m	2,30 b

Arazi yapısının sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 64'te verilmiştir.

Tablo 64. Arazi yapısının sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	2,26	10,26	**
Taş	2,68		

Arazi yapısının sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 65’te verilmiştir.

Tablo 65. Yetiştirme şeklinin sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	1,88	3,51	*
Doğal	1,67		

Yetiştirme şeklinin sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.6. Holoselüloz Tayini

Hammaddelere ait ortalama holoselüloz miktarları Tablo 66’da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 66. Hammaddelere ait ortalama holoselüloz değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	74,67	0,52	0,70
2	72,81	0,27	0,37
3	74,75	0,50	0,67
4	73,48	0,18	0,24
5	73,21	0,26	0,36
6	72,15	0,28	0,39
7	72,85	0,36	0,49
8	71,95	0,53	0,74
9	74,91	0,23	0,31
10	72,41	0,92	1,28
11	72,78	0,28	0,38

Holoselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 67’de verilmiştir.

Tablo 67. Holoselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	11,579	1	11,579	78,702	***
B- Bakı	9,741	1	9,741	66,211	***
C-Yükseklik	0,014	1	0,014	0,092	Ö.D.
Int. AXB	0,519	1	0,519	3,529	Ö.D.
Int. AXC	0,644	1	0,644	4,374	*
Int. BXC	0,211	1	0,211	1,434	Ö.D.
Int. AXBXC	0,069	1	0,069	0,471	Ö.D.

Holoselüloz miktarı üzerine yaş ve bakının etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yüksekliğin, yaş ve bakının karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile yaş ve bakı grupları arasındaki farklar önemli çıkarken, yükseklik grubu arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Holoselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 68’de verilmiştir.

Tablo 68. Holoselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Holoselüloz Değerleri (%)
Yaş: 70	73,93 a
Yaş: 40	72,54 b
Bakı: Kuzey	73,87 a
Bakı: Güney	72,60 b
Yükseklik: 1000-1500 m	73,21 a
Yükseklik: 1500-2000 m	73,26 a

Arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 69’da verilmiştir.

Tablo 69. Arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	73,21	8,48	**
Taş	74,91		

Arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 70’te verilmiştir.

Tablo 70. Yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	72,41	1,92	*
Doğal	72,78		

Yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.7. Selüloz Tayini

Hammaddelere ait ortalama selüloz miktarları Tablo 71’de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 71. Hammaddelere ait ortalama selüloz değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	49,55	0,56	1,13
2	48,25	0,04	0,08
3	48,97	0,26	0,53
4	48,03	0,27	0,56
5	46,87	0,33	0,70
6	45,91	0,09	0,20
7	46,30	0,07	0,15
8	45,56	0,13	0,29
9	48,90	0,06	0,12
10	43,58	0,11	0,25
11	44,82	0,17	0,38

Selüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 72’ de verilmiştir.

Tablo 72. Selüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	38,684	1	38,684	524,591	***
B- Bakı	5,831	1	5,831	79,076	***
C-Yükseklik	1,105	1	1,105	14,986	**
Int. AXB	0,108	1	0,108	1,465	Ö.D.
Int. AXC	0,005	1	0,005	0,069	Ö.D.
Int. BXC	0,125	1	0,125	1,691	Ö.D.
Int. AXBXC	0,008	1	0,008	0,104	Ö.D.

Selüloz miktarı üzerine yaş ve bakının etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yüksekliğin etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Selüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 73'te verilmiştir.

Tablo 73. Selüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Selüloz Değerleri (%)
Yaş: 70	48,70 a
Yaş: 40	46,16 b
Bakı: Kuzey	47,92 a
Bakı: Güney	46,94 b
Yükseklik: 1000-1500 m	47,65 a
Yükseklik: 1500-2000 m	47,21 b

Arazi yapısının selüloz miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 74'te verilmiştir.

Tablo 74. Arazi yapısının selüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	46,87	10,57	***
Taş	48,90		

Arazi yapısının selüloz miktarı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 75’te verilmiştir.

Tablo 75. Yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	43,58	10,48	***
Doğal	44,82		

Yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.8 Hemiselüloz Tayini

Hammaddelere ait ortalama hemiselüloz miktarları Tablo 76’da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 76. Hammaddelere ait ortalama hemiselüloz değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	25,12	0,27	1,07
2	24,56	0,50	2,04
3	25,78	0,10	0,39
4	25,45	0,37	1,45
5	26,34	0,28	1,06
6	26,24	0,17	2,72
7	26,55	0,23	0,87
8	26,39	0,15	0,57
9	25,41	0,32	1,26
10	28,83	0,30	1,04
11	27,96	0,22	0,79

Hemiselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 77’de verilmiştir.

Tablo 77. Hemiselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	7,97	1	7,97	96,806	***
B- Bakı	0,496	1	0,496	6,024	**
C-Yükseklik	1,368	1	1,368	16,618	**
Int. AXB	0,149	1	0,149	1,808	Ö.D.
Int. AXC	0,531	1	0,531	6,451	**
Int. BXC	0,011	1	0,011	0,132	Ö.D.
Int. AXBXC	0,032	1	0,032	0,383	Ö.D.

Hemiselüloz miktarı üzerine yaşın etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Bakı, yükseklik ile yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Hemiselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 78’de verilmiştir.

Tablo 78. Hemiselüloz miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Hemiselüloz Değerleri (%)
Yaş: 70	25,23 a
Yaş: 40	26,38 b
Bakı: Kuzey	25,95 a
Bakı: Güney	25,66 b
Yükseklik: 1000-1500 m	25,57 a
Yükseklik: 1500-2000 m	26,04 b

Arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 79’da verilmiştir.

Tablo 79. Arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	26,34	3,77	**
Taş	25,41		

Arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 80’de verilmiştir.

Tablo 80. Yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	28,83	4,02	*
Doğal	27,96		

Yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.9. Lignin Tayini

Hammaddelere ait ortalama lignin miktarları Tablo 81’de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 81. Hammaddelere ait ortalama lignin değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	25,57	0,18	0,70
2	25,90	0,19	0,73
3	26,05	0,24	0,92
4	26,33	0,22	0,84
5	27,69	0,16	0,58
6	27,93	0,26	0,93
7	27,73	0,28	1,01
8	28,01	0,20	0,71
9	28,99	0,14	0,48
10	29,26	0,36	1,23
11	28,27	0,40	1,41

Lignin miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 82’de verilmiştir.

Tablo 82. Lignin miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	21,755	1	21,755	451,976	***
B- Bakı	0,567	1	0,567	11,787	**
C-Yükseklik	0,485	1	0,485	10,066	**
Int. AXB	0,014	1	0,014	0,281	Ö.D.
Int. AXC	0,302	1	0,302	6,264	*
Int. BXC	0,005	1	0,005	0,094	Ö.D.
Int. AXBXC	0,014	1	0,014	0,281	Ö.D.

Lignin miktarı üzerine yaşın etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Bakı ve yüksekliğin etkileri % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Lignin miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 83'te verilmiştir.

Tablo 83. Lignin miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Lignin Değerleri (%)
Yaş: 70	25,94 a
Yaş: 40	27,84 b
Bakı: Kuzey	26,73 a
Bakı: Güney	27,04 b
Yükseklik: 1000-1500 m	26,75 a
Yükseklik: 1500-2000 m	27,03 b

Arazi yapısının lignin miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 84'te verilmiştir.

Tablo 84. Arazi yapısının lignin miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	27,69	10,73	***
Taş	28,99		

Arazi yapısının lignin miktarı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 85’te verilmiştir.

Tablo 85. Yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	29,26	3,21	*
Doğal	28,27		

Yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.3.10. Kül Tayini

Hammaddelere ait ortalama kül miktarları Tablo 86’da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 86. Hammaddelere ait ortalama kül (inorganik madde) değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	0,31	0,02	6,45
2	0,25	0,04	16,00
3	0,28	0,06	21,42
4	0,21	0,05	23,81
5	0,41	0,04	9,76
6	0,37	0,03	8,11
7	0,39	0,06	15,38
8	0,34	0,07	20,59
9	0,52	0,04	7,69
10	0,35	0,07	20,00
11	0,48	0,01	2,08

Kül miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 87’de verilmiştir.

Tablo 87. Kül miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	0,078	1	0,078	35,75	***
B- Bakı	0,019	1	0,019	8,55	*
C-Yükseklik	0,006	1	0,006	2,608	Ö.D.
Int. AXB	0,001	1	0,001	0,23	Ö.D.
Int. AXC	0	1	0	0,048	Ö.D.
Int. BXC	0,005	1	0,005	0,017	Ö.D.
Int. AXBXC	0,006	1	0,006	0,002	Ö.D.

Kül miktarı üzerine yaşın etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Bakının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yükseklik, yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile yaş ve bakı grupları arasındaki farklar önemli çıkarken, yükseklik grubu arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Kül miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 88'de verilmiştir.

Tablo 88. Kül miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kül Değerleri (%)
Yaş: 70	0,26 a
Yaş: 40	0,38 b
Bakı: Kuzey	0,35 a
Bakı: Güney	0,29 b
Yükseklik: 1000-1500 m	0,34 a
Yükseklik: 1500-2000 m	0,31 a

Arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 89'da verilmiştir.

Tablo 89. Arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	0,41	3,20	*
Taş	0,52		

Arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin kül miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 90'da verilmiştir.

Tablo 90. Yetiştirme şeklinin kül miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	0,35	3,43	*
Doğal	0,48		

Yetiştirme şeklinin kül miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.4. Yongalevhanın Yüzey Özellikleri

3.4.1. Yüzey Pürüzlülüğü

3.4.1.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)

Deneme levhalarına ait ortalama pürüzlülük değerleri Tablo 91'de verilmiştir.

Tablo 91. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	8,45	1,14	13,49
2	7,01	1,32	18,83
3	7,79	1,24	15,92
4	6,64	1,30	19,58
5	5,71	1,85	32,40
6	4,25	1,30	30,59
7	4,95	1,84	37,17
8	3,94	1,76	44,67
9	7,49	1,10	14,69
10	3,05	1,23	40,33
11	4,32	1,34	31,02

Ortalama pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 92'de verilmiştir.

Tablo 92. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	152,407	1	152,407	68,38	***
B- Bakı	32,131	1	32,131	14,416	***
C-Yükseklik	5,502	1	5,502	2,469	Ö.D.
Int. AXB	0,017	1	0,017	0,008	Ö.D.
Int. AXC	0,002	1	0,002	0,001	Ö.D.
Int. BXC	0,662	1	0,662	0,297	Ö.D.
Int. AXBXC	0,033	1	0,033	0,015	Ö.D.

Ortalama pürüzlülük değeri üzerine yaş ve bakının etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yükseklik, yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile yaş ve bakı grupları arasındaki farklar önemli çıkarken, yükseklik grubu arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 93'te verilmiştir.

Tablo 93. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Ortalama Pürüzlülük Değerleri (μm)
Yaş: 70	7,47 a
Yaş: 40	4,71 b
Bakı: Kuzey	6,73 a
Bakı: Güney	5,46 b
Yükseklik: 1000-1500 m	6,36 a
Yükseklik: 1500-2000 m	5,83 a

Arazi yapısının ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 94'te verilmiştir.

Tablo 94. Arazi yapısının ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	5,71	2,62	*
Taş	7,49		

Arazi yapısının ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 95’te verilmiştir.

Tablo 95. Yetiştirme şeklinin ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	3,05	2,21	*
Doğal	4,32		

Yetiştirme şeklinin ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.4.1.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry)

Deneme levhalarına ait en büyük pürüzlülük değerleri Tablo 96’da verilmiştir.

Tablo 96. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değerleri (μm)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	60,12	6,74	11,21
2	50,68	4,21	8,31
3	56,98	4,42	7,76
4	44,11	3,32	7,53
5	41,33	4,29	10,38
6	35,78	3,48	9,73
7	38,02	3,15	8,29
8	32,42	4,76	14,68
9	48,64	3,67	7,55
10	28,10	4,73	16,83
11	33,00	4,06	12,30

En büyük pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 97’de verilmiştir.

Tablo 97. En büyük pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	5174,561	1	5174,561	264,281	***
B- Bakı	1398,804	1	1398,804	71,441	***
C-Yükseklik	335,786	1	335,786	17,15	***
Int. AXB	155,573	1	155,573	7,946	**
Int. AXC	11,627	1	11,627	0,594	Ö.D.
Int. BXC	15,226	1	15,226	0,778	Ö.D.
Int. AXBXC	14,231	1	14,231	0,727	Ö.D.

En büyük pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri % 1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. En büyük pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 98’de verilmiştir.

Tablo 98. En büyük pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	En Büyük Pürüzlülük Değerleri (μm)
Yaş: 70	52,97 a
Yaş: 40	36,89 b
Bakı: Kuzey	49,11 a
Bakı: Güney	40,75 b
Yükseklik: 1000-1500 m	46,98 a
Yükseklik: 1500-2000 m	42,88 b

Arazi yapısının en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 99’da verilmiştir.

Tablo 99. Arazi yapısının en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	41,33	4,10	**
Taş	48,64		

Arazi yapısının en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 100’de verilmiştir.

Tablo 100. Yetiştirme şeklinin en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	28,10	2,48	*
Doğal	33,00		

Yetiştirme şeklinin en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.4.1.3. On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)

Deneme levhalarına ait on nokta pürüzlülüğü değerleri Tablo 101’de verilmiştir.

Tablo 101. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değerleri (μm)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	55,31	4,16	7,52
2	43,15	1,71	3,96
3	50,10	2,95	5,89
4	40,58	2,54	6,26
5	36,58	4,94	13,51
6	32,16	6,35	19,75
7	34,64	5,96	17,21
8	30,14	6,10	20,24
9	43,59	5,24	12,02
10	22,10	2,77	12,53
11	28,01	2,20	7,85

On nokta pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 102’de verilmiştir.

Tablo 102. On nokta pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	3865,868	1	3865,868	178,911	***
B- Bakı	1169,991	1	1169,991	54,147	***
C-Yükseklik	172,637	1	172,637	7,99	**
Int. AXB	203,586	1	203,586	9,422	**
Int. AXC	18,202	1	18,202	0,842	Ö.D.
Int. BXC	8,103	1	8,103	0,375	Ö.D.
Int. AXBXC	9,289	1	9,289	0,43	Ö.D.

On nokta pürüzlülük değeri üzerine yaş ve bakının etkisi % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yükseklik ile yaş ve bakının karşılıklı etkileri % 1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. On nokta pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 103'te verilmiştir.

Tablo 103. On nokta pürüzlülük değeri üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	On Nokta Pürüzlülük Değerleri (μm)
Yaş: 70	47,29 a
Yaş: 40	33,38 b
Bakı: Kuzey	44,16 a
Bakı: Güney	36,51 b
Yükseklik: 1000-1500 m	41,80 a
Yükseklik: 1500-2000 m	38,87 b

Arazi yapısının on nokta pürüzlülük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 104'te verilmiştir.

Tablo 104. Arazi yapısının on nokta pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	36,58	3,08	**
Taş	43,59		

Arazi yapısının on nokta pürüzlülük değeri üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin on nokta pürüzlülük değeri üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 105'te verilmiştir.

Tablo 105. Yetiştirme şeklinin on nokta pürüzlülük değeri üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	22,10	5,29	***
Doğal	28,01		

Yetiştirme şeklinin on nokta pürüzlülük değeri üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.5. Formaldehit Emisyonu

Deneme levhalarının ortalama formaldehit emisyonu değerleri Tablo 106'da verilmiştir.

Tablo 106. Deneme levhalarının ortalama formaldehit emisyonu değerleri (mg/100g tam kuru levha)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	3,55	0,17	4,79
2	5,15	0,15	2,91
3	5,02	0,04	0,80
4	5,46	0,03	0,55
5	6,83	0,05	0,73
6	7,83	0,10	1,28
7	7,46	0,05	0,67
8	7,91	0,09	1,14
9	6,19	0,12	1,94
10	8,54	0,18	2,11
11	8,12	0,15	1,85

Formaldehit emisyonu üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 107'de verilmiştir.

Tablo 107. Formaldehit emisyonu üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	44,146	1	44,146	4772,534	***
B- Bakı	4,568	1	4,568	493,788	***
C-Yükseklik	2,325	1	2,325	251,355	***
Int. AXB	0,131	1	0,131	14,112	**
Int. AXC	0,429	1	0,429	46,415	***
Int. BXC	1,097	1	1,097	118,545	***
Int. AXBXC	0,14	1	0,14	15,085	**

Formaldehit emisyonu üzerine yaş, bakı, yükseklik, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Formaldehit emisyonu üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 108’de verilmiştir.

Tablo 108. Formaldehit emisyonu üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Formaldehit Emisyonu Değerleri (mg/100g t,k,l)
Yaş: 70	4,80 a
Yaş: 40	7,51 b
Bakı: Kuzey	5,71 a
Bakı: Güney	6,59 b
Yükseklik: 1000-1500 m	5,84 a
Yükseklik: 1500-2000 m	6,46 b

Arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 109’da verilmiştir.

Tablo 109. Arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	6,83	8,36	**
Taş	6,19		

Arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin formaldehit emisyonu üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 110'da verilmiştir.

Tablo 110. Yetiştirme şeklinin formaldehit emisyonu üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	8,54	3,07	*
Doğal	8,12		

Yetiştirme şeklinin formaldehit emisyonu üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.6. Karbon ve Azot Analizi

3.6.1. Karbon Analizi

Hammaddelere ait ortalama karbon miktarları Tablo 111'de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 111. Hammaddelere ait ortalama karbon değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	51,87	0,58	1,12
2	50,44	0,59	1,17
3	51,12	0,32	0,63
4	49,94	0,39	0,78
5	49,35	0,38	0,77
6	48,69	0,42	0,86
7	48,98	0,37	0,76
8	48,28	0,36	0,75
9	51,14	0,45	0,88
10	47,63	0,39	0,82
11	48,68	0,51	1,05

Karbon miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 112'de verilmiştir.

Tablo 112. Karbon miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	24,402	1	24,402	129,138	***
B- Bakı	5,9	1	5,9	31,226	***
C-Yükseklik	1,55	1	1,55	8,205	*
Int. AXB	0,589	1	0,589	3,117	Ö.D.
Int. AXC	0,086	1	0,086	0,457	Ö.D.
Int. BXC	0,018	1	0,018	0,096	Ö.D.
Int. AXBXC	0,029	1	0,029	0,156	Ö.D.

Karbon miktarı üzerine yaş ve bakının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yükseklik, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, yaş ve bakının karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Karbon miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 113'te verilmiştir.

Tablo 113. Karbon miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Karbon Değerleri (%)
Yaş: 70	50,84 a
Yaş: 40	48,82 b
Bakı: Kuzey	50,33 a
Bakı: Güney	49,34 b
Yükseklik: 1000-1500 m	50,09 a
Yükseklik: 1500-2000 m	49,58 b

Arazi yapısının karbon miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 114'te verilmiştir.

Tablo 114. Arazi yapısının karbon miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	49,35	5,30	**
Taş	51,14		

Arazi yapısının karbon miktarı üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin karbon miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 115'te verilmiştir.

Tablo 115. Yetiştirme şeklinin karbon miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	47,63	2,85	*
Doğal	48,68		

Yetiştirme şeklinin karbon miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

3.6.1. Azot Analizi

Hammaddelere ait ortalama azot miktarları Tablo 116'da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 116. Hammaddelere ait ortalama azot değerleri (%)

Grup No	\bar{X}	S	V
1	0,87	0,03	3,45
2	0,73	0,08	10,96
3	0,79	0,05	6,33
4	0,68	0,05	7,35
5	0,61	0,07	11,47
6	0,51	0,02	3,92
7	0,56	0,03	5,36
8	0,45	0,03	6,67
9	0,80	0,03	3,75
10	0,33	0,04	12,12

Azot miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 117'de verilmiştir.

Tablo 117. Azot miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Yaş	0,334	1	0,334	151,111	***
B- Bakı	0,081	1	0,081	36,455	***
C-Yükseklik	0,021	1	0,021	9,511	**
Int. AXB	0,001	1	0,001	0,425	Ö.D.
Int. AXC	0	1	0	0,092	Ö.D.
Int. BXC	0	1	0	0,092	Ö.D.
Int. AXBXC	0,001	1	0,001	0,228	Ö.D.

Azot miktarı üzerine yaş ve bakının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunurken yüksekliğin etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Yaş ve bakının karşılıklı etkileri, yaş ve yüksekliğin karşılıklı etkileri, bakı ve yüksekliğin karşılıklı etkileri ile yaş, bakı ve yüksekliğin üçlü etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Azot miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 118’de verilmiştir.

Tablo 118. Azot miktarı üzerine yaş, bakı ve yüksekliğin etkilerine ait Newman- Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Azot Değerleri (%)
Yaş: 70	0,77 a
Yaş: 40	0,53 b
Bakı: Kuzey	0,71 a
Bakı: Güney	0,59 b
Yükseklik: 1000-1500 m	0,68 a
Yükseklik: 1500-2000 m	0,62 b

Arazi yapısının azot miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 119’da verilmiştir.

Tablo 119. Arazi yapısının azot miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Toprak	0,61	4,26	*
Taş	0,80		

Arazi yapısının azot miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yetiştirme şeklinin azot miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t testi sonuçları Tablo 120’de verilmiştir.

Tablo 120. Yetiştirme şeklinin azot miktarı üzerine etkisine ait t testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önem Derecesi
Yapay	0,33	3,71	*
Doğal	0,43		

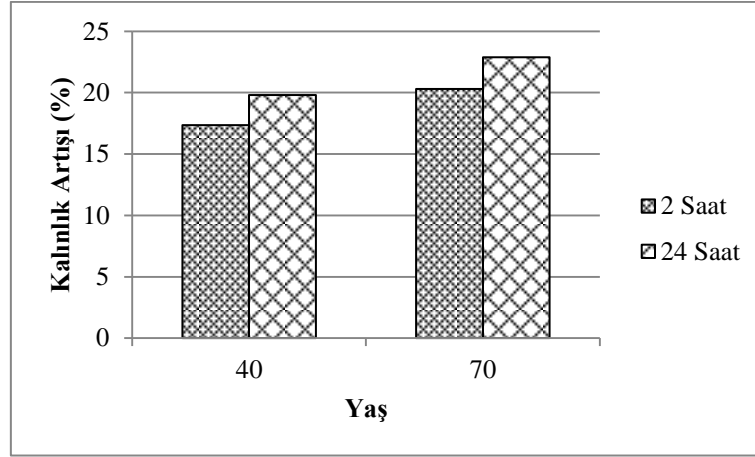
Yetiştirme şeklinin azot miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

4. TARTIŞMA

4.1. Hammadde Yaşının Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi

4.1.1. Hammadde Yaşının 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi

Üretilen deneme levhalarıyla yapılan kalınlık artışı testleri sonucunda hammadde yaşının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. 40 yaş grubunda olan hammaddelerden üretilen deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları, 70 yaş grubundaki hammaddelerden üretilen deneme levhalarından daha düşük çıkmıştır. Ağaç yaşı büyüdükçe kalınlık artışı oranında artış meydana geldiği gözlenmiştir. Hammadde ağaç yaşının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Hammadde yaşının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi

Konuyla ilgili daha önce yapılan bir çalışmada Kızılçam, Kanada kavağı ve Doğu kayını odunlarından elde edilen yongalar karıştırılarak yongalar levhalar üretilmiş ve 2 saatlik kalınlık artışı oranları tespit edilmiştir. Ulaşılan 2 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 5.06 ile % 25.13 arasındadır (Baharoğlu, 2010). Bu çalışmada elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranları ise % 16.32 ile % 23.22 arasında değişmektedir (Tablo 7). Bu sonuçlar literatür

bilgileri ile uyum göstermektedir. Hammadde ağaç yaşının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 12’de verilmiştir.

24 saatlik kalınlık artışı oranları incelendiğinde ise ortalama 24 saatlik kalınlık artışı oranlarının 70 yaş grubu için % 22.87, 40 yaş grubu için % 19.81 olduğu görülmektedir (Tablo 12). Literatür bilgilerinde ise, Sarıçam, Doğu kayını ve Titrek kavak odunlarından üretilen yongalevhaların 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 14.41 ile % 19.86 arasında tespit edilmiştir (Akyüz vd., 2010). Başka bir çalışmada ise 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 10.23 ile % 32.51 arasında bulunmuştur (Baharoğlu, 2010). Baharoğlu ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise, 24 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 17.43 ile % 25.58 arasında bulunmuştur. Görüldüğü gibi bu çalışmada bulunan değerler daha önceki çalışmalarda bulunan değer aralıkları içerisinde. Hammadde ağaç yaşının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 12’de verilmiştir.

Tablo 18 ve Tablo 23 incelendiğinde 70 yaşındaki ağaçların ortalama tam kuru yoğunluk değerleriyle (0.478 g/cm^3) ortalama hava kurusu yoğunluk değerlerinin (0.527 g/cm^3) 40 yaşındaki ağaçlarınkinden (0.404 g/cm^3 - 0.440 g/cm^3) fazla olduğu görülmektedir. 70 yaşındaki ağaçların yoğunluk değerlerinin fazla olması demek birim hacimde daha fazla odun maddesine sahip olduğunun göstergesidir. Yani birim hacimde su moleküllerinin bağlanabileceği daha fazla materyal vardır. Kalınlık artışının 70 yaşındaki ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarında daha fazla olmasının bir nedeni bu olabilir. Yoğunluğu düşük olan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhelerde hedeflenen yoğunluğa ulaşmak için daha fazla yonga adedi kullanılmak zorundadır. Böylece daha fazla yapışma yüzeyi elde edilmekte ve daha iyi yapışma meydana gelmektedir (Akbulut, 1995). Bunun sonucu olarak ta suyun levhaya difüzyonu zorlaşabilmektedir. 40 yaşındaki ladin ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranlarının düşük çıkmasının sebebi de bu olabilir.

Tablo 43’ten pH değerleri incelendiğinde 70 yaş grubundaki ağaçların pH değerinin 5.03 olduğu görülmektedir. Üre formaldehit ile üretilen yongalevhelerde kullanılan ağaçların uygun pH değerinin 4-5 arasında olması gerektiği literatür bilgilerinde mevcuttur. (Akbulut, 2005; Baharoğlu, 2010; Akyüz, 2010; Gündüz ve Masraf 2005). 70 yaşındaki ladin ağaçlarının pH değerinin üst sınırdaki ve hatta bir miktar geçiyor olması bu levha gruplarının üretimi sırasında sıcak prestren önce tutkalın ön sertleşmesinin meydana gelebileceği fikrini vermektedir. Bu durumda da üretilen levhalar da yapışma sorunu olabilir ve suyun levhalara girişi kolaylaşabilir. Bu durumda kalınlık artışı oranının fazla çıkmasının nedeni olabilir.

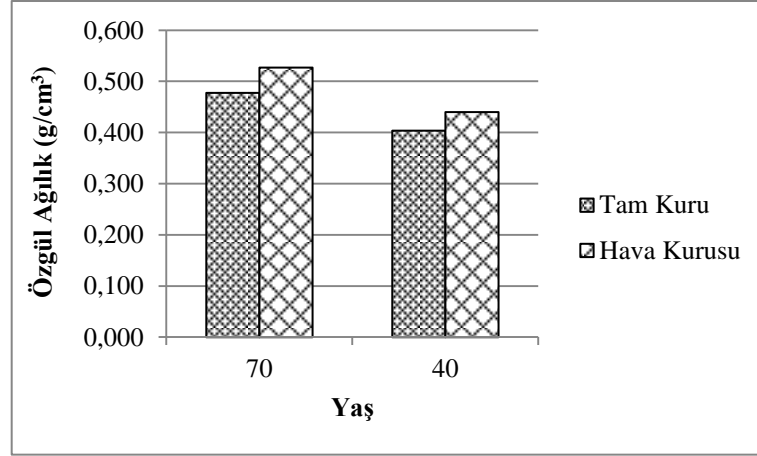
Tablo 68 ve Tablo 73 incelendiğinde 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının sırasıyla holoselüloz ve selüloz miktarlarının 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından fazla oldu görülmektedir. Su molekülleri bu odun bileşenlerinin üzerlerindeki serbest hidroksil gruplarına bağlanmaktadır. Dolayısıyla 70 yaş grubundaki levhaların kalınlık artışı oranlarının yüksek çıkmasının bir nedeni de daha fazla oranda holoselüloz ve selüloz bileşenlerine sahip olduklarından su moleküllerinin bağlanabileceği daha fazla serbest hidroksil grubu bulundurmaları olabilir.

Tablo 83 incelendiğinde ise 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarının (% 27.84), 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından (% 25.94) fazla olduğu görülecektir. Lignin fenolik bir bileşiktir ve hidrofobik bir maddedir (Bozkurt ve Erdin 2011). Dolayısıyla 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının kalınlık artışı oranlarının düşük çıkmasının sebebi yapılarında bulunan lignin miktarının fazla oluşundan olabilir.

Deneme levhalarının yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhaların ortalama pürüzlülük değeri, en büyük pürüzlülük değeri ve on nokta pürüzlülük değerlerinin 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhalardan daha yüksek çıktığı görülmektedir (Tablo 93, Tablo 98, Tablo 103). Bu demek oluyor ki 40 yaş grubu levhaların yüzeyleri daha sıkı, kompakt olduğundan suyun levhaya difüzyonu engellenmiş böylece kalınlık artışı oranı düşük çıkmış olabilir (Nemli vd., 2007a).

4.1.2. Hammadde Yaşının Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Deneme levhaların tam kuru ve hava kuru özgül ağırlıklarının ölçülmesi ve istatistiksel analizi sonucunda hammadde ağaç yaşının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlıkları 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır. Ağaç yaşının artmasıyla tam kuru ve hava kuru özgül ağırlıklarda artış meydana gelmiştir. Hammadde ağaç yaşının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Hammadde yaşının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık üzerine etkisi

Elde edilen değerler incelendiğinde tam kuru özgül ağırlık değerleri; 70 yaşındaki Doğu ladini örnekleri için ortalama 0.478 g/cm^3 , 40 yaşındaki Doğu ladini örnekleri için ise 0.404 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Öktem (1989) yaptığı bir çalışmada, Doğu ladini ağacının tam kuru özgül ağırlık değerlerini 0.300 g/cm^3 ile 0.590 g/cm^3 arasında bulmuştur. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre ise Doğu ladininin ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.410 g/cm^3 'tür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile literatür bilgilerinin uyumlu olduğu görülmektedir.

Hava kurusu özgül ağırlık değerleri ise 70 yaşındaki ağaçlarda 0.527 g/cm^3 olarak tespit edilirken, 40 yaşındaki ağaçlarda ise 0.440 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Literatür incelendiğinde yapılan çalışmalarda Doğu ladini için hava kurusu özgül ağırlık değerleri 0.331 g/cm^3 ile 0.619 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bulunan değerlerin önceki yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Ağaç yaşının artmasıyla birlikte özgül ağırlık değerlerinde artış meydana gelmesinin sebebi 40 yaşındaki ağaçlarda genç odun oranının tüm oduna oranla, 70 yaşındaki ağaçlara göre fazla olması olabilir. Çünkü, genç odun ağacın ilk yaşlarından başlayarak belli yaşlara kadar oluşturduğu hücreleri daha kısa, çeperleri daha ince, selüloz miktarı daha az ve yoğunluğu ergin oduna göre düşük olan odundur. Ergin odunun ise yoğunluğu genç oduna göre daha fazladır. *Pinus teada*'da genç odunun özgül ağırlığı 0.427 g/cm^3 iken ergin odunun özgül ağırlığı 0.489 g/cm^3 'tür. Genç odun çeper kalınlığı $3.88 \text{ }\mu\text{m}$ iken ergin odunda çeper kalınlığı $8.04 \text{ }\mu\text{m}$ 'dir (Bozkurt ve Erdin, 2011). Dolayısıyla 40 yaşındaki ağaçlarda yoğunluğu az olan genç odun bulunma oranı, 70 yaşındakilere göre daha fazla olacağından veya tersini düşünersek 70 yaşındaki ağaçlarda yoğunluğu daha fazla olan ergin odun daha fazla

bulunacağından ağaç yaşının artmasıyla özgül ağırlığı da artmış olabilir. Langum'a (2009) göre genç odun oluşumu yaklaşık olarak 5- 25 yaş aralığında oluşmakta ve ergin oduna göre daha düşük yoğunlukta olmaktadır.

Diğer bir sebepte yaşın ilerlemesiyle dar yıllık halkaların oluşmasıdır. İğne yapraklı ağaçlarda dar yıllık halkalarda yaz odunu katılım oranının artmasıyla daha ağır odun üretilmekte bundan ötürü de özgül ağırlıkta yaşın ilerlemesiyle birlikte artış meydana gelmektedir (Örs ve Keskin, 2001).

Tablo 48, Tablo 53, Tablo 58 ve Tablo 63 incelendiğinde 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının çözünürlük değerlerinin 40 yaşındakilerden yüksek olduğu görülmektedir. Yani 70 yaşındaki Doğu ladini örneklerinin ekstraktif madde miktarları 40 yaşındaki örneklerden daha fazladır. Ekstraktif maddeler öz odun oluşumu sırasında hücre çeperi ve lümenine yerleşerek yoğunluğu artırıcı yönde etki yapmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011). Bundan ötürüdür ki yaşın artmasıyla özgül ağırlık değerlerinde artış meydana gelebilir.

Tablo 68'e göre, 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 73.93 iken 40 yaşındakilerinin ise % 72.54'tür. Tablo 73 te ise 70 yaşındaki örneklerin selüloz oranlarının 40 yaşındakilerden fazla olduğu görülmektedir (% 48.70- % 46.16). Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere yaşın artışıyla hücre çeper maddesi miktarı artmakta ve bu da özgül ağırlık artışının sebeplerinden olabilmektedir. Karbon ve azot miktarlarına bakıldığında ise yine yaşın artışıyla birlikte bu maddelerin oranlarında da istatistiksel olarak anlamlı sayılan artışlar gözlenmektedir. Yine karbon ve azot miktarındaki artış daha fazla odun maddesi üretildiğinin göstergesi olmakta bu da özgül ağırlık artış sebeplerinden sayılabilmektedir (Tablo 113 ve Tablo 118).

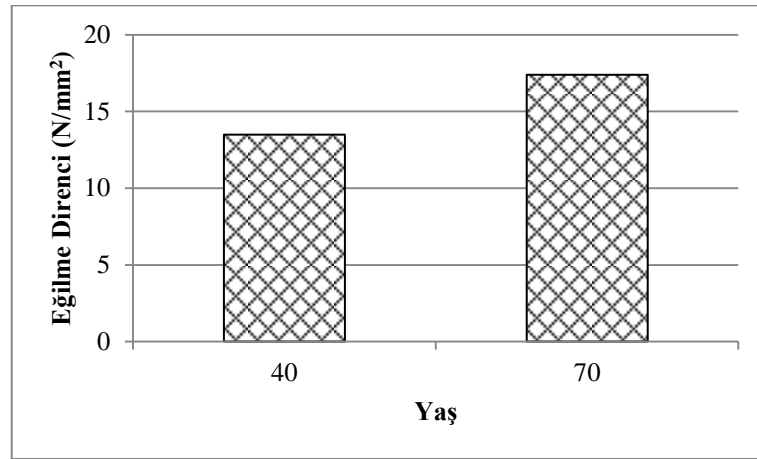
4.1.3. Hammadde Yaşının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi

4.1.3.1. Hammadde Yaşının Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüzeye Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi

Mekanik özellikleri tespit etmek için yapılan testler ve bu testlerden elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda hammadde ağaç yaşının eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme

direncinin, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinden fazla olduğu bulunmuştur.

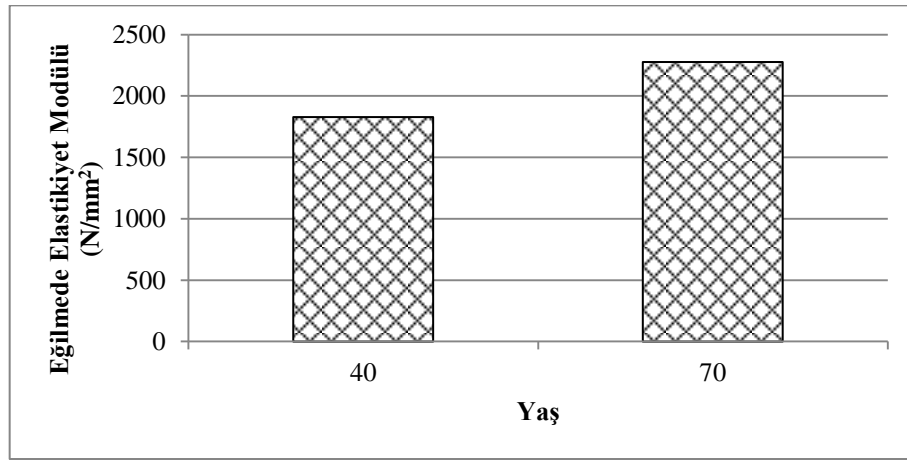
Tablo 28 incelendiğinde, 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarının ortalama eğilme direnci 17.38 N/mm^2 iken, 40 yaşındaki ağaçlardan üretilen deneme levhalarının ortalama eğilme direnci 13.48 N/mm^2 'dir. Muhçu ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada melez ağacından elde edilen yongalardan yongalevha üretmişler ve yapılan testler sonucunda eğilme direnci değerlerinin 10.30 N/mm^2 ile 14.38 N/mm^2 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Atar ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, kızılçam, kayın ve kavak yongalarından elde edilen yongalardan üretilen yongaların eğilme direnci değerleri ise 10.49 N/mm^2 ile 14.59 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise parafin kullanımının yongalevhanın teknolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve bulunan eğilme direnci değerleri 10.34 N/mm^2 ile 13.31 N/mm^2 arasında çıkmıştır (Baharoğlu vd.,2014). Nourbakhsh (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı tür kavak ağaçlarından yongalevhalar üretilmiş ve eğilme direnci değerleri ölçülmüştür. Varılan sonuçlara göre eğilme direnci değerleri 16.04 N/mm^2 ile 20.10 N/mm^2 arasında çıkmıştır. Hammadde ağaç yaşının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Hammadde yaşının eğilme direnci üzerine etkisi

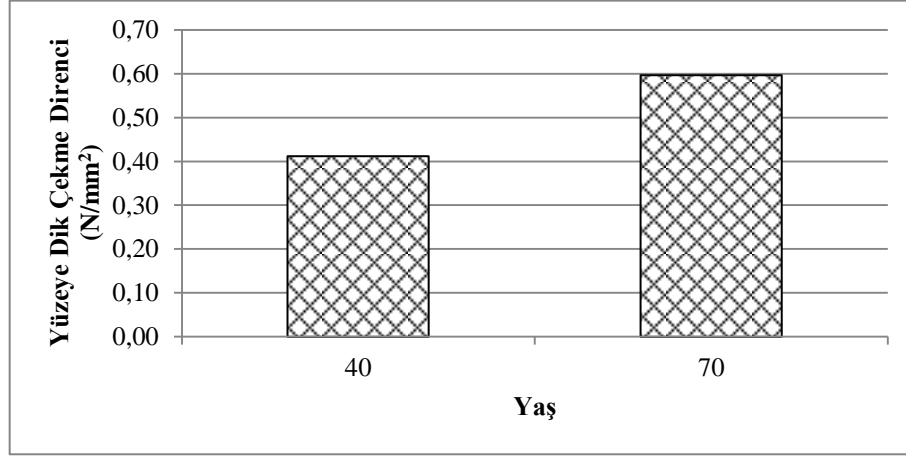
Eğilmede elastikiyet modülü değerleri ise; 70 yaş grubu ağaçlardan üretilen levhalar için 2278.56 N/mm^2 olarak bulunurken, 40 yaş grubu ağaçlardan üretilen levhalar için 1829.14 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Tablo 33). Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1447 N/mm^2 ile 1927 N/mm^2 arasındadır

(Muhçu vd., 2015). Başka bir çalışmada ise elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1746.40 N/mm^2 ile 2458.60 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Baharoğlu ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ise bulunan eğilme direnci değerleri 1414.10 N/mm^2 ile 1727.50 N/mm^2 arasındadır (Baharoğlu vd., 2014). Değişik türdeki kavak ağaçlarının yongalarından üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri ölçülmüş ve elde edilen değerler 1671 N/mm^2 ile 2173 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir (Nourbakhsh, 2010). Hammadde ağaç yaşının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15. Hammadde yaşının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi

Üretilen deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri ise; 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalar için 0.597 N/mm^2 olarak tespit edilmişken, 40 yaşındaki Doğu ladinlerinden üretilen yongalevhalar için 0.412 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Tablo 38). Literatür araştırması yapıldığında Avrupa melezi tomruğunun farklı yüksekliklerinden elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri 0.290 N/mm^2 - 0.450 N/mm^2 arasında bulunmuştur (Muhçu vd., 2015). Karışık yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri ise 0.230 N/mm^2 ile 0.560 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada ise yüzeye dik çekme direnci değerlerinin 0.213 N/mm^2 ile 0.409 N/mm^2 arasında olduğu ölçülmüştür (Baharoğlu vd., 2014). Nourbakhsh (2010) farklı tür kavak ağaçları üzerinde çalışma yapmış ve ürettiği deneme levhalarının yüzeye dik çekme dirençlerinin 0.860 N/mm^2 ile 1.053 N/mm^2 arasında olduğunu bulmuştur. Hammadde ağaç yaşının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. Hammadde yaşının yüze dik çekme direnci üzerine etkisi

Hammadde ağaç yaşının artmasıyla birlikte eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüze dik çekme direnci değerlerinde artış meydana gelmesinin başlıca sebeplerinden biri 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarında 70 yaşındakilere göre daha fazla oranda genç odun oluşu olabilir. Araştırmacılar genel olarak, genç odun oluşumunun 5- 25 yaşları arasında oluştuğunu söylemekte iken bazıları ortalama 20 yaşına kadar, bazıları ise 30 yaşına kadar genç odun oluşumunun devam ettiğini söylemektedirler (DiLucca, 1989; Kraemer, 1996). Bu bilgiler neticesinde 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarında daha fazla genç odun oranının bulunacağı kuvvetle muhtemeldir. Bozkurt ve Erdin (2011)'e göre, genç odunda yaz odunu tabakası daha az, çeperler daha ince, kristallik derecesi daha düşük, selüloz miktarı az, hemiselüloz miktarı fazla, direnç özellikleri daha düşüktür. Kennedy (1995) genç odunun ergin oduna göre mekanik özellikler bakımından daha zayıf olduğunu ve boyutsal stabilitesinin düşük olduğunu söylemektedir. Megraw'e (1986) göre de genç odunun mikrofibril açısı daha büyük ve lifleri daha kısadır. Ayrıca çam ve göknar türleri üzerinde yapılan araştırmalarda genç odunun mekanik dirençlerinin ergin oduna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Duouglas göknarı üzerinde yapılan bir çalışmada genç odun örneklerinin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin ergin oduna göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Hemlock ağaçlarında yapılan bir çalışmada ise, örneklerdeki genç odun oranının artışıyla birlikte eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir (Langum vd., 2009).

Yukarıdaki tüm literatür bilgilerinden de anlaşılacağı gibi, genç odun ergin oduna göre daha zayıf mekanik özelliklere sahiptir, direnci düşüktür ve dayanıksızdır. Dolayısıyla 40

yaşındaki ağaç örneklerinde de zayıf yapılı ve dirençsiz genç odun daha fazla oranda olacağından, elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci de düşük çıkmış olabilir. 70 yaşındaki ağaçlarda ise tam tersi 40 yaşına göre daha az oranda genç odun bulunurken daha kuvvetli yapıya sahip, direnç değerleri yüksek ergin odun oranı daha fazla olmaktadır. Dolayısıyla 70 yaşındaki ağaçlardan elde edilen yongalarda da daha fazla oranda ergin odun yongası bulunmakta ve üretilen deneme levhalarına direnç ve mukavemet sağlamaktadır. Bu sebeplerden ötürü de 70 yaşındaki ağaçlardan üretilen deneme levhalarının mekanik özellikleri daha iyi olmuş olabilir.

Tablo 68 incelendiğinde 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarının % 73.93 olduğu, 40 yaşındakilerin holoselüloz miktarının ise % 72.54 olduğu görülmektedir. Selüloz miktarları incelendiğinde ise yine 70 yaşında ki Doğu ladini ağaçlarının daha fazla selüloz ihtiva ettiği ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Tablo 73). Bu bileşiklerin levhaların mekanik özelliklerini iyileştirici etki yaptığı literatür bilgilerinde mevcuttur (Akbulut, 1995; Baharoğlu, 2010). Dolayısıyla ölçülen mekanik özelliklerin bu bileşiklerin oranlarındaki farktan olduğu söylenebilir.

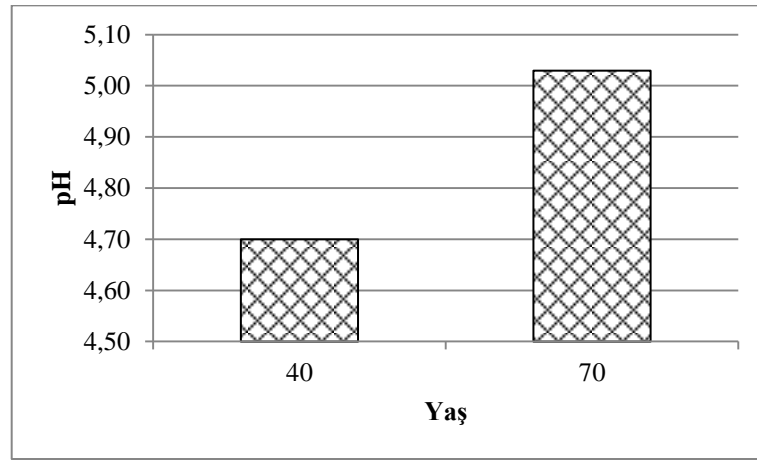
40 yaşındaki ağaçların hemiselüloz miktarı % 26.38 iken, 70 yaşındakilerin %25.23'tür (Tablo 78). Hemiselüloz amorf yapıda, düşük molekül ağırlıklı ve mekanik direnç değerlerini düşüren yapısal bir bileşiktir (Baharoğlu, 2010). Bu sebepten ötürü olabilir ki hemiselüloz miktarı fazla olan 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve iç yapışma direnci değerleri düşük çıkmıştır.

Tablo 88 incelendiğinde ise kül miktarlarının ağaç yaşıyla değiştiği ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. 70 yaşındaki ağaçların kül miktarı % 0*26 iken 40 yaşındakilerin % 0.38 olduğu görülmektedir. İnorganik maddeler (kül) hidorksil gruplarını azaltıcı etki yapığundan tutkal bağı sayısını da azaltmaktadır (Bardak, 2014). Bu sebepten dolayı da 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinde iyi bir yapışma olmamış ve mekanik direnç değerleri de düşmüş olabilir.

4.1.4. Hammadde Yaşının Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi

4.1.4.1 Hammadde Yaşının pH Üzerine Etkisi

Hammadde ağaç yaşının bu çalışmada kullanılan ağaçların pH değeri üzerine önemli etkisinin olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 5.03 olarak belirlenirken, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 4.70 olarak belirlenmiştir.



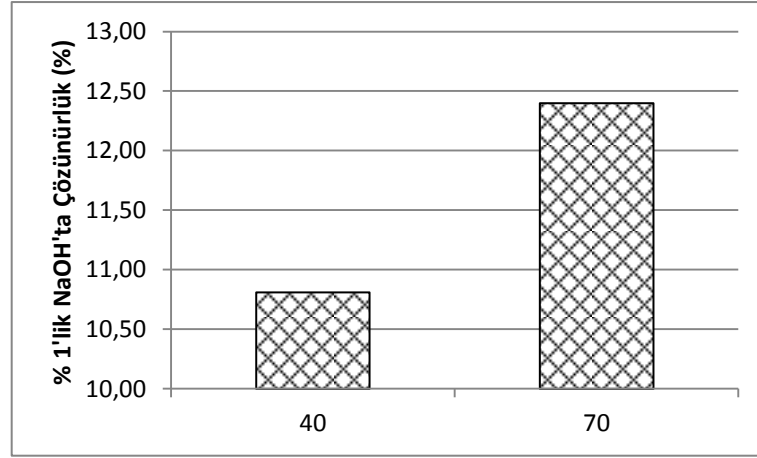
Şekil 17. Hammadde yaşının pH değeri üzerine etkisi

Yıldız ve Can (2012) tarafından Doğu ladini üzerinde yapılan bir çalışmada pH değeri 5.0 olarak belirlenmiştir. Hammadde ağaç yaşının pH değeri üzerine etkisi Şekil 17'de gösterilmiştir.

4.1.4.2. Hammadde Yaşının % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi

Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda hammadde ağaç yaşının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 40 yaşındaki ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 10.81 iken, 70 yaşındaki ağaçları % 12.40 olarak ölçülmüştür. Öktem (1989) değişik çaptaki Doğu ladinlerinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerlerini ölçmüş % 8.93 ile % 12.39 arasında değerler elde etmiştir.

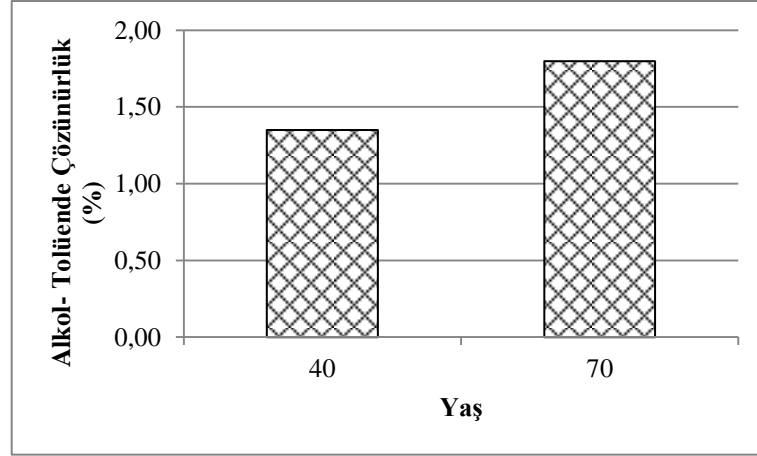
Hammadde ağaç yaşının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 18' de verilmiştir.



Şekil 18. Hammadde yaşının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.1.4.3. Hammadde Yaşının Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi

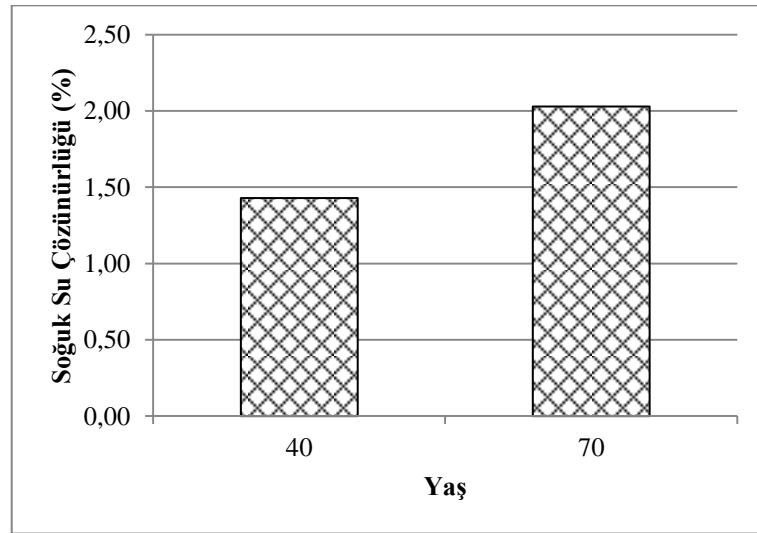
Yapılan çalışmaların istatistiksel analizi sonucunda hammadde ağaç yaşının alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi önemli çıkmıştır. 70 yaşındaki ağaçların alkol-tolüende çözünürlük değeri % 1.80 olarak bulunurken, 40 yaşındaki ağaçların alkol-tolüende çözünürlük değeri % 1.35 olarak bulunmuştur. Doğu ladini üzerine yapılan bir çalışmada alkol-tolüen değeri % 0.74 ile % 1.31 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Hammadde ağaç yaşının alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19. Hammadde ağaç yaşının alkol- toluende çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.1.4.4. Hammadde Yaşının Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalar sonucunda hammadde ağaç yaşının soğuk su çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. 70 yaşındaki ağaçların soğuk su çözünürlük değeri % 2.03 olarak bulunurken 40 yaşındaki ağaçların soğuk su çözünürlük değeri % 1.43 olarak bulunmuştur.

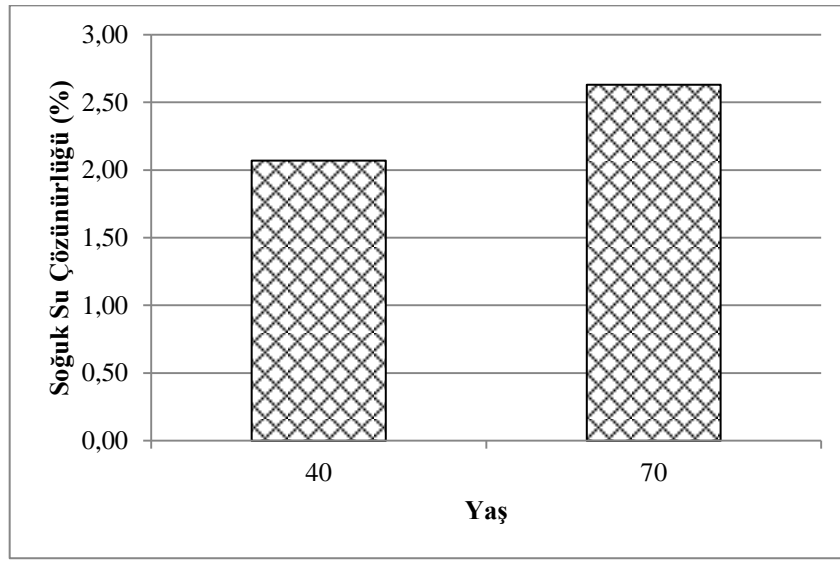


Şekil 20. Hammadde yaşının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi

As ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının soğuk su çözünürlük değeri % 2.61 olarak belirlenmiştir. Hammadde ağaç yaşının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 20'de verilmiştir.

4.1.4.5. Hammadde Yaşının Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

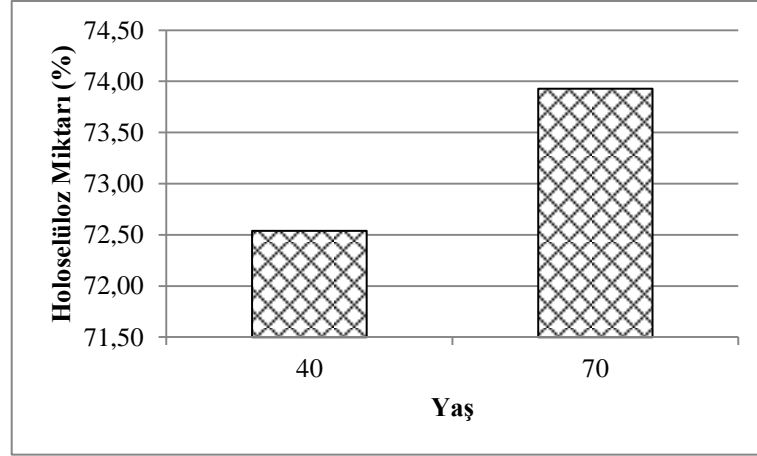
Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi neticesinde hammadde ağaç yaşının sıcak su çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 2.63 iken 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 2.07 olarak belirlenmiştir. Hafızoğlu ve Usta (2005) tarafından Doğu ladininin sıcak su çözünürlüğü % 2.30 olarak ölçülmüştür. Hammadde ağaç yaşının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Hammadde yaşının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

4.1.4.6. Hammadde Yaşının Holoselüloz Üzerine Etkisi

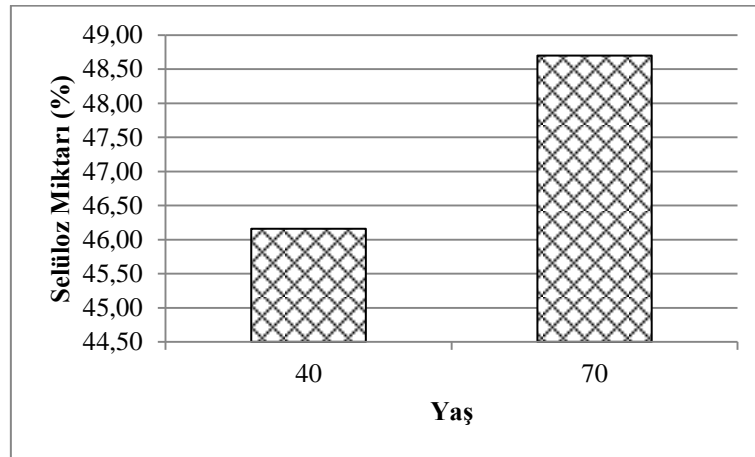
Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda hammadde ağaç yaşının holoselüloz miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 73.93 olarak ölçülmüşken, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 72.54 olarak ölçülmüştür. Doğu ladini üzerine yapılan bir çalışmada holoselüloz miktarı % 73.01 ile % 74.34 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Hammadde ağaç yaşının holoselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 22’de verilmiştir.



Şekil 22. Hammadde yaşının holoselüloz miktarı üzerine etkisi

4.1.4.7. Hammadde Yaşının Selüloz Üzerine Etkisi

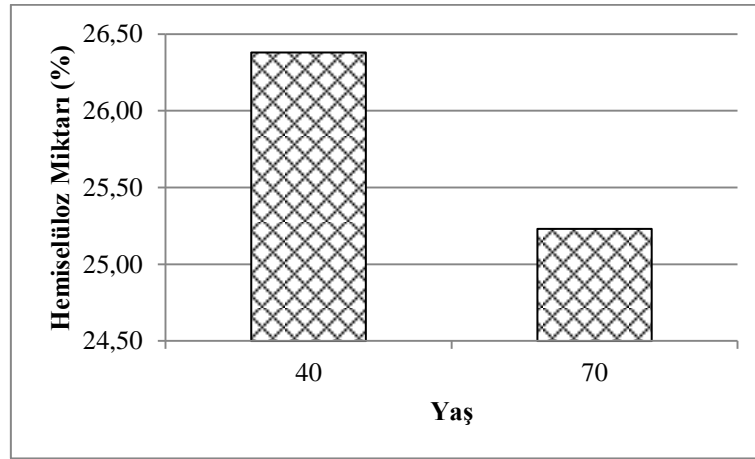
Hammadde ağaç yaşının selüloz miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 48.70 olarak belirlenirken, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 46.16 olarak belirlenmiştir. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre selüloz miktarı iğne yapraklı ağaçlarda, ağacın yaşına paralel olarak artmaktadır. Başka bir çalışmada ulaşılan selüloz miktarı % 40.31 ile % 47.66 arasındadır (Öktem, 1989). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyumludur. Hammadde ağaç yaşının selüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 23. Hammadde yaşının selüloz miktarı üzerine etkisi

4.1.4.8. Hammadde Yaşının Hemiselüloz Üzerine Etkisi

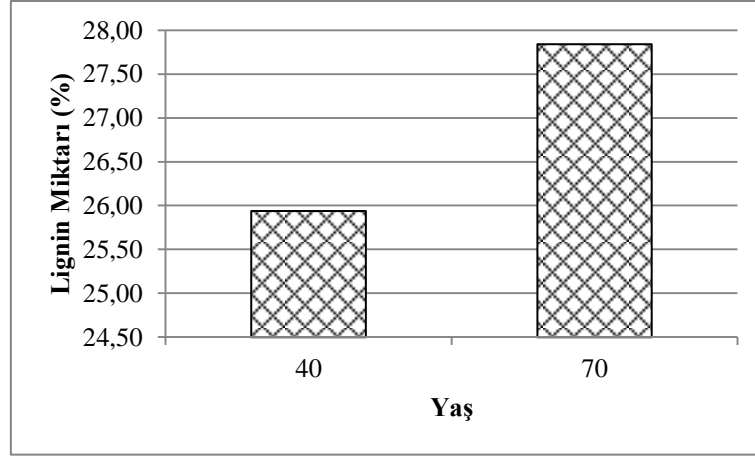
Yapılan çalışmalar sonucunda hammadde ağaç yaşının hemiselüloz miktarı üzerine etkisin anlamlı olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 25.23 iken 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 26.38 olarak tespit edilmiştir. Literatür bilgilerinde iğne yapraklı ağaçlarda ağaç yaşının ilerlemesiyle birlikte hemiselüloz miktarının da azaldığı belirtilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2001). Doğu ladini üzerine yapılan bir çalışmada ise hemiselüloz miktarı % 28.01 olarak belirlenmiştir (Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Hammadde ağaç yaşının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 24’te verilmiştir.



Şekil 24. Hammadde yaşının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi

4.1.4.9. Hammadde Yaşının Lignin Üzerine Etkisi

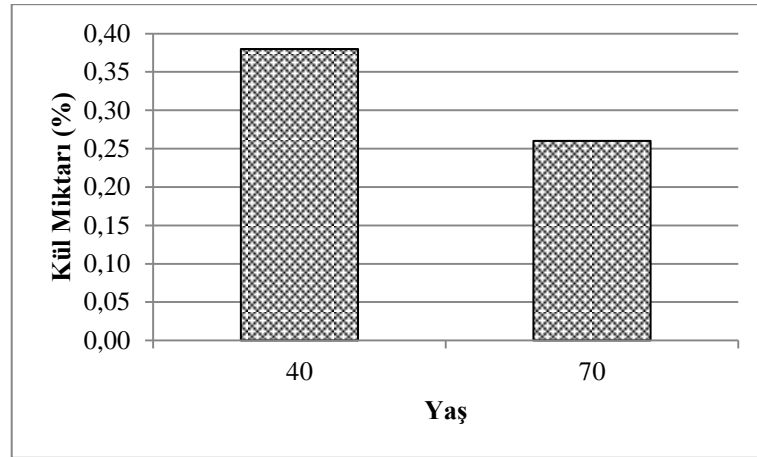
Yapılan çalışmalar sonucunda hammadde ağaç yaşının lignin miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı % 25.94 olarak belirlenirken 40 yaşındaki ağaçların lignin miktarı % 27. 84 olarak belirlenmiştir. As ve arkadaşları (2001) yaptıkları çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarını % 26.01 olarak tespit etmişlerdir. Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Hammadde ağaç yaşının lignin miktarı üzerine etkisi Şekil 25’te verilmiştir.



Şekil 25. Hammadde yaşının lignin miktarı üzerine etkisi

4.1.4.10. Hammadde Yaşının Kül Üzerine Etkisi

Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda hammadde ağaç yaşının kül miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 40 yaşındaki ağaçların kül miktarı % 0.38 iken, 70 yaşındaki ağaçları % 0.26 olarak ölçülmüştür. Değişik çaptaki Doğu ladini ağaçları üzerine yapılan bir çalışmada kül miktarı % 0.26 ile % 0.52 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen kül miktarı değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Hammadde ağaç yaşının kül miktarı üzerine etkisi Şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 26. Hammadde yaşının kül miktarı üzerine etkisi

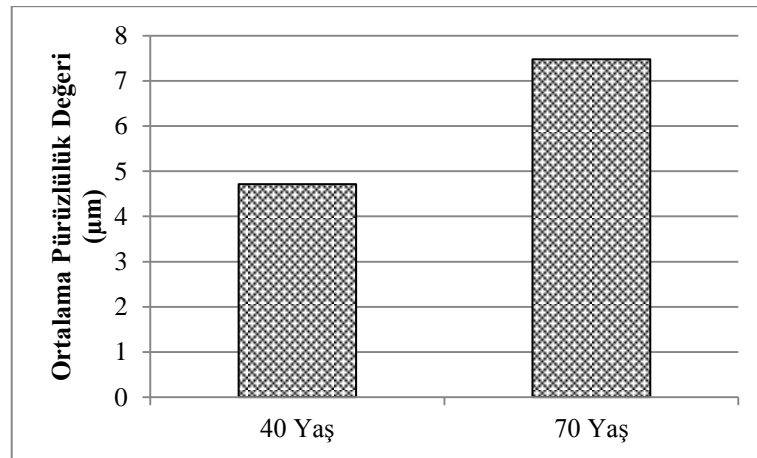
4.1.5. Hammadde Yaşının Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

4.1.5.1. Hammadde Yaşının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi

4.1.5.1.1. Hammadde Yaşının Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi

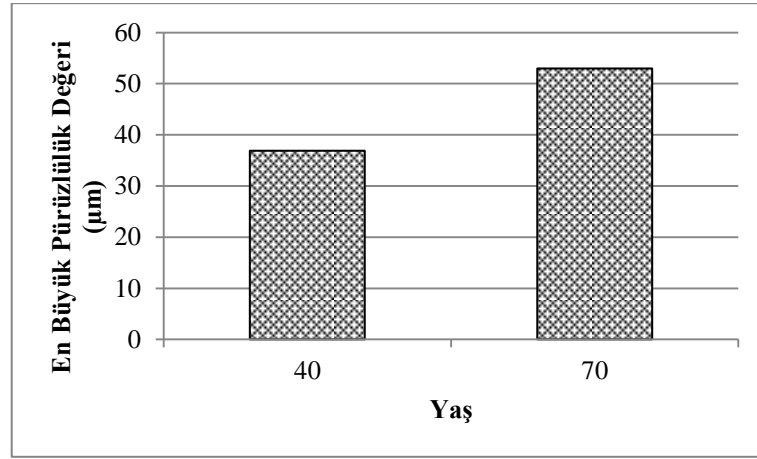
Üretilen deneme levhalarının yüzey pürüzlülüğü testleri sonucunda hammadde ağaç yaşının; ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. 40 yaş grubunda olan hammaddelerden üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz), 70 yaş grubundaki hammaddelerden üretilen deneme levhalarından daha düşük çıkmıştır. Ağaç yaşı büyüdükçe yüzey pürüzlülüğü değerlerinde artış meydana geldiği gözlenmiştir.

70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 7.47 μm olarak ölçülürken, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük (Ra) değeri 4.71 μm olarak ölçülmüştür. Nemli ve arkadaşları (2007) tarafından yapılan bir çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 7.62 μm ile 13.64 μm arasında ölçülmüştür. Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Hammadde ağaç yaşının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi Şekil 27’de verilmiştir.



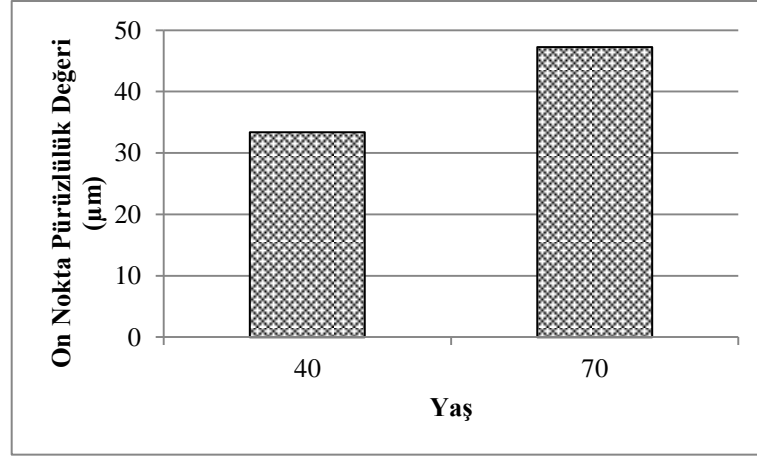
Şekil 27. Hammadde yaşının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi

70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 52.97 μm olarak ölçülürken, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük (Ry) değeri 36.89 μm olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 30.08 μm ile 83.83 μm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Hammadde ağaç yaşının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi Şekil 28’de verilmiştir.



Şekil 28. Hammadde yaşının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi

70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 47.29 μm olarak ölçülürken, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük (Rz) değeri 33.38 μm olarak ölçülmüştür. Bu konuda yapılan bir çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 28.75 μm ile 74.56 μm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Hammadde ağaç yaşının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi Şekil 29’da verilmiştir.



Şekil 29. Hammadde yaşının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi

Tablo 18 ve Tablo 23 incelendiğinde 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleriyle (0.478 g/cm³) ortalama hava kurusu yoğunluk değerlerinin (0.527 g/cm³) 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarınınkinden (0.404 g/cm³- 0.440 g/cm³) fazla olduğu görülmektedir. 40 yaşındaki ağaçların yoğunluğu daha az olduğu sıcak presleme sırasında daha iyi sıkışmış buda daha düzgün yani daha az pürüzlü yüzeylerin oluşmasına sebep olmuş olabilir.

Daha fazla ekstraktif madde ihtiva eden ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarında sıcak presleme sırasında levha yüzeylerinde kabarmalar meydana gelebilmektedir (Akbulut 1995). Tablo 48, 53,58,63 incelendiğinde 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının, 40 yaşındaki ağaçlara göre daha fazla ekstraktif madde ihtiva ettiği görülmektedir. Bu sebepten dolayı da 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzey pürüzlülük değeri 40 yaşındakilerden daha fazla çıkmış olabilir.

4.1.6. Hammadde Yaşının Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi

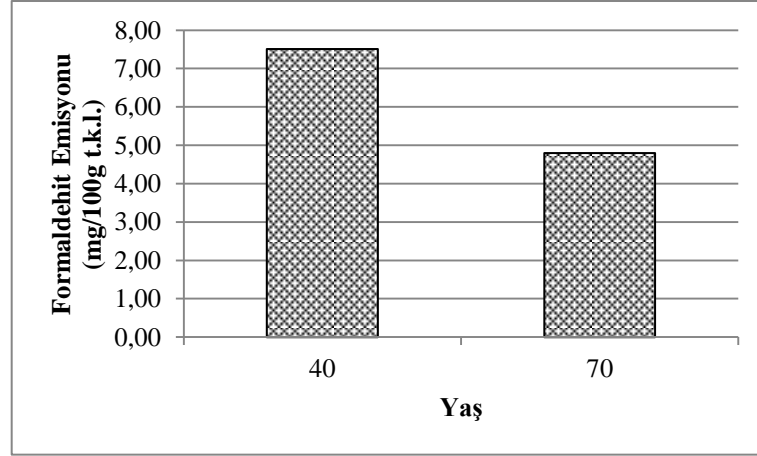
Yapılan formaldehit emisyonu testleri neticesinde elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda hammadde ağaç yaşının formaldehit emisyonu üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 40 yaşındaki ağaçların formaldehit emisyonu 7.51 (mg/100g t.k.l.) iken, 70 yaşındaki ağaçları 4.80 (mg/100g t.k.l.) olarak ölçülmüştür. Sarı ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada çam, kayın ve kavak ağaçlarının yongalarından üretilen

yongalevhaların formaldehit emisyonu ölçülmüş ve elde edilen değerler 5.03 (mg/100g t.k.l.) ile 7.84 (mg/100g t.k.l.) arasında çıkmıştır. Bu çalışmada elde edilen formaldehit emisyonu değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Hammadde ağaç yaşının formaldehit emisyonu üzerine etkisi Şekil 30'da verilmiştir.

Tablo 93, 98, 103 incelendiğinde 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülük değerlerinden fazla oldu görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerleri az olan örneklerin yüzeyleri daha sıkı ve daha az geçirgendir, sıcak presleme sırasında formaldehit çıkışı yüzeyi pürüzlü olanlara göre daha azdır ve sıcak presleme sırasında levhadan daha az formaldehit çıkar. Levha içinde kalan formaldehitte üretim sonrasında salınmaya devam eder (Sarı vd., 2010). Dolayısıyla elde edilen formaldehit emisyonu değerlerinin bir sebebi bu olabilir.

Tablo 18 ve Tablo 23 incelendiğinde 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleriyle ortalama hava kurusu yoğunluk değerlerinin 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarınınkinden az olduğu görülmektedir. Yoğunluğu fazla olan yongalar sıcak presleme sırasında iyi sıkışmaz sıkı ve düzgün yüzeyler oluşmaz, sıcak presleme sırasında da formaldehit bu pürüzlü ve boşluklu yüzeylerden çıkar. Bundan ötürü de yoğunluğu fazla olan 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyon değeri 40 yaşındakilerden az olabilir.

Soğuk suda ve sıcak suda çözünen ekstraktifler formaldehiti bağlar (Akbulut 1995). Tablo 58 ve Tablo 63 incelendiğinde soğuk su ve sıcak su çözünürlük değerlerinin 70 yaşındaki doğu ladini örneklerinde daha fazla olduğu görülecektir. Bundan ötürü de bu levhaların formaldehit emisyonu değeri 40 grubundan daha az çıkmış olabilir.

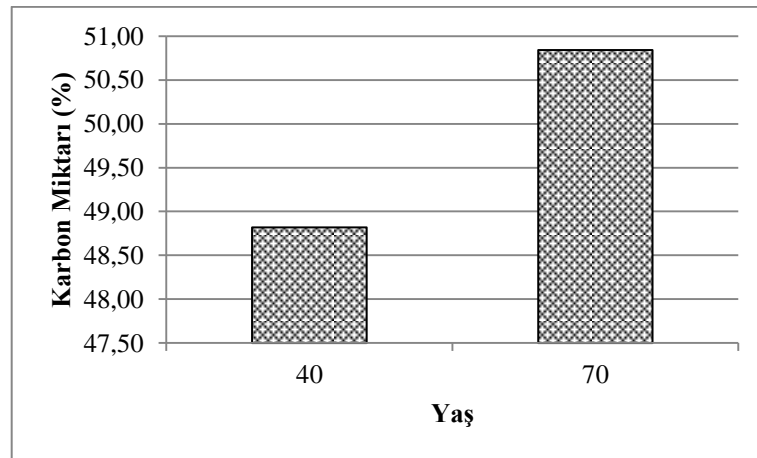


Şekil 30. Hammadde yaşının formaldehit emisyonu üzerine etkisi

4.1.7. Hammadde Yaşının Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi

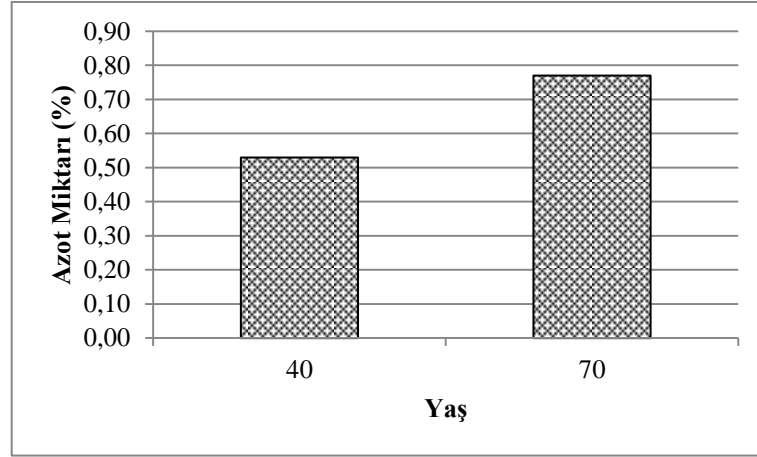
Hammadde ağaç yaşının karbon ve azot miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. Ağaç yaşının artmasıyla birlikte hem karbon miktarında hem azot miktarında artış gözlenmiştir.

70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 50.84 olarak tespit edilirken, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 48.82 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının karbon miktarının % 50.00 olarak ölçüldüğü görülmektedir (Bozkurt ve Erdin 2011). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Hammadde ağaç yaşının karbon miktarı üzerine etkisi Şekil 31’de verilmiştir.



Şekil 31. Hammadde yaşının karbon miktarı üzerine etkisi

70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.77 olarak tespit edilirken, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.53 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının azot miktarının bir kaynakta % 0.2 diğer bir kaynakta ise % 0.94 olarak ölçüldüğü görülmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Hammadde ağaç yaşının azot miktarı üzerine etkisi Şekil 32’de verilmiştir.

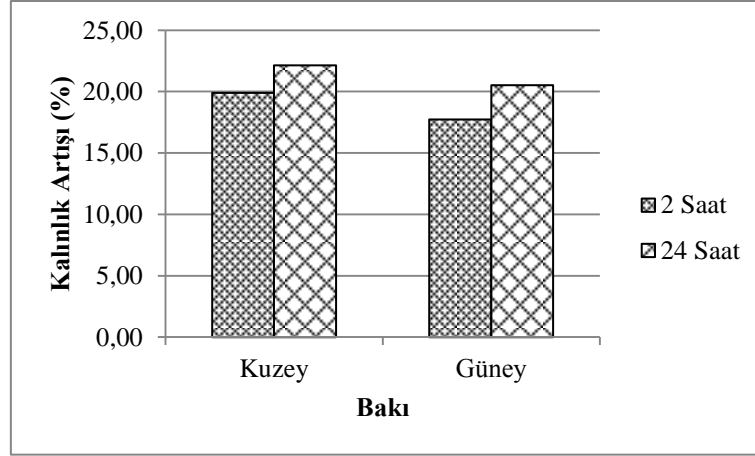


Şekil 32. Hammadde yaşının azot miktarı üzerine etkisi

4.2. Bakının Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi

4.2.1. Bakının 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi

Bu çalışmada üretilen yongalevha örneklerine bakının etkisini araştırmak için yapılan kalınlık artışı testleri sonucunda bakının, 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Kuzey bakıdan alınan Doğu Ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarından daha yüksek çıkmıştır. Bakının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi Şekil 33’te verilmiştir.



Şekil 33. Bakının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi

Baharoğlu (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Kızılçam, Kanada kavağı ve Doğu kayını odunlarından elde edilen yongalar karıştırılarak yongalar levhalar üretilmiş ve 2 saatlik kalınlık artışı oranları tespit edilmiştir. Elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 5.06 ile % 25.13 arasındadır. Bu çalışmada elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranları ise kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalevhalar için % 19.91, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalevhalar için ise % 17.75'tir (Tablo 7). Bu sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Bakının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 33'te verilmiştir.

24 saatlik kalınlık artışı oranları incelendiğinde kuzey bakıdan alınan ağaçlardan üretilen yongalevhalar için % 22.15, güney bakıdan alınan ağaçlardan üretilen yongalevhalar için % 20.53 olduğu görülmektedir (Tablo 12). Akyüz ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan bir çalışmada; Sarıçam, Doğu kayını ve Titrek kavak odunlarından üretilen yongalevhaların 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 14.41 ile % 19.86 arasında bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 10.23 ile % 32.51 arasında bulunmuştur (Baharoglu, 2010). Baharoğlu ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise, 24 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 17.43 ile % 25.58 arasında bulunmuştur. Görüldüğü gibi bu çalışmada elde edilen değerler literatür ile uyum içerisindedir. Bakının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 33'te verilmiştir.

Kuzey bakıdan alınan ağaçların tam kuru yoğunluk değerleriyle (0.460 g/cm^3) hava kurusu yoğunluk değerlerinin (0.508 g/cm^3), güney bakıdan alınan ağaçlarınkinden (0.422 g/cm^3 - 0.459 g/cm^3) fazla olduğu görülmektedir (Tablo 18, Tablo 23). Kuzey bakıdan alınan ağaçların yoğunluk değerlerinin fazla olması demek birim hacimde daha fazla odun

maddesine sahip olduğunun göstergesidir. Yani birim hacimde su moleküllerinin bağlanabileceği daha fazla materyal vardır. Kalınlık artışının kuzey bakıdan alınan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarında daha fazla olmasının bir nedeni bu olabilir. Güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının yoğunluğu düşük olduğundan bu ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhelerde hedeflenen yoğunluğa ulaşmak için daha fazla yonga adedi kullanılmak zorundadır. Böylece daha fazla yapışma yüzeyi elde edilmekte ve daha iyi yapışma meydana gelmektedir (Akbulut, 1995). Bunun sonucu olarak ta suyun levhaya difüzyonu zorlaşmaktadır. Güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhelerin kalınlık artışı oranlarının düşük çıkmasının sebebi de bu olabilir.

Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının sırasıyla holoselüloz, selüloz ve hemiselüloz miktarları, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından fazladır (Tablo 68, Tablo 73 ve Tablo 78). Su molekülleri bu odun bileşenlerinin üzerlerindeki serbest hidroksil gruplarına bağlandığından kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhaların kalınlık artışı oranlarının yüksek çıkmasının sebebi olabilir.

Tablo 83 incelendiğinde güney bakıdan alınan ağaçların lignin miktarının kuzey bakıdan alınan ağaçlardan daha fazla olduğu görülecektir. Lignin oranının fazla olması güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerine hidrofobik bir yapı kazandırmış ve kalınlık artışı oranı düşük çıkmış olabilir.

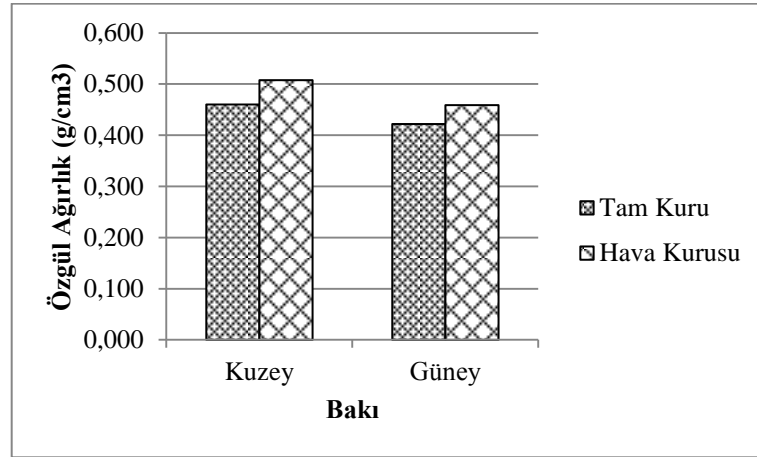
Tablo 88 incelendiğinde ise kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının kül miktarının güney bakıdan alınanlardan daha fazla olduğu görülmektedir. Grigoriou (2003) tarafından yapılan çalışmaya göre kül miktarındaki artış levhanın yapışma özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Bundan ötürü kuzey bakıdan alınan ağaçlardan üretilen yongalevhelerde yapışma olumsuz etkileneceğinden suyun levhaya difüzyonu kolaylaşmış ve kalınlık artışı oranı artmış olabilir.

Deneme levhalarının yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhaların ortalama pürüzlülük değeri, en büyük pürüzlülük değeri ve on nokta pürüzlülük değerlerinin, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhalardan daha yüksek çıktığı görülmektedir (Tablo 93, Tablo 98, Tablo 103). Bu demek oluyor ki güney bakıdan alınan ağaçlardan üretilen levhaların yüzeyleri daha sıkı, kompakt olduğundan suyun levhaya difüzyonu engellenmiş böylece kalınlık artışı oranı düşük çıkmış olabilir (Nemli vd., 2007a).

4.2.2. Bakının Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Bu çalışmada üretilen yongalevhaların tam kuru ve hava kuru özgül ağırlıklarının ölçülmesi ve istatistiksel analizi sonucunda bakının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlıklarının güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Bakının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 34'te verilmiştir.

Tespit edilen tam kuru özgül ağırlık değerleri; kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçları için 0.460 g/cm^3 , güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçları için ise 0.422 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre Doğu ladininin ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.410 g/cm^3 'tür. Bir çalışmada Doğu ladini ağacının tam kuru özgül ağırlık değerleri 0.300 g/cm^3 ile 0.590 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile literatür bilgilerinin uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 34. Bakının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi

Levha örneklerinin hava kuru özgül ağırlık değerleri ise kuzey bakıdan alınan ağaçlarda 0.508 g/cm^3 olarak tespit edilirken, güney bakıdan alınan ağaçlarda 0.459 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda Doğu ladini için hava kuru özgül ağırlık değerleri 0.331 g/cm^3 ile 0.619 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bulunan değerlerin önceki yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Doğu Karadeniz bölgesinde dağlar denize paralel uzamaktadır. Bundan dolayı Doğu Karadeniz'de uzanan silsile esasta kuzey ve güney bakılarını ortaya koyar. Doğu ladini için

Karadeniz'e bakan kuzey yamaçlar yayılışta esas kabul edilmektedir. Çünkü esas olan kuzeyden, Karadeniz'den gelen yağışların tutulmasıdır. Kuzeye bakan yamaçlarda genelde iyi vasıflı meşcerelerin olması, buralarda yeteri kadar rutubetin mevcudiyetiyle açıklanabilir. Doğu ladininin iyi gelişmesi için yüksek rutubete ihtiyacı olduğu bundan dolayı da yağmur ve sisin fazlaca görüldüğü kuzeye bakan yamaçlarda iyi gelişme gösterdiği ifade edilmektedir. (Akgül, 1989). Saatçioğlu'na (1976) göre, Doğu ladini yağışça zengin kuzey mntıklardan hoşlanmaktadır, güneye bakan nispeten kurak kısımlarda ise daha az yayılışa sahiptir. Özgül ağırlık artışına sebep olan yıllık halka içindeki yaz odunu miktarının artışıdır (Bozkurt ve erdin 2011). Vejetasyon mevsimi içerisinde yaz odununun oluştuğu dönemlerde kuzey bakılarda yeterli miktarda yağış ve rutubet bulunduğundan yaz odunu teşekkülü fazla, güney bakılarda ise yeterli miktarda yağış ve rutubet olmadığından yaz odunu teşekkülü daha az olabilir. Bundan ötürü de yıllık halka içerisinde daha fazla yaz odunu bulduran kuzey bakılardaki Doğu ladini ağaçlarının özgül ağırlığı, güney bakılara nazaran daha fazla olabilir.

Daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen bilgilere göre de ladin ağacında özgül ağırlık güneyden kuzeye doğru gidildikçe artmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011). Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen verilerle daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen veriler uyum göstermektedir.

Tablo 48, Tablo 53, Tablo 58 ve Tablo 63 incelendiğinde kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının çözünürlük değerlerinin güney bakıdan alınanlardan yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla kuzey bakıdan alınan Doğu ladini örneklerinin ekstraktif madde miktarları güney bakıdan alınanlardan daha fazladır. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre, ekstraktif maddeler öz odun oluşumu sırasında hücre çeperi ve lümenine yerleşerek yoğunluğu artırıcı yönde etki yapmaktadır. Kuzey bakıdan alınan ağaçların özgül ağırlık değerlerinin fazla oluşunun bir sebebi de bu olabilir.

Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 73.87 iken güney bakıdan alınanların % 72.60'tır (Tablo 68). Tablo 73 te ise kuzey bakıdan alınan ağaçların selüloz oranlarının % 47.92, güney bakıdan alınanların selüloz oranlarının % 46.94 olduğu görülmektedir. Bu değerlerden de anlaşıldığı gibi kuzey bakıdaki ağaçlarda hücre çeper maddesi miktarı artmakta ve bu da özgül ağırlık artışının sebeplerinden olabilmektedir.

Karbon ve azot miktarlarına bakıldığında, kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarının, güney bakıdan alınan ağaçlardan fazla olduğu görülmektedir (Tablo 113 ve Tablo 118). Bu verilerden, kuzey bakılarda daha fazla hücre çeper maddesinin üretildiği anlaşılmaktadır. Birim hacimde hücre çeper maddesi fazla olan odun, diğer oduna

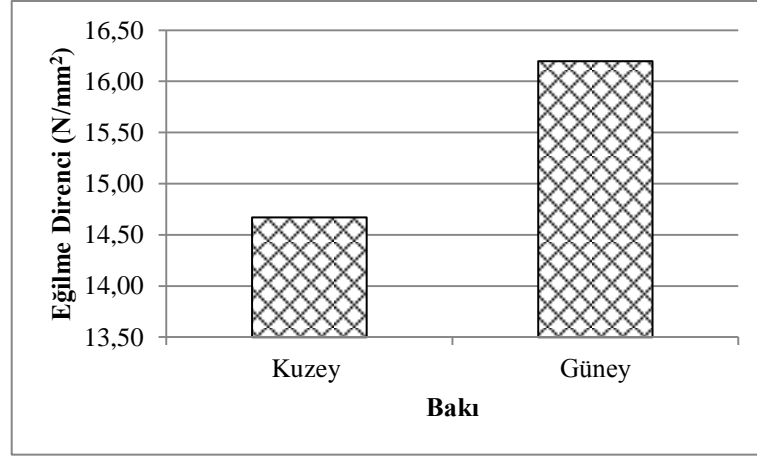
göre daha ağır olacağından, bu durum kuzey bakıdan alınan ağaçların özgül ağırlık artış sebebi olabilir.

4.2.3. Bakının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi

4.2.3.1. Bakının Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüzeye Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi

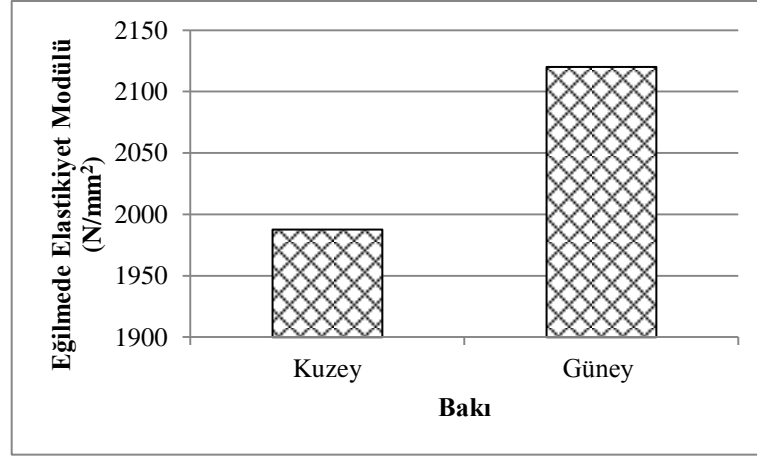
Yapılan testler ve bu testlerden elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda bakının eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direncinin, kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinden fazla olduğu tespit edilmiştir.

Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin ortalama eğilme direnci 14.67 N/mm^2 iken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin ortalama eğilme direnci 16.20 N/mm^2 'dir (Tablo 28). Atar ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, kızılçam, kayın ve kavak yongalarından elde edilen yongalardan üretilen yongaların eğilme direnci değerleri ise 10.49 N/mm^2 ile 14.59 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir. Muhçu ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada melez ağacından elde edilen yongalardan yongalevha üretmişler ve yapılan testler sonucunda eğilme direnci değerlerinin 10.30 N/mm^2 ile 14.38 N/mm^2 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada ise parafin kullanımının yongalevhanın teknolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve bulunan eğilme direnci değerleri 10.34 N/mm^2 ile 13.31 N/mm^2 arasında çıkmıştır (Baharoğlu vd.,2014). Nourbakhsh (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı tür kavak ağaçlarından yongalevhalar üretilmiş ve eğilme direnci değerleri ölçülmüştür. Varılan sonuçlara göre eğilme direnci değerleri 16.04 N/mm^2 ile 20.10 N/mm^2 arasında çıkmıştır. Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bakının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 35'te verilmiştir.



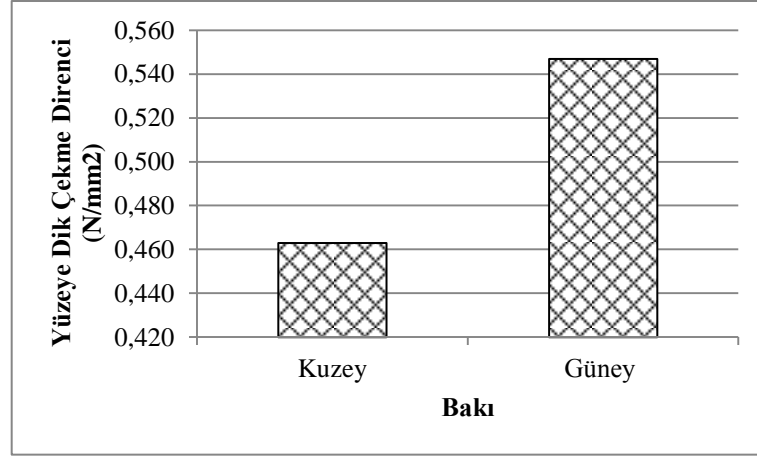
Şekil 35. Bakının eğilme direnci üzerine etkisi

Eğilmede elastikiyet modülü değerleri ise; kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 1987.62 N/mm^2 iken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 2120.09 N/mm^2 'dir (Tablo 33). Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1447 N/mm^2 ile 1927 N/mm^2 arasındadır (Muhçu vd., 2015). Başka bir çalışmada ise elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1746.40 N/mm^2 ile 2458.60 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Baharoğlu ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ise bulunan eğilme direnci değerleri 1414.10 N/mm^2 ile 1727.50 N/mm^2 arasındadır. Değişik türdeki kavak ağaçlarının yongalarından üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri ölçülmüş ve elde edilen değerler 1671 N/mm^2 ile 2173 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir (Nourbakhsh 2010). Bu çalışmada ulaşılan sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bakının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 36'da verilmiştir.



Şekil 36. Bakının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi

Bu çalışmada üretilen yongalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri ise; kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 0.463 N/mm^2 iken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 0.547 N/mm^2 'dir (Tablo 38). Literatür araştırması yapıldığında Muhçu vd., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, Avrupa melezi tomruğunun farklı yüksekliklerinden elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri 0.290 N/mm^2 - 0.450 N/mm^2 arasında bulunmuştur. Karışık yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri ise 0.230 N/mm^2 ile 0.560 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada ise yüzeye dik çekme direnci değerlerinin 0.213 N/mm^2 ile 0.409 N/mm^2 arasında olduğu ölçülmüştür (Baharoğlu vd., 2014). Nourbakhsh (2010) farklı tür kavak ağaçları üzerinde çalışma yapmış ve ürettiği deneme levhalarının yüzeye dik çekme dirençlerinin 0.860 N/mm^2 ile 1.053 N/mm^2 arasında olduğunu bulmuştur. Bakının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 37'de verilmiştir.



Şekil 37. Bakının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Yongalevha üretiminde, hedeflenen özgül ağırlık değerine ulaşmak için özgül ağırlığı düşük olan ağaçlardan elde edilen yongalardan daha fazla adette kullanılmak zorunluluğu vardır. Daha fazla adette yonga kullanılıncı da daha fazla yapışma yüzeyi elde edilir ve daha fazla tutkal bağı oluşur. Dolayısıyla üretilen yongalevhelerde daha iyi yapışma elde edilir ve mekanik özelliklerde iyileşmeler görülür (Akbulut, 1995; Baharoğlu, 2010). Bu çalışmada da üretilen yongalevha örneklerinde; güney bakıdan alınan ağaçların özgül ağırlığı, kuzey bakıdan alınan ağaçlardan daha az olduğundan güney bakıdan alınan ağaçlardan üretilen deneme levhalarında kuzey bakıdan alınan ağaçlara nazaran daha fazla miktarda yonga kullanılmıştır. Bundan ötürü de güney bakıdan alınan ağaçlardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri daha yüksek çıkmış olabilir.

Tablo 48 ve Tablo 53 incelendiğinde kuzey bakıdan alınan ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri ve alkol- tolüende çözünürlük değerlerinin güney bakıdan alınan ağaçlardan fazla olduğu görülmektedir. Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz etkilemektedir (Baharoğlu 2010). Bundan ötürü de kuzey bakıdan alınan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri daha kötü çıkmış olabilir.

Tablo 58 ve Tablo 63 incelendiğinde kuzey bakıdan alınan ağaçların soğuk su çözünürlüğü ve sıcak su çözünürlüğünün güney bakıdan alınan ağaçlardan fazla olduğu görülmektedir. Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktifler sıcak pres sırasında uçtuğu için hava kabarcıkları oluşturmakta ve tutkal bağlarını zayıflatmaktadır (Baharoğlu, 2010). Bu sebepten dolayı da kuzey bakıdan alınan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri daha kötü çıkmış olabilir.

Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından daha fazladır (Tablo 78). Hemiselüloz amorf yapıda, düşük molekül ağırlıklı ve mekanik direnç değerleri düşüren bir bileşiktir (Baharoğlu, 2010). Bu sebepten hemiselüloz miktarı fazla olan kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve iç yapışma direnci değerleri düşük çıkmış olabilir.

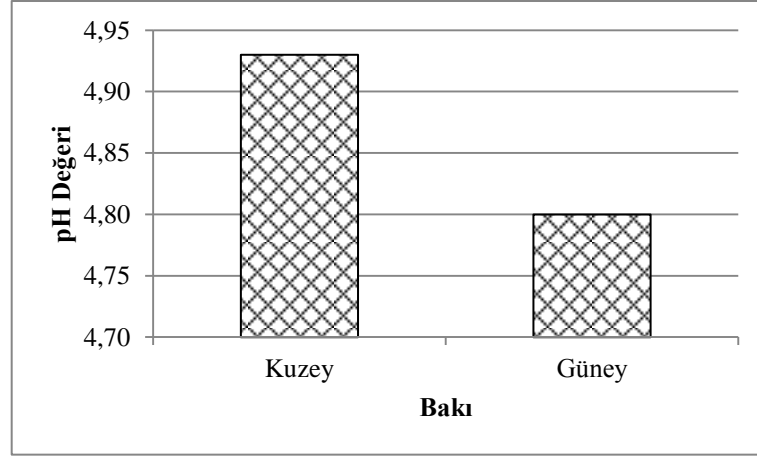
Lignin sıcak presleme sırasında elastikleşmekte, soğuduğunda ise plastikleşerek doğal tutkal özelliği göstermektedir. Güney bakıdan alınan ağaçların lignin miktarının kuzey bakıdan alınarlardan daha fazla olduğu Tablo 83 incelendiğinde anlaşılacaktır. Dolayısıyla da güney bakıdan alınan ağaçlardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri daha yüksek çıkmış olabilir.

Tablo 88 incelendiğinde ise kuzey bakıdan alınan ağaçların kül miktarının, güney bakıdan alınan ağaçlardan fazla olduğu ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. İnorganik maddeler (kül) hidorksil gruplarını azaltıcı etki yapığundan tutkal bağı sayısını da azaltmaktadır (Bardak, 2014). Bu sebepten dolayı da kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinde iyi bir yapışma olmamış ve mekanik direnç değerleri de düşmüş olabilir.

4.2.4. Bakının Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi

4.2.4.1. Bakının pH Üzerine Etkisi

Bu çalışmada kullanılan ağaçların pH değeri üzerine bakının etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 4.93 olarak belirlenirken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 4.80 olarak belirlenmiştir.

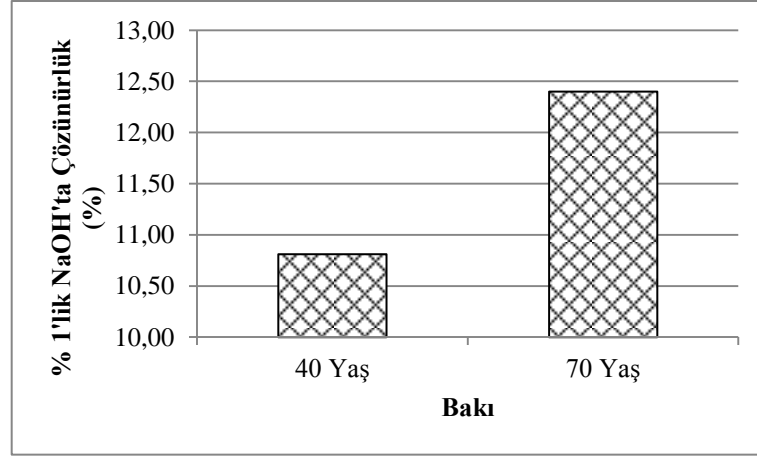


Şekil 38. Bakının pH değeri üzerine etkisi

Yıldız ve Can (2012) tarafından Doğu ladini üzerinde yapılan bir çalışmada pH değeri 5.0 olarak belirlenmiştir. Hammadde ağaç yaşının pH değeri üzerine etkisi Şekil 38'de gösterilmiştir.

4.2.4.2. Bakının % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi

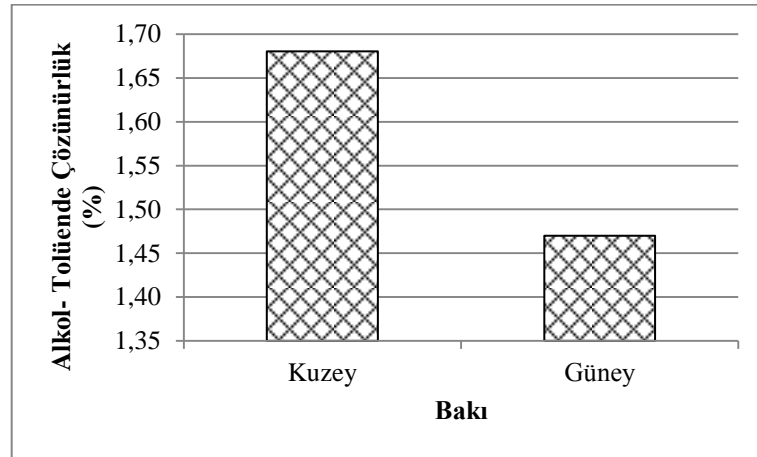
Bu çalışmada elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda bakının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 11.90 iken, güney bakıdan alınan ağaçlarınki % 11.31 olarak ölçülmüştür. Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 10.58 olarak belirlenmiştir. Öktem (1989) değişik çaptaki Doğu ladinlerinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerlerini ölçmüş % 8.93 ile % 12.39 arasında değerler elde etmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri uyumludur. Bakının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 39' da verilmiştir.



Şekil 39. Bakının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.2.4.3. Bakının Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi

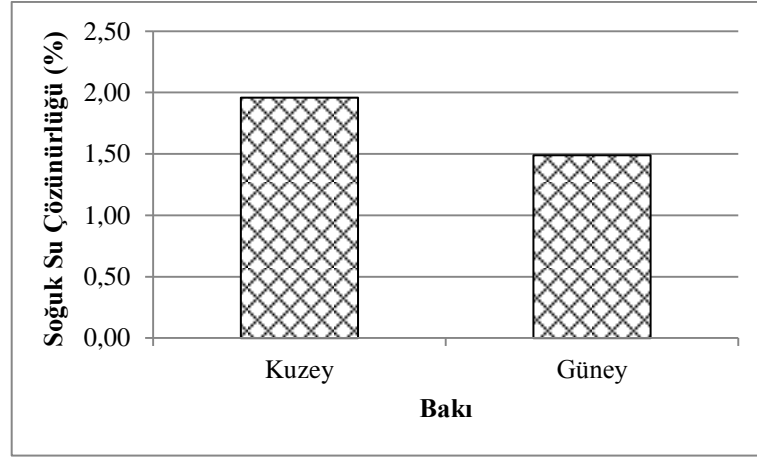
Yapılan çalışmaların istatistiksel analizi sonucunda bakının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi önemli çıkmıştır. Kuzey bakıdan alınan ağaçların alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.68 olarak bulunurken, güney bakıdan alınan ağaçların alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.47 olarak bulunmuştur. As ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladinin alkol-tolüende çözünürlük değeri % 1.53 olarak belirlenmiştir. Doğu ladinini üzerine yapılan bir çalışmada alkol- tolüen değeri % 0.74 ile % 1.31 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bakının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 40'ta verilmiştir.



Şekil 40. Bakının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.2.4.4. Bakının Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalar sonucunda bakının soğuk su çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kuzey bakıdan alınan ağaçların soğuk su çözünürlük değeri % 1.96 olarak bulunurken güney bakıdan alınan ağaçların soğuk su çözünürlük değeri % 1.49 olarak bulunmuştur.

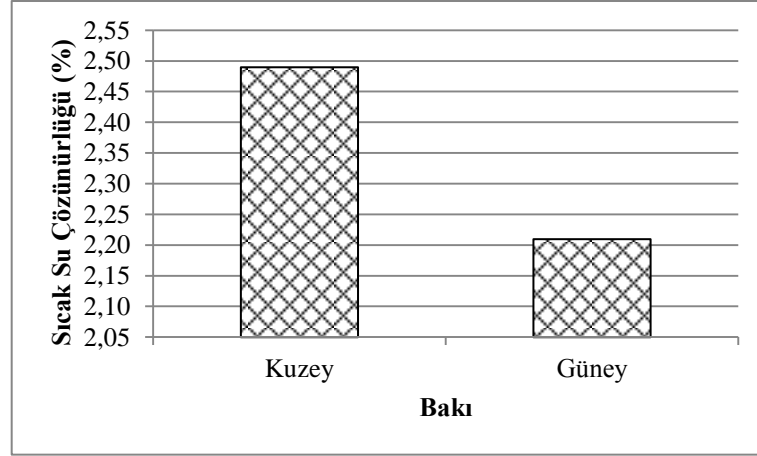


Şekil 41. Bakının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi

Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının soğuk su çözünürlük değeri % 1.83 olarak belirlenmiştir. Bakının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 41’de verilmiştir.

4.2.4.5. Bakının Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

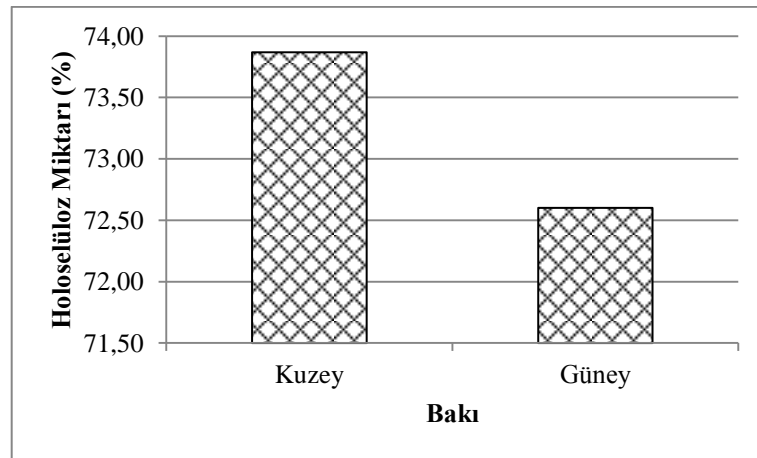
Bu çalışmada elde edilen sonuçların istatistiksel analizi neticesinde bakının sıcak su çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 2.49 iken güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 2.21 olarak belirlenmiştir. Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından Doğu ladininin sıcak su çözünürlüğü % 2.30 olarak ölçülmüştür. Bakının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 42’de verilmiştir.



Şekil 42. Bakının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

4.2.4.6. Bakının Holoselüloz Üzerine Etkisi

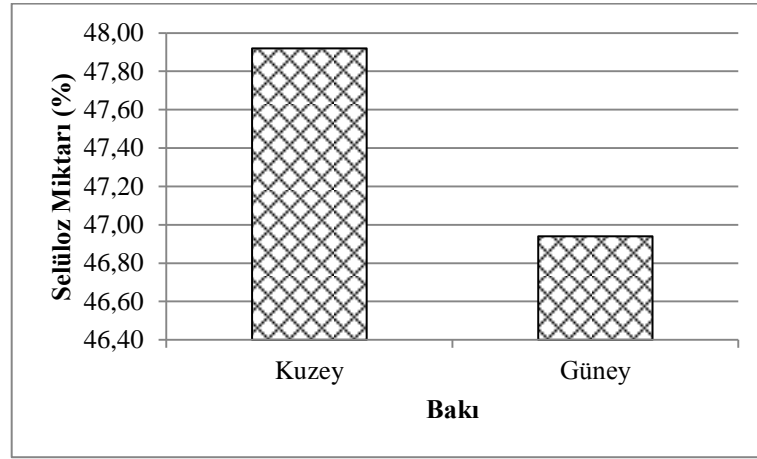
Bu çalışmada elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda bakının holoselüloz miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 73,87 olarak ölçülmüşken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 72,60 olarak ölçülmüştür. Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının holoselüloz miktarı % 73,56 olarak belirlenmiştir. Doğu ladini üzerine yapılan bir çalışmada holoselüloz miktarı % 73,01 ile % 74,34 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bakının holoselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 43'te verilmiştir.



Şekil 43. Bakının holoselüloz miktarı üzerine etkisi

4.2.4.7. Bakının Selüloz Üzerine Etkisi

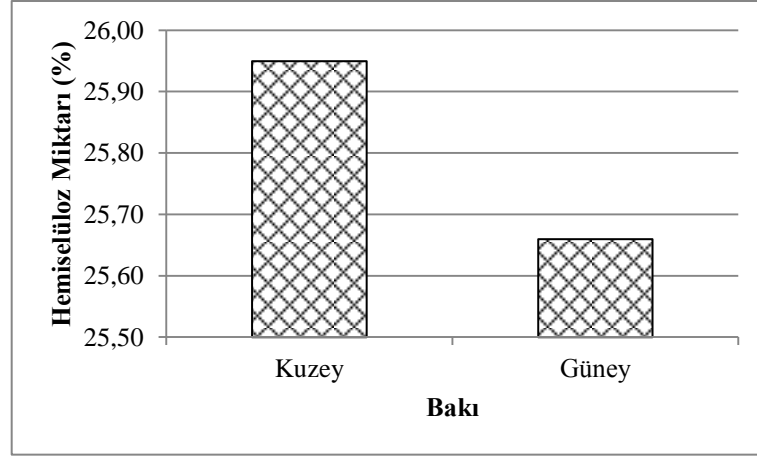
Bakının selüloz miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 47.92 olarak belirlenirken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 46.94 olarak belirlenmiştir. Ucar'a (2005) göre, Doğu ladini ağacının selüloz miktarı % 50.5 olarak tespit edilmiştir. Bir çalışmada da ulaşılan selüloz miktarı % 40.31 ile % 47.66 arasındadır (Öktem, 1989). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyumludur. Bakının selüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 44'te verilmiştir.



Şekil 44. Bakının selüloz miktarı üzerine etkisi

4.2.4.8. Bakının Hemiselüloz Üzerine Etkisi

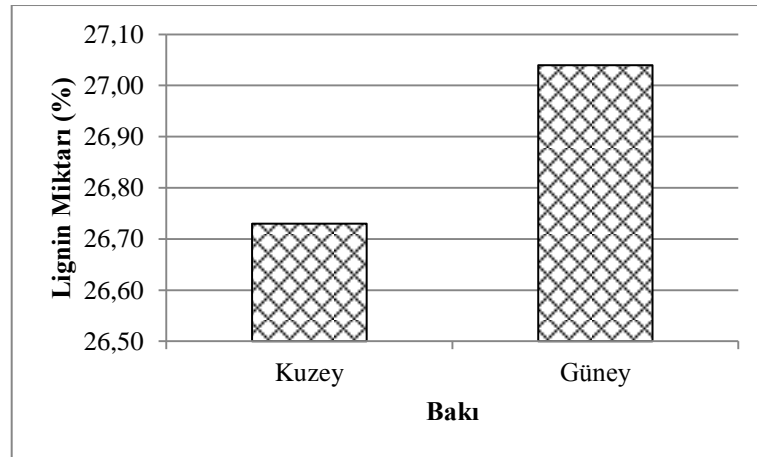
Bu çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda bakının hemiselüloz miktarı üzerine etkisinin anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 25.95 iken güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 25.66 olarak tespit edilmiştir. Öktem'e (1989) göre, Doğu ladini ağacının hemiselüloz miktarı % 28.01 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bakının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 45'te verilmiştir.



Şekil 45. Bakının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi

4.2.4.9. Bakının Lignin Üzerine Etkisi

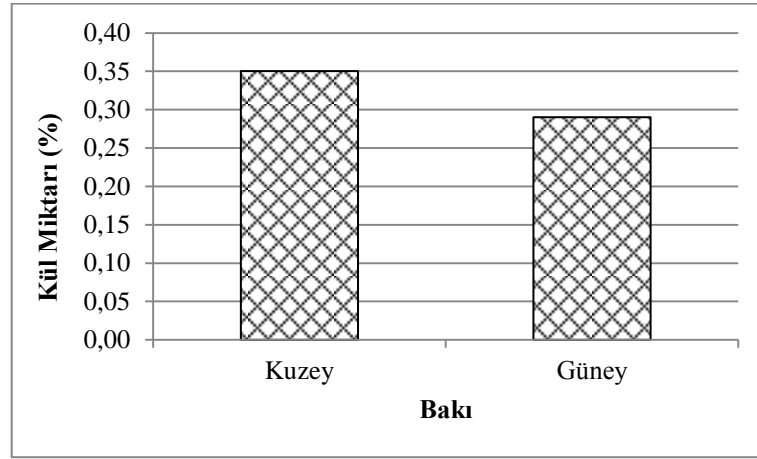
Yapılan çalışmalar sonucunda bakının lignin miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı % 26.73 olarak belirlenirken güney bakıdan alınan ağaçların lignin miktarı % 27.04 olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarı % 26.93 olarak ölçülmüştür (Serin vd., 2003). Diğer bir çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarını % 26.01 olarak tespit etmişlerdir (As vd., 2001). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Bakının lignin miktarı üzerine etkisi Şekil 46’da verilmiştir.



Şekil 46. Bakının lignin miktarı üzerine etkisi

4.2.4.10. Bakının Kül Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda bakının kül miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan ağaçların kül miktarı % 0.35 iken, güney bakıdan alınan ağaçlarınki % 0.29 olarak ölçülmüştür. Değişik çaptaki Doğu ladini ağaçları üzerine yapılan bir çalışmada kül miktarı % 0.26 ile % 0.52 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen kül miktarı değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bakının kül miktarı üzerine etkisi Şekil 47’de verilmiştir.



Şekil 47. Bakının kül miktarı üzerine etkisi

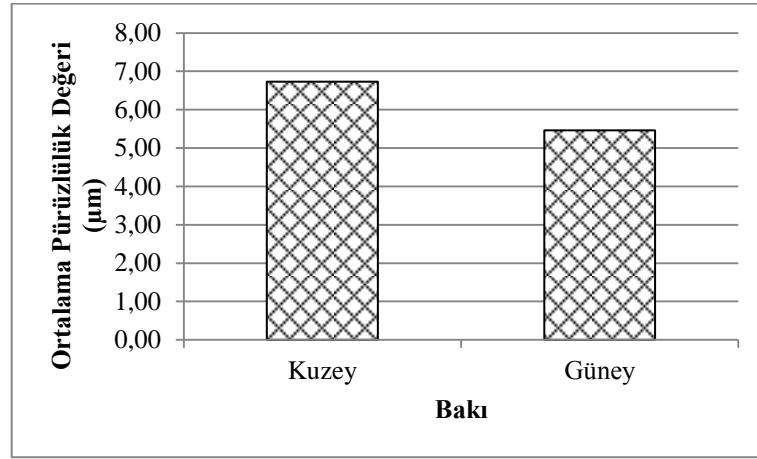
4.2.5. Bakının Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

4.2.5.1. Bakının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi

4.2.5.1.1. Bakının Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi

Bu çalışmada üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülüğü testleri sonucunda bakının; ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz), güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarından daha yüksek

çıkmiştir. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 6.73 μm olarak ölçülürken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük (Ra) değeri 5.46 μm olarak ölçülmüştür. Hızıroğlu ve Zarate (2007) tarafından yapılan bir çalışmada çam ağacından üretilen yongalevhaların ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 4.08 μm ile 6.02 μm arasında ölçülmüştür. Nemli ve arkadaşları (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 7.62 μm ile 13.64 μm arasında ölçülmüştür. Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Bakının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi Şekil 48’de verilmiştir.

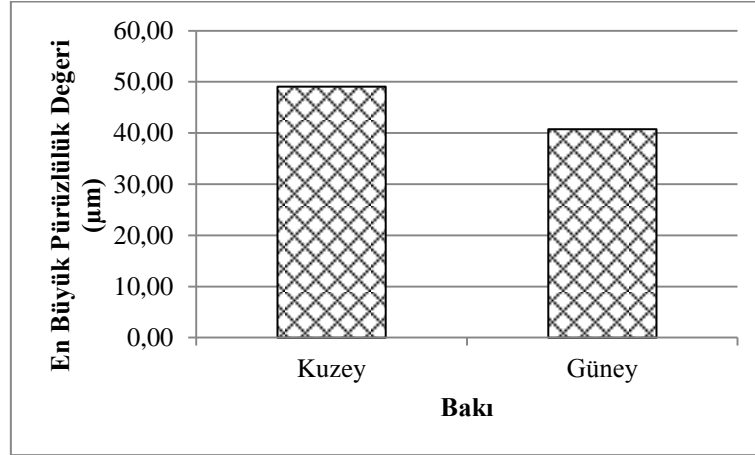


Şekil 48. Bakının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi

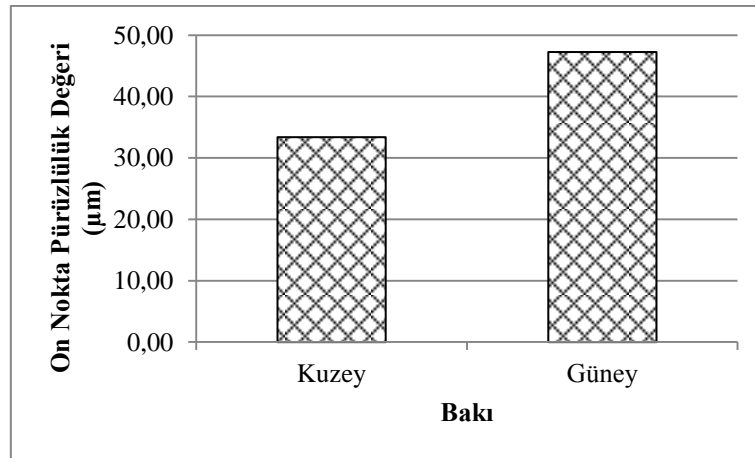
Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 49.11 μm olarak ölçülürken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük (Ry) değeri 40.75 μm olarak ölçülmüştür. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada çam ağacından üretilen yongalevhaların en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 48.37 μm ile 68.18 μm arasında ölçülmüştür (Hızıroğlu ve Zarate, 2007). Yapılan bir çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 30.08 μm ile 83.83 μm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Bakının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi Şekil 49’da verilmiştir.

Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 44.16 μm olarak ölçülürken, güney bakıdan Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük (Rz) değeri 36.51 μm olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 34.39 μm ile 50.18 μm arasında ölçülmüştür (Hızıroğlu ve Zarate, 2007). Bu

konuda yapılan başka bir çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 28.75 μm ile 74.56 μm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Bakının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi Şekil 50’de verilmiştir.



Şekil 49. Bakının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi



Şekil 50. Bakının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi

Tablo 18 ve Tablo 23 incelendiğinde kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değeriyle ortalama hava kurusu yoğunluk değerinin, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarınınkinden fazla olduğu görülmektedir. Güney bakıdan alınan ağaçların yoğunluğu daha az olduğundan sıcak presleme sırasında daha iyi sıkışmış buda daha düzgün yani daha az pürüzlü yüzeylerin oluşmasına sebep olmuş olabilir.

Ekstraktif maddeler sıcak presleme sırasında üretilen yongalevhaların yüzeylerinde kabarmalara neden olmaktadır (Akbulut 1995). Tablo 48, 53,58,63 incelendiğinde kuzey

bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarına göre daha fazla ekstraktif madde ihtiva ettiği görülmektedir. Bu sebepten dolayı da kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzey pürüzlülük değeri güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilenlerden daha fazla çıkmış olabilir.

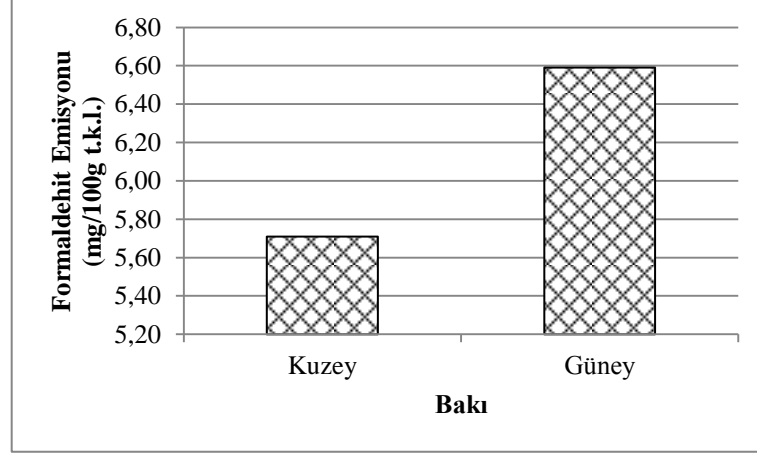
4.2.6. Bakının Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi

Üretilen deneme levhalarına uygulanan formaldehit emisyonu testleri neticesinde elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda bakının formaldehit emisyonu üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan ağaçların formaldehit emisyonu 5.71 (mg/100g t.k.l.) iken, güney bakıdan alınan ağaçları 6.59 (mg/100g t.k.l.) olarak ölçülmüştür. Sarı ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada çam, kayın ve kavak ağaçlarının yongalarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu ölçülmüş ve elde edilen değerler 5.03 (mg/100g t.k.l.) ile 7.84 (mg/100g t.k.l.) arasında çıkmıştır. Bu çalışmada elde edilen formaldehit emisyonu değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bakının formaldehit emisyonu üzerine etkisi Şekil 51’de verilmiştir.

Tablo 93, 98, 103 incelendiğinde kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülük değerlerinden fazla oldu görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerleri az olan örneklerin yüzeyleri daha sıkı ve daha az geçirgendir, sıcak presleme sırasında formaldehit çıkışı yüzeyi pürüzlü olanlara göre daha azdır ve sıcak presleme sırasında levhadan daha az formaldehit çıkar. Levha içinde kalan formaldehitte üretim sonrasında salınmaya devam eder (Sarı vd., 2010). Dolayısıyla güney bakıdan alınan ağaçlardan üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu yukarıda anlatılan sebepten ötürü yüksek çıkmış olabilir.

Tablo 18 ve Tablo 23 incelendiğinde kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleriyle ortalama hava kurusu yoğunluk değerlerinin güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarınınkinden fazla olduğu görülmektedir. Yoğunluğu fazla olan yongalar sıcak presleme sırasında iyi sıkışmaz, pürüzlü ve boşluklu yüzeyler oluşur, sıcak presleme sırasında da formaldehit bu pürüzlü ve boşluklu yüzeylerden çıkar. Bundan ötürü de yoğunluğu fazla olan kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyon değeri güney bakıdan alınanlarınkinden az olabilir.

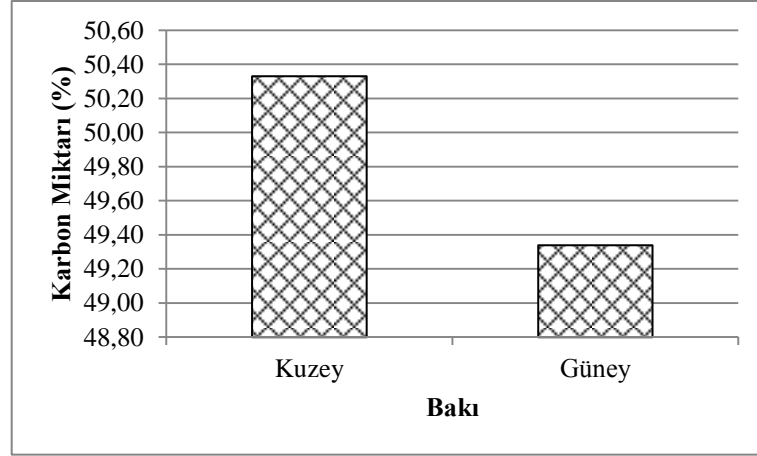
Soğuk suda ve sıcak suda çözünen ekstraktifler formaldehiti bağlar (Akbulut 1995). Tablo 58 ve Tablo 63 incelendiğinde soğuk su ve sıcak su çözünürlük değerlerinin kuzey bakıdan alınan doğu ladini örneklerinde daha fazla olduğu görülecektir. Bundan ötürü de bu levhaların formaldehit emisyonu değeri daha az çıkmış olabilir.



Şekil 51. Bakının formaldehit emisyonu üzerine etkisi

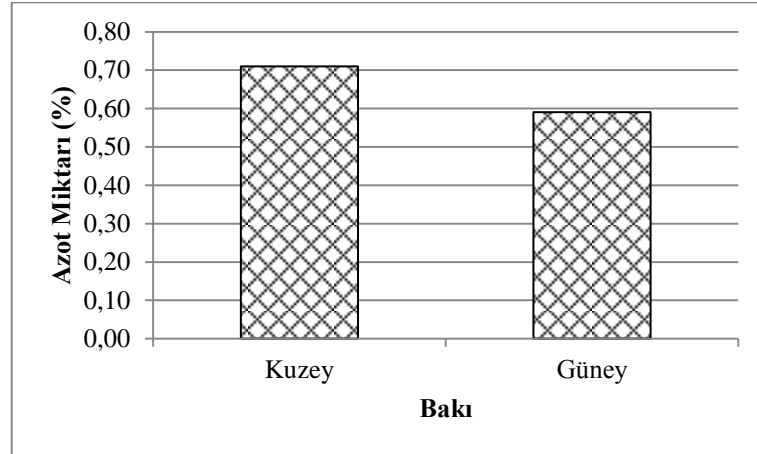
4.2.7. Bakının Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi

Bakının karbon ve azot miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 50.33 olarak tespit edilirken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 49.34 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının karbon miktarının % 50.00 olarak ölçüldüğü görülmektedir (Bozkurt ve Erdin 2011). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bakının karbon miktarı üzerine etkisi Şekil 52’de verilmiştir.



Şekil 52. Bakının karbon miktarı üzerine etkisi

Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.71 olarak tespit edilirken, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.59 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının azot miktarının bir kaynakta % 0.2 diğer bir kaynakta ise % 0.94 olarak ölçüldüğü görülmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bakının azot miktarı üzerine etkisi Şekil 53'te verilmiştir.

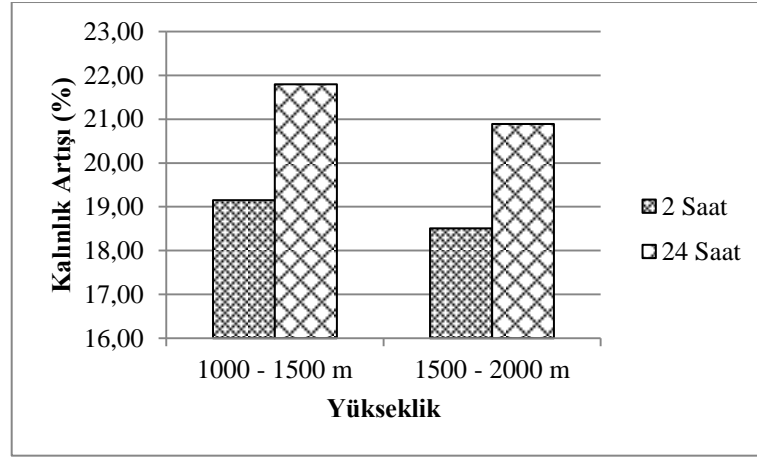


Şekil 53. Bakının azot miktarı üzerine etkisi

4.3. Yüksekliğin Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi

4.3.1. Yüksekliğin 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi

Üretilen yongalevha örneklerine yüksekliğin etkisini araştırmak için yapılan kalınlık artışı testleri sonucunda yüksekliğin, 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu Ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinden yüksek çıkmıştır. Yüksekliğin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi Şekil 54'te verilmiştir.



Şekil 54. Yüksekliğin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi

Bu çalışmada elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranları 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalar için % 19.15, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalar için ise % 18.51'dir (Tablo 7). Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada Kızılçam, Kanada kavağı ve Doğu kayını odunlarından elde edilen yongalar karıştırılarak yongalar levhalar üretilmiş ve 2 saatlik kalınlık artışı oranları tespit edilmiştir. Elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 5.06 ile % 25.13 arasındadır (Baharoğlu, 2010). Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Yüksekliğin 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 54'te verilmiştir.

Tablo 12 incelendiğinde üretilen yongalevhaların 24 saatlik kalınlık artışı oranları 1000-1500 metre yükseklikten alınan ağaçlardan üretilen yongalevhalar için % 21.79, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan üretilen yongalevhalar için % 20.89 olduğu görülmektedir. Akyüz ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan bir çalışmada; Sarıçam, Doğu kayını ve Titrek kavak odunlarından üretilen yongalevhaların 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 14.41 ile % 19.86 arasında bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 10.23 ile % 32.51 arasında bulunmuştur (Baharoğlu, 2010). Baharoğlu ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise, 24 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 17.43 ile % 25.58 arasında bulunmuştur. Görüldüğü gibi bu çalışmada elde edilen değerler literatür ile uyum içerisindedir. Yüksekliğin 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 54'te verilmiştir.

1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların tam kuru yoğunluk değerleriyle (0.453 g/cm^3) hava kurusu yoğunluk değerlerinin (0.497 g/cm^3), 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlarınkinden (0.429 g/cm^3 - 0.471 g/cm^3) fazla olduğu görülmektedir (Tablo 18, Tablo 23). 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların yoğunluk değerlerinin fazla olması demek birim hacimde daha fazla odun maddesine sahip olduğunun göstergesidir. Yani birim hacimde su moleküllerinin bağlanabileceği daha fazla materyal vardır. Kalınlık artışının 1000-1500 metre yükseklikten alınan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarında daha fazla olmasının bir nedeni bu olabilir. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının yoğunluğu düşük olduğundan bu ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalar, hedeflenen yoğunluğa ulaşmak için daha fazla yonga adedi kullanılmak zorundadır. Böylece daha fazla yapışma yüzeyi elde edilmekte ve daha iyi yapışma meydana gelmektedir (Akbulut, 1995). Bunun sonucu olarak ta suyun levhaya difüzyonu zorlaşmaktadır. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranlarının düşük çıkmasının sebebi de bu olabilir.

Tablo 83 incelendiğinde 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçların lignin miktarının 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçlardan daha fazla olduğu görülecektir. Lignin oranının fazla olması 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerine hidrofobik bir yapı kazandırmış ve kalınlık artışı oranı düşük çıkmış olabilir.

Tablo 78 incelendiğinde 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarları, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından fazladır. Hemiselüloz amorf yapıda ve üzerindeki serbest radikalleri fazla olduğundan su

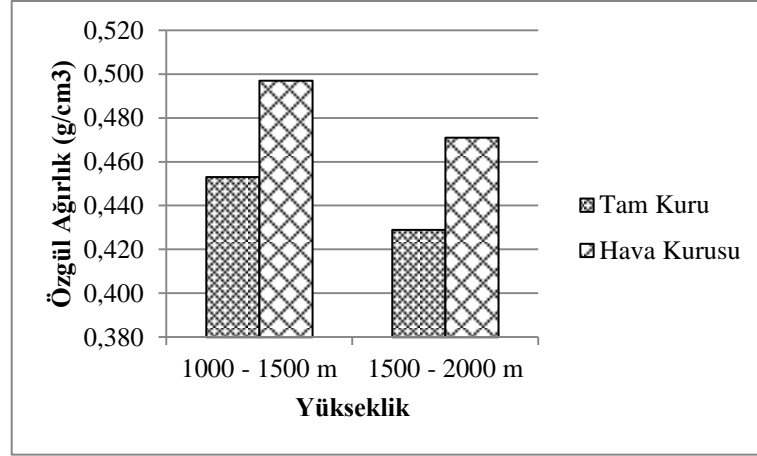
molekülleri bu kısımlara bağlanmaktadır (Baharoğlu, 2010). Bu sebepten ötürü 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhaların kalınlık artışı oranı yüksek çıkmış olabilir.

Üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhaların ortalama pürüzlülük değeri, en büyük pürüzlülük değeri ve on nokta pürüzlülük değerlerinin, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhalardan daha yüksek çıktığı görülmektedir (Tablo 93, Tablo 98, Tablo 103). 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan üretilen levhaların yüzeyleri daha sıkı ve kompakt olduğundan suyun levhaya difüzyonu engellenmiş böylece kalınlık artışı oranı düşük çıkmış olabilir (Nemli vd., 2007a).

4.3.2. Yüksekliğin Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Yapılan testler ve bu testlerden elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda yüksekliğin tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlıklarının, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Yüksekliğin tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 55'te verilmiştir.

Tespit edilen tam kuru özgül ağırlık değerleri; 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçları için 0.453 g/cm^3 , 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçları için ise 0.429 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre Doğu ladininin ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.410 g/cm^3 'tür. Bir çalışmada Doğu ladini ağacının tam kuru özgül ağırlık değerleri 0.300 g/cm^3 ile 0.590 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 55. Yüksekliğin tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi

Hava kuru özgül ağırlık değerleri ise 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçlarda 0.497 g/cm^3 olarak tespit edilirken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlarda 0.471 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırması yapıldığında Doğu Ladini için hava kuru özgül ağırlık değerleri 0.331 g/cm^3 ile 0.619 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bulunan değerlerin önceki yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Ladin ormanlarının yayılış alanlarında vejetasyon süresi nisan- eylül olarak kabul edilir (Akgül, 1989). Bu süre zarfında kambiyum faaliyette olup ağaçta boyuna ve radyal yönde büyüme gerçekleşir. Vejetasyon mevsimi sonunda yani Ağustos sonu ile Ekim ayına kadar olan sürede rakımla ilgili olarak kambiyumda hücre bölünme hızı yavaşlamakta ve durmaktadır. Vejetasyon yılı sonunda hormon üretim hızının azaldığı da görülmektedir. Kambiyum faaliyetinin süresini etkileyen önemli faktörler arasında denizden yükseklik, su ve gıda miktarı ve sıcaklık bulunmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011). Yükseklik artışı ile sıcaklıkta belirgin azalma görülmektedir. Atalay ve arkadaşlarına (1985) göre, sahilden yüksekliğe doğru gidildikçe kar yağışlı ve karla örtülü gün sayısı artmaktadır (Akgül, 1989). Yukarıdaki bilgiler ışığında yüksekliğin artmasıyla beraber sıcaklıkta azalmalar meydana geleceğinden ve yine yukarılara çıkıldıkça vejetasyon süresi kısılacığından kambiyum faaliyeti azalmış dolayısıyla da odun üretimi azalacağından yükseklik artışı ile beraber ağacın yoğunluğu azalmış olabilir. Yüksek bölgelerde özellikle yoğunluğu artırıcı etkisi olan yaz odunu üretimi dönemlerinde sıcaklığın azalması sonucu kambiyum faaliyeti azalmakta veya durmakta dolayısıyla yaz odunu üretimi azalmakta ve böylece yıllık halka içinde yaz odunu miktarı azalacağından yoğunluk değeri de azalabilir. Alçak bölgelerde ise özellikle yaz odunu

üretimi döneminde kambiyum faaliyeti hava sıcaklığı yüksek bölgelere nazaran daha fazla olduğundan devam etmekte, dolayısıyla da oluşturulan yıllık halka içinde yaz odunu oranı artmaktadır. Bundan ötürü de alçak bölgelerdeki ağaçlarda yoğunluk değeri yüksek bölgelere nazaran daha fazla olabilmektedir (Götsche-Kühn, 1988; Kozlowski ve Pallardy, 2002). Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre de, ladin ağacında dağlardan aşağı inildikçe yoğunluk artar.

Aynı yaşta, aynı çapta fakat farklı yüksekliklerden alınan *Picea abies* (L.) Karst. ağaçları üzerinde yapılan bir çalışmada, yüksek bölgelerden alınan ağaçların özgül ağırlığının, alçak bölgelerden alınanlara göre fazla oluşu görülmüştür ve bunun yaz odunu- ilkbahar odunu oran farkından dolayı meydana geldiği söylenmiştir (Salem vd., 2013). Pokorny ve arkadaşlarına (2012) göre, dağların yüksek bölgelerindeki ağaçların özgül ağırlıkları alçak bölgelerindekilerden düşüktür.

Fontes ve arkadaşlarına (2003) göre, yüksekliğin artışı toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini negatif etkilemekte ve ayrıca saprofitlerin sayısı da azaldığından organik maddelerin çözülmesi yavaşlamakta ve toprak fakirleşmektedir. Bu durumda yüksek bölgelerde yetişen ağaçların topraktan gerekli maddeleri sağlamasını negatif etkileyeceğinden özgül ağırlık değerleri alçak bölgelerdeki ağaçlara göre düşük çıkmış olabilir (Ercanlı vd., 2008).

Tablo 48, Tablo 53, Tablo 58 ve Tablo 63 incelendiğinde 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının çözünürlük değerlerinin 1500- 2000 metre yükseklikten alınanlardan yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini örneklerinin ekstraktif madde miktarları 1500- 2000 metre yükseklikten alınanlardan daha fazladır. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre, ekstraktif maddeler öz odun oluşumu sırasında hücre çeperi ve lümenine yerleşerek yoğunluğu artırıcı yönde etki yapmaktadır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların özgül ağırlık değerlerinin fazla oluşunun bir sebebi de bu olabilir.

1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 47.65 iken 1500- 2000 metre yükseklikten alınanların % 47.21'dir (Tablo 73). 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarında selüloz miktarının fazla olması özgül ağırlık değerinin 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından fazla olmasının nedeni olabilir.

Karbon ve azot miktarlarına bakıldığında, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarının, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan fazla olduğu görülmektedir (Tablo 113 ve Tablo 118). Bu verilerden, 1000- 1500 metre yükseklikteki ağaçlarda daha fazla fotosentez yapıldığı ve daha fazla hücre çeper maddesinin

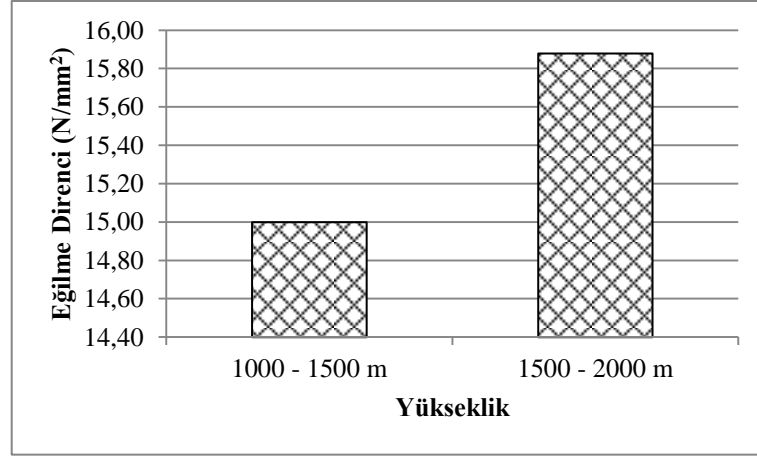
üretildiği anlaşılmaktadır. Birim hacimde hücre çeper maddesi fazla olan odun, diğer oduna göre daha ağır olacağından, bu durum 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların özgül ağırlık artış sebebi olabilir.

4.3.3. Yüksekliğin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi

4.3.3.1. Yüksekliğin Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüzeye Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi

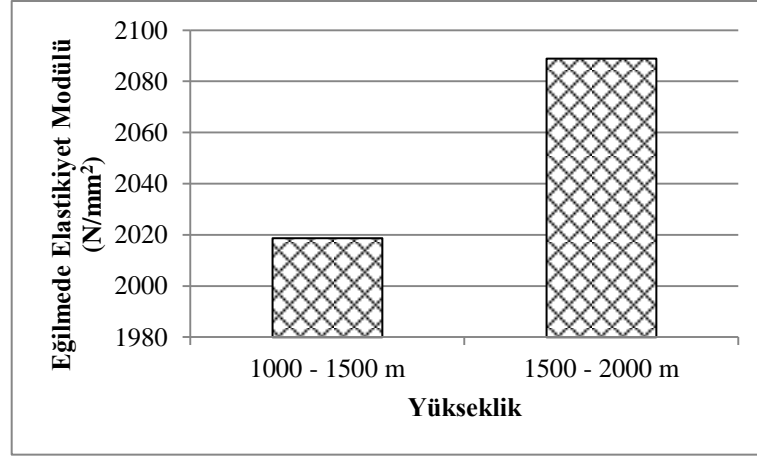
Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda yüksekliğin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direncinin, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinden fazla olduğu tespit edilmiştir.

1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin ortalama eğilme direnci 15.00 N/mm^2 iken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin ortalama eğilme direnci 15.88 N/mm^2 'dir (Tablo 28). Muşcu ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada melez ağacından elde edilen yongalardan yongalevha üretmişler ve yapılan testler sonucunda eğilme direnci değerlerinin 10.30 N/mm^2 ile 14.38 N/mm^2 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Atar ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, kızılçam, kayın ve kavak yongalarından elde edilen yongalardan üretilen yongaların eğilme direnci değerleri ise 10.49 N/mm^2 ile 14.59 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada ise yongalevhanın teknolojik özellikleri incelenmiş ve bulunan eğilme direnci değerleri 10.34 N/mm^2 ile 13.31 N/mm^2 arasında olduğu görülmüştür (Baharoğlu vd., 2014). Nourbakhsh (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı tür kavak ağaçlarından yongalevhalar üretilmiş ve eğilme direnci değerleri ölçülmüştür. Varılan sonuçlara göre eğilme direnci değerleri 16.04 N/mm^2 ile 20.10 N/mm^2 arasında çıkmıştır. Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yüksekliğin eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 56'da verilmiştir.



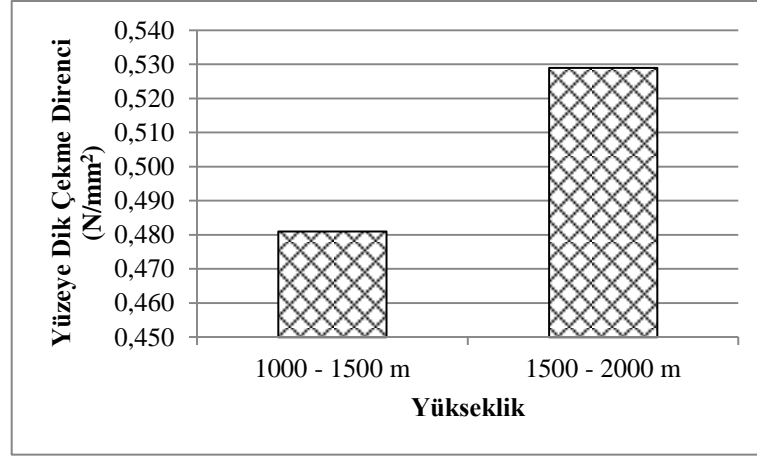
Şekil 56. Yüksekliğin eğilme direnci üzerine etkisi

Eğilmede elastikiyet modülü değerleri ise; 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 2018.74 N/mm² iken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 2088.96 N/mm²'dir (Tablo 33). Baharoğlu ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada bulunan eğilme direnci değerleri 1414.10 N/mm² ile 1727.50 N/mm² arasındadır. Konuyla ilgili yapılan başka bir çalışmada elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1447 N/mm² ile 1927 N/mm² arasındadır (Muhçu vd., 2015). Diğer bir çalışmada ise elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1746.40 N/mm² ile 2458.60 N/mm² arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Değişik türdeki kavak ağaçlarının yongalarından üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri ölçülmüş ve elde edilen değerler 1671 N/mm² ile 2173 N/mm² arasında tespit edilmiştir (Nourbakhsh 2010). Bu çalışmada ulaşılan sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yüksekliğin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 57'de verilmiştir.



Şekil 57. Yüksekliğin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi

Üretilen yongalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerlerinin ölçülmesi için yapılan testler ve elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda; 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için elde edilen değer 0.481 N/mm^2 iken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için ise 0.529 N/mm^2 'dir (Tablo 38). Literatür araştırması yapıldığında Nourbakhsh (2010) farklı tür kavak ağaçları üzerinde çalışma yapmış ve ürettiği deneme levhalarının yüzeye dik çekme dirençlerinin 0.860 N/mm^2 ile 1.053 N/mm^2 arasında olduğunu bulmuştur. Muhçu vd., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, Avrupa melezi tomruğunun farklı yüksekliklerinden elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri 0.290 N/mm^2 - 0.450 N/mm^2 arasında bulunmuştur. Karışık yongalardan üretilen yongalalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri ise 0.230 N/mm^2 ile 0.560 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Konuyla ilgili yapılan bir başka çalışmada ise yüzeye dik çekme direnci değerlerinin 0.213 N/mm^2 ile 0.409 N/mm^2 arasında olduğu ölçülmüştür (Baharoğlu vd., 2014). Yüksekliğin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 58'de verilmiştir.



Şekil 58. Yüksekliğin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Özgül ağırlığı düşük olan ağaçlardan elde edilen yongalar kullanıldığında hedeflenen özgül ağırlık değerine ulaşmak için daha fazla miktarda yonga kullanılması gerekir ki bu durumda yongalevha taslağında özgül ağırlığı yüksek olan ağaçlara göre daha fazla miktarda yonga bulunur ve daha fazla yapışma yüzeyi elde edilir. Dolayısıyla üretilen yongalevhelerde daha iyi yapışma elde edilir ve mekanik özelliklerde iyileşmeler görülür (Akbulut, 1995; Baharoğlu, 2010). Bu çalışmada da üretilen yongalevha örneklerinde; 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçların özgül ağırlığı, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçlardan daha az olduğundan, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan üretilen deneme levhalarında 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçlara nazaran daha fazla miktarda yonga kullanılmıştır. Bundan ötürü de 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan üretilen yongalevhelerin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri daha yüksek çıkmış olabilir.

Tablo 48 ve Tablo 53 incelendiğinde 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri ve alkol- tolüende çözünürlük değerlerinin 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan fazla olduğu görülmektedir. Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz etkilemektedir (Baharoğlu 2010). Bundan ötürü de 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhelerin mekanik özellikleri daha kötü çıkmış olabilir.

1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların soğuk su çözünürlüğü ve sıcak su çözünürlüğü 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan fazladır (Tablo 58 ve Tablo 63). Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktifler sıcak pres sırasında uçtuğu için hava kabarcıkları oluşturmakta ve tutkal bağlarını zayıflatmaktadırlar (Baharoğlu 2010). Bu

sebepten dolayı da 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri daha kötü çıkmış olabilir.

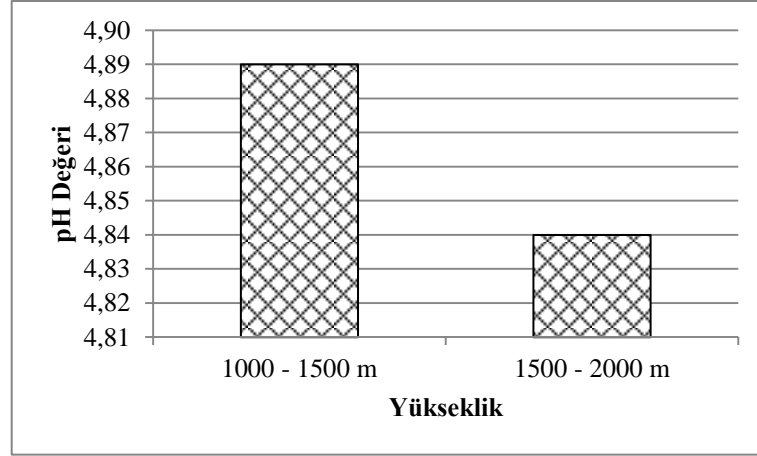
Tablo 78 incelendiğinde 1000- 1500 metre yükseklikten Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından daha fazladır. Hemiselüloz amorf yapıda, düşük molekül ağırlıklı ve mekanik direnç değerleri düşüren bir bileşiktir (Baharoğlu 2010). Bundan dolayı hemiselüloz miktarı fazla olan 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve iç yapışma direnci değerleri düşük çıkmış olabilir.

Lignin sıcak presleme sırasında elastikleşmekte, soğuduğunda ise plastikleşerek doğal tutkal özelliği göstermektedir. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçların lignin miktarının 1000- 1500 metre yükseklikten alınlarından daha fazla olduğu Tablo 83 incelendiğinde anlaşılacaktır. Bundan ötürü de 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri daha yüksek çıkmış olabilir.

4.3.4. Yüksekliğin Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi

4.3.4.1. Yüksekliğin pH Üzerine Etkisi

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan ağaçların pH değeri üzerine yüksekliğin etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 4.89 olarak belirlenirken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 4.84 olarak belirlenmiştir.

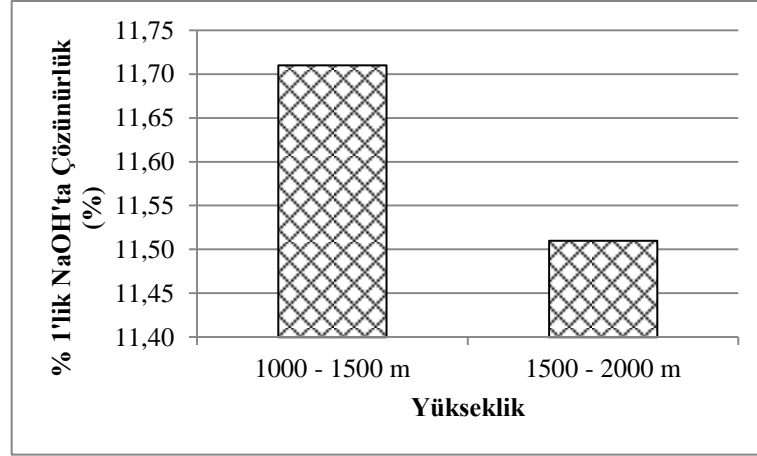


Şekil 59. Yüksekliğin pH değeri üzerine etkisi

Doğu ladini üzerinde yapılan bir çalışmada pH değerinin 5.0 olduğu belirlenmiştir (Yıldız ve Can, 2012). Yüksekliğin pH değeri üzerine etkisi Şekil 59'da gösterilmiştir.

4.3.4.2. Yüksekliğin % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi

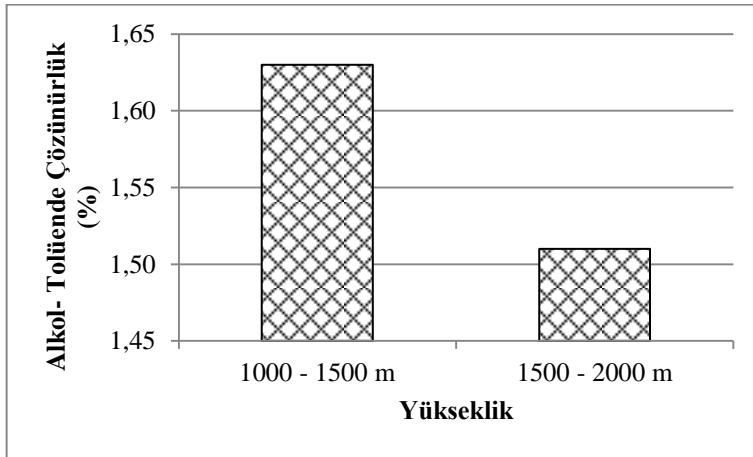
Bu çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 11.71 iken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçları % 11.51 olarak ölçülmüştür. Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 10.58 olarak belirlenmiştir. Öktem (1989) değişik çaptaki Doğu ladinlerinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerlerini ölçmüş % 8.93 ile % 12.39 arasında değerler elde etmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri uyumludur. Yüksekliğin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 60'ta verilmiştir.



Şekil 60. Yüksekliğin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.3.4.3. Yüksekliğin Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi

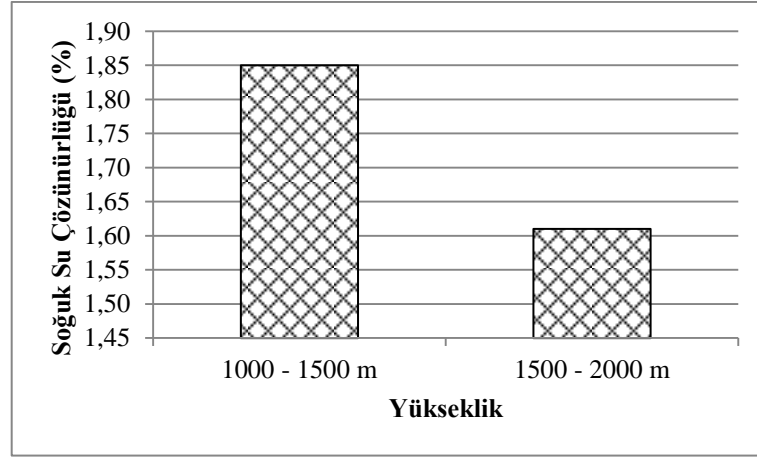
Yapılan testlerden elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi önemli çıkmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.63 olarak bulunurken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçların alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.51 olarak bulunmuştur. As ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladininin alkol-tolüende çözünürlük değeri % 1.53 olarak belirlenmiştir. Doğu ladinini üzerine yapılan bir çalışmada alkol- tolüen değeri % 0.74 ile % 1.31 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Yüksekliğin alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 61'de verilmiştir.



Şekil 61. Yüksekliğin alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.3.4.4. Yüksekliğin Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalar sonucunda yüksekliğin soğuk su çözünürlüğü üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların soğuk su çözünürlük değeri % 1.85 olarak bulunurken 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçların soğuk su çözünürlük değeri % 1.61 olarak bulunmuştur.

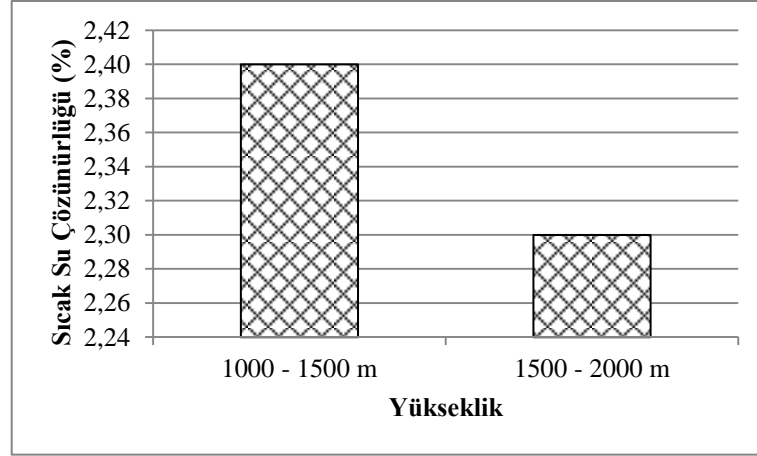


Şekil 62. Yüksekliğin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi

Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının soğuk su çözünürlük değeri % 1.83 olarak belirlenmiştir. Yüksekliğin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 62’de verilmiştir.

4.3.4.5. Yüksekliğin Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

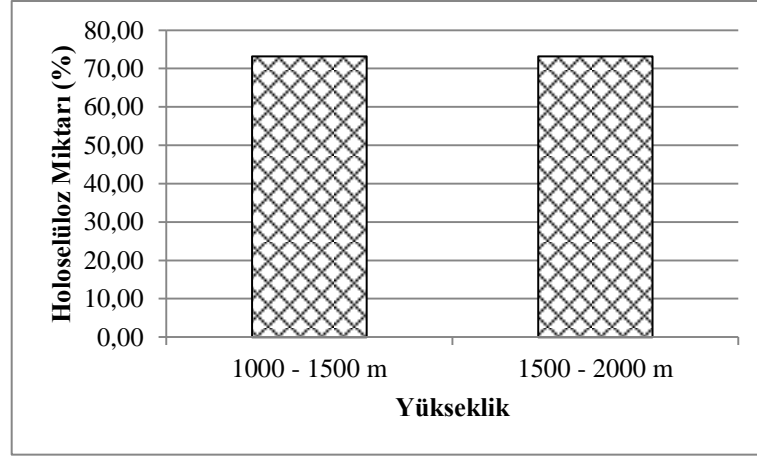
Bu çalışmada elde edilen sonuçların istatistiksel analizi neticesinde yüksekliğin sıcak su çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 2.40 iken 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 2.30 olarak belirlenmiştir. Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından Doğu ladininin sıcak su çözünürlüğü % 2.30 olarak ölçülmüştür. Yüksekliğin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 63’te verilmiştir.



Şekil 63. Yüksekliğin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

4.3.4.6. Yüksekliğin Holoselüloz Üzerine Etkisi

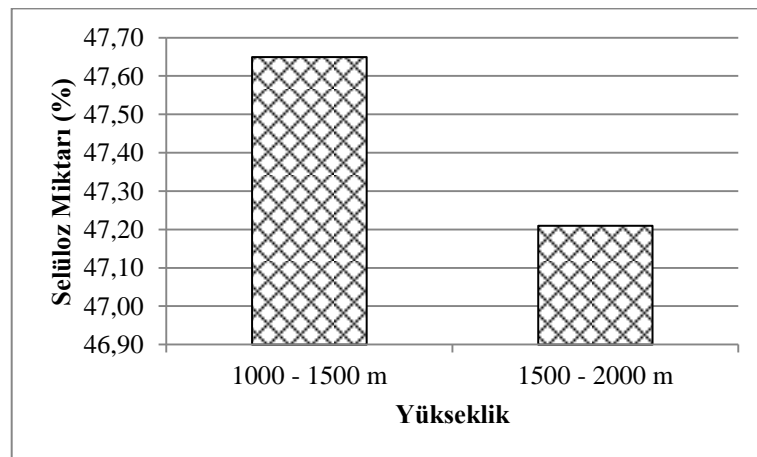
Bu çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin holoselüloz miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 73.21 olarak ölçülmüşken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 73.26 olarak ölçülmüştür. Genet ve arkadaşları (2011) farklı yükseklikten köknar ağaçları almış ve holoselüloz miktarlarını ölçmüşlerdir. Elde ettikleri sonuçların istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin holoselüloz miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının holoselüloz miktarı % 73.56 olarak belirlenmiştir. Doğu ladini üzerine yapılan başka bir çalışmada holoselüloz miktarı % 73.01 ile % 74.34 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Yüksekliğin holoselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 64'te verilmiştir.



Şekil 64. Yüksekliğin holoselüloz miktarı üzerine etkisi

4.3.4.7. Yüksekliğin Selüloz Üzerine Etkisi

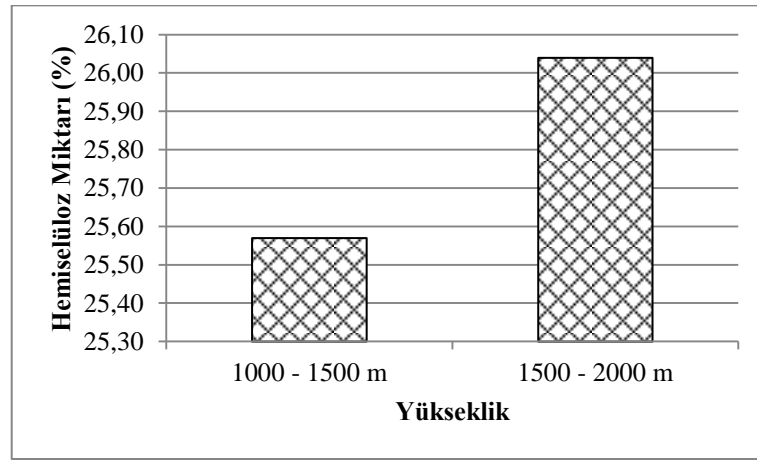
Yüksekliğin selüloz miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 47.65 olarak belirlenirken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 47.21 olarak belirlenmiştir. Ucar'a (2005) göre, Doğu ladini ağacının selüloz miktarı % 50.5 olarak tespit edilmiştir. Bir çalışmada da Doğu ladini için ulaşılan selüloz miktarı % 40.31 ile % 47.66 arasındadır (Öktem, 1989). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyumludur. Yüksekliğin selüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 65'te verilmiştir.



Şekil 65. Yüksekliğin selüloz miktarı üzerine etkisi

4.3.4.8. Yüksekliğin Hemiselüloz Üzerine Etkisi

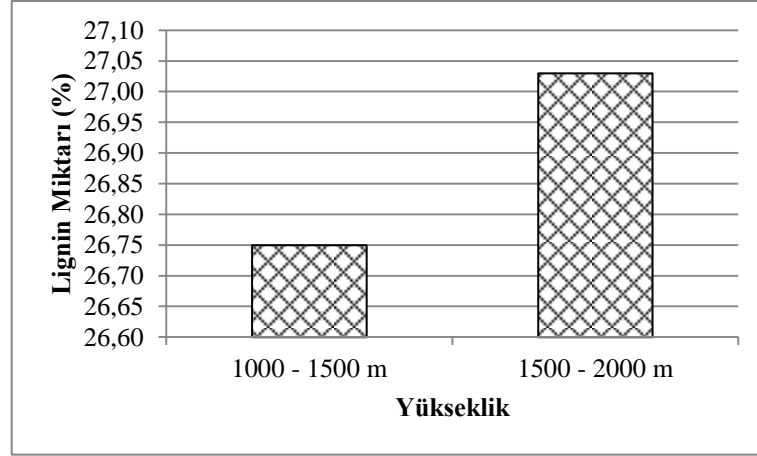
Bu çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin hemiselüloz miktarı üzerine etkisinin anlamlı olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 25.57 iken 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 26.04 olarak tespit edilmiştir. Öktem'e (1989) göre, Doğu ladini ağacının hemiselüloz miktarı % 28.01 olarak belirlenmiştir. Yüksekliğin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 66'da verilmiştir.



Şekil 66. Yüksekliğin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi

4.3.4.9. Yüksekliğin Lignin Üzerine Etkisi

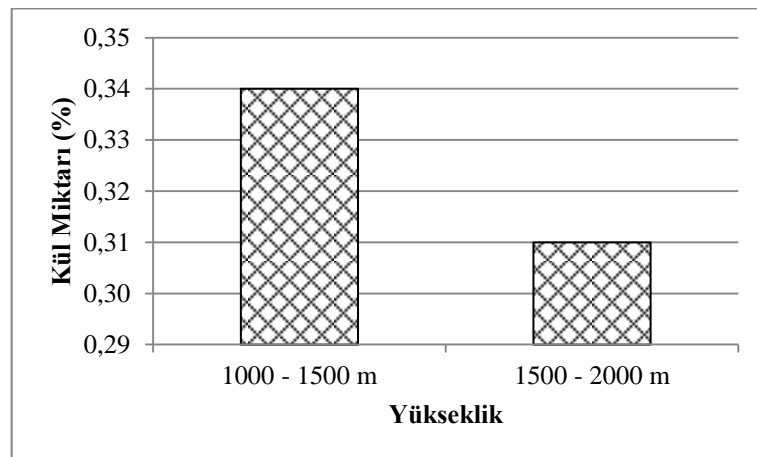
Yapılan çalışmalar sonucunda yüksekliğin lignin miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı % 26.75 olarak belirlenirken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçların lignin miktarı % 27. 03 olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarı % 26.93 olarak ölçülmüştür (Serin vd., 2003). Diğer bir çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarını % 26.01 olarak tespit etmişlerdir (As vd., 2001). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Yüksekliğin lignin miktarı üzerine etkisi Şekil 67'de verilmiştir.



Şekil 67. Yüksekliğin lignin miktarı üzerine etkisi

4.3.4.10. Yüksekliğin Kül Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin kül miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların kül miktarı % 0.34 iken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçları % 0.31 olarak ölçülmüştür. Değişik çaptaki Doğu ladini ağaçları üzerine yapılan bir çalışmada kül miktarı % 0.26 ile % 0.52 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen kül miktarı değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yüksekliğin kül miktarı üzerine etkisi Şekil 68’de verilmiştir.



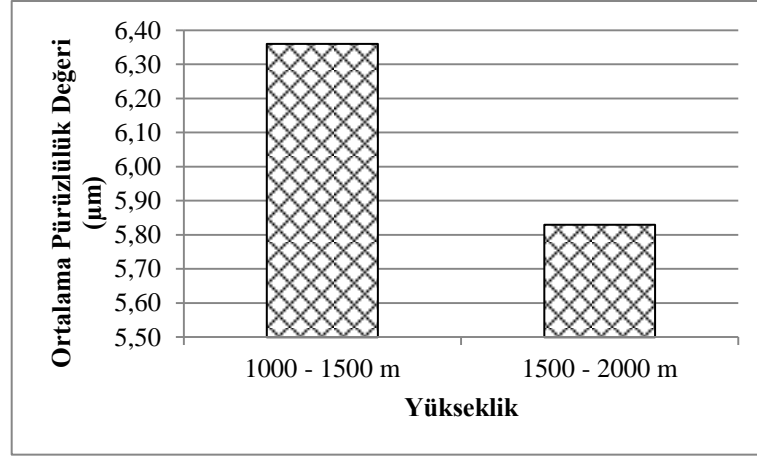
Şekil 68. Yüksekliğin kül miktarı üzerine etkisi

4.3.5. Yüksekliğin Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

4.3.5.1. Yüksekliğin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi

4.3.5.1.1. Yüksekliğin Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi

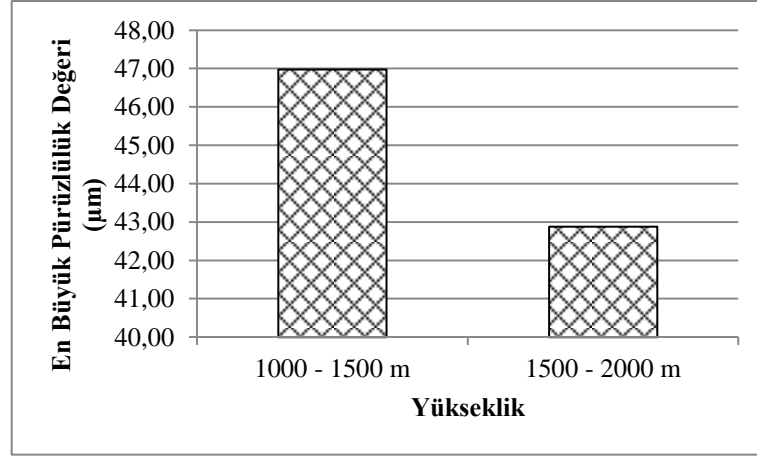
Üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülüğü testleri sonucunda yüksekliğin; en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilirken, ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerinde etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz), 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarından daha yüksek çıkmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 6.36 μm olarak ölçülürken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük (Ra) değeri 5.83 μm olarak ölçülmüştür. Hızıroğlu ve Zarate (2007) tarafından yapılan bir çalışmada çam ağacından üretilen yongalevhaların ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 4.08 μm ile 6.02 μm arasında ölçülmüştür. Nemli ve arkadaşları (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 7.62 μm ile 13.64 μm arasında ölçülmüştür. Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Yüksekliğin ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi Şekil 69'da verilmiştir.



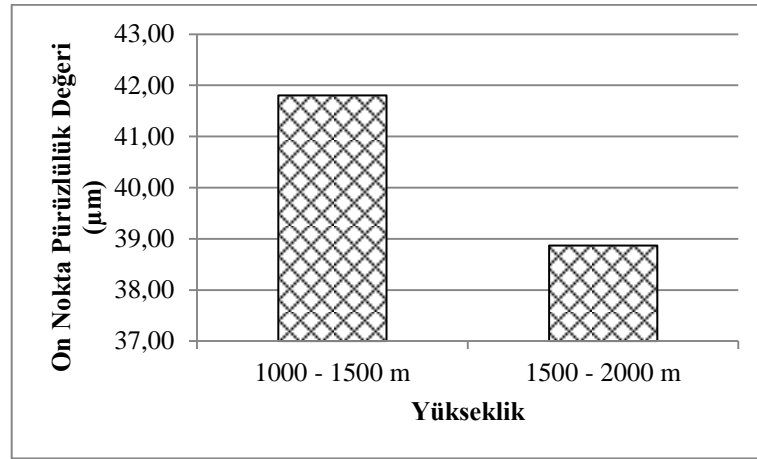
Şekil 69. Yüksekliğin ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi

1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 46.98 µm olarak ölçülürken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük (Ry) değeri 42.88 µm olarak ölçülmüştür. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada çam ağacından üretilen yongalevhaların en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 48.37 µm ile 68.18 µm arasında ölçülmüştür (Hızıroğlu ve Zarate, 2007). Yapılan bir diğer çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 30.08 µm ile 83.83 µm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür bilgileri ile uyum içeresindedir. Yüksekliğin en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi Şekil 70’te verilmiştir.

1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 41.80 µm olarak ölçülürken, 1500- 2000 metre yükseklikten Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük (Rz) değeri 38.87 µm olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 34.39 µm ile 50.18 µm arasında ölçülmüştür (Hızıroğlu ve Zarate, 2007). Bu konuda yapılan başka bir çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 28.75 µm ile 74.56 µm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Yüksekliğin on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi Şekil 71’de verilmiştir.



Şekil 70. Yüksekliğin en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi



Şekil 71. Yüksekliğin on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi

1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değeriyle ortalama hava kuru yoğunluk değerinin, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarınınkinden fazla olduğu görülmektedir (Tablo 18 ve Tablo 23). 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçların yoğunluğu daha az olduğundan sıcak presleme sırasında daha iyi sıkışmış buda daha düzgün yani daha az pürüzlü yüzeylerin oluşmasına sebep olmuş olabilir.

Ekstraktif maddeler sıcak presleme sırasında üretilen yongalevhaların yüzeylerinde kabarmalara neden olmaktadır (Akbulut 1995). Tablo 48, 53, 58, 63 incelendiğinde 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarına göre daha fazla ekstraktif madde ihtiva ettiği görülmektedir. Bu sebepten dolayı da 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde

edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzey pürüzlülük değeri 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilenlerden daha fazla çıkmış olabilir.

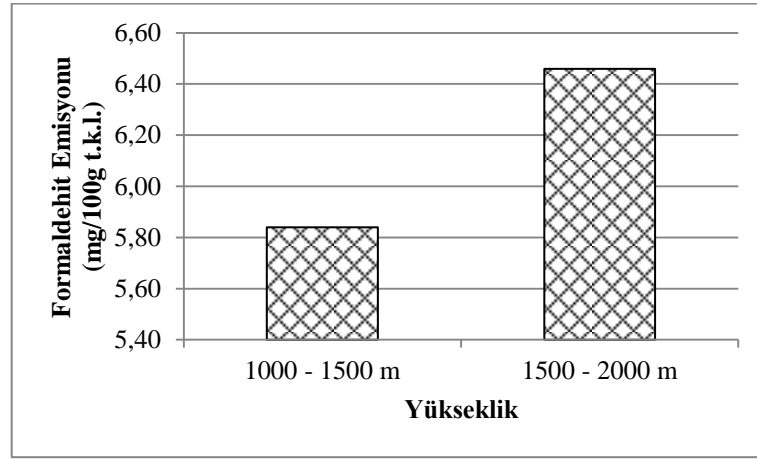
4.3.6. Yüksekliğin Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi

Yongalevha örneklerine uygulanan formaldehit emisyonu testleri neticesinde elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin formaldehit emisyonu üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçların formaldehit emisyonu 5.84 (mg/100g t.k.l.) iken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçları 6.46 (mg/100g t.k.l.) olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada çam, kayın ve kavak ağaçlarının yongalarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu ölçülmüş ve elde edilen değerler 5.03 (mg/100g t.k.l.) ile 7.84 (mg/100g t.k.l.) arasında çıkmıştır (Sarı vd., 2012). Bu çalışmada elde edilen formaldehit emisyonu değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yüksekliğin formaldehit emisyonu üzerine etkisi Şekil 72’de verilmiştir.

Tablo 93, 98, 103 incelendiğinde 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülük değerlerinden fazla oldu görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerleri az olan örneklerin yüzeyleri daha sıkı ve daha az geçirgendir, sıcak presleme sırasında formaldehit çıkışı yüzeyi pürüzlü olanlara göre daha azdır ve sıcak presleme sırasında levhadan daha az formaldehit çıkar. Levha içinde kalan formaldehitte üretim sonrasında salınmaya devam eder (Sarı vd., 2010). Dolayısıyla 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu yukarıda anlatılan sebepten ötürü yüksek çıkmış olabilir.

Tablo 18 ve Tablo 23 incelendiğinde 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleriyle ortalama hava kurusu yoğunluk değerlerinin 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarınınkinden fazla olduğu görülmektedir. Yoğunluğu fazla olan yongalar sıcak presleme sırasında iyi sıkışmaz, pürüzlü ve boşluklu yüzeyler oluşur, sıcak presleme sırasında da formaldehit bu pürüzlü ve boşluklu yüzeylerden çıkar. Bundan ötürü de yoğunluğu fazla olan 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyon değeri 1500- 2000 metre yükseklikten alınanlarınkinden az çıkmış olabilir.

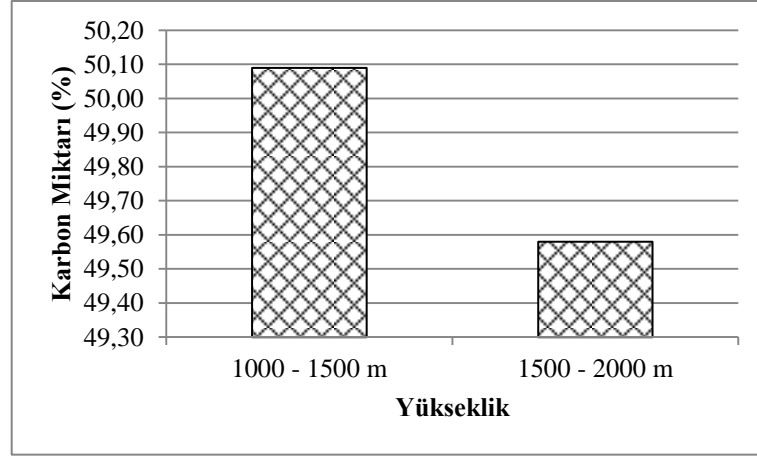
Soğuk suda ve sıcak suda çözünen ekstraktifler formaldehiti bağlar (Akbulut 1995). Tablo 58 ve Tablo 63 incelendiğinde soğuk su ve sıcak su çözünürlük değerlerinin 1000-1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini örneklerinde daha fazla olduğu görülecektir. Bundan ötürü de 1000-1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri daha az çıkmış olabilir.



Şekil 72. Yüksekliğin formaldehit emisyonu üzerine etkisi

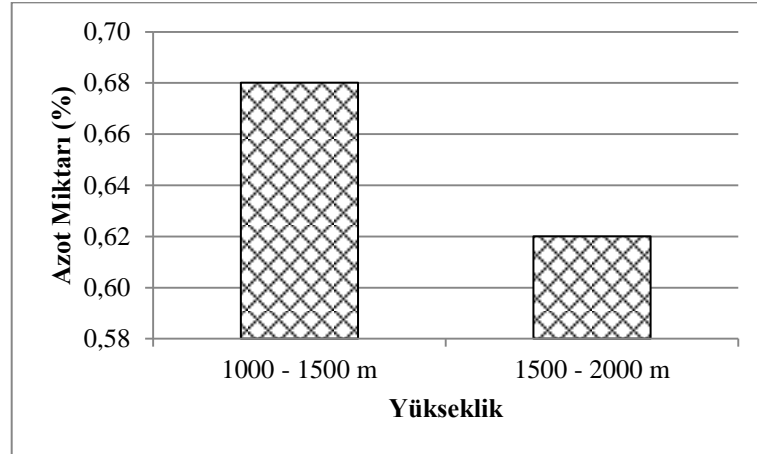
4.3.7. Yüksekliğin Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi

Yüksekliğin karbon ve azot miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 50.09 olarak tespit edilirken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 49.58 olarak tespit edilmiştir. Genet ve arkadaşları (2011) tarafından yapılan çalışmada, yetiştirme yeri yüksekliğindeki artışla beraber karbon miktarında azalma olduğu belirlenmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının karbon miktarının % 50.00 olarak ölçüldüğü görülmektedir (Bozkurt ve Erdin 2011). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yüksekliğin karbon miktarı üzerine etkisi Şekil 73'te verilmiştir.



Şekil 73. Yüksekliğin karbon miktarı üzerine etkisi

1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.68 olarak tespit edilirken, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.62 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının azot miktarının % 0.2 ile % 0.94 arasında değerler aldığı görülmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yüksekliğin azot miktarı üzerine etkisi Şekil 74'te verilmiştir.

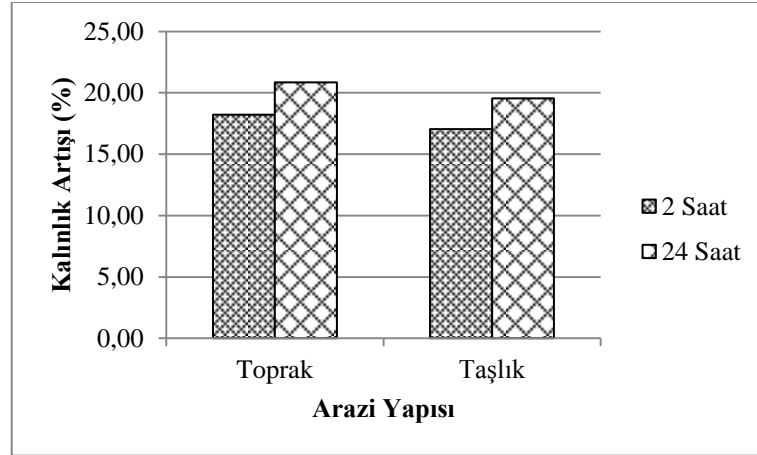


Şekil 74. Yüksekliğin azot miktarı üzerine etkisi

4.4. Arazi Yapısının Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi

4.4.1. Arazi Yapısının 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi

Bu çalışmada üretilen deneme levhalarına arazi yapısının etkisini araştırmak için yapılan kalınlık artışı testleri sonucunda arazi yapısının; 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Toprak arazide yetişen Doğu Ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinden yüksek çıkmıştır. Arazi yapısının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi Şekil 75'te verilmiştir.



Şekil 75. Arazi yapısının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi

Bu çalışmada elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranları toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalar için % 18.20 iken, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalar için ise % 17.05'tir (Tablo 8). Baharoğlu (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Kızılçam, Kanada kavağı ve Doğu kayını odunlarından elde edilen yongalar karıştırılarak yongalar levhalar üretilmiş ve 2 saatlik kalınlık artışı oranları tespit edilmiştir. Elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 5.06 ile % 25.13 arasındadır. Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Arazi yapısının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 75'te verilmiştir.

Tablo 13 incelendiğinde üretilen yongalevhaların 24 saatlik kalınlık artışı oranları; toprak arazide yetişen ağaçlardan üretilen yongalevhalar için % 20.85, taşlık arazide yetişen

ağaçlardan üretilen yongalevhalar için % 19.55 olduğu görülmektedir. Akyüz ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan bir çalışmada; Sarıçam, Doğu kayını ve Titrek kavak odunlarından üretilen yongalevhaların 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 14.41 ile % 19.86 arasında bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 10.23 ile % 32.51 arasında bulunmuştur (Baharoğlu, 2010). Baharoğlu ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise, 24 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 17.43 ile % 25.58 arasında bulunmuştur. Görüldüğü gibi bu çalışmada elde edilen değerler literatür ile uyum içerisinde. Arazi yapısının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 75'te verilmiştir.

Tablo 49, Tablo 54, Tablo 59, Tablo 64 incelendiğinde taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri, alkol-toluende çözünürlük değeri, soğuk ve sıcak suda çözünürlük değerlerinin, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından fazla olduğu görülmektedir. Baharoğlu (2010) ve Bardak'a (2014) göre, ekstraktif maddeler üretilen deneme levhalarına su itici özellik kazandırmaktadır. Bundan ötürü de taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından düşük çıkmış olabilir.

Tablo 79 incelendiğinde toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarları, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından fazladır. Hemiselüloz amorf yapıda ve üzerindeki serbest radikalleri fazla olduğundan su molekülleri bu kısımlara bağlanmaktadır (Baharoğlu, 2010). Bu sebepten dolayı da toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhaların kalınlık artışı oranı yüksek çıkmış olabilir.

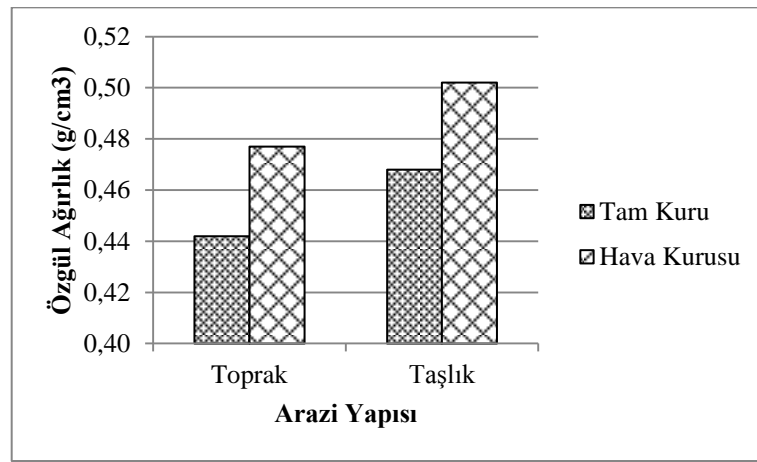
Tablo 84 incelendiğinde taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarının toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından daha fazla olduğu görülecektir. Lignin oranının fazla olması taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerine hidrofobik bir yapı kazandırmış ve kalınlık artışı oranı düşük çıkmış olabilir.

4.4.2. Arazi Yapısının Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Bu çalışmada yapılan testler ve bu testlerden elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda arazi yapısının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlıklarının, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek olduğu

belirlenmiştir. Arazi yapısının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 76'da verilmiştir.

Tespit edilen tam kuru özgül ağırlık değerleri; taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçları için 0.468 g/cm^3 , toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçları için ise 0.442 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre Doğu ladininin ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.410 g/cm^3 'tür. Bir çalışmada Doğu ladini ağacının tam kuru özgül ağırlık değerleri 0.300 g/cm^3 ile 0.590 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 76. Arazi yapısının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi

Hava kuru özgül ağırlık değerleri ise taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarında 0.502 g/cm^3 olarak tespit edilirken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarında 0.477 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırması yapıldığında Doğu ladini için hava kuru özgül ağırlık değerleri 0.331 g/cm^3 ile 0.619 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bulunan değerlerin önceki yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 49, Tablo 54, Tablo 59 ve Tablo 64 incelendiğinde taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının çözünürlük değerlerinin, toprak arazide yetişenlerden yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla taşlık arazide yetişen Doğu ladini örneklerinin ekstraktif madde miktarları toprak alanda yetişenlerden daha fazladır. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre, ekstraktif maddeler öz odun oluşumu sırasında hücre çeperi ve lümenine yerleşerek yoğunluğu artırıcı yönde etki yapmaktadır. Taşlık arazide yetişen ağaçların özgül ağırlık değerlerinin fazla oluşunun bir sebebi bu olabilir.

Tablo 69 ve Tablo 74 incelendiğinde taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz ve selüloz miktarının toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından fazla olduğu görülmektedir. Holoselüloz ve selüloz miktarının fazla olması, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarında özgül ağırlık değerinin fazla olmasının nedeni olabilir.

Kullanılan ağaçların karbon ve azot miktarları incelendiğinde, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarının, toprak arazide yetişen ağaçlardan fazla olduğu görülmektedir (Tablo 114 ve Tablo 119). Bu verilerden, taşlık arazide yetişen ağaçlarda daha fazla fotosentez yapıldığı ve daha fazla hücre çeper maddesinin üretildiği anlaşılmaktadır. Birim hacimde hücre çeper maddesi fazla olan odun, diğer oduna göre daha ağır olacağından, bu durum taşlık alanda yetişen ağaçların özgül ağırlık artış sebebi olabilir.

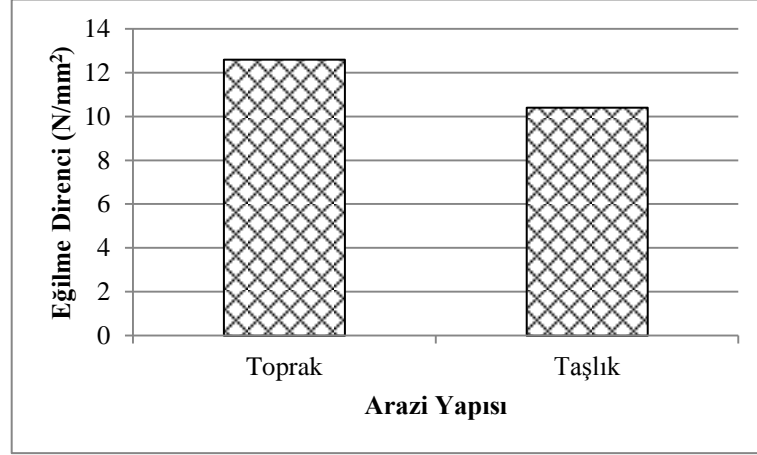
4.4.3. Arazi Yapısının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi

4.4.3.1. Arazi Yapısının Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüze Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda arazi yapısının eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüze dik çekme direnci üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüze dik çekme direncinin, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinden fazla olduğu tespit edilmiştir.

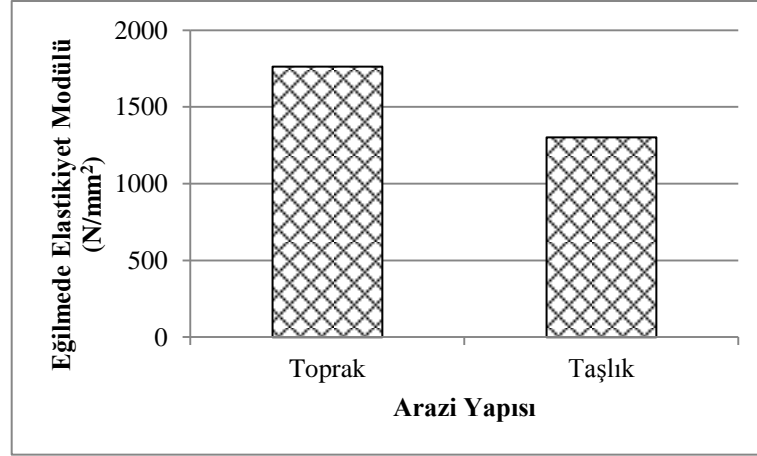
Toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin ortalama eğilme direnci 12.59 N/mm^2 iken, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin ortalama eğilme direnci 10.40 N/mm^2 'dir (Tablo 29). Muhçu ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada melez ağacından elde edilen yongalardan yongalevha üretmişler ve yapılan testler sonucunda eğilme direnci değerlerinin 10.30 N/mm^2 ile 14.38 N/mm^2 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Atar ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, kızılçam, kayın ve kavak yongalarından elde edilen yongalardan üretilen yongaların eğilme direnci değerleri ise 10.49 N/mm^2 ile 14.59 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada ise yongalevhanın teknolojik özellikleri incelenmiş ve bulunan eğilme direnci değerleri 10.34 N/mm^2 ile 13.31 N/mm^2 arasında olduğu görülmüştür (Baharoğlu vd.,2014). Nourbakhsh (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı tür kavak ağaçlarından yongalevhalar üretilmiş

ve eğilme direnci değerleri ölçülmüştür. Varılan sonuçlara göre eğilme direnci değerleri 16.04 N/mm^2 ile 20.10 N/mm^2 arasında çıkmıştır. Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Arazi yapısının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 77'de verilmiştir.



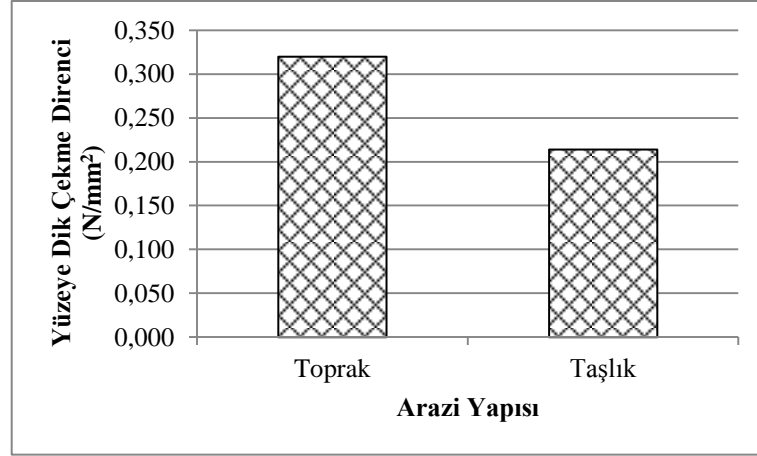
Şekil 77. Arazi yapısının eğilme direnci üzerine etkisi

Tablo 34 incelendiğinde eğilmede elastikiyet modülü değerleri; toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 1763.60 N/mm^2 iken, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 1302.41 N/mm^2 'dir. Baharoğlu ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada bulunan eğilme direnci değerleri 1414.10 N/mm^2 ile 1727.50 N/mm^2 arasındadır. Konuyla ilgili yapılan başka bir çalışmada elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1447 N/mm^2 ile 1927 N/mm^2 arasındadır (Muhçu vd., 2015). Diğer bir çalışmada ise elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1746.40 N/mm^2 ile 2458.60 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Değişik türdeki kavak ağaçlarının yongalarından üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri ölçülmüş ve elde edilen değerler 1671 N/mm^2 ile 2173 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir (Nourbakhsh 2010). Bu çalışmada ulaşılan sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Arazi yapısının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 78'de verilmiştir.



Şekil 78. Arazi yapısının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi

Üretilen yongalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerlerinin ölçülmesi için yapılan testler ve elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda; toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için elde edilen değer 0.320 N/mm^2 iken, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için ise 0.214 N/mm^2 'dir (Tablo 39). Literatür araştırması yapıldığında Nourbakhsh (2010) farklı tür kavak ağaçları üzerinde çalışma yapmış ve ürettiği deneme levhalarının yüzeye dik çekme dirençlerinin 0.860 N/mm^2 ile 1.053 N/mm^2 arasında olduğunu bulmuştur. Muşcu vd., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, Avrupa melezi tomruğunun farklı yüksekliklerinden elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri 0.290 N/mm^2 - 0.450 N/mm^2 arasında bulunmuştur. Karışık yongalardan üretilen yongalalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri ise 0.230 N/mm^2 ile 0.560 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Konuyla ilgili yapılan bir başka çalışmada ise yüzeye dik çekme direnci değerlerinin 0.213 N/mm^2 ile 0.409 N/mm^2 arasında olduğu ölçülmüştür (Baharoğlu vd., 2014). Arazi yapısının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 79'da verilmiştir.



Şekil 79. Arazi yapısının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

pH değerleri incelendiğinde; taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının pH değerinin 3.98 olduğu görülmektedir (Tablo 44). Üre formaldehit ile üretilen yongalevhelerde kullanılan ağaçların uygun pH değerinin 4-5 arasında olması gerektiği literatür bilgilerinde mevcuttur. (Akbulut, 2005; Baharoğlu, 2010; Akyüz, 2010; Gündüz ve Masraf 2005). Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının pH değerinin alt sınırdan ve hatta bir miktar az olması bu levha gruplarının üretimi sırasında tutkalda ön sertleşmenin oluşmasına neden olabilir. Dolayısıyla da üretilen levhalar da yapışma sorunu ve bundan ötürü de mekanik direnç değerlerinde azalma olabilir.

Özgül ağırlığı düşük olan ağaçlardan elde edilen yongalar kullanıldığında hedeflenen özgül ağırlık değerine ulaşmak için daha fazla miktarda yonga kullanılması gerekir ki bu durumda yongalevha taslağında özgül ağırlığı yüksek olan ağaçlara göre daha fazla miktarda yonga bulunur ve daha fazla yapışma yüzeyi elde edilir. Dolayısıyla üretilen yongalevhelerde daha iyi yapışma elde edilir ve mekanik özelliklerde iyileşmeler görülür (Akbulut, 1995; Baharoğlu, 2010). Bu çalışmada da üretilen yongalevha örneklerinde; toprak arazide yetişen ağaçların özgül ağırlığı, taşlık arazide yetişen ağaçlardan daha az olduğundan, toprak arazide yetişen ağaçlardan üretilen deneme levhalarında, taşlık arazide yetişen ağaçlara nazaran daha fazla miktarda yonga kullanılmıştır. Bundan ötürü de toprak arazide yetişen ağaçlardan üretilen yongalevhelerin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri daha yüksek çıkmış olabilir.

Tablo 49 ve Tablo 54 incelendiğinde taşlık arazide yetişen ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri ve alkol- tolüende çözünürlük değerlerinin toprak arazide yetişen ağaçlardan fazla olduğu görülmektedir. Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz

etkilemektedir (Baharoğlu 2010). Bundan ötürü de taşlık arazide yetişen ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri daha kötü çıkmış olabilir.

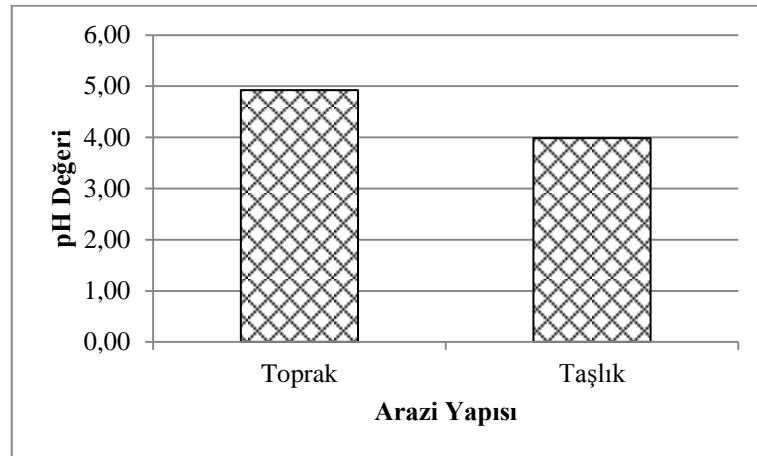
Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının soğuk su çözünlüğü ve sıcak su çözünlüğü, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından fazladır (Tablo 59 ve Tablo 64). Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktifler sıcak pres sırasında uçtuğu için hava kabarcıkları oluşturmakta ve tutkal bağlarını zayıflatmaktadırlar (Baharoğlu 2010). Bu sebepten dolayı da taşlık arazide yetişen ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri daha kötü çıkmış olabilir.

Tablo 89 incelendiğinde ise taşlık arazide yetişen ağaçların kül miktarının, toprak arazide yetişen ağaçlardan fazla olduğu ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu görölmektedir. İnorganik maddeler (kül) hidorksil gruplarını azaltıcı etki yapığından tutkal bağı sayısını da azaltmaktadır (Bardak, 2014). Bu sebepten dolayı da taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinde iyi bir yapışma olmamış ve mekanik direnç değerleri düşmüş olabilir.

4.4.4. Arazi Yapısının Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi

4.4.4.1. Arazi Yapısının pH Üzerine Etkisi

Bu çalışmada üretilen yongalevhaların üretiminde kullanılan Doğu ladini ağaçlarının pH değeri üzerine arazi yapısının etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 3.98 olarak tespit edilirken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 4.92 olarak belirlenmiştir.

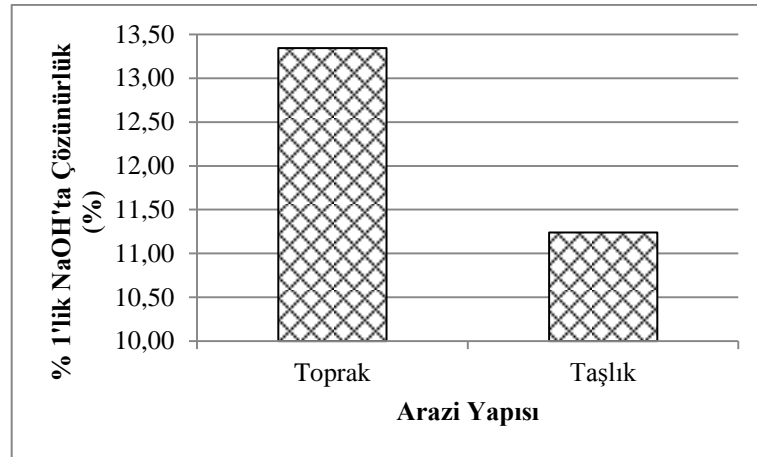


Şekil 80. Arazi yapısının pH değeri üzerine etkisi

Doğu ladini üzerinde yapılan bir çalışmada pH değerinin 5.0 olduğu belirlenmiştir (Yıldız ve Can, 2012). Arazi yapısının pH değeri üzerine etkisi Şekil 80’de gösterilmiştir.

4.4.4.2. Arazi Yapısının % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi

Üretilen deneme levhalarının kimyasal analizi ve elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 13.34 iken, toprak arazide yetişen ağaçlarındaki % 11.24 olarak ölçülmüştür. Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 10.58 olarak belirlenmiştir. Öktem (1989) değişik çaptaki Doğu ladinlerinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerlerini ölçmüş % 8.93 ile % 12.39 arasında değerler elde etmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri uyumludur. Arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 81’de verilmiştir.

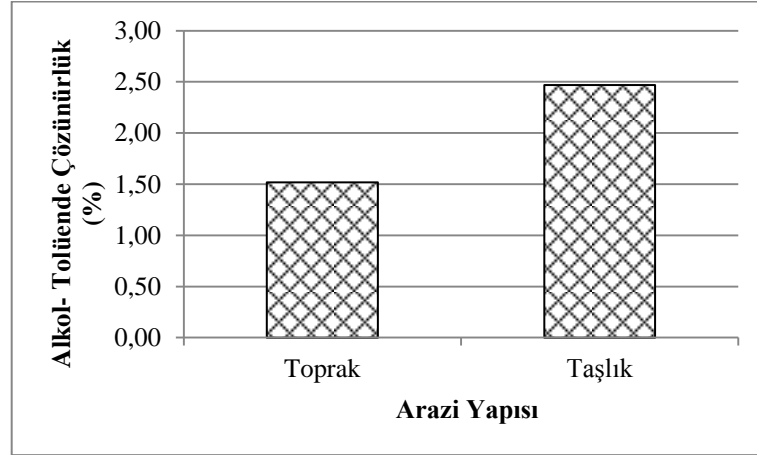


Şekil 81. Arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.4.4.3. Arazi Yapısının Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi

Yapılan testlerden elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda arazi yapısının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi önemli çıkmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının alkol- tolüende çözünürlük değeri % 2.47 olarak bulunurken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.52 olarak

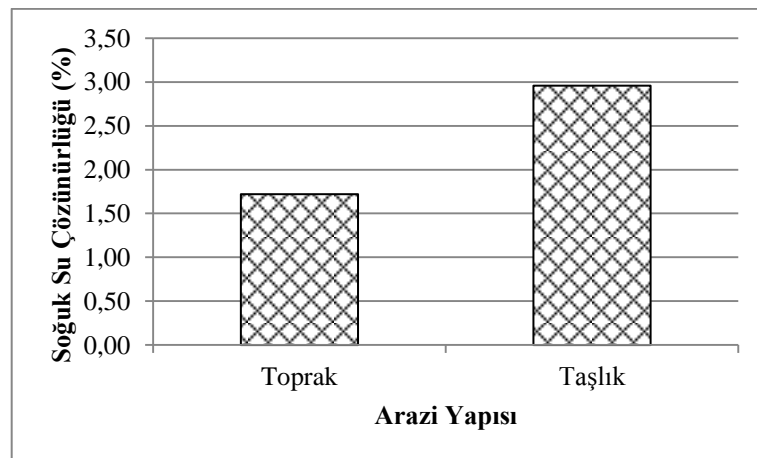
bulunmuştur. As ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladininin alkol-tolüende çözünürlük değeri % 1.53 olarak belirlenmiştir. Doğu ladini üzerine yapılan bir çalışmada alkol- tolüen değeri % 0.74 ile % 1.31 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Arazi yapısının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 82'de verilmiştir.



Şekil 82. Arazi yapısının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.4.4.4. Arazi Yapısının Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalar sonucunda arazi yapısının soğuk su çözünürlüğü üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Taşlık araziden yetişen Doğu ladini ağaçlarının soğuk su çözünürlük değeri % 2.96 olarak bulunurken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının soğuk su çözünürlük değeri % 1.72 olarak bulunmuştur.

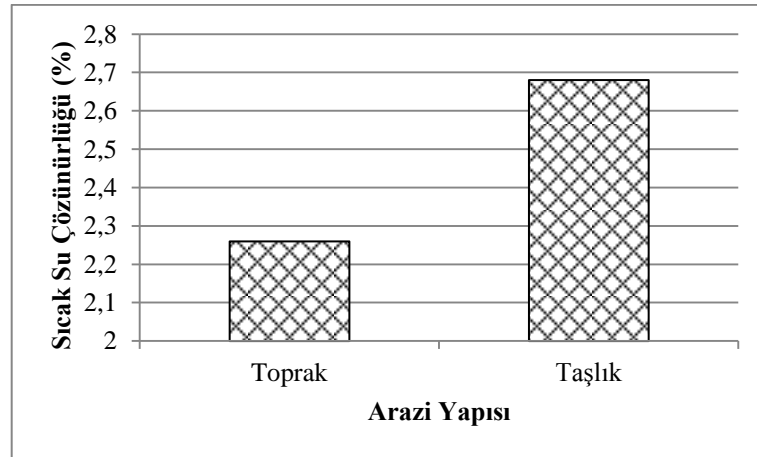


Şekil 83. Arazi yapısının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi

Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının soğuk su çözünürlük değeri % 1.83 olarak belirlenmiştir. Arazi yapısının soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 83'te verilmiştir.

4.4.4.5. Arazi Yapısının Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Üretilen yongalevhalarla uygulanan testler ve elde edilen sonuçların istatistiksel analizi neticesinde arazi yapısının sıcak su çözünürlüğü üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 2.68 iken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 2.26 olarak belirlenmiştir. Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından Doğu ladininin sıcak su çözünürlüğü % 2.30 olarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyumludur. Arazi yapısının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 84'te verilmiştir.

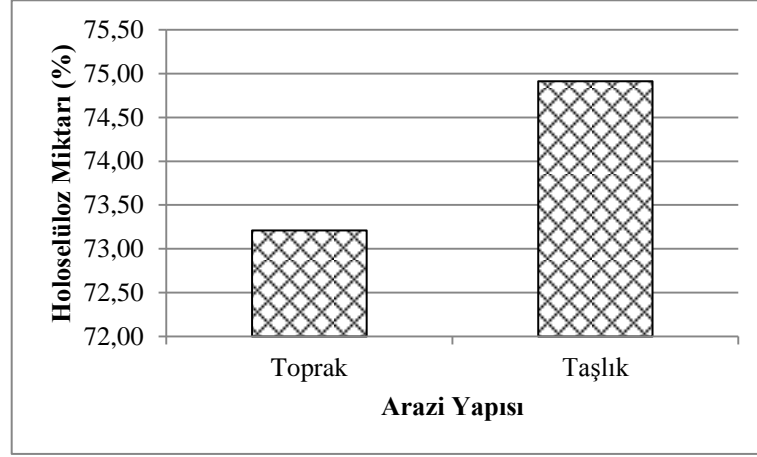


Şekil 84. Arazi yapısının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

4.4.4.6. Arazi Yapısının Holoselüloz Üzerine Etkisi

Deneme levhalarına uygulanan kimyasal testler ve elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 74.91 olarak ölçülmüşken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 73.21 olarak ölçülmüştür. Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının holoselüloz miktarı % 73.56 olarak belirlenmiştir. Doğu ladini üzerine yapılan

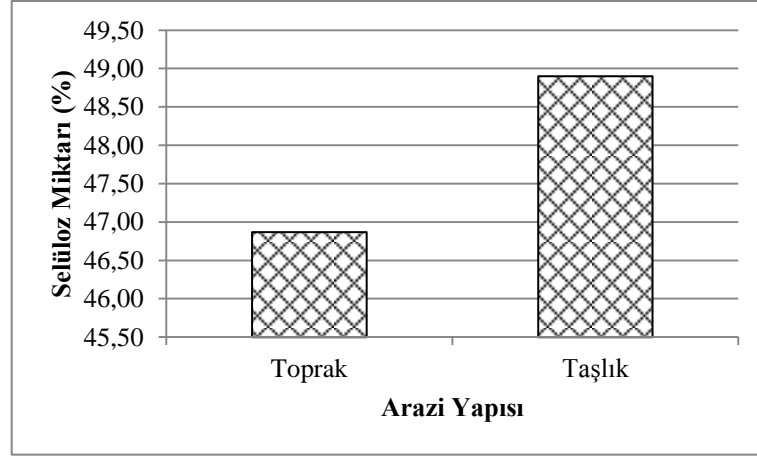
başka bir çalışmada holoselüloz miktarı % 73.01 ile % 74.34 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 85'te verilmiştir.



Şekil 85. Arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerine etkisi

4.4.4.7. Arazi Yapısının Selüloz Üzerine Etkisi

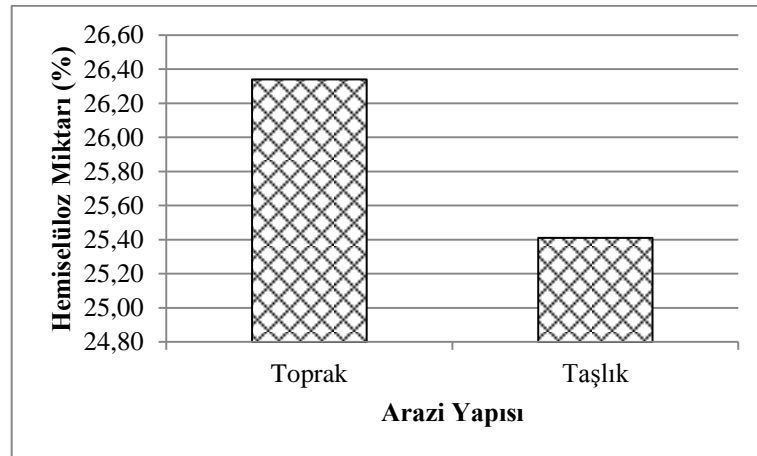
Arazi yapısının selüloz miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 48.90 olarak belirlenirken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 46.87 olarak belirlenmiştir. Ucar'a (2005) göre, Doğu ladini ağacının selüloz miktarı % 50.5 olarak tespit edilmiştir. Bir çalışmada da Doğu ladini için ulaşılan selüloz miktarı % 40.31 ile % 47.66 arasındadır (Öktem, 1989). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyumludur. Arazi yapısının selüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 86'da verilmiştir.



Şekil 86. Arazi yapısının selüloz miktarı üzerine etkisi

4.4.4.8. Arazi Yapısının Hemiselüloz Üzerine Etkisi

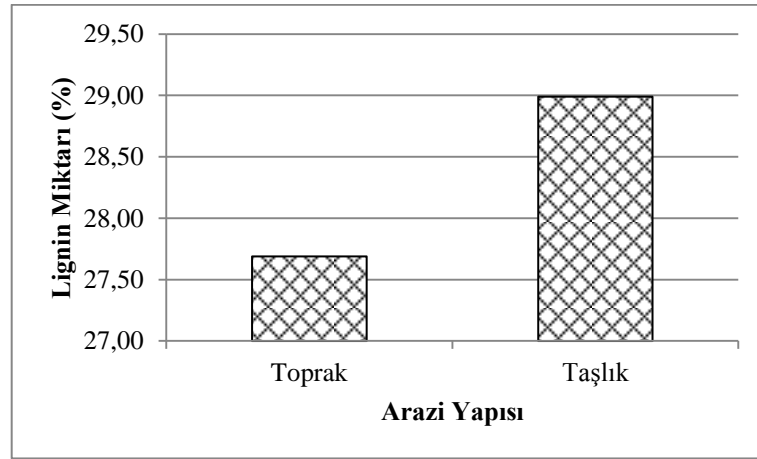
Elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerine etkisinin anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 25,41 iken toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 26,34 olarak tespit edilmiştir. Öktem'e (1989) göre, Doğu ladini ağacının hemiselüloz miktarı % 28,01 olarak belirlenmiştir. Arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 87'de verilmiştir.



Şekil 87. Arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerine etkisi

4.4.4.9. Arazi Yapısının Lignin Üzerine Etkisi

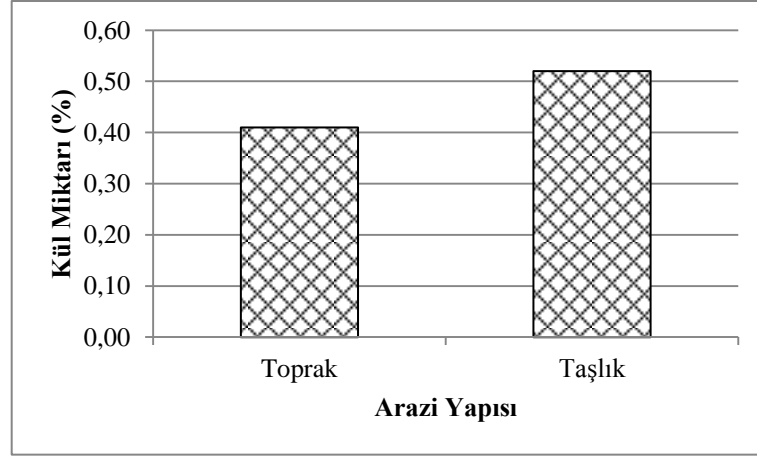
Yapılan çalışmalar sonucunda arazi yapısının lignin miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı % 28.99 olarak belirlenirken, toprak arazide yetişen ağaçların lignin miktarı % 27.69 olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarı % 26.93 olarak ölçülmüştür (Serin vd., 2003). Diğer bir çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarını % 26.01 olarak tespit etmişlerdir (As vd., 2001). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Arazi yapısının lignin miktarı üzerine etkisi Şekil 88’de verilmiştir.



Şekil 88. Arazi yapısının lignin miktarı üzerine etkisi

4.4.4.10. Arazi Yapısının Kül Üzerine Etkisi

Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının kül miktarı % 0.52 iken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarınınki % 0.41 olarak ölçülmüştür. Değişik çaptaki Doğu ladini ağaçları üzerine yapılan bir çalışmada kül miktarı % 0.26 ile % 0.52 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen kül miktarı değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisi Şekil 89’da verilmiştir.



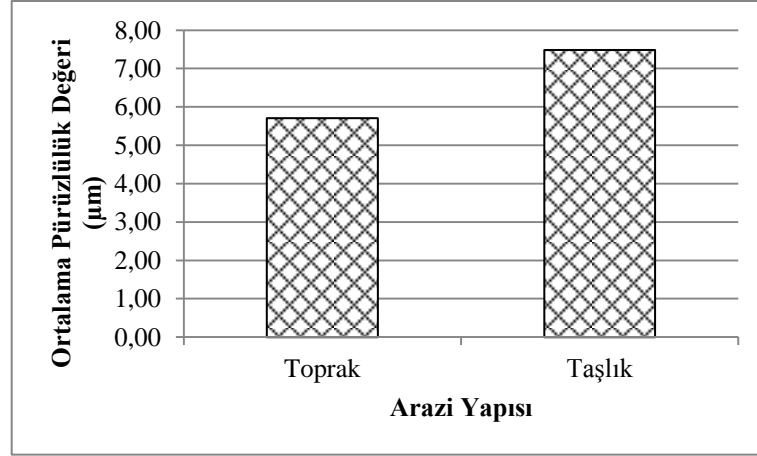
Şekil 89. Arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisi

4.4.5. Arazi Yapısının Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

4.4.5.1. Arazi Yapısının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi

4.4.5.1.1. Arazi Yapısının Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi

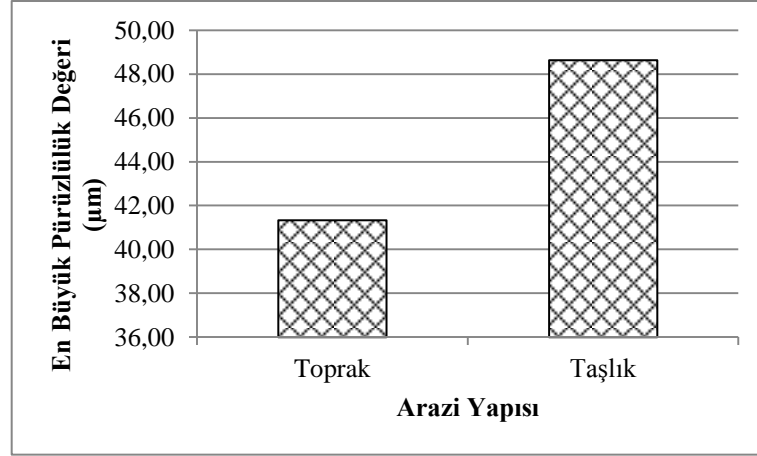
Bu çalışmada üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülüğü testleri sonucunda arazi yapısının; ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz), toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarından daha yüksek çıkmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 7.49 μm olarak ölçülürken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük (Ra) değeri 5.71 μm olarak ölçülmüştür. Hızıroğlu ve Zarate (2007) tarafından yapılan bir çalışmada çam ağacından üretilen yongalevhaların ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 4.08 μm ile 6.02 μm arasında ölçülmüştür. Nemli ve arkadaşları (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 7.62 μm ile 13.64 μm arasında ölçülmüştür. Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Arazi yapısının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi Şekil 90'da verilmiştir.



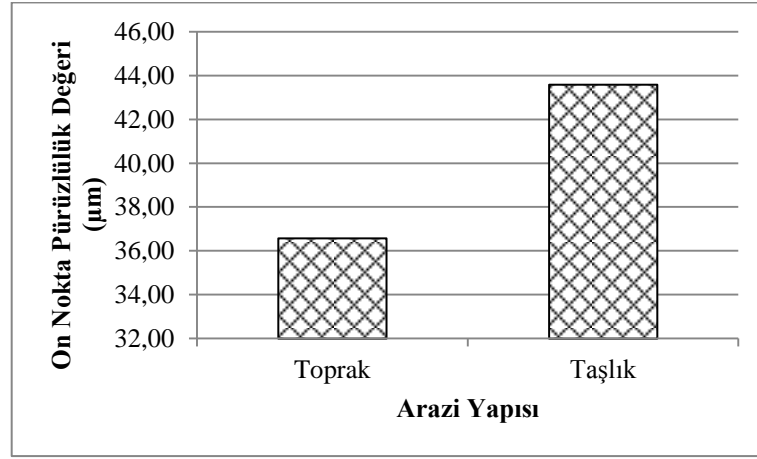
Şekil 90. Arazi yapısının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi

Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 48.64 µm olarak ölçülürken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük (Ry) değeri 41.33 µm olarak ölçülmüştür. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada çam ağacından üretilen yongalevhaların en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 48.37 µm ile 68.18 µm arasında ölçülmüştür (Hızıroğlu ve Zarate, 2007). Yapılan bir diğer çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 30.08 µm ile 83.83 µm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür bilgileri ile uyum içeresindedir. Arazi yapısının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi Şekil 91’de verilmiştir.

Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 43.59 µm olarak ölçülürken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük (Rz) değeri 36.58 µm olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 34.39 µm ile 50.18 µm arasında ölçülmüştür (Hızıroğlu ve Zarate, 2007). Bu konuda yapılan başka bir çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 28.75 µm ile 74.56 µm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Arazi yapısının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi Şekil 92’de verilmiştir.



Şekil 91. Arazi yapısının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi



Şekil 92. Arazi yapısının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi

Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değeriyle ortalama hava kuru yoğunluk değerinin, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarınınkinden fazla olduğu görülmektedir (Tablo 19 ve Tablo 24). Toprak arazide yetişen ağaçların yoğunluğu daha az olduğundan sıcak presleme sırasında daha iyi sıkışmış buda daha düzgün yani daha az pürüzlü yüzeylerin oluşmasına sebep olmuş olabilir.

Ekstraktif maddeler sıcak presleme sırasında üretilen yongalevhaların yüzeylerinde kabarmalara neden olmaktadır (Akbulut 1995). Tablo 49, 54, 59, 64 incelendiğinde taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarına göre daha fazla ekstraktif madde ihtiva ettiği görülmektedir. Bu sebepten dolayı da taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzey pürüzlülük değeri, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilenlerden daha fazla çıkmış olabilir.

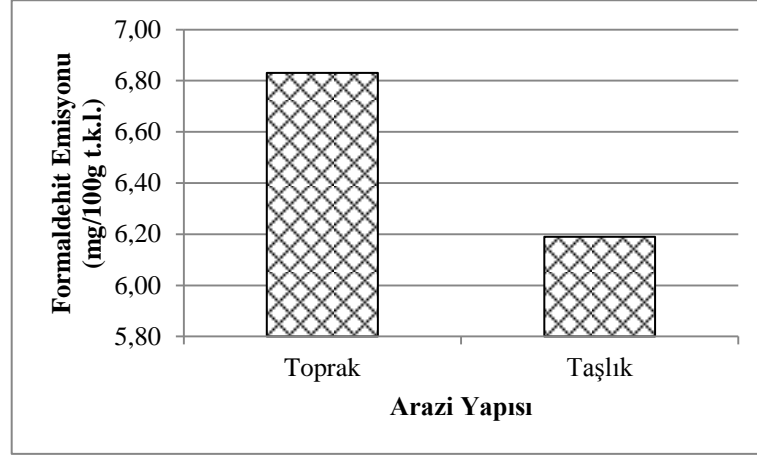
4.4.6. Arazi Yapısının Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi

Yongalevha örneklerine uygulanan formaldehit emisyonu testleri neticesinde elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen ağaçların formaldehit emisyonu 6.19 (mg/100g t.k.l.) iken, toprak arazide yetişen ağaçlarındaki 6.83 (mg/100g t.k.l.) olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada çam, kayın ve kavak ağaçlarının yongalarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu ölçülmüş ve elde edilen değerler 5.03 (mg/100g t.k.l.) ile 7.84 (mg/100g t.k.l.) arasında çıkmıştır (Sarı vd., 2012). Bu çalışmada elde edilen formaldehit emisyonu değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerine etkisi Şekil 93'te verilmiştir.

Tablo 94, 99, 104 incelendiğinde taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülük değerlerinden fazla oldu görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerleri az olan örneklerin yüzeyleri daha sıkı ve daha az geçirgendir, sıcak presleme sırasında formaldehit çıkışı yüzeyi pürüzlü olanlara göre daha azdır ve sıcak presleme sırasında levhadan daha az formaldehit çıkar. Levha içinde kalan formaldehitte üretim sonrasında salınmaya devam eder (Sarı vd., 2010). Dolayısıyla toprak arazide yetişen ağaçlardan üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu yukarıda anlatılan sebepten ötürü yüksek çıkmış olabilir.

Tablo 19 ve Tablo 24 incelendiğinde taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleriyle ortalama hava kurusu yoğunluk değerlerinin toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarındakinden fazla olduğu görülmektedir. Yoğunluğu fazla olan yongalar sıcak presleme sırasında iyi sıkışmaz, pürüzlü ve boşluklu yüzeyler oluşur, sıcak presleme sırasında da formaldehit bu pürüzlü ve boşluklu yüzeylerden çıkar. Bundan ötürü de yoğunluğu fazla olan taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyon değeri toprak arazide yetişenlerden daha az çıkmış olabilir.

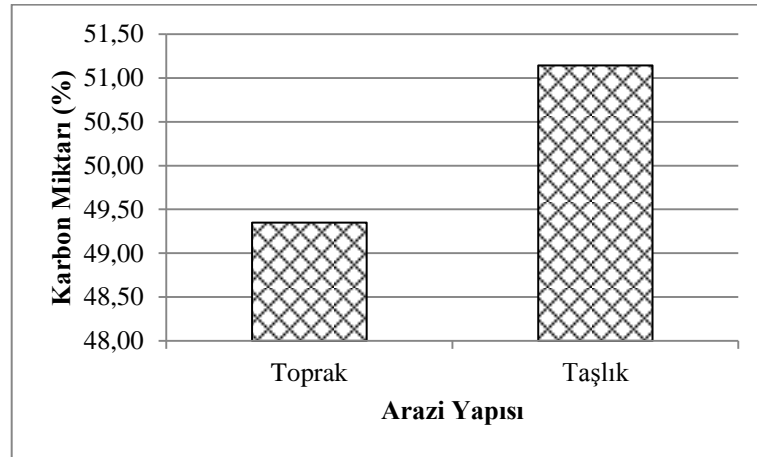
Soğuk suda ve sıcak suda çözünen ekstraktifler formaldehiti bağlar (Akbulut 1995). Tablo 59 ve Tablo 64 incelendiğinde soğuk su ve sıcak su çözünürlük değerlerinin taşlık arazide yetişen Doğu ladini örneklerinde daha fazla olduğu görülecektir. Bundan ötürü de taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri daha az çıkmış olabilir.



Şekil 93. Arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerine etkisi

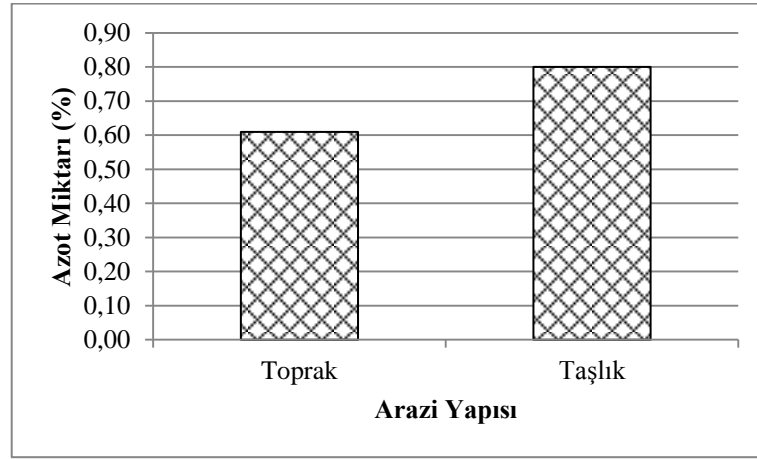
4.4.7. Arazi Yapısının Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi

Arazi yapısının karbon ve azot miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 51.14 olarak tespit edilirken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 49.35 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının karbon miktarının % 50.00 olarak ölçüldüğü görülmektedir (Bozkurt ve Erdin 2011). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Arazi yapısının karbon miktarı üzerine etkisi Şekil 94'te verilmiştir.



Şekil 94. Arazi yapısının karbon miktarı üzerine etkisi

Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.80 olarak tespit edilirken, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.61 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının azot miktarının % 0.20 ile % 0.94 arasında değerler aldığı görülmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Arazi yapısının azot miktarı üzerine etkisi Şekil 95'te verilmiştir.

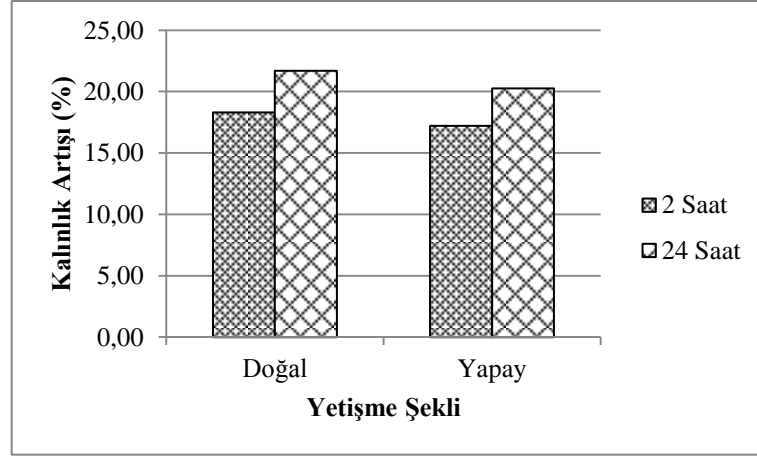


Şekil 95. Arazi yapısının azot miktarı üzerine etkisi

4.5. Yetiştirme Şeklinin Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi

4.5.1. Yetiştirme Şeklinin 2 ve 24 Saatlik Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı Üzerine Etkisi

Yetiştirme şeklinin kalınlık artışı üzerine etkisini araştırmak için yapılan testler sonucunda yetiştirme şeklinin; 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Doğal olarak yetişen Doğu Ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinden yüksek çıkmıştır. Yetiştirme şeklinin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi Şekil 96'da verilmiştir.



Şekil 96. Yetiştirme şeklinin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi

Bu çalışmada elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranları doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalar için % 18.32 iken, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalar için ise % 17.21'dir (Tablo 9). Muhçu ve arkadaşları (2015) melez ağacını kullanarak yaptıkları çalışmada, gövde yüksekliğinin üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlar ve bu araştırma sonuçlarına göre 2 saatlik kalınlık artışı oranları % 15.36 ile % 22.50 arasında çıkmıştır. Baharoğlu (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Kızılçam, Kanada kavağı ve Doğu kayını odunlarından elde edilen yongalar karıştırılarak yongalar levhalar üretilmiş ve 2 saatlik kalınlık artışı oranları tespit edilmiştir. Elde edilen 2 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 5.06 ile % 25.13 arasındadır. Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Yetiştirme şeklinin 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 96'da verilmiştir.

Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranları; doğal olarak yetişen ağaçlardan üretilen yongalevhalar için % 21.70, yapay olarak yetiştirilen ağaçlardan üretilen yongalevhalar için % 20.26 olduğu görülmektedir (Tablo 14). Akyüz ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan bir çalışmada; Sarıçam, Doğu kayını ve Titrek kavak odunlarından üretilen yongalevhaların 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 14.41 ile % 19.86 arasında bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 10.23 ile % 32.51 arasında bulunmuştur (Baharoğlu, 2010). Baharoğlu ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise, 24 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 17.43 ile % 25.58 arasında bulunmuştur. Melez ağacı kullanılarak yapılan bir çalışmada, farklı gövde yüksekliklerinden alınan parçalardan yongalevhalar üretilmiş ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları % 19.06 ile % 31.80 arasında ölçülmüştür. Görüldüğü gibi bu çalışmada elde edilen değerler literatür ile

uyum içerisinde. Yetiştirme şeklinin 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 96'da verilmiştir.

Doğal olarak yetişen ağaçların tam kuru yoğunluk değerleriyle (0.397 g/cm^3) hava kurusu yoğunluk değerlerinin (0.432 g/cm^3), yapay olarak yetiştirilen ağaçlarınkinden ($0.356 \text{ g/cm}^3 - 0.402 \text{ g/cm}^3$) fazla olduğu görülmektedir (Tablo 20, Tablo 25). Doğal olarak yetişen ağaçların yoğunluk değerlerinin fazla olması demek birim hacimde daha fazla odun maddesine sahip olduğunun göstergesidir. Yani birim hacimde su moleküllerinin bağlanabileceği daha fazla materyal vardır. Kalınlık artışının doğal olarak yetişen ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarında daha fazla olmasının bir nedeni bu olabilir. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının yoğunluğu düşük olduğundan bu ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhelerde, hedeflenen yoğunluğa ulaşmak için daha fazla yonga adedi kullanılmak zorundadır. Böylece daha fazla yapışma yüzeyi elde edilmekte ve daha iyi yapışma meydana gelmektedir (Akbulut, 1995). Bunun sonucu olarak ta suyun levhaya difüzyonu zorlaşmaktadır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhelerin kalınlık artışı oranlarının düşük çıkmasının sebebi de bu olabilir.

Tablo 50, Tablo 60, Tablo 65 incelendiğinde yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri, soğuk ve sıcak suda çözünürlük değerlerinin, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından fazla olduğu görülmektedir. Baharoğlu (2010) ve Bardak'a (2014) göre, ekstraktif maddeler üretilen deneme levhalarına su itici özellik kazandırmaktadır. Bundan ötürü de yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhelerin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhelerden düşük çıkmış olabilir.

Tablo 70 ve Tablo 75 incelendiğinde doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının sırasıyla holoselüloz ve selüloz miktarlarının, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından fazla oldu görülmektedir. Su molekülleri bu odun bileşenlerinin üzerlerindeki serbest hidroksil gruplarına bağlanmaktadır. Dolayısıyla doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen levhaların kalınlık artışı oranlarının yüksek çıkmasının bir nedeni de daha fazla oranda holoselüloz ve selüloz bileşenlerine sahip olduklarından su moleküllerinin bağlanabileceği daha fazla serbest hidroksil grubu bulundurmaları olabilir.

Tablo 85 incelendiğinde yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarının doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından daha fazla olduğu görülecektir. Lignin oranının fazla olması yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen

yongalardan üretilen yongalevha örneklerine hidrofobik bir yapı kazandırmış ve kalınlık artışı oranı düşük çıkmış olabilir.

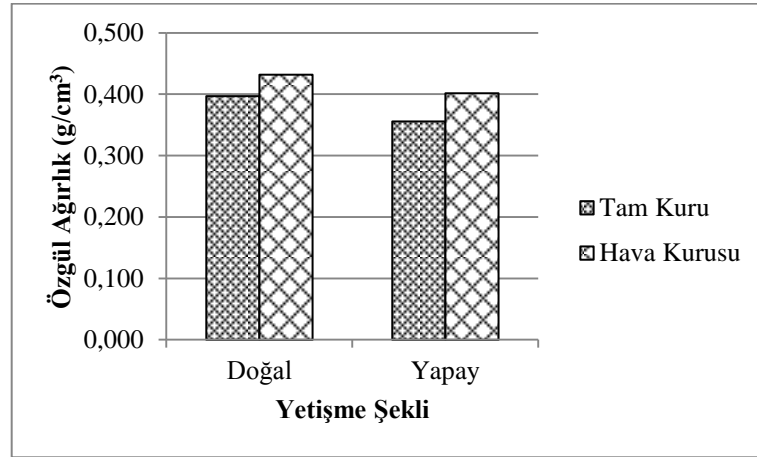
Tablo 90 incelendiğinde ise doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının kül miktarının yapay olarak yetiştirilenlerden daha fazla olduğu görülmektedir. Grigoriou (2003) tarafından yapılan çalışmaya göre kül miktarındaki artış levhanın yapışma özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Bundan ötürü doğal olarak yetişen ağaçlardan üretilen yongalevhelerde yapışma olumsuz etkileneceğinden suyun levhaya difüzyonu kolaylaşmış ve kalınlık artışı oranı artmış olabilir.

Deneme levhalarının yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhaların ortalama pürüzlülük değeri, en büyük pürüzlülük değeri ve on nokta pürüzlülük değerlerinin yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen levhalardan daha yüksek çıktığı görülmektedir (Tablo 95, Tablo 100, Tablo 105). Pürüzlü yüzeylere sahip olan levhalara da suyun difüzyonu daha kolay olacağından, doğal olarak yetişmiş Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinin kalınlık artışı oranı yüksek çıkmış olabilir. Tersini düşünersek te, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinin yüzeyleri sıkı olduğundan, suyun levhaya difüzyonu zorlaşmış, dolayısıyla da kalınlık artışı oranları düşük çıkmış olabilir (Nemli vd., 2007a).

4.5.2. Yetiştirme Şeklinin Tam Kuru ve Hava Kuru Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Bu çalışmada yapılan testler ve bu testlerden elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda yetiştirme şeklinin tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kuru özgül ağırlıklarının, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme şeklinin tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 97'de verilmiştir.

Tespit edilen tam kuru özgül ağırlık değerleri; doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçları için 0.397 g/cm^3 , yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçları için ise 0.356 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Bozkurt ve Erdin'e (2011) göre Doğu ladininin ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.410 g/cm^3 'tür. Bir çalışmada Doğu ladini ağacının tam kuru özgül ağırlık değerleri 0.300 g/cm^3 ile 0.590 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 97. Yetiştirme şeklinin tam kuru ve hava kuru özgül ağırlık üzerine etkisi

Hava kuru özgül ağırlık değerleri ise doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarında 0.432 g/cm^3 olarak tespit edilirken, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarında 0.402 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırması yapıldığında Doğu ladini için hava kuru özgül ağırlık değerleri 0.331 g/cm^3 ile 0.619 g/cm^3 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Bulunan değerlerin önceki yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Bendsten'e (1978) göre, yapay olarak yetiştirilen ağaçlar genel olarak doğal olarak yetişen ağaçlardan daha düşük özgül ağırlığa sahiptirler (Langum vd., 2009).

Tablo 70 ve Tablo 75 incelendiğinde doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz ve selüloz miktarının, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından fazla olduğu görülmektedir. Holoselüloz ve selüloz miktarının fazla olması, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarında özgül ağırlık değerinin fazla olmasının nedeni olabilir.

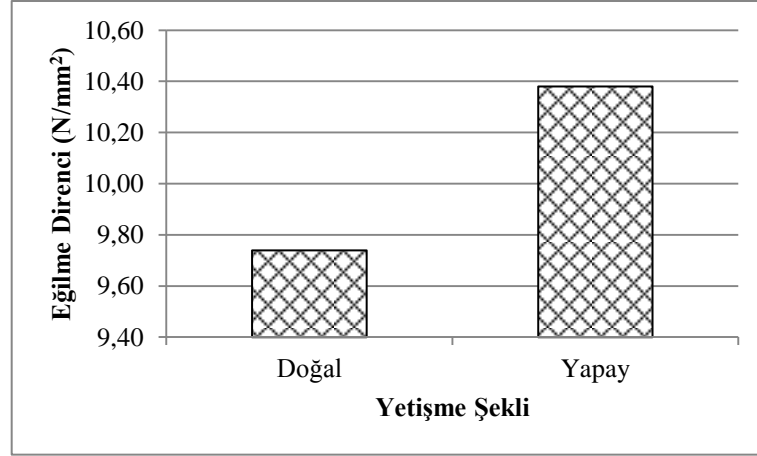
Kullanılan ağaçların karbon ve azot miktarları incelendiğinde, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarının, yapay olarak yetiştirilen ağaçlardan fazla olduğu görülmektedir (Tablo 115 ve Tablo 120). Bu verilerden, doğal olarak yetişen ağaçlarda daha fazla fotosentez yapıldığı ve daha fazla hücre çeper maddesinin üretildiği anlaşılmaktadır. Birim hacimde hücre çeper maddesi fazla olan odun, diğer oduna göre daha ağır olacağından, bu durum doğal olarak yetişen ağaçların özgül ağırlık artış sebebi olabilir.

4.5.3. Yetiştirme Şeklinin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi

4.5.3.1. Yetiştirme Şeklinin Eğilme Direnci, Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Yüzeye Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisi

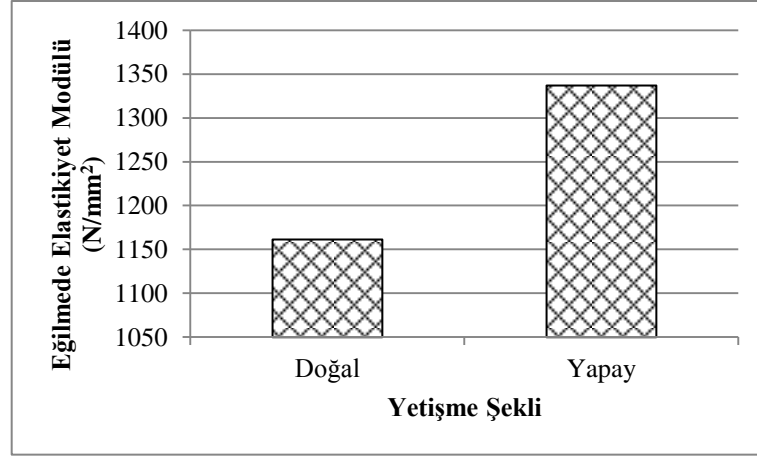
Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda yetiştirme şeklinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direncinin, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevha örneklerinden fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin ortalama eğilme direnci 10.38 N/mm^2 iken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin ortalama eğilme direnci 9.74 N/mm^2 'dir (Tablo 30). Muhçu ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada melez ağacından elde edilen yongalardan yongalevha üretmişler ve yapılan testler sonucunda eğilme direnci değerlerinin 10.30 N/mm^2 ile 14.38 N/mm^2 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Atar ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, kızılçam, kayın ve kavak yongalarından elde edilen yongalardan üretilen yongaların eğilme direnci değerleri ise 10.49 N/mm^2 ile 14.59 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada ise yongalevhanın teknolojik özellikleri incelenmiş ve bulunan eğilme direnci değerleri 10.34 N/mm^2 ile 13.31 N/mm^2 arasında olduğu görülmüştür (Baharoğlu vd., 2014). Nourbakhsh (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı tür kavak ağaçlarından yongalevhalar üretilmiş ve eğilme direnci değerleri ölçülmüştür. Varılan sonuçlara göre eğilme direnci değerleri 16.04 N/mm^2 ile 20.10 N/mm^2 arasında çıkmıştır. Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yetiştirme şeklinin eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 98'de verilmiştir.



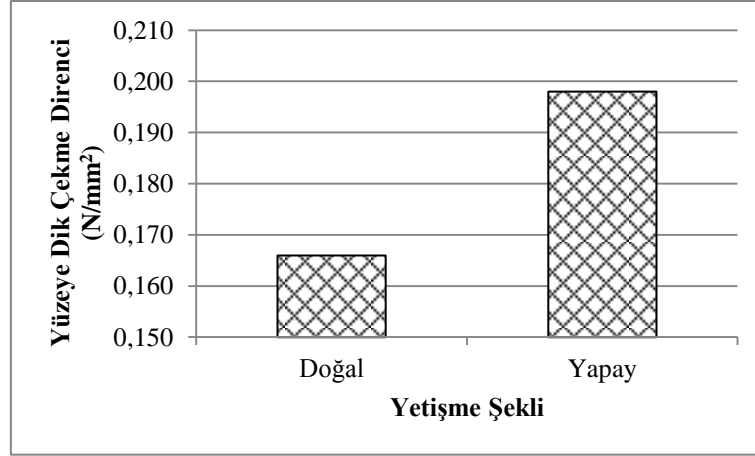
Şekil 98. Yetiştirme şeklinin eğilme direnci üzerine etkisi

Eğilmede elastikiyet modülü değerleri; yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 1337.22 N/mm^2 iken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için 1161.32 N/mm^2 'dir (Tablo 35). Bu konuda yapılan bir çalışmada elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1746.40 N/mm^2 ile 2458.60 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Baharoğlu ve arkadaşları (2014) tarafından yongalevhalar üzerine yapılan bir çalışmada bulunan eğilme direnci değerleri 1414.10 N/mm^2 ile 1727.50 N/mm^2 arasındadır. Konuyla ilgili yapılan başka bir çalışmada elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri 1447 N/mm^2 ile 1927 N/mm^2 arasındadır (Muhçu vd., 2015). Değişik türdeki kavak ağaçlarının yongalardan üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri ölçülmüş ve elde edilen değerler 1671 N/mm^2 ile 2173 N/mm^2 arasında tespit edilmiştir (Nourbakhsh, 2010). Bu çalışmada ulaşılan sonuçların literatür bilgileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yetiştirme şeklinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 99'da verilmiştir.



Şekil 99. Yetiştirme şeklinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi

Üretilen yongalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerlerinin ölçülmesi için yapılan testler ve elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda; yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için elde edilen değer 0.198 N/mm^2 iken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örnekleri için ise 0.166 N/mm^2 'dir (Tablo 39). Literatür araştırması yapıldığında Muhçu ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, Avrupa melezi tomruğunun farklı yüksekliklerinden elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri 0.290 N/mm^2 - 0.450 N/mm^2 arasında bulunmuştur. Nourbakhsh (2010) farklı tür kavak ağaçları üzerinde çalışma yapmış ve ürettiği deneme levhalarının yüzeye dik çekme dirençlerinin 0.860 N/mm^2 ile 1.053 N/mm^2 arasında olduğunu bulmuştur. Karışık yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri ise 0.230 N/mm^2 ile 0.560 N/mm^2 arasında ölçülmüştür (Atar vd., 2014). Konuyla ilgili yapılan bir başka çalışmada ise yüzeye dik çekme direnci değerlerinin 0.213 N/mm^2 ile 0.409 N/mm^2 arasında olduğu ölçülmüştür (Baharoğlu vd., 2014). Yetiştirme şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 100'de verilmiştir.



Şekil 100. Yetiştirme şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Yongalevha üretiminde, düşük yoğunluktaki ağaç türleri sıcak preste kolaylıkla sıkıştırılabildikleri için tercih edilir, orta yoğunluktaki türler kolay ve ucuz olarak bulunabiliyorsa kullanılır. Yüksek özgül kütleyle sahip türlerden ise sakınılır. Deppe ve Ernst'e (1964) göre, hafif ve ağır odundan aynı yoğunlukta üretilmiş levhalardan hafif olanlarının eğilme direncinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Gündüz ve Masraf, 2005). Özgül ağırlığı düşük olan ağaçlardan elde edilen yongalar kullanıldığında hedeflenen özgül ağırlık değerine ulaşmak için daha fazla miktarda yonga kullanılması gerekir ki bu durumda yongalevha taslağında özgül ağırlığı yüksek olan ağaçlara göre daha fazla miktarda yonga bulunur ve daha fazla yapışma yüzeyi elde edilir. Dolayısıyla üretilen yongalevhelerde daha iyi yapışma elde edilir ve mekanik özelliklerde iyileşmeler görülür (Akbulut, 1995; Baharoğlu, 2010). Bu çalışmada da üretilen yongalevha örneklerinde; yapay olarak yetiştirilen ağaçların özgül ağırlığı, doğal olarak yetişen ağaçlardan daha az olduğundan, yapay olarak yetiştirilen ağaçlardan üretilen deneme levhalarında, doğal olarak yetişen ağaçlara nazaran daha fazla miktarda yonga kullanılmıştır. Bundan ötürü de yapay olarak yetiştirilen ağaçlardan üretilen yongalevhelerin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri daha yüksek çıkmış olabilir.

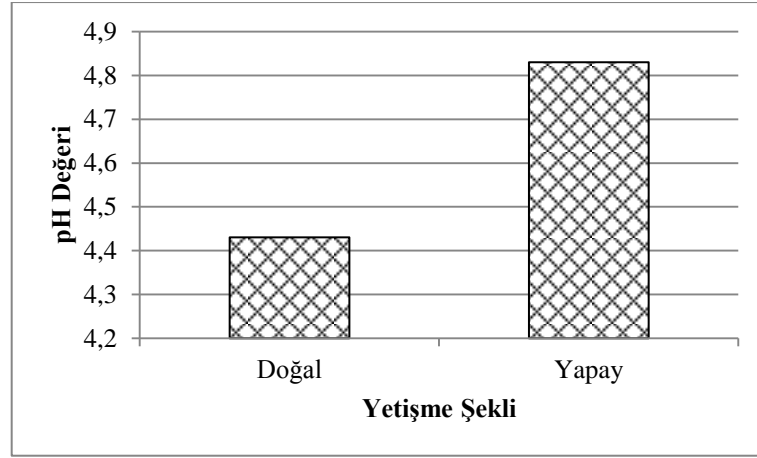
Lignin sıcak presleme sırasında elastikleşmekte, soğuduğunda ise plastikleşerek doğal tutkal özelliği göstermektedir. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarının, doğal olarak yetişenlerden daha fazla olduğu Tablo 85 incelendiğinde anlaşılacaktır. Bundan ötürü de yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhelerin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri daha yüksek çıkmış olabilir.

Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının kül miktarı, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından fazladır (Tablo 90). İnorganik maddeler (kül) hidorksil gruplarını azaltıcı etki yapığundan tutkal bağı sayısını da azaltmaktadır (Bardak, 2014). Bu sebepten dolayı da doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinde iyi bir yapışma olmamış ve mekanik direnç değerleri düşmüş olabilir.

4.5.4. Yetiştirme Şeklinin Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi

4.5.4.1. Yetiştirme Şeklinin pH Üzerine Etkisi

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan Doğu ladini ağaçlarının pH değeri üzerine yetiştirme şeklinin etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 4.83 olarak tespit edilirken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının pH değeri 4.43 olarak belirlenmiştir.



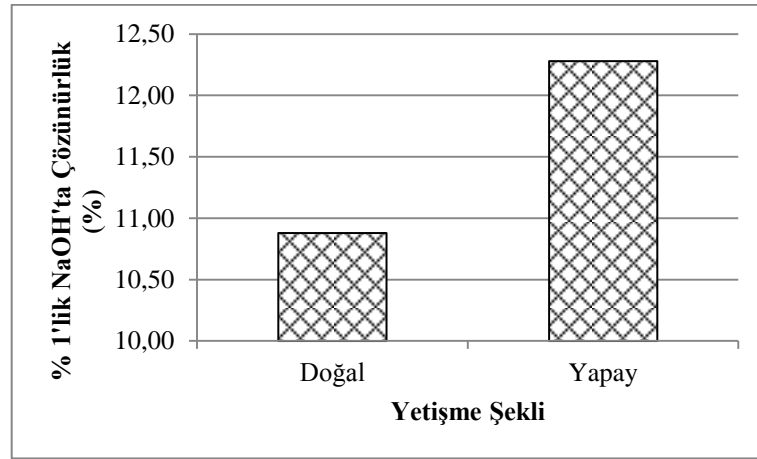
Şekil 101. Yetiştirme şeklinin pH değeri üzerine etkisi

Doğu ladini üzerinde yapılan bir çalışmada pH değerinin 5.0 olduğu belirlenmiştir (Yıldız ve Can, 2012). Arazi yapısının pH değeri üzerine etkisi Şekil 101’de gösterilmiştir.

4.5.4.2. Yetiştirme Şeklinin % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük Üzerine Etkisi

Bu çalışmada üretilen deneme levhalarının kimyasal analizi ve elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine

etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 12.28 iken, doğal olarak yetişen ağaçları % 10.88 olarak ölçülmüştür. Uçar (2005) tarafından yapılan çalışmada; yapay olarak yetiştirilen ağaçların % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 12.10 iken, doğal olarak yetişen ağaçları % 10.50 olarak ölçülmüştür. Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri % 11.85 olarak ölçülürken, Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada % 10.58 olarak belirlenmiştir. Öktem (1989) değişik çaptaki Doğu ladinlerinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerlerini ölçmüş % 8.93 ile % 12.39 arasında değerler elde etmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri uyumludur. Yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 102'de verilmiştir.

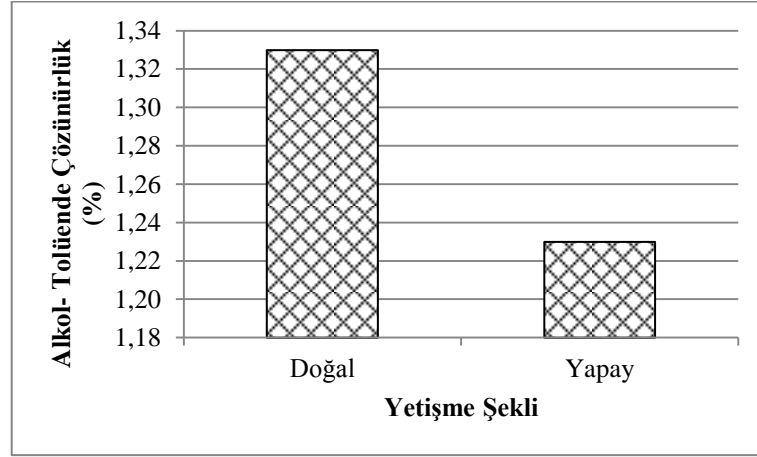


Şekil 102. Yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.5.4.3. Yetiştirme Şeklinin Alkol-Tolüende Çözünürlük Üzerine Etkisi

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan Doğu ladini ağaçlarının alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine yetiştirme şeklinin etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.23 olarak tespit edilirken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.33 olarak belirlenmiştir. Uçar (2005) tarafından yapılan çalışmada; yapay olarak yetiştirilen ağaçların alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.30 iken, doğal olarak yetişen ağaçları % 1.50 olarak ölçülmüştür. Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.90 olarak ölçülürken, Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada % 1.11 olarak

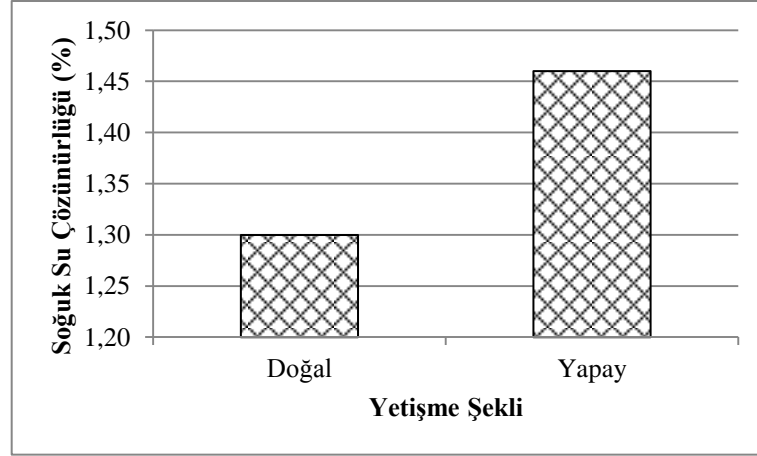
belirlenmiştir. As ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladininin alkol- tolüende çözünürlük değeri % 1.53 olarak belirlenmiştir. Doğu ladini üzerine yapılan bir çalışmada alkol- tolüen değeri % 0.74 ile % 1.31 arasında bulunmuştur (Öktem, 1989). Yetiştirme şeklinin alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi Şekil 103'te verilmiştir.



Şekil 103. Yetiştirme şeklinin alkol- tolüende çözünürlük değeri üzerine etkisi

4.5.4.4. Yetiştirme Şeklinin Soğuk Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan Doğu ladini ağaçlarının soğuk su çözünürlük değeri üzerine yetiştirme şeklinin etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının soğuk su çözünürlük değeri % 1.46 olarak tespit edilirken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının soğuk su çözünürlük değeri % 1.30 olarak belirlenmiştir. Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının soğuk su çözünürlük değeri % 0.90 olarak ölçülürken, Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada % 0.99 olarak belirlenmiştir. Yetiştirme şeklinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 104'te verilmiştir.

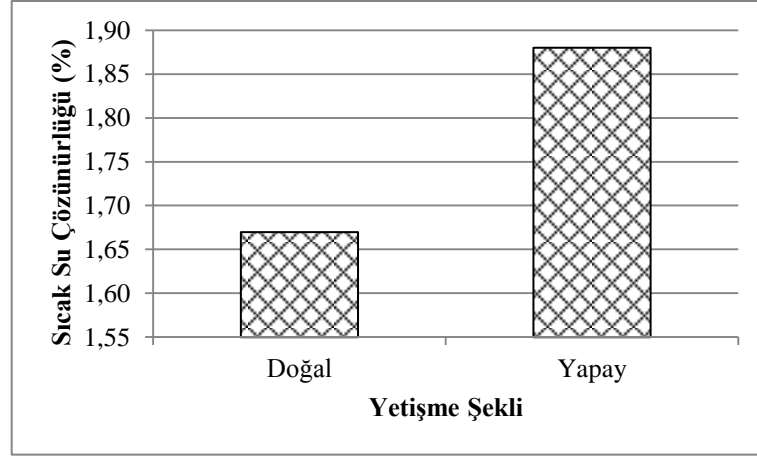


Şekil 104. Yetiştirme şeklinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi

4.5.4.5. Yetiştirme Şeklinin Sıcak Su Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Üretilen yongalevhalara uygulanan testler ve elde edilen sonuçların istatistiksel analizi neticesinde yetiştirme şeklinin sıcak su çözünürlüğü üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

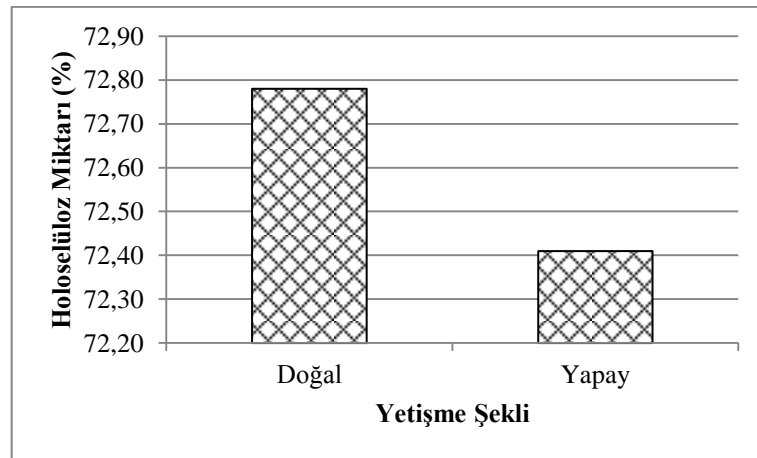
Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 1.88 olarak tespit edilirken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının sıcak su çözünürlük değeri % 1.67 olarak belirlenmiştir. Uçar (2005) tarafından yapılan çalışmada; yapay olarak yetiştirilen ağaçların sıcak su çözünürlük değeri % 2.90 iken, doğal olarak yetişen ağaçları % 2.60 olarak ölçülmüştür. Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının sıcak su çözünürlük değeri % 2.30 olarak ölçülürken, Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada % 1.83 olarak belirlenmiştir. Yetiştirme şeklinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 105'te verilmiştir.



Şekil 105. Yetiştirme şeklinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

4.5.4.6. Yetiştirme Şeklinin Holoselüloz Üzerine Etkisi

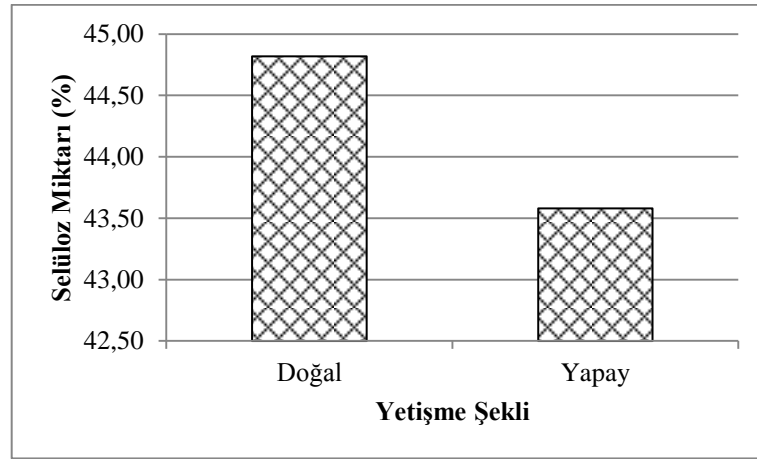
Deneme levhalarına uygulanan kimyasal testler ve elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 72,41 olarak ölçülmüşken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı % 72,78 olarak ölçülmüştür. Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının holoselüloz miktarı % 73,56 olarak belirlenmiştir. Doğu ladini üzerine yapılan başka bir çalışmada holoselüloz miktarı % 73,01 ile % 74,34 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgileri ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 106'da verilmiştir.



Şekil 106. Yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerine etkisi

4.5.4.7. Yetiştirme Şeklinin Selüloz Üzerine Etkisi

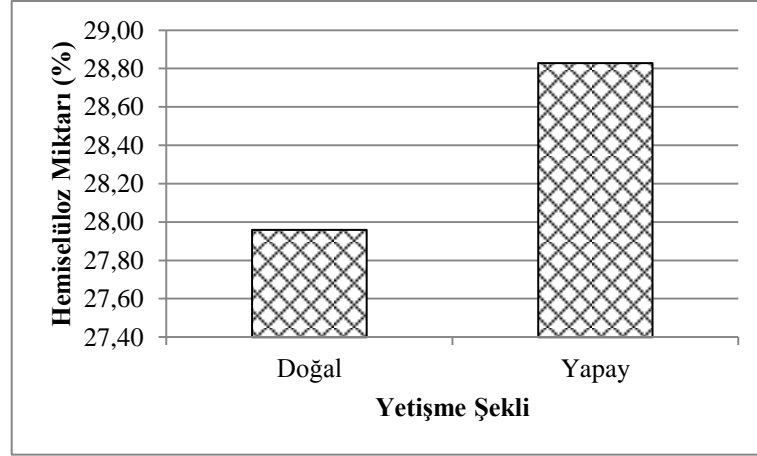
Yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 43.58 olarak belirlenirken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı % 44.82 olarak belirlenmiştir. Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının selüloz miktarı % 43.55 olarak ölçülürken, Serin ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada % 43.08 olarak belirlenmiştir. Bir çalışmada da Doğu ladini için ulaşılan selüloz miktarı % 40.31 ile % 47.66 arasındadır (Öktem, 1989). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyumludur. Yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 107'de verilmiştir.



Şekil 107. Yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerine etkisi

4.5.4.8. Yetiştirme Şeklinin Hemiselüloz Üzerine Etkisi

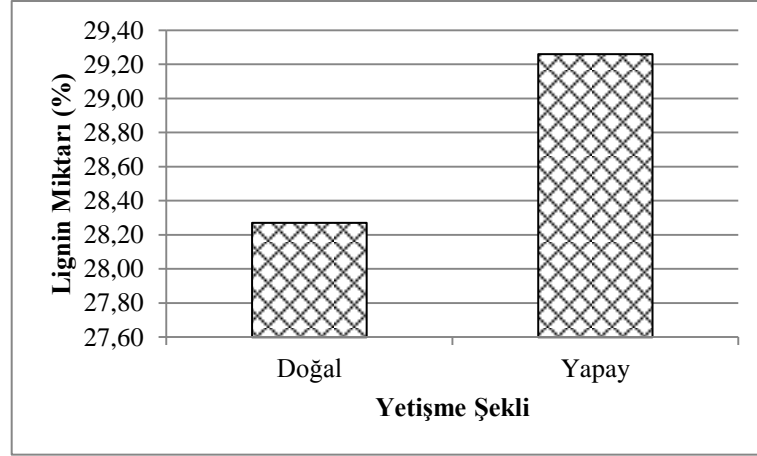
Elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisinin anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 28.83 iken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı % 27.96 olarak tespit edilmiştir. Ucar'a (2005) göre, Doğu ladini ağacının hemiselüloz miktarı % 29,9'dur. Öktem'e (1989) göre, Doğu ladini ağacının hemiselüloz miktarı % 28.01 olarak belirlenmiştir. Yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 108'de verilmiştir.



Şekil 108. Yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi

4.5.4.9. Yetiştirme Şeklinin Lignin Üzerine Etkisi

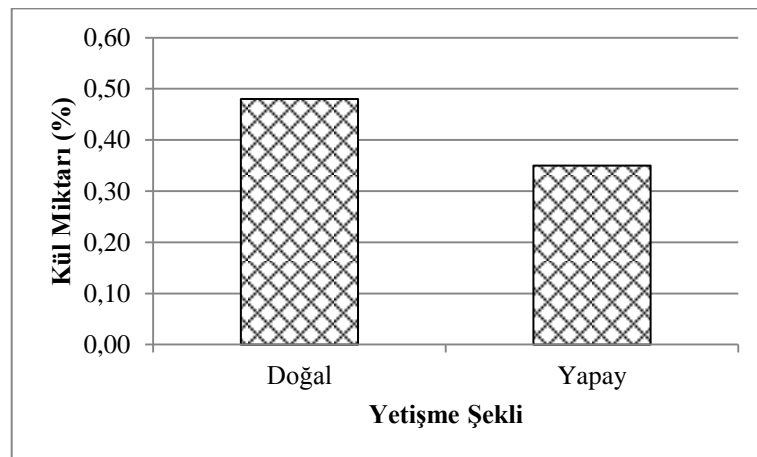
Yapılan çalışmalar sonucunda yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı % 29.26 olarak belirlenirken, doğal olarak yetişen ağaçların lignin miktarı % 28.27 olarak belirlenmiştir. Uçar (2005) tarafından yapılan çalışmada; yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağacının lignin miktarı % 26.80 iken, doğal olarak yetişeninki % 26.10 olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarı % 26.93 olarak ölçülmüştür (Serin vd., 2003). Hafizoğlu ve Usta (2005) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarı % 27.50 olarak ölçülmüştür. Diğer bir çalışmada Doğu ladini ağacının lignin miktarını % 26.01 olarak tespit etmişlerdir (As vd., 2001). Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerine etkisi Şekil 109'da verilmiştir.



Şekil 109. Yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerine etkisi

4.5.4.10. Yetiştirme Şeklinin Kül Üzerine Etkisi

Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda yetiştirme şeklinin kül miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının kül miktarı % 0.35 iken, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarınınki % 0.48 olarak ölçülmüştür. Değişik çaptaki Doğu ladini ağaçları üzerine yapılan bir çalışmada kül miktarı % 0.26 ile % 0.52 arasında ölçülmüştür (Öktem, 1989). Bu çalışmada elde edilen kül miktarı değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Arazi yapısının kül miktarı üzerine etkisi Şekil 110'da verilmiştir.



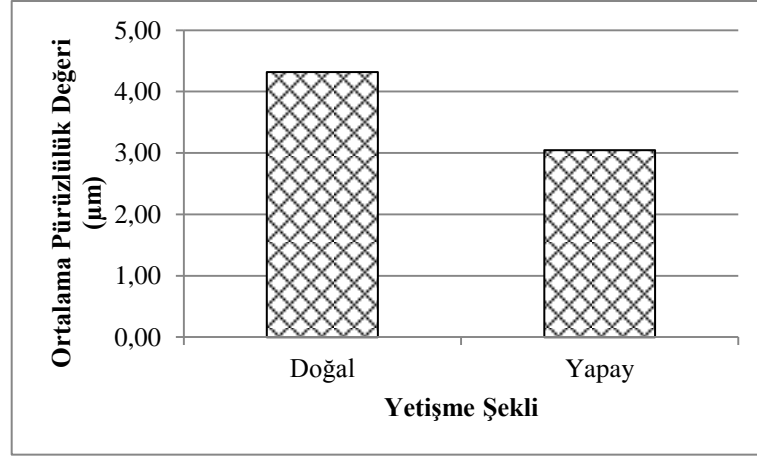
Şekil 110. Yetiştirme şeklinin kül miktarı üzerine etkisi

4.5.5. Yetiştirme Şeklinin Yongalevhanın Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

4.5.5.1. Yetiştirme Şeklinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi

4.5.5.1.1. Yetiştirme Şeklinin Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra), En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) ve On Nokta Pürüzlülük Değeri (Rz) Üzerine Etkisi

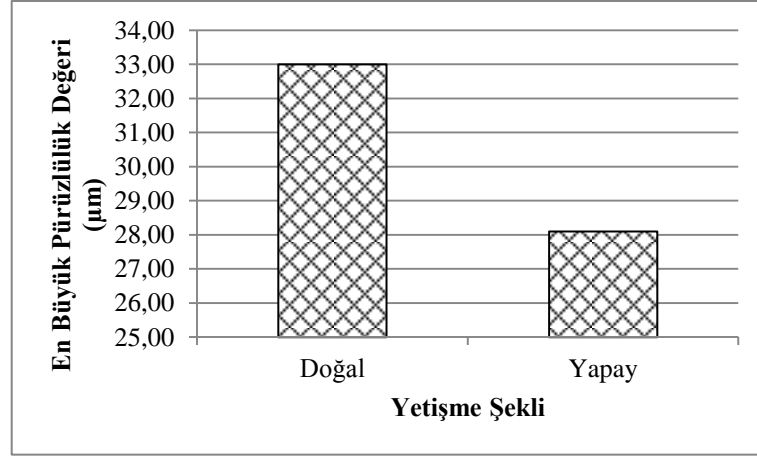
Üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülüğü testleri sonucunda yetiştirme şeklinin; ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülük değeri (Rz), yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarından daha yüksek çıkmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 4.32 μm olarak ölçülürken, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının ortalama pürüzlülük (Ra) değeri 3.05 μm olarak ölçülmüştür. Rolleri ve Roffael (2010) tarafından yapılan çalışmada ladin ve göknar ağaçlarından yongalevha üretilmiş ve ortalama pürüzlülük değerinin 5.2 μm olduğu belirtilmiştir. Hızıroğlu ve Zarate (2007) tarafından yapılan bir çalışmada çam ağacından üretilen yongalevhaların ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 4.08 μm ile 6.02 μm arasında ölçülmüştür. Nemli ve arkadaşları (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 7.62 μm ile 13.64 μm arasında ölçülmüştür. Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Yetiştirme yerinin ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi Şekil 111’de verilmiştir.



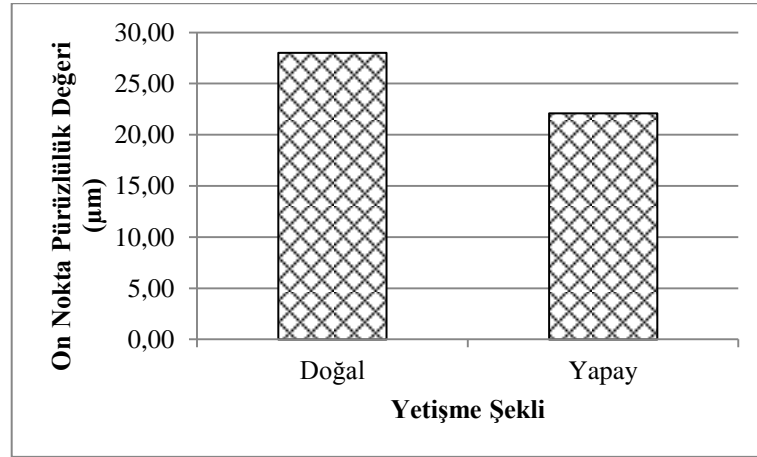
Şekil 111. Yetiştirme yerinin ortalama pürüzlülük değeri (Ra) üzerine etkisi

Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 33.00 µm olarak ölçülürken, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının en büyük pürüzlülük (Ry) değeri 28.10 µm olarak ölçülmüştür. Muhçu ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir çalışmada melez ağacının farklı gövde yüksekliklerinden elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların en büyük pürüzlülük değerleri 37.88 µm ile 61.89 µm arasında çıkmıştır. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada çam ağacından üretilen yongalevhaların en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 48.37 µm ile 68.18 µm arasında ölçülmüştür (Hızıroğlu ve Zarate, 2007). Yapılan bir diğer çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri (Ry) 30.08 µm ile 83.83 µm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür bilgileri ile uyum içeresindedir. Yetiştirme şeklinin en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi Şekil 112’de verilmiştir.

Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 28.01 µm olarak ölçülürken, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının on nokta pürüzlülük (Rz) değeri 22.10 µm olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 34.39 µm ile 50.18 µm arasında ölçülmüştür (Hızıroğlu ve Zarate, 2007). Bu konuda yapılan başka bir çalışmada kayın, çam ve kavak ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının on nokta pürüzlülük değeri (Rz) 28.75 µm ile 74.56 µm arasında ölçülmüştür (Nemli vd., 2007). Bu çalışmada ulaşılan değerler literatür ile uyum içeresindedir. Yetiştirme şeklinin on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi Şekil 113’te verilmiştir.



Şekil 112. Yetiştirme şeklinin en büyük pürüzlülük değeri (Ry) üzerine etkisi



Şekil 113. Yetiştirme şeklinin on nokta pürüzlülük değeri (Rz) üzerine etkisi

Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değeriyle ortalama hava kurusu yoğunluk değerinin, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarınınkinden fazla olduğu görülmektedir (Tablo 20 ve Tablo 25). Yapay olarak yetiştirilen ağaçların yoğunluğu daha az olduğundan sıcak presleme sırasında daha iyi sıkışmış buda daha düzgün yani daha az pürüzlü yüzeylerin oluşmasına sebep olmuş olabilir.

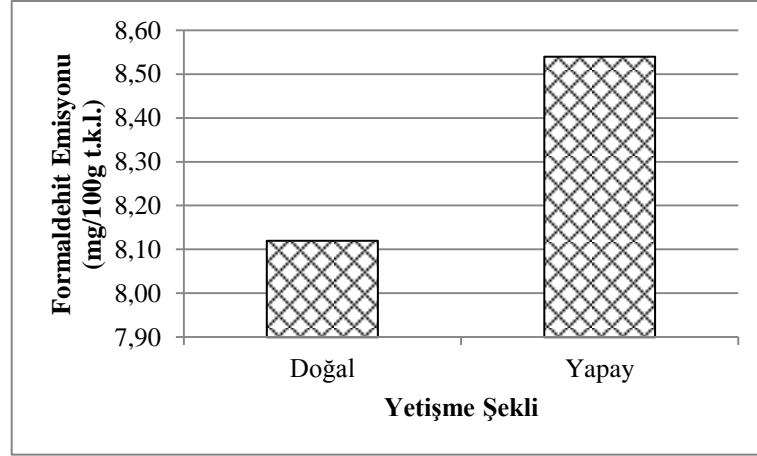
4.5.6. Yetiştirme Şeklinin Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkisi

Yongalevha örneklerine uygulanan formaldehit emisyonu testleri neticesinde elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yetiştirme şeklinin formaldehit emisyonu üzerine

etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen ağaçların formaldehit emisyonu 8.12 (mg/100g t.k.l.) iken, yapay olarak yetiştirilen ağaçları 8.54 (mg/100g t.k.l.) olarak ölçülmüştür. Atar ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışmada üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu değerleri 6.84 (mg/100g t.k.l.) ile 14.33(mg/100g t.k.l.) arasında bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada çam, kayın ve kavak ağaçlarının yongalarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu ölçülmüş ve elde edilen değerler 5.03 (mg/100g t.k.l.) ile 7.84 (mg/100g t.k.l.) arasında çıkmıştır (Sarı vd., 2012). Bu çalışmada elde edilen formaldehit emisyonu değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yetilme şeklinin formaldehit emisyonu üzerine etkisi Şekil 114'te verilmiştir.

Tablo 95, 100, 105 incelendiğinde doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülük değerlerinin, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin yüzey pürüzlülük değerlerinden fazla oldu görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerleri az olan örneklerin yüzeyleri daha sıkı ve daha az geçirgendir, sıcak presleme sırasında formaldehit çıkışı yüzeyi pürüzlü olanlara göre daha azdır ve sıcak presleme sırasında levhadan daha az formaldehit çıkar. Levha içinde kalan formaldehitte üretim sonrasında salınmaya devam eder (Sarı vd., 2010). Dolayısıyla yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu yukarıda anlatılan sebepten ötürü yüksek çıkmış olabilir.

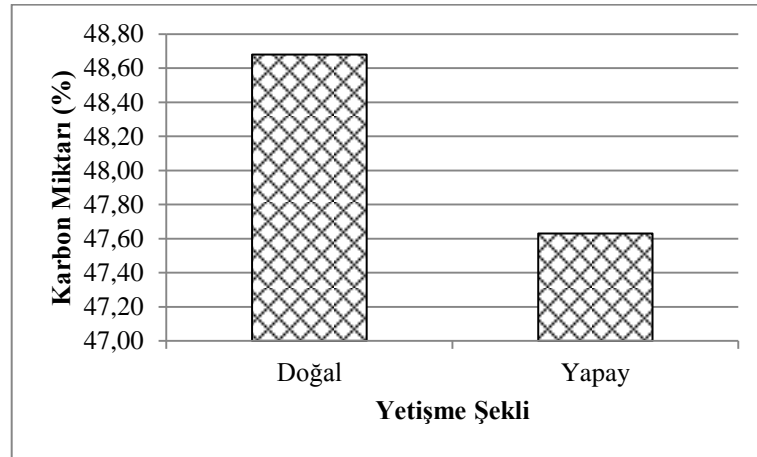
Tablo 20 ve Tablo 25 incelendiğinde doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleriyle ortalama hava kurusu yoğunluk değerlerinin yaapy olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarınınkinden fazla olduğu görülmektedir. Yoğunluğu fazla olan yongalar sıcak presleme sırasında iyi sıkışmaz, pürüzlü ve boşluklu yüzeyler oluşur, sıcak presleme sırasında da formaldehit bu pürüzlü ve boşluklu yüzeylerden çıkar. Bundan ötürü de yoğunluğu fazla olan doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyon değeri yapay olarak yetiştirilenlerden daha az çıkmış olabilir.



Şekil 114. Yetiştirme şeklinin formaldehit emisyonu üzerine etkisi

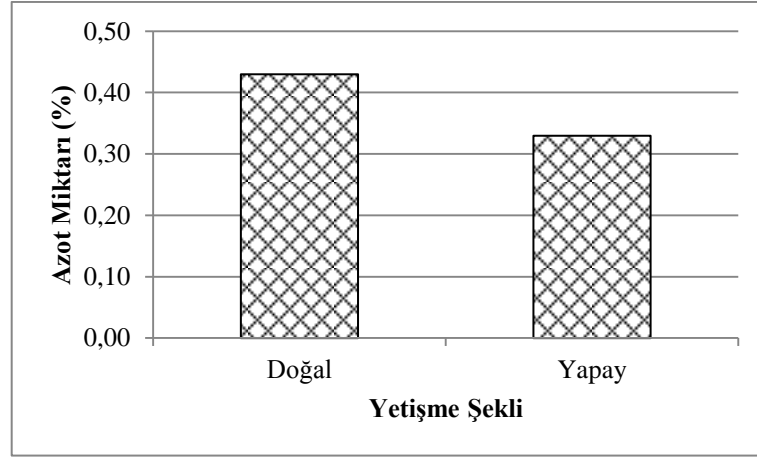
4.5.7. Yetiştirme Şeklinin Karbon ve Azot Miktarı Üzerine Etkisi

Yetiştirme şeklinin karbon ve azot miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 48.68 olarak tespit edilirken, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarı % 47.63 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının karbon miktarının % 50.00 olarak ölçüldüğü görülmektedir (Bozkurt ve Erdin 2011). Başka bir kaynakta ise Doğu ladininin karbon miktarı % 51.39 olarak verilmiştir (Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yetiştirme şeklinin karbon miktarı üzerine etkisi Şekil 115'te verilmiştir.



Şekil 115. Yetiştirme şeklinin karbon miktarı üzerine etkisi

Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.43 olarak tespit edilirken, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının azot miktarı % 0.33 olarak tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında Doğu ladini ağacının azot miktarının % 0.20 ile % 0.94 arasında değerler aldığı görülmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Öktem, 1989). Elde edilen sonuçların literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yetiştirme şeklinin azot miktarı üzerine etkisi Şekil 116'da verilmiştir.



Şekil 116. Yetiştirme şeklinin azot miktarı üzerine etkisi

5. SONUÇLAR

5.1. Fiziksel Özellikler

5.1.1. Rutubet Miktarı

TS EN 312 (2005) no'lu standarta göre, yongalevhelerde rutubet miktarının % 9±4 arasında olması öngörülmektedir (TS EN 312, 2005). Üretilen yongalevhelerin rutubet miktarlarının % 9.56 - % 9.84 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Deneme levhalarının rutubet miktarları standartta belirtilen değerler arasındadır.

5.1.2. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

1. TS EN 312 (2005) no'lu standartta 12 mm kalınlığındaki yongalevheler için; kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 24 saatlik kalınlığına şişme en çok % 16, kuru şartlarda ağır yük taşıyıcı levhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme en çok % 15, nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan yongalevhelerde 24 saatlik kalınlığına şişme oranının en çok % 14, nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan yongalevhelerde 24 saatlik kalınlığına şişme en çok % 11 ve nemli şartlarda ağır yük taşıyıcı levhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme ise en çok % 9 olması öngörülmektedir (TS EN 312, 2005). Üretilen yongalevhelerin 24 saatlik kalınlık artışı oranı değerleri % 18.57- 24.23 arasında çıkmıştır. Levha gruplarından hiç biri bu standarda uymamaktadır. Deneme levhalarının kalınlık artışı değerlerinin standarda uygun olmamasının nedeni, su itici madde olarak parafin kullanılmamasıdır.

2. En düşük kalınlık artışı oranı 8. grupta elde edilirken, en yüksek kalınlık artışı oranı 1. grupta elde edilmiştir.

3. Yapılan çalışmalardan hammadde ağaç yaşının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. 40 yaşındaki ağaçların kalınlık artışı oranı, 70 yaşındaki ağaçlarınkinden daha düşük çıkmıştır.

4. Elde edilen sonuçların istatistik analizi sonucunda bakının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından

üretileen deneme levhalarının kalınlık artışı oranı, kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretileen deneme levhalarından düşük çıkmıştır.

5. Yüksekliğin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. 1500-2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretileen deneme levhalarının kalınlık artışı oranı, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretileen deneme levhalarından düşük çıkmıştır.

6. Uygulanan testler sonucunda arazi yapısının 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretileen deneme levhalarının kalınlık artışı oranı, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretileen deneme levhalarından düşük çıkmıştır.

7. Yetiştirme şeklinin 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretileen deneme levhalarının kalınlık artışı oranı, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretileen deneme levhalarından düşük çıkmıştır.

5.1.3. Levha Örneklerinin Özgöl Ağırlığı

Üretileen yongalevhaların hedeflenen özgöl ağırlık değeri 0.650 g/cm^3 tür. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen özgöl ağırlık değeri $0.643- 0.651 \text{ g/cm}^3$ arasındadır. Hedeflenen özgöl ağırlık değeriine ulaşılmıştır.

5.1.4. Hammaddenin Tam Kuru ve Hava Kuru Özgöl Ağırlığı

1. Bu çalışmada kullanılan Doğu ladini ağaçlarının tam kuru özgöl ağırlık değeri $0.356- 0.513 \text{ g/cm}^3$ arasında çıkmıştır. Hava kuru özgöl ağırlıkları ise $0.402- 0.577 \text{ g/cm}^3$ arasında değeri almıştır.

2. En düşük tam kuru ve hava kuru özgöl ağırlık değeri 10. grup levhaların üretiminde kullanılan ağaçlarda çıkarken, en yüksek tam kuru ve hava kuru özgöl ağırlık değeri 1. grup levhaların üretiminde kullanılan ağaçlarda çıkmıştır.

3. Kullanılan ağaçların tam kuru ve hava kuru özgöl ağırlık değeri üzerinde ağaç yaşının etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kuru özgöl ağırlık değeri, 40 yaşındakilerden yüksek çıkmıştır.

4. Yapılan çalışmalardan bakının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerleri, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarınınkinden fazla çıkmıştır.

5. Yüksekliğin tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerleri, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

6. Yapılan çalışmalar sonucunda arazi yapısının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerleri, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

7. Uygulanan testler sonucunda yetiştirme şeklinin tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerleri, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlık değerlerinden düşük çıkmıştır.

5.2. Mekanik Özellikler

5.2.1. Eğilme Direnci

1. 12 mm kalınlığındaki yongalevhelerde minimum eğilme direncinin genel kullanım için 12.5 N/mm^2 , mobilya üretimi için 13 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için 15 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 16 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 18 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 20 N/mm^2 ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 22 N/mm^2 olması öngörülmektedir (TS EN 312, 2005). Buna göre yapılan deneyler sonucu; 4. grup levhalar nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak, 1-2-3 ve 4. grup levhalar kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak ve nemli şartlarda, 1-2-3-4-6-7 ve 8. grup levhaların mobilya üretiminde ve 1-2-3-4-5-6-7 ve 8. grup levhaların ise genel kullanım için uygun olduğu saptanmıştır. 9-10 ve 11. grup levhalar ise standart dışı levhalardır.

2. En düşük eğilme direnci değerine 11. grup deneme levhalarında ulaşılırken, en yüksek eğilme direnci değerine 4. grup deneme levhalarında ulaşılmıştır.

3. Hammadde ağaç yaşının eğilme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

4. Bakının eğilme direnci üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından düşük çıkmıştır.

5. Yapılan çalışmalardan, yüksekliğin eğilme direnci üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

6. Arazi yapısının eğilme direnci üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarınınkilerden düşük çıkmıştır.

7. Uygulanan testler sonucunda yetiştirme şeklinin eğilme direnci üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

5.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

1. Eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda en az; mobilya üretimi için 1800 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için 2050 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 2300 N/mm^2 , nemli şartlara kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 2550 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 3150 N/mm^2 ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 3350 N/mm^2 olması öngörülmektedir (TS EN 312, 2005). Buna göre yapılan deneyler sonucu, 2 ve 4. grup levhaların kuru şartlarda yük taşımada, 1-2-3 ve 4. grup levhaların nemli şartlarda, 1-2-3-4-6-7 ve 8. grupların ise mobilya üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir. 5-9-10 ve 11. gruplar ise standart dışı levhalardır.

2. En düşük eğilmede elastikiyet modülü değerine 11. grup deneme levhalarında ulaşılrken, en yüksek eğilmede elastikiyet modülü değerine 4. grup deneme levhalarında ulaşılmıştır.

3. Yapılan çalışmalardan ağaç yaşının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

4. Bakının eğilmede elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülünden düşük çıkmıştır.

5. Yüksekliğin eğilmede elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

6. Yapılan çalışmalardan arazi yapısının eğilmede elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülünden düşük çıkmıştır.

7. Yetiştirme şeklinin eğilmede elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

5.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

1. Yüzeye dik çekme direnci değerlerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda en az; genel kullanım için 0.28 N/mm^2 , mobilya üretimi için 0.40 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için 0.45 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 0.40 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 0.45 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 0.60 N/mm^2 ve nemli

şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 0.75 N/mm^2 olması öngörülmektedir (TS EN 312). 2 ve 4. grup levhaların kuru şartlarda ağır yük taşımada, 1-2-3-4-6 ve 8. grup levhaların nemli şartlar ve nemli şartlarda yük taşımada, 1-2-3-4-6-7 ve 8. grup levhaların mobilya üretiminde ve 1-2-3-4-5-6-7 ve 8. grup levhaların genel kullanımda kullanılabilmesi saptanmıştır. 9-10 ve 11. gruplar ise standart dışı levhalardır.

2. En düşük yüzeye dik çekme direnci değerine 11. grup deneme levhalarında ulaşıırken, en yüksek yüzeye dik çekme direnci değerine 4. grup deneme levhalarında ulaşılmıştır.

3. Ağaç yaşının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

4. Yapılan çalışmalardan, bakının yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direncinden düşük çıkmıştır.

5. Yüksekliğin yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. 1500-2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

6. Arazi yapısının yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direncinden düşük çıkmıştır.

7. Yapılan çalışmalar neticesinde, yetiştirme şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından elde edilen yongalardan üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

5.3. Kimyasal Özellikler

5.3.1. pH

1. Bu çalışmada kullanılan Doğu ladini ağaçlarının pH değerleri 3.98- 5.13 arasında çıkmıştır.

2. Yapılan istatistik çalışmalar sonucunda hammadde ağaç yaşının pH değeri üzerine etkisi anlamlı bulunmuştur. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının pH değeri, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda, bakının pH değeri üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının pH değeri, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Yüksekliğin pH değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının pH değeri, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan yüksek çıkmıştır.

5. Arazi yapısının pH değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının pH değeri, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

6. Yetiştirme şeklinin pH değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının pH değeri, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

5.3.2. % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük

1. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan Doğu ladini ağaçlarının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri % 10.43- 13.34 arasında çıkmıştır.

2. Hammadde ağaç yaşının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Bakının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan yüksek çıkmıştır.

5. Yapılan çalışmalardan arazi yapısının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Yetiştirme şeklinin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

5.3.3. Alkol-Tolüende Çözünürlük

1. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan Doğu ladini ağaçlarının alkol-tolüende çözünürlük değerleri % 1.18- 2.47 arasında çıkmıştır.

2. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda ağaç yaşının alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının alkol-tolüende çözünürlük değeri, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Bakımın alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının alkol-tolüende çözünürlük değeri, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Yüksekliğin alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının alkol-tolüende çözünürlük değeri, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan yüksek çıkmıştır.

5. Arazi yapısının alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının alkol-tolüende çözünürlük değeri, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Yapılan çalışmalardan yetiştirme şeklinin alkol-tolüende çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının alkol-tolüende çözünürlük değeri, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

5.3.4. Soğuk Su Çözünürlüğü

1. Üretilen yongalevhalarda hammadde olarak kullanılan Doğu ladini ağaçlarının soğuk suda çözünürlük değerleri % 1.12- 2.96 arasında çıkmıştır.

2. Yapılan çalışmalardan ağaç yaşının soğuk suda çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının soğuk suda çözünürlük değeri, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Bakının soğuk suda çözünürlük değeri üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının soğuk suda çözünürlük değeri, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yüksekliğin soğuk suda çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının soğuk suda çözünürlük değeri, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan yüksek çıkmıştır.

5. Yapılan çalışmalardan arazi yapısının soğuk suda çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının soğuk suda çözünürlük değeri, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Yetiştirme şeklinin soğuk suda çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının soğuk suda çözünürlük değeri, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

5.3.5. Sıcak Su Çözünürlüğü

1. Üretilen yongalevhalarda hammadde olarak kullanılan Doğu ladini ağaçlarının sıcak suda çözünürlük değerleri % 1.87- 2.81 arasında çıkmıştır.

2. Ağaç yaşının sıcak suda çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının sıcak suda çözünürlük değeri, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Yapılan istatistik çalışmalardan bakının sıcak suda çözünürlük değeri üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının sıcak suda çözünürlük değeri, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Yüksekliğin sıcak suda çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının sıcak suda çözünürlük değeri, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan yüksek çıkmıştır.

5. Arazi yapısının sıcak suda çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının sıcak suda çözünürlük değeri, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Yapılan çalışmalardan yetiştirme şeklinin soğuk suda çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarının sıcak suda çözünürlük değeri, doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

5.3.6. Holoselüloz Miktarı

1. Kullanılan Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarları % 71.95- 74.75 arasında çıkmıştır.

2. Yapılan istatistik çalışmalardan ağaç yaşının holoselüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Bakının holoselüloz miktarı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi neticesinde yüksekliğin holoselüloz miktarı üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

5. Arazi yapısının holoselüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Yetiştirme şeklinin holoselüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının holoselüloz miktarı, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

5.3.7. Selüloz Miktarı

1. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarları % 43.58- 49.55 arasında çıkmıştır.

2. Ağaç yaşının selüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Yapılan çalışmalardan bakının selüloz miktarı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Yüksekliğin selüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

5. Arazi yapısının selüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda yetiştirme şeklinin selüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının selüloz miktarı, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

5.3.8 Hemiselüloz Miktarı

1. Bu çalışmada üretilen yongalevhalarda kullanılan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarları % 24.56- 28.83 arasında çıkmıştır.

2. Yapılan çalışmalardan ağaç yaşının hemiselüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı, 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Yapılan çalışmalardan bakının hemiselüloz miktarı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Yüksekliğin hemiselüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

5. Arazi yapısının hemiselüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

6. Yetiştirme şeklinin hemiselüloz miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının hemiselüloz miktarı, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

5.3.9. Lignin Miktarı

1. Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarları % 25.57- 29.26 arasında bulunmuştur.

2. Ağaç yaşının lignin miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı, 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Yapılan çalışmalardan bakının lignin miktarı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı, güney bakıdan alınanlardan düşük çıkmıştır.

4. Yüksekliğin lignin miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

5. Arazi yapısının lignin miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Yetiştirme şeklinin lignin miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının lignin miktarı, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından düşük çıkmıştır.

5.3.10. Kül Miktarı

1. Üretilen yongalevhelerde hammadde olarak kullanılan Doğu ladini ağaçlarının kül miktarları % 0.21- 0.52 arasında bulunmuştur.

2. Ağaç yaşının kül miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının kül miktarı, 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

3. Bakının kül miktarı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının kül miktarı, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

4. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda yüksekliğin kül miktarı üzerinde etkili olmadığı anlaşılmıştır.

5. Arazi yapısının kül miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının kül miktarı, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Yetiştirme şeklinin kül miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının kül miktarı, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

5.4. Yüzey Pürüzlülüğü

1. Yapılan çalışmalar sonucu deneme levhalarına ait ortalama pürüzlülük değerleri (Ra) 3.05- 8.45 μm arasında çıkmıştır.

2. Deneme levhalarına ait en büyük pürüzlülük değerleri (Ry) 28.10- 60.12 μm arasında çıkmıştır.

3. Deneme levhalarına ait on nokta pürüzlülük değerleri (Rz) 22.10- 55.31 μm arasında çıkmıştır.

4. Yapılan çalışmalardan ağaç yaşının ortalama pürüzlülük (Ra), en büyük pürüzlülük (Ry), on nokta pürüzlülüğü (Rz) değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların pürüzlülük değerleri, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

5. Bakının ortalama pürüzlülük (Ra), en büyük pürüzlülük (Ry), on nokta pürüzlülüğü (Rz) değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların pürüzlülük değerleri, güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

6. Yüksekliğin ortalama pürüzlülük (Ra), en büyük pürüzlülük (Ry), on nokta pürüzlülüğü (Rz) değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların pürüzlülük değerleri, 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

7. Arazi yapısının ortalama pürüzlülük (Ra), en büyük pürüzlülük (Ry), on nokta pürüzlülüğü (Rz) değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların pürüzlülük değerleri, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

8. Yetiştirme şeklinin ortalama pürüzlülük (Ra), en büyük pürüzlülük (Ry), on nokta pürüzlülüğü (Rz) değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların pürüzlülük değerleri, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

5.5. Formaldehit Emisyonu

1. E₁ tutkalları için maksimum formaldehit emisyonu 8 mg/100g tam kuru levha CH₂O olması öngörülmektedir (EN 120, 1993). Üretilen yongalevhalarından 10 ve 11. grup hariç diğer levha grupları standartta uygundur.

2. Üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu değerleri 3.55- 8.54 (mg/100g t.k.l.) arasında çıkmıştır

3. Ağaç yaşının formaldehit emisyonu üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu, 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

4. Bakının formaldehit emisyonu üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Güney bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu, kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

5. Yüksekliğin formaldehit emisyonu üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu, 1000- 1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

6. Arazi yapısının formaldehit emisyonu üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu, taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmıştır.

7. Yetiştirme şeklinin formaldehit emisyonu üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhaların formaldehit emisyonu, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından üretilen yongalevhalarından düşük çıkmıştır.

5.6. Karbon ve Azot Miktarı

1. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan Doğu ladini ağaçlarının karbon miktarları % 47.63- 51.87 arasında bulunmuştur.

2. Doğu ladini ağaçlarının azot miktarları % 0.33- 0.87 arasında çıkmıştır.

3. Ağaç yaşının karbon ve azot miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 70 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarı, 40 yaşındaki Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

4. Yapılan çalışmalardan bakının karbon ve azot miktarı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır. Kuzey bakıdan alınan Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarı, güney bakıdan alınanlardan yüksek çıkmıştır.

5. Yüksekliğin karbon ve azot miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. 1000-1500 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarı, 1500-2000 metre yükseklikten alınan Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. Arazi yapısının karbon ve azot miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarı, toprak arazide yetişen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

7. Yetiştirme şeklinin karbon ve azot miktarı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Doğal olarak yetişen Doğu ladini ağaçlarının karbon ve azot miktarı, yapay olarak yetiştirilen Doğu ladini ağaçlarından yüksek çıkmıştır.

6. ÖNERİLER

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak, hayat standartlarının artması ve buna bağlı olarak insanların sunulan ürünlerden taleplerinin de artmasına sebep olmuştur. Ayrıca sağlık alanında ki gelişmeler, üretilen ürünlerin insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini azaltmak için bazı tedbirleri alma zorunluluğu getirmiştir. Bu bağlamda tüketici taleplerini karşılamak ve üretilen ürünlerin insan sağlığına zararlı etkilerini azaltmak için araştırmalar yoğunlaşmıştır. Yongalevha endüstrisinde de kullanılan hammaddelerden özellikle odun hammaddesinden tüketici taleplerini karşılayacak şekilde ve insan sağlığına zararı en az seviyede olacak ürünlerin üretimini yapmak kaçınılmaz hale gelmiştir.

Bu doktora çalışmasında; hammadde olarak kullanılan Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ağacının yetiştirme ortamı, şekli ve arazi yapısı ile yaşının yongalevhanın fiziksel, mekanik, yüzey özellikleri ve formaldehit emisyonu üzerine etkileri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler verilmiştir.

1. 2 ve 24 Saatlik kalınlık artışı (şişme) oranını iyileştirmek için aşağıdaki önlemler uygulanabilir.

a. Ağaç yaşının azalmasıyla birlikte kalınlık artışı oranı azalmıştır. Dolayısıyla kalınlık artışı oranını azaltmak için genç ağaçlar kullanılabilir.

b. Güney bakıdan alınan ağaçlar kullanılabilir.

c. Yüksek rakımdan alınan ağaçlar kalınlık artışı oranını azaltmaktadır. Kalınlık artışı oranını azaltmak için yüksek rakımdan alınan ağaçlar kullanılabilir.

d. Kalınlık artışı oranını azaltmak için taşlık arazide yetişen ağaçlar kullanılabilir.

e. Yapay olarak yetiştirilen ağaçlarda yongalevhaların kalınlık artışını azaltmak için kullanılabilir.

2. Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direncini arttırmak için aşağıdaki önlemler uygulanabilir.

a. Mekanik özellikleri iyileştirmek için olgun yaştaki ağaçlar kullanılabilir.

b. Güney bakıdan alınan ağaçların yoğunluğu düşük olduğundan üretilen deneme levhalarının mekanik özelliklerini iyileştirmiştir. Yongalevha üretiminde bu husus dikkate alınmalıdır.

c. Yüksek rakımdan alınan ağaçların kullanılması mekanik özellikleri iyileştirdiğinden, hammadde alımında yongalevha üreticileri bu durumu dikkate almalıdırlar.

d. Toprak arazide yetişen ağaçlar mekanik özellikleri iyileştirmek için kullanılabilir.

e. Yapay olarak yetiştirilen ağaçların yongalevha üretiminde kullanılması eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, iç yapışma direncini iyileştirmektedir.

3. Taşlık arazide yetişen Doğu ladini ağaçları gibi pH değeri üre formaldehit tutkalı için düşük olan ağaçlar yonga levha üretiminde kullanılırken sertleştirici oranına dikkat edilmelidir.

4. Yongalevhaların yüzey özellikleri iyileştirmek için aşağıdaki önlemler alınabilir.

a. Özellikle dış tabakalarda geç yaştaki ağaçlardan elde edilen yongalar kullanılabilir.

b. Güney bakıdan alınan ağaçların kullanılması yongalevhaların yüzey pürüzlülüğünü azalttığından dış tabakalarda güney bakıdan alınan ağaçlardan elde edilen yongalar kullanılmalıdır.

c. Yongalevhaların yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için yüksek rakımdan alınan ağaçlar kullanılmalıdır. Alçak rakımdan alınan ağaçlar yüzey pürüzlülüğünü artırmaktadır.

d. Taşlık arazide yetişen ağaçlar yüzey pürüzlülüğünü artırdığından, düzgün yüzeyli levhalar üretebilmek için toprak arazide yetişen ağaçlar kullanılmalıdır.

e. Doğal olarak yetişen ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülüğü fazla olduğundan, yapay olarak yetiştirilen ağaçlar bu bakımdan levha üretiminde tercih edilmelidir.

5. Formaldehit emisyonunu azaltmak için aşağıdaki önlemler alınabilir.

a. Genç yaştaki ağaçların kullanılması formaldehit emisyonunu artırmaktadır. Formaldehit emisyonunu azaltmak için olgun yaştaki ağaçların kullanılması tercih edilmelidir.

b. Güney bakıdan alınan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu daha fazla çıkmıştır. Bundan ötürü yongalevha üretiminde formaldehit emisyonunu azaltmak için kuzey bakıdan alınan ağaçlar kullanılmalıdır.

c. 1500- 2000 metre yükseklikten alınan ağaçlardan elde edilen yongalardan üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu daha fazla çıkmıştır. Dolayısıyla yongalevha üretiminde formaldehit emisyonunu azaltmak için 1000- 1500 metre yükseklikten alınan ağaçlar kullanılmalıdır.

d. Toprak arazide yetişen ağaçlardan üretilen yongalevha örneklerinin formaldehit emisyonu daha fazla çıktığından, taşlık arazide yetişen ağaçlar tercih edilmediler.

e. Doğal olarak yetişen ağaçların yongalevha üretiminde kullanılması formaldehit emisyonunu azalttığından, yongalevha üretiminde formaldehit emisyonunu azaltmak için doğal yetişen ağaçlar tercih edilmelidir.

6. Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktif maddeler sıcak presleme sırasında levha yüzeylerinde pürüzlülüğe sebep olduklarından, yongalevha üretiminde bu tür ekstraktif maddeleri fazla miktarda bulunduran ağaçlar kullanılırken, yukarıdaki husus dikkate alınmalıdır.

7. Özgül ağırlığı düşük ağaçlar mekanik özellikleri artıcı etki yapmıştır. Bu durum yongalevha üretimi sırasında dikkate alınmalıdır.

8. Genç odun oranındaki artış mekanik özellikleri olumsuz etkilediğinden bu vasıftaki ağaçlarında kullanımında hassasiyet gösterilmelidir.

9. Ekstraktif madde miktarındaki artış yongalevha üretiminde yapışmayı olumsuz etkilediğinden, bu tür ağaçların kullanılması durumunda dikkat edilmelidir.

10. 1-2-3-4-6-7 ve 8. grup levhalar mobilya üretimini ve genel kullanım için gerekli eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerlerini karşılamıştır.

7. KAYNAKLAR

- Abdullah, Z.A. ve Park, B. D., 2009. Hydrolitic Stability of Cured Urea Formaldehyde Resins Modified by Additives, Journal of Applied Polymer Science, 14, 2,1011-1017.
- Abuarra, A., Hashim, R., Bauk, S.,Kandaiya, S.ve Tousi, E.,T., 2014. Fabrication and Characterization of Gum Arabic Bonded Rhizophoraspp. Particleboards, Materialsand Design, 60, 108-115.
- Acda, M.,N.ve Cabangon, R.,J., 2013. Termite Resistance and Physico-Mechanical Properties of Particleboard Using Waste Tobacco Stalk and Wood Particles, Internatiaonal Biodeterioration and Biodegradation,85, 354-358.
- Aghakhani, M., Enayati, S.,H., Nadalizadeh, H. ve Pirayesh, H., 2014. The Potential for Using The Sycamore (Platusorientalis) Leaves in Manufacturing Particleboard, International Journal of Environmental Science and Technology, 11, 2, 417-422.
- Akbulut, T., 1995. Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akgül, E., 1975. Türkiye’de Doğu Ladininin Yayılış Sahası Topraklarındatespit Edilen Balıca Özelliklerle Bunlar Arasındaki İlişkiler, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Seri No: 71.
- Akgül, E., 1989. Doğu Ladini, Ormancılık Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi No: 5, Bölüm No: 3, Ankara, 15.
- Akkemik,Ü., 2011. Bitki Materyali Ders Notları, İstanbul üniversitesi, İstanbul.
- Akyüz, M., 1989. Doğu Ladini, Ormancılık Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi No: 5, Bölüm No: 15, Ankara, 257-261.
- Akyüz, K.C., Nemli, G., Baharoglu, M. ve Zekoviç, E., 2010. Effects of The Particles and Amount of Hardaner on The Physical and Mechanical Properties of Particleboard Composite Bonded with Urea Formaldehyde, International Journal of Adhesion and Adhesives, 30, 166-169.
- Alma, M.H., Kalaycıoğlu, H., Bektaş, İ. ve Tutuş, A., 2005. Properties of Cotton Carpel Based Particleboards, Industrial Crops and Products, 22, 2, 141-149.
- Almeida, R.R., Menezzi, C.H. ve Teixeira, D.E., 2002. Utilization of The Coconut Shell of Babaau to Produce Cement-Bonded Particleboard, Bioresource Technology, 85, 2, 159-163.

- Alves, L.,S., Silva, S.,A.,M., Azambuja, M.,D;Varanda, L.,D., Christoforo, A.,L., Lahr, F.,A.,R., Editedby:Sung, W.,P. ve Chen, R., 2014. Particleboard Produced with Sawmill Waste of Different Wood Species, *Biotechnology, ChemicalandMaterialsEngineering III, PTS 1 and 2 Book Series: Advanced MaterialsResearch*, 884-885, 689-693.
- Amazio, P., Avelva, M. ve Errico, ME., 2011. Gentile, G., Balducci, F., Gnaccarini, A., Moratalla, J., Belanche, M., Low Formaldeyde Emission Particleboard Panels Realized Through a New Acrylic Binder, *Journal of Applied Polymer Science*, 122, 4, 2779-2788.
- Amirou, S., Zerizer, A., Pizzi, A., Haddadou, I. ve Zhou, XJ., 2013. Particleboard Production from Date Palm Biomass, *European Journal of Wood and Wood Product*, 71, 6, 721-723.
- ANSI/ASME B46.1, 1985. Surface Texture (Surface Roughness, Waviness and Lay), American National Standart Institute.
- Anşın, R., 1994. Tohumlu Bitkiler I. Cilt. Gymnospermae (Açık Tohumlular), KTÜ Basımevi, Orman Fakültesi Yayını, No: 5 Trabzon
- Anonim, 1972. Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards, Forest Products Laboratory, Washington, USA.
- Anonim, 1975. Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington.
- Ashori, A. ve Nourbakhsh, A., 2008. Effect of Pres Cycle and Resin Content on Physical and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from The Undeutilized Low-Quality Materials, *Industrial Crops and Products*, 28, 225-230.
- Atalay, İ., 1984. Doğu Ladini Tohum Transfer Rejilyonlaması, Orman Ağağaçlandırmaları ve Tohum Islahı Enstitüsü, Yayın No:2.
- Atar, İ., Nemli, G., Ayrılmış, N., Baharoğlu, M., Sarı, B., Bardak, S., 2014. Effect of Hardener Type, Urea Usage and Conditioning Period on The Quality Properties of particleboard, *Materials and Design*, 56, 91-94.
- Aydın, İ., 2003. Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, I. ve Çolakoğlu, G., 2003. Odun Yüzeylerinde Pürüzlülük ve Pürüzlülük Ölçüm Yöntemleri, *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1-2, 92-102.
- Aydın, İ., 2003. Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Aydın, A.,2005. Sahil Çamı İbrelinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, I. ve Colakoglu, G., 2005. Formaldehyde Emission, Surface Roughness, and Some Properties of Plywood As Function of Veneer Drying Temperature, Drying Technology, 23, 5, 1107-1117.
- Ayrılmış, N., Büyüksarı, M. ve Avcı, E., 2009. Utilization of Pine (*Pinus pinea L.*) Cone in Manufacture of Wood Based Composite, Forest Ecology and Management, 259, 1, 65-70.
- Azizi, K., Tabarsa, T. ve Ashori, A., 2011. Performance Characterizations of Particleboard Made With Wheat Straw and Waste Veneer Splinters, Composites Part B-Engineering, 42, 7 2085-2089.
- Baharoğlu, M.,2010. Ağaç Türü, Parafin Kullanım Miktarı ve Uygulama Şeklinin Yongalevhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sarı, B., Ayrılmış, N., Bardak, S. ve Zekoviç, E., 2014. Effect of Paraffin Application Technique on The Physical and Mechanical Properties of Particleboard, Science and Engineering of Composite Materials,21, 2, 191-195.
- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sarı, B., Bardak, S. ve Ayrılmış, N., 2012. The Influence of Moisture Content of Raw Material on the Physical and Mechanical Properties, Surface Roughness, Wettability and Formaldehyde Emission of Particleboard Composite, Composites: Part B, 43, 2448–2451.
- Balwin, R.F., 1995. Plywood and Veneer-Based Products: Manufacturing Practies, Miller Freeman Books, San Francisco, California, USA.
- Barbirato, G.,Fiorelli, J., Barrero, N.,G., Pallone, E.,M.,D.,A., Lahr, F.,A.,R., Cristoforo, A.,L. ve Savastano, H., 2014. Crowded Hybrid Panel Manufacturing with Peanut Hulls Reinforced with Itauba Wood, CienciaFlorestal, 24, 3, 685-697.
- Bardak, S., Nemli, G., Sarı, B., Baharoğlu, M., Zekoviç, E., 2011. Effect of Density Profile and Hot Press Diagram on the Some Technological Properties of Particleboard Composite, High Temperature materials and Processes, 1,2, 31-37.
- Bardak, S., Sarı, B., Nemli, G., Kırıcı, H. ve Baharoğlu, M., 2011. The Effect of Decor Paper Properties and Adhesive Type on Some Properties of Particleboard, International Journal of Adhesion and Adhesive, 31,6, 412-415.
- Bardak, S., 2014. Kokar ağaç (*Ailanthus altissima (Mill.) Swingle*) Odunun Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilebilme İmkanları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Baskaran, M., Hashim, R., Sudesh, K., Sulaiman, O., Hiziroglu, S., Arai, T. ve Kosugi, A., 2013. Influence of Steam Treatment on The Properties of Particleboard Made from Oil Palm Trunk with Addition of Polyhydroxyalkanoates, Industrial Crops and Products, 51, 334-341.
- Baştürk, M.A, 1993. Boylu Ardıç Odununun Yongalevha Üretimine Uygunluğu Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 43, 2, 1-14.
- Batiancela, M.,A., Acda, M.,N. ve Cabangon, R.,J., 2014. Particleboard from Waste Tea Leaves and Wood Particles, Journal of Composite Materials, 48, 8, 911- 916.
- Batu, F.,1978. Varyans Analizi, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 1 2, 234-235.
- Bekalo, SA. ve Reinhardt, HW., 2010. Fibers of Coffee and Hulls for The Production of Particleboard, Material and Structures, 43, 8, 1049-1060.
- Bektaş, İ., Güler, C. ve Kalaycıoğlu, H., 2002. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Saplarından Üre Formaldehit Tutkalı ile Yongalevha Üretimi, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5,2, 49-55.
- Bendtsen, B. A. 1978. Properties of Wood from Improved and Intensely Managed Trees, Forest Product Journal, . 28,10, 61-78.
- Birler, A,S., 2009. Endüstriyel Orman Ağaçlandırmaları, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 4 İstanbul.
- Biswas, D., Bose, SK. ve Hossain, MM., 2011. Physical and Mechanical Properties of Urea Formaldeyde-Bonded Particleboard Made from Bamboo Waste, International Journal of Adhesion and Adhesives, 31, 2, 84-87.
- Blanchet, P., Clastier, A. ve Riedl, B., 2000. Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues, Wood Science and Technology, 34, 11-19.
- Bonac, T., 1979. Wood Roughness Volume and Depth Estimated from Pneumatic Surface Measurement, Wood Science, 11, 4, 227-232.
- Boran, S., Usta, M. ve Gumuşkaya, E., 2011. Decreasing Formaldehyde Emission from Medium Density Fiberboard Panels Produced by Adding Different Amine Compounds to Urea Formaldeyde, International Journal of Adhesion and Adhesives, 31, 7, 674-678.
- Bozkurt, A.Y.,1982. Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 32, 2, 30-34.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 2011. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 5029, İstanbul.

- Bozkurt, Y. ve Göker, Y.,1985. Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 33111372, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1990. Yongalevha Endüstrisi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3614, 27, İstanbul.
- Browning, B.L.,1967. Methods of Wood Chemistry, Volume I, John Wiley and Sons Inc., New York.
- BS 1811, 1969. Methods of Test for Wood Chipboards and Other Particleboards, British Standarts Institution, London.
- Büyüksarı, U., 2012. Physical and Mechanical Properties of Particleboard Laminated With Thermally Compressed Veneer, Bioresources, 7, 1, 1084-1091.
- Cabral, C.P., Vital, B.R., ve Lucia, R.M.D., 2007. Properties of Particleboards Manufactured with Mixed Particles from Eucalyptuss and Pinus Elliottii, Revista Arvore, 31, 5, 897-905.
- Chen, T.T., Soong, H.D. ve Tsai C.T., 2006. Effects of Radiata Pine Bark on Properties of Particleboard, Forest Products Industries, 25, 2, 133-142.
- Cheng, E., Sun, X. ve Karr, G.S., 2004. Adhesive Properties of Modified Soybean Flour Wheat Straw Particleboard, Applied Science and Manufacturing, 35, 3, 297-302.
- Chow, S.,1972. Thermal Reactions and Industrial Uses of Bark, Wood Fiber. 4, 3, 130-138.
- Chow, S.,1975. Bark Board without Synthetic Resins, Forest Products Journal, 25, 11, 32-37.
- Chow, S. ve Pickles, K. J.,1972. Thermal Softening and Degradation of Wood and Bark, Wood Fiber, 3, 3, 166-178.
- Ciannamea, F.M., Stefani, P.M. ve Ruseckajte, RA., 2010. Medium-Densty Particleboard from Modified Rice Husks and Soybean Protein Concentrate- Based Adhesives, Bioresource Technolgy, 101, 2, 818-825
- Conner, A.H.,2001. Urea Formaldehyde Adhesive Resins, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501.
- Cui, J.,Q., Lu, X.,N., Zhou, X.,J ., Chrusciel, L., Deng, Y.,H., Zhou, H.,D., Zhu, S.,W.,Brosse, N., 2015. Enhancement of Mechanical Strength of Particleboard Using Environmentally Friendly Pine (Pinus pinaster L.) Tannin Adhesives with Cellulose Nanofibers, Annals of Forest Science, 72,1, 27-32.
- Çakmakçı, A., 1994. Çıtalı Yongalevha Üretimi ve Teknolojik Özellikler, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Çepel, N., 1978. Orman Ekolojisi, İÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 257.
- Çetin, N.S. ve Özmen, N.,2002. Use of Organosolv Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolv Lignin Modified Resins, International journal of Adhesion and Adhesives, 22, 6, 477-480.
- Çolak, S. ve Nemli, G., 2001. Ağaç Levha Endüstrisinde Formaldehit Emisyonu ve Azaltıcı Yöntemler, Mobilya Dekorasyon Dergisi, Sayı: 44.
- Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. ve Çolak, S., 2002. Ahşap Sanayiinde Melamin Formaldehit ve Melamin Üre Formaldehit Yapıştırıcılarının Kullanımı, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 2, 130-138.
- Çolakoğlu, G., 1993. Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çolakoğlu, G., 1996. Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları (Yayınlanmamış), K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Deng, S.,D., Du, G.,B., Li, X.,H. ve Pizzi, A., 2014. Performance and Reaction Mechanism of Zero Formaldehyde-Emission Urea-Glyoxal (UG) Resin, Journal of Taiwan Institue of Chemical Engineers, 45, 4, 2029- 2038.
- Deppe, HJ. ve Ernst, K.,1977. Taschenbuch Der Spanlatten Technic, 2.Überarbeitete Und Enveiterte Auflage, Drw-Werlag Leinfelden.
- Deppe, E. ve Ernst, K., 1973. Fortschritte in der Spanplatten Technic. Stuttgart. DRW. Verlags-GmbH.
- Deppe, E. ve Ernst, K., 1964. Tecnoloġie der Spanplatten. Holz-Zentralblatt Verlag-Gmbh, Stuttgart.
- DIN 4768, 1990. Determination of Values of Surface Roughness Parameters Ra, Rz, Rmax Using Electrical Contact (Stylus) Instruments, Concepts and Measuring Condition, Deutsches Institut for Norming, Berlin Germany.
- Di Lucca, CM., 1989. Juvenile-mature wood transition. In: Second Growth Douglas-Fir: Its Management and Conversion for Value. No: SP-32, 23–38, Canada.
- Dündar, T., Ayrilmis, N. ve Candan, Z., 2008. Evaluation of Surface Roughness of Laminated Veneer Lumber (LVL)Made From Beech Veneers Treated with Various Fire Retardants and Dried at Different Temperatures,Forest Products Journal, 58, 1/2, 71-76
- Dziurka, D. ve Mirski, R., 2014. Properties of Liquid and Polycondensed UF Resin Modified with pMDI, DrvnaIndustrija, 65, 2, 115-119.

- Emri, G., Schaefer, D., Held, B., Herbst, C., Zieger, W., Horkay, I. ve Bayerl, C., 2004. Low Concentrations of Formaldehyde Induce DNA Damage and Delay DNA Repair after UV Irradiation in Human Skin Cell, *Exp. Dermatol*, 13, 5, 305-315.
- EN 309, 1992. Wood Particleboards-Definition and Classification, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 322, 1993. Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 317, 1993. Particleboard and Fiberboards, Determination of Swelling in the Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 319, 1993. Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 310, 1993. Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 120, 1993. Determination of Formaldehyde Content in Fiberboard by Using Perforator Method. European Committee for Standardization, Brussels-Belgium.
- EN 120-1, 1993. Wood based panels, determination of formaldehyde content-extraction method called perforator method, European Committee for Standardization, Brussels-Belgium.
- E.P.F., 1969. Manipulationsde Chimie Papetiere, Grenoble.
- Ercanlı, I., Günlü, A., Altun, L. ve Başkent, E.Z., 2008. Relationship between Site Index of Oriental Spruce [*Picea orientalis* (L.) Link] and Ecological Variables in Maçka, Turkey, Scandinavian Journal of Forest Research, 23, 319-329
- Erkut, S., 2013. Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü Saf Kayın Meşcerelerinin Ekosistem Bazında Karbon Depolama Kapasitesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Esmeralda, Y.A., Okino, M.R.R., Markos, A.E., Marcus V.D., Mario, E.D. ve Souza, D.E., 2004. Evaluation of The Physical and Biological Properties of Particleboard and Flakeboard Made from Cupressus Spp, International Biodeteration & Biodegradation, 53, 2, 1-5.
- Farrapo, C.,L., Mendes, R.,F.,Guimaraes, J.,B. ve Mendes, L.,M., 2014. Utilization of Pterocarpusviolaceus Wood in The Particleboard Production, ScientiaForestalis, 42,103, 329-335.

- Fiorelli, J., Ramos, R.,D., Sayama, J.,T., Barrero, N.,G. ve Palone, E.,D.,A., 2014. Particleboards with Waste Wood from Reforestation, Acta Scientiarum-Technology, 36, 2, 251-256.
- Fontes, L., Margarida, T., Thompson, F., Yeomans, A., Luis, J. S. ve Savill, P. 2003. Modelling the Douglas-fir (*Pesudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) Site Index from Site Factors in Portugal. *Forestry*, 76, 491-507.
- Frackowiak, I.,Warcok, F., Bendowska, R. ve Idziak, A., 2014. Possibilities of Limiting Formaldehyde Content in Particleboards to A Level Characteristic of Natural Wood, Drewno, 57, 191, 71-85.
- Funky, J.W., Forrer, J.B., Buttler, D.A., Brunner, C.C. ve Maristany, A.G., 1992. Measuring Surface Roughness on Wood: A Comparison of Laser Scatter and Stylus Tracing Approaches, The International Society for Optical Engineering (SPIE), Vol. 1821, 173-184.
- Garnier, S., Pizzi, A., Huang, Z. ve Dry, J.B., 2002. Forecasting of Commercial Tannin and Herives-Bonded Particleboard by Tma Bending, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 5, 372.
- Gerardi, V.,Mineli, F. ve Viggiano, D., 1998. Steam Treated Rice, Industry Residues as an Alternative Feedstock for the Wood Based Particleboard Industry in Italy, Biomass and Bioenergy, 14, 3, 295-299.
- Ghalehno, MD., Madhoushi, M., Tabarsa, T. ve Nazerian, M., 2011. The Manufacture of Particleboards Using Mixture of Reed (Surface Layers) and Commercial Species (Middle Layer), European Journal of Wood and Wood Products, 69, 3. 341-344.
- Ghalenho, MD., Nazerian, M. ve Bayatkashkooli, A., 2011. Influence of Utilization of Bagasse in Surface Layer on Bending Strength of Three-Layer Particleboard, European Journal of Wood and Wood Product, 69, 4 , 533-535.
- Goncalves, F.G., Lelis, R.C.C. ve Oliveria, J.T.D., 2008. İnfluence of The Composition of Tannin-Urea-Formaldehyde Resins The Physieal and Mechanicals Properties of Particlebord, Revista Arvore, 32, 4, 715-722.
- Göker, Y., 1978. Türkiye’de Kontrplak, Kontrtabla Yongalevhaları Sanayi, Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Yayın No: 2489, Orman Fakültesi Yayın No: 267, İstanbul.
- Göker, Y. ve Akbulut, T., 1992. Yongalevha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler, “Orenko 92” I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Bildiri Metinleri 1. Cilt, Trabzon 269-287.
- Gökmen, H., 1970. Açık Tohumlular, Gymnospermae. Orman Genel Müdürlüğü Yayın No: 523, Ankara.

- Götsche,-Kühn, H., 1988. Formation and Properties of Norway Spruce (*Picea abies* (L) *Karst*) Wood from forest Decline Areas, Mitteilungen der Bundessforschungsanstalt für Fors-und Holzwirtschaft, Hamburg, Germany, 157.
- Grigoriou, A.H., ve Ntalos, G.A., 2001. The Potential Use of Easter Stalks as a Lignocellulosic Resource for Particleboards, Industrial Crops and Products, 13, 3, 209-218.
- Grigoriou, A.H., 2003. Waste Paper–Wood Composites Bonded with Isocyanate, Wood Science Technology, 37, 79-89.
- Guimaraes, B.,M.,R., Mendes, L.,M., Tonoli, G.,H.,D., Bufalino, L., Mendes, R.,F. ve Guimaraes, J.,B., 2014. Chemical Treatment of Banana Tree Pseudostem Particles Aiming The Production of Particleboards, Ciencia E Agrotecnologia,38, 1, 43-49.
- Guru, M., Aruntaş, Y. ve Tüzün, F.N., 2009. Processing of Urea formaldehyde Based particleboard from Hazelnut Shell and Improvement of Its Fire and Water Resistance, Fire and Materials, 33, 8, 419-419.
- Güler, C., Çopur, Y. ve Taşcıoğlu, M., 2008. The Manufacture of Particleboards Using Mixture of Peanut Hull (*Arachis hypoqaea L.*) an European Black Pine (*Pinus nigra arnold*) Wood Chips, Biosource Techology, 99, 8, 2893-2897.
- Güler, C. ve Özen, R.,2004. Some Properties of Particleboards Made From Cotton Stalks, Holz als Roh-Und Werkstoff. 62, 1, 40-43.
- Gündüz, G. ve Masraf, Y., 2005. Üç Tabakalı Yatık Yongalı YongalevhaÜretiminde Üretim ŞartlarınınDeğiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, ZKÜBartın Orman Fakültesi Dergisi,7,8, 58-71.
- Güntekin, E., Üner, B. ve Karakuş, B., 2009. Chemical Composition of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Stalks and Suitability in The Particleboard Production , Journal of Environmental Biology, 30, 5,731-734.
- Güntekin, E. ve Karakuş, B.,2009. Feasibility of Using Eggplant (*Solanum melagene*) Stalks in The Production of Experimental Particleboard, Industrial Crops and Products, 25, 3, 354-358.
- Güntekin, E., Yaşar, S., Karakuş, B. ve Arslan, M.B., 2009. Bazı Kimyasal Ön İşlemlerin Asma Budama Atıklarından Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11, 15, 45-49.
- Grexa, O. ve Lübke, H., 2001. Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, Polymer Degradation and Stability, 74, 3, 183-191.

- Hashim, R., Nadhari, WNAW., Sulaiman, O., Hiziroğlu, S., Sato, M., Kawamura, F., Seng, TG., Sugimoto, T. ve Tanaka, R., 2011. Evaluations of Some Properties of Exterior Made from Oil Biomass, Journal of Composite Material, 45, 16, 1659-1665.
- Heinrich, H., Pichelin, F. ve Pizzi, A., 1996. Lower Temperature Tanin/Hexamine-Bonded Particleboard of Improved Performance, Holz als Roh-Und Werkstoff, 54, 4, 262.
- Heller, F., 1980. The Manufacture of Particleboard from Unconventional Raw Materials, Holz als Roh-Und Werkstoff, 38, 10, 393-396.
- Hendarto, B., Shayan E., Ozarska, B. ve Carr, R., 2006. Analysis of Roughness of a Sanded Wood Surface, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28, 7-8, 775-780.
- Hıziroğlu, S., Jarusombuti, S. ve Fueangvivat, V., 2004. Surface Characteristics of Wood Composites Manufactured in Thailand, Building and Environment, 39, 11, 1359-1364.
- Hıziroğlu, S., 1993. Linear Expansion and Surface Stability of Particleboard, Forest Products Journal, 43, 4, 31-35.
- Hıziroğlu, S., 1996. Surface Roughness Analysis of Wood Composites: A Stylus Method, Forest Products Journal, 46, 7-8, 67-72.
- Hıziroğlu, S. ve Holcomb, R., 2005. Some of The Properties of Three Layer Particleboard Made from Eastern Redcedar, Building and Environment, 40, 5, 719-723.
- Himmel, S., Irle, M., Legrand, G., Perez, R. ve Mai, C., 2014. Effects of Recovered Wood on the Formaldehyde Release of Particleboards, Holzforschung, 68, 6, 669- 678.
- Hongyan, L., congcong, L., Hui, C., Derong, Z., Shifeng, Z. ve Jianzhang L., 2014. Effects of Hot-Pressing Parameters on Shear Strength of Plywood Bonded with Modified Soy Protein Adhesives, Bioresources, 9,4,5858-5870.
- Hsy, C.Y., 2009. Development of Melamine Modified Urea Formaldehyde Resins Based on Strong Acidic pH Catalyzed Urea Formaldeyde Polymer, Forest Products Journal, 59, 5, 19-24.
- Hundhauzen, U., Stohldreier, R., Miltz, H. ve Mai, C., 2009. Procedural İnfluence On The Properties of Particleboards Made from AKD Modified Chips, European Journal of Wood and Products, 67, 3, 303-311.
- Huş, S., 1997. Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakóltesi Yayın No: 242, Kutulmuř Matbaası, İstanbul.

- Huş, S., 1979. Teknolojik Faktörlerin Yongalevhanın Özellikleri Üzerine Etkisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 29, 2.
- Iskenderani, F.A.,2009. Tensile Strength of Monolayer Particleboards Produced from Date Palm Midrib Chips Bonded with Urea Formaldehyde, International Journal of Polymeric Materials, 58, 6, 297-311.
- Iwakiri, S., Trianoski, R., Cunha, A.,B., Castro, V.,G ., Brazi, R.,L., Villas-Boas, B.,T., Sanches, F.,L., Bellon, K.,R.,D. ve Pinheiro, E., 2014. Evaluation of The Quality of Particleboard Panels Manufactured with Wood from Sequoia sempervirens and Pinus taeda, Cerne, 20, 2, 209-215
- Jiaying, X. ve Guenping, H.,2003. Development of Binderless Particleboard from Kenaf Core Using Steam Injection Pressing, Journal of Wood Science, 49, 4, 327-332.
- Jumhuri, N.,Hashim, R., Sulaiman, O., Nadhari, W.,N.,A.,W., Salleh, K.,M., Khalid, I.,Saharudin, N.,I. ve Razali, M.,Z., 2014. Effect of Treated Particles on The Properties of Particleboard Made from Oil Palm Trunk, Materisls and Design, 64, 769-774.
- Kalaycıoğlu, H. ve Çolakoğlu, G., 1994. Çeşitli Ağaç Türlerinden Üretilmiş Kontrplak ve Yongalevhalar Üretim Şartlarına Bağlı Olarak Formaldehit Çıkışının Sınırlandırılması İmkanları, TÜBİTAK TOAG-935 Nolu Proje, Trabzon
- Kalaycıoğlu, H.,1987. Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kalaycıoğlu H. ve Özen R.,2009. Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H., 1997. OSB Levhaları (Yönlendirilmiş Yongalevhalar), KTÜ Orman Fakültesi Bahar Yarıyılı Seminerleri, Seminer Seri No: 4, 120-124.
- Kalaycıoğlu, H., Deniz, I. ve Hiziroğlu, S., 2005. Some of Properties of Particleboard Made from Paulownia, Journal of Wood Science, 51, 4, 410-414.
- Kamdem, D.P.,1994. The Durability of Phenolic Bonded Particleboards Made of Decay Resistant, Black Lotust and Nondurable Aspen, Forest Products Journal, 44, 2, 65-68.
- Kartal, S.N. ve Clausen, C.A., 2001. Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, International Biodeterioration & Biodegradation, 47, 3, 183-191.
- Kayacık, H., 1965. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği. 1. Cilt, Gymnospermae, Kurtulmuş Matbaası, İstanbul.

- Kennedy, R.W., 1995. Coniferous Wood Quality in the Future: Concerns and strategies, Wood Science Technology 29,321–338.
- Keskin. H., 2001. Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Khedari, J., Choroenvai, S. ve Hirunlabh, J., 2003. New Insulating Particleboard from Durian Peel and Coconut Coir, Bulding and Enviroment, 38, 3, 435-441.
- Khedari, J., Nonkangrob, N., Hirunlabh, J. ve Teekasap, S., 2004. New Lost-Cost Insulating Particleboards from Mixture of Durian Peel and Coconut Coir, Bulding and Enviroment 39, 59-65.
- Khosravi, S., Nordqvist, P., Khabbaz, F. ve Johansson, M., 2011. Protein-Based Adhesives for Particleboard-Effect of Application Process, Industrial Crops and Products, 34, 3, 1509-1515.
- Kim, S., Kim, H.J. ve Park, J.C., 2009. Application of Recycled Paper Sludge and Biomass Materials in Manufacture of Gren Composite Palet, Resources Conservation and Recycling, 53, 12, 674-679.
- Kollmann, F., Kuenzi, E.W. ve Stam, A.S., 1975. Principles of Wood Science and Tecnology, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Newyork.
- Korai, H., Ling, N., Saotome, H., Lida, T., Hamano, T. ve Kawarada, K., 2012., Development of an air-injection Press for Preventing Blow out of Particleboard IV: Effects of Air-Injection Conditions on Board Performance and Formaldehyde Emission, Journal of Wood Science, 58, 5, 417-422.
- Kowaluk, G. ve Fuczek, D., 2009. PVAc Glue as a Binding Agent in Particleboards, Drewno-Wood, 52, 182,17-24.
- Kozlowski T.T. ve Pallardy S.G., 2002. Acclimation and Adaptive Responsens of Woody Plants to Environmental Stress, The Botanical Review, 68, 270-334.
- Krahmer, R. L. 1966. Variation of specific gravity in hemlock trees. TAPPI J. 49,5,227–229.
- Kuduban, E., 1996. Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Odun ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kurtoğlu, A. ve Uçar, H., 1985. Orman Ürünleri Sanayiinde Formaldehit Ayrışması ve Çevre Sağlığına Etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 35, 3, 27-36.
- Küçük, M., 1986. Maçka- Meryemana Havzasında Fenolojik Gözlemler, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 32, 2, 85-10.

- Küçük, M., 1989. Doğu Ladini, Ormançılık Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi No: 5, Bölüm No: 1, Ankara, 15 s.
- Kwon, J., Ayrılmış, N. ve Han, N., 2014. Combined Effect of Thermoplastic and Thermosetting Adhesives on Properties of Particleboard With Rice HuskCore, *Materials Research- Ibero- American Journal of Materials*, 17, 5, 1309-1325.
- Langum, E.C., Yadama, V. ve Lowell, E.C., 2009. Physical and Mechanical Properties of Young-Growth Douglas-Fir and Western Hemlock from Western Washington, *Forest Product Journal*, 59, 11, 37-47.
- Lehmann, W.F. ve Geimer, R.X., 1974. Properties of Structural Particleboards from Douglas-Fir Forest Residues, *Forest Products Journal*, 24, 10, 17-25.
- Lynam, F.C., 1969. Factors Influencing the Properties of Wood Chipboard: L. Mitlin: Particleboard Manufacture and Application, Pressmedia Books Ltd. D.K.
- Maminski, M.L., Borysiuk, P. ve Parzuchowski, P.G., 2008. Improved Water Resistance of Particleboards Bonded with Glutaraldehyde Blended UF Resin, *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, 66, 5, 381-383.
- Malları, V.C., Kawai, S., Hara, S., Sakuno, T., Furukowa, I. ve Kishimoto, J., 1989. The Manufacturing of Particleboard II, Board Qualities of Sugi and Niseakashia, *Mokuzai Gakkaishi*, 35,1, 1-7.
- Maloney, T., 1977. Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing, Miller Freeman Publications, San Francisco-California.
- Maloney, T.M., 1973. Bark Boards from Four West Coast Soft Wood Species. *Forest Products Journal*, 23, 8, 30-38.
- Martinez-Lopez, Y., Fernandez-Concepcion, R.,R., Alvarez-Lazo, D.,A., Garcia-Gonzalez, M. ve Martinez-Rodriguez, E., 2014. Evaluation of Physico-Mechanical Properties of Wood- Plastic Boards Produced in Cubato Conventional Boards, *Revista Chaping Serie Ciencias Y Del Ambiente*, 20, 3, 227-236.
- Mao, A., Shmulsky, R., Li, Q. ve Wan, H., 2014. Recycling Polyurethane Materials: A Comparison of Polyol from Glycolysis with Micronized Polyurethane Powder in Particleboard Applications, *Bioresources*, 9, 3, 4253-4265.
- Marutzky, R., 1994. Release of Formaldehyde by Wood Products, Forest Product Society, Report No: 94RS100R.
- Maubarik, A., Mansouri, H.,R. ve Pizzi, A., 2013. Improving UF Particleboard Water Resistance by Small Albumin and Sunflower Oil Addition, *European Journal of Wood and Wood Products*, 71, 2, 277-279.
- MC Morry, J., 1995. Organic Chemistry, 4 th Edition, Brooks/Cole Pub Co, 1243 p.

- Megraw, R. A. 1986. Douglas-fir Wood Properties. In: Douglas-Fir: Stand Management for the Future. Institute of Forest Resources, University of Washington, Seattle. 81–96.
- Melo, R.,R., Stangerlin, D.,M., Sousa, A.,P., Cademartori, P.,H.,G. ve Schneid, E., 2015. Physical Mechanical Properties of Wood-Bamboo Particleboard, Ciencia Rural, 45,1, 35-42.
- Mendes, R.,F., Baleeiro, N.,S., Mendes, L.,M., Scatolino, M.,V., Oliveira, S.,L. ve Protasio, T.,D., 2013. Physical and Mechanical Properties of Particleboard Produced with Eucalyptus grandis Wood in Different Radial Positions, Scientia Forestalis, 41, 99, 417-99.
- Mendes, L.M., Iwakiri, S. ve Miori, F.A., 2009. *Eucalyptus urophyllas* Stands Wood Utilization at Two Different Ages for Production of Particleboard Panels, CERNE, 15, 3, 288-296.
- Merev, N., 2003. Odun Anatomisi ve odun Tanıtımı, KTÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 32 Trabzon, 29-30 s.
- Mo, X.,Cheng, E., Wang, D. ve Sun, X., 2003. Physieal Properties of Medium-Density Wheat Straw Particleboard Using Different Adheives, Industrial Crops and Products, 18, 47-53.
- Moubarik, A.,Mansouri, H.,R., Pizzi, A., Charrier, F., Allal, A. ve Charrier, B., 2013. Corn Flour-Mimosa Tannin Based Adhesives without Formaldehyde for Interior Particleboard Production, Wood Science and Technolgy, 47, 4, 675-683.
- Moya, R.,Camacho, D., Oporto, G.,S., Soto, R.,F. ve Mata, J.,S., 2014. Physical, Mechanical and Hydration Kinetics of Particleboards Manufactured with Woody Biomass (*Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Tectonagrandis*), Agricultural Resources, and Tetra Pak Packages, Wast Management and Research, 32, 2, 106- 114.
- Muszynski, Z. ve Macnatt, J.D.,1984. Investigations on the Use of Spruce Bark in The Manufacture of Particleboard in Poland, Forest Products Journal, 34, 1, 28-35.
- Muzi, G., Dell’omo, M., Murgia, N. ve Abritti, G., 2004. Chemical Pollution of Indoor Air and Its Effect on Health, G. Ital Med. Law Ergon, 26, 4, 364-369.
- Muhçu, S., Nemli, G., Ayrilmis, N., Bardak, S., Baharoğlu, M., Sarı, B. ve Gerçek, Z., 2015. Effect of Log Position in European Larch (*Larix decidua* Mill.) Tree on the Technological Properties of Particleboard, Scandinavian Journal of Forest Research, 30,4, 357-362.
- Myers, G.E., 1984. How Mole Ratio of UF Resin Affects Formaldehyde Emission and other Properties: A Literature Critique, FPJ, 34, 5, 35-41.

- Myers, G.E. 1986. Effect of Manufacture Board Treatments on Formaldehyde Emission: Literature Review, FPJ. 36, 6, 41-51.
- Nacar, M.,1997. Okaliptüs Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nasser, R., A., Al-Mefarrej, H., A., Abdel-Aal, M.,A. ve Alshahrani, T., S., 2014. Effects of Tree Species and Wood Particle Size on The Properties of Cement-Bonded Particleboard Manufacturing from Tree Prunings, Journal of Environmental Biology, 35, 5, 961-971.
- Nemli, G., Demirel, S., Gümüşkaya, E.,Aslan, M. ve Acar, C., 2009. Feasibility of Incorporating Waste Grass Clippings (*Lolium perene L.*) in Particleboard Composites, Waste Management, 29, 3,1129-1131.
- Nemli, G., Kırıcı, H. ve Temiz, A., 2004a. Influence of Impregnating Wood Partieles with Mimosa Bark Extraction Some Properties of Particleboard, Industrial Crops and Products, 20, 3, 339-344.
- Nemli, G., Hızıroğlu, S., Usta, M., Serin, Z., Özdemir, T. ve Kalaycıoğlu, H., 2004b. Effect of Residue Type and Tannin Content on Properties of Particleboard Manufactured from Black Locust, Forest Product Journal, 54, 2, 36-40.
- Nemli, G., 2003. Sentetik Laminat Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları Ders Teksirleri Seri No: 71, Trabzon.
- Nemli, G.,2003. Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27, 2, 99-104.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., 2002b. Duglas Göknaarı Türünün YongalevhÜretimi İçin Uygunluğunun Belirlenmesi, K.Ü. Artvin Orman Fak. Dergisi, 3, 18–20.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. ve Alp, T., 2001. Suitability of Date Palm Branches for Particleboard Production, Holz als Roh Und Werkstoff, 59, 6, 411-412.
- Nemli G., Yıldız S. ve Gezer E.D., 2008. The Potential for Using The Needle Litter of Scotch Pine (*Pinus Solvestris L.*) as a Raw Material for Particleboard Manufacturing, Bioresource Technology. 99, 14, 6054-6058.
- Nemli, G., Kırıcı, H., Serdar, B. ve Ay, N., 2003. Suitability of Kiwi Prunings for Particleboard Manufacturing, Industrial Crops and Products, 17, 1, 39-46.
- Nemli, G., Yalınkılıç, M.K. ve İmanure, Y., Takakoshi., M., 1998. Kalaycıoğlu, H., Demirci, Z., Özdemir, T., Biological, Physieal and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Waste Tea Leaves, International Biodeterioration Biodergaration, 41, 1, 75-84.

- Nemli, G. ve Çolak, S.,2002. Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları, Ağaç Makineleri, 4, 46-48.
- Nemli, G., 2000. Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nemli, G., Çolakoğlu, G., Çolak, S. ve Aydın, İ., 2002a. Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yongalevhalarda Tomruk Depolama Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehit Oranına Etkisi, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 52, 2, 73–83.
- Nemli, G. ve Aytaç, A.,2002. Üre Formaldehit Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 6, 218.
- Nemli, G. ve Demirel, S., 2007. Relationship Between the Density Profile and the Tecnological Properties of the Particleboard Composite, Journal of Compoite Materials, 41, 15, 1793-1802.
- Nemli, G., Ozturk, I. ve Aydın, I., 2005. Some of The Parameters Influencing Surface Roughness of Particleboard, Building and Environment, 40, 10, 1337–1340.
- Nemli, G., Demirel, S. ve Zekoviç, E., 2006. Yonga Rutubeti, Parafin Kullanımı ve Ağaç Cinsinin Yongalevhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Kafkas Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 7,2, 81-93.
- Nemli, G. ve Aydın, A., 2007. Evaluation of The Physical and Mechanical Properties of Particleboard Made From The Needle Litter of *Pinus Pinaster* Ait.,Industrial Crops and Products, 26, 252–258.
- Nemli, G., Aydın, I. ve Zekoviç E., 2007a. Evaluation of Some of The Properties of Particleboard as Function of Manufacturing Parameters, Materials and Design, 28, 4, 1169-1176.
- Nonaka, S., Umemura, K. ve Kawai, S., 2013. Characterization of Bagasse Bindersless Particleboard Manufactured in High-Temperature Range, Journal of Wood Science, 59, 1, 50-56.
- Nourbakhsh, A., 2010. Mechanical and Thickness Swelling of Particleboard Composites Made from Three-Year-Old Poplar Clones, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29,4, 481-489.
- Nourbakhsh, A. ve Ashori, A.,2010. Particleboard Made from Waste Paper Treated with Maleicanhydride, Waste Managment and Research, 28, 1,51-55.
- Ntalos, G.A. ve Grigoriu, A.H.,2002. Chacterization and Utilization of Vine Prunings as a Wood Subsitute for Particleboard Production, Industrial Crops and Products, 16, 1, 59-68.

- Oh, YS. ve Yoo, JY., 2011. Properties of Particleboard Made From Chili Pepper Stalks, Journal of Tropical Forest Science, 23, 4, 473-477.
- Öktem, E.,1989. Doğu Ladini, Ormancılık Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi No: 5, Bölüm No: 13, Ankara, 232 s.
- Öktem, E.,1979. Ormangülü Odunundan Yongalevha Yapılması Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:113, Ankara.
- Onat, S.,M ., Kloeser, L. ve Mai, C., 2014.An Amino-AlkylSiloxane Oligomer as Hydrophobation Agent for Particleboards Used Under High Humidity Conditions, EuropeanJournal of WoodandProducts, 72, 5, 643-649.
- Örs, Y ve Kalaycıoğlu, H.,1991. Çay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 15, 968-974.
- Örs, Y. ve Keskin H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, KOSGEB Yayınları, 975-7608-87-4, Kale Matbaacılık, Ankara.
- Özalp, M., 1996. Kontrplaklarda Dolgu Maddesi Oranının Eğilme Mukavemeti ve Formaldehit Ayrışmasına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Özen, R., 1980. Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon.
- Papadapulos, A.N., Traboulay E.A. ve Hill, C.A., 2002. One Layer Experimental Particleboard From Coconutchips, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2, 394-396.
- Papadopoulos, A.N., Hill, C.A. ve Traboulay, E., 2002. Isocynate Resins for Particleboard; PMD1 and EMDİ, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2, 81-83.
- Papadopoulos, A.N., Hill, J. ve Gkoravelli, A., 2004. Bamboo Chips as an Alternative Lignocellulosic Raw Material for Particleboard Manufacture, Holz als Roh-Und Werkstoff, 62, 1, 36-39.
- Papadopoulos, A.N. ve Hague, J.R.B.,2003. The Potential for Using Flax Shive as a Lignocellulosic Raw Material for Particleboard, Industrial Crops and Products, 17, 143-147.
- Papadopoulos, AN., 2010. Durability of Particleboards Made from Wood Particles Chemically Modified with Propionic Anhydride: Results After Six Years in Ground Stake-Test, European Journal of Wood and Wood Products, 68, 3, 353-354.
- Papadopoulos, A.N. ve Gkaraveli, A.,2003. Dimensional Stabilisation and Strenght of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhydride, Holz als Rohund Werkstoff,61, 2, 142-144.

- Paridah, M.,T., Juliana, A.,H., El-Shekeil, Y.,A., Jawaid, M. ve Alothman, O.,Y., 2014. Measurement of Mechanical and Physical Properties of Particleboard by Hybridization of Kenaf with Rubber wood Particles, Measurement, 56, 70-80.
- Pasillias, C.N. ve Voulgaridis, E.V.,1999. Water Repellant Efficiency of Organic Solvent Extractives from Aleppo Pine Leaves and Bark Applied to Wood, Holzforschung, 53, 151-155.
- Pedieu, R., Riedi B. ve Pichette, A., 2009. Properties of Mixed Particleboards Based on White Birch (*Betula papyrifera*) Inner Bark Particles and Reinforced with Wood Fibres, European Journal of Wood and Wood Products, 67, 1, 95-101.
- Pelaez-Samaniego, M.,R.,Yadama, V.,Garcia-Perez, T., Lowell, E. ve Amidon, T., 2014. Effect of Hot Water Extracted Hardwood and Softwood Chips on Particleboard Properties, Holzangewandte Wissenschaften, 68,7, 807-815.
- Peters, C.C., Cumming, J.D., 1970. Measuring Wood Surface Smoothness: A Riview, Forest Product Journal, 20, 12, 40-43.
- Pierre, F.,C., Ballarin, A.,W. ve Palma, H.,L., 2014. Physical and Characterization of Particleboard Panel Made form Eucalyptus grandis with Addition of Industrial Wood Residues, Cerne, 20, 2, 321- 327.
- Ping, L., Pizzi, A., Guo, ZD. ve Brosse, N., 2011. Condensed Tannins Extraction from Grape Pomace: Characterization and Utilization as Wood Adhesives for Wood Particleboard, Industrial Crops and Products, 34, 1, 907-914.
- Pizzi, A.,1983. Wood Adhesives: Chemistry and Technology, Vol. 1, Marcel Dekker, New York.
- Pizzi, A., 1994. Advanced Wood Adhesives Technology, Marcel Dekker Inc., p: 149-241, New York.
- Place, T.A.ve Maloney, T.M.,1975. Thermal Properties of Dry Wood Bark Multilayer Boards, Forest Products Journal, 25, 1, 33-39.
- Pokorny, R., Rajsnerova, P., Kubasek, J., Markova, I. ve Tamakova, I., 2012. Effect of Early to Late Wood proportion Norway Spruce Biomass, ACT Universitatis Agricultruae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 60, 6, 287-292.
- Pu, S., Yoshioka, M., Tanihara, Y., Shiraishi, N., 1994. Adhesive and Bonded Wood Products, Forest Products Society, Modison, 344.
- Qu, P.,Huang, H., Wu, G., Sun, E. ve Chang, Z., 2015. The Effect of Hydrolyzed Soy Protein Isolate on The Structure and Biodegradability of Urea-Formaldehyde Adhesives, Journal of Adhesion Science and Technology, 29,6, 502-517.

- Radziszewski, P., Picard, B., Bourret, AM., Brunet, JP., Tétreault, M., Zaras, K., Cheriet, M. ve Ouellet J., 2005. Particleboard Surface-Roughness Classification System Modeling, Simulation, and Bench Testing, Journal of Manufacturing Science and Engineering-Transactions of The Asme, 127, 3, 677-686.
- Rangavar, H., Khosro, S.,K., Payan, M.,H. ve Soltani, A., 2014. Study on the Possibility of Using Vine StalkWaste (VitisVinifera) for Producing Gypsum Particleboards, Mechanics of CompositeMaterials, 50, 4, 501-508.
- Rolleri, A. ve Roffael E., 2010. Influence of the Surface Roughness of Particleboards and Their Performance Towards Coating, Ciencia y tecnologia; 12,2,143-148.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 222 İstanbul.
- Sakarya, S. ve Canlı, Ş., 2011.Orta Anadolu İhracatçılar Birlikleri, Levha Sanayi Raporu.
- Salem, MZM., Bohm, M., Berankova, J. ve Srba, J., 2011. Effect of Some Manufacturing Variables on Release from Particleboard: Relationship Between Test Methods, Building and Environment, 46, 10, 1946-1953.
- Salem, MZM., Zeidler, A., Bohm, M., Berankova, J. ve Srba, J., 2013. Norway Spruce (*Picea abies (L) Karst.*) as a Bioresource: Evaluation od Solid Wood, Particeboard and MDF Technological Properties and Formaldehyde Emission, Bio Ressources, 8,1, 1199-1221.
- Salleh, K.M., Hashim, R., Sulaiman, O., Hiziroglu, S., Nadhari, W.N.A.W., Abd Karim, N., Jumhuri, N. ve Ang, L.Z.P., 2015. Evaluation of Properties of Starch-Based Adhesives and Particleboard Manufactured from Them, Journal of Adhesion Science and Technology, 29,4, 319-336.
- Saval, J.,M.,Lapuente, R., Navarro, V. ve Tenza-Abril, A.,J., 2014.Fire-Resistance, Physical, and Mechanical Characterization of Particleboard Containing Oceanic Posidonia Waste, Materiales De Construccıon, 64, 314.
- Scatolino, M.,V., Silva, D.,W., Mendes, R.,F. ve Mendes, L.,M., 2013. Use of Maize Cob for Production of Paritcleboard, Ciencia E Agrotecnologia, 37, 4, 330-337.
- Scoville, C.R., 2001. Characterizing the Durability of PF and PMDI Adhesive Wood Composites Through Fracture Testing, Msc. Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institue and State University, Department of Wood Science and Forest Products, Blacksburg, Virginia.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Leblebici, E., Görk, G. ve Bekat, L., 1986. Tohumlu Bitkiler Sistematığı, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 116, Bornova, İzmir.

- Sedona-Mendoza, M., Navarrete, P. ve Pizzi, A., 2010. Effect of Layers Relative Moisture Content on The IB Strength of Pine Tannin Bonded Particleboard, European Journal of Wood and Wood Products, 68, 3, 355-357.
- Selamat, M.,E., Sulaiman, O., Hashim, R., Hiziroglu, S., Nadhari, W.,N.,A.,W., Sulaiman, N.,S. ve Razali, M.,Z., 2014. Measurement of Some Particleboard Properties Bonded with Modified Carboxymethyl Starch of Oil Palm Trunk, Measurement, 53, 251-259.
- Sellers, J.,1985. Plywood Adhesive Techonology, Forest Products Utilazation Laboratory, Marcel Decter Inc. New York.
- Sellers, T., Miller, G.D. ve Nieh, S., 1990. Evaluation of Post Added Ester and/or Urea as a Formaldehyde Scavenger in UF Resins Used to Bond Suthern Pine Particleboard, Forest Prod.J. 41, 1, 53-56.
- Sen, A.U., 2005. Karaçam (*Pinus nigra L.*) Ekstraktif Maddelerinin Çam Kese Böceği Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sieminsky, R. ve Skarzynska, A., 1989. Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, Forest Product Journal, 23-25.
- Soine, H.,1973. Modem Furniture Manufaecture State of the Furniture Industry, Partieleboards, Laminating and Coating with, Solid and Liquid Materials, Cutting to Size and Trimming of Boards Finishing of Edges, Folding, Boring, Packing, Auxiliary Equipment, Holz als Roh-und Werkstoff, 31, 4, 145-156.
- Soysal, A. ve Demiral, Y., 2007. Kapalı Ortam Hava Kirliliği, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6,3.
- Şahin, H.T., 2005. Formaldehit Tutkalı ve Formaldehit Emisyonu, Laminart, 39.
- Şahin, H.T., Filiz, M., Kaya, A.İ., Sütçü, A., Usta, P., Çiçekler, M. ve Bozkurt, C., 2011. Ahşap Esaslı Malzemelerden Formaldehit Emisyonu ve Etkileri, Laminart, 73, 116-119.
- Tabarsa, T., Ashori, A. ve Gholamzadeh, M., 2011. Evaluation of Surface Roughness and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from Bagasse, Composites Part B- Engineering, 42, 5, 1330-1335.
- TAPPI Standarts, 1992. Official Test Methods Association of The Pulp and Paper Industry, U.S.A.
- TAPPI T 211 om-85, 1992. Ash in Wood and Pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol I.
- TAPPI t m-45, TAPPI Test Methods 1992-1993, TAPPI Pres Atlanta, Georgia, U. S., 1992.

- TAPPI T 204 cm-97, 2002. Solvent Extractives of Wood and Pulp, TAPPI Press.
- TAPPI T 204 om-98, 2002. One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp, TAPPI Press.
- Thole, V. ve Weiss, D.,1992. Suitability of Annual Plants as Additives for Gypsum Bonded Particleboards, Holz als Roh-Und Werkstoff, 50, 6, 241-252.
- Trianoski, R.,Iwakiri, S. ve Matos, J.,L., 2014. Evaluation of Particleboard of Toonaciliata Produced with Different Densities and ResinLevels, Madera Y Bosques,20, 3, 49-58.
- Trianoski, R.,Iwakiri, S., Matos, J.,L.,M. ve Prata, J.,G., 2013. Physical and Mechanical Properties of Particleboards of Acrocarpusfraxinifolius Compounds with Different Percentages of Bark, CienciaFlorestal, 23, 4, 761- 769.
- Trischler, J. ve Sandberg, D., 2014. Monocotyledons in Particleboard Production: Adhesives, Additives andSurfaceModification of ReedCanaryGrass, Bioresources, 9, 3, 3919-3938.
- Tröger, F., Wegener, G. ve Seemann, C, 1998. Misconthus and Flax as Raw Material for Reinforced Particleboards, Industrial Crops and Products, 8, 2, 113-121.
- Tsai, C.M., 1984. Effect of Adding Urea or Melamine to Urea Formaldehyde Release from Plywood, Technical Bulletin, Experimental Forest, National Taiwan University, 155.
- TS 6959, 1989. Yüzey Pürüzlülüğü – Terimler, I. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3482, 1980. Yongalevhaları (Dik Yongalı), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 642, 1999.Kondisyonlama ve/veya Deney için Standart Referans Atmosferleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 323/1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312, 2005. Yongalevhalar-Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Turreda, L.D. ve Bagasse, 1983. Wood and Wood-Bagasse Particleboards Bonded with Urea Formaldehyde and Polyvinil Acetate/Isocynate Adhesives, USDA Technology Journal 8, 3, 66-78.

- Unchi, S.,1996. Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in the MDF Manufacturing, Ph.D.Thesis, Faculty of Forestry University Pertanian, Malaysia.
- Var, A.A., Yıldız, Ü.C. ve Kalaycıoğlu, H., 2002. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Mekanik Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1302-7085, 19-38.
- Varanda, L.D., Nascimento, M.F., Christoforo, A.L., Silva, D.A.L. ve Lahr, F.A.R., 2014. Oat Hulls as Addition to High Density Panels Production, Material Research- Ibero- American Journal of Materials, 16,6, 1355-1361.
- Vital, B.R., Andrade, P.I.L., Carneiro, A.D.O.,Cabral, C.P.T. ve Carvalho, A.M.M., 2014. Dimensional Stability and Resistance to Perpendicular Tension of Boards Made with Heat-Treated Particles from Packagings of Pinus sp., RevistaArvore, 38, 5, 951-959.
- Warmbier, K.,Wilczynski, A. ve Danecki, L., 2014. Evaluation of Mechanical and Physical Properties of Particleboards with The Core Layer Made from Willow (Salixviminalis), Bioresources, 9, 1, 894-905.
- Wellons, J.D. ve Kralimer, R.L., 1973. Selfbonding in Bark Composites. Wood Science, 6, 2, 112-122.
- Westkamper, E. ve Riegel, A., 1993. Qulaity Criterion for Massive Wood Surface, Holz als Roh – und Werkstoff, 51, 121-125.
- Wise, E.L., ve Karz, H.L., 1962. Cellulose and Hemicellulose , In Pulp and Paper Science and Technology, Ed: C. Earl Libby, McGraw Book Co., New York.
- Wong, D. ve Sun, X.S.,2002. Low Density Particleboard from Wheat Straw and Pith, Industrial Crops and Products. 15, 1, 43–50.
- Yang, H.S., Kim, D.J. ve Kim, HJ., 2003. Riee Straw-Wood Partide Composite for Sound Absorbing Wooden the Construction Materials, Bioresource Technology, 86, 2, 117-121.
- Yemele, M., Blanchept, A. ve Cloutien, A., 2008a. Effect of Bark Content and Particle Geometry on The Physical and Mechanical Properties of Particleoard Made from Black Spruce and Tremnling Aspenbark, Forest Products Journal, 58, 11, 48-56.
- Yemele Men, Koubaa A ve Dioof PN, 2008b. Effect of Hot-Water Treatment of Black Spruce and Trembling Aspen Bark Raw Material on The Physical and Mechanical Properties of Bark Particleoard, Wood and Fiber Science, 40, 3, 339-351.

- Yıldız, Ü.C.,1994. Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yusuf, S.,1996. Properties Enhancement of Wood by Crosslinking Formation and Its Application to The Recons Tituted Wood Products, Ph.D.Thesis Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Zeller, F.,Barbu, M.,C. ve Iwakiri, S., 2013. Parica (*Schizolobiumamazonicum*) and Embaba (*Cecropia sp.*) as New Raw Materialsfor Particleboards, European Journal of Wood and Wood Products, 71, 6, 823-825.
- Zhang, J.,Z.,Kang, H.,J.,Gao, Q.,Li, J.,Z., Pizzi, A. ve Delmotte, L., 2014. Performances of Larch (*larix gmelini*) Tannin Modified Urea-Formaldehyde (TUF) Resin and Plywood Bonded by TUF Resin, Jopurnal of Applied Polimer Science, 131,22.
- Zhang, L. ve Hu, Y.,C., 2014. Novel Lignocellulosic Hybrid Particleboard Composites Made from Rice Straws and Coir Fibers, Materials and Design, 55, 19- 26.
- Zhao, Z.,Y.ve Umemura, K.,2014. Investigation of A New Natural Particleboard Adhesive Composed of Tannin and Sucrose, Journal of Wood Science, 60, 4, 269-277.
- Zhu, D. ve Damodaran, S., 2014. Chemical Phosphorylation Improves the Moisture Resistance of Soy Flour- Based Wood Adhesive, Journal of Applied Polimer Science, 131, 13.
- URL-1, Ağaçlar Türlerimiz, www.ogm.gov.tr/agaclar.htm 24 Şubat 2015.
- URL-2, www.karadagorman.com.tr 24 Şubat 2015.

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünde yükseköğrenimine başladı. 2008 yılında fakülte üçüncüsü, bölüm ikincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl içinde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği ABD, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında yüksek lisans eğitimine başladı ve 2010 yılında bitirdi. Aynı yıl içinde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği ABD, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında doktora eğitimine başladı ve halen devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir. Evlidir.