

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BÖLGELERDE YETİŞEN LADİN VE GÖKNAR TOMRUKLARDAN
ÜRETİLMİŞ LVL VE KONTRPLAKLARIN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

DOKTORA TEZİ

Orman End. Yük. Müh. Hüseyin TAN

**ŞUBAT 2011
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BÖLGELERDE YETİŞEN LADİN VE GÖKNAR TOMRUKLARDAN
ÜRETİLMİŞ LVL VE KONTRPLAKLARIN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Orman End. Yük. Müh. Hüseyin TAN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor (Orman Endüstri Mühendisliği)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31.01.2011
Tezin Savunma Tarihi : 18.02.2011**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. İsmail AYDIN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Gökay NEMLİ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Turgay AKBULUT**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Trabzon 2011

ÖNSÖZ

“Farklı Bölgelerde Yetişen Ladin ve Gökmar Tomruklardan Üretilmiş LVL ve Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri” konulu bu çalışma, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen ve bu alanda bilimsel düşünceleri ve önerileriyle aydınlatan Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU’na, Doç. Dr. İsmail AYDIN’a, Prof. Dr. Semra ÇOLAK ve Prof. Dr. Gökay NEMLİ’ye teşekkür ederim. Ayrıca laboratuvar çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Cenk DEMİRKİR’a, Orm. End. Müh. Mehmet Alper MERCAN’a, Uzm. Ozan SELCİK’e teşekkürü borç bilirim.

Araştırma materyallerinin temininde yardımlarını esirgemeyen Orman Genel Müdürlüğü; Maçka, Torul ve Çayeli bölgesi şefliklerine teşekkür ederim. Ayrıca tutkal malzemesi temininde yardımlarını esirgemeyen Polisan A.Ş. çalışanlarına, buharlama işlemlerinin yapılmasında katkılarını esirgemeyen Onur REİS’e teşekkür ederim.

Çalışmalarımın her aşamasında yardım eden kızlarım; Tuba-Kübra TAN ve kardeşim Ömer Çetin TAN’a, yaşamım boyunca her türlü maddi manevi desteklerini üzerimden eksik etmeyen aileme de teşekkür ederim.

Hüseyin TAN
Trabzon 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	XII
SUMMARY.....	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIV
TABLolar DİZİNİ.....	XVI
KISALTMALAR DİZİNİ.....	XXI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kaplamanın Tanımı.....	5
1.3. Kontrplak Hakkında Genel Bilgiler.....	5
1.3.1. Kontrplağın Tanımı.....	5
1.3.2. Kontrplakların Sınıflandırılması.....	6
1.3.3. Kontrplağın Kullanım Alanları ve Avantajları.....	7
1.3.3.1. Yapı Kontrplağı.....	9
1.3.3.1.1. Yapı Kontrplaklarının Kullanım Alanları.....	9
1.4. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	12
1.4.1. Ağaç Türü ve Odun Özellikleri.....	12
1.4.1.1. Ağaç Türü.....	12
1.4.1.2. Özgül Ağırlık.....	13
1.4.1.3. Odun Rutubeti.....	13
1.4.1.4. Büyüme Hızı.....	13
1.4.1.5. Reçine.....	14
1.4.1.6. Permeabilite.....	14
1.4.1.7. Lif Düzgünlüğü.....	14
1.4.1.8. Daralma.....	14
1.4.1.9. Polifenoller-Renk.....	15
1.4.1.10. Vaks.....	15
1.4.1.11. Paransim Hücreleri.....	15

1.4.1.12.	Mekanik Dirençler	15
1.4.1.2.	Tomruk Özellikleri.....	15
1.5.	Kontrplak Üretiminde Kullanılan Yardımcı Maddeler	16
1.5.1.	Tutkallar	16
1.5.1.1.	Üre Formaldehit Tutkalı	17
1.5.1.2.	Fenol Formaldehit Tutkalı	19
1.5.1.3.	Melamin Formaldehit Tutkalı	20
1.5.1.4.	Melamin Üre Formaldehit Tutkalı	21
1.5.1.5.	Resorsin Formaldehit Tutkalı	21
1.5.1.6.	Diğer Yapıştırıcılar	22
1.5.1.6.1.	Epoksi Tutkalı	23
1.5.1.6.2.	İzosiyanat Tutkalı.....	24
1.5.2.	Dolgu ve Katkı Malzemeleri	26
1.5.3.	Sertleştiriciler	27
1.6.	Kontrplak Üretimi İş Akışı	28
1.6.1.	Tomrukların Depolanması	29
1.6.2.	Tomruğun Islatılması	30
1.6.2.1.	Buharlama Tesis ve Teçhizatı	30
1.6.2.1.1.	Buharlama Metotları	30
1.6.2.1.1.1.	Direkt Buharlama Metodu	30
1.6.2.1.1.2.	Endirekt Buharlama Metodu.....	31
1.6.2.1.1.3.	Buharlama Odaları ve Sahip Olması Gereken Özellikler	32
1.6.2.1.2.	Buharlamanın Yönetilmesi	32
1.6.2.1.3.	Buharlamanın Odun Özellikleri Üzerine Etkisi	33
1.6.2.1.4.	Kaplama Tomrukların ve Prizmaların Isıtılmasında Kullanılan Diğer Yöntemler	35
1.6.2.1.5.	Tomruğun Isıtılmasıyla İlgili Bazı Öneriler	35
1.6.2.1.6.	Isıtmanın Faydaları ve Sakıncaları.....	36
1.6.2.1.6.1.	Isıtmanın Faydaları	36
1.6.2.1.6.2.	Isıtmanın Sakıncaları	37
1.6.3.	Boyuna Bölme	38
1.6.4.	Kabuk Soyma.....	38
1.6.4.1.	Odun-Kabuk Adhezyonu	38

1.6.4.2.	Ağaç Türü	39
1.6.4.3.	Kabuk Soyma Makine ve Aletleri.....	39
1.6.5.	Tomrukların Soyma Kaplama Makinesinde Merkezileştirilmesi	39
1.6.6.	Tomrukların Soyulması	40
1.6.7.	Kaplamaların Taşınması	40
1.6.8.	Kaplamaların Boyutlandırılması	41
1.6.9.	Kurutulmuş Kaplama Kalite Kontrol.....	41
1.6.9.1.	Leke Kontrolü	41
1.6.9.2.	Kaplama Kalınlığı Kontrolü	42
1.6.9.3.	Kaplamanın Yüzey Pürüzlülük Oranının Denetlenmesi	43
1.6.9.4.	Kaplamadaki Çatlakların ya da Kırıkların Kontrolü.....	44
1.6.10.	Kaplamaların Kurutulması.....	44
1.6.10.1.	Kaplama Özelliklerinin Kuruma Üzerine Etkisi.....	45
1.6.10.2.	Soyma Kaplamalarının Kurutma Tekniği	46
1.6.10.2.1.	Kuru Boyutlandırma Metodunun Faydaları (Sonsuz Kurutma)	46
1.6.10.2.2.	Kurutulmuş Kaplamaların Özellikleri.....	47
1.6.10.3.	Kaplama Kurutma Fiziği.....	48
1.6.10.4.	Kaplama Kurutma Makineleri	48
1.6.10.5.	Kurutma Süresi	49
1.6.10.6.	Kurutma Sonrası İşlemler	50
1.6.10.6.1.	Kuru Kaplama Kalite Kontrolü.....	50
1.6.10.6.1.1.	Bükülme Kontrolü	50
1.6.10.6.1.2.	Çatlak Kontrolü.....	51
1.6.10.6.1.3.	Kaplama Kurutma İşleminin Tutkallama ve Yapışmaya Etkisi	51
1.6.10.6.1.4.	Kurutma Fırını Yangınları ve Kaplama Yanıklarının Kontrolü	51
1.6.10.6.1.5.	Kollaps ve Dış Kabuklaşma Kontrolü	52
1.6.10.6.1.6.	Daralma Kontrolü	52
1.6.10.6.1.7.	Renk Kontrolü.....	53
1.6.10.7.	Kaplama Kenarlarının Düzeltilmesi ve Eklenmesi	53
1.6.10.8.	Çap Büyüklüğüne Göre Elde Edilen Kaplama Miktarı	53
1.6.11.	Tutkallama	53
1.6.12.	Kontrplak Taslağının Hazırlanması	54
1.6.13.	Levhaların Preslenmesi	54

1.6.14.	Levhaların Boyutlandırılması	55
1.6.15.	Zımparalama	55
1.6.16.	Tasnif ve İstifleme	56
1.7.	Kaplamalardan Üretilmiş Lamine Kereste.....	56
1.7.1.	Laminasyon Sisteminin Faydalı ve Sakıncalı Yönleri.....	57
1.7.2.	LVL Üretim Teknolojisi	58
1.7.2.1.	Ağaç Türü Seçimi	58
1.7.2.2.	Kaplamaların Hazırlanması	59
1.7.2.3.	Tutkallama	59
1.7.2.4.	Presleme.....	61
1.7.3.	LVL'nin Uygulama Alanları.....	61
1.8.	Doğu Karadeniz Göknaarı (<i>Abies nordmanniana</i>)	62
1.8.1.	Dağılımı	62
1.8.2.	Göknaar Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri.....	63
1.9.	Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i>)	64
1.9.1.	Dağılımı	64
1.9.2.	Ladin Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri	65
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	66
2.1.	Materyal	66
2.1.1.	Ağaç Malzeme	66
2.1.2.	Tutkal	67
2.1.2.1.	MÜF Tutkalının Teknik Özellikleri.....	67
2.1.2.2.	FF Tutkalının Teknik Özellikleri	67
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi	68
2.2.1.	Kontrplakların Hazırlanması.....	68
2.3.	Araştırma Yöntemi.....	68
2.3.1.	Mekanik Özellikler	68
2.3.1.1.	Çekme-Makaslama Direnci ve Deney Örneklerinin Hazırlanması	68
2.3.1.2.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü	70
2.3.2.	Fiziksel Özellikler.....	71
2.3.2.1.	Denge Rutubeti Miktarı	71
2.3.2.2.	Özgül Ağırlık	71
2.4.	İstatistiksel Analiz.....	72

3.	BULGULAR.....	73
3.1.	Mekanik Özellikler	73
3.1.1.	Çekme-Makaslama Direnci	73
3.1.1.1.	Tomruk Buharlama İşleminin Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi	74
3.1.1.2.	Bölge Farklılığının Göknar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi	77
3.1.2.	Eğilme Direnci	82
3.1.2.1.	Kontrplak Levhalarında Eğilme Direnci.....	82
3.1.2.1.1.	Tomruk Buharlama İşleminin Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi.....	83
3.1.2.1.2.	Bölge Farklılığının Göknar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	86
3.1.2.2.	LVL Levhalarında Eğilme Direnci	90
3.1.2.2.1.	Tomruk Buharlama İşleminin LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi.....	91
3.1.2.2.2.	Bölge Farklılığının Göknar Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	92
3.1.2.2.3.	Bölge Farklılığının Ladin Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	94
3.1.3.	Elastikiyet Modülü.....	96
3.1.3.1.	Kontrplak Levhalarında Elastikiyet Modülü	96
3.1.3.1.1.	Tomruk Buharlama İşleminin Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi.....	98
3.1.3.1.2.	Bölge Farklılığının Göknar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	101
3.1.3.2.	LVL Levhalarında Elastikiyet Modülü	106
3.1.3.2.1.	Tomruk Buharlama İşleminin LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi.....	106
3.1.3.2.2.	Bölge Farklılığının Göknar ve Ladin Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi.....	108
3.2.	Fiziksel Özellikler	112
3.2.1.	Denge Rutubet Miktarı	112
3.2.1.1.	Kontrplaklarda Denge Rutubeti Miktar	112
3.2.1.1.1.	Tomruk Buharlama İşleminin Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi.....	114

3.2.1.1.2.	Bölge Farklılığının Gökmar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Denge Rutubet Değeri Üzerine Etkisi	117
3.2.1.2.	LVL Levhalarında Denge Rutubet Değerleri	121
3.2.1.2.1.	Tomruk Buharlama İşleminin LVL Levhaların Denge Rutubet Değeri Üzerine Etkisi	122
3.2.1.2.2.	Bölge Farklılığının Gökmar ve Ladin Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Denge Rutubet Değeri Üzerine Etkisi	123
3.2.2.	Özgöl Ağırlık	127
3.2.2.1.	Kontrplaklarda Özgöl Ağırlık	127
3.2.2.1.1.	Tomruk Buharlama İşleminin Kontrplakların Özgöl Ağırlık Üzerine Etkisi	129
3.2.2.1.2.	Bölge Farklılığının Gökmar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Özgöl Ağırlık Değeri Üzerine Etkisi	132
3.2.2.2.	LVL Levhalarında Özgöl Ağırlık Değerleri	136
3.2.2.2.1.	Tomruk Buharlama İşleminin LVL Levhaların Özgöl Ağırlık Değeri Üzerine Etkisi	137
3.2.2.2.2.	Bölge Farklılığının Gökmar ve Ladin Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Özgöl Ağırlık Değeri Üzerine Etkisi	138
4.	İRDELEME	143
4.1.	Kontrplak Levhaların Mekanik Özellikleri	143
4.1.1.	Çekme-Makaslama Direnci	143
4.1.1.1.	Ağaç Türü, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi	143
4.1.1.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi	146
4.1.1.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi	148
4.1.2.	Eğilme Direnci	149
4.1.2.1.	Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	150
4.1.2.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	152

4.1.2.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	154
4.1.3.	Elastikiyet Modülü	156
4.1.3.1.	Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	156
4.1.3.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	158
4.1.3.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	160
4.2.	LVL Levhaların Mekanik Özellikleri	162
4.2.1.	Eğilme Direnci	162
4.2.1.1.	Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türünün LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	162
4.2.1.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Gökmar LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	163
4.2.1.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Ladin LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	165
4.2.2.	Elastikiyet Modülü	166
4.2.2.1.	Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türünün LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi..	166
4.2.2.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Gökmar LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	168
4.2.2.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Ladin LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	169
4.3.	Kontrplakların Fiziksel Özellikleri	171
4.3.1.	Denge Rutubeti Miktarı	171
4.3.1.1.	Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	171
4.3.1.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	173

4.3.1.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	174
4.3.2.	Kontrplaklarda Özgül Ağırlık	175
4.3.2.1.	Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi	175
4.3.2.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi.....	177
4.3.2.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi.....	178
4.4.	LVL Levhaların Fiziksel Özellikleri.....	180
4.4.1.	Denge Rutubeti Miktarı	180
4.4.1.1.	Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türünün LVL Levhaların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	180
4.4.1.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Gökmar LVL Levhaların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	181
4.4.1.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Ladin LVL Levhaların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	182
4.4.2.	LVL Levhalarında Özgül Ağırlık	184
4.4.2.1.	Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türünün LVL Levhaların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi	184
4.4.2.2.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Gökmar LVL Levhaların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi	185
4.4.2.3.	Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Ladin LVL Levhaların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi	186
5.	SONUÇLAR	188
5.1.	Kontrplak Levhaların Mekanik Özellikleri.....	188
5.1.1.	Çekme-Makaslama Direnci	188
5.1.2.	Eğilme Direnci	189
5.1.3.	Elastikiyet Modülü.....	190
5.2.	LVL Levhaların Mekanik Özellikleri	191
5.2.1.	Eğilme Direnci	191

5.2.2.	Elastikiyet Modülü.....	191
5.3.	Kontrplakların Fiziksel Özellikleri	192
5.3.1.	Denge Rutubeti Miktarı	192
5.3.2.	Özgül Ağırlık	193
5.4.	LVL Levhaların Fiziksel Özellikleri.....	194
5.4.1.	Denge Rutubeti Miktarı	194
5.4.2.	LVL Levhalarında Özgül Ağırlık	195
6.	ÖNERİLER	196
7.	KAYNAKLAR	198
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak bulunan göknar ve ladin odunundan farklı üretim koşullarında üretilen kontrplak ve LVL levhaların, fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır.

Bunun için Maçka, Çayeli ve Torul bölgelerinden temin edilen tomruklardan üretilen levhalar ilgili standartlara göre hazırlanmış örnekler üzerinde yapılmıştır.

Buharlanmış ve buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplak ve LVL levhaların; eğilme direnci, elastikiyet modülü, çekme-makaslama direnci, özgül ağırlık ve denge rutubet değerleri incelenmiştir. Ağaç türü ve bölge faktörlerinin; buharlama işlemi, tabaka sayısı, tutkal türü ve kaplama kurutma sıcaklığı arasındaki etkileşimi incelenmiştir.

Sonuç olarak, hem LVL levhalarında hem de kontrplaklarda bölge farklılıklarının ve ağaç türünün; buharlama, tabaka sayısı, tutkal türü ve kaplama kurutma sıcaklığı arasındaki etkileşimleri çoğul varyans analizi sonucunda çeşitli önem düzeylerinde anlamlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bölge, Ağaç Türü, Buharlama, Eğilme Direnci, Elastikiyet Modülü, Özgül Ağırlık, Denge Rutubeti, Fenol Formaldehit, Melamin-Üre Formaldehit

SUMMARY

Some Technological Properties of LVL and Plywood Produced from Logs of Spruce and Fir Growing in Distinct Regions

Produced by wood of fir and spruce trees under distinct production conditions that are extensively found in Northern Blacksea Region, physical and mechanical characteristics of plywood and LVL panels are analyzed in this study.

Thus, plaques produced from logs that supplied from Maçka, Çayeli and Torul, are done on patterns prepared under related standards.

Bending strength, modulus of elasticity, shear-tensile strength, specific gravity and values of equilibrium moisture content of plywood and LVL panels produced from steamed and unsteamed logs. The interaction between steaming process, the number of layers, glue type, drying temperature of veneer of tree species and regional factors are analyzed.

In conclusion, the interaction between steaming, the number of layers, glue type, drying temperature of veneer of both LVL plaques and plywood, found meaningful on various importance levels as a result of multiple analysis of variance.

Key Words: Region, Tree Species, Steaming, Bending Strength, Modulus of Elasticity, Density, Equilibrium Moisture, Phenol Formaldehyde, Melamine-Urea Formaldehyde

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Adapazarı depreminde ayakta kalan ahşap konutlar	4
Şekil 2. Kontrplaklarda tabakaların yerleşimi	6
Şekil 3. Kompozit ve kaplamalı kontrplaklar	7
Şekil 4. Doğu Karadeniz Göknarı'nın ülkemizdeki yayılış alanları	63
Şekil 5. Doğu Ladininin ülkemizdeki doğal yayılış alanları.....	64
Şekil 6. Beş tabakalı ve yedi tabakalı kontrplak levhası için çekme-makaslama direnci test örneği	66
Şekil 7. Eğilme direnci test düzeneği.....	70
Şekil 8. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve Tabaka sayısının çekme-makaslama direnci üzerine etkisi.....	143
Şekil 9. Göknar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme makaslama direnci üzerine etkisi	146
Şekil 10. Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme makaslama direnci üzerine etkisi	148
Şekil 11. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve Tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisi	150
Şekil 12. Göknar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisi	152
Şekil 13. Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisi	155
Şekil 14. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisi	157
Şekil 15. Göknar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisi	159
Şekil 16. Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisi	161
Şekil 17. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal Türünün eğilme direnci üzerine etkisi	162

Şekil 18.	Göknar LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi.....	164
Şekil 19.	Ladin LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi.....	165
Şekil 20.	Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal Türünün LVL levhalarda elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	167
Şekil 21.	Göknar LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	168
Şekil 22.	Ladin LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	170
Şekil 23.	Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve Tabaka sayısının denge rutubeti üzerine etkisi.....	171
Şekil 24.	Göknar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubeti üzerine etkisi.....	173
Şekil 25.	Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubeti üzerine etkisi.....	174
Şekil 26.	Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık üzerine etkisi.....	175
Şekil 27.	Göknar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık üzerine etkisi.....	177
Şekil 28.	Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık üzerine etkisi.....	179
Şekil 29.	Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal Türünün LVL levhalarında denge rutubeti üzerine etkisi.....	180
Şekil 30.	Göknar LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi.....	182
Şekil 31.	Ladin LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi.....	183
Şekil 32.	Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal Türünün LVL levhalarında özgül ağırlık üzerine etkisi.....	184
Şekil 33.	Göknar LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi.....	185
Şekil 34.	Ladin LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama Kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi.....	187

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Kontrplak mukavemet/ağırlık oranının metal malzeme ile kıyaslanması	9
Tablo 2. Ülkelere göre kontrplak üretim miktarları	10
Tablo 3. Kaplamanın bazı kullanım yerlerine göre tavsiye edilen özgül ağırlık değerleri	13
Tablo 4. Yaygın kullanılan reçine türleri, karakteristikleri ve kullanım alanları.....	17
Tablo 5. 5 tabakalı kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri....	73
Tablo 6. 7 tabakalı kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri....	74
Tablo 7. Ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme-makaslama direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	75
Tablo 8. Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre çekme-makaslama direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	76
Tablo 9. Göknar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme-makaslama direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	77
Tablo 10. Göknar kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre çekme-makaslama direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	79
Tablo 11. Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme-makaslama direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	80
Tablo 12. Ladin kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre çekme-makaslama direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları.....	81
Tablo 13. 5 tabakalı kontrplak eğilme direnci ortalama değerleri	82
Tablo 14. 7 tabakalı kontrplak eğilme direnci ortalama değerleri	83
Tablo 15. Kontrplaklarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	84
Tablo 16. Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	85

Tablo 17.	Göknar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	86
Tablo 18.	Göknar kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları.....	87
Tablo 19.	Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	88
Tablo 20.	Ladin kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları.....	89
Tablo 21.	LVL levhalarına ait eğilme direnci ortalama değerleri.....	90
Tablo 22.	LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	91
Tablo 23.	LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları.....	92
Tablo 24.	Göknar LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analiz sonuçları.....	93
Tablo 25.	Göknar LVL levhaların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynaklar ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları.....	94
Tablo 26.	Ladin LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	95
Tablo 27.	Ladin LVL levhaların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları.....	96
Tablo 28.	5 tabakalı kontrplak elastikiyet modülü ortalama değerleri.....	97
Tablo 29.	Farklı bölgelerden alınan göknar ve ladin tomruklarından üretilen 7 tabaka kontrplak elastikiyet modülü değerleri.....	98
Tablo 30.	Kontrplaklarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	99
Tablo 31.	Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları.....	100
Tablo 32.	Göknar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	101

Tablo 33.	Göknar kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	103
Tablo 34.	Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	104
Tablo 35.	Ladin kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	105
Tablo 36.	LVL levhalarına ait elastikiyet modülü ortalama değerleri	106
Tablo 37.	LVL Levhalarının; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal Türünün elastikiyet modülü üzerine ilişkin çoğul varyans Analizi sonuçları	107
Tablo 38.	LVL levhalarının; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türüne göre elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	108
Tablo 39.	Göknar LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	109
Tablo 40.	Göknar LVL levhaların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	110
Tablo 41.	Ladin LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	111
Tablo 42.	Ladin LVL levhaların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	112
Tablo 43.	5 tabakalı kontrplak levhaların denge rutubeti miktarı ortalama değerleri....	113
Tablo 44.	7 tabakalı kontrplak levhaların denge rutubeti miktarı ortalama değerleri....	114
Tablo 45.	Ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubeti değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	115
Tablo 46.	Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre denge rutubeti değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	116
Tablo 47.	Göknar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubet değeri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	117
Tablo 48.	Göknar kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre denge rutubet değeri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	118

Tablo 49.	Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubet değeri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	119
Tablo 50.	Ladin kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre denge rutubet miktarı değeri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	120
Tablo 51.	Farklı bölgelerden alınan ladin ve göknar soyma kaplama levhalarından MÜF ve FF tutkalları ile üretilen 9 tabaka LVL levhaların denge rutubet Değerleri	121
Tablo 52.	LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	122
Tablo 53.	LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	123
Tablo 54.	Göknar LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	124
Tablo 55.	Göknar LVL levhaların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	125
Tablo 56.	Ladin LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	126
Tablo 57.	Ladin LVL levhaların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	127
Tablo 58.	5 tabakalı kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri	128
Tablo 59.	7 tabakalı kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri	129
Tablo 60.	Ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	130
Tablo 61.	Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	131
Tablo 62.	Göknar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	132
Tablo 63.	Göknar kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre özgül ağırlık değeri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	133

Tablo 64.	Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	134
Tablo 65.	Ladin kontrplakların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre özgül ağırlık değeri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	135
Tablo 66.	LVL levhalarına ait özgül ağırlık ortalama değerleri	136
Tablo 67.	LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	137
Tablo 68.	LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	138
Tablo 69.	Gökmar LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	139
Tablo 70.	Gökmar LVL levhaların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	140
Tablo 71.	Ladin LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	141
Tablo 72.	Ladin LVL levhaların; Bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları	142

KISALTMALAR DİZİNİ

a_1	: Örnek genişliği
a_2	: Örnek uzunluğu
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ASTM	: Amerika Malzeme Tecrübeleri Kurumu (American Society for Testing Materials)
b_1	: Makaslama genişliği
b_2	: Örnek yüzeylerine açılan kanalların Genişliği
br	: Birim
BS	: İngiltere Standartları
cm	: Santimetre
cPs	: vizkozite ölçü birimi (saniyedeki karakter sayısı)
ÇG	: Çayeli Göknaarı
ÇL	: Çayeli Ladini
Ç.M	: Çekme-makaslama
dB	: desibel
dk	: dakika
DIN	: Alman Standartlar Enstitüsü
E	: Eğilmede elastikiyet modülü
E.D	: Eğilme direnci
EN	: Avrupa Standartları
EPI	: Emülsiyon Polimer İzosiyanat
F_{max}	: Kopma ve Kırılma anındaki maksimum yük
FF	: Fenol-Formaldehit
FRF	: Fenol-Resorsinol Formaldehi
Hz	: Hertz
I_1	: Makaslama uzunluğu
I_2	: Sıkıştırma çeneleri arasındaki minimum uzaklık
LVL	: Kaplamalardan Üretilmiş Lamine Kereste (Laminated Veneer Lumber)
Kcal	: Kilo kalori
OSB	: Yönlendirilmiş Yonga levha (Oriented Strand Board, Oriented Structurel Board)

MDI	: Difenil metan di-izosiyanat
MF	: Melamin Formaldehit
ML	: Maçka Ladini
Mr	: Deneş parçasının rutubetli haldeki ağırlığı
Mo	: Deneş parçasının tam kuru haldeki ağırlığı
MÜF	: Melamin-Üre Formaldehit
pH	: Potansiyel Hidrojen
PMDI	: Polimerik metilen di izosiyanat
PVA	: Polivinil asetat
R	: Deneş parçasının sahip olduğu rutubet miktarı
S	: Standart Sapma
TG	: Torul Göknaı
TS	: Türk Standartları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UV	: Ultraviyole
ÜF	: Üre-Formaldehit
Δe	: Eğilme miktarı (Sehim)
δ	: Hava kuruş haldeki özgül ağırlığı
\bar{x}	: Aritmetik Ortalama

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ülkemizde, özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, geniş bir yayılım gösteren ladin ve göknar gibi yumuşak ağaç türleri, orman ürünleri endüstrisinin belli başlı hammaddeleri arasında yer almaktadır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde yumuşak ağaç türlerinin buharlanarak veya ısıtılarak soyma yöntemiyle üretilen tabakalı ağaç malzemenin yapıda ve muhtelif yerlerde kullanıldığı bilinmektedir.

Ahşap karkaslar hafif olmaları, sünek bağlantıları ve yapı geometrisindeki düzgünlüğü sebebiyle depreme dayanıklı yapılardır. Son 35 yıl içinde yapılan araştırmalarda görülmüştür ki; Kuzey Amerika, Yeni Zelanda ve Japonya'da, büyüklüğü Richter ölçeğine göre 5.7 ile 8.4 arasında değişen 7 büyük depremde, 300.000 den fazla platform tipi ahşap karkas ev etkilenmiş olmasına rağmen ölü sayısı toplamda sadece 34'tür [1].

Ahşap karkas yapılarda yanal deprem yüklerine karşı dikmelere çivilenen kontrplak perde duvarlar etkili bir tasarım şeklidir. Bu perde duvarlar yüksek yanal kesme kuvvetlerine dirençli, metal bağlantılar ise genel olarak enerji soğuran sünek yapıdadır. Deprem esnasında yapıların esneyip, yıkılmadan deformasyon gösterebilmeleri (süneklik) aranan bir özelliktir. Bu sayede yapının enerji soğurma kapasitesi artar. Deprem tasarımında taşıyıcı sistemin mukavemetinden öte, enerji soğurma kapasitesi üzerinde durmak gerekmektedir [2].

Ahşap yanabilmesine rağmen, yanmayan pek çok malzemeye karşı daha iyi yangın dayanımına sahiptir. Yanan yüzeyde oluşan karbon tabakası, ateşin iç katlara yayılmasını azaltır. Kontrplak yavaş, doğrusal ve tahmin edilebilir bir hızla yanar (0.6 mm/dk.), bu sayede yangına karşı dayanıklılık gerektiren yapılarda kullanılabilir. Çıplak ateş karşısında 270 °C' de yanma başlar. 400 °C'nin üstünde aniden alev alır. Bu özellikler çeşitli kaplamalar ya da emprenye sistemleri ile geliştirilebilir. Kontrplaklarda ısıya bağlı boyut değişimi, -200 °C ile + 120 °C arasında özellikleri değişmeden kullanılabilir [3].

Özellikle Kuzey Amerika'da dış ortamlara uygun kontrplak dış duvarlarda rüzgar bariyeri olarak kullanılmaktadır. İskandinav ülkelerinin ağır kış şartlarına yönelik yapılan araştırmalar sonucu görülmüştür ki; iğne yapraklı ladin kontrplağın buhar geçirgenliği, İsveç ve Norveç'in "rüzgar bariyeri" gereklerini karşılamaktadır ve yönlendirilmiş yonga

levhadan (OSB) daha iyidir. Ahşap, higroskopik özelliği sayesinde ortamın nem oranını dengeler. Boşluklu ahşap duvarlar ve boşluklarında kullanılan izolasyon malzemeleri ile ahşap konutlarda yüksek ısı tasarrufu sağlanmaktadır. Ahşap mükemmel bir elektrik yalıtkanıdır, çevrede elektrik alanları oluşturmaz [4].

Günümüzde bütün Kuzey Avrupa ülkelerinde çok katlı ahşap karkas konutlar inşa edilmektedir. İsveç, Norveç, Finlandiya ve Danimarka'da pek çok pilot inşaatlar yapılmış; ayrıca ahşap endüstrisi, üniversiteler, araştırma enstitüleri ve inşaat firmalarının iş birliği ile araştırma ve geliştirme çalışmaları sürdürülmüştür. Araştırmalar ladin kontrplakların kalın bir kaplama altına serildiğinde veya diğer kaplamaların altında, yapılarda çok iyi performans verdiğini göstermektedir [5].

Deprem sonrası birçok evi baştan inşa etmek zorunda kalacak olan Marmara Bölgesi, ahşap karkaslı inşaat geleneğini yeniden canlandırmalıdır. Ahşap karkas yöntemi, oldukça büyük felaketler doğurduğu görülen betonarmeden daha güvenli bir inşaat şeklidir. Bu yeniden inşa sürecinde ahşap, beton ve tuğlaya göre daha avantajlı bir üründür [6].

Ahşabın depreme dayanıklılık bakımından betonarme binalardan daha iyi olduğunu anlamak için, öncelikle bir deprem sırasında neler yaşandığı düşünülmelidir Deprem sırasında yer hareket eder. Bu hareketin binaya aktarılması ve binanın da yer ile beraber hareket etmesi gerekir. Bu hareket sırasında ortaya çıkan kuvvetler bina üzerinde etkili olur. İnşaatla kullanılan malzemelerin bu kuvvetlere dayanamaması sonucunda bina çöker. Doğal olarak, bina ne kadar ağırsa, yer hareket ettiğinde binanın içinden aktarılması gereken kuvvetler de o derece büyük olur. Dolayısıyla, bina ne kadar hafifse, bina içinde dolaşan kuvvetler de o derece küçük olacaktır. Zeminlerin ve çatının daha hafif bir malzemedan yapılmış olması halinde, duvarların da daha az bir kuvvete dayanmasının yeterli olacağı çok açıktır. Ancak, aynı durum duvarların kendisi için de geçerlidir. Duvarlar daha hafif yapılırsa, bunların üzerinde etkili olan kuvvetler daha da küçük olacaktır [6].

Duvarlarda kullanılan malzeme hafif, aynı zamanda yüksek direnç özelliğine sahip olmalıdır. Dolayısıyla, insanların ihtiyaç duydukları malzeme, sağlamlık ve ağırlık oranı yüksek olan bir malzemedir. Gerçekten de ahşabın kuvveti, yaygın olarak kullanılan beton cinslerinin kuvvetine hemen hemen eşittir. Ahşap çok daha hafif bir malzeme olduğundan sağlamlık-ağırlık oranı çok daha yüksektir ve dolayısıyla çok daha iyi bir inşaat malzemesidir. Yüksek bir sağlamlık oranına sahip olan ahşap, depreme daha dayanıklı binaların inşasında kullanılabilir. Bilindiği gibi, yatay kirişleri destekleyen bir dizi düşey direk, aynen bir dizi futbol kalesinde olduğu gibi hiç bir stabilite sağlamaz. Böyle bir

sistem en ufak bir kuvvette devrilir. Stabilitiyi sağlamanın yollarından biri, binanın köşelerini çaprazlama tekniğiyle birbirine bağlamak, diğer i se binayı köşeler sağlam ve hareketsiz olacak şekilde inşa etmektir [7, 8].

Betonarme bir karkasın stabilitesini sağlamanın bir diğer yolu duvarları dolgu olarak kullanmaktır. Ancak bu yöntemin bazı sakıncaları vardır. Bina üzerinde etkili olan yatay kuvvetler, duvarlarda çapraz kuvvetler yaratır. Bu kuvvetler duvarı çevreleyen çerçevenin köşe noktalarını zorlar ve gerekli miktarda sağlamlaştırıcı eleman kullanılmamışsa kolonlar bağlantı noktalarından ayrılabilir [7] .

Modern ahşap karkaslı binalarda kontrplak veya lif levhalar kullanılır. Ahşap çerçeveye çivilenen bu levhalar çerçevenin stabil hale gelmesini sağlamaktadır. Bu sistemin yatay kuvvetlere dayanma gücü, hem kullanılan levhaların sağlamlığına ve kalınlığına hem de bu levhaları çerçeveye bağlamakta kullanılan çivilerin ne derece aralıklı olarak çakıldığına bağlıdır. Bu inşaat tekniği Amerika'nın deprem bölgelerinde sağlamlığını kanıtlamıştır [7] .

Betonarme ile ahşap karkas yöntemi karşılaştırıldığında, ahşap karkas yönteminin hem sağlamlık-ağırlık oranının yüksek olması, hem de inşaatının kolay olması bakımlarından daha iyi bir yöntem olduğu bilinmektedir. Güvenli betonarme binalar yapmak mümkündür, ancak, bu binaların güvenilirliği, beton karışımının sağlam bir şekilde yapılmasına ve gerekli miktarda güçlendiricinin doğru şekilde kullanılmasına bağlıdır. Bu tecrübe gerektiren bir iştir. Karışım da gereğinden fazla su kullanılırsa betonun dayanıklılığının ciddi ölçüde düşeceği göz önüne alınırsa, bu inşaat tipinin düzgün şekilde yapılabilmesi için özenli bir denetimin şart olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşılık, ahşap karkaslı binalarda, inşaatın doğru biçimde yapılıp yapılmadığı kolayca denetlenebilmektedir. Çiviler arasında ne kadar aralık bırakıldığı bir bakışta görülebilir. Bu tip inşaatlarda da doğru malzemenin kullanılması gereklidir. Malzemelerin üreticisi tarafından işaretlemiş olması sayesinde, doğru malzemenin kullanılıp kullanılmadığı yerinde inceleme yapılarak kolayca tespit edilebilmektedir [7].

Ahşap karkaslı binaların bir başka avantajı, inşaatın çok hızlı tamamlanmasıdır. Bölgedeki geleneksel ahşap evler kuruldukları yerde hazırlanarak inşa edilmişlerdir, ancak, modern inşaatçılıkta bunun böyle olması şart değildir. Kalaslar ve kontrplaklar bir atölyede hazırlanarak hızlı bir şekilde yerine monte edilebilir. İnşaatın hızı doğal olarak ne miktarda prefabrike malzeme kullanıldığına bağlıdır. Fabrikada üretilmiş büyük ahşap evler, iç döşemeleri ve doğramaları ile birlikte konteynerlere koyularak paketlenmektedir. Bu tip

evler, temel işleri tamamlanmış yerlerde bir vinç yardımıyla yarım gün içinde kurulabilmektedir [6].

Doğal olarak bu yöntem, fabrikadaki üretim aşamasında önemli ölçüde karmaşık yöntemler kullanılmasını gerektirir. Diğer taraftan; basit ahşap evler, basit bir atölyede imal edilebilmektedir. İki kişinin taşıyabileceği kadar hafif olan levhalar normal bir kamyonla inşaat mahalline taşınarak bir kaç gün içinde eksiksiz bir ev haline getirilebilmektedir. İnşaat süresi tek katlı bir ev için 2-3 gün, iki katlı bir ev içinse yaklaşık olarak 5 gündür. Bu tip evlerin kurulduktan sonra döşenmesi daha uzun zaman alır, ancak, bunların marangozhanelerin çoğunda kolayca üretilebilir nitelikte olması bir avantajdır. Bu iş için gereken marangozhane bir kaç basit alet yardımıyla kısa sürede kurulabilmektedir [6].

Ahşap karkaslı binaların, bir yükseklik sınırı vardır, ancak, dört kata kadar olan ahşap binalar Amerika'da yaygındır. Yangına karşı koruma ve daireler arası ses yalıtımı konuları üzerinde yoğun çalışmalar yapılmıştır. Bu inşaat tipinin bir diğer avantajı, güçlü ısı yalıtımı sistemlerinin kolayca monte edilebilmesi sayesinde kış mevsiminde ısıtma ihtiyacını azaltmasıdır. Ahşap karkas yöntemi, deprem bölgeleri için gelişmiş bir teknolojiye dayanan, güvenli bir inşaat yöntemidir. Bu teknolojinin çok çeşitli üretim faaliyetleri için de uyarlanması mümkündür. Hızlı bir şekilde yapılabilen bu binalar insanların evlerine daha çabuk kavuşmasını sağlamaktadır, betonarme binalardan da birçok açıdan çok daha güvenlidir [6, 8].



Şekil 1. Adapazarı depreminde ayakta kalan ahşap konutlar

Tabakalı ağaç malzeme sanayisinde hammadde gereksinimi her geçen gün artmaktadır. Artan nüfusa paralel olarak azalan kaynakların yerinde ve verimli bir şekilde kullanılması esastır. Bu nedenle yapıda kullanılan levhaların yeterli direnç değerlerini göstermesi halinde

gelişmiş dünya ülkelerinde olduğu gibi, ülkemizde de yumuşak ağaçlardan üretilmesi hammadde açısından zaruri olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; Doğu Karadeniz Bölgesi'nin yaygın ağaç türlerinden olan ladin ve göknar ağaçları kullanılarak, üretilen kontrplak ve LVL levhalarının mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine buharlama süresi, tabaka sayısı, bölge farklılığı kurutma sıcaklığı ve tutkal çeşidinin etkilerinin araştırılmasıdır.

1.2. Kaplamanın Tanımı

TS 2128' e göre kaplama odundan soyularak, kesilerek veya biçilerek elde edilen en çok 7 mm kalınlığındaki ince levhalardır [9].

Buna göre kaplamalar; üretim yöntemlerine göre kesme, soyma ve biçme kaplama olmak üzere üç ana sınıfa ayrılırlar. Diğer taraftan her bir üretim yöntemine göre de elde edilen kaplamaların görünüşleri de farklı olmaktadır [10].

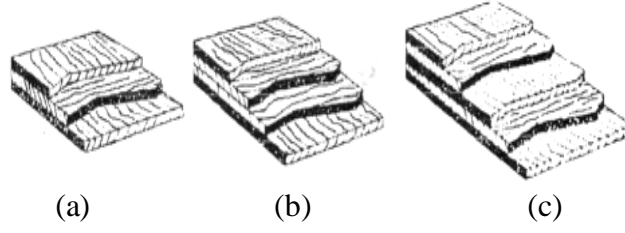
1.3. Kontrplak Hakkında Genel Bilgiler

1.3.1. Kontrplağın Tanımı

Avrupa standardı EN 313-2'ye göre kontrplak; birbiri üzerine lif yönü dik olacak şekilde yapıştırılmış tabakalardan oluşan odun esaslı panel olarak tanımlanmaktadır [11].

TS 2128' e göre kontrplak; ardışık gelen tabakaların lif doğrultuları birbirine dik olacak şekilde yapıştırılmış, göbeğin her iki tarafında yer alan iç ve dış tabakalar genellikle birbirine simetrik olan bir levha olarak tanımlanmaktadır [9].

Kontrplak soyularak, kesilerek ve biçilerek elde edilen ince levhaların, lifleri birbirine dik gelecek şekilde ve üst üste yapıştırılmasıyla elde edilir. En az üç tabaka gereklidir. Yapının simetrik olabilmesi için tabaka sayısı tek 3, 5, 7 . . . gibi olmalıdır [10].



Şekil 2. Kontrplaklarda tabakaların yerleşimi (a: 3 tabakalı kontrplak, b: Orta tabakaları paralel yapılandırılmış 4 tabakalı kontrplak, c: 5 tabakalı kontrplak)

Uzunluğuna (Suyuna) kontrplak: dış tabakaların lif doğrultusu uzun kenarına paralel olan kontrplaktır.

Genişliğine (Sokrasına) kontrplak: dış tabakaların lif doğrultusu kısa kenarına paralel olan kontrplaktır [10].

1.3.2. Kontrplakların Sınıflandırılması

Kontrplaklar, EN 313-1[12] (1996) ve TS 3103[13] EN 313-1[12] (1998) e göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

- Genel görünümlerine göre,
- Başlıca özelliklerine göre,
- Kullanıcının ihtiyaçlarına göre.

Genel görünümlerine göre;

Yapılarına göre: Kaplamalardan yapılmış kontrplak (bütün katları kaplama olan kontrplak)

Odun özlü kontrplak (kontrtabla)

1. Orta tabakası geniş çıtalı kontrplak (orta tabakası 7-30 mm genişliğinde masif odun çıtaların yan yana yapıştırılıp ya da yapıştırılmadan oluşturulan kontrplak-geniş çıtalı kontrtabla).

2. Orta tabakası dar çıtalı kontrplak (Orta tabakası maksimum 7 mm kalınlığındaki, dikey yerleştirilmiş soyma kaplama şeritlerinden oluşturulan kontrplaklardır).

Karma (kompozit) kontrplak (Orta tabakası veya belirli tabakaları masif odun ve odun kaplamalardan başka malzemedan yapılmış kontrplaklar).

Şekil ve formuna göre:

a) Düz

b) Şekillendirilmiş

Başlıca özelliklerine göre;

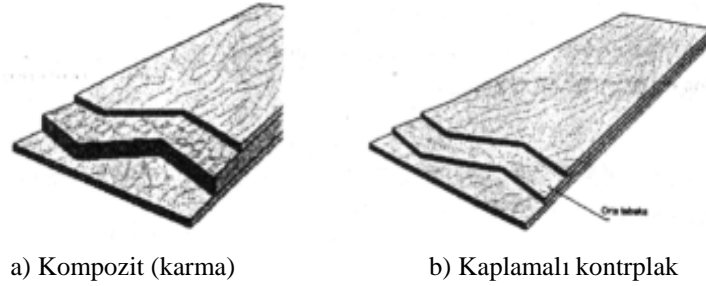
Dayanıklılıklarına göre: Kuru ortamlarda kullanım için, rutubetli ortamda kullanım için, dış ortamda kullanım için;

-Mekanik özelliklerine göre,

-Yüzey görünüşüne göre,

-Yüzey durumuna göre: Zımparalanmamış, zımparalanmış, boyanmış, yüzeyi kaplanmış (dekoratif kaplama, film, emprenye edilmiş kâğıt...).

Kullanıcının ihtiyacına göre: Kompozit (karma), kaplamalı kontrplak



Şekil 3. Kompozit ve kaplamalı kontrplaklar [10].

1.3.3. Kontrplağın Kullanım Alanları ve Avantajları

Kontrplaklar teknik, mukavemet ve dekoratif özellikleri göz önüne alındığında ahşap levhalar içinde lider konumunu geçmişten günümüze sürdürmektedir. Hala pek çok endüstrideki gereklerin teknik, ekonomik ve çevreci biçimde karşılanmasını sağladığı gibi, pek çok yeni alanda da kullanım bulabilmektedir.

Kontrplağın avantajları incelendiğinde:

- Fiziksel direnç özellikleri, diğer geniş yüzeyli ahşap levhalara oranla çok daha yüksektir.
- Olumsuz hava koşullarına, asitlere, bazlara karşı dayanımı yapışma direnci çok yüksektir.
- Kalıplık amaçla inşaatlarda kullanılan kontrplaklar kalıp alma, tekrar sayısı bakımından, tahta, OSB gibi levhalara kıyasla çok daha fazla kullanılırlar.

- İnşaat sektöründe kullanılan kontrplaklar demir, çelik gibi geniş yüzeyli lavhalara kıyasla kolay taşınabilen ve korozyona uğramayan üstün özelliktedir.
- Levha yüzeyi görünümü bakımından diğer ahşap levhalara kıyasla doğal görünümünü korur.
- Büyük boyutlu olmasından dolayı kullanımı kolaydır.
- Masif ağaç malzeme gibi çatlamaz. Dolayısıyla vida tutma özelliği çok yüksektir.
- Çarpılma ve bükülme gibi deformasyon bozukluklarına karşı dirençlidir.
- Homojen bir yapıdadır, daralma, genişleme masif ağaç malzemedен çok daha azdır [10].

Yüzey tabakası yönüne dik veya paralel suya bağlı boyutsal değişimler, kontrplak rutubet oranı %10 ile %27 arasındaki her %1'lik değişime karşılık %0.015'dir. Kontrplaklar yapıldıkları ağaç türü ile özdeş çürüme özelliklerine sahiptir. Kontrplak rutubet oranı %20'nin üstünde olan ortamlarda (örn. zeminle temas durumunda) mantar, küf, böcek zararlılarına karşı kimyasallarla korunabilir. Kontrplak yanabilmesine rağmen, yanmayan pek çok malzemeye karşı daha iyi yanma dayanımına sahiptir. Yanan yüzeyde oluşan karbon tabakası, ateşin iç katlara yayılmasını azaltır. Kontrplak yavaş, doğrusal ve tahmin edilebilir bir hızla yanar, (dakikada 0.6 mm.), bu sayede yangına dayanıklılık gerektiren yapılarda kullanılabilir. Isı geçirgenlik katsayısı, örneğin ortamdaki %47 rutubet oranında, %10.4 rutubet oranına sahip 40 mm.'lik ladin kontrplak için 0.110 W/Mk.'dir [3].

Kuvvetli asitler hariç, üretilen kontrplak pek çok aside karşı direnç göstermektedir. Klor, hipokloritler, nitratlar gibi oksitleme etkisi olan kimyasallarla temastan kaçınılmalıdır. Alkol ve organik sıvılar şişme ve mukavemet kaybı gibi suyun yaptığı etkilere benzer etki verebilmektedir. Petrol yağlarının kontrplağın rengini değiştirmesi dışında bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Fenolik film ve fiberglas donatılı plastik kaplamalı kontrplakların kimyasallara karşı göstermiş olduğu direnç yüksektir [3].

Dış ortamlarda kullanılan korumasız standart kontrplaklar ultraviyole yayınına içeren kuvvetli güneş ışınlarının tahribatına uğrayabilir. Bazı durumlarda tahribat ağaç liflerinin parçalanmasına dahi sebep olabilir. Ayrıca rutubet ve sıcaklık değişimleri ile hava kirliliğinin olumsuz etkileri de panelleri etkileyecektir. Günümüzde fabrikada uygulanan kaplamalar ile UV ve diğer iklim etkilerine dirençli çözümler elde edilmektedir [3].

Standart kontrplaklarının boşluklu yapıda yüzey malzemesi olarak kullanılmasında 30 ila 35 dB ses yalıtımı elde edilir. Örneğin BS 2750 standardına göre 100 ila 3200 Hz frekans aralığında 18 mm. kontrplak ses yalıtım endeksi 23.8 dB'dir [3].

Finlandiya İklim ve Ev İçi Hava Kalitesi Kurumu sınıflandırmasına göre M1 en iyi olmak üzere yüzey malzemeleri M1, M2 ve M3 olarak ayrılmıştır. M1 sınıfına göre [3]:

- Uçucu organik bileşikler toplam yayımı (TVOC) $< 0.2 \text{ mg/m}^2 \text{ saat}$
- Formaldehit (H_2CO) yayımı $< 0.05 \text{ mg/m}^2 \text{ saat}$
- Amonyak (NH_3) yayımı $< 0.03 \text{ mg/m}^2 \text{ saat}$
- Kanserojen bileşimler yayımı $< 0.005 \text{ mg/m}^2 \text{ saat}$
- Kokusuz malzeme olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Kontrplak mukavemet/ağırlık oranının metal malzeme ile kıyaslanması [3].

Malzeme Adı	Kalınlık (mm)	Panel Ağırlığı (kg/m^2)	Sehim (mm)
Huş kontrplak	12	8.4	5.6
Alüminyum	6.5	17.4	5.6
Çelik	4.9	38.2	5.6

1.3.3.1. Yapı Kontrplakları

Kaplamasız, yük taşıyıcı özelliktedirler, genellikle iğne yapraklı ağaçlardan imal edilirler. Arzları büyük miktarlarda ve fiyatları ekonomik olmaktadır. Avrupa'da ladin kontrplak, Kuzey Amerika'da Douglas çamı örnekler arasındadır. Görünüm kaliteleri önemsiz ve düşüktür. İç yapıştırıcıları fenol reçineli, suya dayanıklı olması tercih sebebidir. Yapılarda genel kullanım alanları, üzerlerine ek kaplamaların serildiği (parke, halı, kiremit, dış cephe kaplama, vb.) ahşap-çelik karkas yapılarda döşemeler (ağırlıkla 18 mm.), duvarlar (ağırlıkla 12 mm.), çatılar (12-15 mm.) ve her türlü yük taşıyıcı uygulamalardır. Genel ebat 1220/1250 x 2440/2500 mm.'dir. Hafiflik, yeterli mukavemet, ekonomi, işlenebilirlik, çalışılabilirlik, konstrüksiyona tutturulabilme, suya-rutubete dayanım vb. avantajları arasındadır [14].

1.3.3.1.1. Yapı Kontrplaklarının Kullanım Alanları

Odun kökenli levha endüstrisinde en önemli ürünler kategorisinde bulunan kontrplak, pek çok farklı kullanım alanı ile hayatımızda yer almaktadır. Kontrplağın değerlendirildiği alanlar; ülkelerin ekonomik ve sosyo-kültürel yapısına, geleneklerine göre ülkeden ülkeye

farklılık gösterebilmektedir. Ülkelere göre kontrplak üretim miktarları ise Tablo 2’de verilmektedir. Avrupa’da kontrplak üretiminde en büyük pay 15 büyük fabrika ve %34’lük oran ile Finlandiya’ya aittir. 2004 yılında üretimi %4 artarak 1.35 milyon m³’e ulaşmış ve üretilen levhaların %90’ı ihraç edilmiştir. Bu ürünler, taşıma endüstrisi, özel kaplamalar ve yapı endüstrisinde kullanılmaktadır [15].

Tablo 2. Ülkelere göre kontrplak üretim miktarları (m³) [16].

Ülke	2001	2002	2003	2004	2005
Çin	9.856.000	12.163.000	21.835.000	21.797.000	21.797.000
Amerika	15.416.700	15.306.960	14.869.770	14.833.485	14.537.010
Japonya	2.771.000	2.735.000	3.024.000	3.149.000	3.212.000
Kanada	2.026.000	2.176.000	2.206.000	2.344.000	2.323.000
Finlandiya	1.140.000	1.240.000	1.300.000	1.350.000	1.305.000
Türkiye	35.000	55.000	57.000	60.000	64.000

Dünya genelinde en fazla kontrplak üreten ülkelerden biri ise ABD olup, üretimin %90’ı iğne yapraklı ağaçlardan elde edilmekte ve üretilen levhalar bina yapımında kullanılmaktadır. Üretilen levhaların bina yapımında kullanılmasının başlıca nedeni ise, kontrplak ile binaların perde duvarlarının kaplanarak güçlendirilmesi ve böylelikle yapıların maruz kalabileceği deprem ve rüzgar yükü gibi yüklenmelere karşı dayanımının artırılmasıdır.

Kontrplaklar yapılarda beton döküm panelleri, endüstriyel zeminler, yapı panelleri (çatı, duvar, döşeme, cephe kaplama) gibi yük taşıyıcı olarak kullanımlarının yanı sıra dekorasyonda da tercih edilmektedir. Kontrplak levhalar mekanik, biyolojik, sağlıklı, termal, akustik, dekoratif gibi özelliklerinden ötürü yapılarda geniş bir uygulama alanı bulmaktadır [17].

Kontrplak üretim tekniği sayesinde ahşabın hafifliğine karşın yüksek mukavemeti ve masif görünüm gibi olumlu özellikleri bünyesinde barındıran, standart levhalar elde edilir. Yapısal ve endüstriyel kontrplakların kullanımında levhaların direnç değerleri ve kullanım yerinin gereklerine uygun bir tutkalla üretilmiş olması büyük önem arz etmektedir [17].

En çok kullanılan ve en çok ticareti yapılan kontrplaklar bu sınıfa girmektedir. Bu tip kontrplakların üretiminde yapraklı ağaç türlerinin (Kayın, Huş, Kavak vb) yanı sıra iğne

yapraklı ağaç türleri de (Çam, Ladin, Hemlock vb) kullanılmaktadır. Bu kontrplakların kullanıldığı pek çok alanda estetik görünüm önemli olmamaktadır. Özellikle inşaat kalıplarında defalarca kullanılabilmesinden dolayı kalıp maliyetleri daha aza indirebilmekte, ayrıca sıva gerektirmeyen yüzeyler elde edildiğinden sıva maliyeti de düşük olmaktadır [17].

Kontrplak yapı maksatlı olarak; zemin, duvar ve çatı kaplamalarında kullanılmaktadır. Zeminde kullanılan kontrplaklar; düzgünlük sağlamakta, masifte görülen çatlama, dönme veya burkulma gibi kusurlar kontrplaklarda görülmemektedir. Kontrplak çatı sistemlerinde de kullanılan bir malzemedir. Levha boyutu, taşınabilir bir ağırlıkta olması ile yapım hızını arttırmaktadır. En yüksek dayanımı sağlamak için levhalar yüzeylere doğru açıyla uygulanmalıdır [18]. Dikey sistemlerde, yapısal levhalar kaplama materyali olarak görev yapmaktadır. Doğrudan çatı ve zemine gelen yüklere karşı destek sağlamakta ve gelen bu yükleri çerçeve sistemine dağıtmaktadır [19].

Ayrıca çatılarda kullanılan kontrplağın; yonga levha, OSB ve keresteye göre daha sağlam ve dayanıklı olduğu, oluşabilecek rüzgar yüküne karşı daha dirençli olduğu ve bu ürünü diğer ürünlere göre kenara daha yakın da çivileyebilme imkânı sağladığı belirtilmektedir [17].

Kontrplak duvar kaplamalarında da tercih edilen bir malzemedir. Çünkü kontrplaklar rüzgâr ve deprem yüklenmesi gibi yanal zorlamalara karşı çok iyi dayanım göstermektedir. Depreme dayanıklı bina tasarımı için kontrplak, genellikle perde duvarlarda kaplayıcı olarak kullanılmaktadır. Kontrplak kaplamalar duvarların termal özelliklerine de katkıda bulunarak iyileştirme sağlamaktadır. Çünkü böylesi geniş panellerde ısının kaçışına neden olacak ek yerleri daha azdır. Perde duvarlar, yapıların yatay yüklere karşı direncini arttıran dikey elemanlardır. Tipik olarak ahşap çerçeveli duvarlar olup, kontrplak gibi bir yapısal kaplama materyali ile kaplanmışlardır. Kaplama uygun bir şekilde yapıldığında, perde duvar uzunluğu boyunca etkiyen direkt yüklere dayanım sağlayabilir [20].

Kontrplakla kaplanmış perde duvarların; çimento, porlant çimentosu, alçı gibi diğer materyallerle kaplanan perde duvarlardan önemli oranda iyi sonuçlar verdiği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalarda OSB ile karşılaştırıldığında da kontrplağın daha dayanıklı olduğu, daha iyi akustik özellikler verdiği belirtilmektedir [21, 22]. Bu konu ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada; aynı biçimdeki kontrplak ve OSB perde duvar montajları karşılaştırılmış ve kontrplağın OSB' den daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca OSB'nin kontrplağa göre daha az rijit ve şekil değiştirmeye karşı da daha hassas olduğu belirtilmektedir [23].

1.4. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Kontrplak endüstrisinde kullanılan ana hammadde, ağaç malzemedir. Ağaç malzemedен soyularak; kesilerek ve biçilerek elde edilen kaplama levhaları kontrplağın asıl hammaddesini oluşturur. Bu nedenle ağaç malzemenin özellikleri elde edilecek kontrplağın özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir.

Türk standartlarında kaplama üretimi için kullanılabilecek ağaç cinsleri; ceviz, dişbudak, karaağaç, kestane, meşe, çam, göknar, ladin, armut, ıhlamur, kavak, kayın, kızılğaç ve kiraz olarak belirtilmektedir. Ancak günümüzde bu türlerin çok az kısmından kaplama üretimi yapılmaktadır. Son yıllarda A.B.D ladin, göknar, duglas göknarı gibi yumuşak ağaç türlerinden elde edilen kontrplaklar özellikle yapı kontrplağı olarak yüksek miktarda bir üretime yapılmasına rağmen ülkemizde yumuşak ağaç hammadde olarak kontrplak sektöründe yeterince değerlendirilememektedir [10].

Ülkemizde kontrplak üretiminde; kayın, kızılğaç, kavak, meşe fazla miktarda kullanılmaktadır. Bunların dışında okume, meranti, sapelli, gül ağacı gibi tropik bölge ağaçları da son yıllarda önemli oranlarda kaplama üretiminde değerlendirilmektedir. Kullanılan ağaç türü, soyma makinelerinde kolay ve verimli işlenebilmeli, üretilecek kontrplağın özelliklerini olumsuz yönde etkilememelidir [10].

1.4.1. Ağaç Türü ve Odun Özellikleri

Ağaç türü ve odun özelliklerini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz [10].

1.4.1.1. Ağaç Türü

Çoğu ağaç türlerinden başarıyla kesilebilir. Bununla birlikte bazı türlerden kaplama üretmek daha kolaydır. Yapraklı ağaç odunları içerdiği ligninin termoplastik özellik göstermesinden dolayı daha iyi eğilme ve bükülme özelliğine sahiptir. Aynı zamanda bütün kaplamalar kesme sonucu prizma veya tomruktan ayrılıp bıçağın üzerinden geçerken tomruk ve prizmadaki yerlerine göre bükülürler. Bu durumda yapraklı ağaç kaplamalarında iğne yapraklı ağaç kaplamalarına göre daha az zararlı çatlaklar oluşur. Bu nedenlerle yapraklı ağaç odunları kaplama üretiminde daha uygundur [10].

1.4.1.2. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlıkları ekstrem uçlarda olan ağaç türleri kaplama üretimi için uygun değildir. Özgül ağırlığı çok düşük türlerde lifler bıçağa yeteri direnci gösteremediklerinden koparlar ve bunun sonucu kaplama yüzeyi yün görünümü alır. Çok ağır türlerin kesilmesi zordur ve güç ihtiyacı fazladır. Kesme sırasında derin çatlaklar oluşur.

Kaplamanın kullanım amacına göre üretildiği odunun özgül ağırlığı da önemlidir. Kaplamanın kullanım yerine göre tavsiye edilen odun özgül ağırlık değerleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir [10].

Tablo 3. Kaplamanın bazı kullanım yerlerine göre tavsiye edilen özgül ağırlık değerleri [10].

Levha tipi	Özgül ağırlık (g/cm ³)
Yapı kontrplağı	0,41 – 0,55
Sert ağaçtan yüz kaplamaları	0,43 – 0,65
Dekoratif kontrplakların iç tabakaları	0,32 – 0,45
Ambalaj ve kutu kaplamaları	0,35 – 0,65

1.4.1.3. Odun Rutubeti

Genellikle kaplama üretiminin ağaçların kesiminden hemen sonra yapılması tavsiye edilmektedir. Aşırı yüksek olmamak şartıyla lif doygunluğu noktası üzerindeki odun rutubeti kaplama kesmek için uygundur. Bu rutubet şartlarında odun, kuru odundan daha elastiktir. %50 – 60 arasındaki doğal, yeknesak rutubete sahip odunlardan kaliteli kaplama kesilebilir [10].

1.4.1.4. Büyüme Hızı

Büyüme hızı ağacın anatomik yapısını etkiler, anatomik yapıda o ağaç türünün homojen bir yapıda olup olmadığını gösterir. Homojen yapıdaki odunlardan kaplamanın kesilmesi, kurutulması, işlenmesi daha kolaydır. Büyüme hızının azalmasıyla ilkbahar odunu ve yaz odunu arasındaki özgül ağırlık farkı azalır, homojenlik artar ve dolayısıyla

kaplama üretimine daha uygun olur. Yavaş büyüyen, dar yıllık halkalı türler daha uygundur [10].

1.4.1.5. Reçine

Kaplama kesmede reçine güçlük çıkarır. Kaplama makinesinin basınç levhası ve bıçağı üzerinde toplanabilir, ayrıca donmuş ve katılaşmış reçineler bıçağın körelmesine sebep olur. Reçineli ağaçlardan yapılan kaplamalarda zamanla lekelenmeler görülebilir [10].

1.4.1.6. Permeabilite

Kaplamanın kesilmesi, kurutulması ve tutkallanması üzerine önemli etkisi vardır. Permeabil olan ağaç türleri kaplama üretimi için daha uygundur. Kesme ve soyma esnasında suyun çıkışı kolay olacağından yüzeylerde kopma oluşmadan kaplama kolayca kesilebilecektir. Permeabil odun kaplamalarından kontrplak üretiminde sıcak presleme esnasında suyun kolayca buharlaşarak uzaklaşması sağlanır. Bu durumda üretilecek kontrplağın tutkal bağlarının zayıflaması da önlenmiş olur [10].

1.4.1.7. Lif Düzgünlüğü

Kaplama üretimi için liflerin düzgün olması arzu edilir. Bazı durumlarda belli bir şekilde lif düzensizliği de estetik bakımından istenebilir lif yönündeki sapmalar ışık kırılmasına etkileyeceğinden yüzeyin daha güzel görünmesini sağlar [10].

1.4.1.8. Daralma

Kaplama üretilecek tüm odunlarda düşük daralma oranları arzu edilir. Aşırı daralma, tutkal tabakalarında iç gerilimin oluşmasına ve dış tabakanın çatlamasına sebep olur [10].

1.4.1.9. Polifenoller-Renk

Polifenoller oduna renk verirler. Odunu rengi güzelleştikçe kaplamanın da değeri artar. Açık renkli kaplamalar boya ve baskı için idealdir. Polifenollerin birçoğu sıcak ve rutubetli ortamda demir ve çelikle siyah-mavi bir renk oluşturur. Bu tür lekelenmeler özellikle meşede görülmektedir [10].

1.4.1.10. Vaks

Yağlama özelliğinden dolayı vaks, kaplama kesimini kolaylaştırır ve yüzeyin düzgün olmasını sağlar. Bunun yanında vaks, yüzey işlemlerini ve yapışmayı zorlaştırır [10].

1.4.1.11. Paraşim Hücreleri

Paraşim hücreleri ince çeperli olup, ağaçta gıda maddelerini depo görevini yerine getirirler. Diğer hücrelerden daha zayıf yapıda olduklarından, geniş ve uzun paraşim şeritleri odun direncinin düşmesine neden olur. Paraşim hücrelerinden oluşan öz ışınları kaplamanın kesilmesinde yüzeyin hatalı olmasına neden olabilirler. Şayet bıçağın hareket yönü öz ışınlarıyla aynı doğrultuda ise kaplama yüzeyi düzgündür. Aksi takdirde kaplama yüzeyi kabadır. İlk durumda ise öz ışınları çekmeye maruz kalır ve dirençleri çok az olduğu için kesilmeden önce koparlar [10].

1.4.1.12. Mekanik Dirençler

Kaplama üretiminde kullanılacak odunlarda, liflere dik yöndeki çekme direncinin yeterli olması gerekir [10].

1.4.2. Tomruk Özellikleri

Üretilcek kaplamanın kullanım yerine göre tomrukta aranan özellikler değişebilir. Kaplama, konstrüksiyon amacıyla kullanılacaksa mekanik özellikler önem kazanır. Dekoratif yüz kaplaması üretilcekse tomruğun vereceği desen önemlidir.

Kaplamalık ideal bir tomruk aşağı da belirtilen özelliklerde olmalıdır:

- a. Silindirik formda olmalı
- b. Öz, her iki ucun geometrik merkezinde bulunmalı
- c. Kabuğun kapladığı yüzeyi yani çevre ve tomruk uçları kusursuz olmalı
- d. Lifler düzgün ve öze paralel olmalı
- e. Budak, çürük ve renk bozukluğu bulunmamalı
- f. Yıllık halkalar yavaş ve homojen büyüme göstermeli
- g. Reaksiyon odunu bulunmamalı
- h. Çapının soyma kaplama üretimi için en az 35 cm, kesme için 45 cm ve çeyrek kesme için ise 60 cm olmasıdır [10].

1.5. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Yardımcı Maddeler

1.5.1. Tutkallar

Önceleri kontrplak üretiminde kullanılan; hayvansal ve bitkisel esaslı tutkallar 1930'lu yılların ortalarına doğru yerini petrol veya kömür katranı esaslı sentetik tutkallara bırakmıştır [24, 25]. Duroplastik reçinelerle (aminoplastlar; üre ve melamin formaldehit ve fenoplastlar; fenol ve resorsin formaldehit) levha üretimi bu yıllardan itibaren hızlı bir şekilde artmıştır. Her biri odun yüzeyinin ısıtılmakta ve sertleştiklerinde çoğunlukla odunun kendisinden daha rijit bir katıya dönüşmektedirler [24].

Reçine türü, karakteristikleri ve çeşitli kullanım alanları Tablo 4'de özetlenmiştir [24, 25].

Tablo 4. Yaygın kullanılan reçine türleri, karakteristikleri ve kullanım alanları

Reçine Türü	Karakteristikleri	Kullanım Alanları
Üre-Formaldehit (ÜF)	Sıcak ve soğuk sertleşebilir, asidik koşullarda ısı ve/veya katalizör ilavesi sertleşmeyi hızlandırır, soğuk suya dirençli. Formaldehit emisyon problemi vardır.	Dekoratif kontrplak, yonga levha ve lif levha. İç ortamlar için uygundur.
Fenol-Formaldehit (FF)	Normal olarak 105 °C nin üzerinde sertleşir. Genellikle yüksek alkali koşullar sertleşmeyi hızlandırır. Suyu dayamlı, koyu renklidir.	Yapı kontrplağı, OSB ve etiket yonga levha. Dış ortamlar için uygundur.
Melamin-Üre (MÜF)	Sıcakta sertleşir, ısı katalizör sertleşmeyi hızlandırır. Suyu karşı orta bir direnç gösterir. Renksiz.	Dekoratif kontrplak. İç maksatlar ve sınırlı olarak dış ortamlar için uygundur.
Emülsiyon Polimer/ İzosiyanat (EPI)	Soğuk ve sıcak sertleşme. İki komponentli (bileşen) sistem, oda sıcaklığında sertleşebilir. Su ve sıcaklığa dirençli. Formaldehit ayrışması yok.	Odunun oduna veya odunsu olmayan malzemelere laminasyonunda. İç ve dış ortamlar için uygundur.
İzosiyanatlar (MDI)	Sıcakta sertleşir, su ve ısı sertleşmeyi hızlandırır. Şiddetli koşullarda suya dayamlıdır. Renksizdir.	Etiket yonga levha OSB ve yonga levha; iç ve dış ortamlar için uygundur.
Melamin Formaldehit (MF)	Sıcakta sertleşir, ısı ve katalizör sertleşmeyi hızlandırır. Suyu dirençli, renksiz, püskürtülerek kurutulmuş şekilde nakledilir.	Lamine levha, dekoratif kontrplak; sınırlı olarak dış ortamlar için uygundur.
Fenol-Resorsinol Formaldehit (FRF)	Oda sıcaklığında ve ılık sertleşir, ısı ve katalizör sertleşmeyi hızlandırır, şiddetli koşullarda suya dayanıklı, koyu renkli, özellikle zor yapışma koşulları için uygundur.	Köprü ve iskele kısımları, lamine levha ve kamyon kasası; iç ve dış koşullar için uygundur
Resorsinol Formaldehit	Soğuk veya sıcak sertleşebilir, sıcak veya katalizör sertleşmeyi hızlandırır. Şiddetli koşullarda suya dirençli, koyu renkli, özellikle zor yapışma koşulları için uygundur.	Laminatlar, gemi aksamları dış ortamlar için mobilya; ekstrem koşullar için.

1.5.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı

Üre-formaldehit; amino grup reçinesi tutkalları sınıfının en önemli ve en çok kullanılan türüdür [26]. ÜF iki monomerin (üre ve formaldehit) farklı şekillerdeki reaksiyonuna dayalı bir tutkal çeşididir. Farklı reaksiyon ve hazırlama koşulları uygulanarak, kondense olmuş sayısız yapı üretimi mümkündür [27]. Bunlar sıcakta sertleşen reçineler olup [26, 27] doğrusal veya dallanmış oligomerik ve polimerik moleküller ile bir miktar monomer içerirler [27]. Reaksiyona girmemiş üre, depolama esnasında iyi bir stabilite sağlamak açısından faydalıdır. Bununla birlikte serbest formaldehitin bulunması; bir

tarafından sertleşme reaksiyonunu gerçekleştirmek açısından gerekli, diğer taraftan presleme esnasında meydana gelen formaldehit emisyonunun son 20 yıldır üre formaldehit formülasyonlarında toptan bir değişikliğe yol açtığı da bir gerçektir [27].

Üre ile formaldehitin reaksiyonu temel olarak iki aşamada gerçekleşir. Birinci aşama, mono-di- ve tri-metilol ürelerin oluşmasını sağlayan alkali metilolasyondur [26]. Bu reaksiyonun geri dönüşlü bir reaksiyon olması üre formaldehit tutkallarının en önemli özelliklerinden biridir ve aynı zamanda rutubet ve suyun sebep olduğu hidrolize karşı düşük direnç ve formaldehit emisyonunun da sebebidir [27]. Metilol gruplarının oluşumu çoğunlukla F/Ü mol oranına bağlıdır. Yüksek mol oranı,-metilol gruplarının oluşma eğilimini artırır. Yan reaksiyon ürünleri asetatlar, yarı asetatlar ve eterleşmiş ürünlerdir [27].

ÜF polimeri, asidik kondenzasyon adımlarıyla oluşur. Sistem içinde mevcut olan metilol, üre ve serbest formaldehit, orta ve hatta yüksek molekül ağırlığına sahip doğrusal ve kısmen dallanmış moleküller oluşturacak şekilde reaksiyona girer. Üre molekülleri arasındaki bağın tipi, uygulanan koşullara bağlıdır. Düşük sıcaklık ve zayıf alkali pH metilen eter köprülerin (-CH₂-O-CH₂-) oluşumunu sağlarken, yüksek sıcaklık ve düşük pH daha kararlı metilen köprülerini (-CH₂-) oluşturur. Eter köprülerini formaldehit'in kopmasıyla metilen köprülerine dönüşebilir. Bir eter köprüsü, iki formaldehit molekülü gerektirir ve bu, metilen köprüleri kadar kararlı değildir. Bu nedenle düşük formaldehit emisyonu için reçine içindeki bu tip bağlardan kaçınmak gerekir [27].

Asidik kondenzasyon aşaması, ilk aşamada uygulanan kadar yüksek mol oranında (F/Ü=1.82.5) gerçekleştirmektir. Sonuçta ÜF reçinesinin mol oranı farklı adımlarda eklenen üre ile sağlanır [27]. Arzu edilen kondenzasyon aşamasında ulaşılmadığında reaksiyon hafif asidik olan çözeltinin soğutulma ve nötrleşmesi ile kesilir.

Üre ve formaldehit arasındaki reaksiyon hızı ve seyri, çeşitli kondenzasyon kademelerindeki pH değeri, üre ve formaldehit mol oranı, kondenzasyon arasında çeşitli bileşenlerin konsantrasyonu, kondenzasyon süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenir. Bu faktörler tutkalın molekül ağırlığının artış oranını etkilemektedir. Böylelikle reaksiyon ürünlerinin karakteristikleri ile düşük ve yüksek kondenzasyon aşamaları mukayese edildiğinde özellikle çözünürlük, viskozite, su retensiyonu ve tutkalın sertleşme oranı önemli ölçüde farklılık göstermektedir [26].

Üre-formaldehit reçinelerinin temel karakteristikleri moleküler düzeyde şu şekilde açıklanabilir [26] :

- 1.Yüksek reaktivite
- 2.Suda çözünebilirlik(Bu durum odun işleyen endüstrilerde kullanım için ideal olmalarını sağlar)
- 3.Sertlik
- 4.Tutuşmazlık
- 5.Sertleşmiş polimerlerin renksiz oluşu
- 6.Farklı sertleşme koşullarına kolay adapte olabirlik

Bütün bu iyi özellikleri yanında hava koşulları ve suya karşı direncinin düşük olması ve formaldehit emisyonu, ÜF reçinelerinin dezavantajlarıdır. Her iki dezavantajı da reçinenin yapısal karakteristiklerinden ve kimyasal bağ tipinden kaynaklanmaktadır [26]. Amino-metilen bağları hidrolize hassastır ve yüksek bağıl nem ve özellikle yüksek sıcaklık koşullarında kararlı değildirler [27]. Bu nedenle büyük oranda iç ortamlar için uygun odun ürünlerinde değerlendirilen ÜF reçinelerinin [24, 25, 27] su ve hava koşullarına karşı direncini artırmak için melamin (MÜF, MF+ÜF) ve bazen fenol ile (MÜPF, PMÜF) birlikte kullanımı yoluna gidilmektedir.

1.5.1.2. Fenol Formaldehit Tutkalı

Fenol-formaldehit reçinesi, fenol ile formaldehitin reaksiyonuyla oluşan bir polikondenzasyon ürünüdür. Düşük maliyetli ÜF reçineleri iç ortamlar için iyi bir performansa sahipken, fenol-formaldehit reçineleri dış mekanlar ve açık hava koşullarında kullanılacak kompozitler için geliştirilmiştir [28]. FF reçineleri doğru bir şekilde kullanıldıklarında suya dayanıklı ve çoğunlukla odunun kendisinden daha dirençli bağlar oluştururlar. Pahalı, koyu renkli oluşu ve tutkallama esnasında daha düşük kaplama rutubeti gerektirmesi olumsuz yanlarıdır. Bununla birlikte; FF reçinesinin üstün dayanımı pek çok uygulama yerinde bu dezavantajlarından daha ağır basmaktadır [24].

Fenol ve formaldehit ya asidik ya da alkali koşullar altında reaksiyona girer ve metilol fenol veya fenolik alkol'e ve daha sonra dimetil fenol'e dönüşürler. Reaksiyon koşullarının asidik veya alkali olmasına göre sonuçta "resol" ve "novalak" olarak adlandırılan iki tip reçine elde edilir [26].

Novalak, asidik ortamda üretilen termoplastik fenolik bir reçinedir. Bunlar ısı etkisinde eriyerek akışkan hale geçerler. Bu tür reçinelerde fenol mol oranı formaldehite göre daha fazladır (formaldehit/fenol =0.8/1.0). Bu tür reçineler; yapılarında reaktif metilol

grubu içermediklerinden, sertleştirici kullanmaksızın sertleşmezler. Reaksiyonu tamamlamak için, çapraz bağlı novalak reçinesine formaldehit ilave edilir [25, 26]. Asidik sertleşmeleri, yüksek maliyetleri ve ilave sertleştirici gereksinimleri nedeniyle novalak tipi reçineleri odun işleyen endüstrilerinde yoğun olarak kullanılmazlar [25].

Resol, ise, alkali şartlar altında üretilen fenolik bir reçinedir. Formaldehitin mol oranı fenole göre daha yüksektir. Odun yapıştırıcıda kullanılan Resol reçinesi için; formaldehit/fenol mol oranı 1.6/1.0 ile 2.5/1.0 arasındadır [24]. Bu oran kontrplak üretimi için kullanılacak olan FF reçinesinde 2/1 kadar olabilir. Formaldehitin fazla olması sertleşmiş durumda mükemmel bir rutubet direnci, düşük tutuşma kabiliyeti, yüksek çekme direnci ve iyi bir boyutsal stabilite ile sonuçlanan bir çapraz bağlama yoğunluğu sağlar [24]. Buna göre; formaldehit/fenol mol oranının artmasıyla reçinenin direnç özellikleri artma gösterirken sertleşme süresi kısalmaktadır.

Termosetting reçinelerin tüm resol çözeltilerinde polimerizasyon düşük sıcaklıklarda (5-15 °C) dahi devam ettiğinde depolama süresi sınırlıdır. Odun yapıştırma işlemlerinde reçine formülasyonlardaki alkali miktarı, polimerleşme derecesi veya son kullanım yeri isteklerine göre değişir. Alkali olarak kullanılan NaOH; katalizör etkisi dışında, reçinenin sulu solüsyon içerisinde çözünebilmesi de yardımcı olur. Böylece reçinenin viskozitesi de düşer. Bununla birlikte fazla miktarda NaOH kullanılırsa, FF'in jelleşme zamanı gecikir ve oduna penetrasyonu önemli oranda artar.

1.5.1.3. Melamin Formaldehit Tutkalı

Melamin-formaldehit (MF) reçineleri de aminoaldehit ürünüdür, ancak üretimleri ÜF reçinelerine nazaran çok daha masraflıdır [24, 25]. Suya karşı yüksek dirençli oluşu, MF reçineleri ÜF reçinelerinden ayıran en önemli özelliktir [25, 26]. Melamin formaldehit reçinelerine koyu rengin mahsurlu görüldüğü ve dayanıklılık bakımından fenol reçinelerinin özelliklerinin istendiği yerlerde ve az miktarda sert odun kontrplaklarının yapımında kullanılmaktadır. ÜF reçineleri ile birlikte kullanımı (MÜF), maliyet ve performans bakımından arayışların bir orta yoludur [24]. MF reçineleri ile novalak FF (asidik sertleşen) reçineleri ise Avrupa'da dış mekanlarda kullanılmaktadır [25].

Melamin-formaldehit reçine üretimi pH=5-6 da yapılır. Burada da reaksiyon nütürleştirmek suretiyle, kondenzasyon ürünü yeterince çözülecek bir durumda durdurulur. Çözünebilir safhadaki reçine depolanmaya elverişlidir. Melamin reçine çözeltilisinde

aktiviteyi canlandıran grupların bulunması, bu reçinenin dayanıklılığını azaltır. Çünkü bekleme süresince reaksiyon ilerler ve çapraz bağlı reçineye dönüşür. Bu nedenle çözünabilir durumdaki reçine püskürtülerek suyu giderilip toz haline getirilir ve istenildiğinde sulandırılarak kullanılır [29].

1.5.1.4. Melamin Üre Formaldehit Tutkalı

Melamin üre reçinesi sıcak pres tutkallarının özel bir grubudur. Kuru toz halindeki üre ve melamin reçinelerinin karışımıyla veya iki ayrı reçinenin solüsyon halindeki karışımıyla üretilir. Hangi şekilde hazırlanırsa hazırlansın genellikle piyasaya toz halinde sunulur. Kullanılacağı zaman su ve katalizör ilave edilerek hazırlanması daha yaygındır. Bu tür reçineyle kontrplak yada LVL üretmek için pres sıcaklığı, MF ve ÜF' de olduğu gibi, 115-125 °C kadar olmalıdır. Özellikle dekoratif sert ağaç kontrplaklarda, renksiz, üre reçinesine göre daha dirençli, melamin ve resorsinol reçinelerine göre daha ucuz olması gibi üstünlükleri vardır [10].

MF'e göre; fiyatının ucuz olması açısından MÜF tutkalı daha caziptir. Bununla birlikte MÜF' ün suya karşı direnci, üre bileşiminden dolayı daha azdır. Üre oranının artmasıyla özellikle sıcak suda bekletme işleminden sonra yapılan yüzeye dik çekme direncinde azalma görülmüştür.

Tutkal karışımı, MF reçinesinin son kullanım yeri isteklerine göre belirlenip hazırlanır. Kontrplak ve yonga levhaların üretiminde kullanılacak MÜF veya MF tutkalları için sertleştirici olarak, ÜF reçinelerinde olduğu gibi, amonyum klorür veya amonyum sülfat gibi amonyum tuzları kullanılır [10].

1.5.1.5. Resorsin Formaldehit Tutkalı

Resorsin-Formaldehit tutkalı: iki kimyasal başlangıç maddesinden üretilmektedir. Resorsin kırmızı kahve renkli pullar biçiminde bir maddedir. Formaldehit ise suda çözünmüş haldedir. Üretim sırasında katılan formaldehit miktarı reaksiyonun sonuna kadar gitmesini sağlayacak miktarda değildir. Kullanımdan önce tutkalın karıştırılması basitçe reaksiyonu tamamlayacak olan formaldehitin ilave edilmesinden ibarettir [30].

Kondenzasyon olayı pH: 3,5-4,5 arasında yavaş yavaş yürür, alkali veya asit ortamda ise hızlanır. Nötr ortamda resorsin reçinesi en stabil durumdadır. Daha sonra dayanıklı olduğu kuvvetli asit (okzal, sirke, limon asidi) ve alkali (etanolamin veya trietanolamin) de sertleşir [30].

Resorsin tutkalları iklim şartları ve kimyasal etkilere dayanıklı, sudan etkilenmeyen bir bağlama sağladığı gibi böcek ve mikroorganizmalara karşı da dayanıklı durumdadır. Bunlar, oda sıcaklığı veya vasat sıcaklıkta katılaştıkları takdirde bu performansı sağlayabilen birkaç tutkaldan biridir. Bazı tabakalı ağaç malzeme üreten fabrikalarda silindirik tutkal sürme düzeni kullanılarak tutkallama yapılmaktadır. İnşaat alanında bu tutkalı kullanmak için daha çok sık bir kıl fırça veya boyacı silindiri yeterli olmaktadır. Yapıştırılacak malzemenin rutubeti de kontrol edilmeli ve ayarlanmalıdır [30].

1.5.1.6. Diğer Yapıştırıcılar

Yukarıda bahsi geçen sentetik reçinelerin pahalı olması ve özellikle 1970'li yılların başlarında yaşanan petrol krizi, zengin fenolik yapılara sahip tanen ve lignin gibi maddelerin yapıştırıcı olarak değerlendirilmesi çalışmalarına önem verilmesine neden olmuştur [26]. Tanen-formaldehit odun tutkalları, endüstriyel olarak kontrplak, yonga levha ve parmak birleştirmelerde uzun yıllardan beri çeşitli ülkelerde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır [26]. Örneğin Avustralya ve Yeni Zelanda'da Moneri Çamı kabuk ekstraktının yonga levha üretiminde değerlendirilmesine yönelik bir dizi araştırma projesi yürütülmektedir. Quebracho kabuk ekstraktının uzun yıllardan beri Finlandiya'da kontrplak üretiminde kullanıldığı bilinmektedir [31, 32]. Kuzey Afrika'da akasya kabuk ekstraktı yonga levha ve kontrplak üretimlerinde fenol ve resorsinol tutkalları ile birlikte değerlendirilmektedir [31]. Mimoza kabuklarından elde edilen tanen de yapıştırıcı olarak Güney Afrika Yeni Zelanda, Brezilya ve Avustralya da kullanılmaktadır. Güney Afrika'da yine kontrplak üretiminin %50'si tanen reçineleriyle gerçekleştirilmektedir [32, 33].

Tanen-formaldehit reçineleri, doğal orijinli polimerik flavanoidler veya kondense tanenlerin formaldehit ile polikondenzasyonu sonucunda elde edilirler [26]. Tek başına kullanıldığı gibi, diğer tutkallara ilave edilerek de kullanılabilirler [26, 31, 34].

Diğer yandan sülfite yöntemi ile kağıt hamuru üretimine başlanılmasından sonra bu yöntemle üretim yapan fabrikaların bir atık ürünü olan lignin, tutkal üretimi için çekici bir ham madde görülmeye başlanmıştır. Bununla ilgili ilk patent 19. yüzyılın sonlarına

dayanmaktadır [26]. Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalarda ligninin kullanımı ile yonga levha ve kontrplak üretimlerinde %15-30 oranında fenolik reçinelerden tasarruf sağlanmıştır. Bu tip uygulamalarda sülfite atık suyu yerine, atık sudan izole edilerek saflaştırılan lignosülfonatların kullanılmasında daha iyi sonuçlar vermektedir. Lignosülfonatlar üç boyutlu fenolik polimer ağını meydana getirmekte ve bu yapısal özellikten dolayı fenol formaldehit reçineleriyle tutkal hazırlanmasında yararlanılmaktadır [35]. Yonga levha kontrplak ve lif levha üretiminde FF tutkalı içerisindeki ligninin miktarı; lignosülfonat kullanılması durumunda %70 'e kadar çıkarabilmektedir [26, 36, 37].

1.5.1.6.1. Epoksi Tutkalı

Epoksi polimer bir bileşiktir. Kimyasal yapısı nedeniyle dayanıklı ve sertliği yüksek, dış etkenlere dirençli ve boyutları kararlıdır. Termoset plastik (eritildiğinde tekrar kullanılamayan ve kimyasal yapıları değişen plastikler) grubunun içerisinde yer almaktadır. Epoksi ve poliüretan esaslı kalıp reçineleri kalıpcılar ve modelciler için geliştirilmiş ürünlerdir. Çekme yüzdesi çok azdır (% 0,1). Genellikle kalıp reçineleri oda sıcaklığında sertleşir. Bazı reçinelerinse 100°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda fırınlanması gerekir. Epoksi ve poliüretan kalıp reçinelerinin, herhangi bir modeli ya da kalıbı kısa sürede ve çok ucuza yapabilme gibi avantajları vardır. Aynı model için naylon, PVC ya da polietilen kullanmak daha zordur. Epoksi ve poliüretan reçinelerin yapışma özelliği çok yüksektir. Bu nedenle katlar halinde uygulanabilir. Düşük çekme özelliği nedeni ile küçük toleranslarda çalışılabilir. Bu özellik polyesterde yoktur [38].

Epoksi reçineleri polyeşter ve epoksi grubunun kimyasal bileşimidir. Epoksi reçinesi, fenol-formaldehit, üre-formaldehit, naylon, asit veya asit eriyikleriyle kimyasal bileşik teşkil ederler. Epoksi reçinelerinin özgül ağırlığı 1,11 g/cm³ ile 1,80 g/cm³ arasında değişmektedir. İyi esneme ve çekme dayanımına sahip olan bu tür plâstikler, cam elyafı dolgu maddesiyle güçlendirildiğinde çekme dayanımı 4,6 kg/mm²' ye kadar ulaşır. Aşınmaya karşı dayanıklı, yapıştırma özelliği fazla ve çekme payı miktarı oldukça azdır. Özel dolgu maddesiyle güçlendirildiğinde 315 °C sıcaklığa kadar dayanım gösterebilir [38].

1.5.1.6.2. İzosiyanat Tutkalı

Günümüzde bu yapıştırıcıların mükemmel odun tutkalları olduğu şüphesizdir. Çünkü böyle güçlü bir yapışmanın ancak lignoselülozik bir materyal ile reçine arasındaki yüksek miktarda kovalent bağ oluşumu ile gerçekleştiği düşünülmektedir. İzosiyanatların tutkal özellikleri temelde -NCO gruplarının reaktivitesine dayanmakta ve odun selülozunun hidroksil grupları ile üretan köprüleri kovalent bağlar oluşturmaktadır. Böylece rutubete ve seyreltik asitlere karşı dirençli, oldukça güçlü bağlar oluşturarak odun ile kimyasal olarak bağlanmış olmaktadır. Wittmann ve Lehnert'e (1974) göre ağaç malzemeler için izosiyanatların yapıştırıcı olarak kullanımında; a)su, b)selüloz ve hemiselülozların hidroksil grupları, c)lignin ve sepi maddelerinin hidroksil grupları, d)poliglukuron asiti, üron asiti ve ligninin COOH grupları ile ana reaksiyonlar oluşabilmektedir [39].

İzosiyanat yapıştırıcılarının kullanılmasının diğer yapıştırıcılara göre birçok avantajı mevcuttur. Bunlar [40]:

1- Yüksek yapışma ve kohezyon direnci: ÜF ve FF tutkalları odun ile daha zayıf mekanik bağlar oluşturdukları halde izosiyanatlar bir çok materyal de dahil olmak üzere, oduna ve odun içersindeki su ile de kimyasal olarak bağ oluşturmaktadırlar.

2- Formülasyonunun esnek oluşu: İzosiyanatlar ÜF, FF ve diğer su bazlı tutkalların pek çoğu ile karıştırılmak üzere emülsiyon şeklinde üretilebilirler ve hem doğal hem de odundan türeyen ürünler, farklı alkol gruplarının hemen hemen tüm türleri ile üretan oluşturmak üzere formüle edilebilirler. Bu durum tutkal özelliklerinde ve dolayısıyla kullanımında geniş bir çeşitlilik sağlar.

3- Su bazlı olarak hazırlanmaya uygunluk: ÜF ve FF reçinelerinin aksine izosiyanatlar % 100 sıvı reçine olarak hazırlanabilir.

4- Sertleşme sıcaklığı ve hızının değiştirilebilirliği: İzosiyanatlar oda sıcaklığında (katalizör ile) veya yüksek sıcaklıklarda sertleştirilebilir, aminler gibi katalizörler sertleşme hızını arttırabilir.

5- Mükemmel yapısal özellikler: Bu özellikler izosiyanatların bağlanma karakteristiklerinden ve çapraz bağlanma ve çalışma ağı oluşturma potansiyeline sahip farklı polimerler ile formüle edilebilirliklerinden kaynaklanmaktadır.

6- Yüksek rutubet içeriklerinde kullanılmaya uygunluk: Yapıştırma esnasında izosiyanatlar kolaylıkla su ve odun içersindeki hidroksil grupları ile reaksiyona girebilmekte ve böylelikle su molekülleri ile bağ yaparak sıcak presleme esnasında yüksek rutubet içeren

levhaların patlama (buhar kabarcığı oluşumu) eğilimini ortadan kaldırmaktadır. İzosiyanatlar % 20 rutubete sahip yongalarla direnç azalması meydana gelmeksizin bağ oluşturabilmekte, böylelikle kurutma maliyetlerinde tasarruf sağlamaktadır [40].

7- Formaldehit emisyonunun olmaması: Normal presleme şartlarında izosiyanatların sertleşmesi veya izosiyanatlarla yapıştırılmış levhalardan kaynaklanan hiçbir zehirli gaz çıkışı tespit edilmemiştir. Yine izosiyanatlarla üretilmiş levhaların yakılması halinde de zehirli gaz çıkışı belirlenmemiştir. Bu yapıştırıcı ile üretilmiş levhaların önemli bir pozitif özelliği formaldehitin ayrışmamasıdır. İzosiyanatla yapıştırılmış yonga levhaların PMDI emisyonu deney odasında yapılan testte sınır değerinin altında bulunduğu ifade edilmektedir. Almanya da çalışma alanlarında PMDI (polimerik metilen di izosiyanat)'nin kabul edilebilir maksimum konsantrasyon değeri 0,1 mg/m³ tür.

8- İyi ıslatabilme ve su almanın daha az olması; İzolasyon levhası üretiminde kullanılan ve diğer sentetik reçinelerle yapıştırılması güç olan çeşitli yıllık bitkilerin sap ve meyve kabukları ile ağaç kabukları için de uygundur.

Pek çok avantajının yanında izosiyanatların kullanımlarında dikkate alınması gereken bazı dezavantajları da mevcuttur. Bunlar: [40]

1- Yüksek reaktivite: İzosiyanatlar metallerle (pres plakaları ve pres ile) bağ yapabilmekte ve ÜF ve FF reçinelerine göre kullanılabilir süre önemli ölçüde kısalabilmektedir. Deri üzerindeki nem ile veya izosiyanat atomları veya izosiyanat kaplı odun tozlarının solunması halinde akciğerlerdeki su ile reaksiyonu da mümkün olabilmektedir. Bu nedenle reçinenin uygulanmasından preslemeye kadar geçen süre içerisinde büyük bir tehlike potansiyeli oluşturmaktadır. Dolayısıyla reçinenin sertleşmesine kadar uygulanan işlemler esnasında düzenli tedbir alınmalı, yeterli havalandırma sağlanmalı ve deri ile teması halinde derhal temizlenmelidir [40]. PMDI, buhar, toz ya da aerosol olarak solumun yoluyla vücuda yada göz içine de ulaşabilir. Özellikle su ile kolay bağ oluşturması nedeniyle insan vücudun ıslak kısımlarında (göz, burun içi) nem ve albümin ile de reaksiyona girer. Her ne kadar pratikte kullanılan PMDI düşük buhar basıncına sahipse de, özellikle yüksek sıcaklıklarda, PMDI tozları ve aerosolun insanlar üzerinde etkisi görülebilir [41].

2- Maliyetinin yüksek olması: ÜF ve FF reçineleri ile mukayese edildiğinde maliyetleri oldukça yüksektir. Bununla birlikte maliyetlerin belirlenmesi için daha kısa presleme süresinin, daha az miktarda reçine kullanımı ile yapıştırmanın ve daha yüksek

taslak rutubeti dolayısı ile kurutma giderlerindeki tasarrufun da dikkate alınması gerekmektedir.

3- Dayanımının sınırlı oluşu: İzosiyanatlarla yapıştırılmış örneklerin kuru test edilmesinde elde edilen mükemmel sonuçların aksine yaş haldeki örneklerin dayanımı ancak ona göre çok daha ekonomik olan FF ile mukayese edilebilecek ölçüdedir.

4- Depolanma ve taşıma işlemlerindeki zorluklar: PMDI hava rutubeti ile reaksiyona girerek katılaştır. Çözülmeyen poliüre ve karbon dioksit yapıştırıcı çözeltinin yüzeyinde bir kabuk tabakası oluşturur. PMDI çözeltisinin yüzeyinde poliüre tabakasının oluşumundan sonra, bunun altında bulunan isosiyanat havada mevcut sudan daha az etkilenmesine rağmen, kuru ortamda depolanması gereklidir. Depolama tesislerinde mevcut havalandırma deliklerinde kurutma filtresi bulunmalıdır (kurutma maddeleri; silika jel veya kalsiyumklorür).

Depolama sıcaklığının 20 ± 10 °C olması tavsiye edilmektedir. Daha düşük sıcaklıklarda tutkalin depolandığı tankta yavaş oluşan kristalimsi bir tortu meydana gelir. Bu bakımdan 10 °C den daha düşük sıcaklıklarda depolanmamalıdır. Depolama süresi bir çok faktöre bağlı olmakla beraber, kuru ve oda sıcaklığında depolamada en az 6 ay garanti edilebileceği ifade edilmektedir [42].

1.5.2. Dolgu ve Katkı Maddeleri

Kontrplak endüstrisinde günümüzde yapıştırıcı olarak, genel amaçlı kontrplaklar için ÜF, yapı kontrplakları için ise FF- reçineleri kullanılmaktadır. Her iki tutkal tipine; kullanım yeri, odun türü, tutkallama metotları ve pres şartlarına göre çeşitli miktarlarda dolgu ve katkı maddeleri ilave edilmektedir. Bir çok literatürde kontrplak üretimi için, dolgu ve katkı maddelerinin tutkala ilavesiyle sağlanabilecek avantajlar belirtilmiştir. Genel olarak proteinli ve nişastalı maddeler katkı, ligno selülozik maddeler ise dolgu maddeleri olarak tanımlanmıştır. Kil gibi inorganik maddeler de dolgu maddelerinin bir alt grubu olarak gösterilmektedir. ASTM-D-1907-77 [43] de katkı maddeleri, nispeten az miktarda yapıştırma özelliğine sahip, birim alana sürülen esas yapıştırıcının miktarını azaltmak için tutkala ilave edilen maddeler, dolgu maddeleri ise genellikle yapıştırma özelliği olmayan ve tutkala, onun çalışma özelliklerini, yeknesak dağılımını, direncini veya diğer özelliklerini iyileştirmek için ilave edilen maddeler olarak tanımlanmaktadır [10].

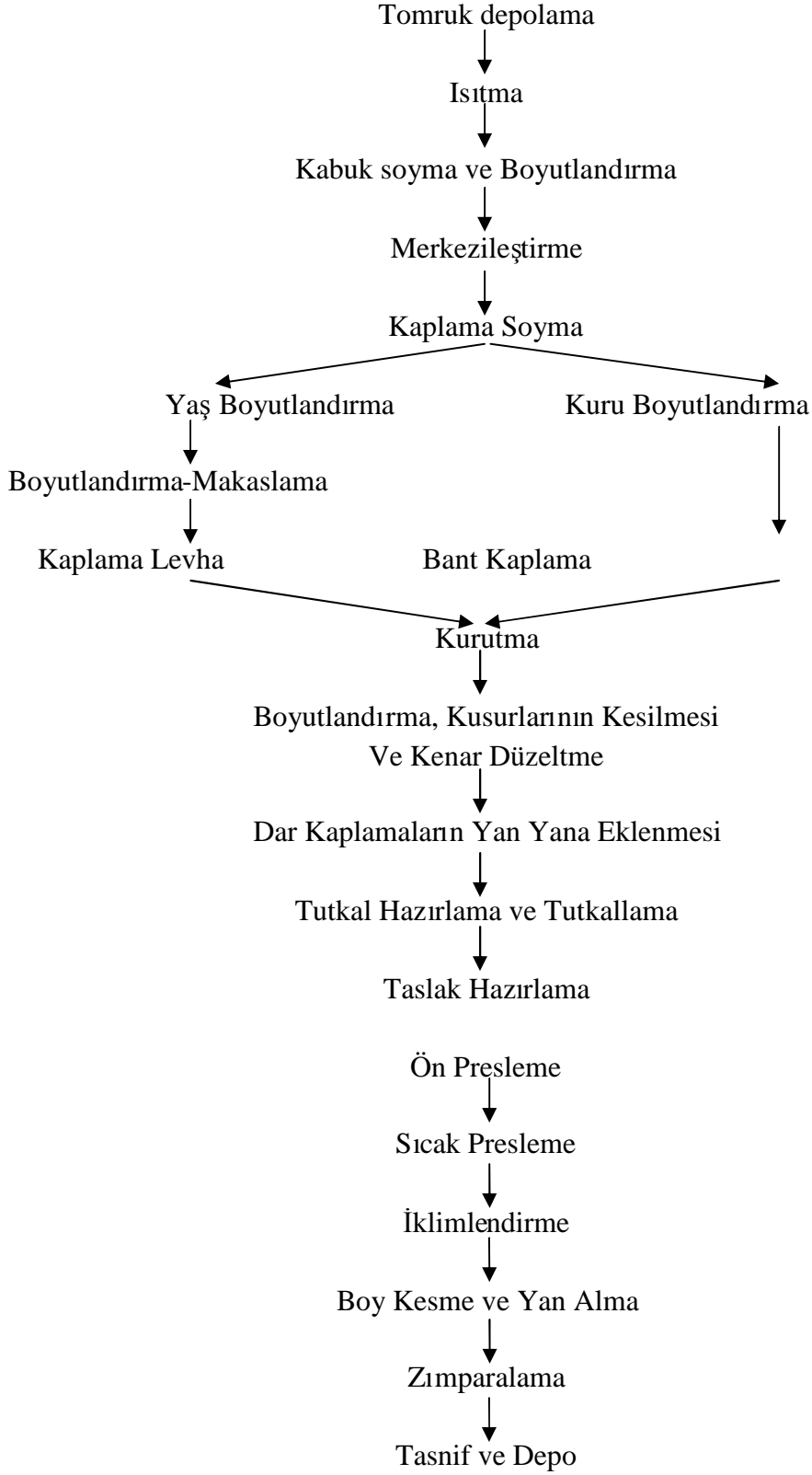
Katkı maddesinin (buğday, çavdar, patates, soya, mısır gibi proteinli ve nişastalı tahıl ve baklagil unları) tutkala ilavesiyle; tutkal karışımının viskozitesi ayarlanmakta, makine ile sürülmesi kolaylaşmakta, kaplama yüzeyinin ıslanabilme yeteneği artmakta, tutkalın kaplama içerisine geçişini (penetrasyonunu) engellemekte, sertleşmiş üre reçinesinin gevrekliğini ve tutkal hattında gerilimleri önemli oranda azaltmakta ve sıcak preste tutkalın viskozitesinin azalmasını engellemektedir. Ayrıca yoğunluğu fazla yapıdaki odunlarda daha güçlü adezyon, tutkallanmış kaplamaların preslenmeden önce bekleme sürelerinde daha uzun tolerans ve ön preste odun ve tutkal arasında daha kuvvetli bir bağ oluşumu sağlamaktadır [10].

Dolgu maddeleri; kaplamalarda hücreleri boşlukları çatlakları ve diğer yüzey pürüzlüklerini doldurarak poroziteyi azaltmakta ve böylece tutkal çözeltisi dolgu maddesi üzerinde yayılıp, odun tarafından tamamen absorbe edilemeyerek tutkal hattı üzerinde kalabilmektedir. Tutkal çözeltisi içinde sınırlı miktarlarda ve yeteri kadar inceltilmiş dolgu maddeleri yapışma direncini önemli oranda etkilememekte, oran arttıkça tutkal çözeltisinin kaplama yüzeyine makinelerle sürülmesi veya püskürtülmesi zorlaşmakta ve tutkal – odun bağının zayıflamasına neden olmaktadır. ABD’de yapı kontrplaklarında katı haldeki FF tutkalına % 25-30 oranında dolgu maddesi ilave edilmekte ve bu tür kontrplak üretiminde tüketilen toplam dolgu maddelerinin % 38,5’ ini furafil teşkil etmektedir. Aynı ülkede ÜF tutkalının kullanıldığı genel amaçlı sert ağaç kontrplaklarında, katı haldeki tutkala oranla % 8 - 15 arasında dolgu maddesi katılmakta ve bunun için daha çok ceviz kabuğu unu kullanılmaktadır. ABD’de katkı maddesi olarak ÜF ve FF tutkalları için buğday, Almanya da ise çavdar unu tercih edilmektedir[10].

1.5.3. Sertleştiriciler

Tutkal çözeltisi presleme anına kadar herhangi bir sertleşme göstermemeli, presleme sırasında ise kısa sürede sertleşmelidir. Kontrplak üretiminde kullanılan FF tutkalı alkali ortamda sertleştiğinden yapıştırma sertleştiriciye lüzum yoktur. ÜF tutkalında ise amonyum klorür ve amonyum sülfat gibi sertleştiriciler kullanılmaktadır [10].

1.6. Kontrplak Üretiminde İş Akışı



1.6.1. Tomrukların Depolanması

Genel olarak kaplamalık tomruklar kısa süreler için depolanmalıdırlar. Depoya ilk giren tomruk ilk çıkmalıdır. İdeal depolama şartlarında tomruk enine kesitlerine koruyucu maddeler sürülmelidir. Tomrukları çatlamalara karşı korumak için; tomruklar ya suda bekletilmeli ya da su püskürtme işlemine tabi tutulmalıdır. Bu şekilde tomrukların rutubeti LDN' nin üzerinde tutularak çatlama önlenmektedir, bunların dışında çatlama önlemek amacıyla bazı araçlar ve kimyasal maddeler kullanılabilir bunlar: [10, 46].

Tomruk uçları çelik bant veya zincirlerle sıkıştırmak

% 85 asfalt+% 15 maden kömürü zifti sürmek

S, C ve D demirleri veya plastik raptiyeler çakmak

Sertleştirilmiş şeffaf yağlar sürmek

Parafin emülsiyonu sürmek [10].

Depolama koşulları uygun olduğu takdirde kaplamalık tomruklar bir süreliğine saklanabilir. Depolama koşullarının temiz ve uygun olmaması söz konusu olduğunda ise; tomrukların kurumması ve uçlarından çatlama nedeniyle ve diğer odunsu atıklar yüzünden çürüyebilir. Mavi renklenme, çürüme, oksidasyon lekesinin artması, böcek zararlıları, donma çatlakları ve lif kopmaları, sakıncalı kokunun artması ve bakteri saldırısı nedeniyle gözenek sayısının artması gibi nedenleri saymak mümkündür [44].

Tomruk taze olarak saklanıyor olsa bile, bir çok türün öz kısmı anaerobik bakteri saldırısına maruz kalmaktadır. Bu, özellikle muritinga, ceiba ve cativo gibi tropikal sert ağaç tomruklarında hoş olmayan bir kokunun oluşumuna neden olur. Bakteri aynı zamanda çamlarda porozite artışına neden olabilir. Bakteri saldırısını denetim altına almanın en iyi yolu, kesilen tomrukları bir ay içerisinde üretime tabi tutmaktır. Ya da tomruğu 5 ° C'nin altında depolamaktır. Bakteri henüz tomruğa girmemişse kimyasal maddelerin püskürtülmesi etkili olabilir [44].

Karşılaşılması olası bir çok sorun göz önünde bulundurulduğunda, tomruk depolamada dikkat edilmesi gereken hususlar; mümkün olan en az miktarda kaplamalık tomruk depolanması ve üretime alınan tomrukların işlem sırası, depoya ilk giren tomruğun daha önce değerlendirilmesidir. En iyi depolama koşulları yüksek orandaki nem ve donma noktasının (1 ° C) ya da hemen üzerindeki bir sıcaklıkta tutulan ya da soğuk suya (1 ° C'den 5 ° C'ye) tümüyle daldırılan tomrukların kabuğunu zarar görmekten koruyacaktır. Bundan sonraki en iyi yol, tomrukları bir sundurma altında saklamak ve tüm yüzeyleri su

püskürterek sürekli olarak ıslak tutmak olacaktır. Tomrukları bir havuzda ve düşük sıcaklıkta bekletmek, zaman zaman uygun olan ancak ekonomik sebeplerden dolayı daha az tavsiye edilen bir yöntemdir [44].

1.6.2. Tomruğun Isıtılması

Buharlama işleminde sıcaklığın etkisiyle pektin maddesi ve az miktarda da ligninin çözülmesiyle ağaç malzeme hücrelerinin orta lamelleri gevşer. Böylece kesme ve soyma işlemi kolaylaşır ve levhaların düzgün soyulması sağlanır [45].

Buharlamanın faydalı olabilmesi, tomruğun soyulma anındaki sıcaklığına bağlıdır. Bu nedenle buharlanmış tomruklar soğumadan soyulmalıdır [45].

Buharlama sıcaklık her ağaç türü için farklıdır. Uygun sıcaklık seçilmezse soyma sırasında problemler oluşur. Genel olarak özgül ağırlık arttıkça buharın sıcaklığı da artmalıdır. Buharlama süresi ise; buhar sıcaklığına, tomruk çapına ve özgül ağırlığa bağlıdır [10].

Uzun süre buharlanan tomrukların uçlarında genellikle çatlama olur. Bu nedenle tomruğu bölmeden buharlamak tavsiye edilir.

Buharlama, buhar mahzenlerinde direkt ve indirekt ısıtma ile yapılır. Koruyucu ve homojen buharlama için indirekt buharlama daha uygundur. Buharlama yapılabilmesi için tomruk rutubeti % 50' den fazla olmalıdır [10].

1.6.2.1. Buharlama Tesis ve Teçhizatı

1.6.2.1.1. Buharlama Metotları

Temelde iki buharlama metodu vardır. Bunlar: direkt buharlama ve indirekt buharlama metotlarıdır [46].

1.6.2.1.1.1. Direkt Buharlama Metodu

Direkt buharlama metodunda düşük basınçlı su buharı doğrudan doğruya fırın içine püskürtülmektedir. 0.1 ile 0.5 atü buharlama buharı kullanılmaktadır. Buharlama buharı

üzerinde delikçikler bulunan bir yada daha fazla boru sayesinde fırın içine ulaşmaktadır. Burada oluşan buharın fırın içinde ve istif katları arasında yeknesak dağılımını sağlamak için önlemler alınmaktadır [47].

1.6.2.1.1. 2. Endirekt Buharlama Metodu

Bu metotta prensip, buharlama işleminde kullanılan buharın fırın içinde endirekt şekilde elde edilmesidir. Bu amaçla fırın içerisine yeterli büyüklükte su havuzu inşa edilmektedir. Buhar üretim merkezinden gelen yeterli basınca sahip buhar bu havuzun içinde dolaşan yeterli yüzeye sahip borulardan geçer. İlk önce borular daha sonra havuzdaki su ısınır. Isınan suyun buharlaşmasıyla ortamda gerekli düşük basınçlı ve istenen ısıya sahip tam doygun hava elde edilmiş olur.

Endirekt buharlama kendi içinde ikiye ayrılır. Dönüştürücü endirekt buharlamada ısıtıcı buhar havuzdaki suya verilmemekte yoğunlaşarak tekrar kazana dönmektedir [46]. Dönüştürücü endirekt buharlamada ise ısıtıcı buhar, havuz içinde yer alan ısıtıcı borulardaki delikler yoluyla havuza verilmektedir [48].

Direkt ve endirekt buharlama metotlarını karşılaştıracak olursak, direkt buharlama metodu yatırım maliyetleri bakımından daha uygundur. Çünkü buhar temini için gerekli tesisat endirekt buharlama metoduna göre daha ekonomik olmaktadır. Direkt buharlama metodunun uygulandığı fırınlarda, buhar kazanından gelen buhar doğrudan ortama verildiği için buharın basıncı daha yüksektir. Bu nedenle ideal buharlama şartlarının sağlanması güçleşmekte ve zaman zaman tomruk veya prizmalara zarar verilmektedir. Buna karşın endirekt buharlama yapan fırınlarda buhar, havuzdaki suyun ısınmasıyla elde edildiğinden düşük basınçlıdır ve bu sayede koruyucu buharlama şartlarının temini kolaydır. Ortamda ısı yavaş yavaş arttığı için tomruk veya prizmalar yavaş yavaş ve devamlı ısınmakta bu sayede zarar görmemektedir [48].

Endirekt buharlama metoduyla yapılan buharlamanın başarılı olabilmesi için, ısıtıcı boru sayısının ve boru yüzey alanlarıyla havuz hacminin yeterli olması gerekir. Aksi takdirde yeterli buharlama buharı üretilemeyeceği için buharlamada kuruma etkisi meydana gelecektir. Ayrıca ideal buharlama şartlarının hakim olması için buhar kazanında ısıtma buharının sürekli sağlanabilmesi gereklidir [48].

1.6.2.1.1. 3. Buharlama Odaları ve Sahip Olması Gereken Özellikler

Her şeyden önce buharlama odaları ısı kaybına karşı iyi izole edilmelidir. Bunun içinde ısı geçirgenlik katsayısı $1 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$ 'yi geçmemelidir. Bu amaçla buharlama odaları, çift katlı duvar uygulanarak yapılır, duvarlar arasında da kurutma fırınlarında olduğu gibi 50 mm hava boşluğu bırakır [48].

Taban, tavan ve duvarlarda sızdırmazlığa özel önem verilmelidir. Özellikle taban kısmı basınca karşı dayanıklı yapılmalıdır.

Yapısal elemanlar en az $110 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklığa ve rutubete dayanıklı olmalıdır. Bunun için kullanılan metal malzemelerin pası karşı dayanıklı olması, mümkünse % 99,8 saflıkta alüminyum kullanılması gerekmektedir. Bu çerçevede inşaat işlerinde kireç kullanılmaması ve tavanların kemer kirişli yapılması, kondens suyunun tomruk veya prizmalara zarar vermeden zemine ulaşması bakımından faydalı bulunmaktadır. Özellikle direkt buharlama uygulanan fırınlarda buharın doğrudan kereste üstüne püskürtülmemesi gerekir [48].

İdeal buharlama odalarında sıcaklık $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye en çok 4 saatte ulaşabilmelidir. Uygulanan buharlama programının sağlıklı takibi için gerekli kontrol sisteminin mevcut olması ve bu sayede sıcaklık, bağıl nem ve buhar basıncının sürekli takibi mümkün olmalıdır [48, 49].

1.6.2.1.2. Buharlamanın Yönetilmesi

Buharlamanın yönetilmesi, ideal buharlamanın oluşmasında etkili olan sıcaklık ve buhar basıncının (doyguluk durumu) ayar ve kontrolü anlamına gelmektedir.

Buharlama işlemi 4 periyotta gerçekleşmektedir. Bunlar; ısıtma veya ön buharlama, esas buharlama, kapalı bekletme ve soğutma periyotlarıdır [48].

Isıtma periyodu; fırının kapatılması ve ısıtıcı buhar verilmesi ile başlar, ortam sıcaklığı hedef sıcaklığa ulaştığında ve tam doygun olduğunda sona erer. Esas buharlama periyodu, oluşan kondens suyunun berrak bir renk almasına kadar sürer. Bu noktada ısıtıcı buhar kesilir. Kapalı bekletme periyodu ise fırın kapısının açılmasına kadar devam eder. Periyodun süresi esas buharlamada uygulanan sıcaklığa bağlıdır. Temel amaç yüzeysel kurumayı ve kurumadan kaynaklanabilecek yüzeysel çatlakları engellemektedir. Son periyot olan soğutma periyodu tomrukların buhar fırınından çıkarılmasına kadar devam eder. Bu

aşamada yapılması gereken kapıların yavaş yavaş açılması, tomruk ve prizmalardaki iç ve dış tabakalar arasındaki sıcaklık farklarını meydana getirmektedir [48].

1.6.2.1.3. Buharlamanın Odun Özellikleri Üzerine Etkisi

Buharlama, odunda renk değişikliği ve renk homojenliği sağlamak, odunun higroskopik özelliklerini iyileştirmek, odundaki gerilmeleri azaltmak, odunu yumuşatmak, dayanıklılığını arttırmak, sterilize etmek gibi amaçlarla yapılmaktadır. Buharlama esnasında odunun direnç özellikleri, daralma-genişlemesi, rutubet alışverişi ve stabilitesi etkilenmektedir. Genel olarak buharlamanın ağaç malzeme üzerindeki etkileri aşağıda sıralanmaktadır [49].

Taze haldeki kayın odununun rengi buharla muamele etmek suretiyle daha yumuşamakta ve tüm enine kesit yüzeyi kırmızımsı mauna benzer bir renk tonu almaktadır. Bu renk tonu döşeme parkelerinde çok değerli olup, parkelik odunun buharlanması için çok önemli bir sebep olarak gösterilmektedir [50]. Buharlamanın başlangıcında odunun sıcaklığı yaklaşık olarak buharın sıcaklığına ulaştıktan sonra renk değişimi çok hızlı olmaktadır [51]. Daha sonra ise yavaşlamaktadır. Ancak kayında bu değişimler birkaç gün devam etmektedir [52]. Keza, buharlama meşenin öz odunu ile diri odun arasındaki renk farklarını azaltmaktadır [53]. Karaceviz odununun yapılan bir çalışmasında 100-110 °C sıcaklıklar arasında buharlama ile diri odunda renk değişimi elde edilmiştir [54, 55].

Ağaç malzemedeki yer alan büyüme gerilmelerinin azaltılması veya tamamen giderilmesi amacı ile de buharlama yapılır. Bu esnada uygulanan yüksek sıcaklık ve rutubetin etkisi ile iç gerilmeler geniş ölçüde azalmaktadır [56, 57, 58].

Buharlanmış duglas göknarı gövde kısımlarından soyulan kaplamalarının kurutma işleminden sonra, buharlanmamış olanlardan elde edilen kaplamalardan daha düzgün vaziyette bulduklarını belirtmektedir [69].

Buharlamanın oduna yerleşmiş olan mantar ve böceklerin öldürülmesi üzerine etkisi vardır. Yapılan bir çalışmada sıcaklığı 1-2 saat içerisinde en az 65 °C'ye yükselebilen 100 °C'deki buhar ile birkaç saatlik buharlamada ağaç malzemedeki bütün mantar ve böceklerin öldüğü belirlenmiştir [52, 53].

Belirli bir zamanda, odun yüksek sıcaklıklara maruz bırakıldığında, direnç değerleri sürekli azalmaktadır. Benzer olarak ta, düşük sıcaklıklarda (65 °C) uzayan bekleme süreleri odunun mekanik özelliklerindeki azalmalar teşvik etmektedir. Sürekli direnç kaybının artışı

rutubet miktarına, ısıtma ortamına, sıcaklığa, süreye, ağaç türüne ve örnek büyüklüğüne bağlı olmaktadır [60]. Her ne kadar düşük sıcaklıklar direnç özelliklerini fazla etkilemese de, özellikle suyun kaynama noktasına yakın sıcaklıklar, ağaç türüne, boyut ve proses parametrelerine bağlı olarak önemli bir etkiye sahip olabilmektedir [49].

Buharla muamele edildikten sonra, kurutulmuş ağaç malzemenin hemen bütün özellikleri az veya çok miktarda bir değişime uğramaktadır. Fakat yapılan araştırmalarda farklı sonuçların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar, özellikle 100 °C'nin üstündeki sıcaklık ve aşırı basınç ile yapılan buharlamada ağaç malzemenin direnç kaybına uğradığını vurgulamaktadır [61]. 100 °C'nin altında ise ancak uzun süren buharlama işlemiyle bu azalma ortaya çıkmaktadır. Örneğin elastiklik modülünde buharlamanın şiddetine ve süresine bağlı olarak % 25'e varan oranda düşme olmaktadır [47]. Buharlanmış ve buharlanmamış Okume tomruklarında elde edilen kontrplaklarda yapılan denemelerde, Makaslama, Statik eğilme direnci ve elastiklik Modülünün buharlama ile azaldığı tespit edilmiştir [62].

Yapılan araştırmalar buharla muamele edilmiş ağaç malzemenin daha düşük bir higroskopik denge rutubetine sahip olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır [52, 53, 63]. Bu azalma buharlama süresi ve sıcaklığının artmasıyla daha da belirginleşmektedir [64, 65, 66].

İngiltere orman ürünleri araştırma laboratuvarında yapılmış olan çok sayıdaki ölçmeler atmosfer koşullarındaki değişmelerin hem buharlanmış hem de buharlanmamış ağaç malzemede aynı boyut değişmelerini meydana getirdiği göstermiştir [52]. Fransa'da yapılan başka bir çalışmada, buharlanmış malzemenin daha az çalıştığı fakat farkın % 0.5 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir [67]. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda da, yüksek sıcaklık dereceli doygun su buharıyla muamelenin ağaç malzemenin genişleme yüzdesinin azaldığı sonucuna varılmıştır. Bu sonucun buharlama süreci ve basıncının artmasıyla daha da netleştiği vurgulanmaktadır [66, 68].

Bütün bu neticelere karşın ağaç malzemenin çalışma miktarının buharlamayla arttığını belirten çalışmalar da mevcuttur.

Gonet daha sonra yaptığı birçok çalışmada buharla muamelenin odunun çalışmasını azaltmadığını, aksine bilhassa arttığını belirtmektedir. Gonet'e göre buharlama boyut stabilitesi sağlamaktadır, çalışmayı azaltmaktadır [56, 57, 58, 69].

Bu görüşler dışında buharlama ile odunun çalışma arasında ilişki kuramayan çalışmalara da rastlanmaktadır. Perkinty [70] ve çalışma arkadaşlarının denemelerinde de buharlanıp tam kuru hale getirildikten sonra su içerisinde depolanan ağaç malzeme yaklaşık

olarak buharlanmamış ağaç malzeme kadar genişlemiştir. Kollmann ve Schneider [64] 100 °C sıcaklık dereceli su ile muamelenin ağaç malzemenin maksimum genişlemesi üzerinde etkisiz kaldığı saptamışlardır. Lu ve Koh [71] melez odununda yaptıkları bir araştırmada 64 saat buharlama ile darama miktarının maksimuma ulaştığını (teğet % 72.8, radyal % 13.4 ve hacimsel % 21.85) tespit etmişlerdir. Her şeyden önce buharlanmış ağaç malzeme buharlanmamış ağaç malzemedenden daha kolay soyulmaktadır. Buharlanmanın bu olumlu etkisi özellikle kaplama imali ve kontrplak sanayinde çok önemlidir.

1.6.2.1.4. Kaplamalık Tomrukların ve Prizmaların Isıtılmasında Kullanılan Diğer Yöntemler

a) Yüksek Basıncılı Buhar Kullanımı: Isıtma süresi kısadır. Fakat odunun sıcaklığı homojen değildir.

b) Elektrikle Isıtma: Bu yöntemle 3 m boyunda ve 105 cm çapında bir Douglas tomruğunun sıcaklığı 55 dakikada 65 °C'ye çıkmıştır. Su ile ısıtmada aynı tomruk için 42 saat gereklidir. Elektrik, odunda ıslak ve mineral maddelerin bulunduğu bölgeleri tercih eder. Bu sebeple tomruğun sıcaklığı homojen değildir.

c) Sıcak Su veya Buharın Enjekte Edilmesi: Özellikle odunu permeabil olan kısa tomruklarda uygulanabilir. Tomruk veya prizma teker teker silindir kaplara yerleştirilir ve ısıtıcı bir uçtan diğer uca basınçla verilir. Isıtma süresi çok kısadır. Sakıncası ise, her bir tomruğun tek tek buharlanmasıdır [10].

1.6.2.1.5. Tomruğun Isıtılmasıyla İlgili Bazı Öneriler

1. Isıtılmadan önce tomruğun kabuğu soyulmalıdır. Ancak ısıtılmış tomrukların kabukları, ısıtılmış olanlara göre daha kolay soyulmaktadır.

2. Tomruk bütün boyunca ısıtılmalıdır.

3. Tomruklar çap sınıflarına göre tasnif edilmeli ve her bir çap sınıfı ayrı ayrı ısıtılmalıdır.

4. Tomrukların ısıtılmasında daha önce verilen tablo ve eğrilere göre suyun veya buharın sıcaklığı belirlenir ve tomruklar bu sürelerle ısıtılır.

5. Tabloda olmayan ağaç türleri için özgül ağırlığına göre sıcaklık ve süre belirlenir. Süreleri aynı olan ağaç türleriyle birlikte ısıtılır. Ancak bu gibi türler için esas sürenin denemelerle belirlenmesi gerekir.

6. Isıtma havuzunda veya buharlama mahzenlerinde ısıtıcı madde sirkülasyonu hatasız sağlanmalı ve tüm tomrukların yüzeyi ve uç kısımları ısıtıcı madde ile sürekli temas halinde olmalıdır.

7. Isıtıcı madde, tomruk ve prizma uçlarına doğrudan doğruya çarpmamalıdır.

8. Isıtıcı maddenin sıcaklığı her yarın saatte bir ölçülmelidir. Sapmalar olduğu takdirde gerekli düzeltmeler ve ayarlamalar yapılmalıdır.

9. Ölçü aletleri, ısıtma havuzu veya buharlama mahzeninin birkaç yerine konmalıdır. İyi bir sistemde sıcaklık ön görülenden en fazla 1-2 °C farklı olmalıdır.

10. Sıcak suda ısıtmada en az iki havuz kullanılır. Boş havuza tomruk veya prizmalar konduktan sonra dolu havuzdan sıcak su buna pompalanır.

11. Tomruk ve prizmaların birkaç tanesi bir araya getirilerek bağlanır.

12. Soyma işlemi biter bitmez takozun (soyma artığı-çekirdek) ucundan öz boyunca burgu ile 5-6 cm'lik bir delik açılarak hemen bir termometre ile takozun sıcaklığı kontrol edilmelidir. En kalın tomrukta bu sıcaklık, suyun veya buharın sıcaklığından 5 °C daha az ise küçük çaplı tomruklar suyla aynı sıcaklıkta demektir.

13. Makinedeki ayarlar uygun yapıldıysa kaplama kalitesi tomruğun ısıtılmasına bağlıdır.

14. Aynı cins tomruk ve prizmalar bir arada ısıtılmalıdır [10, 46].

1.6.2.1.6. Isıtmanın Faydaları ve Sakıncaları

Isıtmada istenen faydanın sağlanabilmesi için tablo ve grafiklerde belirtilen ısıtma sürelerine uymak gerekir. Eğer gereğinden daha uzun süre ya da yüksek sıcaklık uygulanması durumunda, kaplamalarda bir kısım olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır [10].

1.6.2.1.6.1. Isıtmanın Faydaları

1. Kapalı kaplama üretimine imkan verir. Kapalı kaplamanın anlamı, kaplamanın liflere dik yöndeki çekme direncinin büyük olmasıdır. Böyle kaplamalar diğer işlemler

sırasında çatlamaz ve yarılmazlar. Isıtılmış tomruk ve prizmalardan kesilmiş kaplamalar daha az çatlaklara sahip olduklarından ısıtılmadan soyulan kaplamalara göre taşınma işlemleri sırasında daha az zarar görürler. Yeteri kadar ısıtılmamış tomruklardan, soyma kaplama üretiminde, gevşek yüzeyde oluşan derin soyma çatlakları, liflere dik yöndeki çekme direncini düşürür. Soyma çatlakları kalın kaplamalarda daha belirgin görülür.

2. Isıtma, odunu daha yumuşak yapar. Özellikle sert budaklar, odun ısıtılmamış ise bıçak ağzında kertiklerin oluşmasına sebep olacaktır. Daha az enerji tüketilir. Renk homojenliği sağlanır. Özellikle diri odundaki oksidasyon nedeniyle renk farklılığı azaltılır.

3. Bir kısım taze kesilmiş sağlam tomruklar, sıcak suda veya buharla 66 °C veya daha yüksek sıcaklıkta ısıtıldıklarında rutubetlerinden yaklaşık %1-%10'u kadarını kaybeder. Bunun nedeni; ısınan havanın hücre boşlukları içerisinde genişlemeye çalışarak bir miktar serbest suyu dışarı atmasıdır. Çürük tomrukların ise rutubetleri suyla veya buharla ısıtma esnasında yükselir. Buharlanmış veya pişirilmiş tomruklardan kesilen kaplamalar ısıtılmamış tomruklardan kesilen kaplamalardan daha hızlı kurumaktadır. Yapılan bir çalışmada 60 °C'deki suyla ısıtılmış Douglas göknarı diri odunu için %10 daha hızlı kuruma sağlanmış, bunun yanında aynı tomruğun ısıtılmış ve ısıtılmamış öz odunundan üretilen kaplamalarda ise kuruma hızı aynı görülmüştür.

4. Kalın kaplamaların kesilmesi ve soyulması ancak ısıtma ile olur. Dekoratif yüzey kaplamaları sert ağaçtan kesilecek ise mutlaka ısıtılmaları gerekir [10, 85].

1.6.2.1.6.2. Isıtmanın Sakıncaları

1. Fazla ısıtma, tomruk uçlarının aşırı derecede yarılmasına neden olur.

2. Aşırı ısıtma özgül ağırlığı düşük odunlarda, liflerin kopmasına ve kaplama yüzeyinin yünlü bir hal almasına neden olur. Bu durum çeşitli örnekler için farklı sıcaklıklarda oluşur. Ayrıca fazla ısıtma yaz odununun parlamasına neden olur.

3. Kesme sırasında ilkbahar ve yaz odunu ayrışır.

4. Renk değişimi meydana gelebilir. Renk değişimi buharla ısıtmada, suda ısıtmada olduğundan daha fazladır. Renk değişimi bazı ağaç türleri için arzu edilirken, bazı ağaç türleri için istenmez. Genelde ısıtma ile bütün odun örneklerinin diri odunları koyulaşma gösterir. Dişbudak ve akçaağaç gibi türlerin açık renklerini muhafaza etmek için, düşük sıcaklık ve kısa ısıtma süreleri tavsiye edilir.

5. Tomruk uçları aşırı derecede yumuşadığı için kavrama başlıkları freze gibi tomruğu oyar ve boşta döner.

6. Boyut değişimleri meydana gelebilir. Taze odun ısıtıldığı zaman teğet yönde genişler, radyal yönde daralır. Bu değişme sıcaklıkla birlikte artar. Fakat bu artışın oranı 66 °C'den aşağıda yavaş, 66 °C'den yukarıda ise hızlıdır. Eğer ısıtmadan dolayı öz ve yarıklar çevresinde çatlaklar geliyorsa genel bir kural olarak 66 °C'den fazla bir sıcaklık uygulanmamalıdır.

7. Sıcaklık ve süre çok fazla ise direnç ve dayanıklılık azalır [10, 45, 46].

1.6.3. Boyuna Bölme

Uzun süre buharlanan tomrukların uçlarında genellikle çatlaklar oluşur. Bu nedenle buharlama sonrasında tomruklar boyuna bölünerek soyma makinesine uygun boyuta getirilirler [10].

1.6.4. Kabuk Soyma

Boyutlandırma işleminin ardından, tomruklar kabuk soyma işlemine tabi tutulurlar. Kabuğun tomruktan uzaklaştırılması gerekir, aksi halde kabuk, bıçak ve basınç latası arasına sıkışarak soyma işlemini güçleştirerek bıçağa zarar verir.

Kabuk soymada üç faktör dikkate alınmalıdır. Bunlar; odun-kabuk adhezyonu, ağaç türü ve kabuk soyma makine ve aletleridir [10].

1.6.4.1. Odun-Kabuk Adhezyonu

Odun ve kabuk arasındaki bağ direncine 4 hususun etkisi önemlidir. İlkbaharda kesilmiş tomrukların aynı örnekleri sonbaharda kesilenlerine göre kabukları daha kolay soyulur. Tüm örnekler için bu durum geçerlidir. İlkbahar mevsiminde büyüme hızının fazla olması, olgunlaşmamış floem ve ksilem hücre tabakalarının kalınlığını arttırmaktadır. Büyümenin yavaş olduğu mevsimlerde bu tabakanın ince olması kabuğun soyulmasını zorlaştırmaktadır. Odun-kabuk arasındaki bağ direncindeki artma, çeşitli odun örnekleri üzerinde yapılan incelemelerde, ilkbahardan sonbahara kadar %100-200 kadar

olabilmektedir. İkinci husus, kabuk ve odunun sıcaklığıdır. Buharlanmış tomrukların kabukları çok daha kolay soyulur. Özellikle donmuş tomrukların kabukları zor soyulur. Üçüncü husus rutubettir. Kısmen kurumuş tomrukların kabukları, odun ile çok daha sıkı bir bağ oluşturup soyulması zordur. Dördüncü husus bakterilerin etkisidir. Bakteriler besin kaynağı olarak iç kabuğu tercih ederler. Böylece bakteriler tarafından zayıflatılan odun-kabuk bağı nedeniyle kabuk tabaka halinde gövdeden ayrılabilir. Bu durum el aletleri ile kabuk soymada kolaylık sağlar [10, 85].

1.6.4.2. Ağaç Türü

Çeşitli odun örneklerinin odun-kabuk bağı dirençleri farklılık gösterir. Sonbaharda kesilmiş tomruklarda yapılan bir çalışmada titrek kavağın odun-kabuk bağı kırmızı ladinin (*Picea rubra*)kinden %40 daha kuvvetli olduğu bulunmuştur. Çam gibi yumuşak ağaçların kabukları *carya* gibi sert ağaçlarınkinden daha kolay soyulur [10].

Makine ile soymada kabukları kolay soyulan ağaç cinsleri; kızılbaş, titrek kavak, göknar, çam, ladin, manolya, duglas, Amerikan lale ağacı (*Iriodendron tulipifera*). Orta derecede zor soyulanlar; dişbudak, huş, karaağaç, okaliptus, karakavak, akçaağaç, meşe, teak, tsuga ve cevizdir. Zor soyulanlar; ıhlamur, *carya*, servi, ardıç ve melezdır [10].

1.6.4.3. Kabuk Soyma Makine ve Aletleri

Kaplamalık tomrukların fabrikada kabuklarının soyulmasında, küçük ölçekli işletmelerde, kabuk soyma demiri veya balta kullanılır. Kapasitesi yüksek modern işletmelerde daha çok freze bıçaklarıyla donatılmış kesici bir kafaya sahip kabuk soyma makineleriyle, dönen bir halka içine monte edilmiş kazıyıcı bıçaklara sahip kabuk soyucular bulunmaktadır [10].

1.6.5. Tomrukların Soyma Kaplama Makinesinde Merkezileştirilmesi

Merkezileştirme, kaplama verimi bakımından son derece önemlidir. Amaç, tomruğun her iki ucunda en uzun kaplama bandının soyulmasını sağlayacak olan merkezi bulmaktır. Tomruk bu noktalar dışında kavranarak soyulursa, soymanın başlangıcında ortaya çıkan ve

değerlendirilemeyen ıskarta kaplama parçaları çoğalır. Dolayısıyla randıman düşer. Çeşitli merkezileştirme yöntemleri vardır. Bunlar; tahmin yöntemi, optik yöntem, kameralı elektronik merkezileştirme ve geometrik merkezileştirme yöntemleridir [10].

1.6.6. Tomrukların Soyulması

Soyma kaplama makineleri, temel levhası, ayak, kızak, kavrama kolları ve tahrik mekanizmasından oluşur. Kavrama kolları kavrama başlıkları ile birlikte tomruğu her iki ucundaki merkezinden kavrar ve onu ekseni etrafında döndürür. Bıçak ve basınç levhası veya basınç silindirinden oluşan makine kızıağı sürekli olarak tomruğa doğru ilerler. Tomruğun her bir dönüşünde kızak, soyulan kaplamanın kalınlığı kadar ilerlemiş olur. Böylece tomruk spiral biçimde sonsuz bir bant olarak soyulmuş olur [54].

Soyma kaplama üretimi yuvarlak soyma ve eksantrik soyma olarak iki şekilde yapılır, yuvarlak soymanın amacı, bir tomruktan mümkün oldukça fazla kaplama üretmektir. Eksantrik soymanın amacı ise, güzel tekstürlü kaplama levhası elde etmektir [10].

Soyma esnasında; tomruğu bıçağa düzenli bir sıklıkta vermek, bıçağın tomruk içerisinde düzgünce ilerlemesini sağlamak ve levhanın çatlamasını önlemek amacıyla basınç latası kullanılır.

1.6.7. Kaplamaların Taşınması

Sonsuz bant halindeki soyma kaplamalar, bantlı ve sargı sistemleriyle taşınmaktadır. Bantlı taşıma sistemlerinde; soyma makinesinden alınan sonsuz bant halindeki kaplama bir salınım bandı yardımıyla kat şeklinde üst üste yerleştirilmiş transport bantları üstüne aktarılır. Transport bantlarının üzerleri dolduğunda fotosel veya mekanik bir şekilde harekete geçen bir sistemle kaplama gelişi durdurulur ve aktarma işlemi bir diğer kata verilir. Katların doldurma mekanizması doğru akım motoru ile hareket ettirilir. Katların boşaltılması ve kaplamanın makasa verilmesi makas bandı tarafından sağlanır [10].

Sargı bant sistemlerinde ise; sonsuz bant halindeki kaplama bir ray üzerinde hareket eden bobinlere sarılmaktadır. Soyma işleminin başlangıcında parça halinde elde edilen kaplamalar makinenin arkasındaki bir arabada toplanır. Kaplama sonsuz bant halinde soyulmaya başlar başlamaz, parça arabası itilir ve kaplama boş bobine sarılır. Yaklaşık 70

cm' ye kadar sarma yaptıktan sonra bu dolu bobinler meyilli olan deponun rayları üzerinden boşaltma kısmına doğru kayarlar. Makas kısmında boşaltılan bobinler meyilli alt raylar üzerinden kayarak tekrar soyma makinesinin yanına gelirler. Kaplama sarma hızı, kaplama kalitesine ve kalınlığına bağlıdır [10].

1.6.8. Kaplamaların Boyutlandırılması

Soyulan kaplamalar; kurutma öncesinde veya kurutma sonrasında olmak üzere iki şekilde boyutlandırılmaktadır. Kurutma öncesinde gerçekleşen yaş boyutlandırma uygulamasında kaplama bandı öngörülen uzunlukta bölünürken diğer taraftan hataları kesilip çıkarılmaktadır. Kaplama levhalarını düzeltmek, kusurlardan temizlemek ve boyutlandırmak amacıyla kaplama levha makasları kullanılmaktadır. Tahrik mekanizmalarına göre; mekanik tahrikli makaslar, hidrolik tahrikli makaslar, doğrudan elektrik motoru ile tahrik edilen makaslar ve pnömatik tahrikli makaslar olarak adlandırılmaktadır. Parça halindeki kaplamalar bir istif arabası üzerine yığılarak kurutma makinesi önüne taşınmaktadır [10].

Kurutma sonrasında gerçekleşen kuru boyutlandırma metodunda ise soyulan kaplamalar sargı sisteminin aracılığı ile kurutuculara verilmekte, kuruduktan sonra hataları uzaklaştırılmakta ve levhalar bölünmektedir [10].

1.6.9. Kurutulmamış Kaplamanın Kalite Kontrolü

Kaplamanın kalitesini; tomruk kalitesi, tomrukları depolarken gösterilen özen, kaplama üretim öncesi tomruğu ısıtmak veya buharlamak, soyma kaplama makinesinin mekanik durumu, kurulumu ve işlemi belirler. Düzenli aralıklarla: Leke, homojen kalınlık, kaplama yüzey sertliği, kaplama çatlakları ve bükülme gibi faktörler kontrol edilmelidir [10].

1.6.9.1. Leke Kontrolü

Mantar lekeleri ya da doygun haldeki odunun demir ya da çelikle temasından dolayı kaplamada lekeler oluşmaktadır. Mavi renklenme oluşumu, uygun depolama koşulları

olmadığında birçok ağaç türünün diri odununda oluşan en yaygın olarak görülen mantar lekesidir. Bunu kontrol etmenin en iyi yolu, tomrukları yağmurlama sisteminden geçirmektir. Sulama ya da su püskürtme yapılamazsa tomrukları uçlarının kimyasallarla korunması da yararlı olmaktadır [10].

Oksidasyon lekesi ise tomruklar yazın depolandıklarında tomrukların enine kesitlerinde arız olan sarı ya da sarımsı kahverengi lekelerdir. Mantar lekesinde olduğu gibi sudan ya da su püskürtmesinden tomrukları geçirip depolayarak bu sorunu önlemek mümkün olmaktadır. Bu renk değişiminde etkili olan faktörler; enzimler, nem miktarı, sıcaklık ve de havadır [10].

Bu sorunu kontrol altına almanın en iyi yolu kesim sonrasında kaplamayı bekletmeden kurutmaktır. Böylece, oksidasyon oluşmadan önce yüzey buharlanır. Üretilen kaplamayı kurutmadan, bir haftadan fazla saklamak, hassas ağaç türlerinde leke oluşumuna neden olur [80].

Başka bir kontrol yöntemi de, odunda bulunan enzimlerin faaliyetini durdurmak için tomrukları 70 °C sıcaklıktaki suda 48 saat süreyle bekletmektir. Kaplamayı kesilir kesilmez kaynar suya sokmak leke oluşumunu önlemektedir.

Taze kesilmiş kaplamalar, demir ya da çelikle temas halinde olduğunda mavi-siyah lekeler oluşmaktadır. Temas süresi ve odunun sıcaklığı leke oluşumunu arttırmaktadır. Özellikle tanen miktarı yüksek olan meşe gibi ağaç türlerinde bu sorun daha yaygın görülmektedir. Bu tür bir leke oluşumu, inşaat kontrplağı gibi kullanımlarda önem taşımaz ama dekoratif yüzey kaplamada kabul edilemez bir sorun olmaktadır [10].

1.6.9.2. Kaplama Kalınlığın Kontrolü

Homojen kalınlıkta levhalar üretmek için ve kontrplaktaki kaliteli bir yapışma direnci açısından kaplama kalınlığının homojenliği aranan özelliklerden biridir. Kaplama kalınlığı, düzenli olarak kontrol edilmelidir. Üretim sırasında operatörler el mikrometreleri kullanmaktadır. Her bıçak değişiminde ve her üretim sonrası kaplama kalınlığı kontrol edilmektedir.

Bazı araştırmacılar [72] rutubeti fazla olan odunun kuru odundan daha ince kaplama üretimi gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Aynı soyma makinesi ayarlarıyla kaplama üretiminde duglas göknarı diri odun kaplamasının öz odun kaplamasından daha ince olması örnek olarak gösterilebilmektedir.

Güney çamları diri odunu gibi rutubeti yüksek olan ağaçlar yüksek hızlarda kesildiğinde kaplama kalınlığı beklenenden daha ince olur [82]. Daha düşük kesim hızı ve basınç latası ayarıyla daha iyi bir kalınlık kontrolü yapılması sağlanmalıdır.

1.6.9.3. Kaplamanın Yüzey Pürüzlülüğünün Kontrolü

Kaplama yüzey pürüzlülüğü, arzu edilmeyen bir sorundur. Yüzeyi pürüzlü kaplamalar yapışma sorunlarına neden olur.

Kaplama yüzeylerinin pürüzlülük oranlarının ölçümünde değişik yöntemler kullanılmaktadır. Peters ve Mergen [74] iğne taramalı yöntemi, soyma kaplama üretim sonrasında elde edilen kaplamaların yüzey pürüzlülük oranını ölçmek amacıyla geliştirmişlerdir. Northcott ve Walser [76], dial bir mikrometre yardımıyla oluşan yüzey ondüleliği ölçümleri sonucunda ortaya çıkan kaplama pürüzlülük ölçeği oluşturmuşlardır [85]. Başka bir çalışmada da, ladin örnekler üzerinde iğne taramalı ve lazer taramalı yöntemlerle yapılan pürüzlülük ölçümlerinde, bazen lazer ile iğne tarama yönteminde tespit edilemeyen yüksek bazı yüzey özelliklerinin de taranabildiği ifade edilmiştir [75, 138].

Lazerin genişletilmiş ölçüm kabiliyeti sayesinde, izole edilmiş bazı pikleri bile tespit edebildiği; Schadoffsky (2000) tarafından da belirtilmiştir [138]. Dokunmalı bir alet olarak iğne taramalı pürüzlülük ölçüm cihazı, bu özellikleri ölçmek yerine ihmal edebilmektedir. Sonuçta, iğne taramalı yöntem ile odun yüzeyindeki düzensizlikler lazer tarama yöntemine göre daha ayrıntılı olarak tespit edilebilmekte, ancak iğne tarama yönteminde ihmal edilebilen bazı pikler lazer tarama ile daha net ortaya konulabilmektedir [75, 138].

Odunun anatomik yapısı [78] ve yumuşak ağaçların büyüme oranları [79], soyma kaplamaların yüzey pürüzlülük oranlarını etkilemektedir. Kesim işlemi; lif düzensizliği, yıllık halkalar ve lifler yönünde yapıldığında kaplamanın gergin kısmında dalgalar oluşur. Yıllık halka etkisiyle oluşan yüzey ondüleliği, özellikle hızlı büyüyen ve küçük çaplı yumuşak ağaçlardan soyma kaplama üretiminde görülmektedir.

Odun yüzeyleri sahip oldukları anatomik yapıdan kaynaklanan porlar ve hücre boşlukları nedeniyle; her ne kadar zımparalama, planyalama, frezeleme vb. işlemlere tabi tutulmuş olsa düzgün değildir. İşlenmiş bir ağaç malzeme yüzeyi büyüteç altında incelendiğinde; yüzeydeki parçalanmış lif ve diğer odun elemanları, adeta dağlar arasında vadiler oluşmuş gibi bir görüntü ortaya çıkarmaktadır [139]. Ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğünü etkileyen pek çok faktör mevcuttur [75].

Genel olarak yumuşak odunların yüzeyleri sert odunlarınkine göre daha pürüzlüdür. Yıllık halka içerisindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı yüzey pürüzlüğü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Odundaki doğal büyüme karakteristiklerinden sayılan budaklar, lif kıvrıklıkları da pürüzlülüğü artırıcı yönde etki etmektedir [140].

Kontrplak üretiminde kullanılan kaplama levhalarının üretim yöntemi, yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkilidir. Kesme ve soyma kaplamaların yüzey pürüzlülükleri arasında önemli farklılıklar vardır. Ayrıca yıllık halka genişliğı, kaplama üretiminde kullanılan odunun özgül ağırlığı, hammadde depolama koşulları ve kaplama üretimi için ön hazırlık işlemleri de yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olmaktadır. Kaplama levhalarında geniş yıllık halkalar daha yüksek bir yüzey kalitesi sağlamaktadır [75].

1.6.9.4. Kaplamadaki Çatlakların ya da Kırıkların Kontrolü

Soyma kaplama üretimi esnasında; kaplamanın bıçak tarafında ya da basınç latası tarafında kırıklar oluşabilir. Bıçak tarafında gevşek yüzde oluşan küçük çatlaklar yaygın olarak görülmektedir [71].

1.6.10. Kaplamaların Kurutulması

Soyma ve kesme makinelerinden çıkan yaş kaplamalar hemen kurutulmazlarsa mantarların etkisiyle ve kimyasal reaksiyonlar sonucu istenmeyen renk değışimleri meydana gelebilir. Kaplama kurutma makinelerindeki ısıtma buhar, sıcak su, yağ ve elektrikle olur. En iyi ısıtma sistemi sıcak su ve buharla endirekt olarak uygulanandır [10].

Tabakalı ağaç malzeme üretiminde tutkallama sonucu yeterli yapışma direnci sağlayabilmeleri için, tutkal türüne göre, belli bir rutubete kadar (%4-12) kurutulmaları gerekir. Geliştirilmiş kurutma makinelerinde suni olarak kısa süreler içinde kaplamalar kurutulurlar. Kesme kaplamalar için genellikle % 8-12, kontrplak üretiminde kullanılacak soyma kaplamalar için ise yapıştırıcı cinsine göre % 4-8 rutubete kadar kurutulma yapılmalıdır [10].

1.6.10.1. Kaplama Özelliklerinin Kuruma Üzerine Etkisi

Kalın kaplamalar ince kaplamalardan çok daha yavaş kurur. Ayrıca kalın kaplamalarda kalınlık farklılığı (tolerans) daha fazla olup, bu tür kaplamaların kalın kısımları ince kısımlarına göre daha uzun sürede kuruyacak ve sonuç rutubeti üniform olmayacaktır. Bu nedenle kaplama kurutmada homojen kalınlık çok önemlidir [10].

Bir diğer faktör, kaplama yüzeyindeki liflerin yönüdür. Lif uçlarının bulunduğu enine kesitler, yüzeylere göre daha hızlı kururlar. Buna göre düzensiz lifli ve karışık desenli kaplamalarda bölgesel olarak bir kısım liflerin enine kesitleri (lif uçları) kaplama yüzeyine paraleldir. Bunun gibi bölgelerde, kuruma, liflerin paralel olduğu yüzey kısımlarına göre daha hızlıdır. Bu kaplamalarda farklı gerilimlere neden olarak ondülelilik oluşumu görülebilir. Teğet ve radyal yüzeyler arasındaki kuruma oranı farkı küçüktür fakat fark edilebilir. Öz ışınlarına paralel kesilmiş kaplamalar, aynı kalınlıktaki soyma kaplamalara göre biraz daha uzun sürede kurur. Düz kesme kaplamalarda yıllık halkaların birbirine paralel olan kenar kısımları, yıllık halkaların parabol çeklinde görüldüğü orta kısımlarına göre daha yavaş kurumaktadır [10].

Kaplamalardaki rutubet miktarı doğal olarak toplam kurutma süresini etkilemektedir. Dip kütüklerinden elde edilen kaplamalar, ağacın taç kısmına yakın tomruklardan elde edilen kaplamalara göre daha fazla rutubete sahiptir. Hacim-yoğunluk değeri yüksek olan odun, düşük olandan daha yavaş ısınır ve daha fazla enerji harcanır. Diri odun ve öz odun bazı ağaç türü kaplamalarının kurutulması için etkili bir faktör olabilirken bazıları için değildir. Bu husus diri ve öz odunun permeabilitelerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan enjektörlü kurutucuların da kurutma süresi üzerine, kaplamanın diri odundan veya öz odundan elde edilmesinin etkisinin olmadığı ifade edilmektedir. Ağaç türünün de etkisi önemlidir. Kaplama kurutmanın, kaplama levhaya olan ısı transferi miktarıyla önemli ölçüde denetlenebileceği ve bu denetleme faktörünün kaplama kalınlığının ve aynı zamanda bir dereceye kadar ağaç türünün bir fonksiyonu olduğu belirtilmektedir. Reaksiyon odunu, aynı türden normal oduna göre, lif yönünde daha çok daralmaktadır. Bunun sonucu da kaplama levhada, basınç veya çekme odunu ihtiva eden kısımlar, kuruma sırasında bükülme eğilimindedir [10].

1.6.10.2. Soyma Kaplamaların Kurutulması

Yaş boyutlandırma sistemine göre çalışan fabrikalarda, boyutlandırılmış levhalar bir istif arabası üzerine yığılarak kurutma makinesinin önüne taşınmaktadır. Bir veya iki kişi tarafından alınarak kurutma makinelerine verilmektedir. Silindir transportörlü makinelerde levhalar, lifleri silindir eksenlerine dik gelecek şekilde yani boyuna olarak verilmektedir. Kusursuz bir kurutma için kaplamaların uygun şekilde makineye verilmesi çok önemlidir. Silindir transportörlü kurutma makinelerinde levhaların ileri doğru hareket edebilmesi için, kurutma makinesi boyuna yönünde silindir çiftleri arasındaki mesafe ve buna bağlı olarak kaplama levhası uzunluğu önemlidir. Esas olarak 1 mm'den daha kalın levhalar silindirli kurutma makinelerinde kurutulmaktadır. Fakat uygun koşullar altında 0.8-0.9 mm kalınlıktaki kaplama levhalarının da kurutulması mümkündür. Daha ince levhalar ise kesme kaplama levhaları gibi bantlı kurutma makinelerinde kurutulmaktadır. Bantlı kurutma makinelerinde, soyma kaplama levhaları lif yönü bant hareket yönüne dik veya paralel istenildiği gibi verilmektedir [80].

1.6.10.2.1. Kuru Boyutlandırma Metodunun Faydaları (Sonsuz Kurutma)

Soyma kaplama levhalarının kurutulmasında sonsuz kurutmanın uygulanmasıyla daha yüksek kalite ve daha yüksek randıman elde edilmekte, hammadde ve iş gücü tasarrufu sağlanmaktadır. Kurutma makinesinden daha iyi faydalanılmakta ve böylece daha yüksek verimle çalıştırılması mümkün bulunmaktadır.

1. Kaplama levhalarının kurutulmasında kusur olarak görülen çatlak, renk değişimi, ondülelik gibi oluşumlar kurutmadan sonra ortaya çıkmaktadır. Sonsuz kurutmada kuru boyutlandırma metodu uygulandığı için kaliteyi düşüren bu kusurlar boyutlandırma sırasında kesilip alınabilmekte ve böylece yaş boyutlandırma metoduna göre daha yüksek kaliteli ürün elde edilebilmektedir.

2. Yaş boyutlandırma metodunun uygulanmasında, kurutma işleminde liflere dik yöndeki daralmalar dikkate alınarak genişlik itibarı ile bir kurutma payı bırakılmaktadır. Bu pay, kurutmadan sonra yeterli genişliklerin elde edilmemesi endişesi ile daima gereğinden fazla bırakılmakta ve bu da materyal kaybına sebep olmaktadır.

Yaş haldeyken kesilen bir levhanın kenarı düzgün olmasına rağmen kuruduktan sonra ağaç türü ve anatomik yapısına (büyüme biçimi) göre eğri veya ondüleli bir durum

alabilmektedir. İlk düzgün durumundan sapma nedeniyle genişliğine olan eklemelerde açıklıklar ortaya çıkmaktadır. Bu sakıncayı gidermek için ekleme işleminden önce kenarları yeniden düzeltilmekte ve bu şekilde de materyal kaybı olmaktadır. Kenarın durumuna göre 15-25 mm'lik bir kayıp alışılmış ortalama bir değerdir. Kuru boyutlandırma metodunda bu açıklanan sakıncalar ve materyal kaybı söz konusu değildir. Aynı hammaddeden daha fazla ürün elde edilmekte ve hammadde tasarrufu sağlanmaktadır. Randıman; ağaç türü ve işletmenin şekline göre yaklaşık %5-7 kadar yükselmektedir.

3. Sonsuz kurutmada, kaplama levhalarının kurutma makinelerine verilip alınmasında daha az iş gücüne ihtiyaç vardır.

4. Kaplama levhalarının sonsuz bant halinde kurutulmasından transport bandının kullanılabilir alanı tam olarak örtülmektedir. Buna karşın genişliklere kesildikten sonra parça halinde ne kadar özen gösterilirse gösterilsin levhalar arasında boşluklar kalmakta ve taşıma bandının kullanılabilir alanı ender durumlar dışında tam olarak örtülememektedir. Böylece sonsuz kurutmada kurutma makinesinden daha iyi yararlanılmakta ve daha yüksek verim elde edilmektedir [80].

1.6.10.2.2. Kurutulmuş Kaplamaların Özellikleri

Kurutulmuş kaplamalar aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

- a) Rutubet dağılımı homojen olmalı
- b) Potlaşma ve oluklaşma olmamalı
- c) Çatlama oluşmamalı
- d) Tutkallama için iyi kondüsyonlanmış olmalı
- e) Cazip bir renge sahip olmalı
- f) Daralma miktarı minimum olmalı
- g) Hücre çökmesi (kollaps) ve bal peteği oluşumu olmamalı
- h) Yüzeysel sertleşme minimum olmalı [10, 81].

1.6.10.3. Kaplama Kurutma Fiziği

Kaplama levhalarının kurutulması kereste kurutulmasından daha kolaydır. Fiziği ve yöntemi farklıdır. Bunun nedeni, üretim sırasında odunun strüktürü gevşemiş ve difüzyon direncinin azalmış olmasıdır.

Keylwerth'e göre konveksiyon metoduyla kaplama kurutmasında 3 safha vardır:

1. Isıtma safhası: Bu safha çığ noktasına kadar devam eder. Bu noktanın altında su buharı soğuk levha yüzeyinde kondense olur ve onu ısıtır.

2. Buharlaştırma safhası: Bu safhada serbest su buharlaşır ve devam ettiği sürece levhanın sıcaklığı sabit kalır, rutubeti ise hızla azalır.

3. Kurutma safhası: Serbest su bitince levhanın sıcaklığı hızla yükselir ve kurutma sıcaklığına ulaşmaya çalışır. Bu safhada kuruma hızı çok azdır [10].

1.6.10.4. Kaplama Kurutma Makineleri

Kaplama kurutma makineleri aşağıdaki özellikleri sağlaması gerekir:

-Kurutma süresi kısa olmalıdır.

-Küçük olmasına rağmen kapasitesi yüksek olmalıdır.

-Spesifik enerji ihtiyacı az olmalıdır.

-Çalışma ve ayarları otomatik olmalıdır.

-Kurutma, levhanın her tarafında aynı olmalıdır.

-Çatlama ve deformasyon gibi kurutma hataları az olmalıdır.

-Bakımı kolay, arıza riski az olmalıdır.

-Makine dışına toz ve gaz emisyonu en az olmalı, çalışanlar için emniyetli olmalıdır [10].

Kanal şeklinde olan bu makineler ısı kaybına karşı izole edilmişlerdir. Levhaların hareketini tel örgü bantları veya silindirler sağlar. Isıtma buhar, sıcak su, yağ ve elektrikle olur.

Direk yanık gaz ile ısıtmada hem yangın tehlikesi vardır, hem de levhalar kirlenir. En iyisi sıcak su ve buharla endirekt olarak ısıtmadır. Bunun için kurutma makinesinin uygun yerlerine yerleştirilmiş serpantin sıcak su ve buhar borularının arasından hava, vantilatörlerle püskürtülür [81].

Hava sirkülasyonuna göre yatay ve düşey havalandırma makineleri olarak gruplandırılırlar. Yatay havalandırmada hava sirkülasyonu kaplama levhası yüzeylerine paraleldir. Yatay havalandırmada 2 sistem vardır. Bunlar hava hareket yönü boyuna eksenine yönünde olan boyuna havalandırma sistemi, hava hareket yönü makine uzunluk eksenine dik olan enine havalandırma sistemidir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan düşey havalandırma sisteminde (jet veya enjektörlü sistem), hava dolanımı esas olarak enine yönde gönderilerek, enjektör kutularına sevk edilmekte buradan da kaplama levhası yüzeylerine düşey olarak verilmektedir.

Kaplamaların kurutucu içerisindeki hareketi, silindir taşıyıcılığı, bantlı ve tamburlu sistemlerle sağlanmaktadır. Kesme kaplamalar veya ince yüz kaplamaları için bantlı olanları uygundur [10].

1.6.10.5. Kurutma Süresi

Kaplamaların kurutma süresi çok kısa olduğu için kurutma sırasında levhaların rutubetinin gidişi takip ve kontrol edilememektedir. Bu nedenle bunların kurutulmasında zaman esasına göre hazırlanmış kurutma programları daha uygundur. Bu programlar; ağaç türü, levha kalınlıkları ve başlangıç rutubetleri dikkate alınarak pratikte uygulanabilecek kurutma sıcaklıkları ile elde edilen kurutma sürelerini göstermektedir [10].

Kurutma süresi, kaplama levhalarının makinenin etkili kurutma kanalı içinde kalma süreleri veya bu kanaldan geçme süresidir. Bu taşıma bandının hızının ayarlanması ile sağlanmaktadır. Bu bakımdan kurutma programlarında taşıma bandı hareket hızının verilmesi gerekmektedir. Ancak, kurutma süresiyle bant hareket hızı arasındaki ilişki makinenin etkili alanının içinde kalan taşıma bandı uzunluğuna göre değişmektedir. Bu nedenle, kaplama levhaları için verilen genel kurutma programlarında yalnız sıcaklık ve bu sıcaklığın uygulanmasıyla elde edilen kurutma süreleri verilmektedir. Bu sürelerin uygulanmasında kurutma sürelerini sağlayan bant hareket hızı, makinenin etki alanı içerisinde kalan bant uzunluğunun kurutma süresine bölünmesiyle bulunmaktadır [80].

Kaplamaların rutubetlerini ölçmek için elektrikli rutubet ölçerler kullanılmaktadır. Kaplama rutubetini belirlemek için rutubet ölçerin yassı uçlu elektrotu kaplama yüzeyine temas ettirilmelidir. Kurutma makinelerine giren ve çıkan kaplamaların rutubetini otomatik olarak kontrol edebilen ölçü aletleri geliştirilmiştir. Soğutma bölmesinden sonra özellikle

sonsuz kurutma makinelerine monte edilen bir detektör sisteminin elektrotları devamlı olarak kaplama bandının yüzeyleriyle temas etmekte ve rutubetini kontrol etmektedir [10].

1.6.10.6. Kurutma Sonrası İşlemler

Kaplamalar kurutma fırınından çıkarıldığı andan itibaren kondüsyonlanmalı ve düz biçimde tutulmalıdır. Kondüsyonlanan kaplama bükülmeye karşı daha dirençlidir.

Kurutulmuş kaplamalar düzgün kalması için, baskı oluşturacak ağır levhalar altında kondüsyonlanmaktadır. Kesme kaplamalar ise düz sandıklar içinde sıkıca bağlanmalıdır.

Kurutma sonrası yapılan işlemler aşağıdaki gibidir [10]:

- Dış tabaka levhaların, dış tabakada ve ara tabakada kullanılacak levhaların ayrı ayrı istiflenmesi,
- Dış tabakada kullanılacak kaplamaların yüzey kalitesine göre ayrılması,
- Kurutma esnasında ve sonrasında meydana gelen çatlakların birleştirilerek kraft reçineli tutkal kâğıt yapıştırıcılarla yapıştırılması,
- Levhaların; kalınlıklarına, ebatlarına ayrıca amacına göre istiflenmesi gerekmektedir.

1.6.10.6.1. Kuru Kaplama Kalite Kontrolü

Çoğu kaplama arzulanan kullanım için verimli bir şekilde kurutulur. Fakat, kaplamanın kurutulması kolay olduğu için, zaman zaman olası sorunlar dikkate alınmaz.

Kurutma makinesinden çıktığında kaplamadaki homojen olmayan nem oranı, kaplama levhalarındaki bükülme, kaplamaların uç kısımlarında dalgalanma, çatlaklar, yapışması zor bir kaplama yüzeyi, yüzeyde yanma oluşumları, kollaps oluşumu (hücre çökmeleri), petekleşme ya da yüzey sertliği görülen kaplama, kuruma gerilimleri ve istenmeyen koku kaplama kurutulmasında çıkan bazı sorunlardır [10].

1.6.10.6.1.1. Bükülme Kontrolü

Kaplamadaki bükülme, odun içindeki gerilimler, kuruma gerilimlerine neden olan lif düzensizliği ve soyma makinesinin yanlış ayarlanması gibi nedenlerle oluşur. Kaplamanın

çekme gerilimleri dolayısıyla ayrışmasını engelleyen önlemler bükülme oranını azaltır. Kaplamadaki homojen rutubet dağılımı da bükülmeyi azaltır [82].

1.6.10.6.1.2. Çatlak Kontrolü

Mekanik kurutucularda kurutulan kaplamalarda meydana gelen çatlaklar kaplama kurutma kusurlarından birisidir. Kaplamanın soyma makinesinden çıktıktan hemen sonra sarılması ve hemen ardından çözülerek kurutucuya aktarılması gerekmektedir [10].

1.6.10.6.1.3. Kaplama Kurutma İşleminin Tutkallama ve Yapışmaya Etkisi

Kaplamaların yüksek sıcaklıkta kurutulması, kontrplakların fiziksel ve mekanik özelliklerini de etkilemektedir [84]. Endüstriyel açıdan değerlendirildiğinde kaplama kurutma işlemindeki en önemli kriter; en düşük toplam maliyet ile kurutma işlemi gerçekleştirmektir [85].

288 °C sıcaklıkta çalıştırılan yağ ateşlemeli kurutucularda kurutulan kaplamaların yapışma direncinin zayıf olduğu gözlenmiştir. Bu sorun, gaz ateşlemeli ve buharlı kurutucularda görülmemektedir. Sıcaklığın 208 °C'ye düşürülmesi yapışma direncinin artmasını sağlamıştır. Kurutma sonrası yüzey aktifliğinin azalması ve yüksek sıcaklıkta yapılan kurutma işlemi sırasında yüzeye taşınan toz partikülleri gibi kirleticiler, yapışma direncinin azalmasında etkin rol oynamaktadır. Bu sorunu gidermek için kurutmanın daha düşük sıcaklıklarda yapılması gerekmektedir [10].

Plakalı (platen) kurutucularda kurutma işleminde, kurutulacak ağaç kaplama levhası sıcak iki plaka arasına yerleştirilir. Bu kurutma yönteminin odunun ıslanabilme veya yapışma yeteneğine etkisi konusunda az sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir. Kadlec (1980), plaka sıcaklığının artışıyla birlikte douglas göknarı kaplamalarının ıslanabilme yeteneğinde genel olarak bir azalma meydana geldiğini belirtmiştir [87]. Bununla birlikte, bu eğilim çok güçlü değildir. Sıcak pres ile kurutmanın yüzey aktifliğinde azalmaya neden olma ihtimalini gösteren bazı çalışmalar da mevcut olmasına rağmen bu konuda çok net sonuçlar ortaya konulamamıştır [88].

1.6.10.6.1.4. Kurutma Fırını Yangınları ve Kaplama Yanıklarının Kontrolü

Yüksek kurutma sıcaklıkları kaplamamın kavrulmasına ve kurutma fırınlarında yangına neden olabilir. 93 °C ile 149 °C arasındaki sıcaklıklarda odundaki yabancı maddeler buharlaşır. 149 °C ile 204 °C arasındaki sıcaklıklarda kavrulma ve yanıcı gaz oluşumu gözlenir. Bu gazların çıkış hızı, odunun alev aldığı 316 °C ila 346 °C'ye kadar artış gösterir. Odun her ne kadar 346 °C'ye kadar alev almıyor olsa da, yüzeyin kömürleştiği durumlarda kömür gazları 232 °C sıcaklıkta alev alabilir. Neft yağı gibi bazı maddeler de bu sıcaklıkta alev alırlar. 204 °C ve altındaki sıcaklıklarda kurutulan kaplamalar zaman zaman alev alabilirler. Bu sorun, uçucu ekstraktif maddeler tarafından çıkan yanıcı gazların alev almasıyla oluşmaktadır [10].

Yüksek sıcaklıklarda kurutma periyodundan kaçınma ve düşük kurutma sıcaklıklarının denetimli kullanımı kurutma fırınlarındaki yangını ve kaplamaların kavrulmalarının engellenmesinde en etkili yöntemdir [10].

1. 6.10.6.1.5. Kollaps ve Dış Kabuklaşma Kontrolü

Meşe öz odununun çökmesi kurutmanın ilk aşamalarında gözlenir. 177 °C'de kurutulan meşe kaplamalarında 66 °C'de kurutulan kaplamalara göre daha fazla delinme gözlenmiştir. Bazı deney sonuçları 160 °C'de kurutulan meşe kaplamaların %20 oranında daraldığını göstermiştir. Bu tür kurutma sorunları düşük kurutma sıcaklıklarıyla yapılan kurutmaya ortadan kalkmaktadır. Kaplama yüzeyinin kabuklaşması, özellikle kaplamamın rutubet miktarının yüksek olduğu durumlarda ve yüksek sıcaklık değerleri uygulanarak ortadan kalkmaktadır [10].

1.6.10.6.1.6. Daralma Kontrolü

Düzgün lifli kaplamaların radyal yöndeki daralma miktarı, sıcaklık artışıyla birlikte azalma göstermektedir. Kavak ağacıyla yapılan bir çalışmada 3.2 mm'lik soyma kaplamalar; 66 °C'de kurutulduğunda %6; 121 °C'de kurutulduğunda %5.5, ve 177 °C'de kurutulduğunda %4.5 daralmıştır. Kurutma sıcaklığı arttıkça daralma miktarı azalmaktadır [10].

1.6.10.6.1.7. Renk Kontrolü

Kaplama yüzeyinin rengi kaplamanın kurutmadan önce bekleme süresine bağlı olarak değişmektedir. Kaplamalar, kurutma öncesi muhafaza edilirken oksitlenme ve rengin koyulaşması gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Akçaağaç diri odununda olduğu gibi açık rengin arandığı durumlarda, kaplamalar kesimden mümkün olan en kısa zamanda kurutulmalıdır. Diri ve öz odun renkleri kurutma öncesi bekleme süresince değişim göstermektedir. Kurutma öncesi bazı ağaç türlerinden elde edilen kaplamalar; istenen renk elde edildiğinde, kurutma işlemine sevk edilmektedir [10].

1. 6.10.7. Kaplama Kenarlarının Düzeltilmesi ve Eklenmesi

Kurutulan soyma kaplamaların kenarları kaplama makaslarında düzeltilir ve üretime hazır duruma getirilir. Kaplama bandının hatalı yerleri kesilip uzaklaştırıldığında değişik genişlikte levhalar oluşmaktadır. Bu levhalar yan yana eklenerek uygun boyutlara getirilir [10].

1. 6.10.8. Çap Büyüklüğüne Göre Elde Edilen Kaplama Miktarı

Woodfin [89], duglas göknarı üzerinde yaptığı araştırmalarda kayıp miktarları: kırıntı %2, kenar artıkları % 5.5, uçtaki kayıplar %22, düşük kaliteli kaplama miktarı %6, çekirdek %9.5 ve kaplama daralması %3 olarak gözlemlemiştir. Sonuç olarak, ürün miktarı m³ cinsinden ilk hacmin %52'sini karşılamaktadır. Bu oran, endüstri ağaçlarında elde edilen verilerle paraleldir. Knudson [90]'ın yaptığı bir çalışmada ise tüm üretim şartları en iyi şekilde ayarlandığında; duglas göknarı tomruğundan elde edilen kaplamalardan %87'lik bir verim alındığını gözlemlemiştir.

1.6.11. Tutkallama

Kontrplak endüstrisinde yapıştırıcı olarak sentetik tutkallar kullanılır. Bu tutkallardan üre ve fenol formaldehit en çok kullanılan türlerdir. Tutkal sürme makinelerinin esas görevi

yapıştırıcının, tutkallanacak yüzeye yeknesak bir şekilde sürülmesi ve yayılmasını sağlamaktır [10, 46].

Endüstriyel uygulamalarda tutkallama, silindirlerle sürme, püskürtme ve dökme sistemleriyle sağlanmaktadır. Bunlardan da en çok kullanılan silindri tutkal sürme makineleridir. Silindri makineler iki ve dört silindri iki gruba ayrılırlar [10, 46].

İki silindri makineler kauçuk kaplı merdanelerle tutkalı kaplama veya diğer iş makinelerinin iki yüzüne birden sürerler. Silindirlerle taşınan tutkal miktarının dozaj ayarı alt ve üst silindirlerin hemen yanına monte edilmiş bir dozaj latasıyla sağlanır.

Dört silindri makinelerde ise; dozaj lataları yerine dozaj silindirleri kullanılır. Dozajlama ve sürme silindirleri arasında kalan boşluk tutkal içi depo görevi görür. Dozajlama ve sürme silindirlerinin birlikte dönmesi ikisi arasında bulunan tutkalın karıştırılmasına yardımcı olur. İki silindri makinelere göre sürülen tutkal daha homojen dağılır. Bu nedenle iki silindri makinelere göre daha yüksek çalışma kapasitelerine ulaşabilmektedirler. Tutkallama işleminden sonra makinelerin bakım ve temizliğinin yapılması gerekir [10].

1.6.12. Kontrplak Taslağının Hazırlanması

Tutkallama makinesinden çıkan kaplama levhaları lifleri birbirine dik gelecek şekilde üretilen tabaka sayısına göre tek sayıda olmak üzere üst üste yerleştirilirler. Bu işlem otomatik veya manüel yapılır [10].

Taslak hazırlarken öncelikle alt yüz kaplaması masanın üzerine serilir. Bunun üzerine tutkallanmış levha, lifleri yüz kaplamasına dik gelecek şekilde yerleştirilerek üretilen kontrplağın kalınlığına göre bir tutkallı bir tutkalsız olmak üzere katlar sıralanır. İstenilen kalınlık elde edilince üzerine üst yüz kaplaması yerleştirilir ve kontrplak taslağı tamamlanmış olur [10].

1.6.13. Levhaların Preslenmesi

Levhaların preslenmesindeki amaç; üst üste dizilmiş olan levhaların yüzeylerinin tam olarak temas etmesini sağlamaktır. Presleme ön pres ve sıcak pres olmak üzere iki aşamada

yapılmaktadır. Tek katlı ve çok katlı presler bulunmakta, ancak kontrplak üretimi için çok katlı presler tercih edilmektedir.

Ön presleme ile tutkal odun bağı kuvvetlenir, verimlilik artırılır ve kusurlar azaltılır. Ön pres basıncı sıcak pres basıncından % 20-30 oranında daha az olmalıdır, süresi ülkemizde 5-15 dk. olarak uygulanmaktadır.

Sıcak presleme ile tam olarak yapışma sağlanır. Sıcak preslerde ısı, elektrik, yüksek frekans, buhar ve yağ ile sağlanmaktadır. Pres basıncı, ağaç türüne, özgül ağırlığına, elastikiyet ve sertliğine üst yüzeylerin özelliğine ve iç tabakanın yapısına bağlıdır. Genellikle yumuşak ağaçlar için 8-12 kg/cm², sert ağaçlar için ise 12-18 kg/cm² olarak uygulanmaktadır. Pres sıcaklığı ise, tutkalın cinsine ve karışımı oluşturan diğer ilave maddelerin tür ve miktarına göre değişim göstermektedir. Üre formaldehit için 90-120 °C sıcaklıkta sertleşme gerçekleşir. Pres süresi, tutkalın presteki sertleşme süresi ve uygulanan sıcaklığın orta tabakaya ulaşma zamanının toplamı kadardır. Pratikte her 1 mm levha kalınlığı için 1 dk pres süresi yeterli görülmektedir [10].

1.6.14. Levhaların Boyutlandırılması

Kontrplak sıcak presleme işleminden sonra üst üste koyularak sıcak olarak bir müddet bekletilir. Daha sonra kontrplaklar kenarlarının alınması için yan alma makinelerine verilirler. Genellikle levhaların kenarları 3-6 cm genişliğinde kesilirler.

Yan alma işleminde genellikle daire testere ve freze bıçaklı makineler kullanılır. Kullanılan daire testere sert metal uçlu olmalıdır. Freze bıçaklarıyla yapılan kesimlerde kenarlar daha düzgün çıkmaktadır [10].

1.6.15. Zımparalama

Kontrplak endüstrisinde malzemenin yüzeyi zımpara veya sabit bıçaklı rende makineleriyle düzeltilir. Amaç yüzey düzgünlüğünü sağlayacak şekilde yüzeyden belli kalınlığın zımparalama ile uzaklaştırılmasıdır [10]. Bant zımpara makineleri ve silindirik zımpara makineleri gibi zımpara makineleri kullanılmaktadır:

1.6.16. Tasnif ve İstifleme

Üretimi tamamlanmış kontrplaklar ağaç türüne, kullanılan tutkala ve kalitesine göre standardize edilerek kapalı hangarlarda dış hava koşullarından etkilenmeyecek şekilde depolanmalıdır. Zemin düz ve kuru olmalı, istifler arasındaki latalar aynı kalınlık ve genişlikte olmalıdır. Ayrıca kontrplaklar güneş ışığından da korunmalıdır [10].

1.7. Kaplamalardan Üretilmiş Lamine Kereste (Laminated Veneer Lumber)

2-5 mm kalınlıklardaki soyma kaplamaların lif yönleri yine birbirine paralel olacak şekilde, uygun bir tutkalla basınç altında yapıştırılmasıyla üretilen ve genelde bina yapımında kullanılan, ancak mobilya ve dekorasyonda kullanılanlara göre daha kalın ve büyük boyutlu olan bir başka yapı malzemesi ise Kaplamalardan Üretilmiş Lamine Kereste (Laminated Veneer Lumber), kısaca LVL'dir [91]. Bu malzeme piyasada lamine ahşap kaplama ya da micro-lam isimleriyle tanınmaktadır. ABD, Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda, Finlandiya, İsveç, Japonya ve Endonezya'da daha fazla olmak üzere birçok ülkede üretimi yapılmaktadır. Türkiye'de bazı kontrplak fabrikalarında bükme mobilya üretiminde kullanılmak üzere az miktarda üretilmektedir [93]. Kuzey Amerika'da 1998 yılında 1997'ye göre %25 bir artışla üretim miktarı 1.3 milyon m³'e ulaşmıştır. Avrupa'daki üretim miktarı 2002 yılında yaklaşık 100.000 m³ kadar olmuştur. Avrupa'daki en önemli fabrikalarından biri Finlandiya'da diğeri İsveç'te bulunmaktadır. 2002 yılı itibarıyla Finlandiya'da inşa çalışmaları devam eden fabrikayla üretim miktarının artacağı tahmin edilmektedir. Bir tomruktan faydalanma oranı açısından değerlendirildiğinde; kereste için %40 iken, bu oran LVL'de %52 civarında olmaktadır [95].

LVL üretiminde her ne kadar lifler birbirine paralel olacak şekilde üretim yapılırsa da, Finlandiya'daki LVL fabrikasında bazı son kullanımlar için yaklaşık %20'lik kısmı diğer kaplamalara LVL üretilirken dik olarak yerleştirilir. Ancak kaplamaların paralel şekilde düzenlenmesi daha yaygındır. Kaplama kalınlıkları 2.5 mm ile 6.4 mm arasında değişmektedir. Ancak genelde 3.0-3.2 mm kalınlıklar kullanılmaktadır. LVL levha kalınlıkları ise normalde 19-45 mm arasında olup, istendiğinde 89 mm kalınlığa kadar üretilmektedir. LVL, 1800 mm genişliğe kadar üretilmektedir. Yeni kurulan Finlandiya'daki fabrikada ise üretilen LVL genişlikleri 2500 mm'ye kadar artacaktır. Uzunlukları ise 24 m'ye kadar olabilmektedir [93]. Tabakalı ağaç malzemelerden kontrplak

ve kontrtabla Türkiye’de yaklaşık 70-80 yıldır üretilirken, LVL ve Glulam ülkemiz için çok yeni ürünlerdir [91].

1.7.1. Laminasyon Sisteminin Faydalı ve Sakıncalı Yönleri

Faydaları:

1. Masif ağaç malzemeden üretilen yapı malzemelerinin boyutları sınırlıdır. Oysa laminasyon sistemi ile daha büyük boyutlu ürünler elde etmek mümkündür.

2. Gerek mimaride gerekse iç dekorasyonda istenilen stilde ve sınırsız formlarda çalışma imkanı sağlanmaktadır.

3. Yapısal elemanların tasarımında, yüke bağlı olarak kesit alanında farklılık yapmak mümkündür. Örneğin kavisli elemanlarda yükün geldiği yerde (kritik kesitte) daha büyük boyut uygulanabilmektedir.

4. En ve boy birleştirme yöntemlerinin uygulanması ile çok küçük boyutlardaki (minimum 20 cm) ağaç malzemenin kullanımına imkan sağlandığından, zayıf oranı azalmaktadır. Ayrıca masif ağaç malzeme, bünyesindeki kusurlarından (budak, çatlak, kurt yeniği, lif kıvrıklığı, çürüklük, reaksiyon odunu, sulama v.b.) arındırılarak değerlendirilebilir.

5. Aynı ahşap lamine eleman üzerinde çeşitli katlarda farklı kalınlık ve renkte ağaç malzemenin kullanımına imkan sağladığından daha fazla estetik oluşum temin edilebilir.

6. Tabakalı ağaç malzeme aynı cins masif ağaç malzemeye göre daha az çalışmaktadır (şişme-daralma). Buna neden olarak laminasyonda ağaç malzemenin katları arasında kullanılan tutkalın su itici özelliği gösterilebilir. Bunun sonucu tabakalı ağaç malzeme, aynı cins masif ağaç malzemeye nazaran boyutsal bakımdan daha stabildir.

7. Geniş ve tek açıklıklı yapılarda kubbe, piramit, tonoz vb. geometrik strüktür oluşturulmasına imkan sağlamaktadır.

8. Kolon, kiriş, kemer ve makas gibi parçalar üretilmekte, birleşmeleri için gerekli tüm detaylar ve metal aksesuarlar fabrikada tamamlanabilmektedir.

Sakıncaları:

1. Ahşabın tutkallanmaya hazırlanması ve tutkallanması, son ürün üzerinde ek bir işçilik maliyeti getirmektedir. Fakat aynı boyutlardaki yekpare bir ağaç malzemeye göre bu kabul edilebilir bir durumdur.

2. Tabakalı ağaç malzemenin direnci, en-boy birleştirmede ve yapıştırımda kullanılan tutkalın kalitesine de bağlıdır. Yüksek dayanımlı tutkalların fiyatlarının fazla olması da ek bir maliyet getirmektedir.

3. Tabakalı ağaç malzeme üretimi için, fabrika binasının özel planda yapılması, özel ekipmanlar gerektirmesi ve kalifiye işçiyeye olan ihtiyacın fazla olması da dezavantaj olmaktadır.

4. Yüksek kaliteli tabakalı ağaç malzemelerin üretilmesi imalatın bütün aşamalarında yapılan işlemlerin özenle ve dikkatli bir şekilde yapılmasıyla mümkün olmaktadır.

5. Büyük boyutlu kavisli taşıyıcı elemanların nakliyesi sırasında büyük güçlüklerle karşılaşmaktadır.

6. Lamine edilecek ağaç malzemenin belirli sonuç rutubete kadar kurutulması gerektiğinden kurutma tesisi ve ek bir işçilik maliyeti gerektirmektedir [94].

1.7.2. LVL Üretim Teknolojisi

1.7.2.1. Ağaç Türü Seçimi

LVL'nin direnç değerleri büyük oranda katları oluşturan kaplamaların ve dolayısıyla bunların elde edildiği ağaç türü ve tomrukların özelliklerine bağlıdır. Çeşitli odun kusurları (lif kıvrıklığı, çatlak, budak, kurt yeniği, çürüklük v.b.) içeren tomruklardan elde edilen kaplamalardan üretilen LVL'nin direnç değerlerinde kusurun derecesine göre bir azalma olmaktadır. Bunu önlemek için direnç değerlerini önemli miktarda azaltıcı etki yapan kusurlardan arındırılmış kaplamaların kullanılması tavsiye edilmektedir [92].

LVL ve Glulam yapılarda taşıyıcı olarak kullanıldığı için yüksek mekanik direnç gereklidir. Bu bakımdan ağaç türünün direnç değerleri ve yapışma kabiliyeti büyük önem taşımaktadır. Ağaç türünde reçine ve ekstraktif madde oranının fazla olması tutkal bağını zayıflatıcı etki yapar. Bu da direnç azalmasına neden olur. Ayrıca ağaç türünün bükülebilme özelliği özellikle kavisli yapı elemanlarında aranan bir özelliktir. Yapraklı ağaçlar iğne yapraklılara göre daha iyi bükülebilme özelliğine sahiptir [92].

LVL üretiminde ağaç cinsi olarak Avrupa'da genellikle Ladin ve Gökmar, ABD'de ise Douglas gökmarı ve güney çamları (Southern pine) kullanılmaktadır. Ülkemizde; ladin, gökmar ve çam cinsleri kullanılmaktadır. Mobilya ve dekorasyon amaçlı küçük boyutlu lamine malzeme üretiminde genelde yapraklı ağaçlardan kayın ve huş değerlendirilmektedir [92].

LVL soyma kaplamalardan üretilir. Kuzey Amerika'da standart kontrplak kaplama ölçüleri ve LVL üreticileri kaplamaları kontrplak fabrikalarından satın alırlar. Avrupa'da kullanacakları kaplamaları fabrikalar üretmektedir. Amerika'da douglas ve güney çamı yaygın olarak kullanılmaktadır. Avrupa'daki fabrikalar ise Avrupa ladini (*Picea abies*) ve çamı tercih etmektedir. Bunların dışında; sitka ladini, sahil çamı, radiata çamı, veymut çamı, kauçuk odunu (*Hevea brasiliensis*), okalıptüs, kavak ve söğüt gösterilebilir. Türkiye'de ise mobilya üretiminde kullanılan LVL'ler genelde kayın odunundandır [93].

1.7.2.2. Kaplamaların Hazırlanması

LVL üretiminde kullanılan kaplamalar, uygun ağaç türlerinden seçilmiş tomruklardan soyma kaplama makinelerinde yaklaşık 2-4 mm kalınlıklarda elde edilirler. Kaplamalar elde edildikten sonra direnç azaltıcı kusurlu kısımlar kesilerek uzaklaştırılır ve boyutlandırılarak kurutma makinelerinde yaklaşık % 6-12 rutubete kadar kurutulur. Kurutulan kaplamalar üretilen malzemenin boyutları dikkate alınarak istenilen genişliklerde makaslarda kesilerek gerekirse uç uca veya yan yana ekleme işlemine hazırlanır. Kaplamaların hangi rutubete kadar kurutulacağı üretilen malzemenin kullanım yerine göre değişmektedir. Kaplamaların sahip olması tavsiye edilen rutubet miktarları: Her tarafı açık yapılar % 18 ± 6 , yalnız üstü kapalı yapılar % 15 ± 3 , kalorifersiz kapalı yapılar % 12 ± 3 , kaloriferli kapalı yapılar % 9 ± 3 değerlerinde olmaktadır [91].

İyi bir tutkal bağlantısı sağlayabilmek için kaplama yüzeylerinin düzgün ve temiz, tutkal tabakası kalınlığının da yeterli olması gerekmektedir. LVL üretilen kaplama yüzeylerinin düzgünlüğü soyma makinesindeki ayarlar ile kaplamanın elde edildiği tomruğun özelliklerine bağlıdır. LVL üretiminde kullanılan kaplamalar gerekirse alın altına ya da bindirme suretiyle uç uca eklenebilir [91].

1.7.2.3. Tutkallama

Üretilen malzemenin kullanım yerine uygun yapıştırıcı seçilmelidir. Üretimde; fenol-formaldehit (FF), melamin-üre formaldehit (MÜF), fenol-rezorsin formaldehit (FRF) gibi yapıştırıcılar yanında PVA, poliüretan, ve epoksi türü yapıştırıcılar da kullanılmaktadır.

Kullanılacak tutkal türüne göre presleme şartları değişir. Kullanılacak yapıştırıcı şu özelliklere sahip olmalıdır [97].

1. Tutkalla yapıştırılmış malzeme çeşitli dış etkilerin uzun süreli tesirinden sonra da direncini kaybetmemelidir.

2. Tutkal tabakası direnci yapıştırılmış odunun direncinden daha büyük olmalıdır.

3. Tutkal yapıştırılan malzeme dış hava şartlarına, kimyasal maddelere, mantar ve küflere karşı dayanıklı olmalıdır.

4. Tutkalın hazırlanması kolay ve basit olmalıdır.

5. Tutkalın kullanma süresi oldukça uzun olmalıdır.

6. Tutkal ağaç malzeme üzerine ince bir tabaka halinde el aletleri ve makinelerle kolayca sürülebilmelidir.

7. Sürülme esnasında tutkal viskozitesinin düşük, fakat sertleşmesi esnasında ise yüksek olması gerekmektedir. Yani sürülen yüzeyin iç kısımlarına geçerek yapıştırma yüzeyindeki miktarı azalmamalıdır.

8. Tutkal miktarı ve tutkallama süresi kaliteyi etkilemeyecek şekilde az olmalıdır. Bu malzemenin maliyeti bakımından önemli bulunmaktadır.

9. Tutkal normal sıcaklıkta sertleşmeli, sertleşme sırasında ve daha sonra gerilmelere neden olabilen ölçü değişmelerine sebebiyet vermemelidir.

10. Tutkal ucuz olmalıdır.

11. Tutkalın depolama süresi uzun olmalıdır.

Sürülmeye hazır duruma getirilmiş tutkal küçük yüzeylere basit bir fırça ile, elle hareket ettirilebilen levha veya silindir ile sürülmekte, büyük yüzeylerin tutkallanmasında ise özel otomatik ayarlı püskürtme ve akıtma makineleri kullanılmaktadır. Seri üretimde otomatik ayarlı modern makinelerin kullanılması daha ekonomik olmaktadır. Tutkal karışımının kullanma süresi tutkal türüne bağlı bulunmaktadır. Bu süre tutkallama esnasında hakim olan sıcaklık ile azalmaktadır. Sıcaklığın 15 °C'nin altına düşmemesi gerekmektedir. Tutkalın sürülme şekli, tutkal tabakasının yeknesaklığı, tutkallanan yüzeyin özellikleri ve sürülme hızı göz önünde tutularak seçilmelidir. Tutkallamada tutkallanan yüzeyin tutma yeteneği, tutkalın malzeme içine nüfuzu, bir m² için tutkal sarfiyatı ve fiyat önemli rol oynamaktadır. Tutkal kullanımı g/m² olarak verilmektedir. Yüzeylerinden yapıştırılan kerestelerin her iki yüzünün de ayrı ayrı tutkallanması gerekmektedir. Basınç ile sıkıştırmadan sonra tutkal tabakası kenarından ince bir çizgi halinde tutkal sızmalıdır. Hiç sızıntı olmaması halinde eksik tutkal sürümü olabilir [97].

Tutkallama işlemi yapılacak yerin sıcaklığı 15-20 °C olmalı, 20 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tutkalın sürülme özelliğini kaybetmemesine dikkat edilmelidir. Tutkalın hazırlama aşamasında kirlenmemesi için tutkal hazırlama ünitesinin üretim hattından ayrı bir yerde olması tavsiye edilir [97].

1.7.2.4. Presleme

LVL üretiminde, tutkallanan ve uç uca eklenen kaplamalar lifleri birbirine paralel olacak şekilde ve üretilmek istenen malzemenin kalınlığına göre yeterli sayıda üst üste konulmak suretiyle taslak hazırlanır. Hazırlanan taslaklar düz veya form verilmiş preslere nakledilerek, kullanılan tutkala göre yalnız basınç ya da sıcaklık ve basınç altında preslenmek suretiyle yapıştırma işlemi sağlanır. Çoğunlukla sürekli presler kullanılır.

Yapıştırma için gerekli basınç miktarı 0.6-1.2 N/mm² arasında değişmektedir. Yeterli olmayan basınç tutkal tabakasının daha kalın olmasına sebebiyet vermektedir. Gereğinden fazla basınç ise tutkalın yan taraflardan dışarıya sızmasına veya odun içine nüfuzuna neden olmakta ve böylece de hatalı yapışmalara sebebiyet vermektedir. Presleme süresi soğukta sertleşen tutkallar için, tutkalın sertleşme süresi ve ortamın sıcaklığına bağlı olup, tutkal türüne göre 2-8 saat arasındadır. LVL üretiminde sıcakta sertleşen tutkallar için, buhar veya kızgın yağ ile ısıtılan preslerde presleme süresi üretilen malzemenin kalınlığına bağlı olarak 105-150 °C'de yaklaşık 5-20 dakikada gerçekleşebilmektedir. Sıcakta sertleşen tutkallar için yüksek frekansla ısıtılan preslerin kullanılması daha uygun olabilmektedir [91].

İşletme şartlarına göre LVL üretiminde hem sabit hem de fasılasız (sürekli) presler kullanılmaktadır. Kullanılan tutkal türü ve üretilen panel kalınlığına göre presleme şartları değişmektedir. LVL kalınlıkları kontrplak kalınlıklarından fazla olması nedeniyle pres süresini azaltmak için mikro dalga yöntemiyle ön ısıtma ya da yüksek frekanslı ısıtma işlemi uygulanabilir [93].

1.7.3. LVL'nin Uygulama Alanları

Uygulama alanları kıtalar ve ülkelere göre değişmektedir. LVL levhalar genelde yapısal yada yapısal olmayan konstrüksiyon amaçları ile kullanılmaktadır. Ancak Türkiye'de bu tür kullanım alanı şimdilik yaygın değildir. Kuzey Amerika'da en genel

uygulaması prefabrik I-kirişlerin kenar malzemesi olarak değerlendirilmesidir. Bir kısmı da bina konstrüksiyonlarında direk olarak kullanılmaktadır. Çok az kısmı da yapı iskelesi kalası ve değişik formlarda beton kalıbı olarak üretilmektedir [101].

Avrupa'da LVL'nin direk ve kiriş olarak kullanımı yaygındır. Finlandiya'da geniş I-kirişleri de üretilmektedir. Almanya'da çok büyük boyutlu mühendislik malzemeleri olarak yapılarda kullanılmaktadır. Ayrıca aynı ülkede onarım ve restorasyon çalışmalarında da değerlendirilmektedir. Orta Avrupa'da, özellikle İsviçre'de LVL çatıların kaplanması kullanılırken, Fransa'da ise kapı çerçevelerinde değerlendirilmektedir. ABD ve Avrupa'da bazı köprülerde LVL plakaları da kullanılmaktadır. Üretilen LVL az bir kısmı da mobilya endüstrisi ile kapı ve pencere çerçevelerinin üretiminde değerlendirilmektedir. Kamyon, gemi ve vagon döşemeleri içinde üretilmektedir [93].

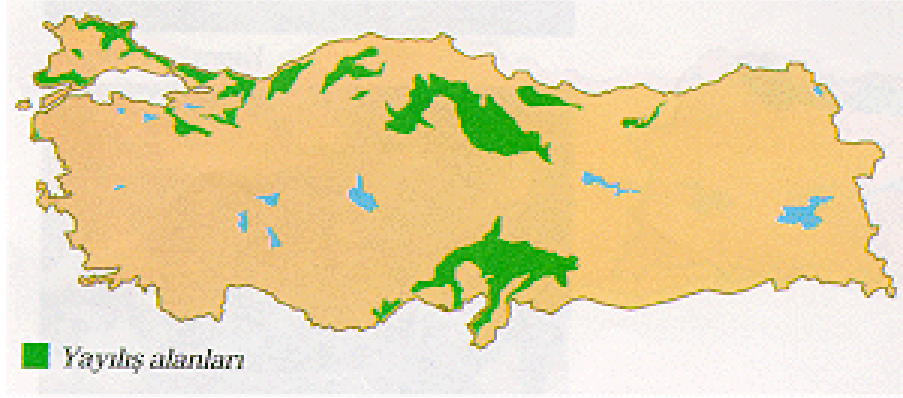
1.8. Doğu Karadeniz Göknaarı (*Abies nordmanniana*)

Doğu Karadeniz göknaarı (*Abies nordmanniana*), çamgiller (*Pinaceae*) familyasında Kafkasya'ya özgü bir göknaar türüdür.

1.8.1. Dağılımı

Doğal olarak Kafkasya ile Kuzeydoğu Anadolu'nun dağlık kesimlerinde yetişmektedir. Ancak, asıl geniş yayılışını Kafkasya'da yapmaktadır. Ülkemizde Yeşilirmak Vadisi ile Türkiye Gürcistan sınırı arasında kalan Doğu Karadeniz orman alanlarında yayılır.

Bu kesimlerde 800-1700 metre aralarında çoğunlukla *Fagus orientalis*, *Pinus sylvestris* gibi ağaç türleri ile karışık ormanlar oluşturur [98].



Şekil 4. Doğu Karadeniz Göknaarı'nın ülkemizdeki yayılış alanları

Doğu Karadeniz Göknaarı, doğu ladininin aksine, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yalnızca denize dönük ana yamaçta değil, içe bakan yamaçlarda da izlenmektedir. Örneğin, Kelkit Vadisi'nde, Koyulhisar-Şebinkarahisar aralarında, üst yükseltilerde sarıçamlarla karışık olarak bulunmaktadır. Aynı zamanda, bu göknar taksonu, saf ormanlar kuramadığı gibi, karışıklık oluşturduğu meşcerelerde de daima ikinci derecede kalmakta, hiçbir zaman egemen orman ağacı olarak bulunmamaktadır [98].

1.8.2. Göknaar Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri

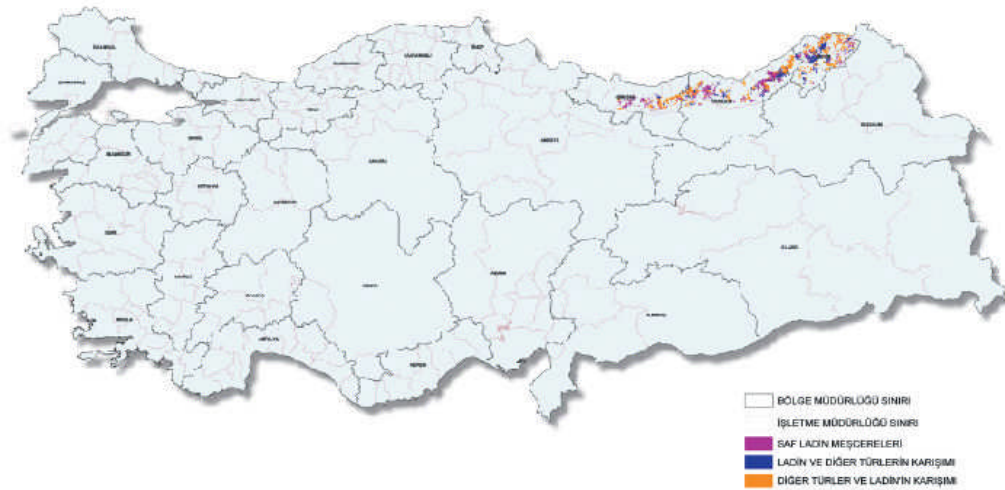
Yerli göknar ile Avrupa'da yetişen türü çok benzerdir. Dış odunu sarımsı beyaz, iç odunu sarımsı açık kahverengidir. Az çalışır ve az çeker. Kuruduğu zaman fazla kamburlaşmaz. Kolay yanılır. Budaklı türleri zor, diğerleri kolay işlenir. Kolay boyanır, zor verniklenir. Esnek bir ağaçtır. Reçineli ağaçlar kadar dayanıklı değildir. Böceklerle ve mikroorganizmalara karşı direnci çok iyi değildir. Ses ve ısı yalıtımı bakımından üstün özellikler taşır [99].

Ortalama özgül ağırlık değeri $0,408 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Özgül ağırlık sınır değerleri $0,290\text{-}0,730 \text{ g/cm}^3$ arasındadır. Yıllık halka genişledikçe başlangıçta özgül ağırlıkta artış görülür, sonra azalma görülmektedir. Olgun odun ve diri odun arasında belirgin bir özgül ağırlık farkı yoktur. Göknaar odunu gövdesinde, yukarı doğru çıkıldıkça özgül ağırlık düşer fakat daha yükseklere çıkıldıkça bir miktar artar. Özden çevreye doğru gidildikçe özgül ağırlık artış göstermektedir. Yarılma direnci olarak çok kolay yarılan odun grubuna girmektedir. Sertlik değeri olarak, yumuşak odun grubuna girmektedir [120].

1.9. Doğu ladini (*Picea Orientalis*)

1.9.1. Dağılımı

Doğu Ladini'nin yayılışı yereldir. Kuzeydoğu Anadolu'nun sahil kesimleri ile Kafkasya'da doğal olarak yayılmaktadır. Ülkemizde Türkiye-Gürcistan sınırından başlar ve batıda Ordu ili yakınlarında Melet Irmağı ile son bulmaktadır. Bu kesimde dağların çoğunlukla denize dönük kuzey yamaçlarında görülür. Örneğin Trabzon-Meryemana yöresinde güzel örneklerine rastlanır. Bununla birlikte Harşit ve Çoruh vadileri gibi deniz ikliminin etkilerini iç kesimlere kadar ulaştırabilen büyük vadiler boyunca yine kuzey yamaçlarda güzel meşcerelerine rastlamak olasıdır. Örneğin Torul'un Saraç Dağı ormanları, Artvin Atila, Şavşat ve Borçka orman alanlarında olduğu gibi. Doğu Ladini ülkemizde genel olarak 150.000 hektarlık bir alanda bazen saf, çoğu kez de *Pinus sylvestris*, *Abies nordmanniana* ve *Fagus orientalis* gibi ağaç türleri ile karışık orman alanları oluşturur. Çoğunlukla 900-1500 m arasında karışık; 1500-2200 m, bazen de 2400 m aralarında saf ormanlar kurar. Ancak, Doğu ladini ormanları günden güne aşırı kullanımlar, düzensiz yararlanmalar, böcek ve mantar tahripleri ile sürekli olarak azalmaktadır. Ayrıca Murgul yöresindeki bakır fabrikasının sanayi atıkları ve zehirli gazlarından önemli ölçüde zarar görmektedir [101].



Şekil 5. Doğu Ladininin ülkemizdeki doğal yayılış alanları [101].

Doğu ladini vatanı dışında, özellikle Avrupa’da bir süs bitkisi olarak sıkça yetiştirilir. Yoğun koyu renkli ve cilalı görünümlü bir yapraklanma sistemi ile dikkati çekmektedir. Parkçılıkta değerli birçok formları bulunur. Son yıllarda çeşitli Avrupa ülkeleri başta Belçika, Avusturya ve İtalya gibi ülkeler Doğu Ladini’ni odunu bakımından da değerlendirmektedirler ve orman ağaçlandırmalarında bu ağaç türünden yararlanmaktadırlar. Süs bitkisi olarak İngiltere’de çok görülür [116].

1.9.2. Ladin Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri

Hafif ve sert olan odunu elastik bir yapıdadır, buharla bükülebilir. II. Dünya Savaşı’nda “Mosquito” uçağının yapımında kullanılmıştır. El aletleri ve makineyle işlenmesi kolaydır. Bununla birlikte hızlı büyüyen türlerindeki ilkbahar odunu şeritlerinin yırtılmasını önlemek için keskin aletler kullanılmalıdır. Üst yüzey işlemlerinde boya ve cila tutma kabiliyeti yüksektir. Küçük gemi ve bina inşaatında, marangozculukta, müzik aletleri yapımında, planörler, kürekler, yarış kürekleri ve kontrplak üretiminde kullanılmaktadır.

Selüloz ve kağıt endüstrisi yanında yapı malzemesi, kontrplak, kaplama, mobilya, lambri, her türlü ambalaj, sandık, kutu, sepet, kibrit çöpü ve kurşun kalem yapımında kullanılır [101].

Ortalama özgül ağırlık değeri $0,406 \text{ g/cm}^3$ olup, $0,300-0,590 \text{ g/cm}^3$ değerleri arasında değişmektedir. İlkbahar odunu özgül ağırlık değeri $0,307 \text{ g/cm}^3$, yaz odunu özgül ağırlık değeri ise $0,601 \text{ g/cm}^3$ ’tür Ladin odununda yaz odunu arttıkça özgül ağırlık artış göstermektedir. Yıllık halka genişledikçe özgül ağırlık azalır. Olgun odun ve diri odun arasında belirgin bir özgül ağırlık farkı görülmemektedir. Bölgesel faktörler açısından yapılan çalışmalar ladin odununda özgül ağırlığın kuzeyden güneye gidildikçe arttığını bunun yanında yetiştirme muhiti yükseltisi arttıkça özgül ağırlığın düştüğünü bildirmektedir. Gövde içerisinde dip kısımlarında daha ağır olup, yaklaşık 5 m yüksekliğe kadar hafiflemekte, 5-9 m yükseklikleri arasında aynı kalmakta ve tepeye doğru yavaş yavaş ağırlaşma göstermektedir. Özden çevreye doğru özgül ağırlık artış göstermektedir. Eğilme direnci ortalama değeri 780 kg/cm^2 , elastikiyet modülü 6700 kg/cm^2 , çok kolay yarılmakta ve sertlik değeri olarak yumuşak odun grubuna girmektedir [119].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 3 farklı il ve mevkilerinden, doğu ladini (*Picea orientalis*) ve Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) tomrukları taze kesim yapılarak ormanda boylanmıştır. Tomruklar: Rize Çayeli/Çürükbel, Trabzon Maçka/Kapıköy, Gümüşhane Torul/Güvenli Köyü Tombara mevkilerinden ilgili orman şeflikleri yardımıyla temin edilmiştir. Çayeli/Çürükbel mevkiinden 1 adet ladin (1200 m rakım), 1 adet göknar (1500 m rakım) kesimi yapılmıştır. Maçka/Kapıköy mevkiinden 1 adet ladin (800 m rakım), Torul/Güvenli Köyü, Tombara mevkiinden ise 1 adet göknar (1400 m rakım) kesimi yapılmıştır. Tomruklar zincirli motor testerelerle yaklaşık 60 cm uzunluklarda olacak şekilde boylanmıştır. En dip ve uç tomruklar ayrılıp arada kalan tomruklar sırasıyla; buharlanmamış, 6 saat buharlanmış ve 12 saat buharlanmış olarak her 60 cm'lik kısımları sırasıyla işaretlenmiştir. Tomruk buharlama işlemi, 2 atü'lük basınç altında gerçekleştirilmiştir. Buharlama yapılmayan tomruklardan Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Pilot tesisinde, taze halde iken 2 mm kalınlığında soyma kaplamalar üretilmiştir. Soyma kaplama üretimi öncesinde 6 ve 12 saat buharlama yapılan tomrukların sıcaklıkları 6 saat buharlanan grupta 28-33 °C, 12 saat buharlanan grupta ise 37-45 °C olarak ölçülmüştür. Buharlanmış gruplardan da 2 mm kalınlığında soyma kaplama levhaları üretilmiştir. Buharlama yapılmış (6-12 saat) ve yapılmamış gruplar tek tek işaretlenip adı geçen pilot tesiste öncelikle doğal kurutmaya bırakılmıştır. Sonra 110 °C ve 150 °C şeklinde 2 farklı sıcaklık değeri uygulanıp %3-5 rutubete kadar kurutulmuşlardır. Buharlanmış ve buharlanmamış olarak elde edilen LVL (Laminated Veneer Lumber) (9 tabakalı) ve kontrplakların (5-7 tabakalı) eğilme direnci, elastikiyet modülü ve çekme-makaslama dirençlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.1.2. Tutkal

Çalışmada %47'lik fenol formaldehit (FF) ve %55'lik melamin-üre formaldehit (MÜF) tutkalları kullanılmıştır. MÜF tutkalı reçetesi; ağırlıkça 100 br tutkal, 30 br un, 10 br sertleştirici olacak şekilde ayarlanmıştır. MÜF tutkalı için sertleştirici olarak %15'lik amonyum klorür (NH_4Cl) kullanılmıştır.

2.1.2.1. MÜF Tutkalının Teknik Özellikleri

Mobilya ve ahşap sanayi için suya dayanıklı E1 kontrplak üretiminde kullanılan melamin-üre formaldehit reçinesidir. Ticari adı MÜF P03 diye bilinmektedir. Görünüşü, beyaz ve sıvı haldedir. Ağırlıkça katı madde oranı %54-56 olup, vizkozitesi (20 °C'de) 90-150 cPs'dir. Özgül ağırlığı 1.225-1.240 g/cm³ olup, pH (20 °C'de) miktarı 8.5-9.5 değerleri arasındadır. Serbest formaldehit miktarı maksimum % 0.16 olup, akma zamanı (20 °C'de) 20-40 sn'dir ve jelleşme süresi 70-110 sn'dir. Üretim koşullarına paralel olarak sıcak pres ile uygulanmaktadır. 20 °C'de 45 günden fazla depolanmamalıdır.

2.1.2.2. FF Tutkalının Teknik Özellikleri

Uygun sertleştirici ile birlikte, dış cephe ve marine-grade kontrplak üretiminde kullanılan fenol formaldehit reçinesidir. Ticari adı Polifen 47 olup, görünüşü kırmızımsı kahverenginde ve sıvı haldedir. Ağırlıkça katı madde miktarı %46-48'dir. 20 °C'deki vizkozitesi 250-500 cPs olup, pH (20 °C'de) 10.5-13'tür. Oda sıcaklığındaki yoğunluğu, 1.200-1.210 g/cm³'tür. Serbest formaldehit miktarı maksimum % 1'dir. Akma zamanı (20 °C'de) 50-90 sn olup, jelleşme süresi (105 °C'de) 10-20 dakikadır. Üretim koşullarına paralel olarak sıcak pres ile uygulanmaktadır. 20 °C'de 45 günden fazla depolanmamalıdır.

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

2.2.1. Kontrplakların Hazırlaması

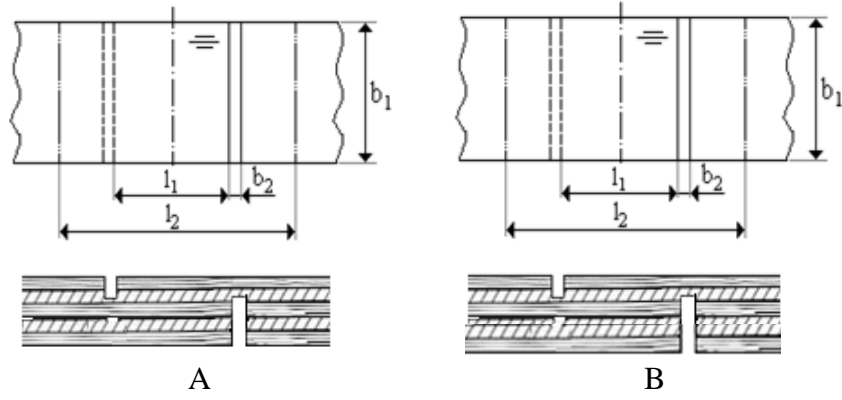
Çalışmada 2 mm kalınlığında 55x55 cm ebatlarında hazırlanan ve 2 farklı sıcaklıkta (110-150 °C) kurutulan kaplamalardan FF ve MÜF tutkalları kullanılarak; 5-7 tabakalı kontrplak ve 9 tabakalı LVL levhaları üretilmiştir. Kaplamaların tutkallanması 4 silindri tutkallama makinesinde gerçekleştirilmiş ve m²'ye 160 g tutkal sürülmüştür. Tutkallama sonrası hazırlanan levha taslakları presleme alanı 70x89 cm olan tek katlı hidrolik preste preslenmiştir. Preslemede: MÜF için 110 °C, FF için 140 °C pres sıcaklığı ve 8 kg/cm² pres basıncı uygulanmıştır. Pres süresi 5 tabakalı kontrplak için 10 dk, 7 tabakalı kontrplak için 15 dk ve 9 tabakalı LVL için 20 dk uygulanmıştır. Üretilen deneme levhalarının, iç ve dış tabakaları arasındaki sıcaklık ve rutubet farkının giderilmesi için 1 hafta süreyle istif latası kullanılmaksızın üst üste istiflenmiştir. Böylece kontrplakların eşit şartlarda soğumaları sağlanarak biçim değişiklikleri engellenmiştir. Üretilen 7 tabakalı kontrplakların kalınlıkları; göknar tomruklardan üretilen gruplar için ortalama 11.28 mm, ladin tomruklardan üretilen gruplar için ortalama 11.96 mm olarak ölçülmüştür. 5 tabakalı kontrplakların kalınlıkları; göknar tomruklardan üretilen gruplarda 8.21 mm, ladin tomruklardan üretilen gruplarda 8.94 mm olarak ölçülmüştür. 9 tabakalı LVL levhaların kalınlıkları; göknar tomruklardan üretilen gruplarda 14.30 mm, ladin tomruklardan üretilen gruplarda 14.06 mm olarak ölçülmüştür.

2.3. Araştırma Yöntemi

2.3.1. Mekanik Özellikler

2.3.1.1. Çekme-Makaslama Direnci ve Deney Örneklerinin Hazırlanması

Üretilen kontrplak levhalarının yapışma direncinin tespit edilmesinde kullanılan çekme-makaslama direnci, TS EN 314-1 standardına göre yürütülmüştür. Bu standarda göre, 5 ve 7 tabakalı kontrplak levhaları için hazırlanan çekme-makaslama direnci test örneği Şekil 6'da gösterilmiştir [100].



Şekil 6. Beş tabakalı (A) ve yedi tabakalı (B) kontrplak levhası için çekme-makaslama direnci test örneği

Şekilde;

l_1 : Makaslama uzunluğu ($25 \pm 0,5$ mm)

b_1 : Makaslama genişliği ($25 \pm 0,5$ mm)

l_2 : Sıkıştırma çeneleri arasındaki minimum uzaklık (50 mm)

b_2 : Örnek yüzeylerine açılan kanalların Genişliği (2,5 – 4 mm)

Örnek kalınlığı = Levha kalınlığı

Çekme-makaslama direncinin tespitinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

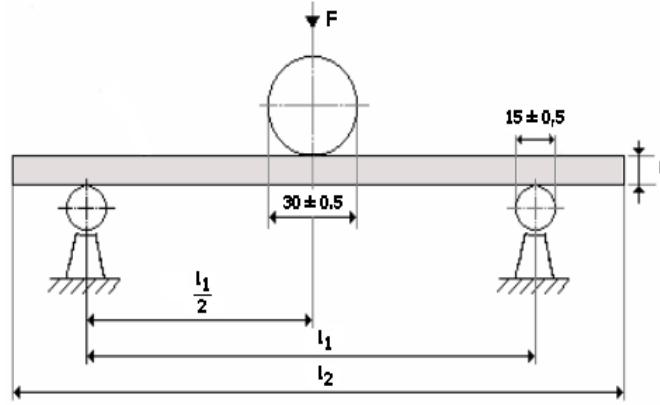
$$\mathcal{C}.M. = \frac{F_{\max}}{l_1 \cdot b_1} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (1)$$

Eşitlikte; F_{\max} : Kopma anındaki maksimum yükür.

Melamin-Üre formaldehit tutkalı ile üretilen her bir gruptaki kontrplak levhalarından hazırlanan test örnekleri 20 °C sıcaklıktaki su içinde 24 saat bekletilmiş, her bir gruptan 20'şer adet örnek incelenmiştir. FF tutkalı ile üretilen her bir gruptaki kontrplak levhalarından hazırlanan test örnekleri 6 saat süreyle kaynatılmış, sonrasında 1 saat süreyle 20 °C sıcaklıktaki suda bekletilmiştir. Örnekler, universal deney makinesinde test edilmişlerdir.

2.3.1.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Üretilen kontrplak levhalarına uygulanan eğilme direnci ve elastikiyet modülü testleri, TS EN 310 [102] standardına, LVL levhalarına uygulanan eğilme direnci testi, TS 2474 [103] standardına göre yürütülmüştür. Bu standarda göre hazırlanan eğilme direnci test örneği şekil 7’de gösterilmiştir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü ortalama değerlerinin elde edilmesi için her test grubundan 20’şer adet deney örneği kullanılmıştır.



Şekil 7. Eğilme direnci test düzeneği (ölçüler mm.dir)

F: Kuvvet (N) l_1 : Dayanaklar arasındaki açıklık ($20t$) (mm)

t: Deney parçasının kalınlığı (mm) l_2 : Deney numunesinin uzunluğu (l_1+50) (mm)

Eğilme direncinin tespitinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$$E.D = \frac{3xF_{\max} \times l_1}{2xbxt^2} (N / mm^2) \quad (2)$$

Eşitlikte;

F_{\max} : Kırılma anındaki maksimum yük (N), b: Deney parçasının genişliği (mm) dir.

Eğilmede elastikiyet modülü;

$$E = \frac{Fxl^3}{4 \times \Delta exbxd^3} (N / mm^2) \quad (3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

Δe = Eğilme miktarı (sehim) (mm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (N)

d= Örnek kalınlığı (mm)

b= Örnek genişliği (mm)

2.3.2. Fiziksel Özellikler

2.3.2.1. Denge Rutubeti Miktarı

Üretilen kontrplak levhalarının sahip olduğu denge rutubeti miktarları, TS EN 322 standardına göre belirlenmiştir [104]. LVL levhalarının sahip olduğu denge rutubeti miktarları ise TS EN 2471 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir [105].

Örneklerin rutubetli haldeki ağırlıkları $\pm 0.01g$ hassasiyetli bir analitik terazide tartıldıktan sonra, 103 ± 2 °C sıcaklıktaki bir etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutularak tam kuru ağırlıkları elde edilmiştir. Her test grubu için 10'ar adet deney örneği kullanılmıştır. Örneklerin rutubet miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$r = \frac{Mr - Mo}{Mo} \times 100 \quad (4)$$

Eşitlikte;

r: deney parçasının sahip olduğu rutubet miktarı (%)

Mr: deney parçasının rutubetli haldeki ağırlığı (g)

Mo : deney parçasının tam kuru haldeki ağırlığı (g) dir.

2.3.2.2. Özgül Ağırlık

Kontrplak levhalar için özgül ağırlık; TS EN 323/1 de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir [106]. LVL levhalar için özgül ağırlık; TS EN 2472 [107], TS 53 [108] esaslarına uygun olarak belirlenmiştir. Her test grubu için 20'şer adet deney örneği kullanılmıştır. Örneklerin hava kuru özgül ağırlık değerleri aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\delta = \frac{Mr}{a_1 x a_2 x e} \quad (5)$$

Burada;

δ = Hava kurusu haldeki özgül ağırlığı (g/cm³)

Mr= Ağırlık (g)

a₁= Örnek genişliği (cm)

a₂= Örnek uzunluğu (cm)

e= Örnek kalınlığı (cm)

2.4. İstatistiksel Analiz

Çalışma kapsamındaki; Çayeli, Maçka, Torul bölgelerinden alınan ladin ve göknar ağaç türlerinden buharlanmış ve buharlanmamış olarak üretilmiş kaplamalara uygulanan kurutma sıcaklıkları ve kullanılan tutkal türünün araştırılan fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkilerini ortaya koymak için çoğul varyans analizi kullanılmıştır. Varyans analizi; etkisi araştırılan faktörlerin ağaç türlerindeki ortak olan test grupları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Varyans analizi ile elde edilen farkların anlamlı bulunması durumunda, Student Newman-Keuls testi uygulanarak varyans kaynaklarının ortalamaları karşılaştırılmış ve homojenlik grupları tespit edilmiştir. İstatistik analizlerin gerçekleştirilmesinde, Statgraphics Plus 5.1 for Windows [109] istatistik paket programından yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Mekanik Özellikler

3.1.1. Çekme-Makaslama Direnci

Üretilen kontrplak levhalarına ait çekme-makaslama direnci değerleri ağaç türü ve tabaka sayılarına göre Tablo 5 ve 6'da verilmiştir.

Tablo 5. 5 tabakalı kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri (N/mm²)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 Saat Buharlanmış		12 Saat Buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	1.632	1.560	1.867	1.724	1.812	1.536
	S	(0.192)	(0.246)	(0.182)	(0.123)	(0.163)	(0.292)
ÇL	\bar{X}	1.410	1.537	1.562	1.744	1.612	1.576
	S	(0.138)	(0.306)	(0.146)	(0.208)	(0.157)	(0.239)
ÇG	\bar{X}	1.663	1.330	1.266	1.240	1.482	1.254
	S	(0.232)	(0.155)	(0.093)	(0.200)	(0.197)	(0.348)
TG	\bar{X}	1.668	1.328	1.483	1.548	1.327	1.315
	S	(0.659)	(0.156)	(0.278)	(0.255)	(0.154)	(0.128)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 Saat Buharlanmış		12 Saat Buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	1.595	1.493	1.589	1.767	1.609	1.737
	S	(0.289)	(0.339)	(0.186)	(0.241)	(0.117)	(0.204)
ÇL	\bar{X}	1.663	1.555	1.327	1.741	1.695	1.799
	S	(0.201)	(0.177)	(0.123)	(0.252)	(0.162)	(0.193)
ÇG	\bar{X}	1.538	1.349	1.405	1.505	1.443	1.435
	S	(0.267)	(0.146)	(0.166)	(0.188)	(0.220)	(0.245)
TG	\bar{X}	1.874	1.384	1.358	1.382	1.403	1.587
	S	(0.185)	(0.239)	(0.183)	(0.172)	(0.164)	(0.214)

\bar{X} : Aritmetik Ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

ML: Maçka Ladini, ÇL: Çayeli Ladini, ÇG: Çayeli Göknarı, TG: Torul Göknarı,

Tablo 6. 7 tabakalı kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri (N/mm²)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 Saat Buharlanmış		12 Saat Buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	1.700 (0.229)	1.474 (0.225)	1.684 (0.127)	1.693 (0.304)	1.519 (0.248)	1.501 (0.104)
ÇL	\bar{X} S	1.527 (0.159)	1.493 (0.258)	1.206 (0.271)	1.687 (0.153)	1.527 (0.146)	1.605 (0.116)
ÇG	\bar{X} S	1,698 (0.060)	1.386 (0.110)	1.251 (0.115)	1.410 (0.134)	1.518 (0.195)	1.446 (0.181)
TG	\bar{X} S	1.543 (0.284)	1.127 (0.163)	1.562 (0.207)	1.235 (0.201)	1.643 (0.209)	1.592 (0.130)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 Saat Buharlanmış		12 Saat Buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	1.652 (0.172)	1.632 (0.281)	1.509 (0.121)	1.746 (0.278)	1.750 (0.146)	1.804 (0.152)
ÇL	\bar{X} S	1.517 (0.138)	1.511 (0.206)	1.686 (0.103)	1.529 (0.190)	1.349 (0.331)	1.585 (0.212)
ÇG	\bar{X} S	1.607 (0.506)	1.395 (0.214)	1.311 (0.112)	1.281 (0.206)	1.506 (0.176)	1.477 (0.160)
TG	\bar{X} S	1.771 (0.304)	1.539 (0.131)	1.566 (0.305)	1.113 (0.103)	1.390 (0.199)	1.313 (0.196)

\bar{X} :Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.1.1. Tomruk Buharlama İşleminin Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Tomruk buharlama işleminin ladin ve göknar kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlanmış (6 ve 12 saat) ve buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplak gruplarının, ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu faktörlerin etkileşimleri, kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir. Çayeli bölgesi ladin ve göknar odunlardan elde edilen levhalar esas alınmıştır.

Tablo 7. Ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme-makaslama direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	288.303	1	288.303	2198.60	***
B:Buharlama	749.734	2	374.867	2858.73	***
C:Kurutma Sıcaklığı	344.993	1	344.993	2630.92	***
D:Tutkal Türü	1.90428	1	1.90428	14.52	***
E:Tabaka Sayısı	346.359	1	346.359	2641.34	***
Etkileşim AB	787.292	2	393.646	3001.94	***
Etkileşim AC	365.447	1	365.447	2786.90	***
Etkileşim AD	9.61169	1	9.61169	73.30	***
Etkileşim AE	398.608	2	398.608	3039.79	***
Etkileşim BC	736.604	2	368.302	2808.67	***
Etkileşim BD	13.907	2	6.95349	53.03	***
Etkileşim BE	748.692	1	374.346	2854.76	***
Etkileşim CD	2.53694	1	2.53694	19.35	***
Etkileşim CE	383.389	1	383.389	2923.73	***
Etkileşim DE	1.90144	2	1.90144	14.50	***
Etkileşim ABC	757.411	2	378.706	2888.01	***
Etkileşim ABD	5.5221	2	2.76105	21.06	***
Etkileşim ABE	714.358	1	357.179	2723.85	***
Etkileşim ACD	3.74706	1	3.74706	28.58	***
Etkileşim ACE	370.459	1	370.459	2825.12	***
Etkileşim ADE	1.7811	2	1.7811	13.58	***
Etkileşim BCD	4.8403	2	2.42015	18.46	***
Etkileşim BCE	722.937	2	361.469	2756.56	***
Etkileşim BDE	5.22013	2	2.61006	19.90	***
Etkileşim CDE	0.61461	1	0.61461	4.69	**
Etkileşim ABCD	5.74823	2	2.87411	21.92	***
Etkileşim ABCE	697.963	2	348.981	2661.33	***
Etkileşim ABDE	4.56919	2	2.2846	17.42	***
Etkileşim ACDE	2.19119	1	2.19119	16.71	***
Etkileşim BCDE	8.89685	2	4.44843	33.92	***
Hata	119.853	914	0.13113		
Toplam	8605.4	959			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi

sonucunda; göknar tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri ladin tomruklardan üretilen kontrplaklara göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından fenol formaldehit tutkalıyla elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, melamin-üre formaldehit tutkalıyla üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 5 tabakalı üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Çekme-makaslama direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8. Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre çekme-makaslama direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Çekme Makaslama (N/mm ²)	
Ağaç Türü			
Ladin	480	2,654	a
Göknar	480	1,558	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	3,355	a
Buharlanmış (6 saat)	320	1,443	b
Buharlanmış (12 saat)	320	1,519	c
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	2,705	a
150 °C	480	1,506	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	2,061	a
FF	480	2,150	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	1,505	a
7 tabaka	480	2,706	b

3.1.1.2. Bölge Farklılığının Gökmar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının gökmar tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Gökmar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme-makaslama direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	0.257186	1	0.257186	4.68	*
B:Buharlama	4.71504	2	2.35752	42.90	***
C:Kurutma Sıcaklığı	0.0102377	1	0.0102377	0.19	Ö.D.
D:Tutkal Türü	4.74905	1	4.74905	86.42	***
E:Tabaka Sayısı	0.014813	1	0.014813	0.27	Ö.D.
Etkileşim AB	0.49286	2	0.24643	4.48	*
Etkileşim AC	0.0908899	1	0.0908899	1.65	Ö.D.
Etkileşim AD	0.3165	1	0.3165	5.76	*
Etkileşim AE	0.211197	1	0.211197	3.84	*
Etkileşim BC	0.327099	2	0.16355	2.98	Ö.D.
Etkileşim BD	5.20636	2	2.60318	47.37	***
Etkileşim BE	1.07835	2	0.539174	9.81	***
Etkileşim CD	0.373	1	0.373	6.79	**
Etkileşim CE	0.77845	1	0.77845	14.17	***
Etkileşim DE	0.317888	1	0.317888	5.78	*
Etkileşim ABC	2.73109	2	1.36555	24.85	***
Etkileşim ABD	1.3773	2	0.68867	12.53	***
Etkileşim ABE	0.492263	2	0.246131	4.48	*
Etkileşim ACD	0.311869	1	0.311869	5.67	*
Etkileşim ACE	0.207006	1	0.207006	3.77	Ö.D.
Etkileşim ADE	0.509636	1	0.509636	9.27	*
Etkileşim BCD	0.234931	2	0.117465	2.14	Ö.D.
Etkileşim BCE	0.808363	2	0.509636	7.35	***
Etkileşim BDE	0.208189	2	0.104094	1.89	Ö.D.
Etkileşim CDE	0.000815859	1	0.000815859	0.01	Ö.D.
Etkileşim ABCD	0.090777	2	0.0453885	0.83	Ö.D.
Etkileşim ABCE	1.87294	2	0.936472	17.04	***
Etkileşim ABDE	1.55577	2	0.777885	14.15	***
Etkileşim ACDE	0.00442471	1	0.00442471	0.08	Ö.D.
Etkileşim BCDE	0.639829	2	0.319914	5.82	*
Hata	50.2295	914	0.0549557		
Toplam	80.2141	959			

Göknar tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı, buharlama işlemi ve tutkal türü % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, kurutma sıcaklığı ve tabaka sayısı ise önemli bulunmamıştır. Bölge farklılıkları değerlendirilerek göknar tomruklardan üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerine göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran çekme-makaslama direnci değerlerinde belirgin bir fark görülmemektedir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri ile 5 tabakalı üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Bölge farklılığı ve göknar tomruklardan üretilen kontrplakların Çekme-makaslama direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10. Gök nar kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre çekme-makaslama direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Çekme Makaslama (N/mm ²)	
Bölge			
Torul	480	1,460	a
Çayeli	480	1,427	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	1,529	a
Buharlanmış (6 saat)	320	1,357	b
Buharlanmış (12 saat)	320	1,445	c
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	1,440	a
150 °C	480	1,447	a
Tutkal Türü			
MÜF	480	1,373	a
FF	480	1,514	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	1,440	a
7 tabaka	480	1,448	a

Bölge farklılığının ladin tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine olan etkisini belirlemek maksadıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme-makaslama direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	2,01318	1	2,01318	44,98	***
B:Buharlama	1,37155	2	0,685777	15,32	***
C:Kurutma Sıcaklığı	0,244865	1	0,244865	5,47	*
D:Tutkal Türü	0,597702	1	0,597702	13,35	**
E:Tabaka Sayısı	0,904545	1	0,904545	20,21	***
Etkileşim AB	0,370228	2	0,185114	4,14	*
Etkileşim AC	0,00228784	1	0,00228784	0,05	Ö.D.
Etkileşim AD	0,897193	1	0,897193	20,05	***
Etkileşim AE	0,162708	1	0,162708	3,64	Ö.D.
Etkileşim BC	0,664596	2	0,332298	7,42	**
Etkileşim BD	1,54811	2	0,774054	17,29	***
Etkileşim BE	0,332096	2	0,166048	3,71	*
Etkileşim CD	0,175555	1	0,175555	3,92	*
Etkileşim CE	0,1501	1	0,1501	3,35	Ö.D.
Etkileşim DE	0,137425	1	0,137425	3,07	Ö.D.
Etkileşim ABC	0,465625	2	0,232813	5,20	**
Etkileşim ABD	0,117319	2	0,0586595	1,31	Ö.D.
Etkileşim ABE	0,141779	2	0,0708893	1,58	Ö.D.
Etkileşim ACD	0,58056	1	0,58056	12,97	**
Etkileşim ACE	0,519033	1	0,519033	11,60	***
Etkileşim ADE	0,17227	1	0,17227	3,85	*
Etkileşim BCD	0,401997	2	0,200999	4,49	*
Etkileşim BCE	0,359343	2	0,179671	4,01	*
Etkileşim BDE	0,275435	2	0,137717	3,08	*
Etkileşim CDE	0,296315	1	0,296315	6,62	*
Etkileşim ABCD	0,518774	2	0,259387	5,80	**
Etkileşim ABCE	1,15092	2	0,57546	12,86	***
Etkileşim ABDE	0,0905137	2	0,0452569	1,01	Ö.D.
Etkileşim ACDE	0,0230888	1	0,0230888	0,52	Ö.D.
Etkileşim BCDE	1,01068	2	0,505338	11,29	***
Hata	40,9075	914	0,0447566		
Toplam	56,6033	959			

Ladin tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama işlemi ve tabaka sayısı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, tutkal türü % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı ve kurutma sıcaklığı ise % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin tomruklardan üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan

Newman-Keuls testi sonucunda; Maça bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerine göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplaklara nazaran biraz daha düşüktür. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri ile 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 5 tabakalı üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, 7 tabakalı üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksektir. Bölge farklılığı ve ladin tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 12’de görülmektedir.

Tablo 12. Ladin kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre çekme-makaslama direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Çekme Makaslama (N/mm ²)	
Bölge			
Çayeli	480	1,558	a
Maça	480	1,649	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	1,550	a
Buharlanmış (6 saat)	320	1,625	b
Buharlanmış (12 saat)	320	1,635	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	1,587	a
150 °C	480	1,619	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	1,628	a
FF	480	1,578	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	1,634	a
7 tabaka	480	1,573	b

3.1.2. Eğilme Direnci

3.1.2.1. Kontrplak Levhalarında Eğilme Direnci

Üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplak levhalarına ait eğilme direnci değerleri ağaç türü ve tabaka sayılarına göre Tablo 13 ve 14’de verilmiştir. Her test grubu için 20’şer adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 13. 5 tabakalı kontrplak eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	66.45 (9.33)	70.56 (8.47)	83.76 (5.54)	71.75 (4.77)	66.93 (7.98)	60.59 (5.59)
ÇL	\bar{X} S	45.81 (4.90)	41.31 (4.70)	40.00 (3.72)	43.88 (4.71)	48.62 (5.64)	43.11 (6.59)
ÇG	\bar{X} S	42.64 (7.59)	36.10 (4.31)	52.86 (3.26)	52.21 (3.37)	56.59 (6.79)	35.44 (2.23)
TG	\bar{X} S	56.12 (9.69)	47.90 (5.65)	54.68 (5.04)	54.16 (6.51)	56.41 (4.35)	46.94 (5.14)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	68.31 (9.74)	66.38 (7.21)	62.90 (6.30)	71.12 (4.04)	74.90 (4.97)	53.39 (3.80)
ÇL	\bar{X} S	47.35 (6.58)	42.69 (6.06)	44.14 (2.08)	45.31 (6.98)	45.33 (5.21)	46.29 (5.01)
ÇG	\bar{X} S	44.30 (6.62)	41.60 (6.31)	47.39 (6.73)	44.80 (3.77)	41.06 (3.33)	47.13 (5.45)
TG	\bar{X} S	54.53 (9.90)	36.24 (3.81)	52.13 (8.43)	43.19 (5.07)	57.21 (5.36)	47.69 (7.08)

\bar{X} : Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

Tablo 14. 7 tabakalı kontrplak eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	65.39	54.84	62.56	57.69	64.99	48.68
	S	(8.14)	(8.87)	(6.65)	(3.62)	(6.59)	(6.87)
ÇL	\bar{X}	40.53	39.67	44.84	38.62	38.84	41.40
	S	(6.00)	(3.02)	(3.85)	(3.70)	(5.39)	(3.15)
ÇG	\bar{X}	41.66	35.24	44.78	34.25	46.77	49.30
	S	(4.06)	(2.48)	(3.01)	(2.71)	(6.12)	(3.72)
TG	\bar{X}	35.11	35.59	48.50	41.49	42.71	37.14
	S	(3.62)	(6.29)	(5.62)	(5.54)	(6.25)	(2.65)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	65.08	52.71	47.84	45.22	57.75	43.72
	S	(7.96)	(5.87)	(5.30)	(4.20)	(2.46)	(4.27)
ÇL	\bar{X}	37.06	40.44	35.81	38.52	43.65	35.88
	S	(4.62)	(7.38)	(5.25)	(4.91)	(4.48)	(2.21)
ÇG	\bar{X}	39.33	35.30	48.54	30.66	44.36	30.02
	S	(6.29)	(3.02)	(3.79)	(4.47)	(3.75)	(2.87)
TG	\bar{X}	50.88	36.84	46.30	37.21	47.24	38.76
	S	(5.46)	(4.37)	(5.17)	(4.69)	(7.99)	(3.40)

\bar{X} : Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.2.1.1. Tomruk Buharlama İşleminin Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu faktörlerin etkileşimlerinin kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 15. Kontrplaklarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	175,6	1	175,6	7,42	**
B:Buharlama	1745,38	2	872,689	36,87	***
C:Kurutma Sıcaklığı	547,629	1	547,629	23,14	***
D:Tutkal Türü	3707,4	1	3707,4	156,63	***
E:Tabaka Sayısı	6795,65	1	6795,65	287,11	***
Etkileşim AB	967,942	2	54603.3	483,971	***
Etkileşim AC	553,539	1	61040.6	553,539	***
Etkileşim AD	1311,82	1	1799.58	1311,82	***
Etkileşim AE	1,80704	1	62145.0	1,80704	Ö.D
Etkileşim BC	970,052	2	51319.3	485,026	***
Etkileşim BD	9,27568	2	4145.95	4,63784	Ö.D
Etkileşim BE	268,954	2	54946.1	134,477	**
Etkileşim CD	93,3343	1	4238.43	93,3343	*
Etkileşim CE	323,764	1	62282.9	323,764	***
Etkileşim DE	324,513	1	4975.35	324,513	***
Etkileşim ABC	510,839	2	55107.4	255,42	***
Etkileşim ABD	411,421	2	6117.87	205,711	***
Etkileşim ABE	973,313	2	52832.8	486,656	***
Etkileşim ACD	17,0296	1	17,0296	17,0296	Ö.D
Etkileşim ACE	12,3973	1	12,3973	12,3973	Ö.D
Etkileşim ADE	245,823	1	245,823	245,823	**
Etkileşim BCD	198,57	2	99,2852	99,2852	*
Etkileşim BCE	123,855	2	61,9276	61,9276	Ö.D
Etkileşim BDE	1144,86	2	572,43	572,43	***
Etkileşim CDE	823,146	1	823,146	823,146	***
Etkileşim ABCD	446,586	2	223,293	223,293	***
Etkileşim ABCE	1285,02	2	642,511	642,511	***
Etkileşim ABDE	192,941	2	96,4707	96,4707	*
Etkileşim ACDE	1101,02	1	1101,02	1101,02	***
Etkileşim BCDE	3479,95	2	1739,98	1739,98	***
Hata	21633,7	914	23,6693	23,6693	
Toplam	50397,2	959			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; göknar ağacından üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri ladin ağacından üretilen kontrplaklara göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen

kontrplakların eğilme direnci değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından melamin-üre formaldehit tutkalıyla elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri, fenol formaldehit tutkalıyla üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 5 tabakalı üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Eğilme direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 16’da görülmektedir.

Tablo 16. Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Ağaç Türü			
Ladin	480	41,86	a
Gök nar	480	42,72	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	40,42	a
Buharlanmış (6 saat)	320	42,91	b
Buharlanmış (12 saat)	320	43,54	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	43,05	a
150 °C	480	41,53	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	40,32	a
FF	480	44,26	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	44,95	a
7 tabaka	480	39,63	b

3.1.2.1.2. Bölge Farklılığının Göknar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının göknar tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Göknar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	2454,36	1	2454,36	82,56	***
B:Buharlama	3434,04	2	1717,02	57,76	***
C:Kurutma Sıcaklığı	732,46	1	732,46	24,64	***
D:Tutkal Türü	13028,6	1	13028,6	438,28	***
E:Tabaka Sayısı	13096,6	1	13096,6	440,57	***
Etkileşim AB	138,276	2	69,1382	2,33	Ö.D.
Etkileşim AC	394,614	1	394,614	13,27	***
Etkileşim AD	290,207	1	290,207	9,76	**
Etkileşim AE	940,051	1	940,051	31,62	***
Etkileşim BC	1314,21	2	657,103	22,10	***
Etkileşim BD	25,9733	2	12,9866	0,44	Ö.D
Etkileşim BE	214,646	2	107,323	3,61	*
Etkileşim CD	397,917	1	397,917	13,39	**
Etkileşim CE	470,167	1	470,167	15,82	***
Etkileşim DE	130,824	1	130,824	4,40	*
Etkileşim ABC	1319,08	2	659,538	22,19	***
Etkileşim ABD	539,956	2	269,978	9,08	***
Etkileşim ABE	1104,07	2	552,034	18,57	***
Etkileşim ACD	649,339	1	649,339	21,84	***
Etkileşim ACE	1307,24	1	1307,24	43,98	***
Etkileşim ADE	495,291	1	495,291	16,66	***
Etkileşim BCD	414,615	2	207,308	6,97	***
Etkileşim BCE	874,906	2	437,453	14,72	***
Etkileşim BDE	1264,07	2	632,036	21,26	***
Etkileşim CDE	879,264	1	879,264	29,58	***
Etkileşim ABCD	460,699	2	230,349	7,75	***
Etkileşim ABCE	1478,66	2	739,332	24,87	***
Etkileşim ABDE	119,555	2	59,7774	2,01	Ö.D.
Etkileşim ACDE	1038,11	1	1038,11	34,92	***
Etkileşim BCDE	1543,72	2	771,862	25,97	***
Hata	27170,1	914	29,7266		
Toplam	77721,7	959			

Gök nar tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; buharlama işlemi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı, bölge farklılığı, tutkal türü, kurutma sıcaklığı ve tabaka sayısı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek göknar ağacından üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri, Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerine göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplaklara nazaran daha düşüktür. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Fakat belirgin bir fark görülmemektedir.

Tablo 18. Gök nar kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Bölge			
Torul	480	45,92	a
Çayeli	480	42,72	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	41,65	a
Buharlanmış (6 saat)	320	45,82	b
Buharlanmış (12 saat)	320	45,48	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	45,19	a
150 °C	480	43,44	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	40,63	a
FF	480	48,00	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	48,01	a
7 tabaka	480	40,62	b

Kaplama kurutma sıcaklığı 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir.

Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 5 tabakalı üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 7 tabakalı üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerine nazaran belirgin bir şekilde yüksektir. Bölge farklılığı ve göknar tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 18’de görülmektedir.

Bölge farklılığının ladin tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	95151,6	1	95151,6	2671,17	***
B:Buharlama	501,355	2	250,677	7,04	***
C:Kurutma Sıcaklığı	2030,62	1	2030,62	57,01	***
D:Tutkal Türü	4908,79	1	4908,79	137,80	***
E:Tabaka Sayısı	18738,6	1	18738,6	526,04	***
Etkileşim AB	1985,08	2	992,542	27,86	***
Etkileşim AC	2041,99	1	2041,99	57,32	***
Etkileşim AD	2060,56	1	2060,56	57,85	***
Etkileşim AE	3113,37	1	3113,37	87,40	***
Etkileşim BC	1590,26	2	795,129	22,32	***
Etkileşim BD	2098,9	2	1049,45	29,46	***
Etkileşim BE	890,939	2	445,469	12,51	***
Etkileşim CD	126,86	1	126,86	3,56	Ö.D
Etkileşim CE	398,902	1	398,902	11,20	***
Etkileşim DE	493,837	1	493,837	13,86	***
Etkileşim ABC	908,98	2	454,49	12,76	***
Etkileşim ABD	1102,04	2	551,02	15,47	***
Etkileşim ABE	1966,52	2	983,261	27,60	***
Etkileşim ACD	6,37282	1	6,37282	0,18	Ö.D
Etkileşim ACE	2,37741	1	2,37741	0,07	Ö.D
Etkileşim ADE	395,491	1	395,491	11,10	***
Etkileşim BCD	1337,49	2	668,744	18,77	***
Etkileşim BCE	330,841	2	165,42	4,64	**
Etkileşim BDE	191,589	2	95,7943	2,69	Ö.D
Etkileşim CDE	2,90699	1	2,90699	0,08	Ö.D
Etkileşim ABCD	578,74	2	289,37	8,12	***
Etkileşim ABCE	297,336	2	148,668	4,17	*
Etkileşim ABDE	1135,87	2	567,936	15,94	***
Etkileşim ACDE	7,76263	1	7,76263	0,22	Ö.D
Etkileşim BCDE	151,579	2	75,7893	2,13	Ö.D
Hata	32558,3	914	35,6217		
Toplam	177106,	959			

Ladin tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; buharlama işlemi ve kurutma sıcaklığı önemli bulunmamıştır. Bölge farklılığı, tutkal türü ve tabaka sayısı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin ağacından üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri, Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerine göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri ile buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Fakat bu fark belirgin değildir.

Bölge farklılığı ve ladin ağacından üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 20’de görülmektedir.

Tablo 20. Ladin kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Bölge			
Çayeli	480	41,86	a
Maçka	480	61,77	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	52,52	a
Buharlanmış (6 saat)	320	52,12	a
Buharlanmış (12 saat)	320	50,82	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	53,27	a
150 °C	480	50,36	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	49,56	a
FF	480	54,08	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	56,24	a
7 tabaka	480	47,40	b

Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran biraz daha yüksektir. Fakat önemli bir fark değildir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 5 tabakalı üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri 7 tabakalı üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerine nazaran belirgin bir şekilde yüksektir.

3.1.2.2. LVL Levhalarında Eğilme Direnci

Üretilen LVL levhalarına ait eğilme direnci değerleri ağaç türü ve kurutma sıcaklıklarına göre Tablo 21’de verilmiştir. Her test grubu için 20’şer adet örnek kullanılmıştır. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 21. LVL levhalarına ait eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	95.39	75.98	72.12	77.57	51.69	62.41
	S	(11.52)	(6.70)	(7.33)	(3.51)	(12.44)	(2.85)
ÇL	\bar{X}	51.27	53.98	54.74	54.64	57.91	60.64
	S	(5.23)	(6.63)	(3.77)	(4.43)	(5.03)	(3.78)
ÇG	\bar{X}	63.30	51.41	63.57	52.08	57.15	80.87
	S	(7.43)	(7.06)	(5.50)	(4.88)	(7.03)	(6.45)
TG	\bar{X}	71.38	64.00	70.95	63.25	72.91	60.66
	S	(8.27)	(5.19)	(4.14)	(6.27)	(7.24)	(5.67)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	86.90	51.48	85.13	78.86	73.21	70.80
	S	(5.56)	(6.81)	(7.09)	(7.28)	(5.30)	(5.48)
ÇL	\bar{X}	57.26	54.72	50.90	51.73	56.90	57.08
	S	(3.24)	(4.55)	(4.57)	(4.13)	(4.01)	(5.77)
ÇG	\bar{X}	60.18	62.06	56.77	53.67	59.32	54.29
	S	(5.57)	(11.53)	(4.69)	(5.16)	(5.69)	(5.93)
TG	\bar{X}	64.52	64.59	70.58	63.14	63.28	59.28
	S	(7.73)	(3.39)	(6.24)	(5.39)	(4.22)	(4.22)

\bar{X} : Aritmetik Ortalama S:Standart Sapmadegerleridir.

3.1.2.2.1. Tomruk Buharlama İşleminin LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu faktörlerin etkileşimlerinin LVL levhaların eğilme direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 22’de verilmiştir. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 22. LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	653,325	1	653,325	20,60	***
B:Buharlama	626,512	2	313,256	9,88	***
C:Kurutma Sıcaklığı	2,70008	1	2,70008	0,09	Ö.D
D:Tutkal Türü	607,473	1	607,473	19,16	***
Etkileşim AB	979,968	2	489,984	15,45	***
Etkileşim AC	67,0371	1	67,0371	2,11	Ö.D
Etkileşim AD	1091,48	1	1091,48	34,42	***
Etkileşim BC	939,575	2	469,787	14,82	***
Etkileşim BD	103,598	2	51,7992	1,63	Ö.D
Etkileşim CD	141,175	1	141,175	4,45	*
Etkileşim ABC	33,1653	2	16,5827	0,52	Ö.D
Etkileşim ABD	61,6657	2	30,8329	0,97	Ö.D
Etkileşim ACD	528,566	1	528,566	16,67	***
Etkileşim BCD	375,55	2	187,775	5,92	**
Etkileşim ABCD	488,797	2	244,399	7,71	***
Hata	14459,7	456	31,7099		
Toplam	21160,3	479			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ağaç türü ve kurutma sıcaklığı %5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buharlama ve tutkal türü ise önemli bulunmamıştır. Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri ladin tomruklardan üretilen kontrplaklara göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhalara nazaran belirgin bir farklılık görülmemektedir. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerinden biraz daha yüksek

olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhalara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından yapılan kıyaslamada FF tutkalıyla elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden daha yüksektir. LVL levhaların eğilme direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 23’de görülmektedir.

Tablo 23. LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Ağaç Türü			
Ladin	240	55,08	a
Gök nar	240	57,41	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	56,77	a
Buharlanmış (6 saat)	160	54,66	b
Buharlanmış (12 saat)	160	57,30	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	56,32	a
150 °C	240	56,17	a
Tutkal Türü			
MÜF	240	55,12	a
FF	240	57,37	b

3.1.2.2.2. Bölge Farklılığının Gök nar Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının gök nar tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların eğilme direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Gök nar LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	11506,6	1	11506,6	283,21	***
B:Buharlama	353,036	2	176,518	4,34	*
C:Kurutma Sıcaklığı	1531,58	1	1531,58	37,70	***
D:Tutkal Türü	1853,72	1	1853,72	45,62	***
Etkileşim AB	476,99	2	238,495	5,87	**
Etkileşim AC	939,03	1	939,03	23,11	***
Etkileşim AD	93,4871	1	93,4871	2,30	Ö.D
Etkileşim BC	1768,13	2	884,067	21,76	***
Etkileşim BD	1524,12	2	762,058	18,76	***
Etkileşim CD	32,2561	1	32,2561	0,79	Ö.D
Etkileşim ABC	1513,0	2	756,501	18,62	***
Etkileşim ABD	13,6577	2	6,82887	0,17	Ö.D
Etkileşim ACD	200,325	1	200,325	4,93	*
Etkileşim BCD	2209,82	2	1104,91	27,19	***
Etkileşim ABCD	12,2271	2	6,11356	0,15	Ö.D
Hata	18527,2	456	40,6298		
Toplam	42484,0	479			

Gök nar tomruklardan üretilen LVL levhalar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; buharlama işlemi, bölge farklılığı ve tutkal türü % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Kurutma sıcaklığı önemli bulunmamıştır. Bölge farklılıkları değerlendirilerek gök nar tomruklardan üretilen LVL levhaların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan gök nar tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, Çayeli bölgesinden alınan gök nar tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerine göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhalara nazaran daha yüksektir. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri belirgin bir farklılık göstermemektedir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen LVL levhaların eğilme

direnci değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerinden daha yüksektir. Bölge farklılığı ve göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 25’de görölmektedir.

Tablo 25. Göknar LVL levhaların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Bölge			
Torul	240	67,43	a
Çayeli	240	57,64	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	62,72	a
Buharlanmış (6 saat)	160	61,40	b
Buharlanmış (12 saat)	160	63,48	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	64,32	a
150 °C	240	60,75	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	60,57	a
FF	240	64,50	b

3.1.2.2.3. Bölge Farklılığının Ladin Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların eğilme direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Ladin LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	40587,0	1	40587,0	1070,86	***
B:Buharlama	2071,81	2	1035,9	27,33	***
C:Kurutma Sıcaklığı	29,7935	1	29,7935	0,79	Ö.D
D:Tutkal Türü	1516,05	1	1516,05	40,00	***
Etkileşim AB	8753,97	2	4376,98	115,48	***
Etkileşim AC	226,003	1	226,003	5,96	*
Etkileşim AD	2253,71	1	2253,71	59,46	***
Etkileşim BC	3395,35	2	1697,67	44,79	***
Etkileşim BD	6242,72	2	3121,36	82,35	***
Etkileşim CD	1842,98	1	1842,98	48,63	***
Etkileşim ABC	7908,62	2	3954,31	104,33	***
Etkileşim ABD	5409,1	2	2704,55	71,36	***
Etkileşim ACD	1003,31	1	1003,31	26,47	***
Etkileşim BCD	161,365	2	80,68	2,13	Ö.D
Etkileşim ABCD	13,3854	2	6,69268	0,18	Ö.D
Hata	17283,0	456	37,9013		
Toplam	98652,8	479			

Ladin tomruklardan üretilen LVL levhalar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama işlemi, tutkal türü ve kurutma sıcaklığı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerine göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerine nazaran daha düşüktür. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhalara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, MÜF

tutkalıyla üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerinden daha yüksektir. Bölge farklılığı ve ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 27’de görülmektedir.

Tablo 27. Ladin LVL levhaların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Bölge			
Çayeli	240	55,06	a
Maçka	240	73,46	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	65,85	a
Buharlanmış (6 saat)	160	65,61	a
Buharlanmış (12 saat)	160	61,33	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	64,01	a
150 °C	240	64,51	a
Tutkal Türü			
MÜF	240	62,48	a
FF	240	66,04	b

3.1.3. Elastikiyet Modülü

3.1.3.1. Kontrplak Levhalarında Elastikiyet Modülü

Üretilen 5 ve 7 tabaka kontrplak levhalarına ait elastikiyet modülü değerleri ağaç türü ve tabaka sayılarına göre Tablo 28 ve 29’da verilmiştir. Her test grubu için 20’şer adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 28. 5 tabakalı kontrplak elastikiyet modülü ortalama değerleri (N/mm²)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	8218.14	8290.73	9282.22	7161.85	7224.29	6280.55
	S	(737.29)	(2078.17)	(629.64)	(789.46)	(487.61)	(264.49)
ÇL	\bar{X}	5153.40	4114.64	3912.05	4179.71	4780.94	4348.17
	S	(629.08)	(566.62)	(349.15)	(482.18)	(882.08)	(540.79)
ÇG	\bar{X}	4588.81	3705.84	4651.87	5945.58	7091.98	4066.46
	S	(796.15)	(361.33)	(737.92)	(862.37)	(863.95)	(506.99)
TG	\bar{X}	7523.17	6270.96	7773.55	6315.31	6805.5	5150.94
	S	(1736.36)	(823.87)	(709.63)	(694.01)	(723.02)	(652.63)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	7590.35	7273.93	6043.51	6728.81	7041.13	5313.80
	S	(1106.72)	(1046.01)	(677.80)	(533.14)	(497.33)	(850.13)
ÇL	\bar{X}	4948.22	4379.39	4504.66	4815.80	4747.94	4811.67
	S	(849.43)	(770.54)	(487.79)	(670.33)	(511.96)	(645.97)
ÇG	\bar{X}	3413.31	4905.92	4527.61	3963.62	3903.12	4184.98
	S	(722.69)	(666.18)	(425.11)	(755.61)	(503.53)	(796.31)
TG	\bar{X}	6771.33	3992.51	6328.21	5506.90	5153.40	5638.42
	S	(1125.88)	(593.07)	(956.10)	(483.03)	(691.81)	(752.95)

\bar{X} : Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

Tablo 29. Farklı bölgelerden alınan göknar ve ladin tomruklarından üretilen 7 tabaka kontrplak elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	7625.62 (939.03)	6741.41 (1119.423)	7067.39 (342.88)	6406.44 (453.57)	10049.74 (819.79)	5849.74 (602.87)
ÇL	\bar{X} S	4326.17 (958.82)	4560.37 (954.65)	4875.42 (836.72)	4109.03 (40.55)	4604.20 (519.62)	3974.87 (724.41)
ÇG	\bar{X} S	3394.64 (640.25)	3211.76 (262.21)	2792.33 (200.07)	3780.01 (450.35)	5293.01 (262.01)	7362.87 (680.78)
TG	\bar{X} S	5531.63 (773.27)	4646.15 (1306.89)	3425.90 (377.97)	5670.92 (819.57)	5337.50 (750.94)	4213.12 (363.83)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	6146.11 (1168.60)	6698.59 (1199.38)	5288.81 (646.61)	5298.39 (432.67)	4383.24 (288.65)	4665.67 (685.02)
ÇL	\bar{X} S	3790.59 (688.48)	4648.16 (1300.05)	3414.32 (829.39)	3773.29 (342.22)	4746.05 (682.06)	3515.48 (415.21)
ÇG	\bar{X} S	3846.76 (1470.97)	4390.53 (595.45)	3395.90 (369.94)	3891.32 (328.33)	2800.63 (311.54)	3035.07 (246.76)
TG	\bar{X} S	4225.87 (506.09)	4682.00 (490.22)	2940.09 (468.19)	4495.90 (895.24)	4435.20 (963.23)	4559.79 (448.53)

\bar{X} : Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.3.1.1. Tomruk Buharlama İşleminin Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Tomruk buharlama işleminin kontrplak levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimlerin kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 30'da verilmiştir. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 30. Kontrplaklarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	3,77176E6	1	3,77176E6	8,40	**
B:Buharlama	5,14273E7	2	2,57136E7	57,27	***
C:Kurutma Sıcaklığı	2,33644E7	1	2,33644E7	52,04	***
D:Tutkal Türü	95971,8	1	95971,8	0,21	Ö.D
E:Tabaka Sayısı	9,41527E7	1	9,41527E7	209,69	***
Etkileşim AB	3,04677E7	2	1,52339E7	33,93	***
Etkileşim AC	2,99042E7	1	2,99042E7	66,60	***
Etkileşim AD	2,896E7	1	2,896E7	64,50	***
Etkileşim AE	5,91942E6	1	5,91942E6	13,18	***
Etkileşim BC	1,21714E8	2	6,08568E7	135,54	***
Etkileşim BD	1,72343E7	2	8,61716E6	19,19	***
Etkileşim BE	1,122E7	2	5,60998E6	12,49	***
Etkileşim CD	7,58129E6	1	7,58129E6	16,88	***
Etkileşim CE	319531,	1	319531,	0,71	Ö.D.
Etkileşim DE	1,41557E7	1	1,41557E7	31,53	***
Etkileşim ABC	1,02045E8	2	5,10225E7	113,63	***
Etkileşim ABD	4,84037E6	2	2,42019E6	5,39	**
Etkileşim ABE	1,73725E7	2	8,68625E6	19,35	***
Etkileşim ACD	2,89651E6	1	2,89651E6	6,45	*
Etkileşim ACE	1,04765E7	1	1,04765E7	23,33	***
Etkileşim ADE	2,73104E7	1	2,73104E7	60,82	***
Etkileşim BCD	1,57777E7	2	7,88885E6	17,57	***
Etkileşim BCE	4,47369E7	2	2,23684E7	49,82	***
Etkileşim BDE	1,04125E7	2	5,20623E6	11,59	***
Etkileşim CDE	1,33492E7	1	1,33492E7	29,73	***
Etkileşim ABCD	1,54885E7	2	7,74424E6	17,25	***
Etkileşim ABCE	4,81979E7	2	2,4099E7	53,67	***
Etkileşim ABDE	2,94321E7	2	1,47161E7	32,77	***
Etkileşim ACDE	3,0254E7	1	3,0254E7	67,38	***
Etkileşim BCDE	4,57553E7	2	2,28777E7	50,95	***
Hata	4,10394E8	914	449008,		
Toplam	1,26903E9	959			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Ağaç türü ise %5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; ladin tomruklardan üretilen

kontrplakların elastikiyet modülü değerleri göknar tomruklardan üretilen kontrplaklara göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 5 tabakalı üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Elastikiyet modülü değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 31’de görülmektedir.

Tablo 31. Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Ağaç Türü			
Ladin	480	4323,37	a
Göknar	480	4198,01	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	4036,07	a
Buharlanmış (6 saat)	320	4166,80	b
Buharlanmış (12 saat)	320	4579,19	c
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	4416,69	a
150 °C	480	4104,68	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	4270,69	a
FF	480	4250,69	a
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	4573,86	a
7 tabaka	480	3947,52	b

3.1.3.1.2. Bölge Farklılığının Göknar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının göknar tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Göknar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	1,66589E8	1	1,66589E8	321,56	***
B:Buharlama	9,7095E7	2	4,85475E7	93,71	***
C:Kurutma Sıcaklığı	1,99577E8	1	1,99577E8	385,23	***
D:Tutkal Türü	4,45682E6	1	4,45682E6	8,60	**
E:Tabaka Sayısı	2,50069E8	1	2,50069E8	482,69	***
Etkileşim AB	2,14385E7	2	1,07193E7	20,69	***
Etkileşim AC	1,46308E7	1	1,46308E7	28,24	***
Etkileşim AD	1,28173E7	1	1,28173E7	24,74	***
Etkileşim AE	1,3523E7	1	1,3523E7	26,10	***
Etkileşim BC	3,49435E7	2	1,74717E7	33,72	***
Etkileşim BD	2,78086E7	2	1,39043E7	26,84	***
Etkileşim BE	8,10117E7	2	4,05058E7	78,19	***
Etkileşim CD	4,69284E7	1	4,69284E7	90,58	***
Etkileşim CE	5,68479E7	1	5,68479E7	109,73	***
Etkileşim DE	4,30565E7	1	4,30565E7	83,11	***
Etkileşim ABC	2,41485E8	2	1,20743E8	233,06	***
Etkileşim ABD	2,94691E6	2	1,47346E6	2,84	Ö.D
Etkileşim ABE	2,58139E7	2	1,2907E7	24,91	***
Etkileşim ACD	3,36276E7	1	3,36276E7	64,91	***
Etkileşim ACE	2,37002E7	1	2,37002E7	45,75	***
Etkileşim ADE	5,8884E6	1	5,8884E6	11,37	***
Etkileşim BCD	6,98526E7	2	3,49263E7	67,42	***
Etkileşim BCE	1,35444E8	2	6,77218E7	130,72	***
Etkileşim BDE	5,12359E7	2	2,56179E7	49,45	***
Etkileşim CDE	4,5135E7	1	4,5135E7	87,12	***
Etkileşim ABCD	6,77031E6	2	3,38516E6	6,53	**
Etkileşim ABCE	4,02971E7	2	2,01486E7	38,89	***
Etkileşim ABDE	8,43209E7	2	4,21604E7	81,38	***
Etkileşim ACDE	5,93295E6	1	5,93295E6	11,45	***
Etkileşim BCDE	2,3246E7	2	1,1623E7	22,44	***
Hata	4,73516E8	914	518070,		
Toplam	2,34001E9	959			

Göknar tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; buharlama işlemi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı, bölge farklılığı, tutkal türü, kurutma sıcaklığı ve tabaka sayısı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek göknar tomruklardan üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine göre yüksektir.

Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplaklara nazaran daha düşüktür. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Fakat bu fark belirgin değildir. Kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 5 tabakalı üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 7 tabakalı üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine nazaran belirgin bir şekilde yüksektir. Bölge farklılığı ve göknar tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 33'de görülmektedir.

Tablo 33. Gökmar kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Bölge			
Torul	480	5031,15	a
Çayeli	480	4198,01	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	4182,83	a
Buharlanmış (6 saat)	320	4721,33	b
Buharlanmış (12 saat)	320	4939,57	c
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	5070,53	a
150 °C	480	4158,62	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	4682,71	a
FF	480	4546,44	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	5124,96	a
7 tabaka	480	4104,20	b

Bölge farklılığının ladin tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü üzerine olan etkisini belirlemek maksadıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34. Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	1,44671E9	1	1,44671E9	2153,85	***
B:Buharlama	3,69242E7	2	1,84621E7	27,49	***
C:Kurutma Sıcaklığı	1,22816E8	1	1,22816E8	182,85	***
D:Tutkal Türü	7,25352E7	1	7,25352E7	107,99	***
E:Tabaka Sayısı	8,96659E7	1	8,96659E7	133,49	***
Etkileşim AB	4,69646E7	2	2,34823E7	34,96	***
Etkileşim AC	1,37289E8	1	1,37289E8	204,39	***
Etkileşim AD	1,18688E7	1	1,18688E7	17,67	***
Etkileşim AE	4,83544E6	1	4,83544E6	7,20	**
Etkileşim BC	2,41803E7	2	1,20902E7	18,00	***
Etkileşim BD	3,67965E7	2	1,83982E7	27,39	***
Etkileşim BE	9,00839E6	2	4,50419E6	6,71	**
Etkileşim CD	5,61465E7	1	5,61465E7	83,59	***
Etkileşim CE	3,38167E7	1	3,38167E7	50,35	***
Etkileşim DE	3,44248E6	1	3,44248E6	5,13	*
Etkileşim ABC	1,03071E7	2	5,15354E6	7,67	***
Etkileşim ABD	2,03612E7	2	1,01806E7	15,16	***
Etkileşim ABE	1,56939E7	2	7,84696E6	11,68	***
Etkileşim ACD	9,22803E6	1	9,22803E6	13,74	***
Etkileşim ACE	4,05301E6	1	4,05301E6	6,03	**
Etkileşim ADE	153561,	1	153561,	0,23	Ö.D
Etkileşim BCD	1,14398E6	2	571990,	0,85	Ö.D
Etkileşim BCE	2,45856E7	2	1,22928E7	18,30	***
Etkileşim BDE	5,98001E6	2	2,99E6	4,45	**
Etkileşim CDE	2,44329E7	1	2,44329E7	36,38	***
Etkileşim ABCD	1,79263E7	2	8,96317E6	13,34	***
Etkileşim ABCE	4,95749E7	2	2,47874E7	36,90	***
Etkileşim ABDE	1,24841E7	2	6,24206E6	9,29	***
Etkileşim ACDE	9,58681E6	1	9,58681E6	14,27	***
Etkileşim BCDE	2,43964E7	2	1,21982E7	18,16	***
Hata	6,13922E8	914	671687,		
Toplam	2,97683E9	959			

Ladin tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; Bölge farklılığı, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısı % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin tomruklardan üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması

maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden yüksektir. 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Fakat belirgin bir fark görülmemektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından fenol formaldehit tutkalıyla elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, melamin-üre formaldehit tutkalıyla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 5 tabakalı üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 7 tabakalı üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine nazaran belirgin bir şekilde yüksektir. Bölge farklılığı ve ladin tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 35’de görülmektedir.

Tablo 35. Ladin kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Bölge			
Çayeli	480	4323,37	a
Maçka	480	6778,56	b
Buharlama			
Buharlanmamış	320	5827,66	a
Buharlanmış (6 saat)	320	5429,17	b
Buharlanmış (12 saat)	320	5396,07	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	5908,64	a
150 °C	480	5193,29	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	5276,09	a
FF	480	5825,84	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	5856,58	a
7 tabaka	480	5245,35	b

3.1.3.2. LVL Levhalarında Elastikiyet Modülü

Üretilen LVL levhalarına ait elastikiyet modülü değerleri ağaç türü ve kurutma sıcaklıklarına göre elastikiyet modülü değerleri Tablo 36’da verilmiştir. Her test grubu için 20’şer adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 36. LVL levhalarına ait elastikiyet modülü ortalama değerleri (N/mm²)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	8305.41	7920.53	6381.11	6416.90	4206.10	5852.87
	S	(748.12)	(1239.39)	(590.14)	(405.29)	(994.73)	(351.18)
ÇL	\bar{X}	4540.06	4459.27	4157.43	4554.24	4487.43	4704.32
	S	(444.08)	(432.73)	(366.32)	(605.15)	(495.82)	(795.72)
ÇG	\bar{X}	5607.58	3684.46	5663.42	4528.92	5033.29	7569.14
	S	(543.79)	(404.63)	(751.83)	(257.65)	(619.82)	(296.12)
TG	\bar{X}	7492.32	6243.26	7213.88	5953.78	7344.24	5514.02
	S	(946.25)	(805.97)	(481.32)	(516.23)	(882.18)	(364.86)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	8204.742	4646.75	8144.73	5765.86	9625.65	6080.91
	S	(646.08)	(369.51)	(379.97)	(674.02)	(401.32)	(363.98)
ÇL	\bar{X}	5449.38	4470.28	4559.82	4655.43	4314.10	4137.47
	S	(405.50)	(399.97)	(446.82)	(690.76)	(238.60)	(414.48)
ÇG	\bar{X}	4527.67	4982.54	4944.10	4528.12	5062.83	4861.57
	S	(581.64)	(1290.99)	(620.58)	(257.65)	(404.69)	(375.74)
TG	\bar{X}	6370.43	6288.83	7189.92	5534.13	4716.34	5018.64
	S	(913.03)	(591.71)	(515.27)	(292.14)	(462.72)	(505.42)

\bar{X} Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.3.2.1. Tomruk Buharlama İşleminin LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 37’de verilmiştir. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 37. LVL levhalarının; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	1,0879E7	1	1,0879E7	34,99	***
B:Buharlama	2,40498E6	2	2,40498E6	3,87	*
C:Kurutma Sıcaklığı	1,35609E6	1	1,35609E6	4,36	*
D:Tutkal Türü	1,40263E7	1	1,40263E7	45,11	***
Etkileşim AB	1,12617E7	2	5,63083E6	18,11	***
Etkileşim AC	5,69368E6	1	5,69368E6	18,31	***
Etkileşim AD	7,59518E6	1	7,59518E6	24,42	***
Etkileşim BC	9,1323E6	2	4,56615E6	14,68	***
Etkileşim BD	1,12255E7	2	5,61274E6	18,05	***
Etkileşim CD	219,227	1	219,227	0,00	Ö.D
Etkileşim ABC	5,96355E6	2	2,98178E6	9,59	***
Etkileşim ABD	1,34478E7	2	6,72391E6	21,62	***
Etkileşim ACD	8,39004E6	1	8,39004E6	26,98	***
Etkileşim BCD	8,87908E6	2	4,43954E6	14,28	***
Etkileşim ABCD	1,85145E7	2	9,25723E6	29,77	***
Hata	1,41797E8	456	310959,0		
Toplam	2,70567E8	479			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ağaç türü, kurutma sıcaklığı ve tutkal türü % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buharlama işlemi ise anlamlı bulunmamıştır. Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; göknar tomruklardan üretilen LVL levhalarının elastikiyet modülü değerleri ladin tomruklardan üretilen LVL levhalara göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhalarının elastikiyet modülü değerleri ve buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerinde farklılık bulunmamıştır. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhalarının elastikiyet modülü değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhalara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksektir. Elastikiyet modülü değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 38’de görülmektedir.

Tablo 38. LVL levhalarının; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türüne göre elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Ağaç Türü			
Ladin	240	4541,99	a
Gökmar	240	4843,08	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	4716,98	a
Buharlanmış (6 saat)	160	4596,24	b
Buharlanmış (12 saat)	160	4764,38	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	4745,69	a
150 °C	240	4639,38	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	4521,59	a
FF	240	4863,48	b

3.1.3.2.2. Bölge Farklılığının Gökmar ve Ladin Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının gökmar tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. Göknar LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutmasıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	2,97014E8	1	2,97014E8	756,08	***
B:Buharlama	370051,0	2	185025,0	0,47	Ö.D
C:Kurutma Sıcaklığı	6,31514E7	1	6,31514E7	160,76	***
D:Tutkal Türü	4,43055E7	1	4,43055E7	112,79	***
Etkileşim AB	1,7264E7	2	8,632E6	21,97	***
Etkileşim AC	1,93292E7	1	1,93292E7	49,20	***
Etkileşim AD	24276,5	1	24276,5	0,06	Ö.D
Etkileşim BC	3,29263E7	2	1,64631E7	41,91	***
Etkileşim BD	4,69719E7	2	2,34859E7	59,79	***
Etkileşim CD	5,02534E6	1	5,02534E6	12,79	***
Etkileşim ABC	4,01611E7	2	2,00805E7	51,12	***
Etkileşim ABD	907968,0	2	453984,0	1,16	Ö.D
Etkileşim ACD	448006,0	1	448006,0	1,14	Ö.D
Etkileşim BCD	2,8135E7	2	1,40675E7	35,81	***
Etkileşim ABCD	4,79898E6	2	2,39949E6	6,11	**
Hata	1,79131E8	456	392832,0		
Toplam	7,76871E8	479			

Göknar tomruklardan üretilen LVL levhalar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı ve tutkal türü % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerine göre yüksektir.

Tablo 40. Gök nar LVL levhaların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Bölge			
Torul	240	6416,50	a
Çayeli	240	4843,08	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	5657,52	a
Buharlanmış (6 saat)	160	5640,01	a
Buharlanmış (12 saat)	160	5591,84	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	5992,55	a
150 °C	240	5267,03	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	5325,94	a
FF	240	5933,64	b

Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri ile buharlanmış (6 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhalara nazaran belirgin bir fark bulunmamıştır. 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri 6 saat buharlanmış ve buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksektir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksektir. Bölge farklılığı ve göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 40'de görülmektedir.

Bölge farklılığının ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. Ladin LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	5,22581E8	1	5,22581E8	1537,32	***
B:Buharlama	5,453E7	2	2,7265E7	80,21	***
C:Kurutma Sıcaklığı	3,50703E6	1	3,50703E6	10,32	**
D:Tutkal Türü	3,73264E7	1	3,73264E7	109,81	***
Etkileşim AB	2,08846E7	2	1,04423E7	30,72	***
Etkileşim AC	431592,0	1	431592,0	1,27	Ö.D
Etkileşim AD	2,68272E7	1	2,68272E7	78,92	***
Etkileşim BC	3,94151E7	2	1,97076E7	57,98	***
Etkileşim BD	3,33919E7	2	1,66959E7	49,12	***
Etkileşim CD	8,99419E7	1	8,99419E7	264,59	***
Etkileşim ABC	9,43274E7	2	4,71637E7	138,75	***
Etkileşim ABD	1,43106E7	2	7,15529E6	21,05	***
Etkileşim ACD	4,28137E7	1	4,28137E7	125,95	***
Etkileşim BCD	2,41236E6	2	1,20618E6	3,55	*
Etkileşim ABCD	651523,0	2	325762,0	0,96	Ö.D
Hata	1,55008E8	456	339929,0		
Toplam	1,13873E9	479			

Ladin tomruklardan üretilen LVL levhalar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama işlemi ve tutkal türü % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Kurutma sıcaklığı önemli bulunmamıştır. Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerine göre belirgin bir şekilde yüksektir.

Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, buharlanmış (6-12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhalara daha yüksektir. 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL

levhaların elastikiyet modülü değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksektir. Bölge farklılığı ve ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 42’de görülmektedir.

Tablo 42. Ladin LVL levhaların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Bölge			
Çayeli	240	4542,25	a
Maçka	240	6629,30	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	6001,77	a
Buharlanmış (6 saat)	160	5579,44	b
Buharlanmış (12 saat)	160	5176,11	c
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	5500,29	a
150 °C	240	5671,26	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	5306,88	a
FF	240	5864,66	b

3.2. Fiziksel Özellikler

3.2.1. Denge Rutubet Miktarı

3.2.1.1. Kontrplaklarda Denge Rutubeti Miktarı

Çalışma kapsamında üretilmiş olan kontrplak levhalarına ait denge rutubeti miktarı değerleri bölge ve ağaç türlerine göre; Tablo 43 ve 44’de verilmiştir. Rutubet değerlerinin belirlenmesinde 10’ar adet numune kullanılmıştır.

Tablo 43. 5 tabakalı kontrplak levhaların denge rutubeti miktarı ortalama değerleri (%)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	10,00	11,20	10,40	11,40	10,00	12,00
	S	(0,004)	(0,003)	(0,007)	(0,003)	(0,004)	(0,003)
ÇL	\bar{X}	10,10	11,60	10,30	12,00	11,10	11,50
	S	(0,001)	(0,003)	(0,006)	(0,003)	(0,003)	(0,004)
ÇG	\bar{X}	10,10	11,00	10,70	9,40	10,60	10,50
	S	(0,003)	(0,002)	(0,007)	(0,031)	(0,007)	(0,003)
TG	\bar{X}	10,00	11,00	10,10	11,90	9,80	11,40
	S	(0,009)	(0,013)	(0,003)	(0,020)	(0,002)	(0,002)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	11,00	12,20	10,00	10,90	9,00	11,30
	S	(0,005)	(0,014)	(0,005)	(0,009)	(0,002)	(0,002)
ÇL	\bar{X}	11,10	10,70	10,80	12,10	10,60	11,20
	S	(0,015)	(0,003)	(0,004)	(0,033)	(0,014)	(0,010)
ÇG	\bar{X}	10,10	11,60	10,90	12,10	9,30	12,20
	S	(0,004)	(0,005)	(0,004)	(0,033)	(0,004)	(0,002)
TG	\bar{X}	10,80	9,50	9,70	10,40	9,80	10,90
	S	(0,006)	(0,036)	(0,003)	(0,002)	(0,002)	(0,004)

\bar{X} Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

Tablo 44. 7 tabakalı kontrplak levhaların denge rutubeti miktarı ortalama değerleri (%)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	10,90 (0,003)	10,30 (0,058)	10,80 (0,002)	12,80 (0,0010)	10,90 (0,003)	11,60 (0,005)
ÇL	\bar{X} S	11,60 (0,004)	12,00 (0,004)	10,40 (0,003)	12,60 (0,020)	12,90 (0,025)	11,60 (0,003)
ÇG	\bar{X} S	10,60 (0,012)	12,50 (0,011)	10,90 (0,014)	10,90 (0,004)	12,10 (0,022)	11,50 (0,003)
TG	\bar{X} S	10,50 (0,005)	10,70 (0,0027)	11,50 (0,061)	11,60 (0,003)	10,40 (0,017)	12,40 (0,013)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	11,20 (0,003)	12,40 (0,007)	10,70 (0,023)	12,20 (0,001)	9,80 (0,014)	12,00 (0,004)
ÇL	\bar{X} S	11,60 (0,004)	11,50 (0,003)	9,90 (0,004)	12,00 (0,003)	10,90 (0,003)	9,30 (0,023)
ÇG	\bar{X} S	10,80 (0,009)	10,30 (0,046)	11,00 (0,009)	11,40 (0,003)	9,60 (0,019)	11,90 (0,013)
TG	\bar{X} S	11,50 (0,004)	11,70 (0,003)	12,10 (0,011)	10,70 (0,014)	10,80 (0,002)	11,00 (0,004)

\bar{X} Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.2.1.1.1. Tomruk Buharlama İşleminin Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Tomruk buharlama işlemi, ağaç türü, kaplama kurutma sıcaklığı, tabaka sayısı ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin kontrplakların denge rutubeti üzerine etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 45’de verilmiştir. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 45. Ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubeti değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	0,000535519	1	0,000535519	1,92	Ö.D.
B:Buharlama	0,000416704	2	0,000208352	0,75	Ö.D.
C:Kurutma Sic.	0,00118127	1	0,00118127	4,23	*
D:Tutkal Türü	0,00247067	1	0,00247067	8,85	**
E:Tabaka Sayısı	0,000204102	1	0,000204102	0,73	Ö.D.
Etkileşim AB	0,00140664	2	0,000703319	2,52	Ö.D.
Etkileşim AC	0,000877502	1	0,000877502	3,14	Ö.D.
Etkileşim AD	0,00121285	1	0,00121285	4,35	*
Etkileşim AE	0,000605252	1	0,000605252	2,17	Ö.D.
Etkileşim BC	0,00663491	2	0,00331746	11,89	***
Etkileşim BD	0,00108946	2	0,000544731	1,95	Ö.D.
Etkileşim BE	0,000785154	2	0,000392577	1,41	Ö.D.
Etkileşim CD	0,00000460208	1	0,00000460208	0,02	Ö.D.
Etkileşim CE	0,0066231	1	0,0066231	23,73	***
Etkileşim DE	0,000877502	1	0,000877502	3,14	Ö.D.
Etkileşim ABC	0,00260103	2	0,00130051	4,66	**
Etkileşim ABD	0,00672218	2	0,00336109	12,04	***
Etkileşim ABE	0,000971754	2	0,000485877	1,74	Ö.D.
Etkileşim ACD	0,00347225	1	0,00347225	12,44	***
Etkileşim ACE	0,000365752	1	0,000365752	1,31	Ö.D.
Etkileşim ADE	0,0000652687	1	0,0000652687	0,23	Ö.D.
Etkileşim BCD	0,000682004	2	0,000341002	1,22	Ö.D.
Etkileşim BCE	0,000513029	2	0,000256515	0,92	Ö.D.
Etkileşim BDE	0,00531638	2	0,00265819	9,53	***
Etkileşim CDE	0,000703252	1	0,000703252	2,52	Ö.D.
Etkileşim ABCD	0,0029707	2	0,00148535	5,32	Ö.D.
Etkileşim ABCE	0,00101178	2	0,00050589	1,81	Ö.D.
Etkileşim ABDE	0,00231686	2	0,00115843	4,15	*
Etkileşim ACDE	0,000228252	1	0,000228252	0,82	Ö.D.
Etkileşim BCDE	0,000717654	2	0,000358827	1,29	Ö.D.
Hata	0,121109	434	0,000279053		
Toplam	0,174692	479			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ağaç türü, buharlama işlemi ve tabaka sayısı önemli bulunmamıştır. Kurutma sıcaklığı %5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Tutkal türü ise % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; göknar tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri ile ladin tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubeti değerleri ile buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubeti değerleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplaklara nazaran daha yüksektir. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde edilen kontrplakların denge rutubeti değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri 5 tabakalı üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Denge rutubeti değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 46’da görülmektedir.

Tablo 46. Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre denge rutubeti değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Denge Rutubeti Miktarı (%)	
Ağaç Türü			
Ladin	240	11,14	a
Göknar	240	10,93	a
Buharlama			
Buharlanmamış	160	11,11	a
Buharlanmış (6 saat)	160	11,10	a
Buharlanmış (12 saat)	160	10,91	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	11,20	a
150 °C	240	10,88	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	11,27	a
FF	240	10,81	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	240	10,97	a
7 tabaka	240	11,10	a

3.2.1.1.2. Bölge Farklılığının Gökmar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Denge Rutubet Değeri Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının gökmar tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değeri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların denge rutubet değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47. Gökmar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubet değeri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	0,0000444083	1	0,0000444083	0,17	Ö.D.
B:Buharlama	0,000107467	2	0,0000537333	0,21	Ö.D.
C:Kurutma Sıc.	0,0000800333	1	0,0000800333	0,31	Ö.D.
D:Tutkal Türü	0,00541363	1	0,00541363	21,27	***
E:Tabaka Sayısı	0,00332853	1	0,00332853	13,08	***
Etkileşim AB	0,000256267	2	0,000128133	0,50	Ö.D.
Etkileşim AC	0,0000176333	1	0,0000176333	0,07	Ö.D.
Etkileşim AD	0,00012	1	0,00012	0,47	Ö.D.
Etkileşim AE	0,000353633	1	0,000353633	1,39	Ö.D.
Etkileşim BC	0,00100447	2	0,000502233	1,97	Ö.D.
Etkileşim BD	0,00220687	2	0,00110343	4,34	Ö.D.
Etkileşim BE	0,0000632667	2	0,0000316333	0,12	Ö.D.
Etkileşim CD	0,00000140833	1	0,00000140833	0,01	Ö.D.
Etkileşim CE	0,000385208	1	0,000385208	1,51	Ö.D.
Etkileşim DE	0,00117187	1	0,00117187	4,60	*
Etkileşim ABC	0,00289327	2	0,00144663	5,68	**
Etkileşim ABD	0,0004154	2	0,0002077	0,82	Ö.D.
Etkileşim ABE	0,000167267	2	0,0000836333	0,33	Ö.D.
Etkileşim ACD	0,00336021	1	0,00336021	13,20	***
Etkileşim ACE	0,00181741	1	0,00181741	7,14	**
Etkileşim ADE	0,000161008	1	0,000161008	0,63	Ö.D.
Etkileşim BCD	0,000940467	2	0,000470233	1,85	Ö.D.
Etkileşim BCE	0,0000744667	2	0,0000372333	0,15	Ö.D.
Etkileşim BDE	0,0000992	2	0,0000496	0,19	Ö.D.
Etkileşim CDE	0,000616533	1	0,000616533	2,42	Ö.D.
Etkileşim ABCD	0,00237647	2	0,00118823	4,67	**
Etkileşim ABCE	0,000333267	2	0,000166633	0,65	Ö.D.
Etkileşim ABDE	0,00101807	2	0,000509033	2,00	Ö.D.
Etkileşim ACDE	0,000282133	1	0,000282133	1,11	Ö.D.
Etkileşim BCDE	0,0000868667	2	0,0000434333	0,17	Ö.D.
Hata	0,110454	434	0,000254503		
Toplam	0,139651	479			

Gök nar tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama işlemi ve kurutma sıcaklığı önemli bulunmamıştır. Tutkal türü ve tabaka sayısı ise % 0.1 yanılma olasılığında önemli bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek gök nar tomruklardan üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan gök nar tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile Çayeli bölgesinden alınan gök nar tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerlerinde belirgin bir fark görülmemektedir. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde edilen kontrplakların denge rutubet değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri, 5 tabakalı üretilen kontrplakların denge rutubet değerlerine nazaran daha yüksektir. Bölge farklılığı ve gök nar ağacından üretilen kontrplakların denge rutubet değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 48’de görülmektedir.

Tablo 48. Gök nar kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre denge rutubet değeri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Denge Rutubeti Miktarı (%)	
Bölge			
Torul	240	10,87	a
Çayeli	240	10,93	a
Buharlama			
Buharlanmamış	160	10,84	a
Buharlanmış (6 saat)	160	10,96	a
Buharlanmış (12 saat)	160	10,91	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	10,94	a
150 °C	240	10,86	a
Tutkal Türü			
MÜF	240	11,24	a
FF	240	10,57	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	240	10,64	a
7 tabaka	240	11,17	b

Bölge farklılığının ladin tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değeri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların denge rutubet değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubet değeri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	0,00000700833	1	0,00000700833	0,03	Ö.D.
B:Buharlama	0,00301782	2	0,00150891	6,58	**
C:Kurutma Sıc.	0,00132667	1	0,00132667	5,79	*
D:Tutkal Türü	0,00780853	1	0,00780853	34,06	***
E:Tabaka Sayısı	0,000468075	1	0,000468075	2,04	Ö.D.
Etkileşim AB	0,000176467	2	0,0000882333	0,38	Ö.D.
Etkileşim AC	0,00122241	1	0,00122241	5,33	*
Etkileşim AD	0,00651213	1	0,00651213	28,40	***
Etkileşim AE	0,00154801	1	0,00154801	6,75	**
Etkileşim BC	0,00877115	2	0,00438557	19,13	***
Etkileşim BD	0,00256727	2	0,00128363	5,60	**
Etkileşim BE	0,00113715	2	0,000568575	2,48	Ö.D.
Etkileşim CD	0,000282133	1	0,000282133	1,23	Ö.D.
Etkileşim CE	0,00283241	1	0,00283241	12,35	***
Etkileşim DE	0,000353633	1	0,000353633	1,54	Ö.D.
Etkileşim ABC	0,00205542	2	0,00102771	4,48	*
Etkileşim ABD	0,00492652	2	0,00246326	10,74	***
Etkileşim ABE	0,00160832	2	0,000804158	3,51	*
Etkileşim ACD	0,00136013	1	0,00136013	5,93	*
Etkileşim ACE	0,00160601	1	0,00160601	7,00	**
Etkileşim ADE	0,0001323	1	0,0001323	0,58	Ö.D.
Etkileşim BCD	0,000662317	2	0,000331158	1,44	Ö.D.
Etkileşim BCE	0,000336517	2	0,000168258	0,73	Ö.D.
Etkileşim BDE	0,00552632	2	0,00276316	12,05	***
Etkileşim CDE	0,000116033	1	0,000116033	0,51	Ö.D.
Etkileşim ABCD	0,000145867	2	0,0000729333	0,32	Ö.D.
Etkileşim ABCE	0,00149602	2	0,000748008	3,26	*
Etkileşim ABDE	0,00151247	2	0,000756233	3,30	*
Etkileşim ACDE	0,0000602083	1	0,0000602083	0,26	Ö.D.
Etkileşim BCDE	0,00119555	2	0,000597775	2,61	Ö.D.
Hata	0,0994952	434	0,000229252		
Toplam	0,160303	479			

Ladin tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısı önemli bulunmamıştır. Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin tomruklardan üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile buharlanmış (6 saat) tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Fakat 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubet değerlerinde kısmen farklılık bulunmuştur.

Bölge farklılığı ve ladin tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 50’de görülmektedir.

Tablo 50. Ladin kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre denge rutubet miktarı değeri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Denge Rutubeti Miktarı (%)	
Bölge			
Çayeli	240	11,18	a
Maçka	240	11,15	a
Buharlama			
Buharlanmamış	160	11,45	a
Buharlanmış (6 saat)	160	11,21	a
Buharlanmış (12 saat)	160	10,84	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	11,33	a
150 °C	240	11,00	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	11,57	a
FF	240	10,76	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	240	11,07	a
7 tabaka	240	11,26	a

Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların denge rutubet

değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde edilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile FF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerlerinden yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile 5 tabakalı üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

3.2.1.2. LVL Levhalarında Denge Rutubet Değerleri

Üretilen LVL levhalarına ait denge rutubet değerleri ağaç türü ve kurutma sıcaklıklarına göre Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Farklı bölgelerden alınan ladin ve göknar soyma kaplama levhalarından MÜF ve FF tutkalları ile üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri (%)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	12,57	12,53	12,45	12,82	10,56	12,51
	S	(0,476)	(0,357)	(0,445)	(0,573)	(0,222)	(0,185)
ÇL	\bar{X}	11,57	11,57	11,72	12,03	12,54	11,76
	S	(0,027)	(0,736)	(0,333)	(0,501)	(0,384)	(0,474)
ÇG	\bar{X}	12,37	11,41	12,74	11,21	12,51	12,81
	S	(0,854)	(0,348)	(0,589)	(0,500)	(0,423)	(0,222)
TG	\bar{X}	12,33	11,51	13,37	11,52	11,82	11,68
	S	(0,398)	(0,393)	(0,853)	(0,596)	(0,449)	(0,461)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	12,75	11,93	11,29	12,28	11,35	13,13
	S	(0,435)	(0,275)	(0,277)	(0,505)	(0,578)	(0,519)
ÇL	\bar{X}	10,88	12,82	11,72	11,95	11,76	13,22
	S	(0,474)	(0,343)	(0,478)	(0,333)	(0,838)	(0,534)
ÇG	\bar{X}	11,75	12,52	11,30	12,17	10,98	11,87
	S	(0,228)	(1,085)	(0,974)	(0,046)	(0,374)	(0,355)
TG	\bar{X}	11,98	11,45	12,45	12,91	12,31	12,25
	S	(0,911)	(0,284)	(0,908)	(0,865)	(0,185)	(0,472)

\bar{X} Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.2.1.2.1. Tomruk Buharlama İşleminin LVL Levhaların Denge Rutubet Değeri Üzerine Etkisi

Ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların denge rutubet değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 52’de verilmiştir. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 52. LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	0,388815	1	0,388815	0,42	Ö.D
B:Buharlama	8,28436	2	4,14218	4,52	**
C:Kurutma Sıcaklığı	0,00468167	1	0,00468167	0,01	Ö.D
D:Tutkal Türü	8,19181	1	8,19181	8,95	*
Etkileşim AB	4,42003	2	2,21001	2,41	Ö.D
Etkileşim AC	2,45228	1	2,45228	2,68	Ö.D
Etkileşim AD	1,48208	1	1,48208	1,62	Ö.D
Etkileşim BC	4,79946	2	2,39973	2,62	Ö.D
Etkileşim BD	0,67233	2	0,336165	0,37	Ö.D
Etkileşim CD	26,7601	1	26,7601	29,23	***
Etkileşim ABC	8,92626	2	4,46313	4,88	**
Etkileşim ABD	4,48546	2	2,24273	2,45	Ö.D
Etkileşim ACD	0,014415	1	0,014415	0,02	Ö.D
Etkileşim BCD	3,68476	2	1,84238	2,01	Ö.D
Etkileşim ABCD	5,42863	2	2,71431	2,96	Ö.D
Hata	197,746	216	0,915491		
Toplam	277,742	239			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ağaç türü ve kurutma sıcaklığı anlamlı bulunmamıştır. Buharlama ve tutkal türü ise; % 1 yanılma olasılığında anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri ile ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların denge rutubet

değerleri ile buharlanmış (6 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhalara nazaran belirgin bir farklılık görülmemektedir. Fakat 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların denge rutubet değerleri 6 saat buharlanmış ve buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların denge rutubet değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhalara belirgin bir fark görülmemektedir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen kontrplakların denge rutubet değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerlerinden daha yüksektir. LVL levhaların denge rutubet değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 53’de görülmektedir.

Tablo 53. LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkilerini araştırarak varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Denge Rutubeti Miktarı (%)	
Ağaç Türü			
Ladin	120	11,96	a
Gökmar	120	11,88	a
Buharlama			
Buharlanmamış	80	11,86	a
Buharlanmış (6 saat)	80	11,73	a
Buharlanmış (12 saat)	80	12,17	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	120	11,92	a
150 °C	120	11,91	a
Tutkal Türü			
MÜF	120	12,10	a
FF	120	11,73	b

3.2.1.2.2. Bölge Farklılığının Gökmar ve Ladin Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Denge Rutubet Değeri Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının gökmar tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değeri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların eğilme direnci değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 54’de verilmiştir.

Tablo 54. Gökmar LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	4,59267	1	4,59267	11,21	***
B:Buharlama	2,30108	2	1,15054	2,81	Ö.D
C:Kurutma Sıcaklığı	1,75446	1	1,75446	4,28	*
D:Tutkal Türü	0,0326667	1	0,0326667	0,08	Ö.D
Etkileşim AB	9,7054	2	4,8527	11,85	***
Etkileşim AC	0,096	1	0,096	0,23	Ö.D
Etkileşim AD	2,14326	1	2,14326	5,23	*
Etkileşim BC	5,85158	2	2,92579	7,14	***
Etkileşim BD	8,8179	2	4,40895	10,77	***
Etkileşim CD	16,224	1	16,224	39,62	***
Etkileşim ABC	7,10456	2	3,55228	8,67	***
Etkileşim ABD	0,831082	2	0,415541	1,01	Ö.D
Etkileşim ACD	1,05073	1	1,05073	2,57	Ö.D
Etkileşim BCD	13,0651	2	6,53253	15,95	***
Etkileşim ABCD	8,58792	2	4,29396	10,49	***
Hata	88,4586	216	0,40953		
Toplam	170,617	239			

Gökmar tomruklardan üretilen LVL levhalar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; buharlama işlemi ve tutkal türü önemli bulunmamıştır. Bölge farklılığı % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Kurutma sıcaklığı ise % 5 yanılma olasılığında anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek gökmar tomruklardan üretilen LVL levhaların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan gökmar tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri, Çayeli bölgesinden alınan gökmar tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerlerine göre yüksektir.

Tablo 55. Gökmar LVL levhaların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Denge Rutubeti Miktarı (%)	
Bölge			
Torul	120	12,14	a
Çayeli	120	11,89	b
Buharlama			
Buharlanmamış	80	11,91	a
Buharlanmış (6 saat)	80	11,99	a
Buharlanmış (12 saat)	80	12,14	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	120	12,10	a
150 °C	120	11,93	b
Tutkal Türü			
MÜF	120	12,03	a
FF	120	12,00	a

Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların denge rutubet değerleri ile buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhaların denge rutubet değerleri arasında bir fark görülmemektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri, 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerlerinden yüksek bulunmuştur. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen LVL levhaların denge rutubet değerleri ile MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Bölge farklılığı ve gökmar tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 55’de görülmektedir.

Bölge farklılığının ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değeri üzerine olan etkisini belirlemek maksadıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların denge rutubet değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 56’da verilmiştir.

Tablo 56. Ladin LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	2,88204	1	2,88204	3,84	Ö.D.
B:Buharlama	0,20775	2	0,103875	0,14	Ö.D.
C:Kurutma Sıcaklığı	0,084375	1	0,084375	0,11	Ö.D.
D:Tutkal Türü	22,755	1	22,755	30,32	***
Etkileşim AB	14,1841	2	7,09204	9,45	***
Etkileşim AC	1,45704	1	1,45704	1,94	Ö.D.
Etkileşim AD	0,477042	1	0,477042	0,64	Ö.D.
Etkileşim BC	9,36075	2	4,68037	6,24	Ö.D.
Etkileşim BD	7,52558	2	3,76279	5,01	**
Etkileşim CD	5,92204	1	5,92204	7,89	**
Etkileşim ABC	3,69008	2	1,84504	2,46	Ö.D.
Etkileşim ABD	21,7916	2	10,8958	14,52	***
Etkileşim ACD	8,17704	1	8,17704	10,90	**
Etkileşim BCD	1,48058	2	0,740292	0,99	Ö.D.
Etkileşim ABCD	8,94358	2	4,47179	5,96	**
Hata	162,102	216	0,750471		
Toplam	271,04	239			

Ladin tomruklardan üretilen LVL levhalar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama ve kurutma sıcaklığı önemli bulunmamıştır. Tutkal türü ise % 0.1 yanılma olasılığında anlamlı bulunmuştur.

Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri ile Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri arasında bir fark görülmemektedir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların denge rutubet değerleri ile buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhaların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri arasında bir fark görülmemektedir. Tutkal türü açısından MÜF tutkallı ile elde edilen LVL levhaların denge rutubet değerleri, FF tutkallı ile üretilen LVL

levhaların denge rutubet değerlerinden yüksektir. Bölge farklılığı ve ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların denge rutubet değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 57’de görülmektedir.

Tablo 57. Ladin LVL levhaların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubet değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Denge Rutubeti Miktarı (%)	
Bölge			
Çayeli	120	11,96	a
Maçka	120	12,18	a
Buharlama			
Buharlanmamış	80	12,07	a
Buharlanmış (6 saat)	80	12,03	a
Buharlanmış (12 saat)	80	12,10	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	120	12,05	a
150 °C	120	12,09	a
Tutkal Türü			
MÜF	120	12,37	a
FF	120	11,76	b

3.2.2. Özgül Ağırlık

3.2.2.1. Kontrplaklarda Özgül Ağırlık

Çalışma kapsamında üretilmiş olan kontrplak levhalarına ait özgül ağırlık değerleri; tabaka sayısı, bölge ve ağaç türlerine göre Tablo 58 ve 59’da verilmiştir.

Tablo 58. 5 tabakalı kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri (g/cm³)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	0,619	0,620	0,507	0,599	0,621	0,578
	S	(0,017)	(0,022)	(0,031)	(0,017)	(0,020)	(0,023)
ÇL	\bar{X}	0,514	0,484	0,483	0,480	0,491	0,495
	S	(0,035)	(0,027)	(0,014)	(0,032)	(0,047)	(0,035)
ÇG	\bar{X}	0,526	0,476	0,644	0,492	0,613	0,479
	S	(0,022)	(0,019)	(0,022)	(0,035)	(0,031)	(0,018)
TG	\bar{X}	0,570	0,497	0,576	0,556	0,549	0,531
	S	(0,067)	(0,033)	(0,028)	(0,043)	(0,021)	(0,020)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	0,604	0,588	0,517	0,554	0,606	0,569
	S	(0,023)	(0,024)	(0,032)	(0,024)	(0,030)	(0,024)
ÇL	\bar{X}	0,513	0,485	0,501	0,492	0,496	0,473
	S	(0,040)	(0,023)	(0,033)	(0,038)	(0,027)	(0,017)
ÇG	\bar{X}	0,578	0,504	0,493	0,493	0,491	0,479
	S	(0,023)	(0,024)	(0,024)	(0,0047)	(0,025)	(0,012)
TG	\bar{X}	0,584	0,501	0,568	0,504	0,549	0,526
	S	(0,023)	(0,023)	(0,022)	(0,015)	(0,021)	(0,023)

\bar{X} Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

Tablo 59. 7 tabakalı kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri (g/cm³)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	0,631	0,607	0,592	0,622	0,638	0,592
	S	(0,019)	(0,020)	(0,018)	(0,098)	(0,025)	(0,023)
ÇL	\bar{X}	0,551	0,489	0,508	0,482	0,602	0,477
	S	(0,031)	(0,026)	(0,022)	(0,027)	(0,019)	(0,019)
ÇG	\bar{X}	0,545	0,548	0,547	0,529	0,593	0,564
	S	(0,014)	(0,022)	(0,032)	(0,036)	(0,024)	(0,021)
TG	\bar{X}	0,513	0,538	0,558	0,550	0,522	0,534
	S	(0,021)	(0,026)	(0,012)	(0,016)	(0,013)	(0,013)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X}	0,645	0,605	0,529	0,561	0,601	0,589
	S	(0,022)	(0,030)	(0,042)	(0,013)	(0,017)	(0,017)
ÇL	\bar{X}	0,534	0,505	0,498	0,480	0,488	0,485
	S	(0,031)	(0,033)	(0,025)	(0,015)	(0,019)	(0,016)
ÇG	\bar{X}	0,582	0,500	0,550	0,533	0,534	0,479
	S	(0,025)	(0,022)	(0,017)	(0,012)	(0,017)	(0,023)
TG	\bar{X}	0,604	0,508	0,601	0,516	0,618	0,567
	S	(0,038)	(0,024)	(0,017)	(0,015)	(0,019)	(0,014)

\bar{X} : Aritmetik Ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

3.2.2.1.1. Tomruk Buharlama İşleminin Kontrplakların Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Tomruk buharlama işlemi, ağaç türü, kaplama kurutma sıcaklığı, tabaka sayısı ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 60'da verilmiştir. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 60. Ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	1.07314	1	1.07314	0.44	Ö.D.
B:Buharlama	3.72633	2	1.86317	0.77	Ö.D.
C:Kurutma Sıcaklığı	2.38173	1	2.38173	0.99	Ö.D.
D:Tutkal Türü	5.90964	1	5.90964	2.45	Ö.D.
E:Tabaka Sayısı	3.38616	1	3.38616	1.40	Ö.D.
Etkileşim AB	5.26645	2	2.63322	1.89	Ö.D.
Etkileşim AC	2.81331	1	2.81331	1.17	Ö.D.
Etkileşim AD	1.91718	1	1.91718	0.79	Ö.D.
Etkileşim AE	1.44328	1	1.44328	0.60	Ö.D.
Etkileşim BC	2.65431	2	1.32716	0.55	Ö.D.
Etkileşim BD	4.07454	2	2.03727	0.84	Ö.D.
Etkileşim BE	5.16529	2	2.58264	1.07	Ö.D.
Etkileşim CD	2.65662	1	2.65662	1.10	Ö.D.
Etkileşim CE	2.28218	1	2.28218	0.95	Ö.D.
Etkileşim DE	2.33949	1	2.33949	0.97	Ö.D.
Etkileşim ABC	5.24941	2	2.6247	1.09	Ö.D.
Etkileşim ABD	5.10185	2	2.55093	1.06	Ö.D.
Etkileşim ABE	5.66344	2	2.83172	1.17	Ö.D.
Etkileşim ACD	2.43664	1	2.43664	1.01	Ö.D.
Etkileşim ACE	1.25014	1	1.25014	0.52	Ö.D.
Etkileşim ADE	2.21251	1	2.21251	0.92	Ö.D.
Etkileşim BCD	3.28893	2	1.64446	0.68	Ö.D.
Etkileşim BCE	4.52359	2	2.26179	0.94	Ö.D.
Etkileşim BDE	5.33429	2	2.66714	1.11	Ö.D.
Etkileşim CDE	2.79148	1	2.79148	1.16	Ö.D.
Etkileşim ABCD	4.88321	2	2.44161	1.01	Ö.D.
Etkileşim ABCE	5.66365	2	2.83182	1.17	Ö.D.
Etkileşim ABDE	5.75053	2	2.87527	1.19	Ö.D.
Etkileşim ACDE	0.765406	1	0.765406	0.32	Ö.D.
Etkileşim BCDE	4.73466	2	2.36733	0.98	Ö.D.
Hata	2204.19	914	2.41159		
Toplam	2310.93	959			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tabaka sayısı ve tutkal türü önemli bulunmamıştır. Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; ladin tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile göknar ağacından üretilen kontrplakların

özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark görülmektedir. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile FF tutkalıyla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark görülmektedir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile 5 tabakalı üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark görülmektedir. Özgül ağırlık değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 61’de görülmektedir.

Tablo 61. Kontrplakların; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	
Ağaç Türü			
Ladin	480	0.608	a
Gökmar	480	0.541	a
Buharlama			
Buharlanmamış	320	0,535	a
Buharlanmış (6 saat)	320	0,527	a
Buharlanmış (12 saat)	320	0,514	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	0,525	a
150 °C	480	0,525	a
Tutkal Türü			
MÜF	480	0,496	a
FF	480	0,554	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	0,511	a
7 tabaka	480	0,535	a

3.2.2.1.2. Bölge Farklılığının Göknar ve Ladin Tomruklardan Üretilen Kontrplakların Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının göknar tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değeri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu etkileşimlerin kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 62’de verilmiştir.

Tablo 62. Göknar kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	4,70414	1	4,70414	1,41	Ö.D.
B:Buharlama	6,96657	2	3,48329	1,45	Ö.D.
C:Kurutma Sıcaklığı	3,08029	1	3,08029	0,93	Ö.D.
D:Tutkal Türü	4,98889	1	4,98889	1,50	Ö.D.
E:Tabaka Sayısı	4,78033	1	4,78033	1,44	Ö.D.
Etkileşim AB	4,61381	2	2,30691	0,69	Ö.D.
Etkileşim AC	2,62787	1	2,62787	0,79	Ö.D.
Etkileşim AD	1,40952	1	1,40952	0,42	Ö.D.
Etkileşim AE	2,3951	1	2,3951	0,72	Ö.D.
Etkileşim BC	6,65546	2	3,32773	1,00	Ö.D.
Etkileşim BD	9,238	2	4,619	1,39	Ö.D.
Etkileşim BE	7,13383	2	3,56691	1,07	Ö.D.
Etkileşim CD	2,50502	1	2,50502	0,75	Ö.D.
Etkileşim CE	1,3087	1	1,3087	0,39	Ö.D.
Etkileşim DE	2,98095	1	2,98095	0,90	Ö.D.
Etkileşim ABC	8,10164	2	4,05082	1,22	Ö.D.
Etkileşim ABD	6,90576	2	3,45288	1,04	Ö.D.
Etkileşim ABE	5,68637	2	2,84319	0,85	Ö.D.
Etkileşim ACD	2,728	1	2,728	0,82	Ö.D.
Etkileşim ACE	2,36106	1	2,36106	0,71	Ö.D.
Etkileşim ADE	2,8374	1	2,8374	0,85	Ö.D.
Etkileşim BCD	5,72987	2	2,86494	0,86	Ö.D.
Etkileşim BCE	5,56938	2	2,78469	0,84	Ö.D.
Etkileşim BDE	7,68335	2	3,84168	1,15	Ö.D.
Etkileşim CDE	2,71714	1	2,71714	0,82	Ö.D.
Etkileşim ABCD	6,7912	2	3,3956	1,02	Ö.D.
Etkileşim ABCE	9,93547	2	4,96774	1,49	Ö.D.
Etkileşim ABDE	6,13233	2	3,06616	0,92	Ö.D.
Etkileşim ACDE	5,97447	1	5,97447	1,79	Ö.D.
Etkileşim BCDE	4,23335	2	2,11667	0,64	Ö.D.
Hata	3042,83	914	3,32914		
Toplam	3191,61	959			

Göknar tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama işlemi ve kurutma sıcaklığı önemli bulunmamıştır. Tutkal türü ve tabaka sayısı ise % 0.1 yanılma olasılığında önemli bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek göknar tomruklardan üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır.

Bölge farklılığı ve göknar tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 63'de görülmektedir.

Tablo 63. Göknar kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre özgül ağırlık değeri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Özgül Ağırlık Değerleri (g/cm ³)	
Bölge			
Torul	240	0,681	a
Çayeli	240	0,541	a
Buharlama			
Buharlanmamış	160	0,549	a
Buharlanmış (6 saat)	160	0,732	a
Buharlanmış (12 saat)	160	0,554	a
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	0,668	a
150 °C	240	0,555	a
Tutkal Türü			
MÜF	240	0,539	a
FF	240	0,683	a
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	240	0,541	a
7 tabaka	240	0,682	a

Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir fark görülmemektedir. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde

edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha yüksektir. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, 5 tabakalı üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerine nazaran daha yüksektir. Bölge farklılığına göre; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü, tabaka sayısı ve bu faktörlerin etkileşimlerinin ladin kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 65’de verilmiştir.

Tablo 64. Ladin kontrplakların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık değeri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	0,0828445	1	0,0828445	0,03	Ö.D.
B:Buharlama	5,01322	2	2,50661	1,05	Ö.D.
C:Kurutma Sıcaklığı	2,02915	1	2,02915	0,85	Ö.D.
D:Tutkal Türü	3,65141	1	3,65141	1,53	Ö.D.
E:Tabaka Sayısı	2,82925	1	2,82925	1318	Ö.D.
Etkileşim AB	4,09782	2	2,04891	0,86	Ö.D.
Etkileşim AC	3,22596	1	3,22596	1,35	Ö.D.
Etkileşim AD	3,62801	1	3,62801	1,52	Ö.D.
Etkileşim AE	1,84819	1	1,84819	0,77	Ö.D.
Etkileşim BC	3,90823	2	1,95412	0,82	Ö.D.
Etkileşim BD	5,36294	2	2,68147	1,12	Ö.D.
Etkileşim BE	5,33313	2	2,66657	1,12	Ö.D.
Etkileşim CD	2,59397	1	2,59397	1,09	Ö.D.
Etkileşim CE	1,68673	1	1,68673	0,71	Ö.D.
Etkileşim DE	2,51843	1	2,51843	1,05	Ö.D.
Etkileşim ABC	3,79426	2	1,89713	0,79	Ö.D.
Etkileşim ABD	3,86811	2	1,93405	0,81	Ö.D.
Etkileşim ABE	5,45949	2	2,72975	1,14	Ö.D.
Etkileşim ACD	2,49737	1	2,49737	1,05	Ö.D.
Etkileşim ACE	1,76903	1	1,76903	0,74	Ö.D.
Etkileşim ADE	2,045	1	2,045	0,86	Ö.D.
Etkileşim BCD	3,64477	2	1,82239	0,76	Ö.D.
Etkileşim BCE	5,0257	2	2,51285	1,05	Ö.D.
Etkileşim BDE	5,29089	2	2,64545	1,11	Ö.D.
Etkileşim CDE	1,532	1	1,532	0,64	Ö.D.
Etkileşim ABCD	4,46865	2	2,23433	0,94	Ö.D.
Etkileşim ABCE	4,86508	2	2,43254	1,02	Ö.D.
Etkileşim ABDE	5,75559	2	2,87779	1,20	Ö.D.
Etkileşim ACDE	1,71062	1	1,71062	0,72	Ö.D.
Etkileşim BCDE	4,79466	2	2,39733	1,00	Ö.D.
Hata	2183,08	914	2,38849		
Toplam	2287,41	959			

Ladin tomruklardan üretilen kontrplaklar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısı önemli bulunmamıştır. Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin tomruklardan üretilen kontrplakların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden düşüktür. Buharlama süresi olarak 12 saat buharlanan gurbun özgül ağırlık değerleri 6 saat buharlanan gruptan yüksektir.

Bölge farklılığı ve ladin tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 65’de görülmektedir.

Tablo 65. Ladin kontrplakların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısına göre özgül ağırlık değeri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	
Bölge			
Çayeli	480	0,608	a
Maçka	480	0,590	a
Buharlama			
Buharlanmamış	320	0,575	a
Buharlanmış (6 saat)	320	0,525	b
Buharlanmış (12 saat)	320	0,697	c
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	480	0,553	a
150 °C	480	0,645	b
Tutkal Türü			
MÜF	480	0,537	a
FF	480	0,6611	b
Tabaka Sayısı			
5 tabaka	480	0,545	a
7 tabaka	480	0,653	b

Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, 150 °C olan kaplamalardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden düşüktür. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden düşüktür. Tabaka sayısı bakımından yapılan kıyaslamada ise; 7 tabakalı üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, 5 tabakalı üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden yüksektir.

3.2.2.2. LVL Levhalarında Özgül Ağırlık Değerleri

Üretilen LVL levhalarına ait özgül ağırlık değerleri ağaç türü ve kurutma sıcaklıklarına göre Tablo 66'da verilmiştir. Her test grubu için 20'şer adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 66. LVL levhalarına ait özgül ağırlık ortalama değerleri (g/cm³)

	Kurutma Sıcaklığı	110 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	0,698 (0,025)	0,637 (0,020)	0,618 (0,022)	0,626 (0,025)	0,618 (0,031)	0,594 (0,027)
ÇL	\bar{X} S	0,530 (0,027)	0,508 (0,028)	0,539 (0,023)	0,505 (0,020)	0,520 (0,015)	0,513 (0,027)
ÇG	\bar{X} S	0,611 (0,029)	0,576 (0,031)	0,566 (0,021)	0,499 (0,014)	0,530 (0,028)	0,615 (0,030)
TG	\bar{X} S	0,612 (0,029)	0,580 (0,020)	0,620 (0,015)	0,558 (0,016)	0,580 (0,023)	0,528 (0,09)
	Kurutma Sıcaklığı	150 °C					
	Buharlama Şartları	Buharlanmamış		6 saat buharlanmış		12 saat buharlanmış	
Örnek Grupları	Tutkal Türü	FF	MÜF	FF	MÜF	FF	MÜF
ML	\bar{X} S	0,649 (0,022)	0,504 (0,032)	0,640 (0,022)	0,589 (0,030)	0,605 (0,021)	0,615 (0,025)
ÇL	\bar{X} S	0,524 (0,023)	0,514 (0,044)	0,539 (0,023)	0,500 (0,018)	0,547 (0,034)	0,496 (0,020)
ÇG	\bar{X} S	0,616 (0,023)	0,572 (0,027)	0,513 (0,023)	0,562 (0,022)	0,552 (0,023)	0,584 (0,28)
TG	\bar{X} S	0,666 (0,026)	0,589 (0,024)	0,548 (0,025)	0,560 (0,026)	0,523 (0,010)	0,521 (0,012)

\bar{X} :Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.2.2.2.1. Tomruk Buharlama İşleminin LVL Levhaların Özgül Ağırlık Değeri Üzerine Etkisi

Tomruk buharlama işleminin LVL levhalarının özgül ağırlık değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; ağaç türü, buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu faktörlerin etkileşimlerinin LVL levhaların özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 67'de verilmiştir. Araştırmada Çayeli bölgesi ladin ve göknar tomruklardan üretilen levhalar kullanılmıştır.

Tablo 67. LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Ağaç Türü	0,189171	1	0,189171	304,31	***
B:Buharlama	0,0736051	2	0,0368026	59,20	***
C:Kurutma Sıcaklığı	0,00689325	1	0,00689325	11,09	***
D:Tutkal Türü	0,0438728	1	0,0438728	70,58	***
Etkileşim AB	0,0804091	2	0,0402046	64,67	***
Etkileşim AC	0,0057063	1	0,0057063	9,18	**
Etkileşim AD	0,00829172	1	0,00829172	13,34	***
Etkileşim BC	0,0121561	2	0,00607806	9,78	***
Etkileşim BD	0,00973082	2	0,00486541	7,83	***
Etkileşim CD	0,00874667	1	0,00874667	14,07	***
Etkileşim ABC	0,00638222	2	0,00319111	5,13	**
Etkileşim ABD	0,024126	2	0,012063	19,41	***
Etkileşim ACD	0,0262996	1	0,0262996	42,31	***
Etkileşim BCD	0,0216066	2	0,0108033	17,38	***
Etkileşim ABCD	0,0268579	2	0,013429	21,60	***
Hata	0,28347	456	0,000621644		
Toplam	0,827325	479			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ağaç türü ve kurutma sıcaklığı anlamlı bulunmamıştır. Buharlama ve tutkal türü ise; % 1 yanılma olasılığında anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri ile ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık

değerleri ile buharlanmış (6 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhalara nazaran belirgin bir farklılık görülmemektedir. Fakat 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri 6 saat buharlanmış ve buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhalara belirgin bir fark görülmemektedir. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha yüksektir. LVL levhaların özgül ağırlık değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 68’de görülmektedir.

Tablo 68. LVL levhalarda; ağaç türü, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Özgül Ağırlık Değerleri (g/cm ³)	
Ağaç Türü			
Ladin	240	0,519	a
Göknar	240	0,559	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	0,556	a
Buharlanmış (6 saat)	160	0,527	b
Buharlanmış (12 saat)	160	0,533	c
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	0,535	a
150 °C	240	0,543	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	0,529	a
FF	240	0,548	b

3.2.2.2.2. Bölge Farklılığının Göknar ve Ladin Tomruklardan Üretilen LVL Levhaların Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Bölge farklılığının göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değeri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla; buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 69’da verilmiştir.

Tablo 69. Gök nar LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğ ul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	0,0065786	1	0,0065786	12,66	**
B:Buharlama	0,256942	2	0,128471	247,27	***
C:Kurutma Sıcaklığı	0,00396175	1	0,00396175	7,63	**
D:Tutkal Türü	0,0305443	1	0,0305443	58,79	***
Etkileşim AB	0,100011	2	0,0500057	96,25	***
Etkileşim AC	0,0040426	1	0,0040426	7,78	**
Etkileşim AD	0,045923	1	0,045923	88,39	***
Etkileşim BC	0,027525	2	0,0137625	26,49	***
Etkileşim BD	0,0787955	2	0,0393977	75,83	***
Etkileşim CD	0,014531	1	0,014531	27,97	***
Etkileşim ABC	0,0292726	2	0,0146363	28,17	***
Etkileşim ABD	0,0324706	2	0,0162353	31,25	***
Etkileşim ACD	0,000518752	1	0,000518752	1,00	Ö.D
Etkileşim BCD	0,0821051	2	0,0410526	79,01	***
Etkileşim ABCD	0,0328206	2	0,0164103	31,58	***
Hata	0,236922	456	0,000519565		
Toplam	0,982964	479			

Gök nar tomruklardan üretilen LVL levhalar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; buharlama işlemi ve tutkal türü önemli % 5 yanılma olasılığında anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılığı ve kurutma sıcaklığı % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Torul bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri, Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerine göre yüksektir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri, buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinden yüksektir. Kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri, 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinden yüksek bulunmuştur. Tutkal türü açısından FF tutkalıyla elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinden yüksek

bulunmuştur. Bölge farklılığı ve göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 70’de görülmektedir.

Tablo 70. Göknar LVL levhaların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Özgül Ağırlık Değerleri (g/cm ³)	
Bölge			
Torul	240	0,573	a
Çayeli	240	0,566	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	0,603	a
Buharlanmış (6 saat)	160	0,553	b
Buharlanmış (12 saat)	160	0,554	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	0,573	a
150 °C	240	0,567	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	0,562	a
FF	240	0,578	b

Buharlama işlemi, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve bu etkileşimlerin LVL levhaların özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 71’de verilmiştir.

Tablo 71. Ladin LVL levhaların; bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A:Bölge	1,11708	1	1,11708	1666,90	***
B:Buharlama	0,0047251	2	0,00236255	3,53	*
C:Kurutma Sıcaklığı	0,0282625	1	0,0282625	42,17	***
D:Tutkal Türü	0,148576	1	0,148576	221,70	***
Etkileşim AB	0,00392987	2	0,00196494	2,93	Ö.D.
Etkileşim AC	0,0303056	1	0,0303056	45,22	***
Etkileşim AD	0,0092928	1	0,0092928	13,87	***
Etkileşim BC	0,05688	2	0,02844	42,44	***
Etkileşim BD	0,0352243	2	0,0176122	26,28	***
Etkileşim CD	0,0190248	1	0,0190248	28,39	***
Etkileşim ABC	0,0514166	2	0,0257083	38,36	***
Etkileşim ABD	0,0782328	2	0,0391164	58,37	***
Etkileşim ACD	0,00334777	1	0,00334777	5,00	*
Etkileşim BCD	0,00649547	2	0,00324773	4,85	*
Etkileşim ABCD	0,0392883	2	0,0196441	29,31	***
Hata	0,305591	456	0,000670155		
Toplam	1,93967	479			

Ladin tomruklardan üretilen LVL levhalar üzerinde, yapılan varyans analizi sonucuna göre; bölge farklılığı, buharlama ve kurutma sıcaklığı önemli bulunmamıştır. Tutkal türü ise % 0.1 yanılma olasılığında anlamlı bulunmuştur. Bölge farklılıkları değerlendirilerek ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların, varyans kaynağı ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri ile Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri arasında bir fark görülmemektedir. Buharlanmamış tomruklardan elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri ile buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri ile 150 °C olan kaplamalardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri arasında bir fark görülmemektedir. Tutkal türü açısından MÜF tutkalıyla elde edilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri, FF tutkalıyla üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinden

yüksektir. Bölge farklılığı ve ladin tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 72’de görülmektedir.

Tablo 72. Ladin LVL levhaların; bölge, buharlama, kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık değerleri üzerine etkilerini araştıran varyans kaynakları ortalamalarının Newman Keuls testi sonuçları ($P \leq 0.05$)

Varyans Kaynağı	N	Özgül Ağırlık Değerleri (g/cm ³)	
Bölge			
Çayeli	240	0,519	a
Maçka	240	0,616	b
Buharlama			
Buharlanmamış	160	0,570	a
Buharlanmış (6 saat)	160	0,569	b
Buharlanmış (12 saat)	160	0,563	b
Kurutma Sıcaklığı (°C)			
110 °C	240	0,575	a
150 °C	240	0,560	b
Tutkal Türü			
MÜF	240	0,550	a
FF	240	0,585	b

4. İRDELEME

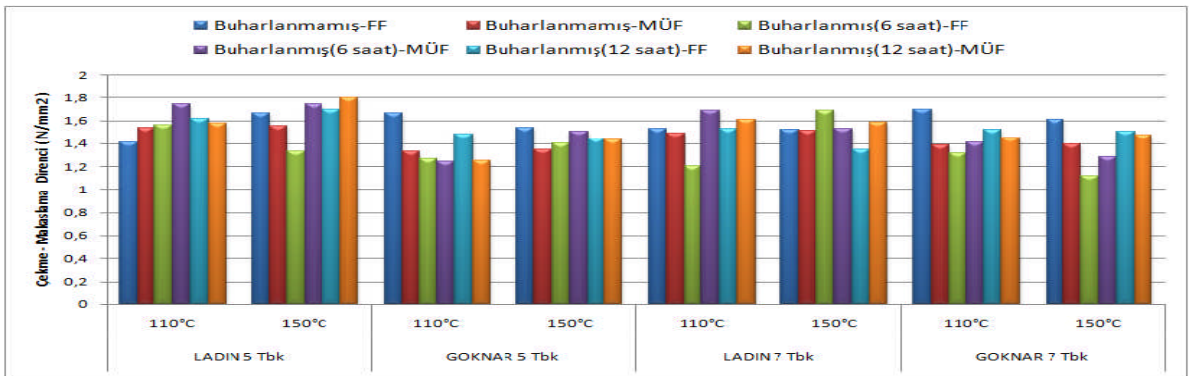
4.1. Kontrplak Levhaların Mekanik Özellikleri

4.1.1. Çekme-Makaslama Direnci

Çalışma kapsamında üretilen kontrplak levhaların çekme-makaslama direnci değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına, tutkal türüne ve tabaka sayısı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.1.1.1. Ağaç Türü, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Gökmar ve ladin tomruklardan farklı koşullarda üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine buharlama süresi, kurutma sıcaklığı, ve tutkal türünün etkisi Şekil 8' de görülmektedir.



Şekil 8. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme-makaslama direnci üzerine etkisi

Şekil 8'den görüleceği gibi tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi; ağaç türü, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri buharlanmış (6, 12 saat) tomruklarla üretilen kontrplaklardan belirgin olarak yüksek bulunmuştur. Şahin (1998) tarafından okaliptüs odunundan üretilen kontrplak levhaları üzerinde yapılan bir çalışmada buharlama işlemiyle çekme makaslama direncinde azalma olduğu tespit edilmiştir [110]. Kızılçam odunundan üretilen kontrplak örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada da buharlama işlemiyle çekme-makaslama direnci üzerinde azalma olduğu belirlenmiştir [111]. Buharlama işlemiyle odundaki ekstraktif maddeler yıkanacağından ve lignin ve pektin maddelerinin bir kısmının çözüneceğinden dolayı özgül ağırlığında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir [110]. Odunun özgül ağırlığı mekanik direnç özelliklerini etkilediğinden çekme makaslama direnci buharlanan örneklerde bu sebepten dolayı azalma göstermiş olabilir. Ayrıca buharlama işlemiyle odun yapısında bulunan yapısal elamanlardan selüloz ve lignin oranlarının azaldığı kimyasal testler sonucunda tespit edilmiştir [110]. Yapısal bileşenlerdeki azalma, haliyle mekanik dirençlerin düşmesine sebep olacağından, çekme makaslama direnci bu sebepten buharlama işlemiyle azalmış olabilir.

Bir çalışmada da ÜF tutkalıyla okume kaplamalardan üretilen kontrplaklarda buharlama işleminin etkisi incelenmiş olup, buharlama ön işleminin çekme-makaslama direncinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir [112]. Başka bir çalışmada 24 saat süre ile 60 °C' de ısıtılmış kızılçam tomruklarından üretilen kaplamaların yüzeylerinin, aynı tomruğun ısıtılmadan soyulan kaplama levhalara göre daha pürüzlü olduğu tespit edilmiştir [77]. Yüzey pürüzlülüğü yapışmayı olumsuz etkilemektedir [113]. Çekme-makaslama direncinin buharlamayla azalmış olmasının sebepleri arasında yüzey pürüzlülüğü faktörü de gösterilebilir.

Tabaka sayısının artışıyla çekme makaslama direncinde de artış meydana gelmiştir. Bir çalışmada aynı şekilde tabaka sayısının çekme makaslama direnci üzerine etkileri araştırılmış ve bu çalışmada da tabaka sayısının artışına paralel olarak çekme makaslama direncinde artış gözlenmiştir [45].

Ağaç türü, buharlama ve kaplama kurutma sıcaklığını inceleyen bir çalışmada; buharlanmış kızılçam tomruklardan üretilen kaplamaların ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci buharlanmamış gruplara göre daha düşüktür. Ladinde ise bu durum 20 °C'de kurutulan kaplamalardan üretilen kontrplaklar için geçerli olmuş, 110 °C'de kurutulan ladin kaplamalardan üretilen kontrplaklarda buharlanmış

gruplardaki çekme-makaslama direnci daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak, buharlanmış gruplardaki çekme-makaslama direnci daha düşük bulunmuştur [114].

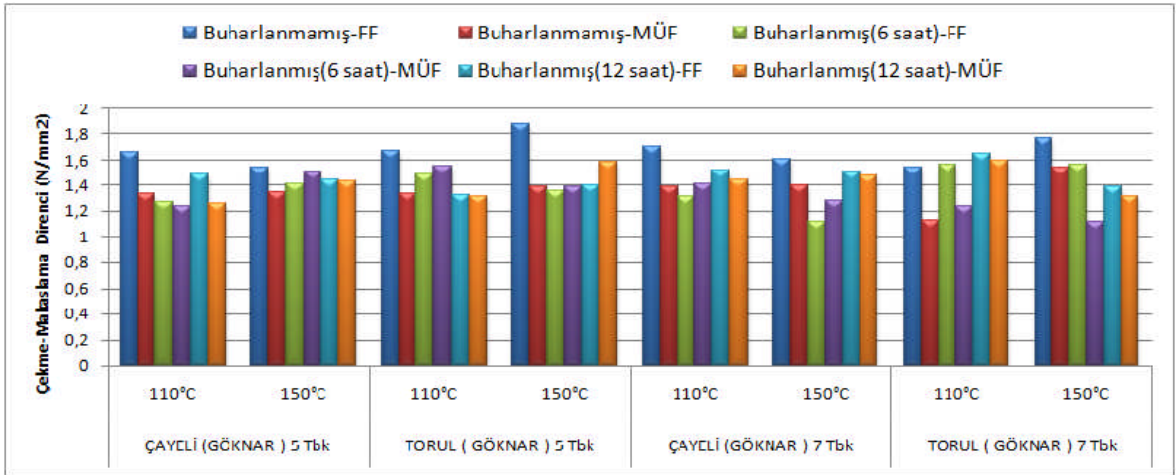
Ağaç türü açısından ele alındığında, ladin tomruklarla üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci göknar tomruklardan üretilen kontrplaklarla karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ve diğer mekanik özelliklerin yüksek olacağı ifade edilmektedir [115]. Akyüz (1995) tarafından yapılan çalışmada ladin odunun özgül ağırlığının, göknar odunundan fazla olduğu tespit edilmiştir [116]. Dolayısıyla ladin kontrplaklarının çekme makaslama direncinin yüksek çıkması bu nedenle olabilir. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinin melamin-üre formaldehit ile üretilenlere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında, genel olarak 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmalarda, kurutma sıcaklığının artışıyla beraber yüzey enerjisinde azalma meydana gelmekte ve bu da zayıf tutkal bağlarının oluşmasına neden olmaktadır [86]. Zayıf bir yapışma da mekanik özellikleri olumsuz etkileyeceğinden çekme-makaslama direnci artan kurutma sıcaklığı neticesinde azalmış olabilir. Ayrıca kurutma sıcaklığının artışıyla yüzey pürüzlülüğünün artacağı tespit edilmiştir [111]. Pürüzlü yüzeylerde spesifik adhezyon kuvveti azalacağından dolayı da zayıf bir yapışma elde edilecektir. Bu nedenle artan kurutma sıcaklığı çekme makaslama direncinin düşmesine sebep olabilir. Aydın ve Çolakoğlu (2002) tarafından yapılan çalışmada kurutma sıcaklığının artışıyla çekme makaslama direncinde azalma olduğu tespit edilmiştir [117]. Adi huş (*Betula pendula*) ve Avrupa ladini (*Picea abies*) kaplamalar üzerinde yürütülen bir çalışmada; yapışma özellikleri kaplama kurutma sıcaklığı 20 °C'den 110 °C'ye kadar yükseldikçe iyileşmiş, 180 °C ve 220 °C kurutma sıcaklıklarında ise azalmıştır. Bu çalışmaların sonucunda en ideal kaplama kurutma sıcaklığının 110 °C olarak tespit edildiği bildirilmiştir [83, 84]. Başka bir çalışmada ise okaliptus odunundan elde edilen kaplamalar için en uygun kurutma sıcaklıklarının 150-160 °C olduğu bildirilmektedir [118]. Buharlama süresi olarak bakıldığında, 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların 6 saat buharlanmışlardan elde edilen kontrplaklardan daha yüksek çekme-makaslama direnci gösterdiği görülmektedir. Şahin (1998) tarafından yapılan çalışmada buharlama süresinin artışıyla çekme makaslama direncinde azalma meydana gelmiştir. Buharlama süreleri 20, 40 ve 60 saat olarak

uygulanmıştır [110]. Bu çalışmada ise buharlama süreleri 6 ve 12 saat olarak uygulanmıştır. İki çalışma sonuçları arasındaki farklılık, buharlama süreleri arasındaki farklılıktan kaynaklanabilir. Yapıda kullanılan kontrplakların minimum yapışma direnci değerleri DIN 68705-3 standartlarına göre 1 N/mm² olduğu göz önüne alındığında üretilen levhalar standart değerlere uygun yapışma direnci değeri vermiştir [140].

4.1.1.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Torul ve Çayeli bölgesinden alınan gökmar tomruklarından (6 ve 12 saat) buharlanarak ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların; 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulmuş, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkisi Şekil 9’ da görülmektedir.



Şekil 9. Gökmar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme makaslama direnci üzerine etkisi

Şekil 9’da görüleceği gibi tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların, Çayeli bölgesinden alınan gökmar tomruklardan üretilen kontrplaklara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. Ladinin ortalama özgül ağırlığı, yüksek rakımdan aşağıya inildikçe ve bir dereceye kadar güneyden kuzeye gidildikçe artmaktadır Ayrıca çam ve melezde de yüksek

yerlerde alçak yerlere nazaran daha hafif odun teşkil etmektedir [119]. Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruğu 1500 m rakımdan, Torul bölgesinden alınan göknar tomruğu ise 1400 m rakımdan alınmıştır. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ile fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek olacaktır [115]. Bu nedenle genel olarak Torul bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplakların çekme makaslama direnci Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplaklardan daha yüksek çıkmış olabilir. Göknar ağacı gövdesinde yukarı doğru çıkıldıkça özgül ağırlık değişimi önemli olup, gövdenin alt kısımlarında ağır olan odun teşekkül etmektedir. Yukarı doğru yükseldikçe özgül ağırlık azalmakta ve bazı gövdelerde daha yukarı çıkıldıkça özgül ağırlıkta bir miktar artış görülmektedir [119]. Bilindiği gibi ağaç malzeme iklim, toprak, gibi çevre ve büyüme şartlarından etkilenen ve aynı ağaç içinde dahi değişik fiziksel, mekanik, anatomik, kimyasal özellikler sergileyebilen heterojen bir malzemedir. Berkel (1963) Bolu ili; Düzce, Abant ve Mengen bölgelerinden alınan Uludağ göknarı odunları üzerinde fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada Uludağ göknarı odun örnekleri 1000-1400 m rakımdan alınmıştır. Düzce bölgesi göknar odunların özgül ağırlık değerleri: minimum 0,290 g/cm³, maksimum 0,589 g/cm³ ve ortalama 0,424 g/cm³'tür. Abant bölgesi göknar odunların özgül ağırlık değerleri: minimum 0,291 g/cm³, maksimum 0,654 g/cm³ ve ortalama 0,479 g/cm³'tür. Mengen bölgesi göknar odunların özgül ağırlık değerleri: minimum 0,314 g/cm³, maksimum 0,731 g/cm³ ve ortalama 0,432 g/cm³'tür. Uludağ göknarında en ağır odun gövdenin en alt kısmında, en hafif odun ise gövdenin orta kısmında oluşmaktadır. Uludağ göknarında gövdede, dikey yöndeki özgül ağırlık değişimleri doğu ladinine nazaran daha fazla ve önemli bulunmaktadır [129]. Farklı bölgelerden alınan göknar odun örneklerinin özgül ağırlık değerlerindeki farklılıklar yüksektir. Bölgelere göre yapılan çalışmadaki direnç farklılıkları bu sebeplere bağlı olabilir. Akbulut ve arkadaşları (1999) Kazdağı bölgesi göknar odununun kontrplak endüstrisinde kullanılma olanaklarını incelemiştir. Yapılan çalışmada Çanakkale Kazdağı/Ardıçbaşı mevkiinden yaklaşık 1300-1350 m yükseltilerden alınan göknar tomrukları kullanılmıştır. MÜF tutkalı kullanılarak 7 tabakalı (13.1 mm kalınlıkta) kontrplak üretilmiştir. Kontrplakların yapışma direnci değerleri ortalaması 2.57 N/mm²'dir [141]. Bulgularda verilen değerlere paralellik göstermektedir.

Buharlama açısından değerlendirildiğinde, buharlanmamış grupların çekme-makaslama direnci buharlanmış (6, 12 saat) gruplardan yüksektir. Buharlama süresi

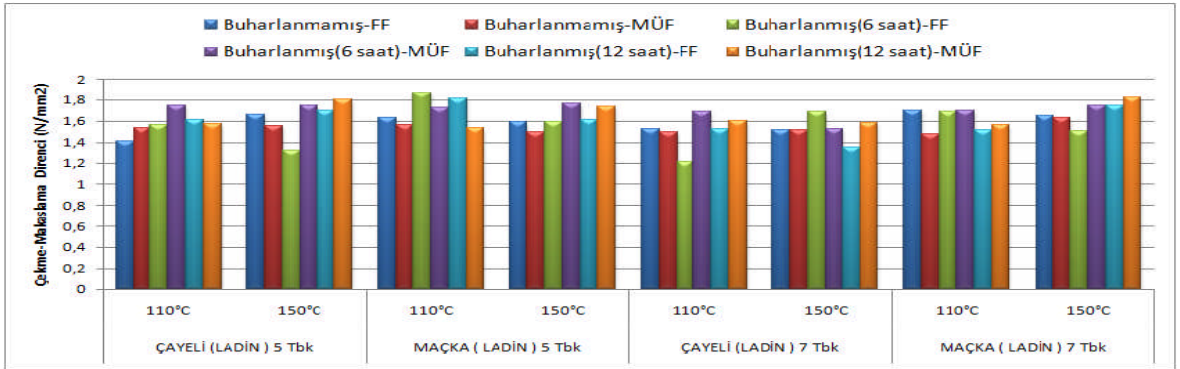
olarak 12 saat buharlanan grupların çekme-makaslama direnci 6 saat buharlanan grubun çekme-makaslama direncinden yüksek bulunmuştur.

Bölgelere göre göknar kontrplakların yapışma direnci değerleri incelendiğinde, yapıda kullanılan kontrplakların minimum yapışma direnci değerleri DIN 68705-3 standartlarına göre 1 N/mm² olduğu göz önüne alındığında üretilen levhalar standart değerlere uygun yapışma direnci değerinde olduğu görülmektedir [140].

Kurutma sıcaklığı olarak irdelendiğinde, 110 ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direncinde belirgin bir fark görülmemiştir. FF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direncinden yüksektir. Tabaka sayısı olarak 5 ve 7 tabakalı kontrplakların çekme-makaslama dirençleri arasında belirgin bir fark yoktur.

4.1.1.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Çayeli ve Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan buharlanarak (6 ve 12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların; 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulup MÜF ve FF tutkalları kullanılarak üretilen, 5 ve 7 tabakalı kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkisi Şekil 10' da görülmektedir.



Şekil 10. Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının çekme makaslama direnci üzerine etkisi

Şekilde görüldüğü gibi tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi; bölge faktörü, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Bölge olarak bakıldığında; Maçka bölgesinden temin edilen tomruklarla üretilen kontrplakların, Çayeli bölgesinden üretilen kontrplakların yüksek çekme-makaslama direnci değeri daha yüksektir. Trendelenburg'a göre (1939); ladinin özgül ağırlığı, yüksek dağlardan aşağı inildikçe ve güneyden kuzeye gidildikçe artmaktadır. Kuzeyde alçak yerlerde yetişen ladin, güneyde denizden yüksek yerlerde yetişen ladin ile aynı özgül ağırlığa sahiptir [119]. Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruğu 1200 metre rakımdan, Maçka bölgesinden alınan ladin tomruğu ise 800 metre rakımdan alınmıştır. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ile fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek olacaktır [115]. Ağaç malzemedeki özgül ağırlık statik dirençler içerisinde sırasıyla en fazla; çekme direncini, eğilme direncini, makaslama direncini ve en az da basınç direncini etkilemektedir [119]. Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklarından üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklarından üretilen kontrplaklardan daha yüksek değerlere sahip olması literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir.

Buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci, buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan üretilen kontrplaklardan düşük bulunmuştur. Buharlama süresi olarak 6 ve 12 saat buharlanan ladin tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama dirençleri arasında fark görülmemektedir.

Bölgelere göre göknar kontrplakların yapışma direnci değerleri incelendiğinde, yapıda kullanılan kontrplakların minimum yapışma direnci değerleri DIN 68705-3 standartlarına göre 1 N/mm^2 olduğu göz önüne alındığında üretilen levhalar standart değerlere uygun yapışma direnci değerinde olduğu görülmektedir [140].

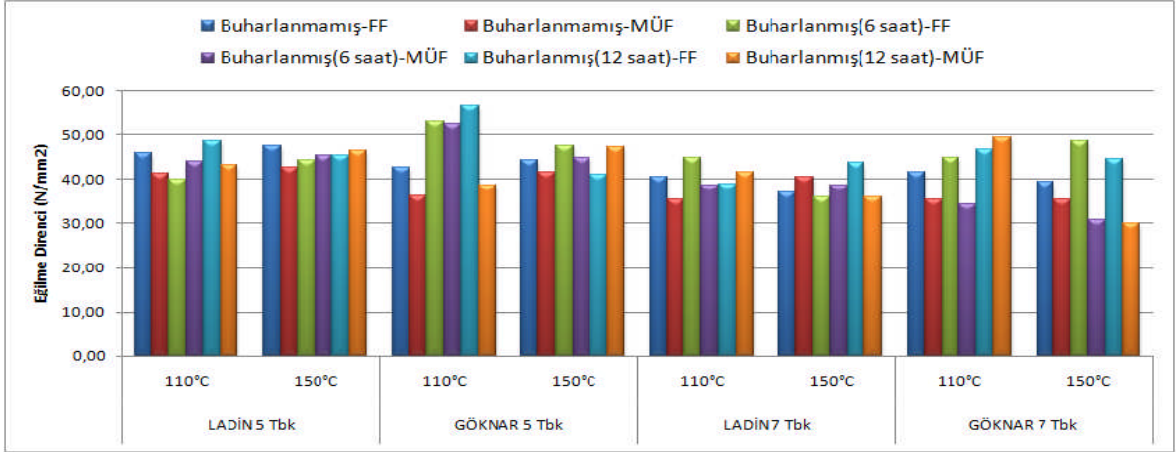
Kurutma sıcaklığı olarak; $110 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulmuş kaplamalardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulmuş kaplamalarla üretilen kontrplaklardan düşüktür. MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci, FF tutkalıyla üretilen kontrplaklardan yüksektir. Tabaka sayısı olarak bakıldığında; 5 tabakalı kontrplakların çekme-makaslama dirençleri 7 tabakalı kontrplaklardan yüksektir.

4.1.2. Eğilme Direnci

Çalışma kapsamında üretilen kontrplak levhaların eğilme direnci değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına, tutkal türüne ve tabaka sayısı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.1.2.1. Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Gök nar ve ladin tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci üzerine; ağaç türü, tomruk buharlama işlemi, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının etkileri Şekil 11’de görülmektedir.



Şekil 11. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisi

Şekil 11’den de görüleceği gibi tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların eğilme direncine etkisi; ağaç türü, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Ağaç türü açısından bakıldığında; ladin odunlardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri göknar odunlardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden biraz düşük bulunmuştur. Ladin kontrplakların özgül ağırlıkları göknar kontrplakların özgül ağırlıklarından yüksek olmasına rağmen eğilme dirençlerinin düşük olması, üretim faktörlerinden kaynaklanan sorunlardan meydana gelmiş olabilir.

Buharlanmış (6-12) tomruklardan elde edilen kontrplakların buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların eğilme direncinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Buharlama işlemiyle tomruklar yumuşamakta, plastikleşmekte, soyma işlemine hazır hale gelmekte, daha düzgün yüzeyli kaplamalar elde edilmektedir [120]. Aydın ve Çolakoğlu tarafından ladin kontrplaklar üzerinde yapılan çalışmada buharlama işlemiyle eğilme direnci değerinde yükselme olduğu tespit edilmiştir [120]. Okaliptus kontrplaklarla yapılan başka

bir çalışmada, aynı şekilde buharlama işlemiyle eğilme direnci değerinin yükseldiği tespit edilmiştir [110]. Ayrıca Tan (1999) tarafından okaliptus odunu üzerinde yapılan çalışmada da buharlama işleminin eğilme direnci üzerinde olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir [121]. Ünsal (1998) tarafından masif kayın odunu üzerinde yapılan çalışmada ise buharlama işleminin eğilme direnci üzerinde negatif bir etki yaptığı belirlenmiştir [49].

Genel olarak literatürde buharlama işlemi neticesinde oluşan termal bozunmadan olumsuz olarak en çok etkilenen odun özelliklerinden birinin eğilme direnci olduğu belirtilmiş ve buharlama sonucunda eğilme direncinde %0-30 arasında bir kayıp meydana gelebileceği bildirilmiştir [122].

Eğilme direnci değerlerine tabaka sayısı açısından bakıldığında; 5 tabakalı kontrplakların eğilme direnci değeri 7 tabakalı kontrplakların eğilme direnci değerlerine nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Bir çalışmada ise tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkileri araştırılmış ve bu çalışmada da tabaka sayısının artışıyla, eğilme direncinde liflere dik yönde azalma liflere paralel yönde artış gözlenmiştir [45]. Yapışma direncine paralel olarak tabaka sayısı arttıkça eğilme direncinde artış olabilir.

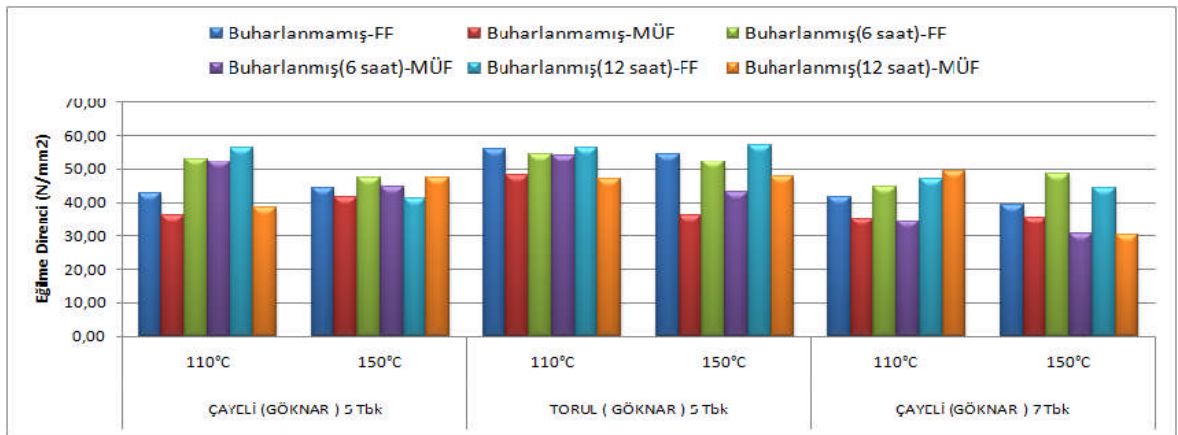
Tutkal türü açısından fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri melamin-üre formaldehit ile üretilenlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Örs vd. tarafından kavak kontrplaklar üzerinde yapılan çalışmada, FF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci ÜF ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur [134]. Aydın tarafından yapılan çalışmada ladin tomruklardan elde edilen kaplamalarla ÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların FF tutkalıyla üretilenlere nazaran daha yüksek eğilme direnci değeri elde etmiştir [122]. FF tutkalının ÜF tutkalına nazaran daha pahalı ve yapışma performansının daha yüksek olduğu bilinmektedir.

Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında; 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların eğilme direncinin 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan daha yüksek olduğu belirgin şekilde görülmektedir. Aydın ve Çolakoğlu (2002) tarafından yapılan çalışmada, FF tutkalıyla üretilen ladin kontrplaklarda kurutma sıcaklığının artışıyla eğilme direncinde azalma tespit edilmiştir [117]. Gündüz ve arkadaşları (2008) tarafından karaçam üzerinde yapılan çalışmada da kurutma sıcaklığının artışıyla eğilme direncinde azalma tespit edilmiştir [124]. Yapılan araştırmalarda, kurutma sıcaklığının artışıyla beraber yüzey enerjisinde azalma meydana gelmekte ve bu da zayıf tutkal bağlarının oluşmasına neden olmaktadır [86]. Zayıf bir yapışma da mekanik özellikleri negatif etkileyeceğinden eğilme direnci, artan kurutma sıcaklığı neticesinde

azalmış olabilir. Ayrıca kurutma sıcaklığının artışıyla yüzey pürüzlüğünün artacağı tespit edilmiştir [111]. Pürüzlü yüzeylerde spesifik adhezyon kuvveti azalacağından dolayı da zayıf bir yapışma elde edilecektir. Bu bilgiler ışığında, artan kurutma sıcaklığı eğilme direncinin düşmesine sebep olabilir. Aydın ve Çolakoğlu tarafından yapılan bir çalışmada kurutma şiddeti arttıkça ağaç malzeme yüzeyindeki ıslanabilme yeteneğinin belirgin bir şekilde azaldığı ifade edilmiştir. Ayrıca artan kurutma sıcaklığıyla birlikte yüzeyde kuruma çatlakları meydana gelmektedir. Bu yüzden kurutma sıcaklığı arttıkça düşük bir yapışma direnci elde edilmektedir [132]. Eğilme direnci değerleri incelendiğinde, yapıda kullanılan kontrplakların minimum eğilme direnci değerleri DIN 68705-3 standartlarına göre lifler yönünde 40 N/mm², liflere dik yönde 15 N/mm² olduğu göz önüne alındığında üretilen levhalar standart değerlere uygun eğilme direnci değerinde olduğu görülmektedir [140].

4.1.2.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Çayeli ve Torul bölgesinden alınan gökmar tomruklardan buharlanarak (6-12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkalları kullanılarak üretilen, 5 ve 7 tabakalı kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 12’de görülmektedir.



Şekil 12. Gökmar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisi

Şekilden görüldüğü gibi tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların eğilme direncine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Eğilme direnci değerlerine bölge olarak bakıldığında; Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen kontrplaklara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. İğne yapraklı ağaçlarda ortalama özgül ağırlık, yüksek rakımdan aşağıya inildikçe ve bir dereceye kadar güneyden kuzeye gidildikçe artmaktadır [119]. Çam ve melezde de yüksek yerlerde alçak yerlere nazaran daha hafif odun teşkil etmektedir [119]. Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruğu 1500 m rakımdan, Torul bölgesinden alınan göknar tomruğu ise 1400 m rakımdan alınmıştır. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların eğilme direnci ile fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek olacaktır [115]. Göknar ağacı gövdesinde yukarı doğru çıktıkça özgül ağırlık değişimi önemli olup, gövdenin alt kısımlarında ağır odun teşekkül etmektedir. Yukarı doğru yükseldikçe özgül ağırlık azalmakta ve bazı gövdelerde daha yukarı çıktıkça özgül ağırlıkta bir miktar artış görülmektedir [119]. Bu nedenle Torul bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplakların eğilme direnci Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplaklardan daha yüksek çıkmış olabilir. Göker (1977) karaçam odunu fiziksel, mekanik özellikleri ve kullanım yerleri konulu yaptığı bir çalışmada; Balıkesir/Dursunbey ve Sinop/Elekdağ bölgelerinden aldığı örnekler üzerinde çalışmıştır. Bu bölgelerin iklim şartları, toprak özellikleri ve meşçere yapısı da çalışma kapsamında yer almaktadır. Aynı zamanda örnekler muhtelif (800-1550 m) yükseltilerden alınmıştır. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değerleri Dursunbey karaçam odunlarında $0,530 \text{ g/cm}^3$, Elekdağ karaçam odunlarında ise $0,516 \text{ g/cm}^3$ tür. Eğilme direnci değerleri; Dursunbey bölgesi karaçam odununda 1095 kg/cm^2 , Elekdağ bölgesi karaçam odununda ise 942 kg/cm^2 bulunmuştur. Sonuç olarak yetiştirme muhitinde eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında doğru orantı olduğu belirtilmiştir [134]. Bozkurt (1971) Toros göknarları üzerinde yaptığı bir çalışmada; Antalya, Mersin ve Adana bölgelerinden alınan örnekler üzerinde fiziksel ve mekanik özellikleri araştırmıştır. Yapılan çalışmada; coğrafi özellikler, iklim şartları ve yükselti gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur. 1050-1650 m arasında yükseltilerden alınan örneklerde özgül ağırlık değerlerine paralel olarak Toros göknarı eğilme direnci ortalama değeri 843 kp/cm^2 bulunmuştur [135]. Yapılan çalışmadaki bulgular literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir. Kazdağı bölgesi göknar odununun kontrplak endüstrisinde kullanılma olanaklarını inceleyen bir çalışmada Çanakkale

Kazdağı/Ardıçbaşı mevkiinden yaklaşık 1300-1350 m yükseltilerden alınan göknar tomrukları kullanılmıştır. MÜF tutkalı kullanılarak 7 tabakalı (13.1 mm kalınlıkta) kontrplak üretilmiştir. Kontrplakların lifler yönünde eğilme direnci değerleri ortalaması 48 N/mm²'dir, liflere dik yönde ise 29.85 N/mm² bulunmuştur [141]. Bulgularda verilen değerlerle paralellik göstermektedir.

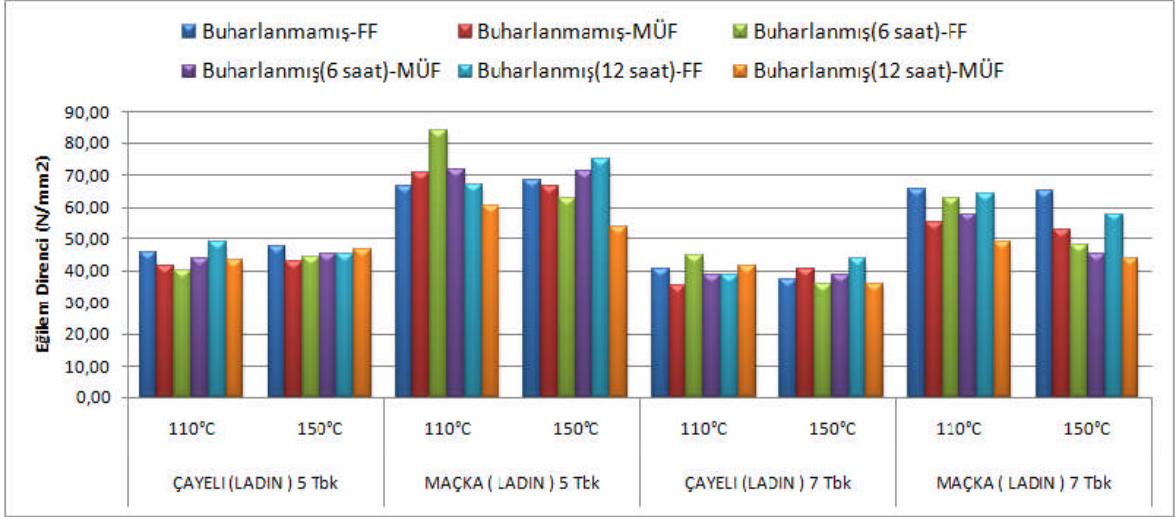
Buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme dirençleri, buharlanmış (6-12 saat) tomruklardan üretilen kontrplaklardan düşüktür. Buharlama süresi açısından, 6 ve 12 saat buharlanmış tomruklarla üretilen kontrplakların eğilme dirençleri arasında belirgin fark yoktur.

Göknar kontrplakların bölge farklılığına göre eğilme direnci değerleri irdelendiğinde, yapıda kullanılan kontrplakların minimum eğilme direnci değerleri DIN 68705-3 standartlarına göre lifler yönünde 40 N/mm², liflere dik yönde 15 N/mm²'dir[140]. Üretilen levhalar standart değerlere uygun eğilme direnci değerinde olduğu görülmektedir.

Kurutma sıcaklığı açısından irdelendiğinde; 110 °C'de kurutulan kaplamalardan üretilen kontrplakların eğilme direnci, 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan yüksektir. FF tutkalıyla üretilen kontrplakların eğilme direnci, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplaklara nazaran belirgin olarak yüksektir. 5 tabakalı kontrplakların eğilme direnci değerleri belirgin olarak 7 tabakalı kontrplaklardan yüksektir.

4.1.2.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Çayeli ve Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan buharlanarak (6 ve 12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkalları kullanılarak üretilen, 5 ve 7 tabakalı kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 13' de görülmektedir.



Şekil 13. Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının eğilme direnci üzerine etkisi

Şekilde görüldüğü gibi tomruk buharlama işleminin kontrplakların eğilme direncine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Eğilme direnci değerlerine bölge faktörü açısından bakıldığında; Maçka bölgesinden temin edilen tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri Çayeli bölgesinden temin edilen tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden belirgin olarak yüksektir. Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruğu 1200 metre rakımdan, Maçka bölgesinden alınan ladin tomruğu ise 800 metre rakımdan alınmıştır. Ağaç malzemede özgül ağırlık statik dirençler içerisinde sırasıyla en fazla; çekme direncini, eğilme direncini, makaslama direncini ve en az da basınç direncini etkilemektedir [119]. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ile fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek olacaktır [123]. Bu sebepten dolayı Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklarından üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklarından üretilen kontrplaklardan daha yüksek çıkmış olabilir. Douglas odununun anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri konulu bir çalışmada; Maçka, Tonya, Ayancık ve Işıktepe bölgelerinden alınan örnekler araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, rakımı en düşük olan (520 m) Işıktepe bölgesi douglas odunlarının özgül ağırlık değerleri en yüksek değere sahiptir. Bu verilere paralel olarak da eğilme direnci ortalama değerleri en yüksek bulunmuştur [133]. Yetiştirme koşulları, iklim, bakı ve rakım gibi faktörlerin odunun fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi açısından örnek gösterilebilir.

Buharlanmamış tomruklarla üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleriyle 6 saat buharlanmış tomruklarla üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri arasında bir fark yoktur. 12 saat buharlanan tomruklarla üretilen kontrplakların eğilme direnci, buharlanmamış ve 6 saat buharlanmış tomruklarla üretilen kontrplaklardan düşük bulunmuştur.

110 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplakların eğilme direnci 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan yüksektir. FF tutkalıyla üretilen kontrplakların eğilme direnci MÜF tutkalıyla üretilen kontrplaklardan yüksektir. Tabaka sayısı açısından; 5 tabakalı kontrplakların eğilme direnci değerleri 7 tabakalı kontrplakların eğilme direnci değerlerinden yüksektir.

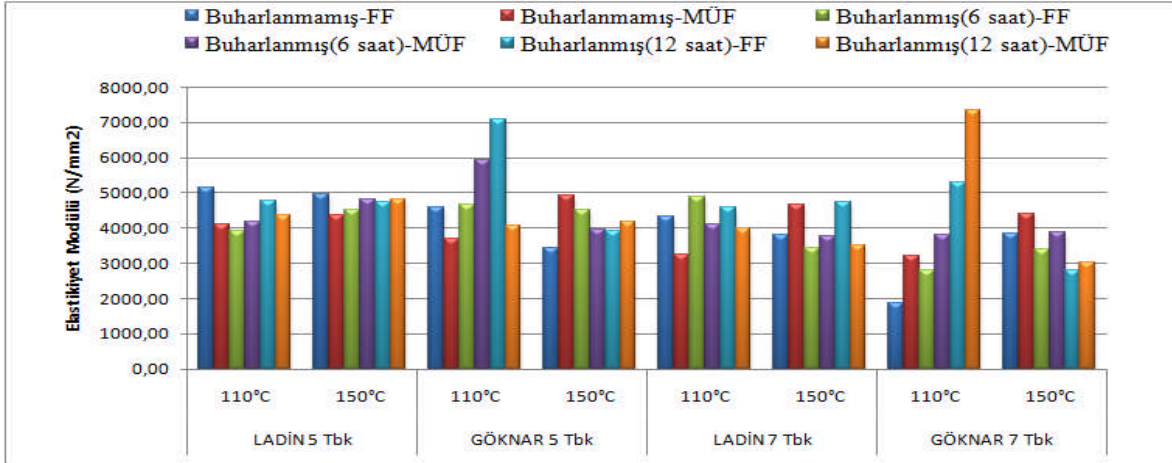
Ladin kontrplakların bölge farklılığına göre eğilme direnci değerleri irdelendiğinde, yapıda kullanılan kontrplakların minimum eğilme direnci değerleri DIN 68705-3 standartlarına göre lifler yönünde 40 N/mm², liflere dik yönde 15 N/mm²’dir [140]. Üretilen levhalar standart değerlere uygun eğilme direnci değerinde olduğu görülmektedir.

4.1.3. Elastikiyet Modülü

Çalışma kapsamında üretilen kontrplak levhaların elastikiyet modülü değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına, tutkal türüne ve tabaka sayısı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.1.3.1. Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Ladin ve göknar tomruklarından 6 ve 12 saat buharlanarak ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen, 5 ve 7 tabakalı kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 14. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisi

Şekil 14'den görüleceği gibi tomruk buharlama işleminin kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi; ağaç türü, tutkal türü, tabaka sayısı ve buharlama süresine göre farklılıklar göstermiştir.

Ağaç türü olarak bakıldığında; ladin tomruklardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, göknar tomruklarla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden yüksektir. Genel olarak odunda özgül ağırlığın artması ile elastikiyet modülü değeri de artmaktadır [120]. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ile diğer mekanik özellikleri yüksek olacaktır [115]. Akyüz (1995) tarafından yapılan çalışmada ladin odununun özgül ağırlığının, göknar odunundan fazla olduğu tespit edilmiştir [116]. Dolayısıyla ladin ağacının elastikiyet modülü değerinin yüksek çıkması bu nedenle olabilir.

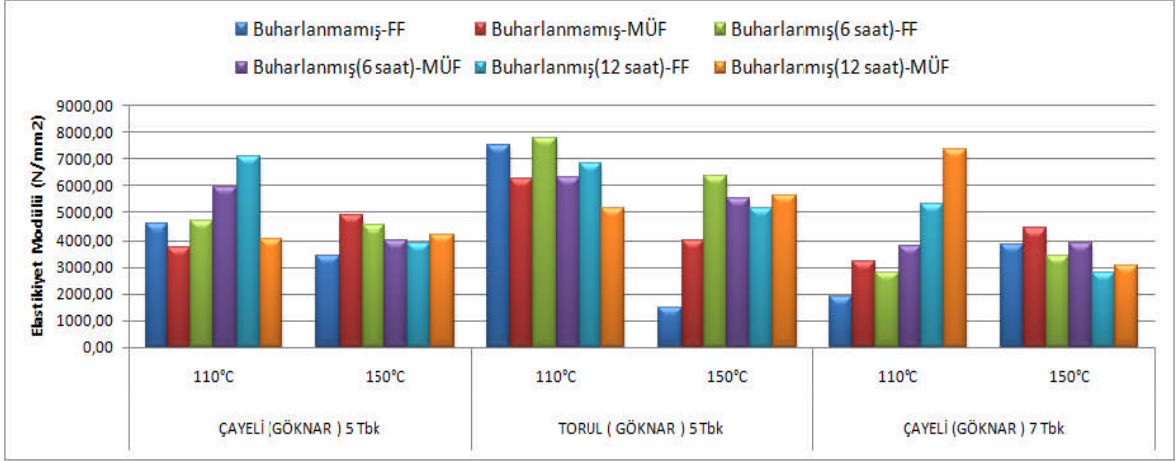
Buharlama açısından bakıldığında; buharlamayla elastikiyet modülü değerleri artış göstermiştir. Buharlama süresi 6 saatten 12 saate yükseldikçe elastikiyet modülü değerleri de artmıştır. Buharlama işlemiyle tomruklar yumuşamakta, plastikleşmekte, soyma işlemine hazır hale gelmekte, bazı ağaç türlerinde daha düzgün yüzeyli kaplamalar elde edilmektedir. Aydın ve Çolakoğlu (2008) tarafından yapılan çalışmada da buharlama işlemiyle elastikiyet modülü değerinde yükselme olduğu tespit edilmiştir [120]. Başka bir çalışmada, aynı şekilde buharlama işlemiyle elastikiyet modülü değerinin yükseldiği tespit edilmiştir [110]. Ayrıca Tan (1999) tarafından okaliptus odunu üzerinde yapılan çalışmada da buharlama işleminin elastikiyet modülü üzerinde olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir [121].

Kaplama kurutma sıcaklığı olarak bakıldığında; 110 °C sıcaklıkta kurutulan kaplamalarla üretilmiş kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 150 °C sıcaklıkta kurutulan kaplamalarla üretilen gruptan yüksek bulunmuştur. Aydın ve Çolakoğlu tarafından yapılan çalışmada kurutma sıcaklığının artışıyla elastikiyet modülünde azalma tespit edilmiştir [120]. Gündüz ve arkadaşları (2008) tarafından karaçam üzerinde yapılan çalışmada da kurutma sıcaklığının artışıyla elastikiyet modülünde azalma tespit edilmiştir [124]. Yapılan araştırmalarda, kurutma sıcaklığının artışıyla beraber yüzey enerjisinde azalma meydana gelmekte ve bu da zayıf tutkal bağlarının oluşmasına neden olmaktadır [86]. Zayıf bir yapışma da mekanik özellikleri negatif etkileyeceğinden elastikiyet modülü artan kurutma sıcaklığı neticesinde azalmış olabilir. Ayrıca kurutma sıcaklığının artışıyla yüzey pürüzlüğünün artacağı tespit edilmiştir [111]. Pürüzlü yüzeylerde spesifik adhezyon kuvveti azalacağından dolayı da zayıf bir yapışma elde edilecektir. Bu itibarla artan kurutma sıcaklığı elastikiyet modülü düşmesine sebep olabilir.

Elastikiyet modülünde tabaka sayısı açısından bakıldığında 5 tabakalı kontrplakların elastikiyet modülü değeri, 7 tabakalı kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Bir çalışmada, tabaka sayısı arttıkça eğilmedeki elastikiyet modülü liflere dik yönde azalmakta ve liflere paralel yönde artmaktadır [45].

4.1.3.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Göknar Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Çayeli ve Torul bölgesi göknar tomruklarından 6 ve 12 saat buharlanarak ve buharlanmadan üretilen kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulmuş, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 15. Göknar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisi

Şekil 15'den görüleceği gibi tomruk buharlama işleminin kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Elastikiyet modülü değerlerine bölge olarak bakıldığında; Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen kontrplaklara kıyasla daha yüksek elastikiyet modülü değerleri verdiği görülmektedir. Ay (1994) duglas odunu üzerinde, 4 farklı bölgede yaptığı çalışmada anatomik özellikler, fiziksel ve mekanik özellikler araştırılmıştır. Maçka ve Tonya bölgesi örnekleri 1000 m, Ayancık 1200 m ve Işıktepe bölgesi örnekleri 520 m yükseltilerden alınmıştır. Bölgeler arası en yüksek elastikiyet modülü değeri, rakımı en düşük olan Işıktepe bölgesi duglas odunlarına ait olup en düşük elastikiyet modülü değeri ise 1000 m rakımda olan Tonya bölgesi duglas odunlarına aittir [133]. Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruğu 1500 m rakımdan, Torul bölgesinden alınan göknar tomruğu ise 1400 m rakımdan alınmıştır. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ile diğer mekanik özellikleri yüksek olacaktır [113]. Bu nedenle genel olarak Torul bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplakların elastikiyet modülü Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplaklardan daha yüksek çıkmış olabilir. Yumuşak ağaçlarda yükseltinin artışıyla özgül ağırlık değerinin düşmesi nedeniyle olabilir. Kazdağı bölgesi göknar odununun kontrplak endüstrisinde kullanılma olanaklarını inceleyen bir çalışmada Çanakkale Kazdağı/Ardıçbaşı mevkiinden yaklaşık 1300-1350 m yükseltilerden alınan göknar tomrukları kullanılmıştır. MÜF tutkalı kullanılarak 7 tabakalı

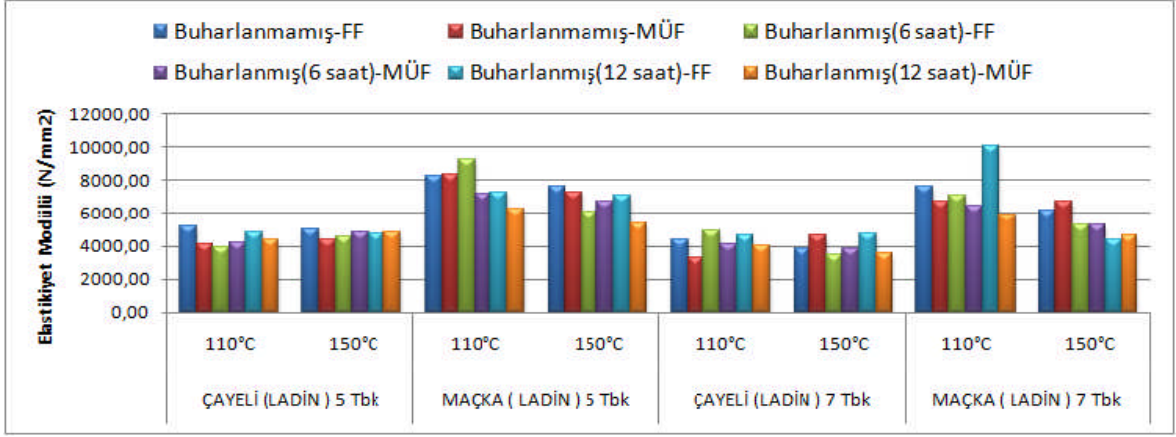
(13.1 mm kalınlıkta) kontrplak üretilmiştir. Kontrplakların lifler yönünde eğilmede elastikiyet modülü değerleri ortalaması 7207.44 N/mm²'dir, liflere dik yönde ise 2693.87 N/mm² bulunmuştur [141]. Bulgularda verilen değerlerle paralellik göstermektedir.

Buharlama açısından bakıldığında; 12 saat buharlanan tomruklarla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, 6 saat buharlanmış ve buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden yüksektir. Buharlama süresi olarak irdelendiğinde, 6 saat buharlanan tomruklerle üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 12 saat buharlanan tomruklerle üretilen kontrplaklardan düşüktür.

110 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan yüksektir. Tutkal türü açısından irdelendiğinde, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplaklardan yüksektir. Tabaka sayısı olarak bakıldığında, 5 tabakalı kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 7 tabakalı kontrplaklardan yüksektir.

4.1.3.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Çayeli ve Maçka bölgesi ladin tomruklardan buharlanarak (6 ve 12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen, 5 ve 7 tabakalı kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 16. Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisi

Şekil 16'da görüleceği gibi tomruk buharlama işleminin kontrplakların elastikiyet modülü etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Bölge olarak bakıldığında Maçka bölgesi tomruklarıyla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, Çayeli bölgesi grubu değerlerinden yüksektir. Yükselti farklılığına göre 4 farklı bölgeden alınan duglas odunları üzerinde yapılan bir çalışmada, en yüksek elastikiyet modülü değeri yükseltisi en düşük olan Işıktepe bölgesi duglas odunlarına aittir [133]. Başka bir çalışmada Dursunbey ve Elekdağ bölgeleri karaçam odunları tam kuru özgül ağırlık değerleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada rakımı yüksek olan Elekdağ karaçam odunlarının özgül ağırlık değerleri ortalaması 0,516 g/cm³ ve rakımı düşük olan Dursunbey bölgesi karaçam odunlarının özgül ağırlık değerleri ortalaması 0,530 g/cm³'tür. Yapılan çalışmada her iki bölge için de eğilme-elastikiyet değeri ile özgül ağırlık arasında doğru orantı olduğu belirtilmiştir [134]. Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruğu 1200 m rakımdan, Maçka bölgesinden alınan ladin tomruğu ise 800 m rakımdan alınmıştır. Gökmar odunlarının bölge olarak incelenmesindeki aynı literatürden yola çıkarak; Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklarından üretilen kontrplakların elastikiyet modülü Çayeli bölgesinden alınan ladin tomruklarından üretilen kontrplaklardan daha yüksek çıkmış olabilir.

Buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, buharlanmış (6 ve 12 saat) tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden yüksektir. Buharlama süresi olarak 6 ve 12 saat buharlanan tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri arasında belirgin bir fark yoktur.

110 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değeri, 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan yüksektir. FF tutkalıyla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değeri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplaklardan yüksek bulunmuştur. 5 tabakalı kontrplakların elastikiyet modülü değeri 7 tabakalı kontrplaklardan yüksektir.

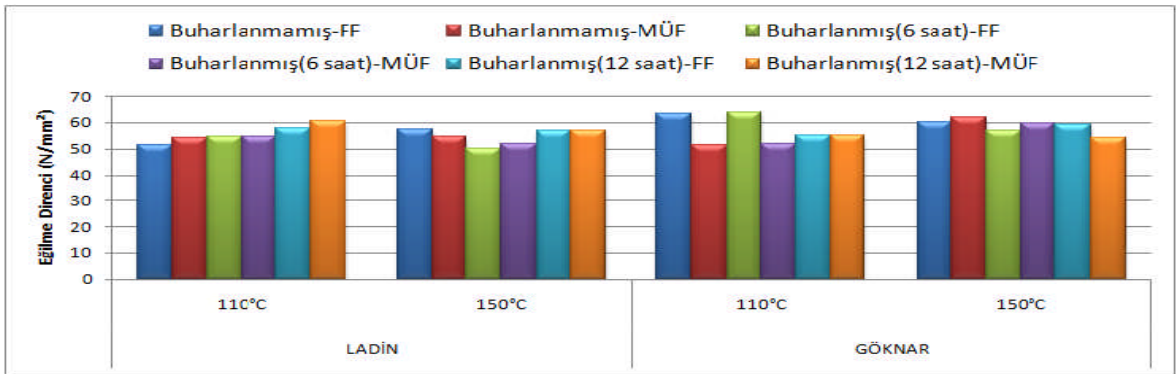
4.2. LVL Levhaların Mekanik Özellikleri

4.2.1. Eğilme Direnci

Çalışma kapsamında üretilen LVL levhaların eğilme direnci değeri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına ve tutkal türü gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.2.1.1. Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türünün LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Gökmar ve ladin tomruklardan buharlanarak (6-12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulmuş, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların eğilme direnci üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 17. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi

Şekil 17’de görüleceği gibi tomruk buharlama ön işleminin LVL levhaların eğilme direncine etkisi; ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Göknar tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci, ladin tomruklardan elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerinden yüksektir. Berkel (1970) yaptığı çalışmada ağaç türlerine göre tam kuru özgül ağırlık değişimlerini incelemiş olup Uludağ göknarı $0,408 \text{ g/cm}^3$, doğu ladini ise $0,406 \text{ g/cm}^3$ olarak bulmuştur [119]. Özgül ağırlık bilindiği üzere mekanik direnç özelliklerine direkt etki etmektedir. Ağaç türüne göre göknar LVL levhaların eğilme dirençlerinin ladin LVL levhaların eğilme direnci değerlerinden yüksek çıkması bu nedenle olabilir.

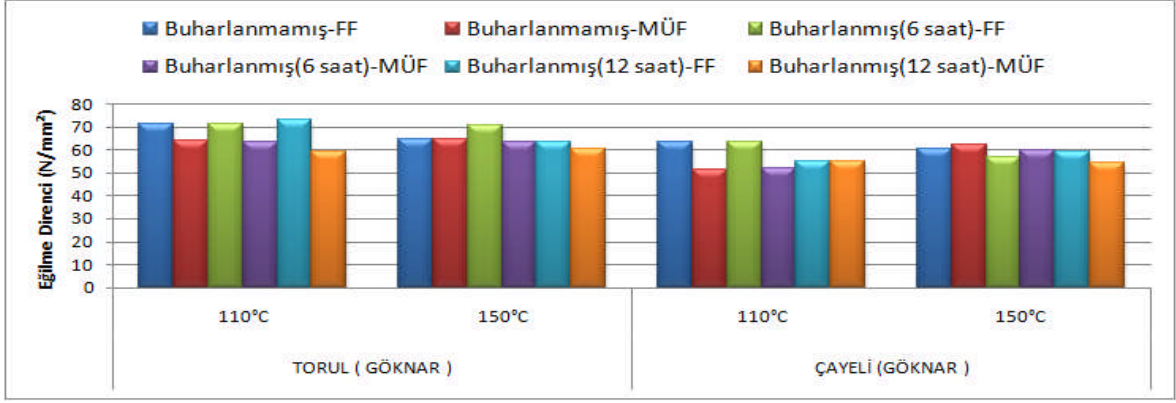
Buharlanmış gruplarla buharlanmamış gruplar arasında eğilme direnci değerleri açısından belirgin bir farklılık görülmemektedir. 6 saat buharlanmış grupların eğilme direnci değerleri buharlanmamış ve 12 saat buharlanmış grupların eğilme direnci değerlerinden bir miktar düşük bulunmuştur.

FF tutkalı ile üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, MÜF ile üretilenlerin eğilme direnci değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Aydın (2004) yaptığı çalışmada, kayın kontrplaklarda tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisinin belirgin olmadığını fakat $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalardan FF tutkalıyla üretilmiş kontrplakların eğilme direnci değerlerinin ÜF tutkalıyla üretilenlere nazaran daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir [114].

$110 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalardan elde edilen LVL levhaların eğilme direncinde $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhaları ile belirgin bir farkın olmadığı görülmektedir. Ladin kontrplaklar üzerinde gerçekleştirilen çalışmada; kaplama kurutma sıcaklığının $110 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den $180 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye çıkarılması durumunda eğilme direncinde %6.3-12 arasında bir yükselme meydana geldiği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise yüksek sıcaklıkta kurutma neticesinde ladin ve balsam fir odunlarının eğilme direncinde çok az miktarda azalma olduğu veya hiçbir değişim olmadığı bildirilmiştir [125]. Bu bakımdan, elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.1.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Göknar LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Çayeli ve Torul bölgesi göknar tomruklardan buharlanarak (6-12 saat) buharlanarak ve buharlanmadan üretilen kaplamaların, $110 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $150 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların eğilme direnci üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 18. Göknar LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi

Şekil 18’de görüldüğü gibi tomruk buharlama işleminin LVL levhaların eğilme direncine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Bölge olarak bakıldığında Torul bölgesi göknar tomruklarıyla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesi tomruklarıyla üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerinden yüksektir. Rakımın yükselmesiyle iğne yapraklı ağaçlarda özgül ağırlığın düştüğü, kontrplaklarda eğilme direnci kısmında literatüre dayandırılarak açıklanmıştır. Düzce, Abant ve Mengen bölgelerinden alınan Uludağ göknarı odunları üzerinde yapılan bir araştırmada; eğilme direnci ortalama değeri 708 kp/cm²’dir. Örnekler 1000-1600 m yükseltilerden alınmıştır [129]. Toros göknarı üzerinde yapılan başka bir araştırmada, farklı bölgelere göre fiziksel ve mekaniksel özellikler incelenmiştir. Bu çalışmada Mersin, Adana ve Antalya bölgesinden 1050-1650 m yükseltilerden örnekler temin edilmiştir. Çalışmada bölgelere göre özgül ağırlık değerleri ve eğilme direnci değerleri arasında doğru oranı olduğu belirtilmektedir. Ortalama eğilme direnci değeri 0,843 kp/cm²’dir. Aynı çalışmada coğrafi yer, toprak özellikleri ve iklim şartları gibi faktörler irdelenmiştir [135].

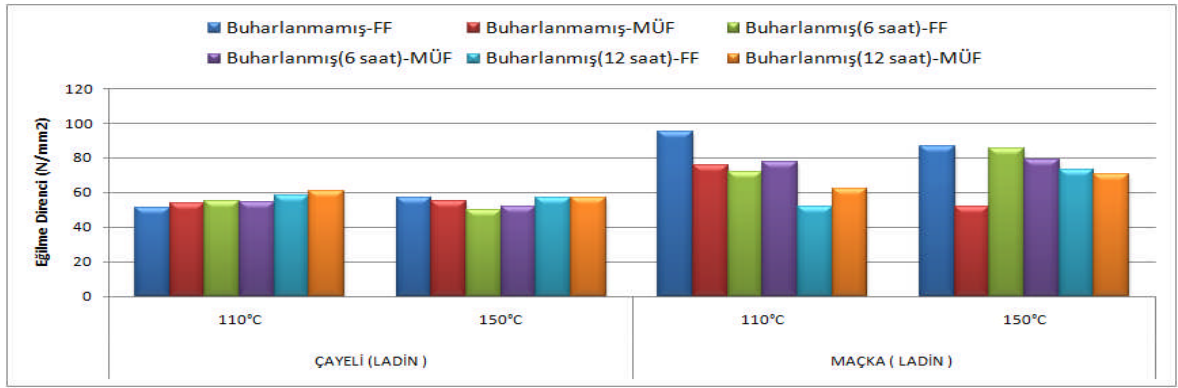
Buharlanmamış ve 12 saat buharlanmış göknar tomruklardan üretilen LVL levhalann eğilme direnci değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. 6 saat buharlanmış tomruklardan üretilen LVL levhalann eğilme direnci, buharlanmamış ve 12 saat buharlanmış tomruklardan üretilen LVL levhalardan düşüktür.

110 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalardan belirgin olarak yüksektir. FF

tutkalıyla üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhalardan yüksektir.

4.2.1.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Ladin LVL Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Çayeli ve Maçka bölgesi ladin tomruklardan (6 ve 12 saat) buharlanarak ve buharlanmadan üretilen kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulurken, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 19'da görülmektedir.



Şekil 19. Ladin LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi

Şekilde görüldüğü gibi tomruk buharlama işleminin LVL levhaların eğilme direncine etkisi; bölge, buharlama süresi ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Eğilme direnci değerlerine bölge olarak bakıldığında; Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. Ladinin ortalama özgül ağırlığı yüksek dağlarda yukarıdan aşağı inildikçe ve güneyden kuzeye gidildikçe artış göstermektedir [119]. Ladin odunu üzerinde yapılan bir araştırmada özgül ağırlığa paralel olarak eğilme direnci değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Özgül ağırlık değeri ortalaması 0,440 iken ortalama eğilme direnci değeri 0,690 kP/cm²'dir [128]. Uludağ göknarı üzerinde yapılan bir çalışmada 3 farklı bölgeden farklı yükseltilerden odun örnekleri alınmış olup tam

kuru özgül ağırlık değeri ortalaması $0,405 \text{ g/cm}^3$ iken ortalama eğilme direnci değeri $0,708 \text{ kp/cm}^2$ 'dir. Bulunan değerler de kontrplaklarda eğilme direnci konusunda değinildiği gibi rakımı daha düşük olan Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhalarından daha yüksek eğilme direnci değeri verdiği literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir.

Buharlanmamış ve 6 saat buharlanmış tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, 12 saat buharlanmış tomruklardan üretilen LVL levhalardan yüksektir. Buharlama süresi olarak 6 saat buharlanan tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci 12 saat buharlanan tomruklardan üretilen LVL levhalardan yüksektir.

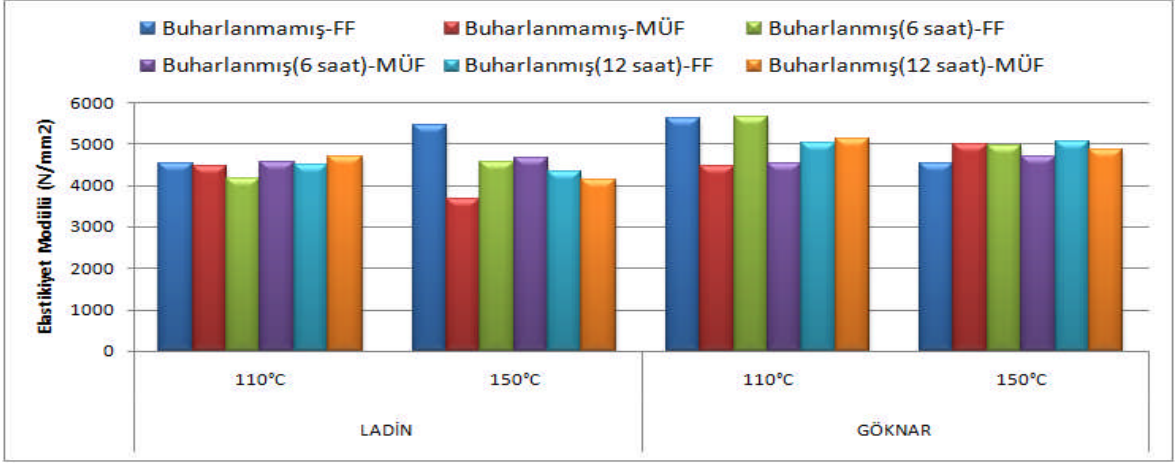
110 ve 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. FF tutkalıyla üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhalardan yüksektir.

4.2.2. Elastikiyet Modülü

Çalışma kapsamında üretilen kontrplak levhaların elastikiyet modülü değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına ve tutkal türü gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.2.2.1. Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türünün LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Göknar ve ladin tomruklardan buharlanarak (6 ve 12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 20. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün LVL levhalarda elastikiyet modülü üzerine etkisi

Şekil 20’de görüldüğü gibi tomruk buharlama işleminin LVL levhaların elastikiyet modülüne etkisi; ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Gökmar tomruklarla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, ladinden üretilen gruba kıyasla daha yüksektir. Her ne kadar rakımın artmasıyla özgül ağırlığın iğne yapraklı ağaçlarda özgül ağırlık miktarının düşmesi gözlenirse de ağaç malzemenin heterojen yapıda olduğu unutulmamalıdır. Berkel (1970) yaptığı çalışmada özgül ağırlık üzerine etkinin; fizyolojik faktörler, rüzgar ve kar gibi mekanik kuvvetlere yetişme muhiti etkisinin büyük olduğu ifade edilmiştir. Yetişme muhiti faktörleri olarak, toprak, iklim, ısı, rutubet, rüzgar, mevki ve bakı özellikler üzerinde önemli rol oynar [119]. Dolayısıyla bulunan değerlerde kısmen gökmar tomruklarıyla elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri daha yüksek bulunmuş olabilir. Aynı zamanda yapışma özellikleri, ıslanabilme yeteneği gibi faktörler de gökmar LVL levhalarında elastikiyet modülü değerlerinin artmasına neden olabilir.

Buharlanmamış grup ile 12 saat buharlanmış LVL levha grubunun elastikiyet modülü değerlerinde belirgin farkın olmadığı, fakat 6 saat buharlanmış grupta elastikiyet modülü değerleri daha düşük tespit edilmiştir. Kontrplaklarda elastikiyet modülü konusunda değinildiği gibi bazı çalışmalarda buharlama ile elastikiyet modülü değerlerinin yükseldiği bilinmektedir. Şahin (1998) yaptığı çalışmada buharlama süresi arttıkça kontrplakların elastikiyet modülünde artış gözlenmiştir [110].

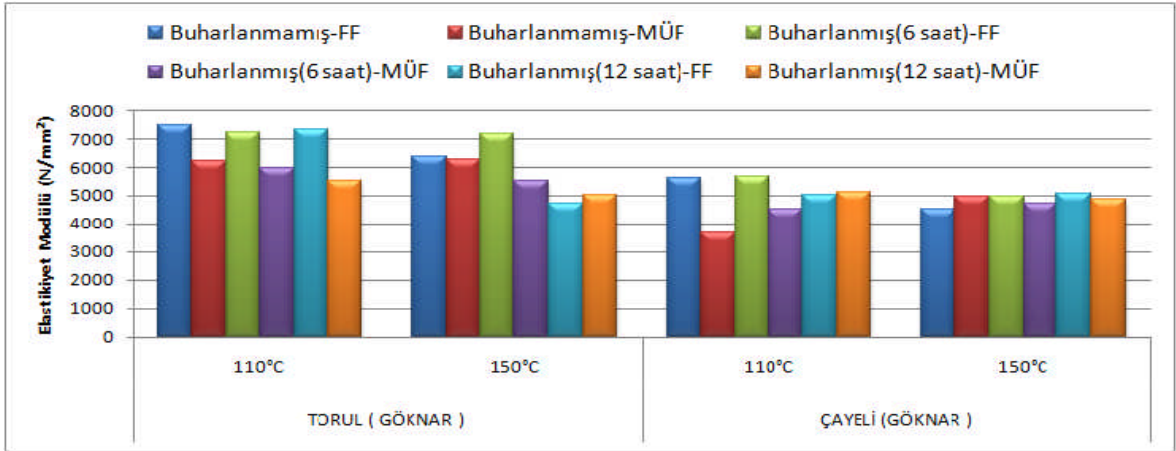
FF tutkalı ile üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, MÜF tutkalı ile üretilenlere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Kontrplaklarda elastikiyet modülü

kısımında değinildiği gibi FF tutkalıyla üretilen levhaların MÜF tutkalıyla üretilen levhalardan daha yüksek değer vermesi literatürle paralellik göstermektedir.

Genel olarak 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerinin 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. LVL üzerine yapılan bir çalışmada ise kurutma sıcaklığının artışıyla elastikiyet modülünde azalma tespit edilmiştir [125].

4.2.2.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Gökmar LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Çayeli ve Torul bölgesi gökmar tomruklardan buharlanmadan ve (6 ve 12 saat) buharlanarak üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulurken, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 21. Gökmar LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının elastikiyet modülü üzerine etkisi

Şekilde görüleceği gibi tomruk buharlama işleminin LVL levhaların elastikiyet modülü üzerine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

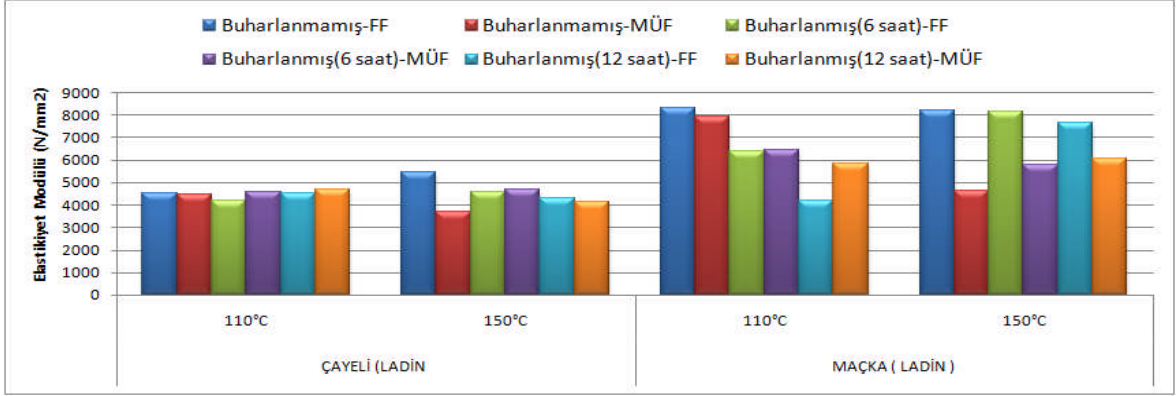
Elastikiyet modülü değerlerine bölge olarak bakıldığında; Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen kontrplaklara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. Douglas odunu üzerinde, 4

farklı bölgede (Maçka, Tonya, Işıktepe ve Ayancık) yaptığı çalışmada anatomik özellikler, fiziksel ve mekanik özellikler araştırılmıştır. Bölgeler arası en yüksek elastikiyet modülü değeri, rakımı en düşük olan Işıktepe bölgesi duglas odunlarına ait olup en düşük elastikiyet modülü değeri ise 1000 m rakımda olan Tonya bölgesi duglas odunlarına aittir [133]. Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruğu 1500 m rakımdan, Torul bölgesinden alınan göknar tomruğu ise 1400 m rakımdan alınmıştır. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ile diğer mekanik özellikleri yüksek olacaktır [115]. Bölgelere göre kontrplakların elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde verilen lietratür bilgilerine paralel olarak Torul bölgesi LVL levhalarının elastikiyet modülü değerleri Çayeli bölgesi LVL levhalarına nazaran daha yüksektir. Rakıma ve çevre faktörlerine bağlı olarak özgül ağırlığın değiştiği, bununla birlikte elastikiyet modülünde artış görüldüğü sebep olarak söylenebilir.

Buharlanmamış ve buharlanmış (6-12 saat) göknar tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. 110 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalardan yüksektir. FF tutkalıyla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhalardan yüksektir.

4.2.2.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Ladin LVL Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Çayeli ve Maçka bölgesin ladin tomruklardan buharlanarak (6 ve 12 saat) ve buharlanmadan üretilen kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 25’te görülmektedir.



Şekil 22. Ladin LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi

Şekilde görüldüğü gibi tomruk buharlama ön işleminin LVL levhaların elastikiyet modülü etkisi; bölge, buharlama süresi ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Elastikiyet modülü değerlerine bölge olarak bakıldığında; Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinden alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. Anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklere göre yapılan bir çalışmada, 4 farklı bölgeden alınan duglas odunları, en yüksek elastikiyet modülü değeri yükseltisi en düşük olan Işıktepe bölgesi duglas odunlarına aittir [133]. Diğer bir çalışmada, Dursunbey ve Elekdağ bölgeleri karaçam odunları tam kuru özgül ağırlık değerleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada rakımı yüksek olan Elekdağ karaçam odunlarının özgül ağırlık değerleri ortalaması, rakımı düşük olan Dursunbey bölgesi karaçam odunlarının özgül ağırlık değerlerinden düşük bulunmuştur. Yapılan çalışmada her iki bölge için de eğilme-elastikiyet değeri ile özgül ağırlık arasında doğru orantı olduğu belirtilmiştir [134]. Kontrplaklardaki elastikiyet modülü konusundaki literatür bilgileriyle paralel olarak rakım, bakı, fizyolojik faktörler vb. özgül ağırlığı etkilediği, özgül ağırlığın da mekanik özellikler üzerinde direkt etkili olduğu bilinmektedir.

Buharlanmamış tomruklardan üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, 6 saat buharlanmış tomruklarla üretilen LVL levhalardan, 6 saat buharlanan tomruklarla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değeri de 12 saat buharlanan tomruklarla üretilen LVL levhalardan yüksektir.

150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, 110 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalardan yüksektir. FF

tutkalıyla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri MÜF tutkalıyla üretilenlerden yüksek bulunmuştur.

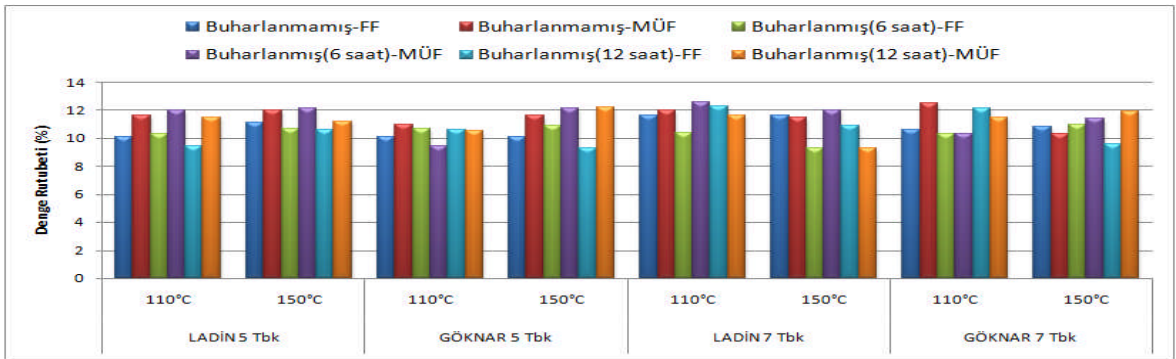
4.3. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri

4.3.1. Denge Rutubeti Miktarı

Çalışma kapsamında üretilen kontrplak levhaların denge rutubet değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına, tutkal türüne ve tabaka sayısı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.3.1.1. Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Buharlanarak (6-12 saat) ve buharlanmadan göknar ve ladin tomruklardan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulurken, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplakların denge rutubeti üzerine etkisi Şekil 23'de görülmektedir.



Şekil 23. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubeti üzerine etkisi

Şekil 23'de görüleceği gibi tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların denge rutubet değerine etkisi; tutkal türü, buharlama süresi, tabaka sayısı ve ağaç türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Ağaç türü açısından bakıldığında, ladin tomruklardan elde edilen kaplamalardan üretilen kontrplakların denge rutubet değeri miktarı ile göknar tomruklardan elde edilen kaplamalardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Aydın (2004) yaptığı çalışmada kayın, kızılâğaç ve ladin tomruklarından üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında ladin en büyük, kayın ise en küçük değere sahiptir [114].

Buharlanma açısından bakıldığında, buharlanmış (6-12 saat) ve buharlanmamış tomruklardan elde edilen kaplamalardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Aydın (2004) yaptığı çalışmada buharlanmış gruplara sahip kontrplakların denge rutubet değerleri buharlanmamış gruplarından bir miktar düşük bulunmuştur. Isıl işleme birlikte hidroksil gruplarında azalma meydana geldiği için hücre çeperi daha az su absorbe etmekte ve bu nedenle odunun daralma ve genişlemesinde azalma görülmektedir [114]. Şahin (1998), Aydın ve Çolak (2003) tarafından yapılan çalışmalarda buharlama işlemiyle denge rutubetinde belirli bir miktar azalma meydana geldiği tespit edilmiştir [110, 136]. Örs (1986) buharlanmış odunların aynı sıcaklık ve bağıl nem şartlarında ulaşacağı denge rutubet miktarı normal odunlardan % 1-2 daha az olacağını ifade etmiştir [126].

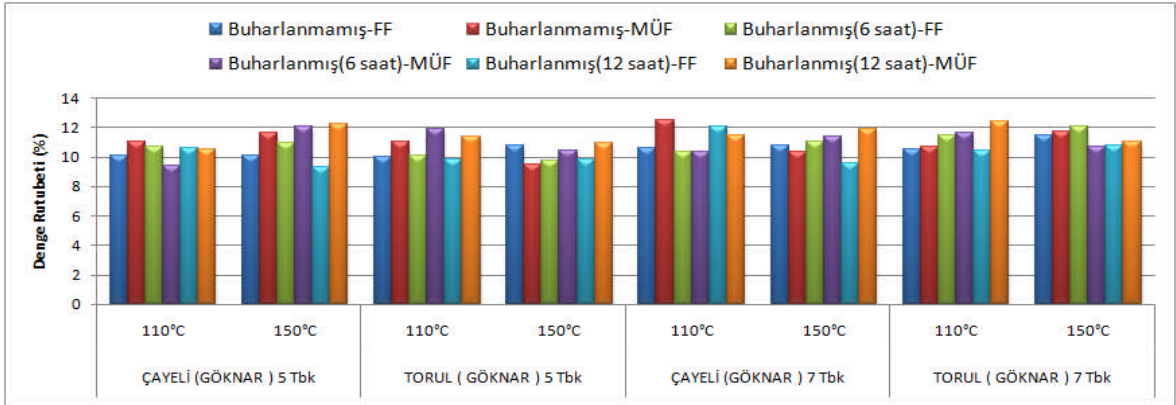
Denge rutubeti değerlerine tutkal türü açısından bakıldığında; fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri melamin-üre formaldehit üretilenlere nazaran düşük olduğu görülmektedir. Yapılan bir çalışmada ÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ladin ve kızılâğaçta FF ile üretilen kontrplakların denge rutubet değerine nazaran yüksek bulunmuştur. ÜF tutkal çözeltisinde asidik tuzlar kullanılmaktadır. Bu sertleştiriciler rutubeti hızlı bir şekilde absorbe etmektedir. Bu nedenle ÜF tutkalıyla üretilen gruplara ait denge rutubet değerinin yüksek bulunması literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir [114]. Çalışmada MÜF tutkalı kullanılmıştır, MÜF tutkalı da ÜF tutkalına benzer karakteristik özellik gösterdiği için literatüre uygunluğu söylenebilir.

Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların, 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan daha yüksek denge rutubeti değerlerinde olduğu görülmektedir. Kantay (1990), yapılan çalışmada kurutma sıcaklığının artışıyla denge rutubetinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Aydın (2004) yaptığı çalışmada kaplama kurutma sıcaklığının yükselmesi ile birlikte, kontrplakların denge rutubet değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalar

meydana gelmiştir [114]. Yıldız (2002) tarafından kayın ve ladin odun örnekleri ile yürütülmüş olan çalışmada da paralel sonuçlar bulunmuştur. Kurutma sıcaklığının yükselmesiyle birlikte hemiselülozlarda ayrışma meydana gelmekte, bu nedenle de odundaki reaktif hidroksil grupların sayısı azalmaktadır. Azalan hidroksil grupları ise, denge rutubeti değerinin azalmasına neden olmaktadır [127]. Bulunan değerler literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir. Tabaka sayısı açısından bakıldığında, 5 ve 7 tabakalı üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

4.3.1.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Buharlanmadan ve buharlanarak (6-12 saat) Çayeli ve Torul bölgesi gökmar tomruklardan üretilen, 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplakların denge rutubeti üzerine etkisi Şekil 24'de görülmektedir.



Şekil 24. Gökmar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubeti üzerine etkisi

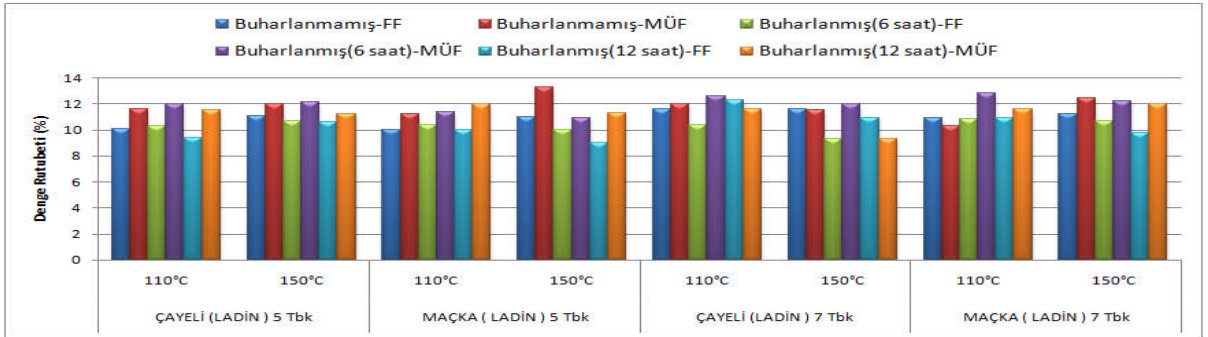
Tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların denge rutubetine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar gösterdiği Şekil 27'de görülmektedir. Denge rutubeti değerlerine bölge olarak bakıldığında; Torul bölgesi ile Çayeli bölgesinden temin edilen tomruklardan üretilen kontrplaklar arasında istatistiksel bir fark yoktur.

Buharlanmış (6-12 saat) ve buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. 110 ve 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplaklardan yüksektir. 5 tabakalı kontrplakların denge rutubet değeri, 7 tabakalı kontrplaklardan düşüktür.

4.3.1.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Buharlanarak (6-12 saat) ve buharlanmadan Çayeli ve Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan üretilen kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen, 5 ve 7 tabakalı kontrplakların denge rutubeti üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 25. Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının denge rutubeti üzerine etkisi

Tomruk buharlama işleminin kontrplakların denge rutubetine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar gösterdiği, Şekil 25’de görülmektedir.

Bölge olarak bakıldığında Çayeli ve Maçka bölgesi tomruklarından elde edilen kaplamalarla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

Buharlanmamış ve 6 saat buharlanmış grupların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. 12 saat buharlanmış grupların denge rutubet değerleri, buharlanmamış ve 6 saat buharlanmış gruplardan düşüktür.

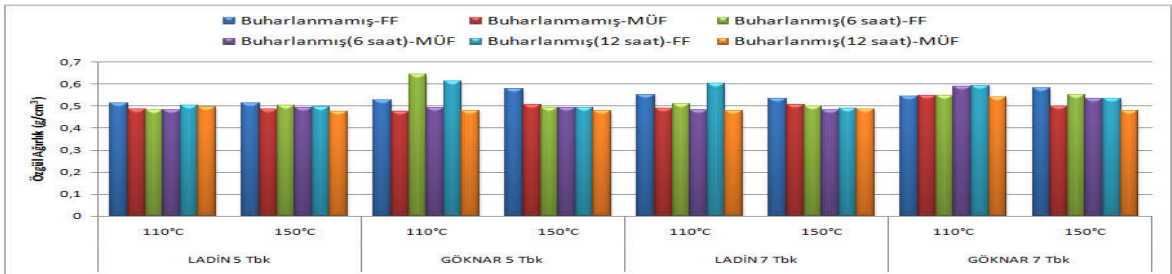
110 °C’de kurutulmuş kaplamalarla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri, 150 °C’de kurutulmuş kaplamalarla üretilen kontrplaklardan yüksektir. MÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri, FF tutkalıyla üretilen kontrplaklardan yüksektir. 5 ve 7 tabaka kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

4.3.2. Kontrplaklarda Özgül Ağırlık

Çalışma kapsamında üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına, tutkal türüne ve tabaka sayısı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.3.2.1. Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Kontrplakların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Gökmar ve ladin tomruklardan buharlanarak (6-12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulmuş, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplakların özgül ağırlık değeri üzerine etkisi Şekil 26’da görülmektedir.



Şekil 26. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık üzerine etkisi

Şekil 26'da görüleceği gibi tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların özgül ağırlık değerine etkisi; ağaç türü, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Ağaç türü açısından bakıldığında, ladin odunundan üretilen kontrplak gruplarının özgül ağırlık değerleri göknar odunundan üretilen kontrplak gruplarından yüksektir. Berkel (1970) yaptığı çalışmada ladin ve göknar odunu özgül ağırlığının öz ve diri odun açısından belirgin bir farklılığın olmadığını tespit etmiştir [119]. Yine aynı çalışmada iğne yapraklı ağaçlarda özden çevreye gidildikçe ve de yıllık halka içerisindeki yaz odunu iştirak oranı arttıkça özgül ağırlığın arttığı bildirilmiştir. Bir çalışmada doğu ladini odununda yıllık halka genişledikçe özgül ağırlığın azaldığı ifade edilmektedir [128]. Berkel (1963) bu konuda yaptığı bir çalışmada ise duglas ve göknar odununun yıllık halka genişlemesiyle özgül ağırlığın bir miktar arttığı, sonrasında yıllık halka genişledikçe azaldığını tespit etmiştir [129].

Berkel (1970) yapılan bir çalışmada Uludağ göknarı tam kuru özgül ağırlık değerinin ortalama olarak 0.408 g/cm^3 , doğu ladini tam kuru ortalama özgül ağırlık değerinin ise 0.406 g/cm^3 olduğunu tespit etmiştir [119].

Özgül ağırlık değerlerine tutkal türü açısından bakıldığında; fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri melamin-üre formaldehit tutkalıyla üretilenlere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir.

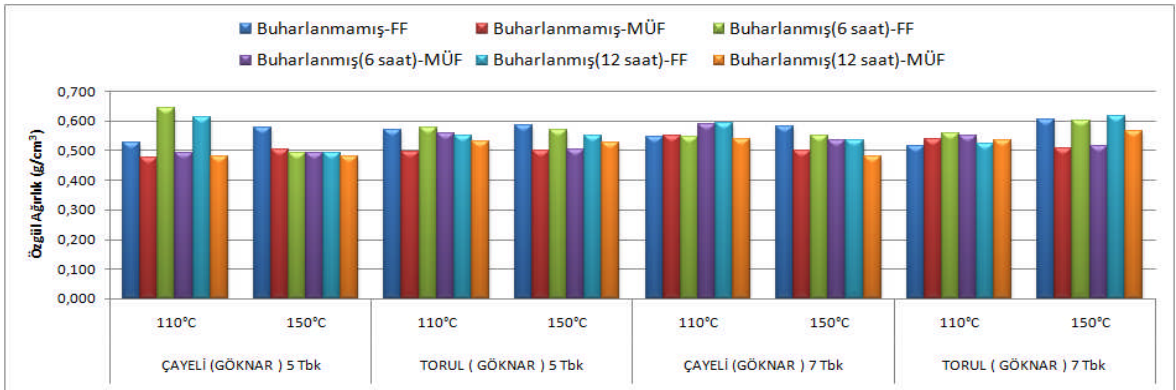
Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak $110 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplaklarla, $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir fark olmadığı görülmektedir. Çolak ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kurutma sıcaklığının artışıyla beraber özgül ağırlığın azaldığını tespit etmişlerdir [130].

Özgül ağırlık değerlerine buharlama açısından bakıldığında; buharlanmamış gruplar ile buharlanmış gruplar arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Fakat buharlanmamış grupların özgül ağırlık değeri en yüksek, daha sonra 6 saat buharlanmış gruplar, daha sonra da 12 saat buharlanmış grupların özgül ağırlık değeri gelmektedir. Buharlama işleminde ise, odun içerisinde bulunan ekstraktif maddelerin yıkanacağı, ayrıca lignin ve pektin maddelerinin bir kısmının çözüneceği, dolayısıyla meydana gelen ağırlık kaybının yoğunluğu da azaltacağı belirtilmiştir [120]. Bu bakımdan bu çalışmada bulunan sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

Tabaka sayısı olarak bakıldığında, 5 ve 7 tabakalı kontrplaklar arasında belirgin bir farklılık görülmemekle birlikte 7 tabakalı kontrplakların özgül ağırlıkları daha yüksektir. Özen (1981) yaptığı bir çalışmada kontrplaklarda tabaka sayısı arttıkça özgül ağırlığın arttığını belirtmektedir [45].

4.3.2.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Gökmar Kontrplakların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Buharlamadan ve buharlanarak Çayeli-Torul bölgesinden alınan gökmar tomruklardan üretilen kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulurken, MÜF ve FF tutkalları kullanılarak üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 27'de görülmektedir.



Şekil 27. Gökmar kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık üzerine etkisi

Tomruk buharlama ön işleminin kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar gösterdiği Şekil 30'da görülmektedir.

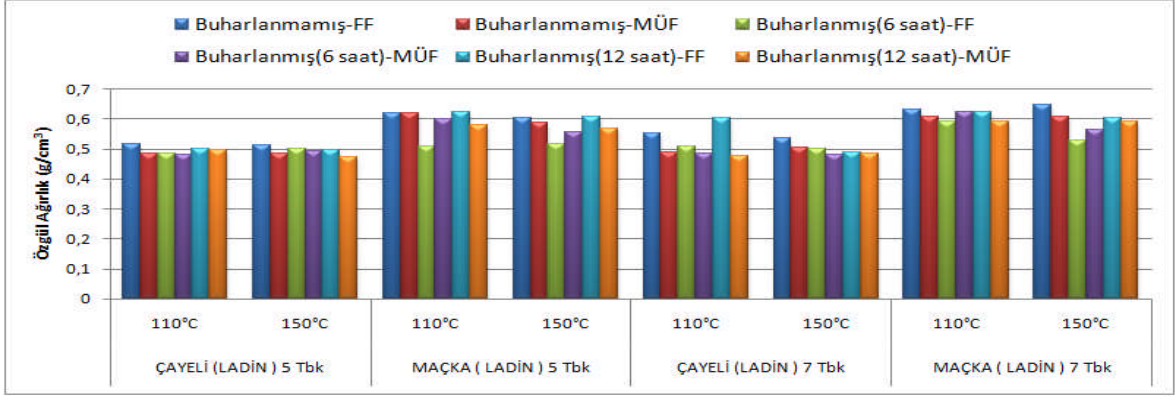
Özgül ağırlık değerlerine bölge farklılığı açısından bakıldığında; Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların daha yüksek değer verdiği görülmektedir. 1000-1400 m yükseltiden 3 farklı bölgeden (Düzce, Abant ve Mengen) alınan Uludağ gökmarı odunları üzerinde yapılan bir çalışmada özgül ağırlık değerleri; Düzce için ortalama 0,402 g/cm³, Abant bölgesi için 0,332 g/cm³, Mengen bölgesi için 0,412 g/cm³, Mengen bölgesi için 0,421 g/cm³'tür [129]. Antalya, Mersin ve Adana bölgesi Toros

göknarları üzerinde yapılan bir çalışmada, değişik yükseltilerden (1000-1670 m) alınan odun örnekleri üzerinde mekanik ve fiziksel özellikler araştırılmıştır. Yapılan çalışmada ortalama özgül ağırlık değerleri $0,438 \text{ g/cm}^3$ bulunmuştur [135]. Herhangi bir ağaç türünde odunun özellikleri ve bu arada özgül ağırlığı üzerine; fizyolojik faktörler, rüzgar ve kar gibi mekanik kuvvetlerle yetiştirme muhitinin etkisi büyüktür. Yetiştirme muhiti faktörleri olarak toprak, iklim, ısı, rutubet, rüzgar, mevki ve bakı özellikler üzerinde önemli rol oynar [119]. Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruğu 1500 m rakımdan, Torul bölgesinden alınan göknar tomruğu ise 1400 m rakımdan alınmıştır. Bu bilgilere paralel olarak Torul bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, Çayeli bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplaklardan daha yüksek değerlere sahip oldukları görülmektedir. Kazdağı bölgesi göknar odununun kontrplak endüstrisinde kullanılma olanaklarını inceleyen bir çalışmada Çanakkale Kazdağı/Ardıçbaşı mevkiinden yaklaşık 1300-1350 m yükseltilerden alınan göknar tomrukları kullanılmıştır. MÜF tutkalı kullanılarak 7 tabakalı (13.1 mm kalınlıkta) kontrplak üretilmiştir. Kontrplakların özgül ağırlık değerleri ortalaması 0.502 g/cm^3 bulunmuştur [141]. Bulgularda verilen değerlerle paralellik göstermektedir.

Buharlanmış (6-12 saat) ve buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. $110 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan belirgin bir şekilde yüksektir. FF tutkalıyla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplaklardan yüksektir.

4.3.2.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısına Göre Ladin Kontrplakların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Çayeli-Maçka bölgesi ladin tomruklardan buharlanarak (6 ve 12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların $110 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $150 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıklarda kurutularak, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen 5 ve 7 tabakalı kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 28. Ladin kontrplaklarda; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının özgül ağırlık üzerine etkisi

Şekil 28’de görüldüğü gibi tomruk buharlama işleminin kontrplakların özgül ağırlık değerine etkisi; bölge, buharlama süresi, tabaka sayısı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Özgül ağırlık değerlerine bölge farklılığı açısından bakıldığında; Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplaklar ile Çayeli bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplaklar arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Douglas odunu üzerinde yapılan bir çalışmada özgül ağırlık değerlerinin 4 farklı bölgede (Maçka, Torul, Ayancık ve Işıktepe) yükseltilere göre farklılıklar gösterdiği araştırılmıştır. En düşük yükseltideki douglas odunu özgül ağırlık değeri en yüksek bulunmuştur. Bunun yanında en yüksek rakımdaki douglas odunun özgül ağırlık değeri en düşük değerdedir [133]. Ağaç türü bakımından ladin odunu özgül ağırlığının göknar odunu özgül ağırlığından yüksek olduğu bilinmektedir. Fakat göknar odunu ve bölge farklılığı başlığı altında verilen literatürde olduğu gibi ağaç malzemenin heterojen bir malzeme oluşu, yetiştirme muhiti, iklimsel koşullar, ağaçta bulunduğu yer ve çevre faktörleri [119] açısından değerlendirmek mümkündür.

Buharlanmamış grupların özgül ağırlık değerleri 12 saat buharlanmış grubun özgül ağırlık değerlerinden düşük olup, 6 saat buharlanan grubun özgül ağırlık değerinden yüksektir. Buharlama süresi olarak irdelendiğinde, 12 saat buharlanan grubun özgül ağırlık değerleri, 6 saat buharlanan grubun özgül ağırlık değerlerinden yüksektir.

150 °C’de kurutulmuş kaplamalardan üretilen ladin kontrplakların özgül ağırlık değerleri, 110 °C’de kurutulmuş kaplamalarla üretilen kontrplaklardan yüksektir.

FF tutkalıyla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen kontrplaklardan yüksektir. 7 tabakalı kontrplakların özgül ağırlık değerleri, 5 tabakalı kontrplaklardan yüksektir.

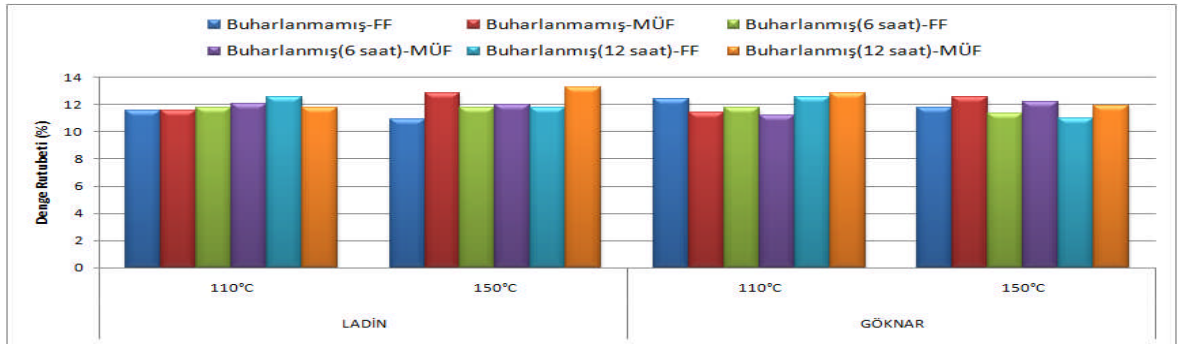
4.4. LVL Levhaların Fiziksel Özellikleri

4.4.1. Denge Rutubeti Miktarı

Çalışma kapsamında üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına ve tutkal türü gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.4.1.1. Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kapsama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türünün LVL Levhaların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Gökmar ve ladin tomruklardan buharlanarak (6 ve 12 saat) ve buharlanmadan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulmuş, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen, LVL levhaların denge rutubeti üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 29. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi

Buharlama işleminin LVL levhaların denge rutubetine etkisi; ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türüne göre farklılıklar gösterdiği Şekil 29'da görülmektedir.

Ağaç türü açısından bakıldığında, gerek ladin gerekse göknar odunlardan elde edilen levhaların denge rutubet miktarları arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

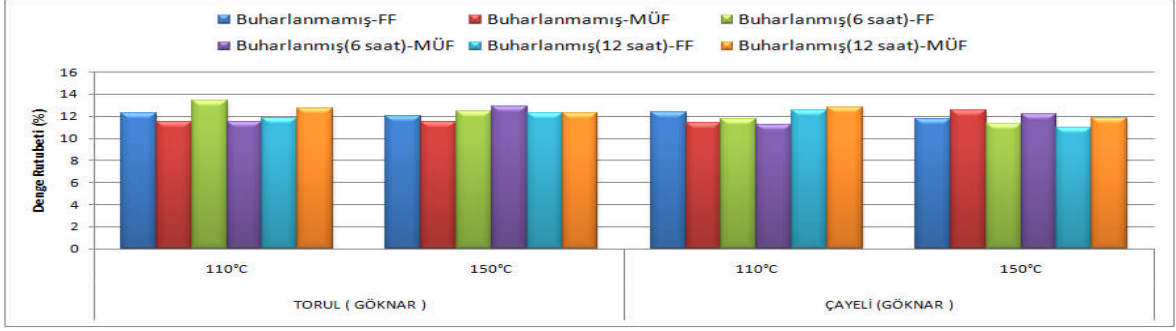
Tutkal türü açısından fenol formaldehit tutkalı ile üretilen LVL levhaların denge rutubeti değerleri melamin-üre formaldehit üretilenlere nazaran daha düşük olduğu görülmektedir. Aydın (2004), yaptığı çalışmada ÜF tutkalıyla üretilen ladin kontrplakların denge rutubet değerleri FF tutkalıyla üretilen grupların denge rutubet değerlerinden yüksek bulunmuştur [114]. ÜF tutkal çözeltilerinde asidik tuzlar kullanılmaktadır. Bu sertleştiriciler rutubeti hızlı bir şekilde absorbe etmektedir [46]. Bu nedenle MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri daha yüksektir.

Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalarından daha yüksek denge rutubet değerinde olduğu görülmektedir. Literatürde de kurutma sıcaklığının yükselmesiyle birlikte levhaların denge rutubet miktarlarında azalmalar meydana geldiği belirtilmiştir [114, 126]. Kurutma sıcaklığının yükselmesiyle hemiselülozlarda ayrışma meydana gelmekte ve bu nedenle de odunda reaktif hidroksil gruplarının sayısı azalmaktadır. Azalan hidroksil grupları ise, denge rutubeti miktarının azalmasına neden olmaktadır [127].

Buharlama açısından bakıldığında buharlanmamış grupların denge rutubet değerleri, ile 6 saat buharlanmış grupların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Fakat buharlanmamış ve 6 saat buharlanmış gruplara ait denge rutubet değerleri 12 saat buharlanmış grupların denge rutubet değerlerinden daha düşüktür. Aydın (2004) yaptığı çalışmada buharlanmış grupların denge rutubet miktarı değerleri buharlanmamış grupların denge rutubet miktarından düşüktür [114]. Isıl işlem ile birlikte odunun hidroksil gruplarında azalma meydana geldiği için hücre çeperi daha az su absorbe etmekte, bu nedenle odunun daralma ve genişlemesinde azalma meydana gelmektedir [142].

4.4.1.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Gökmar LVL Levhaların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Buharlanarak (6-12 saat) ve buharlamadan Çayeli ve Torul bölgesi gökmar tomruklardan üretilen soyma kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulurken, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların denge rutubeti üzerine etkisi Şekil 30'da görülmektedir.



Şekil 30. Göknar LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi

Şekil 30’da görüldüğü gibi tomruk buharlama işleminin LVL levhaların denge rutubetine etkisi; tutkal türü, bölge, kurutma sıcaklığı ve buharlama süresine göre farklılıklar göstermiştir.

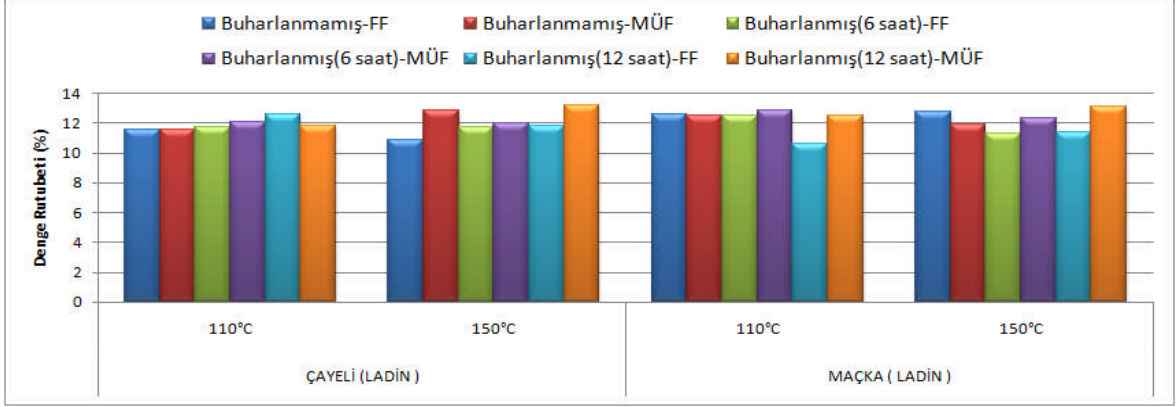
Denge rutubeti değerlerine bölge olarak bakıldığında; Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. Yoğunluk rutubetle paralel olarak artış göstermekte, lif doygunluğu noktasına kadar yavaş, bu değerden sonra hızlı bir şekilde bu artış gerçekleşmektedir [115]. Torul bölgesinden alınan göknar odunlarının rakımın yüksekliği faktöründen ötürü özgül ağırlıkları çalışma kapsamında Çayeli bölgesi odunlarından yüksek bulunmuştur. Literatür bilgisi ışığında özgül ağırlığı daha yüksek olan Torul bölgesi göknar tomruklarından elde edilen kontrplakların Çayeli bölgesi kontrplaklarından daha yüksek denge rutubet değerinde olması bu sebepten olabilir.

Buharlanmamış ve buharlanmış grupların, LVL levhaların denge rutubet değerlerinde belirgin bir fark görülmemektedir. 150 °C’de kurutulmuş kaplamalarla üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri, 110 °C’de kurutulan levhalardan yüksektir. FF tutkalıyla üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen levhalardan yüksektir.

4.4.1.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Ladin LVL Levhaların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Çayeli ve Maçka bölgesinden alınan ladin tomruklardan buharlanmadan ve buharlanarak (6 ve 12 saat) üretilen kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulurken,

MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların denge rutubeti üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 31. Ladin LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi

Şekilde görüldüğü gibi tomruk buharlama ön işleminin LVL levhaların denge rutubetine etkisi; bölge, buharlama süresi, kurutma sıcaklığı ve tutkal türüne göre farklılıklar göstermiştir.

Denge rutubeti değerlerine bölge olarak bakıldığında; Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri, Çayeli bölgesinden alınan tomruklardan üretilen LVL levhalardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Maçka bölgesi odunlarının özgül ağırlığının Çayeli bölgesi odunlarından daha yüksek olduğu çalışma kapsamında belirtilmiştir. Yoğunluk rutubetle paralel olarak artış göstermekte, lif doygunluğu noktasına kadar yavaş, bu değerden sonra hızlı bir şekilde bu artış gerçekleşmektedir [115]. Maçka bölgesinden alınan göknar odunlarının, rakımın yüksekliği faktöründen ötürü özgül ağırlıkları çalışma kapsamında Çayeli bölgesi odunlarından yüksek bulunmuştur.

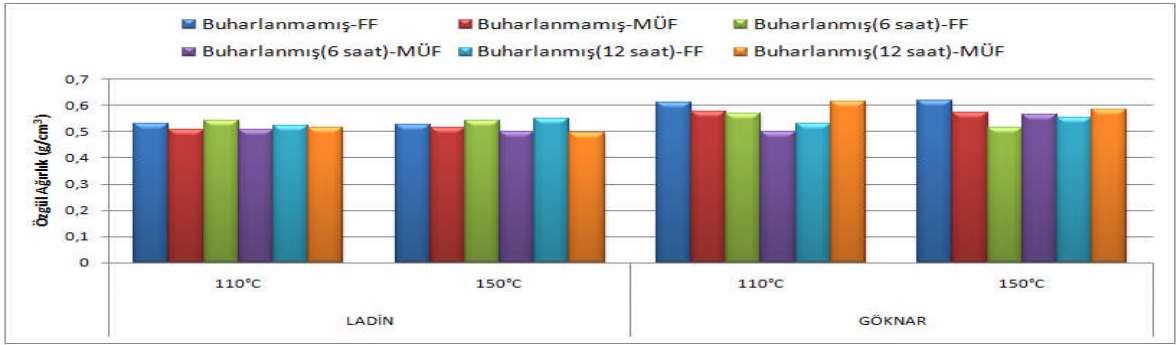
Buharlanmış ve buharlanmamış gruplarda LVL levhaların denge rutubet değerleri arasında istatistik olarak belirgin bir fark görülmemektedir. 110-150 °C sıcaklıklarda kurutulan kaplamalardan üretilen ladin LVL levhaların denge rutubet değerleri arasında fark yoktur. MÜF tutkalıyla üretilen LVL levhaların denge rutubet değerleri FF tutkalıyla üretilen LVL levhalardan yüksektir.

4.4.2. LVL Levhalarında Özgül Ağırlık

Çalışma kapsamında üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, kaplama kurutma sıcaklığına ve tutkal türü gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.4.2.1. Ağaç Türünün, Tomruk Buharlama İşlemi, Kapsama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türünün LVL Levhaların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Buharlanarak (6 ve 12 saat) ve buharlanmadan Gökmar ve ladin tomruklardan üretilen kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulurken, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 32’de görülmektedir.



Şekil 32. Ağaç türü, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün LVL levhalarında özgül ağırlık üzerine etkisi

Şekilde görüleceği gibi tomruk buharlama işleminin LVL levhaların özgül ağırlık değerine etkisi; tutkal türü, buharlama süresi, kaplama kurutma sıcaklığı ve ağaç türüne göre farklılıklar göstermiştir.

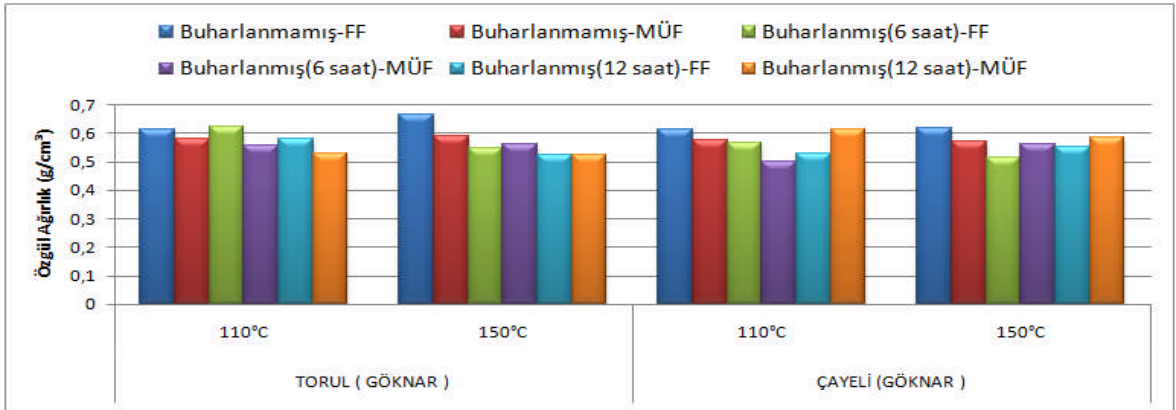
Ağaç türü açısından bakıldığında; Gökmar tomruklardan üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinin ladin ağaçlarından üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Tutkal türü açısından; FF tutkalı ile üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri MÜF ile üretilenlere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C’de kurutulan kaplamalarla elde edilen LVL levhalar ile 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerinde belirgin bir fark olmadığı görülmektedir.

Buharlama açısından bakıldığında buharlanmamış grupların özgül ağırlık değerleri, buharlanmış gruplara nazaran biraz daha yüksek bulunmuştur. Buharlama süresi bakımından 12 saat buharlanmış grupların 6 saat buharlanmış gruplara nazaran daha yüksek özgül ağırlık değerine sahip olduğu görülmektedir. Kontrplaklarda özgül ağırlık irdelenmesinde belirtilen literatür bilgileri LVL levhaları için de geçerlilik göstermektedir.

4.4.2.2. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Göknar LVL Levhaların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Çayeli ve Torul bölgesinden alınan göknar tomruklardan buharlanarak(6 ve 12 saat) ve buharlanmadan üretilen kaplamaların 110 °C ve 150 °C sıcaklıklarda kurutulurken, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların özgül ağırlık üzerine etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 33. Göknar LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi

Tomruk buharlama işleminin LVL levhaların özgül ağırlık değerine etkisi; bölge, kurutma sıcaklığı, buharlama süresi ve tutkal türüne göre farklılıklar gösterdiği Şekil 33'de görülmektedir.

Özgül ağırlık değerlerine bölge olarak bakıldığında; Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. 3 farklı bölgeden (Düzce, Abant ve Mengen) alınan Uludağ göknarı odunları üzerinde yapılan bir araştırmada, 1000-1400 m yükseltiden alınan Toros göknarı özgül ağırlık değerleri; Düzce için ortalama 0,402 g/cm³,

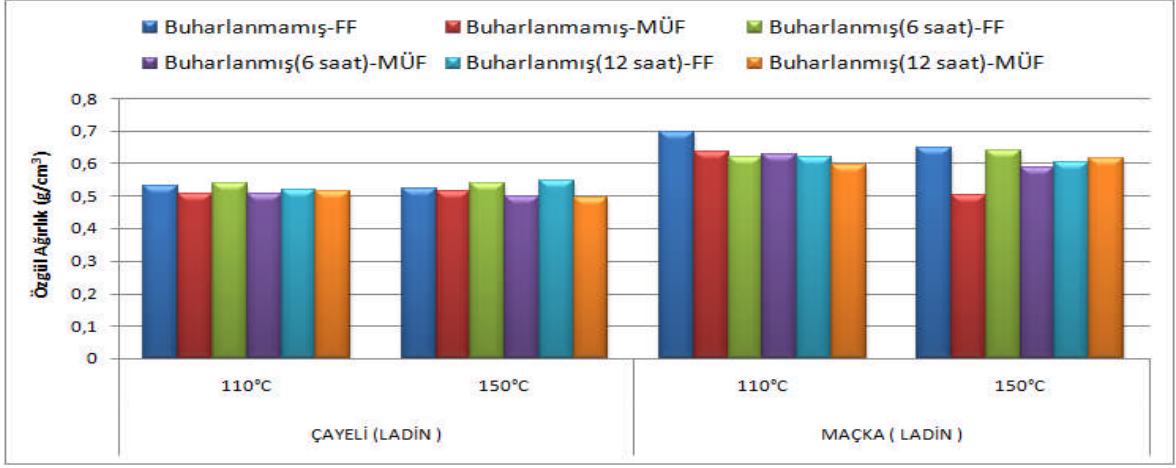
Abant bölgesi için $0,332 \text{ g/cm}^3$, Mengen bölgesi için $0,412 \text{ g/cm}^3$, Mengen bölgesi için $0,421 \text{ g/cm}^3$ 'tür [129]. Antalya, Mersin ve Adana bölgesi Toros göknarları üzerinde yapılan bir çalışmada, değişik yükseltilerden (1000-1670 m) alınan odun örnekleri üzerinde mekanik ve fiziksel özellikler araştırılmıştır. Ortalama özgül ağırlık değerleri $0,438 \text{ g/cm}^3$ bulunmuştur [135]. Kontrplakların irdelenmesinde de değinildiği gibi rakımın yükselmesiyle iğne yapraklı ağaçlarda özgül ağırlık değerleri azalma göstermektedir. LVL levhalarında da sonuçlar Torul bölgesinden alınan odunların daha düşük rakımda olması sebebiyle özgül ağırlıkları daha yüksek, dolayısıyla elde edilen LVL levhaların özgül ağırlıkları Çayeli bölgesi LVL levhalarına nazaran daha yüksektir.

Göknar LVL levhalarda buharlanmamış grupların özgül ağırlık değerleri, buharlanmış (6-12 saat) grupların değerlerinden yüksektir. Buharlama süresi olarak belirgin bir fark yoktur.

$110 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri, $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalardan yüksek bulunmuştur. FF tutkalıyla üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri, MÜF tutkalıyla üretilen levhalardan yüksektir.

4.4.2.3. Bölge Farklılığının Tomruk Buharlama İşlemi, Kaplama Kurutma Sıcaklığı ve Tutkal Türüne Göre Ladin LVL Levhaların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Çayeli ve Maçka bölgesi ladin tomruklardan buharlanarak (6-12 saat) ve buharlanmadan üretilen kaplamaların, $110 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $150 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıklarda kurutulurken, MÜF ve FF tutkallarıyla üretilen LVL levhaların özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 34'de görülmektedir.



Şekil 34. Ladin LVL levhalarında; bölge farklılığı, tomruk buharlama, kaplama kurutma sıcaklığı ve tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi

Şekil 34’de görüleceği gibi tomruk buharlama ön işleminin LVL levhaların özgül ağırlık değerine etkisi; bölge, tutkal türü, kaplama kurutma sıcaklığı ve buharlama süresine göre farklılıklar göstermiştir.

Özgül ağırlık değerlerine bölge olarak bakıldığında; Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. 4 farklı bölgede (Maçka, Torul, Ayancık ve Işıktepe) yükseltilere göre duglas odunu üzerinde yapılan bir çalışmada özgül ağırlık değerlerinin farklılıklar gösterdiği araştırılmıştır. En düşük yükseltideki duglas odunu özgül ağırlık değeri en yüksek rakımdaki duglas odunun özgül ağırlık değeri en düşük değerdedir [133]. Kontrplakların irdelenmesinde de değinildiği gibi iğne yağraklı ağaçlarda rakımın yükselmesiyle özgül ağırlık değerleri azalma göstermektedir. Bu durum LVL levhaları için de çalışma kapsamında benzer sonuçlar vermiştir.

Ladin LVL levhalarda, buharlanmış grupların özgül ağırlık değerleri buharlanmamış gruplardan düşüktür. Buharlama süresi olarak özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir fark görülmemektedir.

110 °C’de kurutulan kaplamalardan üretilen ladin LVL levhaların özgül ağırlık değerleri 150 °C’de kurutulan kaplamalardan üretilen LVL levhalardan yüksektir. FF tutkallı üretilen ladin LVL levhaların özgül ağırlık değerleri, MÜF tutkallı üretilen levhalardan yüksektir.

5. SONUÇLAR

5.1. Kontrplak Levhaların Mekanik Özellikleri

5.1.1. Çekme-Makaslama Direnci

1. Tomruk buharlama işleminin kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi, ağaç türü, bölge ve kurutma sıcaklığına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak buharlanmamış grupların çekme-makaslama direnci değerleri buharlanmış (6-12 saat) grupların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksektir.

2. Ladin ağacının göknar ağacına kıyasla daha yüksek çekme-makaslama direnç değeri verdiği görülmektedir.

3. Melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama dirençleri fenol formaldehit ile üretilenlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

4. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 150 °C de kurutulan kaplamalardan daha yüksek olduğu görülmektedir.

5. Buharlama süresi olarak bakıldığında 12 saat buharlanmış tomruklarda elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 6 saat buharlanmışlardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek sonuç verdiği görülmektedir.

6. Çayeli-Torul bölgelerinden alınan göknar ağaçlarından üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri kıyaslandığında, Torul bölgesinden alınan göknar ağaçlarıyla üretilen kontrplakların çekme-makaslama değeri yüksek bulunmuştur.

Çayeli-Maçka bölgelerinden alınan ladin ağaçlarından üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri kıyaslandığında, Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri belirgin bir şekilde, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen kontrplaklara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

7. Çekme-makaslama direnci değerlerine tabaka sayısı olarak bakıldığında; belirgin bir farklılığın olmadığı kısmen 7 tabakalı kontrplakların daha yüksek çekme-makaslama direnci değerine sahip olduğu görülmektedir.

5.1.2. Eğilme Direnci

1. Tomruk buharlama işleminin kontrplakların eğilme direncine etkisi, ağaç türü, bölge ve kurutma sıcaklığına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak, buharlanmamış grupların eğilme direnci değerleri, buharlanmış (6-12 saat) grupların eğilme direnci değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir.

2. Gök nar ağacının ladin ağacına kıyasla daha yüksek eğilme direnç değeri verdiği görülmektedir.

3. Tutkal türü açısından fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinin melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilenlere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

4. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların, 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan daha yüksek eğilme direnci değerine sahip olduğu görülmektedir.

5. Buharlama süresi olarak bakıldığında 12 saat buharlanmış tomruklarda elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri, 6 saat buharlanmışlardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden kısmen daha yüksek olduğu görülmektedir. Fakat istatistiksel olarak belirgin bir fark görülmemektedir.

6. Eğilme direnci değerlerine bölge olarak bakıldığında; Çayeli-Torul bölgelerinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri kıyaslandığında, Torul bölgesinden alınan göknar tomruklarıyla üretilen kontrplakların eğilme direnci değeri daha yüksek bulunmuştur.

Çayeli-Maçka bölgelerinden alınan ladin ağaçlarından üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri kıyaslandığında, Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri belirgin bir şekilde, Çayeli bölgesinden alınan tomruklardan üretilen kontrplaklara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

7. Eğilme direncine tabaka sayısı açısından bakıldığında; 5 tabakalı kontrplakların eğilme direnci değeri 7 tabakalı kontrplakların eğilme direnci değerlerine oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

5.1.3. Elastikiyet Modülü

1. Tomruk buharlama işleminin kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi, ağaç türü, bölge ve kurutma sıcaklığına göre farklıdır. Genel olarak 12 saat buharlanmış grupların elastikiyet modülü değerleri; 6 saat buharlanmış grupların ve buharlanmamış grupların elastikiyet modülü değerlerinden yüksektir. 6 saat buharlanmış grupların elastikiyet modülü değerleri ise buharlanmamış grupların elastikiyet modülü değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

2. Genelde ladin ağacının göknar ağacına kıyasla, daha yüksek elastikiyet modülü değeri verdiği görülmektedir.

3. Tutkal türü açısından fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri ile melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilenlere göre belirgin bir fark olmadığı görülmektedir.

4. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında, genel olarak 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların, 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan daha yüksek elastikiyet modülü değerine sahip olduğu görülmektedir.

5. Buharlama süresi olarak bakıldığında 12 saat buharlanmış tomruklarda elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, 6 saat buharlanmışlardan elde edilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek sonuç verdiği görülmektedir.

6. Elastikiyet modülü değerlerine bölge olarak bakıldığında; Çayeli-Torul bölgelerinden alınan göknar tomruklarından üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri kıyaslandığında, kısmen Torul bölgesinden alınan göknar tomruklarıyla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değeri daha yüksek bulunmuştur.

Çayeli-Maçka bölgelerinden alınan ladin ağaçlarından üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri kıyaslandığında, Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri belirgin bir şekilde yüksek değere sahiptir.

7. Elastikiyet modülüne tabaka sayısı açısından bakıldığında; 5 tabakalı kontrplakların elastikiyet modülü değeri 7 tabakalı kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

5.2. LVL Levhaların Mekanik Özellikleri

5.2.1. Eğilme Direnci

1. Tomruk buharlama işleminin LVL levhaların eğilme direncine etkisi, ağaç türü, bölge ve kurutma sıcaklığına göre farklıdır. Genel olarak buharlanmamış grupların eğilme direnci değerleri ile buharlanmış (12 saat) grupların eğilme direnci değerleri arasında belirgin bir farklılığın olmadığı görülmektedir.

2. LVL levhalarında, göknar ağacının ladin ağacına kıyasla daha yüksek eğilme direnç değeri verdiği görülmektedir.

3. Tutkal türü açısından fenol formaldehit tutkalı ile üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerlerinden daha yüksektir.

4. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C’de kurutulan kaplamalardan elde edilen LVL levhalar ile 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalar arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

5. Buharlama süresi olarak bakıldığında genelde 12 saat buharlanmış tomruklarda elde edilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri, 6 saat buharlanmış odunlardan elde edilen LVL Levhaların eğilme direnci değerlerinden daha yüksek sonuç verdiği görülmektedir.

6. Eğilme direnci değerlerine bölge olarak bakıldığında; Çayeli-Torul bölgelerinden alınan göknar tomruklarından üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri kıyaslandığında, Torul bölgesinden alınan göknar tomruklarından üretilen LVL levhaların eğilme direnci değeri daha yüksek bulunmuştur.

Çayeli-Maçka bölgelerinden alınan ladin ağaçlarından üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri kıyaslandığında, Maçka bölgesinden alınan tomruklardan üretilen LVL levhaların eğilme direnci değerleri belirgin bir şekilde, Çayeli bölgesinden alınan tomruklardan üretilen LVL levhalarına kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

5.2.2. Elastikiyet Modülü

1. Tomruk buharlama işleminin LVL levhaların elastikiyet modülüne etkisi, ağaç türü, bölge ve kurutma sıcaklığına göre farklıdır. Genel olarak buharlanmamış grupların elastikiyet modülü değerleri; 12 saat buharlanmış grupların elastikiyet modülü değerlerine

yakın değerler verdiği görülmektedir. 6 saat buharlanmış grupların elastikiyet modülü değerleri daha düşük olduğu görülmektedir.

2. Genelde göknar ağacının ladin ağacına kıyasla, daha yüksek elastikiyet modülü değeri verdiği görülmektedir.

3. Tutkal türü açısından fenol formaldehitte tutkalı ile üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, melamin-üre formaldehit üretilenlere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

4. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında, genel olarak 110 °C’de kurutulan kaplamalardan elde edilen LVL levhaların, 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalarından daha yüksek elastikiyet modülü değerine sahip olduğu görülmektedir.

5. Buharlama süresi olarak bakıldığında 6 saat buharlanmış tomruklarda elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri, 12saat buharlanmış tomruklardan elde edilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerlerinden düşük olduğu görülmektedir.

6. Elastikiyet modülü değerlerine bölge olarak bakıldığında; Çayeli-Torul bölgelerinden alınan göknar ağaçlarından üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri kıyaslandığında, Torul bölgesinden alınan göknar ağaçlarıyla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değeri daha yüksek bulunmuştur.

Çayeli-Maçka bölgelerinden alınan ladin ağaçlarından üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri kıyaslandığında, Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların elastikiyet modülü değerleri belirgin bir şekilde, daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

5.3. Kontrplakların Fiziksel zellikleri

5.3.1. Denge Rutubeti Miktarı

1. Denge rutubeti değerlerine tutkal türü açısından bakıldığında; fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri melamin-üre formaldehit üretilenlere oranla daha düşük olduğu görülmektedir.

2. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C’de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplakların, 150 °C’de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplaklardan daha yüksek denge rutubeti değerlerinde olduğu görülmektedir.

3. Denge rutubeti değerlerine tabaka sayısı olarak bakıldığında; 5 tabaka kontrplakların denge rutubeti değerleri ile 7 tabaka kontrplakların denge rutubeti değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

4. Buharlama olarak bakıldığında; buharlanmamış ve 6-12 saat buharlanmış grupların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark yoktur.

5. Bölge olarak bakıldığında; Çayeli-Torul bölgelerinden alınan göknar ağaçlarından üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri kıyaslandığında, Torul bölgesinden alınan göknar ağaçlarıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile Çayeli bölgesi kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

Çayeli-Maçka bölgelerinden alınan ladin ağaçlarından üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri kıyaslandığında, Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ile Çayeli bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir farklılık görülmemektedir.

6. Ağaç türü olarak bakıldığında; ladin ve göknar odunlarından elde edilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark yoktur.

5.3.2. Özgül Ağırlık

1. Özgül ağırlık değerlerine tutkal türü açısından bakıldığında; fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri melamin-üre formaldehit tutkalıyla üretilenlere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

2. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplaklar ile 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir fark görülmemektedir.

3. Özgül ağırlık değerlerine buharlama açısından bakıldığında; buharlanmamış gruplar ile buharlanmış (6-12 saat) gruplar arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

4. Çayeli-Torul bölgesi göknar tomruklarına göre özgül ağırlık değerlerine tabaka sayısı olarak bakıldığında; 7 tabaka kontrplakların özgül ağırlık değerleri 5 tabaka kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. İstatistik analiz olarak belirgin bir fark yoktur.

5. Özgül ağırlık değerlerine bölge farklılığı açısından bakıldığında; çoğunlukla Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların Çayeli bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplaklara oranla daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

6. Çayeli-Maçka bölgesi özgül ağırlık değerlerine bölge farklılığı açısından bakıldığında; Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplakların Çayeli bölgesinden alınan tomruklarla üretilen kontrplaklara oranla daha düşük değer verdiği görülmektedir.

7. Özgül ağırlık değerlerine ağaç türü olarak bakıldığında; ladin kontrplakların göknar kontrplaklara oranla daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

5.4. LVL Levhaların Fiziksel Özellikleri

5.4.1. Denge Rutubeti Miktarı

1. Tutkal türü açısından fenol formaldehit tutkalı ile üretilen LVL levhaların denge rutubeti değerleri melamin-üre formaldehit üretilenlere oranla daha düşük olduğu görülmektedir.

2. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 110 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen kontrplaklar ile 150 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhaların denge rutubet değerinde belirgin bir fark görülmemektedir.

3. Buharlama açısından bakıldığında buharlanmamış grupların denge rutubet değerleri ile 6 saat buharlanmış grupların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. 12 saat buharlanmış grupların denge rutubet değerleri daha yüksektir.

4. Çayeli-Torul bölgesi göknar tomruklarına göre denge rutubeti değerlerine bölge olarak bakıldığında; Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

5. Çayeli-Maçka bölgesi ladin tomruklarına göre denge rutubeti değerlerine bölge olarak bakıldığında; Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinden alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir. Fakat istatistik olarak belirgin bir fark yoktur.

6. LVL levhaların denge rutubet değerlerine ağaç türü olarak bakıldığında; ladin ve göknar odunlardan elde edilen levhalar arasında belirgin bir fark görülmektedir.

5.4.2. LVL Levhalarında Özgül Ağırlık

1. Tutkal türü açısından genel olarak; fenol formaldehit tutkalı ile üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerleri melamin-üre formaldehit üretilenlere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

2. Kurutma sıcaklığı açısından bakıldığında genel olarak 150 °C'de kurutulan kaplamalardan elde edilen LVL levhalar, 110 °C'de kurutulan kaplamalarla üretilen LVL levhalardan kısmen daha yüksek özgül ağırlık değerine sahiptir.

3. Buharlama açısından bakıldığında buharlanmamış grupların özgül ağırlık değerleri, buharlanmış gruplara nazaran biraz daha yüksek bulunmuştur. Buharlama süresi bakımından 12 saat buharlanmış grupların özgül ağırlık değerleri 6 saat buharlanmış gruplara kıyasla daha yüksektir.

4. Ağaç türü açısından bakıldığında; Gökmar ağaçlarından üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinin ladin ağaçlarından üretilen LVL levhaların özgül ağırlık değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

5. Çayeli-Torul bölgesi gökmar tomruklarına göre özgül ağırlık değerlerine bölge olarak bakıldığında; Torul bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

6. Çayeli-Maçka bölgesi ladin tomruklarına göre, özgül ağırlık değerlerine bölge olarak bakıldığında; Maçka bölgesinden alınan tomruklarla üretilen LVL levhaların, Çayeli bölgesinde alınan tomruklardan üretilen LVL levhalara kıyasla daha yüksek değer verdiği görülmektedir.

6. ÖNERİLER

Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi gelişmiş ülkelerde iğne yapraklı ağaç türlerinden; çam, ladin ve duglas göknarı odunlarından kontrplak ve LVL gibi tabakalı ağaç sanayiinde uzun yıllardan beri yararlanılmaktadır. Bu türlerden üretilen tabakalı ağaç malzemenin kullanım alanları, özellikle depreme dayanıklı yapılarda, hızla artmaktadır. Ülkemiz Doğu Karadeniz Bölgesi'nin asli ağaç türlerinden olan ladin ve göknar ağaçlarının kontrplak ve LVL üretiminde yeterince değerlendirilmemesi üzücü bir gerçektir. Bölgenin farklı mevkilerinden alınan ladin ve göknar tomrukları ile üretilen kontrplak ve LVL levhaların mekanik ve fiziksel testleri özellikle yapıda kullanım açısından uygun bulunmaktadır. Hammadde olarak, özellikle Bağımsız Devletler Topluluğu'ndan ithal edilen tomrukların ülkemize ekonomik olarak bir yük getirdiği bilinmektedir. Sonuç olarak, ülkemizdeki ladin ve göknar tomruklarının tabakalı ağaç malzeme sektöründe daha yaygın bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Çalışma kapsamında Doğu Karadeniz Bölgesi ladin ve göknar tomruklarının buharlanmadan ve 6-12 saat buharlanarak soyma kaplama yöntemiyle üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretim esnasında, 12 saat buharlanan tomrukların enine kesitlerine kavrama başlıklarının freze etkisi yaptığı, buharlanmamış tomrukların kaplama üretimi esnasında kavrama başlıklarının uyguladığı kuvvetin etkisinden dolayı yarıldığı görülmüştür. Bunun yanında yine buharlanmamış tomruklardan üretilen kaplamaların kaplama makinesinden çıkar çıkmaz liflere paralel doğrultuda koptukları görülmüştür. Bütün bu üretim hataları ek bir maliyet, zaman ve işçilik kaybı getirdiğinden dolayı ve de 6 saat buharlamayla 12 saat buharlama arasında belirgin bir direnç değeri farklılığı olmadığından daha kısa sürede ve daha düşük sıcaklıklarda buharlamak yeterli olacaktır. Daha az buharlama süresiyle birlikte üretim maliyetleri de düşürülmüş olacaktır. Bunun yanında yüzey pürüzlülüğü açısından optimum yapışma direnci sağlanacaktır.

Kaplama kurutma sıcaklığı çalışmada 110 ve 150 °C olarak uygulanmıştır. Yapışma direncini düşürmeden en uygun kaplama kurutma sıcaklığının bulunması gerekmektedir. Uygulanan kurutma sıcaklıklarında 2mm kalınlığındaki soyma kaplamalar için aynı süre uygulandığı göz önüne alındığında 110 °C'de kurutulan kaplamalardan üretilen LVL ve kontrplak levhaların fiziksel ve mekaniksel değerlerinin 150 °C'de kurutulanlardan büyük ölçüde daha iyi veya birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Enerji maliyetleri ve

sıcaklık artışıyla yapışma direnç kayıpları göz önüne alındığında ladin ve göknar odunlarından tabakalı ağaç malzeme üretiminde kaplama kurutma sıcaklığı 110 °C önerilebilir. Fakat 150 °C'de kurutulan kaplamalardan üretilen levhaların yapı maksatlı kullanımında direnç özellikleri yeterlidir, üretimde zaman kayıpları göz önüne alındığında 150 °C'de kurutma sıcaklığı uygun olabilir.

Depreme dayanıklılık ve esneklik açısından ağaç malzemenin üstünlüğü bilinmektedir. Bunun yanında yanma özelliği gibi dezavantajına karşın, özellikle yanmayı geciktirici emprenye maddeleriyle üretilen levhalar önerilebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Karacabeyli E., Rainer, H. and Forintek, Performance of North American Platform FrameWood Construction in Earthquakes, COST E5 Workshop on Sismic Behaviour of Timber Structures., Venice, Italy. 2000.
2. Eurocode 8, ENV 1998-1-1. Design Provisions for Earthquake Resistant Structures. European Prestandard TC250 of CEN, Brussels, Belgium, 1994.
3. Markprint, K., Handbook Of Finnish Plywood, Finnish Forest Industries Federation, 63-5, 130, Lahti, Finland, 2002.
4. Eurocode 5, ENV 1995-1-1. Design of Timber Structures, European Prestandard TC250 of CEN, Brussels, Belgium, 1995.
5. Kolu K., Schauman Wood, Wooden Panels in Residential Building, Rakennustekniikka, 2000.
6. Viljakainen M., Finnish Wood Research , Finnish Open Wood Building System, April 2000.
7. Toratti T., VTT Building and Transport, Seismic Design of Timber Structures, December 2000.
8. Construction in Earthquakes, COST E5 Workshop on Seismic Behaviour of Timber Structures. September 2000 Venice Italy.
9. TS 2128, Kontrplak-Sınıflandırma ve Terimler, Türk Standartları Enstitüsü, Bölüm 2, Ankara, 1998.
10. Çolakoğlu, G., Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 2004.
11. EN 313-2, Plywood-Classification and Terminology Part-2, Terminology, CU, 1999.
12. EN 313-1, Plywood-Classification and Terminology, CU, 1996.
13. TS 3103, Kontrplaklarda Sınıflandırma ve Terimler, Türk Standartları Enstitüsü, Bölüm 1, Ankara, 1998.
14. Önal, O., Kontrplakların Kullanım Alanları ve Özellikleri, <http://www.insaatmuhendisligi.net/index>, 23 Şubat 2008.
15. Anonymous, Opportunities to Invest in the Finnish Forestry Cluster, Wood Construction, 8,6, Helsinki, Finland, 2006.
16. FAO, FAOSTAT-FAO Statics Division-Production Quantity/Plywood, 2007.

17. Çalışkan, M., Kontrplak , Laminart Dergisi, 10 , 59, (2008) 71.
18. <http://www.cwc.ca/products/plywood>, 23 Haziran 2008.
19. AF&PA, Allowable Stres Design Manualfor Engineered Wood Construction and Supplements and Guidelines, American Forest and Paper Association, Washington, 2001.
20. <http://www.abag.ca.gov/bayarea/eqmaps/fixit/training.html>, 2 Aralık 2009.
21. AF&PA, Allowable Stres Design Manualfor Engineered Wood Construction and Supplements and Guidelines, American Forest and Paper Association, Washington, 2001.
22. Beall, F.C., Monitoring Cumulative Damage in Shear Wall Testing with Acoustic Emission, 14 International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, University of Applied Sciences, May 2005, Germany, Eberswalde.
23. Li, J., Beall, F.C. and Breiner, T.A., Analysis of Racking of Structural Assemblies Using Acoustic Emission, Advances in Acoustic Emission, AEWG, AE Group, 6 (2007) 202.
24. Baldwin, R. F., Plywood and Veneer-Based Products, Manufacturing Practices, Miller Freeman Books, San Francisco, California, USA, 1995.
25. Seller, T., McSwee, J. R., Nearn, W. T., Gluing of Eastern Hardwoods, A Rewiev, U.S. Dep. Of Agric, Forest Service, General Technical Report, 1988, 50-71. bülten
26. Pizzi, A., Advanced Wood Adhesives Technology, Marcel Dekker Inc., New York, 1994.
27. Dunky, M., Urea-Formaldehyde (UF) Adhesive Resins for Wood, International Journal of Adhesion&Adhesive, 18 (1998) 95-107.
28. Tomita, B. ve Hse, C. Y., Phenol-Urea-Formaldehyde (PUF) Co-Condensed Wood Adhesives, International Journal of Adhesion&Adhesive, 18 (1998) 69-79.
29. Hazer, B., Polimer Teknolojisi Ders Kitabı, K.T.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Yayın No: 161, 46, Trabzon, 1993.
30. Tank, T., Tutkallara Giriş, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi , Orman Endüstri Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1988.
31. Gornik, D., Hemingway, R. W. ve Tisler, V., Tannin-Based Cold-Setting Adhesives for Face Lamination of Wood, Holz als Roh-und Werkstoff, 58 (2000) 23-20.

32. Dix, B. ve Marutzky, R., Tanninformaldehyde Resins From Bark Extracts of Spruce (*Picea abies*) and Pine (*Pinus sylvestris*)-Extractions and Properties of the Extracts, Holz Als Roh und Werkstoff, 45 (1987) 457-463.
33. Pizzi, A., Scharfetter, H. ve Kes, E. W., Adhesives and Techniques Open New Possibilities for the Wood Processing Industry, Part1: Experience With Tannin Based Adhesives, Holz als Roh-und Werkstoff, 39 (1981) 85-89.
34. Pizzi, A., Tannery row-The Story of Some Naturel and Synthetic Wood Adhesive, Wood Science and Technology, 34 (2000) 277-316.
35. Hafızoğlu, H., Kağıt Fabrikası Atık Sularından Yararlanma Olanakları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 9, 2 (1986) 72-90.
36. Forss, K. G. ve Fuhrmann, A., Finnish Plywood, Particleboard and Fiberboard Made with a Lignin-Base Adhesive, Forest Product Journal, 29, 7 (1979) 39-43.
37. Kalaycıoğlu, H., Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yonga Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Y. Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1987.
38. MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), Makine Teknolojisi, Epoksi Modelleme 1, Ankara, 2007.
39. Wittmann, O. ve Lehnert, H., Diisocyanate als Bindemittel zur Herstellung von Holzwerkstoffen mit Diisocyanaten. Holz-Zentralblatt, 59 (1976) 913-915.
40. Wilson, J.B. ve Dix, B., Untersuchungen zur Verleimung von Furniersperrholz mit modifizierten Diisocyanat-Klebstoffen, Holz als Roh-und Werkstoff, 45 (1987) 487-494.
41. Kharazipour A., Enzyme von Weißfäulepilzen als Grundlage für die Herstellung von Bindemitteln, Holz als Roh-und Werkstoff, Verlag, 118 (1996), 161.
42. Schriever, E., Diisocyanat und Polyurethanklebstoffe, Holz als Roh-und Werkstoff, 2 (1986) 58-59.
43. ASTM 907, Standart Definitions of Terms Relation to Adhesives, ASTM, Philadelphia, 1982.
44. Scheffer, T. C., Protecting Stored Logs and Pulpwood, North America Sonderdruck, 4 (1969) 167-199.
45. Özen, R., Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:9, Trabzon, 1981.
46. Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 378, İstanbul, 1986.

47. Vorreiter, L., Experimental Pressure Steam Dryer for Lumber, Holztechnologisches Handbuch, 2, 474 (1958) 477-478.
48. Kantay, R., Kereste Buharlamannın Temel Esasları ve Etkileri, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 1, 40, (1990) 34.
49. Ünsal, Ö., Buharlanmış ve Buharlanmamış Kayın Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998.
50. Kohler, H., Die Rotbuche-Praktische Probleme der Pflege und Bearbeitung, Holz-Zentralblatt, 2, 67 (1959) 867-870.
51. Breznjak, M., Pirincipal Developments in Band Saw Vibration and Stability Research, European Journal of Wood and Wood Products, 36 (1958) 12-15.
52. Forest Products Research Laboratory, Leaflet No: 16, rev princes Risborought, 1955.
53. Villiere, A., Reuve du Bois, Effect of Steaming on Wood Material, Holzforshung und Holzverwertung, 4, 23 (1961) 39-42.
54. Brauner, A. ve Conway, E.M., Steaming Walnut for Colour, Forest Products Journal, 14, 11 (1964) 525-527.
55. Chen, P.Y.S. ve Workman, E.C., Effect of Steaming on Some Physical and Chemical Properties of Blackwalnut Heartwood, Wood and Fiber Science, 11, 4 (1980) 218-227.
56. Gonet, B., Einfluss des Dampfens auf die Relaxation der Spannungen in Rotbuchenholz, Holztechnologie, 11 1970, 120-124.
57. Gonet, B., Der Einfluss des Dampfens auf die Eigenschaften von Rotbuchenholz, Holztechnologie, 14 (1973) 70-72.
58. Gonet, B., Untersuchungen über das Dampfen von Buchenholz, Holzindustrie, 30 (1977) 300-301.
59. Lickess, C. W., The Merits of Steaming Douglas-Fir Veneer Blocks, Forest Products Journal, 7, 5 (1957) 23.
60. Kartal, S. N., CCA ve CCB ile Korunan Ağaç Malzemenin Dayanıklılık, Yıkanma ve Direnç Özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998.
61. Kollmann, F., Vorgange und Anderungen von Holzeigenschaften beim Dampfen, Holz und Werkstoff, 2 (1939) 1-11.
62. Çolak, S. ve Çolakoğlu, G., The Effect of Steaming on the some Mechanical Properties of Okoume Plywoods, Holz als Roh und Werkstoff, Institut for Holzforshung, 54 (1996) 332.

63. Laxamana, M. ve Bello, E., Influence of Steaming a Some Properties of Wood Forpride Diest 6. 1, 48-56, 1977.
64. Kollmann, R. ve Schneider, A., Forschungsber, Nr. 1399 Landes-Nordhein-Westafalen, Köln, 1964.
65. Teichgraeber, R., Beitrag zur, Kenntnis der Eigenschaftsänderungen des Holzes beim Dampfen, Holz als Roh-und Werkstoff 24, 11 (1966) 548-551.
66. Kubinsky, E., Der Einfluss des Dampfens auf die Holzeigenschaften, Holzforschung und Holzverwertung, 1, 23 (1971) 1-11.
67. Anonymus, Revue du Bois, No:1, s. 29-30, 1949.
68. Schmidt, K., Auswirkungen verschiedener Parameter beim Dampfen von Rotbuchenholz, Holzfurchung und Holzverwertung 34 (1982) 3-4.
69. Gonet, B., Einfluss des Druckers und der Dampfzeit auf die Schwindung und Quellung, Rotbuchenholz Folia Forestalia Polonica, 6, (1965)129-180.
70. Perkinty, T., Lawniczak, M., Marciniak, H., Über den Einfluss des Dampfens auf den. Quellungsdruck des Holzes, Holz als Roh-und Workstoff, (1959) 54-61.
71. Lu, W. D. ve Koh, M. Y., Influence of Steaming on Properties of Wood, Journal of Northeast Forestry University, 2, 17 (1989) 41-47.
72. Bryant, B., Peters, T. ve Hoerber, G., Veneer thickness variation: its measurement and significance in plywood manufactur, Forest Product Journal, 6, 15 (1965) 233-237.
73. Lutz, J. F., Mergen, A. ve Panzer, H., Effect of moisture content and speed of cut on quality of rotary-cut veneer, USDA For. Serv. Res. Note FPL-0176. For. Prod. Lab., Madison, Wis., 1967.
74. Peters, C. C. ve Mergen, A., Measuring wood surface smoothness: a proposad method. Forest Product Journal, 7, 21 (1971) 28-30.
75. Aydın, İ. ve Çolakoğlu, G., Odun Yüzeylerinde Pürüzlülük ve Pürüzlülük Ölçüm Yöntemleri, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2 (2003) 63-67.
76. Northcott, P. L., Walser, D. C. ve Veneer-Roughness Scale, B. C. Lumber-man, July, 1965.
77. Güler, C. ve Çolakoğlu, G., Farklı Koşullarda Üretilen Kızılağaç (*Pinus brutia Ten.*) Kontrplaklarda Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Kaplama Levhaların Yüzey Pürüzlülüğünün Etkisi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 4, 1 (2001) 118-130.
78. Lutz, J. F., Effect of wood structure orientation on smoothness of knife-cut veneers. Forest Product Journal, 6, 11 (1956) 464-468.

79. Lutz, J. F., How growth rate affects properties of softwood veneer, Forest Product Journal, 14, 3 (1964) 97-102.
80. Kantay, R., Kaplama Kurutma Makineleri, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 32, 2 (1982) 126-146.
81. Özen, R., Kaplama ve Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 191, Trabzon, 1979.
82. Lutz, J. F., Buckle in veneer, USDA For. Serv. Res. Note FPL-0207. Forest Product Journal, Madison, Wis., 1970.
83. Sryjänen, T. and Lehtinen M., Effect of High Manufacturing Temperatures on Mechanical Properties of Veneers and Plywood, International Conference of COST Action E8-Wood Mechanics, Florence, Italia, May 11-12, 1998.
84. Lehtinen M., Sryjänen, T. and Koponen, S., Effect of Drying Temperature on Properties of Veneer, Helsinki University of Technology, Laboratory of Structural Engineering and Building Physics, Finland, 1997.
85. Lutz, J. F., Wood Veneer: Log Selection, Cutting and Drying, U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1577, 1977.
86. Christiansen, A. W., How Overdrying Wood Reduces Its Bonding to Phenol Formaldehyde Adhesives: A Critical Review of The Literature, Part I. Physical Responses, Wood and Fiber Science, 22, 4 (1990) 441-459.
87. Sernek, M., Inactivation of Wood Surfaces: A Literature Review, Virginia Tech. University, Wood-Based Composites Center, Technical Report No. 103, Virginia, 2001.
88. Koch, P., Techniques for Drying Thick Southern Pine Veneer, Forest Products Journal, 14, 9 (1964) 382-386.
89. Woodfin, R. O. Jr., Wood losses in Plywood production. Forest Products Journal 23, 9 (1973) 98.
90. Knudson, R. M., Scharpff, R. W., Mastin R. J. and Barnes, D., Effect of lathe settings on veneer yield, Forest Products Journal 25, 10 (1975) 52-56.
91. Akbulut, T., Yeni Ahşap Yapı Elemanları, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10 (2008) 14.
92. Anonim, Handbook of wood and wood based materials . USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, USA, 1999.
93. Çolakoğlu, G., Mobilya ve Dekorasyon Malzemeleri Olarak; PSL, LSL ve LVL, Ahşap Mühendislik Dergisi, 66 (2005) 50-56.

94. Şenay, A., Lamine Edilmiş Ağaç Malzemenin Özellikleri, Doktora Tezi, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1996.
95. Dunky, M., Pizzi, T. and Leemput, M. Y., Wood Adhesion and Glued Products, COST Action E13, State of The Art-Report, Vienna, 2002.
96. Nelson, S. Structural composite lumber. Engineered wood products, a guide for specifiers, designers, and users. In S. Smulski (ed.). PFS Res. Foundation. Madison, WI. 147-172, 1997.
97. Bozkurt, A. Y. ve Kurtoğlu, A., Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Yapı Elemanları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 29, 2 (1979) 39-59.
98. Anşin, R., Tohumlu Bitkiler (Açık Tohumlular), II. Baskı, KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No: 15 I. Cilt, Trabzon, 1994.
99. <http://www.mobilyaca.com/forum/agac-agac-turleri-agac-islemeciligi/guverte-kaplama.html>, 22 Ağustos 2009.
100. TS EN 314-1, Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi, Bölüm:1 Deney Metodları, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1998.
101. <http://www.ogm.gov.tr/agacturleri/agac6.html>, 11 Mart 2003.
102. TS EN 310 Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1998.
103. TS EN 2474, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1977.
104. TS EN 322, Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
105. TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, I. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1976.
106. TS EN 323-1, Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
107. TS EN 2472, Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, I. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1976.
108. TS 53, Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metodları, I. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1983.
109. Statgraphics Plus 5.1, Statistical Graphics Corporation, Manugistics, Inc., USA, 2001.

110. Şahin, A., Okalıptus Odunundan Üretilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Tomruk Buharlama Süresinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
111. Güler, C., Bazı Üretim Faktörlerinin Kızılcam Kontrplaklarının Teknolojik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
112. Gillespie, R. H., Countryman, D. and Blomquist, R. F., Adhesives in Building Construction, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No: 516, Washington, 1978.
113. Sieminski, R. ve Skarzynska, A., Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, Forest Product Journal, 6, 32 (1989) 88-95.
114. Aydın, İ., Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2004.
115. Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Yoğunluk ile Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler, 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Eylül 1992, Trabzon, Bildiri Metinleri, 199-222.
116. Akyüz, M., Doğu Ladini Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Ekim 1995, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 113-122.
117. Çolakoğlu, G. ve Aydın, İ., The Effect of Steaming and Veneer Drying Temperature on the Weathering Reactions Wood Based Materials, Wood Composites and Chemistry International Symposium, September 2002, Vienna.
118. http://www.rautewood.com/Whats_New/Ratue_Wood_News/Eucalyptus_as_araw_material_for_plywood_and_LVL.html, Eucalyptus as A Raw material for Plywood and LVL, 25 Ağustos 2003.
119. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fak., Yayın No:1448, 1. İstanbul, 1970.
120. Aydın, İ., Çolakoğlu, G., Variations in Bending and Modulus of Elasticity of Spruce and Alder Plywood after Steaming and High Temperature Drying, Mechanics of Advanced Materials and Structures, 15 (2008) 371-374.
121. Tan, H., Buharlanmış ve Buharlanmamış Okalıptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1999.
122. MacLean, J. D., Effects of Steaming on The Strength of Wood, American Wood Preservers, 49 (1953) 88-112.

123. Örs, Y., Çolakoğlu, G. and Çolak, S., Kavak (*Populus x euramericana* I 45/51) Kontrplakların Çekme-Makaslama ve Eğilme Direnci ile Eğilmedeki Elastiklik Modülü Üzerine Bazı Üretim Faktörlerinin Etkisi, Politeknik Dergisi, 4, 4 (2001) 25-32.
124. Gündüz, G., Korkut, S. and Korkut, D. S., The Effects of Heat Treatment on Physical and Technological Properties and Surface Roughness of Camiyanı Black Pine (*Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana var. pallasiana*) Wood, Bioresource Technology, 7, 99 (2008) 2275-2280.
125. Çolak, S., Çolakoğlu, G. and Aydın, İ., Effects of logs steaming, veneer drying and aging on the mechanical properties of laminated veneer lumber (LVL), Building and Environment, 41 (2007) 93-98.
126. Örs, Y., Kurutma ve Buharlama Tekniği, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon, 1986.
127. Yıldız, S., Isıl İşlem Uygulanan Doğu kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel, Mekanik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2002.
128. Eraslan, İ., Doğu Ladininin Teknik Vasıfları ve Kullanma Yerleri Hakkında Araştırmalar, Tarım Bakanlığı OGM Yayınları, 54, Ankara, 1947.
129. Berkel, A., Uludağ Göknarının Önemli Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Hakkında Araştırmalar, İ. Ü. Orman Fak. Yayınları, İstanbul, 1963.
130. Çolak, S., Aydın, İ. ve Çolakoğlu, G., Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) Ağacının Farklı Yüksekliklerinden Alınan Tomruklardan Üretilmiş Kontrplakların Bazı Mekanik Özellikleri, DOA Dergisi, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, 9 (2003) 95-111.
131. Harris, R. A., Schroeder, J. G. and Addis, S. C., Steaming of Red Oak Prior to Kiln-Drying: Effects on Moisture Movement, Forest Products Journal, 39, 11/12 (1989) 70-72.
132. Aydın, İ. ve Çolakoğlu, G., Formaldehyde Emission, Surface Roughness, and some Properties of Plywood as Function of Veneer Drying Temperature, Drying Technology, 23 (2005) 1107-1117.
133. Ay, N., Duglas Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
134. Göker, Y., Dursunbey ve Elekdağ Karaçamlarının Fiziksel, Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar, OGM Yayınları, No: 613, Ankara, 1977.
135. Bozkurt, Y., Toros Göknarının Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No: 1701, İstanbul, 1971.

136. Aydın, İ. ve Çolak, S., Buharlama İşlemi Yapılmış Ladin Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerindeki Değişmeler, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2 (2003) 63-67.
137. Gurau, L., Mansfield-Williams, H.D., Irlé, M.A., A Comparison of Laser Triangulation and Stylus Scanning for Measuring the Roughness of Sanded Wood Surfaces, Proceedings of The 5th International Conference on The Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry, 5h-7th, Ljubliana, Slovenia, 2001.
138. Sadoh, T. ve Nakato, K., Surface Properties of Wood in Physical and Sensory Aspects, Wood Science and Technology, 21 (1987) 111-120.
139. Hecker, M. ve Becker, G., Surface Roughness of Douglas Fir Veneer as a Result of Silviculture Management, August 1995, Finland, IUFRO XX World Congress 224-236.
140. DIN 68705-3, Yapı Kontrplakları, Alman Standartlar Enstitüsü, Verlag, 2003.
141. Göker, Y., Kantarcı, D., Akbulut, T. ve As, T., Kazdağı Göknaarı (*Abies equi-trojani*) Odunun Kontrplak Endüstrisinde Kullanılma Olanakları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 49, 2 (1999) 28-38.

ÖZGEÇMİŞ

04.05.1972 yılında Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini burada tamamladı. 1989 yılında KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı, aynı bölümden 1993 yılında mezun oldu. 1994 yılında Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başlayıp 1999 yılında tamamladı. 1993 yılından 1998 sonlarına kadar ticaretle uğraştı. 1998 yılı Aralık ayında KTÜ Ardeşen Kereste Fabrikası'na uzman olarak atandı. Sonrasında görevlendirme ile 2000-2004 yılları arasında Hopa Meslek Yüksekokulu, 2004-2009 yılları arasında Rize Meslek Yüksekokulu Mobilya ve Dekorasyon bölümlerinde görev yaptı. 2009 yılında Rize Üniversitesi, Rize Meslek Yüksekokulu Mobilya ve Dekorasyon Bölümü'ne öğretim görevlisi olarak atandı. Halen bu görevini sürdürmektedir.

Evli ve iki çocuk babası olan Hüseyin TAN, orta derecede İngilizce bilmektedir.