

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**HUŞ'UN KAYIN'A ALTERNATİF OLARAK KONTRPLAK ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Evren Osman ÇAKIROĞLU

HAZİRAN 2012

TRABZON

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Evren Osman ÇAKIROĞLU tarafından hazırlanan

HUŞ'UN KAYIN'A ALTERNATİF OLARAK KONTRPLAK ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ

başlıklı bu çalışma Enstitü Yönetim Kurulunun 29 / 05 / 2012 gün ve 1458 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Semra ÇOLAK

Üye : Prof. Dr. İsmail Aydın

Üye : Yrd. Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**HUŞ'UN KAYIN'A ALTERNATİF OLARAK KONTRPLAK ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Orman Endüstri Mühendisi Evren Osman ÇAKIROĞLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29.05.2012
Tezin Savunma Tarihi : 18.06.2012**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İsmail AYDIN

Trabzon 2012

ÖNSÖZ

KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı – Odun Mekaniği ve Teknolojisi Yüksek Lisans programı kapsamında hazırlanan “Huş’un Kayın’a Alternatif Olarak Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi” adlı bu çalışmada; ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün kontrplak özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarımın her aşamasında bilgi, tavsiye, destek ve yakın ilgilerini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. İsmail AYDIN’na, yapıcı eleştirileri ve olumlu destekleri ile katkıda bulunan hocalarım Sayın Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU, ve Prof. Dr. Semra ÇOLAK’a teşekkürü borç bilirim.

Çalışmanın tamamlanması aşamasında yakın ilgi ve desteklerinin yanında, araştırma materyallerinin temininde, tutkal temininde, buharlama işlemleri, soyma işlemleri, kurutma ve bütün fabrika olanaklarından faydalanmam konusunda yardımlarını esirgemeyen, kendilerini ailem gibi gördüğüm başta İşletme Müdürü Sayın Kerim AYDIN olmak üzere işletme sahipleri Sayın Muhterem AYDIN, Eyüp AYDIN, Murat AYDIN ve bütün AY-KON-SAN personeline teşekkürü borç bilirim.

Tez ve laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Cenk DEMİRKİR, Yasin BALABAN, Hasan ÖZTÜRK ve Mehmet Salih DEMİRKİR’a ayrıca her konuda bana destek olan Doç. Dr. Hüseyin PEKER’e teşekkürlerimi sunarım.

Bu günlere ulaşmamda bana her türlü maddi desteği ve manevi huzuru veren babam Ömer ÇAKIROĞLU’na, annem Gülseren ÇAKIROĞLU’na ve kardeşlerime üzerimdeki emeklerinden dolayı minnettar olduğumu belirtmek isterim. Ayrıca, tüm desteğiyle yanımda olan eşim Nadide ÇAKIROĞLU’na göstermiş olduğu özveriden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Evren Osman ÇAKIROĞLU

Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Huş’un Kayın’a Alternatif Olarak Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. İsmail AYDIN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.
25/06/2012

Evren Osman ÇAKIROĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	5
TEZ BEYANNAMESİ.....	6
İÇİNDEKİLER.....	7
ÖZET	8
SUMMARY	9
ŞEKİLLER DİZİNİ	11
TABLolar DİZİNİ.....	21
SEMBOLLER DİZİNİ	25
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Kaplamanın Tanımı	4
1.3. Kontrplak Hakkında Genel Bilgiler.....	4
1.3.1. Kontrplak Tanımı	4
1.3.2. Kontrplakların Sınıflandırılması.....	5
1.3.3. Kontrplak Kullanım Alanları.....	6
1.3.3.1. Kontrplağın Avantajları.....	8
1.4. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	10
1.4.1. Kontrplak Üretiminde Tomruk Özellikleri.....	11
1.5. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Yardımcı Maddeler	11
1.5.1. Tutkallar.....	11
1.5.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı	13
1.5.1.2. Fenol Formaldehit Tutkalı	14
1.5.1.3. Melamin Formaldehit Tutkalı.....	15
1.5.1.4. Melamin Üre Formaldehit Tutkalı.....	16
1.5.1.5. Diğer Yapıştırıcılar	16
1.5.2. Dolgu ve Katkı Maddeleri	17
1.5.3. Sertleştiriciler.....	18
1.6. Kontrplaklarda Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler.....	18

1.7.	Kontrplak Üretiminde İş Akışı	20
1.7.1.	Tomrukların Depolanması	21
1.7.2.	Tomrukların ısıtılması	21
1.7.3.	Boyuna Bölme	23
1.7.4.	Kabuk Soyma	23
1.7.4.1.	Odun Kabuk-Adhezyonu	24
1.7.4.2.	Kabuk Soyma Makine ve Aletleri	24
1.7.5.	Tomrukların Soyma Kaplama Makinesinde Merkezileştirilmesi.....	24
1.7.6.	Tomrukların Soyulması	25
1.7.7.	Kaplama Levhalarının Taşınması	27
1.7.8.	Kaplamaların Ebatlandırılması	27
1.7.9.	Kaplamaların Kurutulması	28
1.7.9.1.	Kaplama Özelliklerinin Kuruma Üzerine Etkisi	28
1.7.9.2.	Soyma Kaplamaların Kurutulması	29
1.7.9.3.	Kaplama Kurutma Makineleri	30
1.7.10.	Kaplama Kenarlarının Düzeltilmesi ve Yanyana Eklenmesi	31
1.7.11.	Kaplama Levhalarının Tutkullanması	32
1.7.12.	Kontrplak Taslağının Hazırlanması	32
1.7.13.	Kontrplak Taslaklarının Preslenmesi.....	33
1.7.14.	Kontrplak Levhalarının Klimatize Edilmesi.....	33
1.7.15.	Levhaların Boyutlandırılması	34
1.7.16.	Zımparalama	34
1.7.17.	Tasnif ve İstifleme	34
1.8.	Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipksy.)	35
1.8.1.	Dağılımı	35
1.8.2.	Kayın Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri	36
1.9.	Adi Huş (<i>Betula pendula</i> Roth.)	37
1.9.1.	Dağılımı	37
1.9.2.	Huş Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri.....	39
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	43
2.1.	Materyal.....	43
2.1.1.	Ağaç Malzeme.....	43

2.1.2.	Tutkal.....	43
2.1.2.1.	ÜF Tutkalının Teknik Özellikleri	44
2.1.2.2.	MÜF Tutkalının Teknik Özellikleri	44
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi	44
2.2.1.	Kontrplakların Hazırlaması	44
2.3.	Araştırma Yöntemi	46
2.3.1.	Mekanik Özellikler	46
2.3.1.1.	Çekme-Makaslama Direnci ve Deney Örneklerinin Hazırlanması	46
2.3.1.2.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	47
2.3.2.	Fiziksel Özellikler.....	48
2.3.2.1.	Denge Rutubeti Miktarı	48
2.3.2.2.	Özgül Ağırlık	49
2.4.	İstatistiksel Analiz	49
3.	BULGULAR	50
3.1.	Mekanik Özellikler	50
3.1.1.	Çekme-Makaslama Direnci	50
3.1.1.1.	Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Çekme Makaslama Direnci Üzerine Etkisi ...	51
3.1.1.2.	Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi	52
3.1.1.3.	Buharlama İşleminin Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi	53
3.1.2.	Eğilme Direnci.....	55
3.1.2.1.	Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	55
3.1.2.2.	Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Eğilme Direnci Üzerine Etkisi.....	56
3.1.2.3.	Buharlama İşleminin Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	58
3.1.3.	Elastikiyet Modülü	59
3.1.3.1.	Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Elastikiyet Modülü üzerine etkisi.....	59
3.1.3.2.	Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi.....	61
3.1.3.3.	Buharlama İşleminin Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi.....	62
3.2.	Fiziksel Özellikler.....	63
3.2.1.	Denge rutubeti Miktarı	63

3.2.1.1.	Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Denge Rutubeti üzerine etkisi	64
3.2.1.2.	Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	65
3.2.1.3.	Buharlama İşleminin Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	67
3.2.2.	Özgül Ağırlık	68
3.2.2.1.	Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Özgül Ağırlık üzerine etkisi	69
3.2.2.2.	Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi	70
3.2.2.3.	Buharlama İşleminin Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi	71
4.	İRDELEME	73
4.1.	Kontrplak Levhaların Mekanik Özellikleri	73
4.1.1.	Çekme-Makaslama Direnci	73
4.1.1.1.	Ağaç Türü, Buharlama İşlemi, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi	73
4.1.2.	Eğilme Direnci	76
4.1.2.1.	Ağaç Türü, Buharlama İşlemi, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	76
4.1.3.	Elastikiyet Modülü	78
4.1.3.1.	Ağaç Türü, Buharlama İşlemi, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	78
4.2.	Kontrplakların Fiziksel Özellikleri	79
4.2.1.	Denge Rutubeti Miktarı	79
4.2.1.1.	Ağaç Türü, Buharlama İşlemi, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	80
4.2.2.	Özgül Ağırlık	81
4.2.2.1.	Ağaç Türü, Buharlama İşlemi, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi	81
5.	SONUÇLAR	84
5.1.	Kontrplak Levhaların Mekanik Özellikleri	84
5.1.1.	Çekme-Makaslama Direnci	84
5.1.2.	Eğilme Direnci	84
5.1.3.	Elastikiyet Modülü	85
5.2.	Kontrplak Levhaların Fiziksel Özellikleri	85
5.2.1.	Denge Rutubeti Miktarı	85

5.2.2.	Özgöl Ağırılık.....	86
6.	ÖNERİLER	87
7.	KAYNAKLAR.....	89
	ÖZGEÇMİŞ.....	95

Yüksek Lisans

ÖZET

HUŞ'UN KAYIN'A ALTERNATİF OLARAK KONTRPLAK ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Evren Osman ÇAKIROĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. İsmail AYDIN
2012, 94 Sayfa

Bu çalışmanın amacı, kontrplak sektöründe kullanılan önemli ağaç türlerinden biri olan huş ağacının kayın ağacına alternatif olarak kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu amaçla ağaç türleri olarak kayın (*Fagus orientalis*) ve huş (*Betula pendula*) kullanılmıştır. Üre formaldehit (ÜF) ve melamin üre formaldehit (MÜF) tutkalları kullanarak 5 tabakalı kontrplaklar üretilmiştir.

Üretilen kontrplakların mekanik özelliklerinden TS EN 314-1'e göre çekme-makaslama direnci değerleri, TS EN 310'a göre eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri belirlenmiştir. Üretilen kontrplakların fiziksel özelliklerinden ise TS EN 323'e göre yoğunluk, TS EN 322'ye göre denge rutubeti miktarları belirlenmiştir.

Sonuç olarak; üretilen levhalarda, kayın kontrplakların yapışma direnci değerleri en yüksek bulunurken, eğilme direnci değerleri arasında belirli bir fark bulunmamıştır. Buharlama işlemi açısından, her ağaç türü için buharlama yapılmamış tomruklardan üretilen levhaların mekanik özellikleri yüksek bulunmuştur. Ayrıca melamin üre formaldehit (MÜF) tutkalları kullanarak üretilen kontrplakların yapışma direnci üre formaldehit (ÜF) tutkalları kullanılarak üretilen kontrplaklardan daha yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Huş (*Betula pendula*), Kayın (*Fagus orientalis*), Melamin Üre Formaldehit, Üre Formaldehit, Yapışma Direnci, Eğilme Direnci, Denge Rutubeti, Yoğunluk

Master Thesis

SUMMARY

UTILIZATION OF BIRCH WOOD AS ALTERNATIVE TO BEECH WOOD IN
PLYWOOD MANUFACTURING

Evren Osman ÇAKIROĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Department
Supervisor: Prof. İsmail AYDIN
2012, 94 Pages,

The aim of the study was to research using possibilities of birch species as alternative to beech wood in plywood manufacturing. For this reason, beech (*Fagus orientalis*) and birch (*Betula pendula*) were used as tree species. Melamine urea formaldehyde (MUF) and urea formaldehyde (MUF) resins were used for five ply plywood manufacturing as adhesive.

Some mechanical properties such as shear strength, bending strength, modulus of elasticity of the plywood panels were conducted according to TS EN 314-1, TS EN 310, respectively. Physical properties such as density and equilibrium moisture content were determined according to TS EN 323 and TS EN 322, respectively.

In the result of that beech plywood panels gave higher shear strength values than those of birch panels. But there was no clear different between bending strength values of beech panels and those of birch panels. It was determined that mechanical properties of the plywood panels from both of two species were decreased with steaming process. It was also shown that shear strength of plywood panels manufactured with MUF resin were higher than those of the test panels manufactured with UF resin.

Key Words: Birch (*Betula pendula*), Beech (*Fagus orientalis*), Melamine Urea Formaldehyde, Urea Formaldehyde, Shear Strength, Bending Strength, Equilibrium Moisture Content, Density

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kontrplaklarda tabakaların yerleşimi	5
Şekil 2. Kompozit ve kaplamalı kontrplaklar	6
Şekil 3. Soyma ve kesme kaplama üretiminde, özgül ağırlık ve başlangıç rutubetine bağlı olarak uygulanacak buhar sıcaklığı	23
Şekil 4. Sert uçlu kaplama bıçakları ve bir kaplama bıçağının kısımları	26
Şekil 5. Belirli bir makinede, bıçağın kama açısının değiştirilmesinin kaplama kalitesi ve işleme etkisi.....	26
Şekil 6. Kaplamaların tutkalanması ve prese hazırlanması	32
Şekil 7. Doğu Kayının ülkemizdeki yayılış alanları	35
Şekil 8. Huş ve diğer orman kaynaklarının Rusya ve Avrupa'ya yakın bölgelerdeki dağılımı	38
Şekil 9. Doğal yetişmiş gümüş huş (<i>B. pendula</i>), beyaz huş (<i>B.pubescens</i>) ve beyaz huş plantasyon Elastikiyet modülleri	40
Şekil 10. Doğal yetişmiş gümüş huş (<i>B. pendula</i>), beyaz huş (<i>B.pubescens</i>) ve beyaz huş plantasyon eğilme direnci değerleri.....	41
Şekil 11. Doğal yetişmiş gümüş huş (<i>B. pendula</i>), beyaz huş (<i>B.pubescens</i>) ve beyaz huş plantasyon brinell sertlik	41
Şekil 12. Beş tabakalı kontrplak levhası için çekme-makaslama direnci test örneği	46
Şekil 13. Eğilme direnci test düzeneği.....	47
Şekil 14. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün çekme-makaslama direnci üzerine etkisi	73
Şekil 15. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi.....	76
Şekil 16. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisi	78
Şekil 17. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün denge rutubetine etkisi.....	80
Şekil 18. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi	82

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Ülkelere göre kontrplak üretim miktarları.....	7
Tablo 2. Kontrplak mukavemet/ağırlık oranının metal malzeme ile kıyaslanması	10
Tablo 3. Yaygın kullanılan reçine türleri, karakteristikleri ve kullanım alanları.....	12
Tablo 4. Farklı Yöre Kayınların Bazı Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması	37
Tablo 5. Kontrplak Deney Grupları	45
Tablo 6. Kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri	50
Tablo 7. 12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün çekme makaslama etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	51
Tablo 8. Kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	52
Tablo 9. Ağaç türü, buharlama süresi, tutkal türünün çekme makaslama etkisi.....	53
Tablo 10. Kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	53
Tablo 11. Buharlama işleminin çekme-makaslama etkisi.....	54
Tablo 12. Kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	54
Tablo 13. Kontrplaklara ait eğilme direnci ortalama değerleri.....	55
Tablo 14. 12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün eğilme direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	56
Tablo 15. Kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	56
Tablo 16. Ağaç türü, buharlama süresi, tutkal türünün eğilme direncine etkisi	57
Tablo 17. Kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	57
Tablo 18. Buharlama işleminin eğilme direncine etkisi	58
Tablo 19. Kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	58
Tablo 20. Kontrplaklara ait elastikiyet modülü ortalama değerleri	59
Tablo 21. 12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda ağaç türü ve tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları..60	60
Tablo 22. Kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	60
Tablo 23. Ağaç türü, buharlama süresi, tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisi	61
Tablo 24. Kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	62
Tablo 25. Buharlama işleminin elastikiyet modülüne etkisi.....	63

Tablo 26.	Kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	63
Tablo 27.	Kontrplak levhaların denge rutubeti miktarı ortalama değerleri	64
Tablo 28.	12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün denge rutubetine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	65
Tablo 29.	Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	65
Tablo 30.	Ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün denge rutubetine etkisi	66
Tablo 31.	Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	66
Tablo 32.	Buharlama işleminin rutubete etkisi	67
Tablo 33.	Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	67
Tablo 34.	Kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri	68
Tablo 35.	12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün özgül ağırlığa etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	69
Tablo 36.	Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	69
Tablo 37.	Ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün özgül ağırlığa etkisi	70
Tablo 38.	Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi etkisi	71
Tablo 39.	Buharlama işleminin özgül ağırlığa etkisi	71
Tablo 40.	Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	72

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kontrplak üretiminde kaliteli yerli hammadde temininde güçlükler yaşandığı, bu üretime uygun çap ve özellikte verimli hammadde bulunamadığı, bu nedenle de hammadde temini bakımından ithal tomrukların kullanılma zorunluluğu ortaya çıktığı bilinmektedir. Özellikle orman işletmelerinde kontrplak üretimine uygun tomruk miktarının yetersiz oluşu ve sürekli aynı tür ağaçlardan elde edilen tomrukların bu sektörde kullanılması bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle kontrplak sektöründe yetersiz hammadde problemini çözmek için sürekli kullanılan aynı tür ağaçlardan elde edilen tomrukların yerine, bu türlere yakın özellikler gösteren farklı tomrukların da kullanılması düşünülmeye başlanmıştır.

Kontrplağın teknolojik özellikleri üzerine etkili olan en önemli faktör, üretiminde kullanılan ağaç türüdür. Birçok ağaç türü kontrplak üretiminde değerlendirilebilmektedir. Ancak genel, dekoratif ya da yapı maksatlı kullanılacak kontrplak üretiminde ağaç türünün seçimi önemli bulunmaktadır. Ülkemizde genel amaçlı kontrplakların üretiminde okume, kayın ve melez kavak türleri daha çok kullanılmaktadır (Çolakoğlu, 2001).

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, kentleşme ve gelişen teknoloji ile birlikte, ekonomik, sosyal ve kültürel gelişimlere bağlı olarak orman ürünleri tüketimi de giderek artmakta ve mevcut odun hammaddesi endüstrinin ihtiyacını karşılayamamaktadır. Dünyada endüstriyel gelişmeye bağlı olarak ağaç malzeme kullanımının artması odun hammaddesi temininde güçlükler oluşturmaktadır. Bunun sonucu olarak, odunu en ekonomik şekilde değerlendirerek rasyonel kullanımını sağlamak gerekmektedir (Usta vd., 2007).

Ülkemiz orman varlığı bakımından zengin sayılmadığı gibi, 2004 yılı verilerine göre mevcut ormanlarımızın (21.188.747 ha) ancak %50'si (10.621.221 ha) verimli orman niteliği taşımaktadır (Anonim, 2006). Ormanların verimli kullanılmasının gerekliliği, orman ürünlerine olan ihtiyacın karşılanabilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple orman ve endüstri artıklarının değerlendirilmesi, tabakalı ağaç malzeme üretimi, hızlı yetişen ağaç türlerinin kullanım imkânlarının geliştirilmesi, yeni üretim teknikleri ile ağaç malzemenin daha verimli kullanılabilmesine olanak sağlayan teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır (Anonim, 1995).

Türkiye’de odun hammaddesi arz ve talebi ele alındığında, devlet tarafından işletilen ormanlardan yılda ortalama 7-8 milyon m³ endüstriyel odun, 7,5 milyon ster yakacak odun üretilmektedir. Devlet ormanı alanı dışında özel ormanlardan endüstriyel odun üretimi 3,3 milyon m³, yakacak odun üretimi ise 1,9 milyon ster civarındadır. Devlet ormanları dışında üretilen endüstriyel odun üretiminin %90’ından fazlası kavak, okaliptüs gibi hızlı gelişen ağaç türlerinden oluşmaktadır. Ağaç türleri açısından incelendiğinde OGM üretiminin %77’sini ibrelili türler oluşturmaktadır. İbrelili türler için de Çam türlerinin payı yaklaşık %80’dir (Kurtoğlu, 2006).

Ülkemizde 12–13 milyon m³ yuvarlak odun tüketilmekte olup, bunun %75’i devlet ormanlarından karşılanmaktadır. Endüstriyel odunun %61’i Orman Genel Müdürlüğü (OGM) satışlarından, %27’si özel sektör satışlarından, %12’si ithal yoluyla karşılanmaktadır (Hacıoğlu vd., 2005). Örneğin 2004 yılında 11.553.000 m³ endüstriyel odun üretilmiş, buna karşın 13.189.000 m³ tüketilmiştir. Yaklaşık iki milyon m³ civarında yuvarlak odun ithaline gereksinim ortaya çıkmıştır. Yuvarlak odun ihracatı, ithalatının ancak %1’i kadardır (OGM, 2005).

Ülkemizde kontrplak endüstrisinde değerlendirilen kayın (*Fagus orientalis*) son yıllarda soyma kaplama üretimi için, Bağımsız Devletler Topluluğundan ithal edilenler hariç tutulursa, uygun çap ve formda yeteri kadar bulunamamaktadır. Buna rağmen bir çok kullanım alanında kayın kontrplaklar tercih edilmektedir (Örs vd., 2002). Kayın tomruklar Türkiye’de uzun yıllar kontrplak üretiminde değerlendirilmiş, ancak günümüzde soyma kaplama üretimine elverişli kayın tomruğu bulunmasında yaşanan güçlükler nedeniyle kontrplak randımanında %20’lere varan azalmalar olmuştur (Demirkır vd., 2005). Kayın tomruklarının ülkemizde istenilen kalite, miktar ve randımanda bulunamaması sonucu yurt dışından ithalatına ağırlık verilmiştir.

Kayın odununun ülkemizde ve Avrupa’da genel amaçlı kontrplak üretiminde çok önemli bir konumu vardır. Kayın tomruklar homojen bir yapıya, buharlamadan sonra düzgün bir yüzeye, homojen bir renge ve yeterli direnç özelliklerine sahiptir. Buna rağmen kayında kırmızı yürek oluşumu, kesim çağına gelebilmesi için uzun yıllar geçmesi ve kontrplak üretimi için yüksek maliyetler içermesi gibi dezavantajları vardır (Toksoy vd., 2006).

Soyma kaplama üretiminde özellikle Avrupa, Baltık ülkeleri, Polonya, Belarus ve Rusya’da kontrplak sektöründe kullanılan huş tomrukların kayın tomruklara alternatif olarak kullanılması düşünülmektedir. Genel amaçlı kontrplak üretiminde huş kontrplak da

kullanılmaktadır. Finlandiya’da 2006 yılında yaklaşık olarak 2 milyon m³ huş tomruk kullanılmış ve bu tomrukların %95’i kontrplak ve kaplama üretiminde değerlendirilmiştir. Bu tomrukların 0,87 milyon m³ ü ithal edilmiş, bunlarında %98’i Rusya’dan ve diğerleri de Estonya ve İsveç’ten ithal edilmiştir (Peltola, 2007).

Yapılan araştırmalarda huş odunu, mobilya ve parke sektöründe de oldukça benzer özelliklere sahip kayın (*Fagus sylvatica*), akçaağaç (*Acer sp.*) ve dişbudak (*Fraxinus sp.*) ile rekabet içerisinde (Wagenführ, 1996). Ayrıca huşun; odunun rengi, yoğunluğu, parke ve mobilya sektöründeki en önemli rakibi olarak kayın gösterilmektedir.

Ülkemizde kontrplak üretimi genel olarak soyma yöntemiyle uygulanmaktadır. Kayında soyma yöntemiyle kaplama üretiminde yeterli tomruk çapına ulaşılabilmesi için 120 yıl gereklidir (Toksoy vd., 2006). Huş ağacında ise bu durum, ilk yıllarda yavaş büyüme, sonra hızlı büyüme şeklinde gerçekleşmektedir. 50 yaşından sonra ise büyüme durmaktadır (Ansin ve Özkan, 1993).

Ayrıca huş ağacından elde edilen kontrplakların renk ve görüntüsü kayın kontrplağa benzemektedir. Eski dönemlerde huş ağacı kayın ağacı olarak bilinmekteydi. Tarihi belgeleri incelendiğinde Orta Asya Türklerinin huş ağacına kayın ağacı dedikleri, daha sonra İranla artan ilişkiler sonucu kayın ve huş adının birlikte kullanıldığı anlaşılmaktadır. Nitekim bugünde Doğu Anadolu’nun yüksek yaylalarında huş ağaçları ile yakından ilgilenen göçebe Türkler, bu ağacı kayın olarak bilmektedirler. 19. yüzyıldaki iki ayrı ağaç cinsinin aynı isimle adlandırıldığını fark eden bilim adamları *Betula* cinsinin huş olarak adlandırılmasını uygun bulmuşlardır (Tanrıverdi, 1977). Ülkemizde gelişen orman endüstrisine paralel olarak odun hammaddesine duyulan ihtiyaç, gerek miktar ve gerekse odun çeşitliliği bakımından giderek artmaktadır. Bu durum verimli orman alanlarının çoğaltılmasını ve birim alandan daha çok odun hammaddesinin elde edilmesini gerektirmektedir. Bu amaç için bir yandan verimli orman alanları genişletilip yerli türlerle ıslah çalışmaları sürdürülürken, diğer yandan hızlı gelişerek kısa zamanda daha çok ürün elde edilebilecek yabancı türlerden, yerel şartlara uyum sağlayanların belirlenmesi ve bunların ağaçlandırmalarda uygun oranlarda kullanılması gerekir. Tabakalı ağaç malzeme sanayisinde hammadde gereksinimi her geçen gün artmaktadır. Artan nüfusa paralel olarak azalan kaynakların yerinde ve verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Güven vd., 2000).

Ülkemizde genelde kayın tomruklarının kullanılması, hammadde temini ve maliyeti gibi problemleri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle değişik ağaç türlerinin kontrplak

üretiminde kullanılması gerekliliği üzerinde durmak gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı da yurdumuzda İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ile Doğu Karadeniz Bölgesinin yüksek kesimlerinde görülen ve özellikle Avrupa, Baltık ülkeleri, Polonya, Belarus ve Rusya'da kontrplak sektöründe kullanılan önemli ağaç türlerinden biri olan Huş tomruklarının kayın tomruklara alternatif olarak kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, huş ve kayın tomruklar kullanılarak üretilen kontrplak levhalarının mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine ağaç türü, tutkal türü, buharlama işlemi ve buharlama süresinin etkileri incelenmiştir.

1.2. Kaplamanın Tanımı

TS 2128'e göre kaplama odundan soyularak, kesilerek veya biçilerek elde edilen en çok 7 mm kalınlığındaki ince levhalardır (TS 2128, 1998).

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 (Çolakoğlu, 2004).

1.3. Kontrplak Hakkında Genel Bilgiler

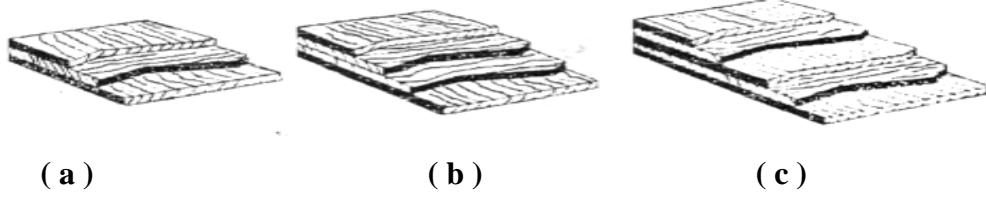
1.3.1. Kontrplağın Tanımı

Avrupa standardı EN 313-2'ye göre kontrplak; birbiri üzerine lif yönü dik olacak şekilde yapıştırılmış tabakalardan oluşan odun esaslı panel olarak tanımlanmaktadır (EN 313-2, 1999).

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 (TS 2128, 1998).

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

Genişliğine (Sokrasına) kontrplak: dış tabakaların lif doğrultusu kısa kenarına paralel olan kontrplaktır (Çolakoğlu, 2004).



Şekil 1. Kontrplaklarda tabakaların yerleşimi (a: 3 tabakalı kontrplak, b: Orta tabakaları birbirine paralel yapıştırılmış 4 tabakalı kontrplak, c: 5 tabakalı kontrplak)

1.3.2. Kontrplakların Sınıflandırılması

Kontrplaklar, EN 313-1 (EN 313-1, 1996) ve TS 3103 (TS 3103, 1998). EN 313-1 (EN 313-1, 1996). göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

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

- Genel görünüşlerine 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).

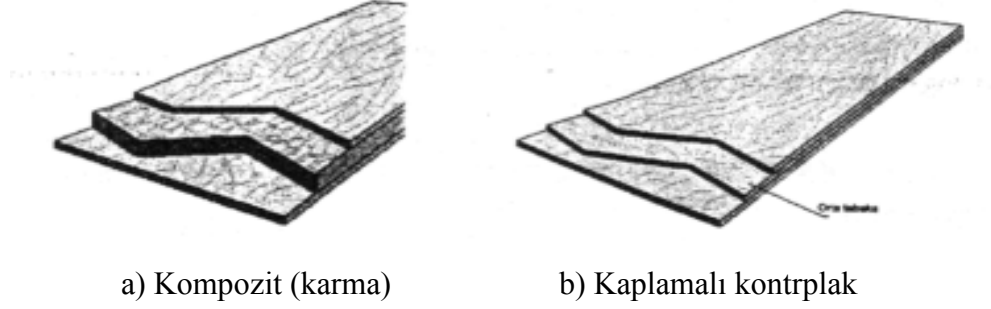
- Şekil ve formuna göre:

- 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 2. Kompozit ve kaplamalı kontrplaklar (Çolakoğlu, 2004).

1.3.3. Kontrplağın 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. Ünelere göre kontrplak üretim miktarları ise Tablo 1’de verilmektedir.

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 (Çalışkan, 2008).

Tablo 1. Ülkelere Göre Kontrplak Üretim Miktarları (1000m³) (Demirkır, 2012)

Ülke	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Çin	25,965	28,103	36,431	36,224	45,327	45,327*
Amerika	14,449	13,651	12,401	10,376	8,934	9,397
Japonya	3,212	3,314	3,073	2,586	2,287	2,287*
Kanada	2,322	2,252	2,639	2,225	1,810	1,973
Finlandiya	1,305	1,415	1,410	1,273	780	980
Türkiye	64	55	117	111	100	110

* FAO tahmini değeri

Kontrplaklar yapılarda beton döküm panelleri, endüstriyel zeminler, yapı panelleri (çatı, duvar, döşeme, cephe kaplama) gibi yük taşıyıcı olarak kullanılmalarının yanı sıra dekorasyonda da tercih edilmektedir. Kontrplak levhalar mekanik, biyolojik, sağlıklı, termal, akustik, dekoratif gibi özelliklerinden ötürü yapılarda geniş bir uygulama alanı bulmaktadır (Çalışkan, 2008).

Yapısal ve endüstriyel kontrplakların kullanımında levhaların direnç değerleri ve kullanım yerinin gereklerine uygun bir tutkalla üretilmiş olması büyük önem arz etmektedir (Çalışkan, 2008).

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 (Çalışkan, 2008). Bu kontrplaklar; taban döşemesi, ahşap prefabrik konut yapımı, beton ve betonarme kalıp tahtası, bölme elemanı, raf, tezgah, konteynır, kutu, sandık, trafik işaret levhası, reklam panosu, mağaza donanımı, depolama tankları, gemi ve yat güverteleri, otobüs, minibüs, kamyon, tır vb. araçların taban döşemeleri ve soğutma vagonlarında kullanılır. Bu tip kontrplakların yüzeyleri reçine emdirilmiş kâğıt esaslı malzemeler ya da plastik ve metal esaslı malzemelerle kaplanmak suretiyle hem dekoratif ve daha dirençli duruma getirilebilir, hem de kullanım alanı genişletilebilir.

Yapısal ve endüstriyel kontrplaklarda görünümünden çok fiziksel ve mekanik özellikler önemlidir. Dekoratif kontrplaklar daha çok duvar paneli ve mobilya üretimi gibi yerlerde

kullanılmakta olup, bu kontrplaklarda fiziksel ve mekanik özelliklerden çok levha yüzeylerinin görünüm özellikleri ön plana çıkmaktadır. Dekoratif kontrplaklar, yüzey tabakaları genellikle görünüm özellikleri güzel olan yapraklı ağaç türlerinden elde edilir. Bu tip kontrplakların kullanıldığı alanlar; duvar paneli, döşeme, masa, sandalye, televizyon kabini, mutfak mobilyası, kutu, sandık, bazı müzik aletleri, kapı, ince duvar kaplama malzemesi vb.dir.

Son yıllarda yapılarda kullanılan kontrplağa OSB rakip olmuştur. OSB'nin üretim maliyetinin daha düşük olması bu rekabeti arttırmaktadır. Bu nedenle yapısal kontrplak üretiminde son yıllarda birçok yenilik meydana gelmiştir. Örneğin, kaplama kalite ve randımanını etkileyen ön işlemlerde yapılan değişiklikler, bilgisayarlı soyma makineleri, tomruk yükleyiciler, tomruk kusurlarını belirlemek ve zayıfatı azaltmak için geliştirilen yeni metotlar, bilgisayarlı tomografi, impuls radar, doğrusal konumlandırılmış bıçak levhası, yaklaşık olarak 5 cm'den az göbek kalacak şekilde soyma yapılabilmesini sağlayan kavrama başlıkları vb. Ayrıca yapıştırma sistemlerinde de gelişmeler olmuştur. Örneğin, daha yüksek rutubete sahip kaplama levhalarının yapıştırılması ve tutkalın köpürmesi, gerekli yapıştırıcı miktarını azaltmakta ve böylece üretim maliyeti düşürülmektedir. En önemli gelişme fenolik tutkallarda olmuştur. Böylece %3-4 rutubet yerine %10 rutubetteki levhalar tutkallanabilmekte ve bunun sonucunda kurutmadan tasarruf sağlanmakta, pres verimliliği artmakta, tutkal tüketimi azalmaktadır. Yüksek rutubet içeriğine sahip kaplama levhaların (%15'e kadar) tutkallanması sonuçta ürünün rutubetinin denge rutubetine yaklaşmasına neden olmuş ve bu da çatlama ve boyutlarda meydana gelen değişiklikleri azaltmıştır. Bununla birlikte yüksek rutubetteki levhaların başarılı bir şekilde tutkallanması için çok sıkı bir proses kontrolü yapılmazsa ürün kalitesi önemli derecede azalmaktadır (Çolak, 2002).

1.3.3.1. Kontrplağın 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 levhalara 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 malzemedden çok daha azdır (Çolakoğlu, 2004).

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 (Markprint, 2002).

Kuvvetli asitler hariç, üretilen kontrplak pek çok aside karşı direnç göstermektedir. Klorin, 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 (Markprint, 2002).

Tablo 2. Kontrplak mukavemet/ağırlık oranının metal malzeme ile kıyaslanması (Markprint, 2002).

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

1.4. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Kontrplak üretim teknolojisi bakımından dağınık traheli yapraklı ağaç türleri daha uygundur. Ancak yapraklı ağaç türlerinin yanı sıra çam, ladin, duglas göknarı gibi iğne yapraklı ağaç türleri de kullanılmaktadır. Pratikte genel olarak kaplama, soyma özellikleri iyi olan ağaç türlerinden üretilen kaplamalar yüzey tabakalarında, iyi olmayanlar ise ara tabakalarda kullanılmaktadır. Kontrplak üretiminde yaygın olarak kullanılan ağaç türleri aşağıda verilmiştir;

- Orta tabakada kullanılan ağaç türleri; çam, duglas göknarı, ladin, huş, kayın, kızılâğaç, okume, kavak, melez

- Yüzey tabakalarında kullanılan ağaç türleri; duglas göknarı, melez, sekoya, porsuk, akçaağaç, huş, ceviz, dişbudak, maun, gül ağacı, tik, makore, bubinga, sapelli, sipo, ıroko

Bazı ağaç türleri hem orta tabakalarda hem de yüzey tabakalarında kullanılabilir. Bu durum yalnızca ağaç türünün görünüm ve soyulma özelliklerine değil aynı zamanda yeterli miktarda bulunabilmesine de bağlıdır (Güller, 2001).

Kontrplak endüstrisinde kullanılan ana hammadde, ağaç malzemedir. Ağaç malzemenin 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 kullanılacak ağaç cinsleri; ceviz, dişbudak, karaağaç, kestane, meşe, çam, göknar, ladin, armut, ıhlamur, kavak, kayın, kızılâğaç 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 (Çolakoğlu, 2004). Ülkemizde kontrplak üretiminde; kayın, kızılâğaç, 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 (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1. Kontrplak Üretiminde Tomruk Özellikleri

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

Kaplamalık ideal bir tomruk aşağıda 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 (Çolakoğlu, 2004).

1.5. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Yardımcı Maddeler

1.5.1. Tutkallar

Özellikle 1930'lu yılların ortalarına doğru, hayvansal, kazein, kan albümini ve nişasta gibi doğal kökenli tutkallar yerini petrol veya kömür katranı esaslı sentetik tutkallara bırakmıştır. Bu tutkallar sağladığı avantajlar nedeniyle kontrplak endüstrisinde de geniş bir kullanım alanı bulmuştur. 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 yüzeyini ıslatabilmekte ve sertleştiklerinde çoğunlukla odunun kendisinden daha rijit bir katıya dönüşmektedir.

Reçine türü, karakteristikleri ve çeşitli kullanım alanları Tablo 3'te özetlenmiştir (Baldwin, 1995) ve (Seller, 1988).

Tablo 3.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. Suya dayanıklı, koyu renklidir.	Yapı kontrplağı, OSB ve etiket yonga levha. Dış ortamlar için uygundur.
Melamin-Üre (MÜF)	Sıcakta sertleşir, ısı katalizör sertleşmeyi hızlandırır. Suya 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 dayanıklıdır. Renksizdir.	Etiket yonga levha OSB ve yonga levha; iç ve dış ortamlar için uygundur.
Melamin Formaldehit (MF)	Sıcakta sertleşir, ısı ve katalizör sertleşmeyi hızlandırır. Suya 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 (UF) reçineleri, ağaç malzemenin yapıştırılmasında kullanılan en yaygın yapıştırıcılardır. Üre-formaldehit; üre ile formaldehitin yoğunlaşması sonucu meydana gelen, amino grubu reçinelerden, termosetting bir polimerdir ve asidik ortamda sertleşen bir yapıya sahiptir. Reaktif yapısı nedeniyle üre formaldehit reçineleri, en hızlı sertleşen tutkallar arasında yer almaktadır. Tepkimeye girmemiş üre, çoğunlukla depolama sırasında daha iyi stabilite sağlamaktadır. Ancak presleme esnasında ve sonrasında formaldehit ayrışmasına neden olmaktadır. Sıvı halde satılan üre-formaldehit reçinelerine, toz haldeki sertleştirici ilave edilerek reaksiyon başlatılır. Sertleşme reaksiyonunun hızı ısı ile arttırılabilir. Tutkalın oda sıcaklığında sertleşmesi birkaç saat, 80°C’de birkaç dakika ve 215°C’de bir dakikadan daha az bir zamanda gerçekleşmektedir. Reçine ve sertleştirici bir arada, toz halinde temin edilebilmektedir. Bu tür tutkallara su ilave edilmesi ile birlikte reaksiyon başlamaktadır (Demirkır, 2006; Dunky, 1998).

Üre ve formaldehit arasındaki reaksiyon hızı ve seyri, çeşitli yoğunlaşma kademelerindeki pH değeri, üre formaldehit mol oranı, yoğunlaşma arasında çeşitli bileşenlerin konsantrasyonu, yoğunlaşma süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenir. Böylelikle reaksiyon ürünlerinin karakteristikleri ile düşük ve yüksek yoğunlaşma aşamaları mukayese edildiğinde özellikle çözünürlük, vizikosite, su birikmesi ve tutkalın sertleşme oranı önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Çolak, 2002). Sertleşmiş üre-formaldehit tutkalı, özellikle yüksek sıcaklıkta ürenin azotu ve metilen köprülerinin karbonu arasındaki bağların zayıf olması nedeniyle ıslak ve nemli koşullar altında hidrolize olabilir. Bu reaksiyon boyunca formaldehit serbest kalabilir. Hidroliz için, sıcaklık, pH ve tutkalın sertleşme derecesi önemli başlıca faktörlerdir. Özellikle tutkalın sertleşmesini sağlayan asit hidrolize neden olmaktadır. Üre-formaldehit tutkalı 200°C’nin üzerindeki sıcaklıklarda hidroliz olmakta ve yapısı bozulmaktadır. Sertleşmiş halde üre formaldehit reçineleri zehirli değildir. Üre bileşeni zehirli değildir. Ancak serbest formaldehit oldukça reaktiftir ve insan vücudundaki proteinlerle kolayca birleşebilir. Uluslararası kanser araştırma ajansı (Dünya Sağlık Organizasyonu Bölümü) formaldehiti, 2A kategorisinden daha kanserojen bir madde sınıfı olan kategori 1’e yükseltmiştir.

Üre-formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır (Demirkır, 2006)

- Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
- Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir
- Suda çözünebilir.
- Kokusuzdur.
- Tutuşmaz.
- Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
- Fiyatı düşüktür.
- Çok iyi termal özelliklere sahiptir.
- Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
- Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
- Formaldehit emisyonu yüksektir.

Sürekli ıslanma ve kurumaya karşı dayanıklı olmayan üre-formaldehit tutkalı, 60°C ve %60 bağıl nem altında bozulmaya başlar. %15-20'lik odun rutubeti 60°C'nin altında tutkal degradasyonunu hızlandırmaktadır (Demirkır, 2006).

1.5.1.2. Fenol Formaldehit Tutkalı

Fenol-formaldehit (FF) reçineleri endüstriyel olarak fenol ve formaldehitin bir katalizör varlığında reaksiyonu ile üretilmektedir. Bu reçineler dış mekanlar ve açık hava koşullarında kullanılacak kompozitler için geliştirilmiştir. Doğru bir şekilde kullanıldıklarında suya dayanıklı ve çoğunlukla odunun kendisinden daha dirençli bağlar oluştururlar. Pahalılığı, koyu rengi ve tutkallama esnasında daha düşük kaplama rutubete gerektirmesi olumsuz özellikleridir (Çolak, 2002; Demirkır, 2006).

FF reçineleri genel olarak, kullanılan katalizörün türü ve tepkimeye giren maddelerin mol oranlarına göre “novalak” ve “resol” adı verilen iki gruba ayrılır. Novalak, asidik ortamda üretilen termoplastik bir reçinedir. Bunlar ısı etkisinde eriyerek akışkan hale geçerler. Asidik sertleşmeleri, asidik katalizörün oduna zarar verebilmesi, yüksek maliyetleri ve ilave sertleştirici gereksinimleri nedeniyle novalak tipi reçineler ağaç işleri endüstrisinde sınırlı olarak kullanılır.

Resol ise, alkali şartlar altında elde edilen fenolik bir reçinedir. Odun kompozitleri üretiminde resol tipi formaldehit reçineler kullanılmaktadır. Resol reçinede formaldehit

oranı daha fazladır. Formaldehitin daha fazla olması sertleşmiş durumda mükemmel rutubet direnci, düşük tutuşma kabiliyeti, yüksek çekme direnci ve iyi bir boyutsal stabilite ile sonuçlanan bir çapraz bağlanma yoğunluğu sağlar. Bununla birlikte reçinenin sertleşme süresi kısalmaktadır (Çolak, 2002). Depolama süreleri birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Düşük sıcaklıklarda depolanması tavsiye edilir. Fenolik tutkallar üre tutkallarından daha yavaş sertleşirler. Ayrıca daha yüksek pres sıcaklığı uygulamak gerekir. Tutkal sertleştikten sonra ısı ve kimyasal maddelere karşı direnç kazanır. FF tutkalı ağacın rengini koyulaştırır, derine nüfuz eder ve kokusu uzun süre çıkmaz. Bu nedenle, tutkallama yapılan hacimde çok iyi havalandırma yapılmalı, eller sabunla yıkanmalı, koruyucu elbiseler giyilmeli ve fenol reçinesi teneffüs edilmemelidir (Demirkır, 2006).

1.5.1.3. Melamin Formaldehit Tutkalı

Melamin-formaldehit (MF) reçineleri de aminoaldehit ürünüdür, ancak üretimleri ÜF reçinelerine nazaran çok daha masraflıdır (Baldwin, 1995) ve (Seller, 1988). Suya karşı yüksek dirençli oluşu, MF reçineleri ÜF reçinelerinden ayıran en önemli özelliktir (Seller, 1988) ve (Pizzi, 1994). Melamin formaldehit reçineleri, 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 (Baldwin, 1995). MF reçineleri ile novalak FF (asidik sertleşen) reçineleri ise Avrupa'da dış mekânlarda kullanılmaktadır (Seller, 1988).

Melamin-formaldehit reçine üretimi pH=5-6 da yapılır. Burada da reaksiyon nötürleştirmek suretiyle, kondenzasyon ürünü yeterince çözülecek bir durumda durdurulur. Çözünebilir safhadaki reçine depolanmaya elverişlidir. Melamin reçine çözeltisinde aktiviteyi canlandıran grupların bulunması, bu reçinenin dayanıklılığını azaltır. Çünkü bekleme süresince reaksiyon ilerler ve çapraz bağlı reçineye dönüşür. Bu nedenle çözünebilir durumdaki reçine püskürtülerek suyu giderilip toz haline getirilir ve istenildiğinde sulandırılarak kullanılır (Hazer, 1993).

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 (Çolakoğlu, 2004).

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 (Çolakoğlu, 2004).

1.5.1.5. Diğer Yapıştırıcılar

Resorsin formaldehit reçinesi, fenol-formaldehit tutkallarına göre daha pahalı olup, uçaklarda kullanılan ahşap elemanların yapıştırılması gibi özel amaçlar için kullanılır. Kullanımından önce toz veya sıvı haldeki sertleştirici ilave edilir. Sertleşme sıcaklığı 20-65 °C arasındadır. Epoksi tutkalları özellikle tekne yapımı ile yapısal odun bileşenlerinin tamir restorasyon işlerinde kullanılmaktadır. Reçine ve katalizör veya sertleştiricinin karışımından oluşan iki bileşenli bir tutkaldır. Bu tutkallar yüksek makaslama direncine sahiptir ve rutubete karşı dayanıklıdır. İzosiyanat esaslı tutkallar odun yüzeyini kolayca ıslatabilmekte ve düşük molekül ağırlığı sayesinde ağaç malzeme içerisine iyi bir şekilde nüfuz etmektedir. Fenolformaldehyitten daha pahalı bir tutkaldır. Yapısındaki zehirli maddeler nedeniyle taşınmasında zorluklar olsa da, bu tutkalın en önemli avantajı, formaldehit emisyonunun olmayışıdır. Son zamanlarda yapıştırıcı olarak Kazein, soya ve kan tutkalları yanında, tanen ve sülfat atık suyu da kullanılmaya başlanmıştır. Doğal polifenoller (tanenler), dış

maksatlarda kullanılan tutkalları hammaddesini oluşturmaktadır. En önemli tanen kaynakları “Mimoza ve Kebrako”dur. Kebrako, formaldehit ile reaksiyona sokulduğunda, suya dayanıklı ve çözünmeyen bir reçine oluşmaktadır (Demirkır, 2006).

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’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 (Çolakoğlu, 2004).

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 (Çolakoğlu, 2004).

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 bağıının zayıflamasına neden olmaktadır (Çolakoğlu, 2004).

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 yapıştırıcıya sertleştiriciye lüzum yoktur. ÜF tutkalında ise amonyum klorür ve amonyum sülfat gibi sertleştiriciler kullanılmaktadır (Çolakoğlu, 2004).

1.6. Kontrplaklarda Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler

Kontrplak tutkal bağı kalitesini etkileyen faktörleri üç ana kategoride incelemek mümkündür.

Kaplama ile ilgili faktörler:

- Özgül ağırlık
- Kaplama rutubeti
- Anatomik yapı
- Kaplama sıcaklığı
- Yüzey pürüzlülüğü
- Kaplamanın ıslanabilme yeteneği
- Ekstraktif maddeler
- Levha kalınlığı

Üretim şartları ile ilgili faktörler:

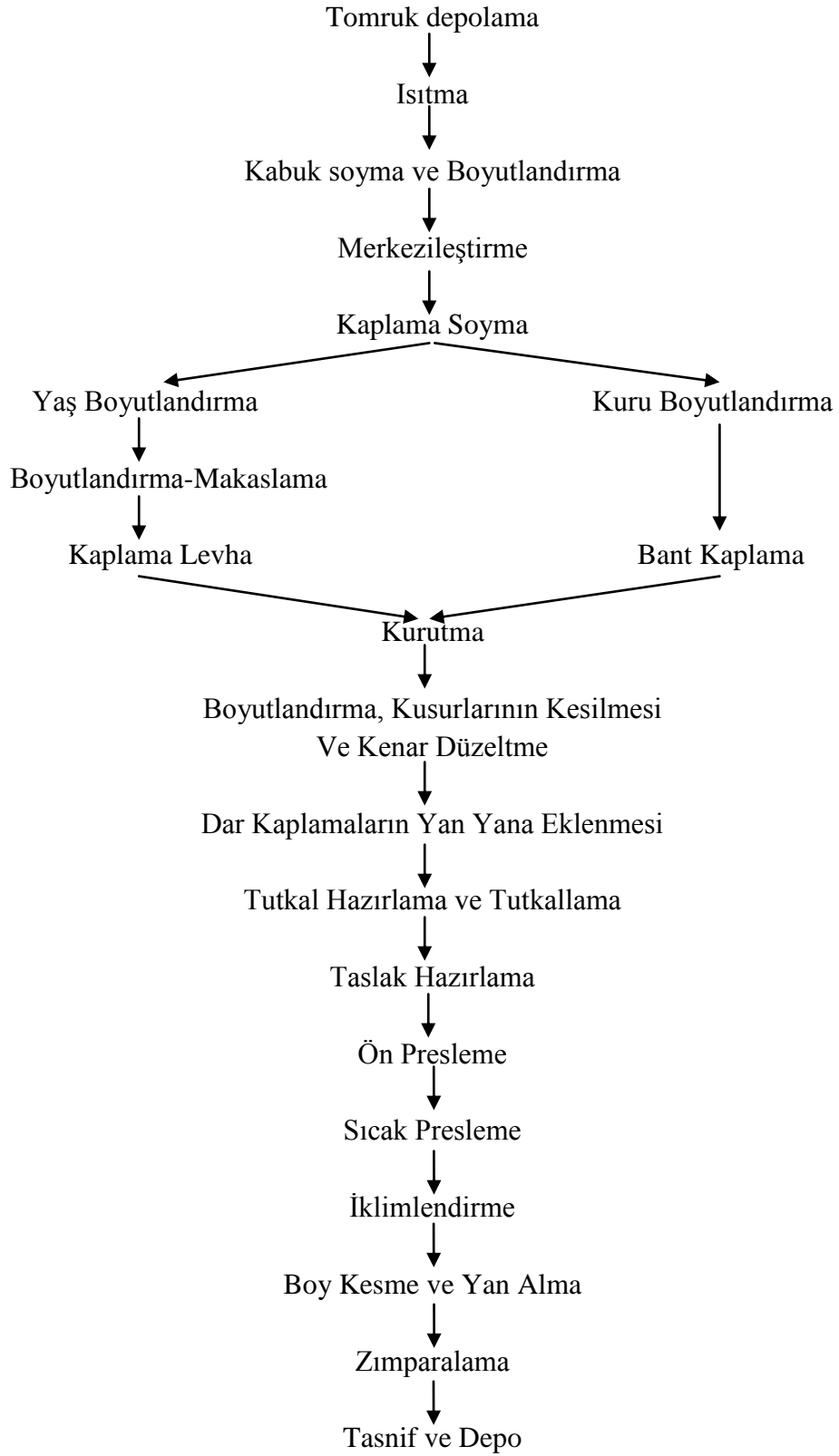
- Üretim alanındaki sıcaklık ve bağıl nem
- Açık ve kapalı bekleme süresi
- Ön pres süresi, sıcaklığı ve basıncı
- Pres süresi, sıcaklığı ve basıncı

Yapıştırıcı ile ilgili faktörler:

- Yapıştırıcı türü ve karakteristikleri
- Tutkal karışım formülasyonu ve viskozite
- Yüzeyle sürülen tutkal miktarı

Kullanılan ahşabın özgül ağırlığının artmasıyla bu kaplamalarla üretilen kontrplakları da çekme makaslama direncinin arttığı belirlenmiştir. Yapıştırıcının kaplamaya nüfuz edebilme yeteneği ve tutkallama sonunda meydana gelen tutkal tabakası kalınlığı, tutkallama anında mevcut su miktarına bağlıdır. Kaplama sıcaklığının yapışma üzerine olan etkisinin özellikle uzun bekleme sürelerinde tesirli olduğu ve yapışma direncini düşürdüğü belirtilmektedir. Yapışma yüzeyleri pürüzsüz olan kaplamalardan yapılmış kontrplakların, lif oranı deneyi sonuçlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Pres basıncının mekanik özelliklere etkisinin araştırıldığı çalışmalar sonucunda, yüksek pres basıncının yapışma direncini arttırdığı tespit edilmiş olup, aşırı basıncın kaplama kalınlıklarına olumsuz etkisi vurgulanmıştır (Çolakoğlu, 1993).

1.7. Kontrplak Üretiminde İş Akışı



1.7.1. 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: (Çolakoğlu, 2004; Bozkurt vd., 1986).

- 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 (Çolakoğlu, 2004).

Tomruk parkında depolama şartları uygun olmalıdır. Tomruklar toprakla temas etmemeli ve zemin beton olmalıdır. Ayrıca tomruk parkının iş makinelerinin geçişine, hareket kabiliyetine uygun şekilde düzenlenmesi gerekir. Su püskürtme sisteminin uygulanmasında suyun geri dönüşümü olmaktadır ve suyun tomrukların üzerine püskürtüldükten sonra tekrar akarlarla su deposuna gelmesi sağlanmalıdır. Suyun belli bir bölgede su birikintisi şeklinde bulunması hammaddemizin sürekli suyla temas eden bölgelerinde çürümelere neden olmaktadır.

Tomrukların depolanmasında, yaz aylarında gelen tomrukların çok çabuk yarılmalarını çatlama ve renk değişikliğine maruz kalmasını önlemek amacıyla tomrukların üzerlerine, üretim aşamasında soyma hattında elde edilen, belirli bir rutubet derecesine sahip artık kaplamalar serme yöntemiyle kepçe ve iş makineleri yardımıyla örtülmektedir. Bunun sonucunda tomruklarımız belirli bir süre de olsa direkt olarak güneş etkisinden korunacak ve nemli olan artık kaplamalarda kurumuş olarak enerji eldesi için sıcak su kazanlarında yakacak olarak kullanılacaktır.

1.7.2. Tomruğun Isıtılması

Isıtma işlemi genelde su buharı ile yapılmaktadır. Buharlama işlemi, soyma makinesinden önce tomruğu yumuşatmak, soyucu ve kesici aletlerle kolayca işlenebilecek

duruma getirmek, kontrplağı oluşturacak levhaların birbiri üzerine uygunluğunu sağlamak için eğilme kabiliyetini arttırmak, tomruk yüzeyindeki yabancı maddeleri yıkamak ve kabuğu yumuşatarak kolayca soyulmasını sağlamaktadır (Çolakoğlu, 1993).

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. Buharlamanın faydalı olabilmesi, tomruğun soyulma anındaki sıcaklığına bağlıdır. Bu nedenle buharlanmış tomruklar soğumadan soyulmalıdır (Özen, 1981).

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. 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 (Çolakoğlu, 2004).

Buharlanmış odunların işlenmesi daha kolay olduğu gibi yüzeyleri daha düzgün ve parlaktır (Örs, 1986). Buharlama işlemi tomruklardan elde edilen kaplamaların kurumasını hızlandırmaktadır (Bozkurt vd., 1986). Buharlama işlemine tabi tutulmuş tomruklardan elde edilmiş kaplamaların yüzeyleri daha pürüzsüz, kalınlıkları daha yeknesak olmakta ve daha az çatlak ihtiva etmektedir (Kupler, 1979).

Tomrukların buharlama mahzenlerinde ısıtılması direkt ya da en direkt olarak iki şekilde yapılmaktadır (Burdurlu, 1994).

Ülkemizde daha çok indirekt buharlama metodu kullanılmaktadır. Bu metoden uygulanmasında, yoğunlaşmış olan buhardan tekrar faydalanma imkanı bulunmaktadır. Böylece ısı ekonomisinin daha iyi bulunması, odun üzerinde yaptığı etkinin az oluşu, yoğunlaşmış buharın iletilmesinin kolay oluşu, kullanılacak buharın yağlardan temizlenmesine lüzum kalmaması gibi faydalarının yanında daha yüksek basınçlı buhar kullanma zorluğu, daha detaylı ve pahalı boru tesisatına ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları da mevcuttur (Göker, 1978).

Soyma ve kesme kaplama üretiminde kaplamaların kırılmadan düzgün yüzeyli ve iyi kaliteli olarak elde edilebilmesi için, ahşap türü ve rutubetine uygun buhar sıcaklığının seçilmesi gerekmektedir (Şekil 3.). Üst sınırdan daha yukarıdaki ısı derecelerine çıkıldıkça kaplama levhalarının soyulması esnasında yüzeyleri kaba ve keçeli levhalar, alt sınır

Kabuk soymada üç faktör dikkate alınmalıdır. Bunlar; odun-kabuk adhezyonu, ağaç türü ve kabuk soyma makine ve aletleridir (Çolakoğlu, 2004).

1.7.4.1. 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 (Çolakoğlu, 2004; Lutz, 1977).

1.7.4.2. 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 (Çolakoğlu, 2004).

1.7.5. 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

bulmaktadır. Tomruk bu noktalar dışında kavranarak soyulursa, soymanın başlangıcında ortaya çıkan ve değerlendirilemeyen iskarta kaplama parçaları çoğalır. Dolayısıyla randıman düşer. Çeşitli merkezileştirme yöntemleri vardır. Bunlar; tahmin yöntemi, optik yöntem, kameralı elektronik merkezileştirme ve geometrik merkezileştirme yöntemleridir (Çolakoğlu, 2004).

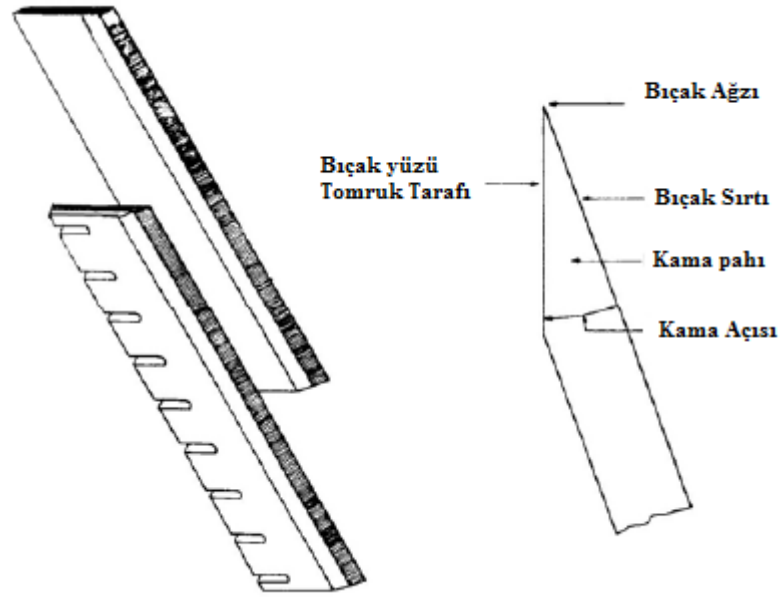
1.7.6. Tomrukların Soyulması

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 (Brauner, 1964).

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 (Çolakoğlu, 2004).

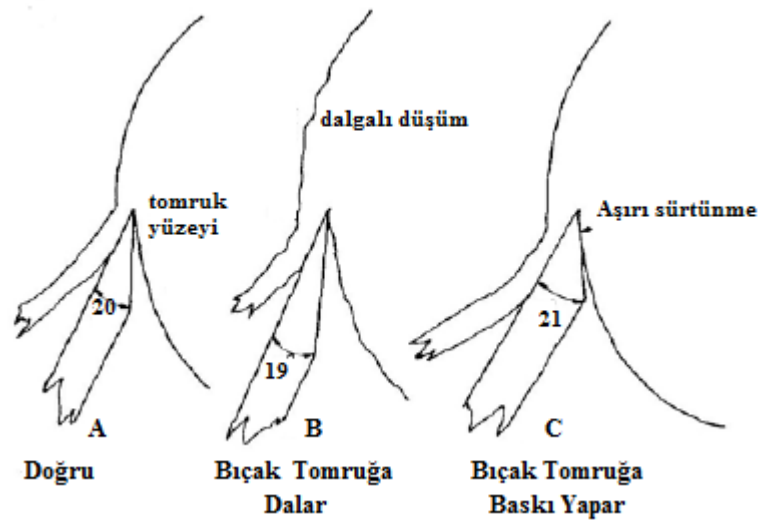
Kontrplağın özelliklerini, büyük ölçüde üretildiği kaplamanın kalitesi belirler. Kaplama kalitesi ise; ağaç türü, tomruğun soymaya hazırlanışı, soyma makinesi ve ayarlarına bağlıdır. Özellikle soyma makinesinin bıçak ve basınç levhası ayarı kaplama kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Demirkır, 2006).

Kaplama kalitesini etkileyen bir diğer faktör kullanılan bıçaklardır (Şekil 4). Üretimde kullanılan bıçakların kalınlıkları 13-19 mm arasında değişir. Genel bir kural olarak, bıçak kalınlığı kesimi yapılan kaplama kalınlığından daha ince olmamalıdır. Yeterli desteklerle, ince kaplamaların kesiminde ince bıçaklar kullanılabilir.



Şekil 4. Sert uçlu kaplama bıçakları ve bir kaplama bıçağının kısımları

Bıçağın kama açısı 18-23 derece arasında değişir. Kama açısının küçük olması, kesim esnasında kaplamanın daha az bükülmesine ve dolayısıyla sıklığının artmasına neden olur. Buna karşılık; bu açının büyümesi, bıçağın direncinin ve sürtünmenin artmasına neden olur. Makine modeline bağlı olarak, kullanma talimatında verilen kama açısı değerleri korunmalıdır. Aksi takdirde, kaplama pürüzlülüğü ya da tomruk bıçak arasındaki sürtünme artar.



Şekil 5. Belirli bir makinede, bıçağın kama açısının değiştirilmesinin kaplama kalitesi ve işleme etkisi (Burdurlu, 1994).

Soyma kaplama levhasının kalitesini etkileyen önemli faktörlerden birisi de soyma hızıdır. Pratikte en çok 200 m/dk, en az 30 m/dk hızlar uygulanır. Hız 30 m/dk'nın altına düştüğünde kaplama kalitesi bozulmakta, kaplama kalınlığı heterojen olmakta ve yüzey pürüzlenmektedir (As vd., 1990).

1.7.7. Kaplama Levhalarının 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.

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 (Çolakoğlu, 2004).

1.7.8. Kaplamaların Ebatlandırılması

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

Kurutma sonrasında gerçekleşen kuru boyutlandırma metodunda ise soyulan kaplamalar sargı sisteminin aracılığı ile kurutuculara verilmekte, kuruduktan sonra hataları uzaklaştırılmakta ve levhalar bölünmektedir (Çolakoğlu, 2004).

1.7.9. Kaplamaların Kurutulması

Kaplama levhalarının kurutulması doğal veya teknik olarak yapılır. Doğal kurutma, daha çok yüksek sıcaklığa karşı hassas olan kaplama levhalarının kurutulmasında uygulanır. Doğal kurutma süresi, ağaç türü, kaplama kalınlığı, hava şartları v.b. faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Pratikte bu süre yaz aylarında 1-3 gün, kış aylarında ise 20 güne kadar çıkmaktadır. Doğal kurutma ile levhalar %12 rutubete kadar kurutulabilir (Şahin, 1998).

Kontrplak üretimi için levha rutubeti %6-8 olmalıdır. Bu maksatla, özel kurutma makineleri geliştirilmiştir. Kaplama levhaları hem bantlı hem de silindirli kurutma makinelerinde kurutulabilmektedir. Kaplama kurutma makinelerinde bantlı taşıma sistemi ile kaplama levhaları korozyona dayanıklı sonsuz iki tel örgü bant arasında taşınmaktadır. Alttaki, kaplama levhalarının taşınmasını, üstteki ise levhaların düzgünlüğünü sağlamaktadır. Modern makinelerde sıcaklık 220-240°C'ye kadar yükseltilebilmekle birlikte, pratikte en çok 140-190°C sıcaklık dereceleri uygulanmaktadır. Kaplamalar bu tip makinelerde 5-10 dk. içinde %5-7 rutubete kadar kısa sürede kurutulabilmektedirler (Kantay, 1982).

Soyma ve kesme makinelerinden çıkan yaş kaplamalar hemen kurutulmazlarsa mantarların etkisiyle ve kimyasal reaksiyonlar sonucu istenmeyen renk değişimleri meydana gelebilir. Kaplama kurutma makinelerindeki ısıtma buhar, sıcak su, yağ ve elektrikle olur. En iyi ısıtma sistemi sıcak su ve buharla indirekt olarak uygulanandır (Çolakoğlu, 2004).

1.7.9.1. 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 (Çolakoğlu, 2004).

Bir diğerk 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 (Çolakoğlu, 2004).

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. Diğerk 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 (Çolakoğlu, 2004).

1.7.9.2. 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 silindirik 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 (Kantay, 1982).

1.7.9.3. 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 (Çolakoğlu, 2004).

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 (Özen, 1979).

Hava sirkülasyonuna göre yatay ve düşey havalandırılmalı makineler olarak gruplandırılırlar. Yatay havalandırmada hava sirkülasyonu kaplama levhası yüzeylerine paraleldir. Yatay havalandırmada 2 sistem vardır. Bunlar hava hareket yönü boyuna eksen

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 taşıyıcılı, bantlı ve tamburlu sistemlerle sağlanmaktadır. Kesme kaplamalar veya ince yüz kaplamaları için bantlı olanları uygundur (Çolakoğlu, 2004).

1. 7.10. Kaplama Kenarlarının Düzeltilmesi ve Yanyana Eklenmesi

Soyma işleminde ve kaplamaların kusurlu yerlerinin temizlenmesinden sonra oluşan değişik genişlikteki levhalar fire oranını azaltmak açısından yan-yana birleştirilmek suretiyle, standart kontrplak ölçülerine getirilir. Bu katlar kontrplakların iç kısımlarında kullanılır. En birleştirme işlemlerinde, kaplama kenarlarının tam düzgün olması gerekmektedir. Bu düzgünlüğü sağlamak için kaplama kesme giyotinleri kullanılmaktadır. Bu amaçla; yaklaşık olarak aynı genişlikte kaplamalar üst-üste istiflenerek çift taraflı olarak giyotinde kesilerek en yönünde alıştırma işlemi gerçekleştirilir.

En ekleme işleminin sağlıklı olabilmesi için kaplama kenarlarının düzgün kesilmiş olması ve kesimden hemen sonra en ekleme işleminin yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde, kaplamaların rutubet miktarının değişmesi sonucu biçim değişeceğinden ek yerlerinde sağlıklı bir yapışma sağlanamaz. Bu durum spiral lifli kaplamalarda daha da fazla önem kazanır (Kılıç, 2007).

Soyma işleminde elde edilen sonsuz bant halindeki kaplamalarda, ağacın yapısı gereği bulunan kullanılmayacak bölümler giyotin ile kesilerek banttan alınır. Ayrıca kurutma işleminden sonra da bazı hatalı kaplama bölümleri ortaya çıkmaktadır. Bu işlemler sonucunda ebatlama sırasında boyutları tabaka boyutlarından küçük parçalar açığa çıkar. Kontrplak tabakası ölçülerinin tamamlanması için bu parçalar yan yana birleştirilerek kullanılır. Ekonomik bakımdan da çok önemli olan bu işlem, kâğıt şeritlerle, iplik halindeki tutkal veya şerit kullanmayan kenar yapıştırma makineleri ile gerçekleştirilir (Çolakoğlu, 1993).

1.7.11. Kaplama Levhalarının Tutkallanması

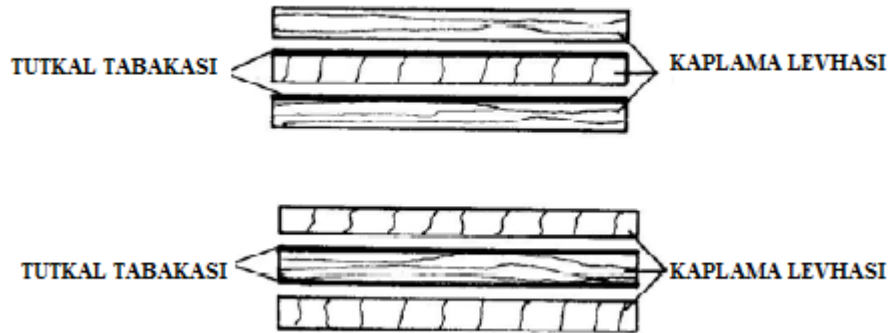
Kontrplak endüstrisinde yapıştırıcı olarak sentetik tutkallar kullanılır. Bu tutkallardan üre ve fenol formaldehit en çok kullanılan türlerdir. Tutkal sürme makinelerinin esas görevi yapıştırıcının, tutkallanacak yüzeye yeknesak bir şekilde sürülmesi ve yayılmasını sağlamaktır (Çolakoğlu, 2004; Bozkurt vd., 1986).

Endüstriyel uygulamalarda tutkallama, silindirlerle sürme, püskürtme ve dökme sistemleriyle sağlanmaktadır. Bunlardan da en çok kullanılan silindirli tutkal sürme makineleridir. Silindirli makineler iki ve dört silindirli iki gruba ayrılırlar (Çolakoğlu, 2004; Bozkurt vd., 1986). İki silindirli 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 latalarıyla sağlanır.

Dört silindirli 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 silindirli makinelere göre sürülen tutkal daha homojen dağılır. Bu nedenle iki silindirli makinelere göre daha yüksek çalışma kapasitelerine ulaşabilmektedirler. Tutkallama işleminden sonra makinelerin bakım ve temizliğinin yapılması gerekir (Çolakoğlu, 2004).

1.7.12. Kontrplak Taslağının Hazırlanması

Tutkallama işleminden sonra istenilen kat sayısında, lif yönü birbirlerine dik olacak şekilde üst üste yerleştirilerek oluşturulan kontrplak taslağı preslenme işlemine alınır.



Şekil 6. Kaplamaların tutkallanması ve prese hazırlanması

Taslak hazırlarken öncelikle alt yüz kaplaması masanın üzerine serilir. Bunun üzerine tutkallanmış levha, lifleri yüz kaplamasına dik gelecek şekilde yerleştirilerek üretilecek 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 (Çolakoğlu, 2004).

1.7.13. Kontrplak Taslaklarının 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 (Çolakoğlu, 2004).

1.7.14. Kontrplak Levhalarının Klimatize Edilmesi

Sıcak presleme işleminden sonra, kontrplakların iç ve dış tabakaları arasındaki sıcaklık ve rutubet farklarını dengelemek gerekmektedir. Bunun için, prestten çıkan levhaların iklimlendirme kanallarından geçirilmesi, araya çita koymaksızın sık bir şekilde istif edilmesi gerekmektedir.

1.7.15. 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 testerele sert metal uçlu olmalıdır. Freze bıçaklarıyla yapılan kesimlerde kenarlar daha düzgün çıkmaktadır (Çolakoğlu, 2004).

1.7.16. Zımparalama

Kontrplak endüstrisinde malzemenin yüzeyi zımpara veya sabit bıçaklı rende makineleriyle düzeltilir. Amaç yüzey düzgünlüğünü sağlayacak şekilde yüzeyden belli kalınlığın zımparalama ile uzaklaştırılmasıdır (Çolakoğlu, 2004). Bant zımpara makineleri ve silindirik zımpara makineleri gibi zımpara makineleri kullanılmaktadır:

1.7.17. 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 (Çolakoğlu, 2004).

1.8. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)

Fagaceae familyası türlerindedir.

1.8.1. Dağılımı

Doğu Kayınının (*Fagus orientalis* Lipsky.) en önemli coğrafi yayılış alanları, Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'dır. Türkiye'de en geniş yayılışını ve en iyi gelişimini Demirköy'den Hopa'ya kadar Karadeniz sahiline paralel uzanan dağların orta ve yüksek kısımlarında ve özellikle kuzey bakılarda kurduğu saf ve karışık ormanlar da yapar. Marmara bölgesi ile Anadolu'da da yer yer görülür. Doğu Akdeniz'de, Adana'nın Pos ormanlarında, Amanos dağlarında ve Kahramanmaraş-Andırın yöresinde lokal olarak bulunur (Anonim, 1987., Anşin vd., 1993 ve Yaltırık, 1993).



Şekil 7. Doğu Kayının ülkemizdeki yayılış alanları (URL-1)

Ekonomik değeri çok yüksek olan bu türün, Türkiye'de kapladığı 614,615 ha. alan ile tüm ülke ormanları içerisindeki payı %17,8 ve geniş yapraklı koru ormanları içerisindeki payı ise %40,8'dir. Doğu kayını, 153 milyon m³ ağaç serveti ve yıllık 3,33 milyon m³ etası (Anonim, 1987). ile Türkiye ekonomisine önemli katkılar sağlamanın yanında, orman ürünleri sanayisinin de en temel hammaddeleri arasındadır.

1.8.2. Kayın Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri

30-40 m boy ve 100-150 cm çapa kadar ulaşabilmektedir. Odunu kırmızımsı beyaz renktedir. 80 yaşın üzerindeki ağaçlarda kırmızımsı kahverenginde düzenli olmayan, iç kısımda dalgalı şeritli ve kırmızı yürek oluşumu adı verilen bir öz odun mevcuttur. Dağınık trahelidir. Yıllık halka sınırları, koyu renkli yaz odununda trahelerin az sayıda olması ile belirgindir. Traheler küçük çaplıdır. Geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmektedir. Yıllık halka sınırlarında kalın öz ışınları genişlemektedir. Sert ve ağır bir odunu vardır. Çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi dolayısı ile dikkatli kurutulur. İşlenmesi kolaydır. Soyulabilir, kesilebilir, yapıştırma ve yüzey işlemlerinde güçlük yoktur. İyi boya ve vernik kabul eder. Böcek ve mantarlara karşı çok hassas olup dayanıksızdır. Çabuk ardaklanır. Diri odunu iyi emprenyeye edilirken öz odunu kırmızı yürek oluşumundan dolayı emprenyeye edilmez.

Geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri ve alet sapları yapımında, tornacılıkta, kontrplak, kaplama levhası ve parke üretiminde, fiç sanayiinde, karoser yapımında, lif, yonga ve kâğıtlık odun olarak kullanılmaktadır. Emprenyeye edildiği takdirde travers yapımında da kullanılır. Ayrıca odun kömürü yapımında da değerlendirilmektedir (Bozkurt, 1992).

Dünya'daki kayın türleri üzerinde yapılan araştırmalarda, botanik, anatomik ve odun özellikleri bakımından önemli benzerlikler olduğu vurgulanmış (Berkel, 1941), ve tam kuru yoğunluk $0,640 \text{ g/cm}^3$, hava kurusu yoğunluk $0,660 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir (Malkoçoğlu, 1994). Yoğunluk sınıflarına göre, hava kurusu yoğunluk $0,50-0,69 \text{ g/cm}^3$ arasında olup, orta yoğunluktaki ağaçlar grubuna girdiği belirtilmektedir (Bozkurt vd., 1990).

Doğu kayınının mekanik özellikleri ile ilgili yapılan araştırmalarda; eğilme direnci 870 kg/cm^2 (Berkel, 1941), 1052 kg/cm^2 (Gürsu, 1960), 1123 kg/cm^2 (Malkoçoğlu, 1994), elastikiyet modülü ise 125.000 kg/cm^2 (Bozkurt vd., 1987), 118200 kg/cm^2 (Pojouh, 1974), 130822 kg/cm^2 (Malkoçoğlu, 1994) olarak bulunmuştur.

Tablo 4. Farklı Yöre Kayınlarının Bazı Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Ağaç türleri	σ_{E12}^*	E_{12}	Do^*	YHG*	Kaynak
<i>F.orientalis</i> (Andırın)	1201	127500	0,637	1,51	Güler vd., 2000
<i>F.orientalis</i> (Karadeniz)	1123	130822	0,640	1,64	Malkoçoğlu, 1994
<i>Fagus orientalis</i> (Sinop)	870	-	0,633	-	Berkel, 1941
<i>Fagus orientalis</i> (İran)	-	118200	0,632	1,46	Pojouh, 1974
<i>Fagus orientalis</i> (Tokat)	1052	-	0,589	-	Gürsu, 1960
<i>Fagus silvatica</i> (Europe)	1230	160000	0,669	2,22	Cividini, 1969

*: σ_{E12} :Eğilme direnci (Kg/cm²), E_{12} :Elastikiyet modülü (Kg/cm²), Do : Tam kuru yoğunluk (g/cm³), YHG : Yıllık halka genişliği (mm)

1.9. Adi Huş (*Betula pendula* Roth.)

Önemli orman ağaçlarımızdan olan, adi huş (*Betula pendula* Roth.) sistematikte *Magnolipsida* sınıfının, *Hamamelidae* alt sınıfının, *Fagales* takımının, *Betulaceae* Familyasına aittir.

1.9.1. Dağılımı

Bu türün anavatanı Avrupa ve Asya'dır. Çoğunlukla 20-25 metreye kadar bazen da 30 m'ye kadar boylanabilen, sarkık dallı, gövdeleri kar gibi beyaz ince kabuklu, yaprağını döken bir ağaçtır.

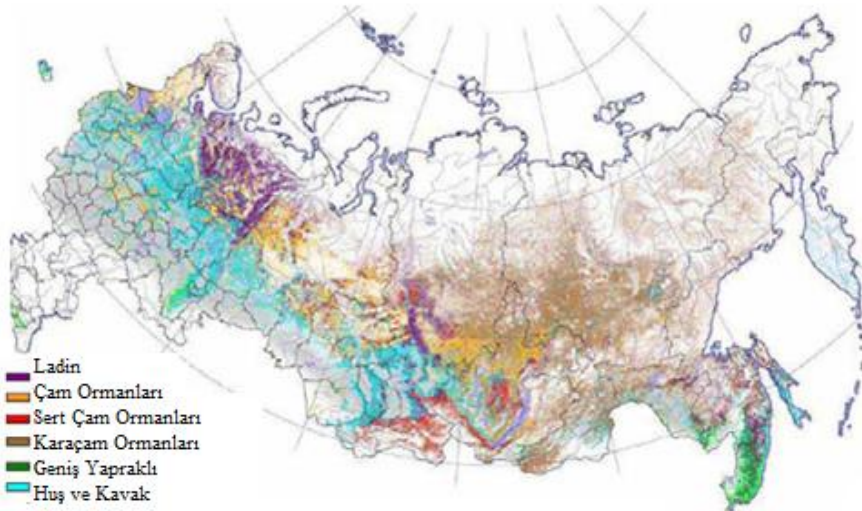
Huş; 1300 m'den 3000 m'ye kadar rakımda yetişebilen, ılıman ve serin yerlerin ağacıdır. Işık gereksinimi çok yüksek olup, hızlı büyümektedir. Nemden hoşlanmakta, zengin ve fakir topraklarda yetişmekte, ilk yıllarda yavaş büyüyüp, sonra hızlı büyümektedir. 50 yaşından sonra büyüme durmaktadır. *Populus tremula* gibi öncü ağaçlardandır ve kısa ömürlüdür. Çok geniş bir coğrafi yayılışa sahiptir. Kuzey yarım kürede, Avrupa, Asya, Finlandiya, İsveç, Norveç, Rusya ve Orta Avrupa'da yaygındır. Orman kenarlarında, çayır ve turbalık alanlarda, humusça fakir, hafif asitli, kuru kumlu topraklar ile kumlu balçık topraklarda da yetişmektedir. Türkiye'de özellikle Kuzey Doğu Anadolu'da, Doğu Anadolu'da, örneğin Nemrut Dağı kraterinde, Tunceli, Munzur Vadisi, Artvin, Erzurum, Muş illerinde görülür. Uzun yıllar önce kültüre alınmıştır. Önemli kültürleri olarak, *B.pendula*, cv. "Dalecarlica" İsveç huşu, *B.pendula*, cv. "purpurea"

kırmızı yapraklı huş ve *B. pendula* cv. “Tristis” çok ince ve sarkık dallı huş verilebilir (Anşin vd., 1993).

Doğal yetişme ortamı dikkate alındığında, huşlar özellikle Doğu Anadolu Bölgesinde 2000-3000 m. yüksekliklerdeki kışların soğuk, yazları serin ve nemli bölgeleri tercih etmektedirler. Genel olarak kumlu, çakıllı ve bol rutubetli toprakları severler. Kışın şiddetli soğuklara dayanıklı olup, yaz aylarında bol ışıkla birlikte nisbi rutubetçe zengin serin hava isterler. Bu nedenle Doğu Anadolu Bölgesindeki dağların 2000-3000 m. yükseklikteki serin ve rutubetli yamaçları özellikle beyaz huşların (*B.verrucosa*) doğal yetişme alanları olarak kabul edilmesi gerekir (Tanrıverdi, 1977).

Yapılan incelemelerde bu huşların 5000 yıl önce Doğu Anadolu Bölgesinde bugünkünden çok daha geniş alanlar kapladığı anlaşılmaktadır. Fakat huş ormanları orman sınırının üstünde bulunması ve bugüne kadar herhangi bir koruma tedbirinin alınmaması nedeni ile yaylacılar tarafından sürekli olarak tahrip edilmişlerdir. Dolayısıyla huşların yayılış alanları yıldan yıla azalmıştır (Tanrıverdi, 1977).

Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki orman içi ve orman dışı açık alanlar genellikle sahanın asli ağaç türü olan sarıçamla ağaçlandırılmaktadır. Bu tür sahalarda sarıçam yerine huş türleri ile yapılacak ağaçlandırmalarla, buraların kısa zamanda yeşillendirilmesi ve toprak örtüsünün tutularak iyileştirilmesi yönünden çok daha olumlu neticeler elde edilecektir (Taftalı, 1999).



Şekil 8. Huş ve diğer orman kaynaklarının Rusya ve Avrupa'ya yakın bölgelerdeki dağılımı. Huş ve Kavak alanları açık mavi renkte gösterilmiştir (Nilson, 2006).

Ülkemize yakın olan ve huş tomruk kullanımının yoğun olduğu Rusya' da ve bu ülkenin Avrupa'ya yakın bölgelerindeki huş kaynaklarının dağılımı yukarıda görülmektedir.

1.9.2. Huş Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri

Olgun ağaçlar grubuna girer. İlkbahar ve sonbahar dokularında belirli ve yapısal farklar bulunmaz. Ancak sonbaharda daha koyu renklidir. Uzun lifli ve düzgün yapılıdır. Öz odunu ile diri odun aynı renktedir. Huş sarımsı beyaz bir ağaçtır. Bazen göbeğe yakın dar bir bölümü çok açık kahverengidir. Sıkı ve ince yapılıdır. Orta sert bir ağaçtır. Bükülgendir. Fizik etkilerine dayanımı iyidir. Zor yarılr. Kolay işlenir. Kururken çok çalır ve çatlar. Çivi ve vida ile bağlantı zayıf olur.

Tutkalla iyi yapışır. Çok iyi boya ve vernik tutar. İyi bir mobilya ağacıdır. Oturma mobilyalarında, oymalı işlerde, müzik aletlerinde, kızak ve kayak, kontrplak üretiminde, fiç, makara mekik, ayakkabı kalıbı yapımında kullanılır. Masif, kaplama ve kontrplak üretiminde önemli miktarda kullanılır (URL-2).

Kaliteli, direnç özellikleri yüksek ve sertliği yeterli derecede olan huş kontrplak genellikle konstrüksiyon, taşımacılık, ürünlerin iç yüzeylerinde kullanılır. Bununla birlikte yüksek kaliteli huş kaplamalar mobilyalarda görünen yüzeylerde, iç dekorasyon panellerde, el sanatlarında ve çeşitli özel yerlerde kullanılmaktadır (Verkasalo vd., 2002).

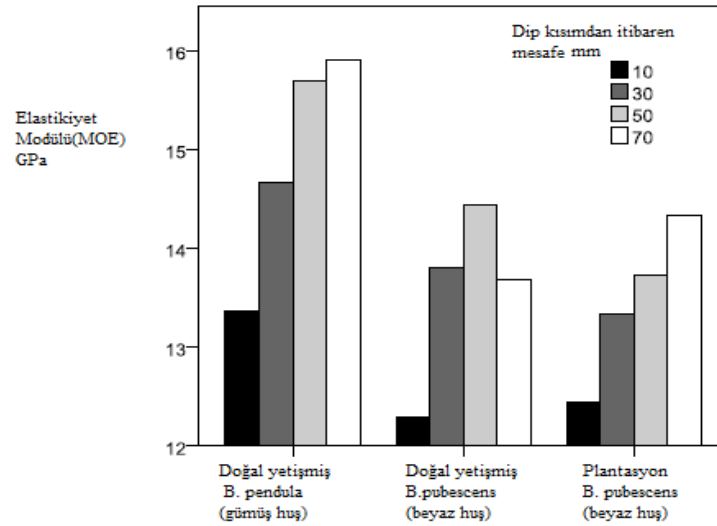
Huş odunu geçirgen bir yapıya sahiptir, genellikle yaz odunu ve ilkbahar odunu arasında uygunluk bulunmaktadır. Parlak renkte oduna sahiptir ve ortalama tam kuru yoğunluğu $480-520 \text{ kg/m}^3$ tür (Heräjärvi, 2002). Huş odununun ortalama hava kurusu yoğunluğunun ise (%12-15 rutubet düzeyinde) 630 kg/m^3 olduğu ifade edilmektedir (Wagenführ, 1996).

Avrupa gümüş renkli huş (*Betula pendula* Roth.) ve beyaz huş (*Betula pubescens* Ehrh.) Kuzey Avrupa'da, Baltık ülkelerinde, Polonya, Belarus'ta ve Rusya' da önemli sert ağaçlardandır. Her iki tür de kontrplak, kaplama ve kereste endüstrisinde geniş kullanım alanına sahiptir (Verkasalo vd., 2002).

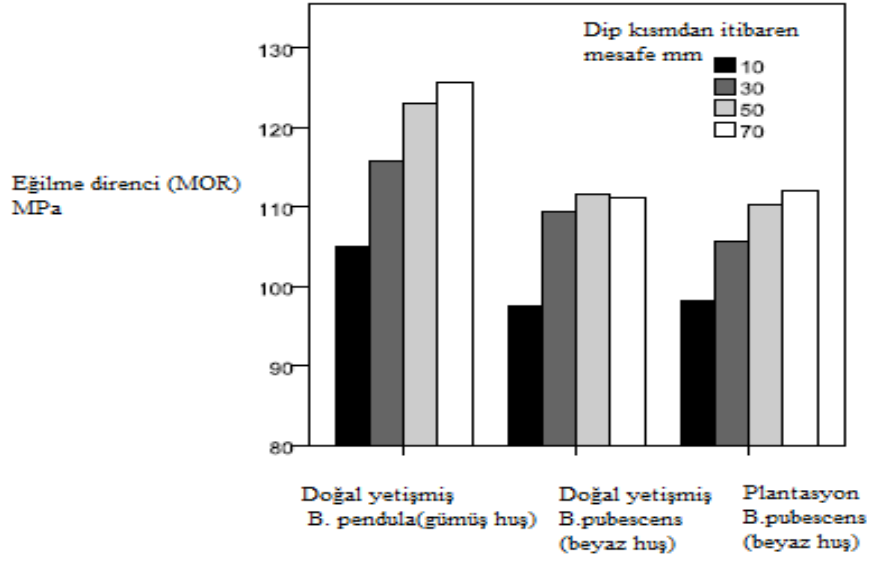
Huş türlerinden gümüş (silver) huş, ormancılıkta ve sanayide hızlı gelişmesi, daha geniş boyutlarda olgun gövde ve kaliteli formda olmasından dolayı fazla tercih edilmektedir.

Huş odunun bazı mekanik özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalarda, huş odununun kök odununda (dip kütük kısmı) ve kök odununa yakın yerlerde mekanik özellikler daha yüksektir (Herjrvi, 2004 b).

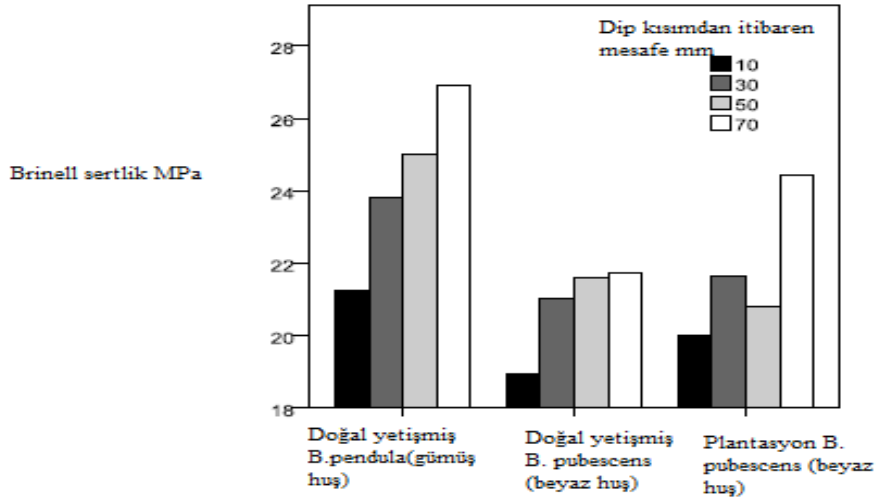
Doğal yetişme ortamında yetişmiş beyaz huştan elde edilen kontrplaklar ile plantasyon olarak yetiştirilen beyaz huştan elde edilen kontrplakların; elastikiyet modülü, eğilme direnci ve Brinell sertlik değerlerinde belirgin bir farklılık görülmemiştir. Fakat gümüş renkli huşta (*Betula pendula* Roth.) mekanik özellikler, belirgin bir şekilde daha iyi bir performans göstermektedir. Kontrplak retiminde en iyi direnç özellikleri gümüş renkli huşun (*Betula pendula* Roth.) dip kütük kısmından elde edilen kontrplaklarda olduğu grlmştir (Herjrvi, 2004 a,b).



şekil 9. Doğal yetişmiş gümüş huş (*B. pendula*), beyaz huş (*B. pubescens*) ve beyaz huş plantasyon Elastikiyet modülleri (Herjrvi, 2004 a).



Şekil 10. Doğal yetişmiş gümüş huş (*B. pendula*), beyaz huş (*B. pubescens*) ve beyaz huş plantasyon eğilme direnci değerleri (Heräjärvi, 2004 a).



Şekil 11. Doğal yetişmiş gümüş huş (*B. pendula*), beyaz huş (*B. pubescens*) ve beyaz huş plantasyon brinell sertlik (Heräjärvi, 2004 b).

Ayrıca Heräjärvi, Fin huş odununun statik eğilme özelliklerini (eğilme direnci ve elastikiyet modülü) belirlemiştir. Farklı yüksekliklerde ve farklı mesafelerdeki gümüş huş (*B. pendula*) ve beyaz huş (*B. pubescens*) odunları incelenmiştir. *B. pendula* için elastikiyet modülü ve eğilme direnci 14500 N/mm² ve 114 N/mm² dir. *B. pubescens* için ise elastikiyet modülü ve eğilme direnci 13200 N/mm² ve 104 N/mm² dir. Ağaç yüzeyinden öze doğru kusursuz kısımda hem eğilme direnci hem de elastikiyet modülünün açıkça arttığı

görülmektedir. Ayrıca ağacın üst kısmına doğru gidildikçe bu değerlerin hafifçe azaldığı görülmektedir. (Heräjärvi, 2004 a).

Sert ağaçlardan huş, kontrplak üretiminde kullanılan yaygın ağaç türlerindedir. Üstün mekanik özellikleri ve güzel görünümüyle kontrplak üretiminin en uygun türlerindedir. İç ve dış mekânlarda yaygın kullanımı vardır. Kontrplak üretimi için kullanılacak huş tomruklar belirli bir düzgünlükte ve çapta olmalıdır. Huş tomruğun %50'si bu aşamada kullanılmaktadır. Ayrıca huş çok değerli olduğundan soyma esnasında oluşan çekirdek kısmı atık veya yakacak olarak kullanılmaz ve diğer ahşap işleme sanayilerinde değerlendirilir. Huş diğer ağaç türlerine göre (örneğin ladin ve kayın) daha hızlı bir büyüme gösterir (30-35 yıl) (Terzieva, 2008).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada; deney kontrplaklarının üretiminde kullanılan huş (*Betula pendula*) tomruklar, Ukrayna'dan ithal olarak ülkemize gelmiştir. Huş ağaçların kesiminden hemen sonra tomruklar yaklaşık olarak 1-2 hafta içerisinde tomruk parkına ulaşmıştır. Çalışmada kullanılan doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) tomrukları ise Orta Karadeniz Bölgesi Ordu-Akkuş ormanlarından temin edilmiştir. Tomruklar fabrika sahasında zincirli motor testerelerle 100 cm uzunluklarda olacak şekilde boylanmıştır. Kayın tomrukların tamamı 12 saat süre ile buharlanmıştır. Buharlama işleminin huş tomruklar üzerindeki etkisini araştırabilmek amacı ile huş tomruklar; buharlama işlemi görmemiş, 6 saat buharlama işlemi görmüş ve 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplara ayrılmışlardır. Tomruk buharlama işlemi, fabrikadaki buhar mahzeninde endirekt olarak uygulanmıştır. Buhar mahzeninin zemininde bulunan borulardan geçen suyun sıcaklığı 100-110°C ve buharlama sıcaklığı 80-100°C olarak ölçülmüştür. Buharlama işleminden sonra kabuk soyma işlemi el- kabuk soyucularıyla yapılmıştır. Bütün grupların tomrukları Angelo Gremona soyma makinasıyla kaplama kalınlığı 1,5 mm olacak şekilde soyulmuştur. Ayrıca 100 cm lik her bir tomruğun ortasına keski bıçağı koyularak 50 cm lik levhalar elde edilmiştir. 6 ve 12 saat buharlama yapılmış ve buharlama yapılmamış gruplar ayrı ayrı işaretlenip 8 vantilatörlü, 3 katlı merdaneli kurutma fırınında 110°C-120°C sıcaklık değeri uygulanıp %3-5 rutubete kadar kurutulmuşlardır. Buharlanmış ve buharlanmamış olarak elde edilen kontrplakların (5 tabakalı) özgül ağırlık, rutubet, eğilme direnci, elastikiyet modülü ve çekme-makaslama dirençlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.1.2. Tutkal

Çalışmada %55'lik üre formaldehit (ÜF) ve melamin-üre formaldehit (MÜF) tutkalları kullanılmıştır. ÜF ve MÜF tutkalı reçetesi; ağırlıkça 100 br tutkal, 30 br un, 10 br

sertleştirici olacak şekilde ayarlanmıştır. ÜF ve MÜF tutkalları için sertleştirici olarak %15'lik amonyum klorür (NH₄Cl) kullanılmıştır. Kullanılan tutkalların teknik özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

2.1.2.1. ÜF Tutkalının Teknik Özellikleri

İç ortamlarda ve suyla temas etmeyen yerlerde E1 normundaki Üre formaldehit reçinesi deneme levhalarının üretilmesinde kullanılmıştır. Görünüşü şeffaf beyaz ve sıvı haldedir. Katı Madde Oranı (%) 55±1 olup, yoğunluk (20°C) 1,22-1,23 g/cm³'tür. Viskozitesi (20°C) 100-200 cps, akma Zamanı (20°C) 25-45 sn, pH (20°C) 7,5-8,5 değerleri arasındadır. Serbest Formaldehit (%) 0,8 max, jelleşme Zamanı (100°C) 15-25 sn'dir.

2.1.2.2. 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.

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

2.2.1 Kontrplakların Hazırlaması

Çalışmada 1,5 mm kalınlığında 50x50 cm ebatlarında hazırlanan ve 110-120 °C sıcaklıkta; kurutulan kaplamalardan ÜF ve MÜF tutkalları kullanılarak; 5 tabakalı kontrplak levhaları üretilmiştir. Kaplamaların tutkallanması 4 silindirli tutkallama makinesinde gerçekleştirilmiş ve m²'ye 160 g tutkal sürülmüştür. Tutkallama sonrası hazırlanan levha taslakları presleme alanı 70x89 cm olan tek katlı hidrolik sıcak preste preslenmiştir.

Preslemede: her iki tutkal türü için de pres sıcaklığı 120°C ve 12 kg/cm² pres basıncı uygulanmıştır. Pres süresi 8 dk olarak uygulanmıştır. Elde edilen deneme levhaları belirli bir süre üst üste istif edilerek soğutulmuşlardır. Böylece tabakalar arasındaki rutubet dengesi sağlanmış olup levhalardaki şekil değişimleri önlenmiş olmaktadır. Üretilen 5 tabakalı kontrplakların kalınlıkları; kayın tomruklardan üretilen gruplar için ortalama 7,08mm, huş tomruklardan üretilen gruplar için ortalama 6,85 mm ve kayın-huş karışımı üretilen gruplar için 6,99 mm olarak ölçülmüştür. Çalışma kapsamında oluşturulan deney grupları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Kontrplak Deney Grupları

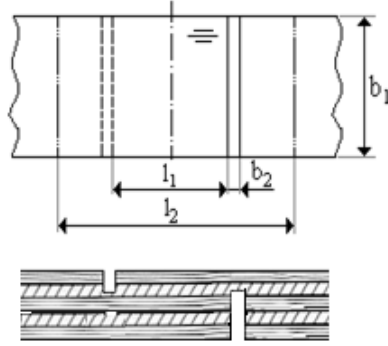
	Örnek Grubu	Ağaç Türü Yüzey tabaka/orta tabaka	Buharlama Süresi	Tutkal Türü
KAYIN	A1	kayın-kayın	6 saat	ÜF
	A2	kayın-kayın	12 saat	ÜF
	A3	kayın-kayın	6 saat	MÜF
	A4	kayın-kayın	12 saat	MÜF
HUŞ	B1	huş-huş	6 saat	ÜF
	B2	huş-huş	12 saat	ÜF
	B3	huş-huş	6 saat	MÜF
	B4	huş-huş	12 saat	MÜF
	B5	huş-huş	Buharlanmamış	ÜF
	B6	huş-huş	Buharlanmamış	MÜF
HUŞ-KAYIN	C1	huş-kayın	İkisinde Buharlanmış	ÜF
	C2	huş-kayın	İkisinde Buharlanmış	MÜF
	C3	huş-kayın	Huş Buharlanmamış ve Kayın 12 saat	ÜF
	C4	huş-kayın	Huş Buharlanmamış ve Kayın 12 saat	MÜF

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 tabakalı kontrplak levhaları için hazırlanan çekme-makaslama direnci test örneği Şekil 12’de gösterilmiştir (TS EN 314-1, 1998).



Şekil 12. Beş tabakalı 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:

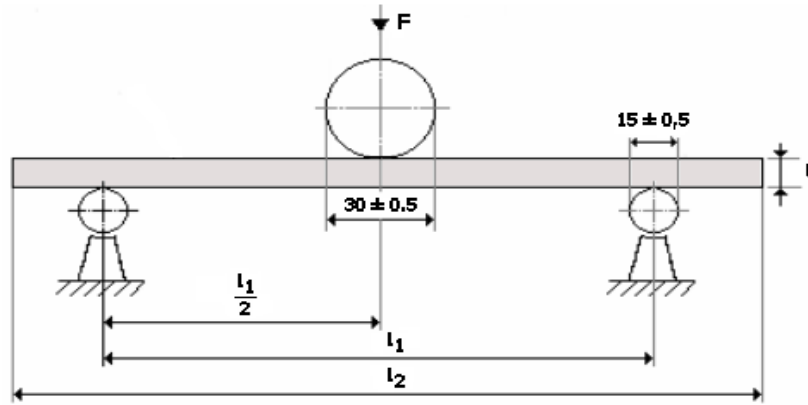
$$\text{Ç.M.} = \frac{F_{\max}}{l_1 \cdot b_1} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (1)$$

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

Melamin-Üre formaldehit ve Üre formaldehit tutkalı ile üretilen her bir gruptaki kontrplak levhalarından hazırlanan test örnekleri 20°C sıcaklıktaki su içinde 24 saat bekletilmiş, her bir gruptan 25' şer adet örnek incelenmiştir. 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 (1998) standardına göre yürütülmüştür. Bu standarda göre hazırlanan eğilme direnci test örneği şekil 13'de gösterilmiştir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü ortalama değerlerinin elde edilmesi için her test grubundan 18'er adet deney örneği kullanılmıştır.



Şekil 13. Eğilme direnci test düzeneği (ölçüler mm.dir)

F: Kuvvet (N)

l₁: Dayanaklar arasındaki açıklık (20t) (mm)

t: Deney parçasının kalınlığı (mm) l₂: Deney numunesinin uzunluğu (l₁+50) (mm)

Eğilme direncinin tespitinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$$E.D = \frac{3 \times F_{\max} \times l_1}{2 \times b \times t^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2)$$

Eşitlikte;

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

Eğilmede elastikiyet modülü;

$$E = \frac{F \times l^3}{4 \times \Delta e \times b \times d^3} (N / mm^2) \quad (3)$$

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 (1999) standardına göre belirlenmiştir.

Örneklerin rutubetli haldeki ağırlıkları $\pm 0.01g$ hassasiyetli bir analitik terazide tartıldıktan sonra, 103 ± 2 °C sıcaklıktaki bir etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutularak tam kuru ağırlıkları elde edilmiştir. Her test grubu için 25'er 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 (1999) da belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir.

Her test grubu için 25'er adet deney örneği kullanılmıştır. Örneklerin hava kurusu özgül ağırlık değerleri aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

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

Burada;

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

Mr= Ağırlık (g)

a_1 = Örnek genişliği (cm)

a_2 = Örnek uzunluğu (cm)

e = Örnek kalınlığı (cm)

2.4. İstatistiksel Analiz

Çalışma kapsamında huş ve kayın ağaç türlerinden üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine buharlama işlemi, ağaç türü ve tutkal türünün 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, SPSS 16 for Windows 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 türüne, buharlama işlemine ve tutkal türüne göre Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri (N/mm²)

Örnek Grupları	Ağaç Türü	Buharlama İşlemi (Saat)	Tutkal Türü	Çekme-Makaslama (N/mm ²)	
				X	S
A1	KAYIN	6	ÜF	3,178	0,469
A2		12	ÜF	3,262	0,398
A3		6	MÜF	3,309	0,535
A4		12	MÜF	3,874	0,193
B1	HUŞ	6	ÜF	3,772	0,199
B2		12	ÜF	2,890	0,354
B3		6	MÜF	3,441	0,345
B4		12	MÜF	3,061	0,460
B5		Buharlanmamış	ÜF	2,864	0,275
B6		Buharlanmamış	MÜF	3,443	0,239
C1	KAYIN-HUŞ	12	ÜF	2,571	0,301
C2		12	MÜF	2,959	0,378
C3		Buharlanmamış	ÜF	2,858	0,384
C4		Buharlanmamış	MÜF	3,129	0,241

X:Aritmetik Ortalama

S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.1.1. Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve tutkal türünün üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri en yüksek bulunurken, en düşük çekme makaslama direnci değerleri kayın-huş kontrplaklarda elde edilmiştir. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 7. 12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün çekme makaslama etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç Türü	17,336	2	8,668	67,881	***
Tutkal Türü	5,704	1	5,704	44,668	***
Ağaç Türü- Tutkal	1,208	2	0,604	4,730	**
Hata	18,388	144	0,128		
Toplam	1487,175	150			

Tablo 8. Kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Çekme-Makaslama Direnci (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Kayın	50	3,57	a
Huş	50	2,98	b
Kayın-Huş	50	2,76	c
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	75	3,30	a
ÜF	75	2,91	b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.1.2. Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci değerleri üzerine ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 9'da verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri huş kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 6 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 12 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 9. Ağaç türü, buharlama süresi, tutkal türünün kontrplakların çekme makaslama direncine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	0,652	1	0,652	4,358	*
Buharlama süresi	1,160	1	1,160	7,757	**
Tutkal	1,057	1	1,057	7,072	**
Ağaç türü * buharlama süresi	11,388	1	11,388	76,163	***
Ağaç türü * tutkal	2,543	1	2,543	17,007	***
Buharlama süresi * tutkal	3,015	1	3,015	20,168	***
Ağaç türü * buharlama süresi * tutkal	0,002	1	0,002	0,011	ÖD
Hata	28,708	192	0,150		
Toplam	2291,216	200			

Tablo 10. Kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Çekme-Makaslama Direnci (N/mm ²)
Ağaç Türünün Etkisi		
Kayın	100	3,41 a
Huş	100	3,29 b
Tutkal Türünün Etkisi		
MÜF	100	3,42 a
ÜF	100	3,28 b
Buharlama Süresi		
6 Saat	100	3,43 a
12 Saat	100	3,27 b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.1.3. Buharlama İşleminin Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci değerleri üzerine ağaç türü, buharlama işlemi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 11’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, buharlama işlemi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının

karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri kayın-huş kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 12 saat buharlama işlemi görmüş tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, buharlama işlemi görmemiş tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 11. Buharlama işleminin çekme makaslama etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	1,733	1	1,733	14,843	***
Buharlama işlemi	2,056	1	2,056	17,612	***
Tutkal	6,198	1	6,198	53,082	***
Ağaç türü * buharlama işlemi	0,033	1	0,033	0,285	ÖD
Ağaç türü * tutkal	0,026	1	0,026	0,225	ÖD
Buharlama işlemi * tutkal	0,263	1	0,263	2,250	ÖD
Ağaç türü * buharlama işlemi* tutkal	0,862	1	0,862	7,382	**
Hata	22,418	192	0,117		
Toplam	1800,385	200			

Tablo 12. Kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Çekme-Makaslama Direnci (N/mm^2)
Ağaç Türünün Etkisi		
Huş	100	3,07 a
Kayın-Huş	100	2,88 b
Tutkal Türünün Etkisi		
MÜF	100	3,15 a
ÜF	100	2,80 b
Buharlama İşlemi		
Buharsız	100	3,07 a
Buharlanmış	100	2,87 b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.2. Eğilme Direnci

Üretilen kontrplak levhalarına ait eğilme direnci değerleri ağaç türüne, buharlama işlemine ve tutkal türüne göre Tablo 13'te verilmiştir. Her test grubu için 18'er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 13. Kontrplaklara ait eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

Örnek Grupları	Ağaç Türü	Buharlama İşlemi (Saat)	Tutkal Türü	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
				X	S
A1	KAYIN	6	ÜF	88,97	10,62
A2		12	ÜF	104,58	5,90
A3		6	MÜF	93,43	10,43
A4		12	MÜF	94,69	8,73
B1	HUŞ	6	ÜF	99,22	13,09
B2		12	ÜF	94,34	9,90
B3		6	MÜF	112,81	8,14
B4		12	MÜF	100,88	10,41
B5		Buharlanmamış	ÜF	100,18	9,44
B6		Buharlanmamış	MÜF	110,80	10,33
C1	KAYIN-HUŞ	12	ÜF	92,26	5,06
C2		12	MÜF	97,41	12,86
C3		Buharlanmamış	ÜF	105,86	10,85
C4		Buharlanmamış	MÜF	107,17	10,75

X:Aritmetik Ortalama

S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.2.1. Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 14'te verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve tutkal türünün üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkileri % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 14. 12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün eğilme direncine etkisine ilişkin çöğül varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç Türü	418,132	2	209,066	2,064	Ö.D
Tutkal Türü	9,782	1	9,782	0,097	Ö.D
Ağaç Türü- Tutkal	1494,183	2	747,092	7,377	***
Hata	10329,659	102	101,271		
Toplam	1036007,398	108			

Tablo 15. Kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Kayın	36	99,64	a
Huş	36	97,61	a
Kayın-Huş	36	94,84	a
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	54	97,66	a
ÜF	54	97,06	a

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.2.2. Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çöğül varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16’da verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve tutkal türünün üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan

Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların eğilme direnci değerleri huş kontrplakların eğilme direnci değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Buharlama süresinin üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkisi ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 16. Ağaç türü, buharlama süresi, tutkal türünün eğilme direncine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	1386,262	1	1386,262	12,776	***
Buharlama süresi	1,112	1	1,112	0,010	Ö.D.
Tutkal	538,713	1	538,713	4,965	*
Ağaç türü * buharlama süresi	2439,332	1	2439,332	22,481	***
Ağaç türü * tutkal	1383,183	1	1383,183	12,747	***
Buharlama süresi * tutkal	1105,191	1	1105,191	10,185	**
Ağaç türü * buharlama süresi * tutkal	146,444	1	146,444	1,350	Ö.D.
Hata	14756,933	136	108,507		
Toplam	1424889,447	144			

Tablo 17. Kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Kayın	72	95,61	a
Huş	72	101,81	b
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	72	100,65	a
ÜF	72	96,78	b
Buharlama Süresi			
6 Saat	72	98,80	a
12 Saat	72	98,62	a

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.2.3. Buharlama İşleminin Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine ağaç türü, buharlama işlemi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Buharlama işleminin eğilme direncine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	27,374	1	27,374	0,237	Ö.D.
Buharlama işlemi	3443,144	1	3443,144	29,756	***
Tutkal	1255,571	1	1255,571	10,851	***
Ağaç türü * buharlama işlemi	130,254	1	130,254	1,126	Ö.D.
Ağaç türü * tutkal	257,911	1	257,911	2,229	Ö.D.
Buharlama işlemi * tutkal	0,125	1	0,125	0,001	Ö.D.
Ağaç türü * buharlama işlemi *tutkal	141,176	1	141,176	1,220	Ö.D.
Hata	15737,056	136	115,714		
Toplam	1493236,755	144			

Tablo 19. Kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Huş	72	101,55	a
Kayın-Huş	72	100,68	a
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	72	104,07	a
ÜF	72	98,16	b
Buharlama İşlemi			
Buharsız	72	106,00	a
Buharlanmış	72	96,22	b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.3. Elastikiyet Modülü

Üretilen kontrplak levhalarına ait elastikiyet modülü değerleri ağaç türüne, buharlama işlemine ve tutkal türüne göre Tablo 20’de verilmiştir. Her test grubu için 18’er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 20. Kontrplaklara ait elastikiyet modülü ortalama değerleri (N/mm²)

Örnek Grupları	Ağaç Türü	Buharlama İşlemi (Saat)	Tutkal Türü	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
				X	S
A1	KAYIN	6	ÜF	6715,46	981,01
A2		12	ÜF	7269,63	312,86
A3		6	MÜF	6420,19	356,28
A4		12	MÜF	6899,09	437,07
B1	HUŞ	6	ÜF	6989,70	485,30
B2		12	ÜF	6044,92	570,16
B3		6	MÜF	7956,27	370,75
B4		12	MÜF	7096,89	533,47
B5		Buharlanmamış	ÜF	7120,94	356,05
B6		Buharlanmamış	MÜF	7714,89	678,10
C1	KAYIN-HUŞ	12	ÜF	6007,54	757,13
C2		12	MÜF	6498,40	465,89
C3		Buharlanmamış	ÜF	7200,23	531,55
C4		Buharlanmamış	MÜF	7290,94	494,89

X:Aritmetik Ortalama

S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.3.1. Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 21’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve tutkal türünün üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların elastikiyet modülü değerleri en yüksek bulunurken, en düşük elastikiyet modülü değerleri kayın-huş kontrplaklarda elde edilmiştir. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 22' de verilmiştir.

Tablo 21. 12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç Türü	1,267E7	2	6335558,010	22,508	***
Tutkal Türü	4122830,609	1	4122830,609	14,647	***
Ağaç Türü- Tutkal	9241163,061	2	4620581,531	16,415	***
Hata	2,871E7	102	281483,072		
Toplam	4,811E9	108			

Tablo 22. Kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Kayın	36	7084	a
Huş	36	6571	b
Kayın-Huş	36	6253	c
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	54	6831	a
ÜF	54	6441	b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.3.2. Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 23'te verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların elastikiyet modülü değerleri huş kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca 6 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri 12 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 23. Ağaç türü, buharlama süresi, tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	1472131,267	1	1472131,267	4,988	*
Buharlama süresi	1250917,354	1	1250917,354	4,238	*
Tutkal	3963686,128	1	3963686,128	13,429	***
Ağaç türü * buharlama süresi	1,844E7	1	1,844E7	62,471	***
Ağaç türü * tutkal	1,652E7	1	1,652E7	55,976	***
Buharlama süresi * tutkal	2850,403	1	2850,403	0,010	Ö.D.
Ağaç türü * buharlama süresi * tutkal	41138,319	1	41138,319	0,139	Ö.D.
Hata	4,014E7	136	295160,114		
Toplam	6,979E9	144			

Tablo 24. Kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Kayın	72	6820	a
Huş	72	7022	b
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	72	7087	a
ÜF	72	6755	b
Buharlama Süresi			
6 Saat	72	7014	a
12 Saat	72	6828	b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.3.3. Buharlama İşleminin Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine ağaç türü, buharlama işlemi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 25'te verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, buharlama işlemi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların elastikiyet modülü kayın-huş kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 12 saat buharlama işlemi görmüş tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri, buharlama işlemi görmemiş tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 25. Buharlama işleminin elastikiyet modülüne etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	2163220,773	1	2163220,773	6,884	**
Buharlama işlemi	3,046E7	1	3,046E7	96,921	***
Tutkal	1,116E7	1	1,116E7	35,525	***
Ağaç türü * buharlama işlemi	190805,160	1	190805,160	,607	Ö.D.
Ağaç türü * tutkal	2548884,093	1	2548884,093	8,111	**
Buharlama işlemi* tutkal	1657066,198	1	1657066,198	5,273	*
Ağaç türü * buharlama işlemi* tutkal	7532,359	1	7532,359	,024	Ö.D.
Hata	4,274E7	136	314255,727		
Toplam	6,891E9	144			

Tablo 26. Kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Huş	72	6994	a
Kayın-Huş	72	6749	b
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	72	7150	a
ÜF	72	6593	b
Buharlama İşlemi			
Buharsız	72	7332	a
Buharlanmış	72	6412	b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.2. Fiziksel Özellikler

3.2.1. Denge Rutubet Miktarı

Üretilen kontrplak levhalarına ait denge rutubeti miktarı değerleri ağaç türüne, buharlama işlemine ve tutkal türüne göre; Tablo 27’de verilmiştir. Rutubet değerlerinin belirlenmesinde 25’er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 27. Kontrplak levhaların denge rutubeti miktarı ortalama değerleri (%)

Örnek Grupları	Ağaç Türü	Buharlama İşlemi (Saat)	Tutkal Türü	Denge Rutubeti (%)	
				X	S
A1	KAYIN	6	ÜF	8,804	0,147
A2		12	ÜF	8,795	0,380
A3		6	MÜF	8,802	0,181
A4		12	MÜF	8,597	0,242
B1	HUŞ	6	ÜF	9,167	0,214
B2		12	ÜF	9,224	0,280
B3		6	MÜF	9,189	0,183
B4		12	MÜF	8,767	0,201
B5		Buharlanmamış	ÜF	9,312	0,159
B6		Buharlanmamış	MÜF	9,057	0,736
C1	KAYIN-HUŞ	12	ÜF	8,896	0,255
C2		12	MÜF	8,726	0,146
C3		Buharlanmamış	ÜF	9,176	0,238
C4		Buharlanmamış	MÜF	8,307	0,217

X:Aritmetik Ortalama

S:Standart Sapma değerleridir.

3.2.1.1. Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının denge rutubeti değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 28'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve tutkal türünün üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların denge rutubeti değerleri en yüksek

bulunurken, kayın ve kayın-huş kontrplakların denge rutubeti değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 28. 12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün denge rutubetine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç Türü	2,287	2	1,144	19,092	***
Tutkal Türü	2,824	1	2,824	47,141	***
Ağaç Türü- Tutkal	0,628	2	0,314	5,239	**
Hata	8,625	144	0,060		
Toplam	11721,710	150			

Tablo 29. Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Denge Rutubeti (%)
Ağaç Türünün Etkisi		
Kayın	50	8,70 a
Kayın-Huş	50	8,81 a
Huş	50	9,00 b
Tutkal Türünün Etkisi		
MÜF	75	8,70 a
ÜF	75	8,97 b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir

3.2.1.2. Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının denge rutubeti değerleri üzerine ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 30’da verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden

daha düşük bulunmuştur. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların denge rutubeti değerleri huş kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca 6 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri 12 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 30. Ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün rutubete etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	5,699	1	5,699	112,126	***
Buharlama süresi	1,040	1	1,040	20,457	***
Tutkal	1,258	1	1,258	24,746	***
Ağaç türü * buharlama süresi	0,071	1	0,071	1,406	Ö.D.
Ağaç türü * tutkal	0,174	1	0,174	3,425	*
Buharlama süresi * tutkal	1,404	1	1,404	27,634	***
Ağaç türü * buharlama süresi * tutkal	0,256	1	0,256	5,043	*
Hata	9,758	192	0,051		
Toplam	15926,519	200			

Tablo 31. Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Denge Rutubeti (%)
Ağaç Türünün Etkisi		
Kayın	100	8,75 a
Huş	100	9,09 b
Tutkal Türünün Etkisi		
MÜF	100	8,84 a
ÜF	100	9,00 b
Buharlama Süresi		
6 Saat	100	8,99 a
12 Saat	100	8,85 b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.2.1.3. Buharlama İşleminin Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının denge rutubeti değerleri üzerine ağaç türü, buharlama işlemi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Buharlama işleminin rutubete etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaçtürü	4,917	1	4,917	44,871	***
Buharlama işlemi	0,176	1	0,176	1,610	Ö.D.
Tutkal	9,583	1	9,583	87,450	***
Ağaçtürü * buharlama işlemi	0,832	1	0,832	7,593	**
Ağaçtürü * tutkal	0,338	1	0,338	3,083	*
Buharlama işlemi* tutkal	0,769	1	0,769	7,015	**
Ağaçtürü * buharlama işlemi * tutkal	2,536	1	2,536	23,139	***
Hata	21,041	192	0,110		
Toplam	16001,319	200			

Tablo 33. Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Denge Rutubeti (%)
Ağaç Türünün Etkisi		
Huş	100	9,09 a
Kayın-Huş	100	8,78 b
Tutkal Türünün Etkisi		
MÜF	100	8,72 a
ÜF	100	9,15 b
Buharlama İşlemi		
Buharsız	100	8,96 a
Buharlanmış	100	8,90 a

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve tutkal türünün üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti

değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların denge rutubeti kayın-huş kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Buharlama işleminin denge rutubeti üzerine etkisi ise anlamsız bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 33'te verilmiştir.

3.2.2. Özgül Ağırlık

Üretilen kontrplak levhalarına ait özgül ağırlık değerleri ağaç türüne, buharlama işlemine ve tutkal türüne göre; Tablo 34'te verilmiştir. Özgül ağırlık değerlerinin belirlenmesinde 25'er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 34. Kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri (%)

Örnek Grupları	Ağaç Türü	Buharlama İşlemi (Saat)	Tutkal Türü	Özgül Ağırlık (%)	
				X	S
A1	KAYIN	6	ÜF	0,801	0,025
A2		12	ÜF	0,718	0,017
A3		6	MÜF	0,765	0,022
A4		12	MÜF	0,703	0,016
B1	HUŞ	6	ÜF	0,792	0,021
B2		12	ÜF	0,772	0,014
B3		6	MÜF	0,794	0,015
B4		12	MÜF	0,755	0,013
B5		Buharlanmamış	ÜF	0,787	0,015
B6		Buharlanmamış	MÜF	0,854	0,028
C1	KAYIN-HUŞ	12	ÜF	0,737	0,021
C2		12	MÜF	0,740	0,015
C3		Buharlanmamış	ÜF	0,768	0,016
C4		Buharlanmamış	MÜF	0,752	0,014

X:Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.2.2.1. Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının özgül ağırlık üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 35'te verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve tutkal türünün üretilen kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların özgül ağırlık değerleri en yüksek bulunurken, en düşük özgül ağırlık değerleri kayın kontrplaklarda elde edilmiştir. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 35. 12 saat buharlama yapılmış kontrplaklarda, ağaç türü ve tutkal türünün özgül ağırlığa etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç Türü	0,069	2	0,035	132,187	***
Tutkal Türü	0,004	1	0,004	13,550	***
Ağaç Türü- Tutkal	0,003	2	0,002	5,758	*
Hata	0,038	144	0,000		
Toplam	81,736	150			

Tablo 36. Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Özgül Ağırlık (%)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Kayın	50	0,71	a
Kayın-Huş	50	0,74	b
Huş	50	0,76	c
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	75	0,73	a
ÜF	75	0,74	b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir

3.2.2.2. Ağaç Türü, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının özgül ağırlık değerleri üzerine ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 37’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, buharlama süresi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların özgül ağırlık değerleri huş kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca 6 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri 12 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 37. Ağaç türü, buharlama süresi, tutkal türünün özgül ağırlığa etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	0,049	1	0,049	144,949	***
Buharlama süresi	0,130	1	0,130	382,587	***
Tutkal	0,014	1	0,014	40,948	***
Ağaç türü * buharlama süresi	0,023	1	0,023	66,863	***
Ağaç türü * tutkal	0,004	1	0,004	11,013	***
Buharlama süresi * tutkal	2,048E-5	1	2,048E-5	0,060	Ö.D.
Ağaç türü * buharlama süresi * tutkal	0,005	1	0,005	15,354	***
Hata	0,065	192	0,000		
Toplam	116,577	200			

Tablo 38. Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Özgül Ağırlık (%)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Kayın	100	0,75	a
Huş	100	0,78	b
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	100	0,75	a
ÜF	100	0,77	b
Buharlama Süresi			
6 Saat	100	0,79	a
12 Saat	100	0,74	b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir

3.2.2.3. Buharlama İşleminin Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Kayın ve huş kontrplak levhalarının özgül ağırlık değerleri üzerine ağaç türü, buharlama işlemi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Buharlama işleminin özgül ağırlığa etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	0,089	1	0,089	290,297	***
Buharlama işlemi	0,077	1	0,077	250,754	***
Tutkal	0,004	1	0,004	13,762	***
Ağaç türü * buharlama işlemi	0,016	1	0,016	51,249	***
Ağaç türü * tutkal	0,012	1	0,012	40,634	***
Buharlama işlemi* tutkal	0,014	1	0,014	44,717	***
Ağaç türü * buharlama işlemi* tutkal	0,034	1	0,034	110,122	***
Hata	0,059	192	0,000		
Toplam	119,118	200			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, buharlama işlemi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine etkileri %0,1 yanılma olasılığı

ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden az miktar daha yüksek bulunmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların özgül ağırlık kayın-huş kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 12 saat buharlama işlemi görmüş tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri, buharlama işlemi görmemiş tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Özgül Ağırlık (%)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Huş	100	0,79	a
Kayın-Huş	100	0,75	b
Tutkal Türünün Etkisi			
MÜF	100	0,78	a
ÜF	100	0,77	b
Buharlama İşlemi			
Buharsız	100	0,79	a
Buharlanmış	100	0,75	b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

4. İRDELEME

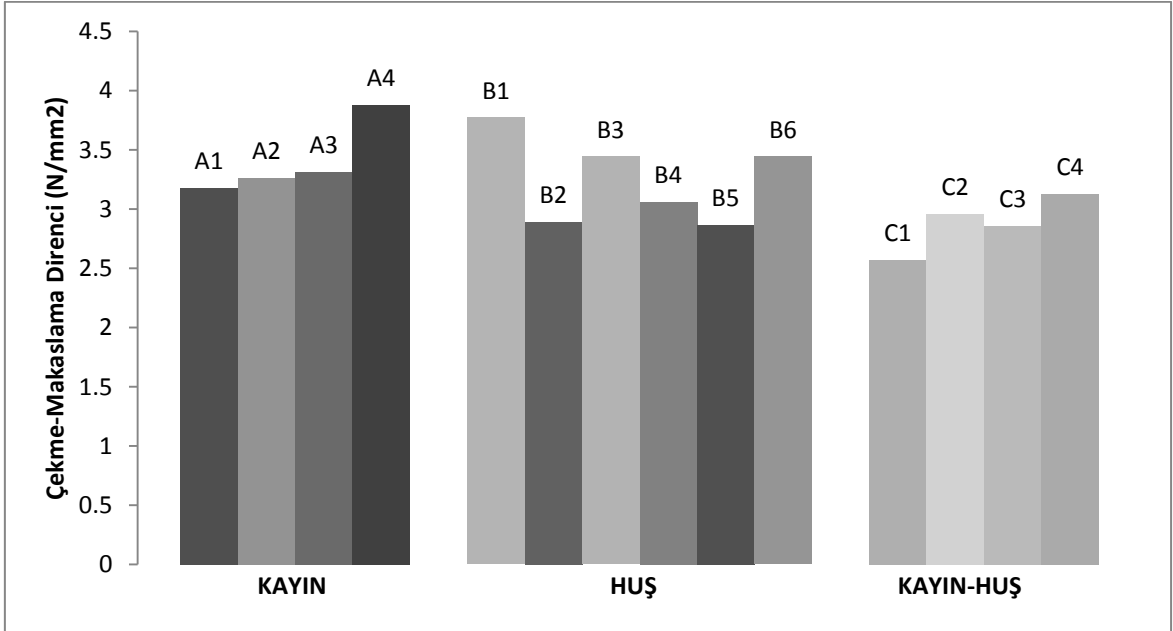
4.1. Kontrplak Levhaların Mekanik Özellikleri

4.1.1. Çekme-Makaslama Direnci

Üretilen kontrplak levhaların çekme-makaslama direnci değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, buharlama süresine ve tutkal türüne gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.1.1.1. Ağaç Türü, Tomruk Buharlama İşlemi, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Kayın ve huş tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisi Şekil 14'te görülmektedir.



Şekil 14. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün çekme-makaslama direnci üzerine etkisi

Şekil 14'ten görüleceği üzere üretilen kontrplak levhalarına ait çekme makaslama direnci değerleri gruplar arasında farklılık göstermektedir.

Ağaç türünün çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek çekme-makaslama direnci değerlerini her iki tutkal türü içinde kayın kontrplaklar, en düşük değerleri ise kayın-huş kontrplaklar vermiştir. Ağaç türünün çekme-makaslama üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan Newman-keuls testi ile bu sonuçlar desteklenmektedir. Kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine ağaç türünün etkili olduğu daha önce yapılmış çalışmalarda da belirlenmiştir. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ve diğer mekanik özelliklerin yüksek olacağı ifade edilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1992).

Literatürde yapışma direncinin odunun yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirtilmektedir (Chow ve Chunsi, 1979; Namara ve Waters, 1970).

Malkoçoğlu (1994) tarafından yapılan çalışmada kayın odununun tam kuru yoğunluğu $0,640 \text{ g/cm}^3$, hava kurusu yoğunluk $0,660 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Huş odununda ise bu durum tam kuru yoğunluğu $0,480-0,520 \text{ g/cm}^3$ (Heräjärvi, 2002) ve Huş odununun hava kurusu yoğunluğunun ise (%12-15 rutubet düzeyinde) $0,630 \text{ g/cm}^3$ olduğu ifade edilmektedir (Wagenführ, 1996). Kayın odunun özgül ağırlığının, huş odunundan fazla olduğu görülmektedir. Dolayısıyla kayın kontrplaklarının çekme makaslama direncinin yüksek çıkması bu nedenle olabilir.

Tutkal türü açısından incelendiğinde, Melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinin Üre formaldehit ile üretilenlere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Kayın ve huş kontrplakların yapışma direnci değerleri incelendiğinde, DIN 68705-3 standartlarına göre yapıda kullanılan kontrplakların minimum yapışma direnci değerleri 1 N/mm^2 olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla üretilen levhaların standart değerlere uygun yapışma direnci değerinde olduğu görülmektedir.

Literatürde MÜF tutkalının dış ortamlarda dahi kullanılabilen dirençli tutkallar olduğu belirtilmektedir. ÜF tutkalları ise sadece iç mekânlarda kullanılabilen tutkallardır. Bu nedenle MÜF tutkalının daha dirençli olması beklenen bir durumdur. Daha önce tutkal türünün çekme makaslama direnci üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda MÜF tutkalının daha yüksek çekme makaslama direnci değerleri verdiği belirtilmiştir (Aydın vd., 2005).

Buharlama süresi olarak bakıldığında, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların 12 saat buharlanmışlardan elde edilen kontrplaklardan daha yüksek

çekme-makaslama direnci gösterdiği görülmektedir. Şahin (1998) tarafından yapılan bir çalışmada buharlama süresinin artışıyla çekme makaslama direncinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Şahin, 1998).

Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlama işlemi uygulanmamış tomruklardan üretilen levhaların çekme-makaslama değerleri, buharlanmış tomruklardan üretilen levhalara nazaran daha yüksek değerler verdiği görülmüştür. Tan (2011) tarafından göknar ve ladin kontrplaklar üzerinde yapılan çalışmada da; buharlanmamış tomruklardan elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplaklara nazaran daha yüksek değerlerde olduğu belirtilmiştir. Bazı ağaç türlerinin buharlama yapılmış tomruklarından üretilen kontrplaklarında çekme-makaslama direnci daha düşük çıkabilmektedir. Tomruk buharlama işleminin okume kontrplaklarda çekme-makaslama direncini yaklaşık %27 oranında azalttığı bildirilmiştir (Çolak ve Çolakoğlu, 1996).

Okume kontrplaklar üzerine yapılan başka bir çalışmada da; ÜF tutkalıyla okume kaplamalardan üretilen kontrplaklarda buharlama işleminin etkisi incelenmiş olup, buharlama ön işleminin çekme-makaslama direncinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Gillespie vd., 1978). Ayrıca yine okume kontrplak üzerine yapılan çalışmada, buharlama işlemi yapılmadan elde edilen okume kaplamalardan üretilen kontrplakların çekme makaslama ve eğilme direnci ile elastiklik modülü değerleri, buharlama işleminden sonra üretilen kontrplaklarından yüksek olduğu bildirilmiştir (Özen, 1981).

Bir diğer çalışmada da; Şahin (1998) tarafından okaliptüs odunundan üretilen kontrplak levhaları üzerinde yapılan bir çalışmada buharlama işlemiyle çekme makaslama direncinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Kızılcım odunundan üretilen kontrplak örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada da buharlama işlemiyle çekme-makaslama direnci üzerinde azalma olduğu belirlenmiştir (Güler, 1996).

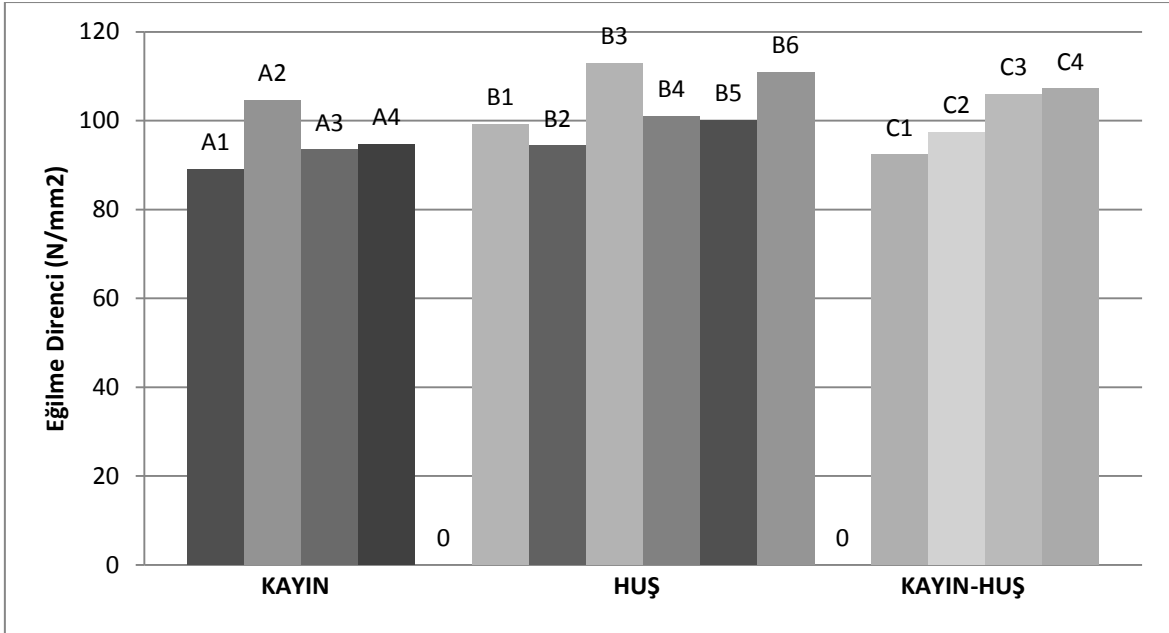
Ayrıca buharlamayla birlikte yüzey pürüzlülüğü oluşabilir. Yüzey pürüzlülüğü sonucu yapışma olumsuz yönde etkilenebilir (Sieminski ve Skarzynska, 1989). Buharlama işlemiyle yüzey pürüzlülüğünün artması sonucu çekme-makaslama direncininin düştüğü söylenebilir.

4.1.2. Eğilme Direnci

Üretilen kontrplak levhaların eğilme direnci değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, buharlama süresine ve tutkal türüne gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.1.2.1. Ağaç Türü, Tomruk Buharlama İşlemi, Buharlama süresi ve Tutkal Türünün Kontrplakların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Kayın ve huş tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci üzerine ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisi Şekil 15’de görülmektedir.



Şekil 15. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi

Ağaç türünün eğilme direnci değerleri üzerine etkisi incelendiğinde; kayın ve huş kontrplak levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde durulmuştur. Eğilme direnci üzerine yapılan Newman-keuls testi sonuçlarına göre üç ağaç türü sınıfı arasında istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir.

Masif haldeki kayın odununun eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri, masif haldeki huş odununa göre daha yüksektir. Hava kurusu haldeki kayın (*Fagus orientalis*

Lipsky) odununun eğilme direnci $112,3 \text{ N/mm}^2$ olarak belirlenmiştir (Malkoçoğlu, 1994). Farklı yükseltilerde ve mesafelerdeki huş odunlarının eğilme dirençleri incelenmiş ve *Betula pubescens* türü için ortalama eğilme direnci değeri 104 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Heräjärvi, 2004). Masif odunun eğilme direnci ve elastikiyet modülünün artmasıyla, bunlardan üretilen kontrplakların aynı özelliklerinde de artış olmaktadır. (Bozkurt ve Göker, 1986; Özen, 1981). Üç tür arasında anlamlı bir fark belirlenememiş fakat kayın kontrplakların eğilme direnci değerleri huş ve kayın-huş kontrplaklarından bir miktar daha yüksek belirlenmesi masif haldeki mekanik direnç farklılıklarından kaynaklanabilir.

Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların eğilme direnci ile fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek olacaktır (Bozkurt ve Erdin, 1992).

Tutkal türü açısından incelendiğinde, Melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinin Üre formaldehit ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur. Kayın ve huş kontrplakların eğilme direnci değerleri incelendiğinde, yapıda kullanılan kontrplakların minimum eğilme direnci değerleri DIN 68705-3 standartlarına göre lifler yönünde 40 N/mm^2 , liflere dik yönde 15 N/mm^2 olduğu göz önüne alındığında üretilen levhalar standart değerlere uygun eğilme direnci değerinde olduğu görülmektedir (DIN 68705-3).

Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlama işlemi uygulanmamış tomruklardan üretilen levhaların eğilme direnci değerleri, buharlanmış tomruklardan üretilen levhalara nazaran daha yüksek değerler verdiği görülmüştür.

Literatürde buharlama işlemi yapılmadan elde edilen okume kaplamalardan üretilen kontrplakların çekme makaslama ve eğilme direnci ile elastiklik modülü değerleri, buharlama işleminden sonra üretilen kontrplaklarından yüksek olduğu bildirilmiştir (Özen, 1981).

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 (Tan, 1999).

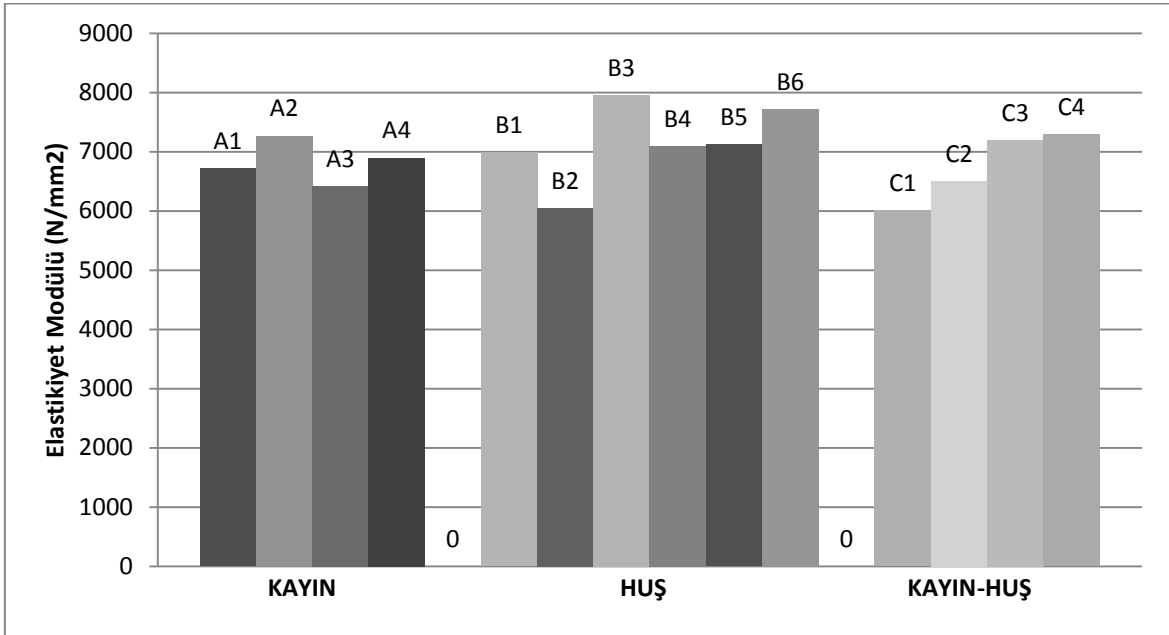
Buharlama süresi açısından incelendiğinde, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplaklar ile 12 saat buharlanmışlardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri arasında belirgin bir fark belirlenmemiştir.

4.1.3. Elastikiyet Modülü

Üretilen kontrplak levhaların elastikiyet modülü değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, buharlama süresine ve tutkal türüne gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.1.3.1. Ağaç Türü, Tomruk Buharlama İşlemi, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplakların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Kayın ve huş tomruklardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü üzerine ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisi Şekil 16'da görülmektedir.



Şekil 16. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi

Ağaç türünün elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisi incelendiğinde; kayın ve huş kontrplak levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde durulmuştur. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların elastikiyet modülü değerleri en yüksek bulunurken, en düşük elastikiyet modülü değerleri kayın-huş kontrplaklarda elde edilmiştir. MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü

değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Masif haldeki kayın odununun elastikiyet modülü değerleri, masif haldeki huş odununa göre daha yüksektir. Masif odunun elastikiyet modülünün artmasıyla, bunlardan üretilen kontrplakların elastikiyet modülünde de artış olmaktadır. (Bozkurt ve Göker, 1986; Özen, 1981). Hava kurusu haldeki kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun elastikiyet modülü 13082 N/mm^2 olarak belirlenmiştir (Malkoçoğlu, 1994). Farklı yükseltilerde ve mesafelerdeki huş odunlarının elastikiyet modülü değerleri incelenmiş ve *Betula pubescens* türü için ortalama elastikiyet modülü değeri 13200 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Heräjärvi, 2004).

Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlama işlemi uygulanmamış tomruklardan üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri, buharlanmış tomruklardan üretilen levhalara nazaran daha yüksek değerler verdiği görülmüştür.

Literatürde buharlama işlemi yapılmadan elde edilen okume kaplamalardan üretilen kontrplakların elastiklik modülü değerleri, buharlama işleminden sonra üretilen kontrplaklarınkinden yüksek olduğu bildirilmiştir (Özen, 1981).

Buharlama süresi açısından incelendiğinde, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastiklik modülü değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

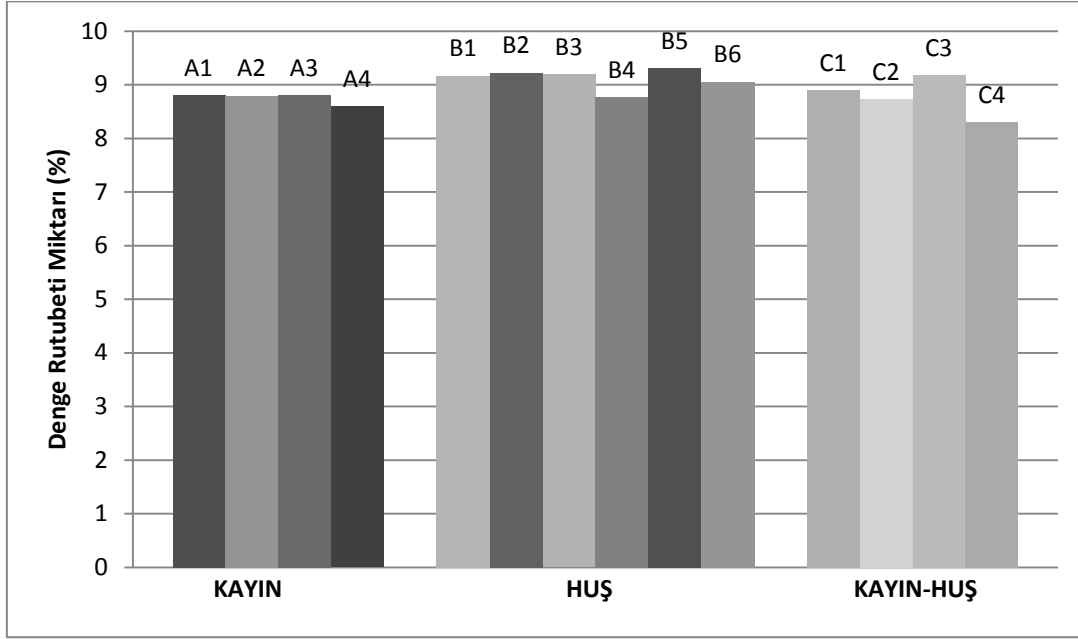
4.2. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri

4.2.1. Denge Rutubeti Miktarı

Üretilen kontrplak levhaların denge rutubet değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, buharlama süresine ve tutkal türüne gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.2.1.1. Ağaç Türü, Tomruk Buharlama İşlemi, Buharlama süresi ve Tutkal Türünün Kontrplakların Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Kayın ve huş tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubeti üzerine ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisi Şekil 17’de görülmektedir.



Şekil 17. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün denge rutubeti miktarı üzerine etkisi

Ağaç türünün denge rutubeti üzerine etkisi incelendiğinde; kayın ve huş kontrplak levhalarının denge rutubeti değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde durulmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların denge rutubeti değerleri en yüksek bulunurken, kayın ve kayın-huş kontrplakların denge rutubeti değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilenlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Aydın (2004) tarafından yapılan bir çalışmada ÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ladin ve kızılğaçta FF ile üretilen kontrplakların denge rutubet değerine nazaran yüksek bulunmuştur. ÜF tutkal çözeltisinde asidik tuzlar kullanıldığından

bu sertleştiriciler rutubeti hızlı bir şekilde absorbe etmektedir. Bu nedenle ÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerinin yüksek bulunması beklenen bir sonuçtur.

Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlanmış ve buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark belirlenmemiştir. Fakat buharlanmamış kaplamalardan üretilen kontrplakların bir miktar daha yüksek rutubete sahip olduğu görülmüştür. Yapılan bir çalışmada da buharlanmamış kaplamalardan üretilen kontrplakların bir miktar daha yüksek rutubete sahip olduğu belirtilmiştir (Aydın, 2004).

Şahin (1998), Aydın ve Çolak (2003) tarafından yapılan çalışmalarda buharlama işlemiyle denge rutubetinde belirli bir miktar azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Buharlanmış odunların denge rutubet miktarının normal odunlardan %1-2 daha az olacağı ifade edilmektedir (Örs, 1986).

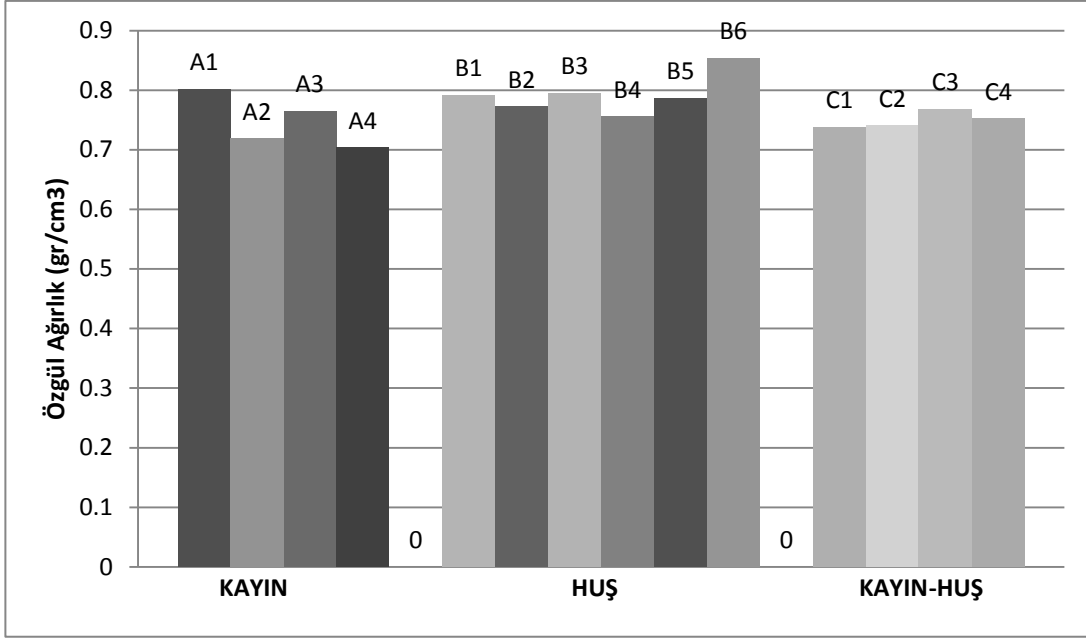
Buharlama süresi açısından incelendiğinde, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Buharlamayla birlikte denge rutubetinde de belirli miktarda azalma görülmektedir (Aydın, 2004).

4.2.2. Özgül Ağırlık

Üretilen kontrplak levhalarının özgül ağırlık değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, tomruk buharlama işlemine, buharlama süresine ve tutkal türüne gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

4.2.2.1. Ağaç Türü, Tomruk Buharlama İşlemi, Buharlama Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplakların Özgül Ağırlık Üzerine Etkisi

Kayın ve huş tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık üzerine ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün etkisi Şekil 18'de görülmektedir.



Şekil 18. Ağaç türü, buharlama işlemi, buharlama süresi ve tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi

Ağaç türünün özgül ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde; kayın ve huş kontrplak levhalarının özgül ağırlık değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde durulmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların özgül ağırlık değerleri en yüksek bulunurken, en düşük özgül ağırlık değerleri kayın kontrplaklarda elde edilmiştir.

Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilenlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri buharlanmışlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek özgül ağırlık değeri buharlanmamış gruplarda, daha sonra 6 saat buharlanmış gruplar, daha sonra da 12 saat buharlanmış grupların özgül ağırlık değeri gelmektedir. Buharlama sırasında odunda bulunan ekstraktif maddelerin yıkanacağı, ayrıca lignin ve pektin maddelerinin bir kısmının çözüneceği, dolayısıyla meydana gelen ağırlık kaybının özgül ağırlığı da azaltacağı bilinmektedir (Tan, 2011).

Buharlama süresi açısından incelendiğinde, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların özgül

ağırlık değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Aydın (2004) tarafından yapılan çalışmada buharlamayla birlikte denge rutubetinde de belirli miktarda azalma görülmektedir. Bu durumda özgül ağırlıkta da bir miktar azalma görülebilir.

5. SONUÇLAR

5.1. Kontrplak Levhaların Mekanik Özellikleri

5.1.1. Çekme-Makaslama Direnci

1. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri en yüksek bulunurken, en düşük çekme makaslama direnci değerleri kayın-huş kontrplaklarda elde edilmiştir.

2. MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-maksalama direnci değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

3. Tomruk buharlama işlemi açısından incelendiğinde, buharlama işlemi görmüş tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri, buharlama işlemi görmemiş tomruklardan üretilen kontrplakların çekme makaslama direnci değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

4. Buharlama süresi açısından bakıldığında 6 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri 12 saat buharlanmış tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

5.1.2. Eğilme Direnci

1. Ağaç türünün eğilme direnci değerleri üzerine etkisi incelendiğinde; kayın ve huş kontrplak levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde durulmuştur. Eğilme direnci üzerine yapılan test sonuçlarına göre üç ağaç türü sınıfı arasında istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir.

2. Tutkal türü açısından incelendiğinde, Melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinin Üre formaldehit ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

3. Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlama işlemi uygulanmamış tomruklardan üretilen levhaların eğilme direnci değerleri, buharlanmış tomruklardan üretilen levhalara nazaran daha yüksek değerler verdiği görülmüştür.

4. Buharlama süresi açısından incelendiğinde, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplaklar ile 12 saat buharlanmışlardan elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri arasında belirgin bir fark belirlenmemiştir.

5.1.3. Elastikiyet Modülü

1. Ağaç türleri arasında kayın kontrplakların elastikiyet modülü değerleri en yüksek bulunurken, en düşük elastikiyet modülü değerleri kayın-huş kontrplaklarda elde edilmiştir.

2. Tutkal türü açısından incelendiğinde, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

3. Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlama işlemi uygulanmamış tomruklardan üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri, buharlanmış tomruklardan üretilen levhalara nazaran daha yüksek değerler verdiği görülmüştür.

4. Buharlama süresi açısından incelendiğinde, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların elastiklik modülü değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

5.2. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri

5.2.1. Denge Rutubeti Miktarı

1. Denge rutubeti değerlerine ağaç türleri açısından bakıldığında, kayın ve huş kontrplak levhalarının denge rutubeti değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde durulmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların denge rutubeti değerleri en yüksek bulunurken, kayın ve kayın-huş kontrplakların denge rutubeti değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

2. Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilenlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

3. Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlanmış ve buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri arasında belirgin bir fark belirlenmemiştir. Fakat buharsız olarak üretilen kontrplakların bir miktar daha yüksek rutubete sahip olduğu görülmüştür.

4. Buharlama süresi açısından incelendiğinde, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

5.2.2. Özgül Ağırlık

1. Ağaç türünün özgül ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde; kayın ve huş kontrplak levhalarının özgül ağırlık değerleri üzerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla; her iki ağaç türü için de ortak olan 12 saat buharlama işlemi görmüş gruplar üzerinde durulmuştur. Ağaç türleri arasında huş kontrplakların özgül ağırlık değerleri en yüksek bulunurken, en düşük özgül ağırlık değerleri kayın kontrplaklarda elde edilmiştir.

2. Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilenlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

3. Buharlama işlemi açısından değerlendirme yapıldığında, buharlanmamış tomruklardan üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri buharlanmışlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek özgül ağırlık değeri buharlanmamış gruplarda, daha sonra 6 saat buharlanmış gruplar, daha sonra da 12 saat buharlanmış grupların özgül ağırlık değeri gelmektedir.

4. Buharlama süresi açısından incelendiğinde, 6 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların 12 saat buharlanmış tomruklardan elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

6. ÖNERİLER

Kaplama ve kontrplak üretiminde özellikle Avrupa, Baltık ülkelerinde, Polonya, Belarus ve Rusya'da kullanılan huş tomrukların yaklaşık olarak %95-98'i bu sektörde üretime alınmaktadır. Ülkemizde tabakalı ağaç malzeme üretiminde genelde kayın ağacı kullanıldığı bilinen bir gerçektir. Ülkemizde kontrplak sektöründe genelde kayın ağacının kullanılması, hammadde temini ve maliyeti gibi problemleri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle mekanik özellikler ve görünüm olarak kayına yakın ağaç türlerinden biri olan huşun kontrplak üretiminde kullanılması gerekliliği üzerinde durulmalıdır.

Huş kaplama ve kontrplak bu sektöre ait birçok pazarda tanınmaktadır. Huş kaplama ve kontrplağın teknolojik özellikleri bilindiğinde daha verimli ve ekonomik olarak kullanılabilir. Dolayısıyla kaplama ve kontrplak endüstrisinin gelişim sürecinde; müşteri dağılımı, pazar durumu ve en önemli esas olan ülkemizdeki hammadde materyallerindeki değişim göz önüne alındığında gelecekteki ürün potansiyeli olarak huş gerekli olacaktır. Ayrıca huş kaplamalar renk ve görünüm olarak kayına benzediğinden mobilya endüstrisinde avantaj sağlayabilir. Kayının parke sektöründeki en önemli rakibi olarak huş gösterildiğinden ülkemizde de huş bu alanda değerlendirilebilir.

Ülkemizdeki çoğu kontrplak fabrikası huş ağacı hakkında yeterli bilgiye sahip değildir. Bu fabrikaların yapılan bu çalışmalarla birlikte huş ağacına olan ilgisi artırılmalı ve kontrplak üretiminde bu ağaç türünün kullanılmasına teşvik edilmelidir.

Huş her ne kadar soyma kaplama üretiminde çap bakımından çok uygun gözükmesede, ucuz ve kontrplak üretim maliyetlerinin düşük olması yanında, yurt içinden sağlanabilmesi durumunda endüstride kullanımı artabilir. Huş belirli bir planlamayla yurt dışından ithal edilerek de ülkemizde kullanılabilir. Bu sayede, ormanlarımızdaki değerli hammadde varlığımız korunacak, huş yetiştirme alanlarına büyük yatırımlar yapılacak ve yüksek randıman ile kontrplak üretime uygun hammadde temini gerçekleştirilmiş olabilecektir. Bununla ilgili inceleme yaptığımız bir fabrikada, Ukrayna ve Rusya'dan sürekli olarak kayın tomruk getirilmekte ve üretime alınmaktadır. Bunun dışında bazen huş tomruklar da getirilmekte ve bununla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu tomrukları ithal eden fabrika yetkililerinin verdiği bilgilere göre; huş tomrukların maliyet olarak kayından daha ucuz olarak ülkemize getirildiği belirtilmektedir. Tomruk, işçilik, tren taşıma masrafları, gemi masrafları, liman masrafları ve diğer masraflar dâhil liman teslim fiyatı

kayın tomruklar için 180 \$/m³, huş tomruklar için 150 \$/m³ olduğu ifade edilmektedir. Yaptığımız görüşmelerde huş tomrukların kesiminde ve yüksek yerlerde olmasından dolayı taşıma masrafları ve bazı zorluklarla karşılaşıldığı, maliyetin bu ölçüde arttığı belirtilmiştir. Ancak bu sorunların düzeltilmesi sonucunda huş tomrukların ülkemize daha ucuz olarak getirilmesi söz konusu olabilecektir.

Ülkemizin stratejik durumu ve Avrupa Birliği'ne aday üye olması, kontrplak sektörünün dışa açılması, teknoloji transferi ve ürün pazarlama gibi konularda bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Bu üyelik sürecinde ülkemizin kontrplak sektöründe önemli bir yeri olduğu belirtilmelidir. Ülkemize yakınlığı bilinen Rusya pazarından da huş tomruğu ithal edilerek Avrupa Birliği ülkelerine kontrplak ihracatı gerçekleştirilebilir.

Yapılan istatistiksel sonuçlara göre buharlama işlemi görmemiş huş tomruklardan üretilen kontrplakların çekme makaslama, eğilme ve elastikiyet modül değerleri standartları karşılamaktadır. Huş kontrplak üretiminde buharlama yapmaksızın soyma işlemi gerçekleştirilebilir. Dolayısıyla işletme, buharlama işleminin getireceği ek maliyet ve problemlerle karşılaşmayacaktır. Buharlamayla birlikte artış gösteren yüzey pürüzlülüğünün yapışmaya olan negatif etkisi de düşürülmüş olabilecektir.

7. KAYNAKLAR

- Anonim, 1987. Türkiye Orman Varlığı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 48.
- Anonim, 1995, Ormancılık, VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı, 1, 12-17.
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 13.
- Anonymous 2006. Opportunities to Invest in the Finnish Forestry Cluster, Wood Construction, Invest In Finland, Kaivokato 8,6th Flor, FIN-00100 Helsinki, Finland.
- Ansin, R. ve Özkan, Z.C., 1993. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar. KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 19, Trabzon, 285 s.
- Anşın, R. ve Özkan, Z. C., 1993. Tohumlu Bitkiler, Odunsu Taksonlar, KTÜ Orman Fak. Yayın No: 167/19, Trabzon.
- As, N., Akbulut, T., 1990. Soyma Kaplama Üretiminde Oluşan Kusurlar ve Bunları Önleme Çareleri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul, 40, 1, 120-126.
- ASTM 907, 1982. Standart Definitions of Terms Relation to Adhesives, ASTM, Philadelphia.
- Aydın, İ. ve Çolak, S., 2003. Buharlama İşlemi Yapılmış Ladin Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerindeki Değişmeler, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1-2, 63-67.
- Aydın, İ., 2004. 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.
- Aydın, İ., Çolakoğlu, G., Çolak, S. and Demirkır, C. 2006. Effects Of Moisture Content On Formaldehyde Emission And Mechanical Properties Of Plywood, Building and Environment 41 (2006) 1311–1316
- Baldwin, R. F., 1995. Plywood and Veneer-Based Products: Manufacturing Practices, Miller Freeman Books, San Francisco, California, USA.
- Berkel, A., 1941. Şark Kayını Teknolojik Vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar Yük. Ziraat Enst. Yay. Sayı:118, Ankara.

- Berkel, A., Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1969. Çeşitli Meşe Türlerimizin Levhaları İmalı Bakımından Elverişliliği Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul, 139, 22-26.
- Bozkurt, A.Y., 1992. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 415, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1986. Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın no: 378, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İ.Ü. Yayın No: 3445, O.F. Yayın No: 388, Isbn: 975-404-0109, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 1990. Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, B, 40, 1, 7-24.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 1992. Yoğunluk ile Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler, Trabzon, 1, 199-222.
- Brauner, A. and Conway, E.M., 1964. Steaming Walnut for Colour, Forest Products Journal, November, 525-527.
- Burdurlu, E., 1994. Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim-Kullanım Teknolojisi, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1-64, 165-179.
- Chow, S. and Chunsi, K.S. 1979. Adhesion Strength and Wood Failure Relationship in Wood-Glue Bonds, Mokuzai Gakkaishi, 25, 2, 125-131.
- Cividini, R., 1969. Studio Tecnologico sul Faggio dell'Appennino Toscano, Roma, C.N.R., Istituto del Legno, 12, 22, 1-38.
- Çalışkan, M., 2008. Kontrplak , Laminart Dergisi., 10,59,71.
- Çolak, S. and Çolakoğlu, G.1996. The Effect Of The Steaming On The Some Mechanical Properties of Okoumè Plywoods, Holz als Roh-und Werkstoff, 54, 332.
- Çolak, S., 2002. Kontrplaklarda Emprenye İşlemlerinin Formaldehit ve Asit Emisyonu İle Teknolojik Özelliklere Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ, F.B.E., Trabzon.
- Çolakoğlu, G., 1993, Kontrplak Üretim Sartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ, F.B.E., Trabzon.
- Çolakoğlu, G., 2001.Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon.
- Çolakoğlu, G., 2004. Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon.

- Demirkır, C., 2006. Kontrplak Üretimi Sırasında Oluşan Odunsu Atık Ve Artık Materyallerin Yongalevha Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, F.B.E., Trabzon.
- Demirkır, C., 2012. Çam Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Yapı Maksatlı Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demirkır, C., Çolakoğlu, G., Aydın, İ. ve Çolak, S., 2005. Melamin-Üre Formaldehit (MÜF) ile Üretilmiş Okume Kontrplakların Bazı Özelliklerine Orta Tabakada Kullanılan Ağaç Türünün Etkisi, Kafkas Üniversitesi – Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 6,1-2 ,94-101.
- Dunky, M., 1998. Urea-Formaldehyde (UF) Adhesive Resins For Wood, International Journal of Adhesion and Adhesives, 18, 95-107.
- EN 313-1, 1996 Plywood-Classification and Terminology, CU.
- EN 313-2, 1999 Plywood-Classification and Terminology Part-2, Terminology, CU.
- Gillespie, R. H., Countryman, D. and Blomquist, R. F., 1978. Adhesives in Building Construction, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook, No: 516.
- Göker, Y., 1978. Türkiye’de Kontrplak, Kontrtabla ve Yonga Levha Sanayii, Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar, Doçentlik Tezi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 2489, 267, 12-17.
- Güler, C. ve Bektaş, İ., 2000. Andırın Doğu Kayını (*Fagus orientalis* l.) Odununda Elastiklik Özellikler ile Yoğunluk Arasındaki İlişki, Fen ve Mühendislik Dergisi, 3, 2.
- Güler, C., 1996. Bazı Üretim Faktörlerinin Kızılçam Kontrplaklarının Teknolojik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güller, B., 2001. Odun Kompozitleri, ISSN: 1302-7085, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A, 2, 135-160.
- Gürsu, İ., 1960. Tokat Mıntıkası Kayınlarının Teknik Vasıfları Üzerine Yapılan Bir Çalışma, OAE Dergisi, 6,1, Ankara, 30-41.
- Güven, M., Güler, S.ve Daşdemir, İ., 2000. Erzurum ve Erzincan Yöreleri İçin Huş (*betula pendula* l.) Orijin Denemesinin Altı Yıllık Sonuçları, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Doa Dergisi (Journal of Doa) ,8
- Hacıoğlu, H., Kaplan, E., Balı, R.ve Cilan, S., 2005. Yuvarlak Odun Üretim ve Pazarlaması, 1. Çevre ve Ormancılık Şurası, Mart, Antalya, Tebliğler 3.

- Hazer, B., 1993. Polimer Teknolojisi Ders Kitabı, K.T.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Yayın No: 161/46, Trabzon.
- Heräjärvi, H. 2002. Properties of Birch (*Betula pendula*, *B.pubescens*) for sawmilling and further processing in Finland. The Finnish Forest Research Institute, Research Papers 871.52p + Five Appendices.
- Heräjärvi, H. 2004a. Static Bending Properties Of Finnish Birch Wood, Wood Sci. Technologi, 37,6, 523-530.
- Heräjärvi, H. 2004b. Variation of Basic Density And Brinell Hardness Within Mature Finnish *Betula pendula* and *B. pubescens* stems. Wood Fiber Sci., 36(2): 216-227.
- Kantay, R., 1982. Kaplama Levhalarının Kurutulması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul, 40, 1, 10-14.
- Kılıç, Y., 2007. Türkiye Ağaç Kaplama ve Kontrplak Endüstrisinin Yapısı, Sorunları ve Çözüm Önerileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, F.B.E., Ankara.
- Kupler H., 1979. Buharlanmış Ağaç Malzemenin Özellikleri (Çeviri: R. Kantay), İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul, 29,1, 17-24.
- Kurtoğlu, A., 2006. An Overview of Turkish Forestry Products And Turkish Furniture Industry, Furnitürk Industry, Period 1, s.126-150.
- Lutz, J. F., 1977. Wood Veneer: Log Selection, Cutting and Drying, U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1577.
- Malkoçoğlu, A., 1994. Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Markprint, K., 2002. Handbook Of Finnish Plywood, Finnish Forest Industries Federation, ISBN 952-9506-63-5, Paper: Galerie Art Silk 130, Lahti, Finland.
- Namara, U.S. and Waters, O. 1970. Comparison of the rate of glueline strength development for oak and maple, Forest Products Journal, 20, 3, 34-35.
- Nilsson, S. Russia, China and the Rest of the World. 47th session of FAO, Rome, Italy. www.fao.org/forestry/webview/media?mediaId=11069&langId=1, Mart 2006.
- Örs, Y., 1986. Kurutma ve Buharlama Tekniği, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:15, Trabzon, 3-8.
- Örs, Y., 1986. Kurutma ve Buharlama Tekniği, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon.

- Örs, Y., Çolakoğlu, G., Aydın, İ and Çolak, S., 2002. Kayın, Okume ve Kavak Soyma Kaplamalarından Farklı Kombinasyonlarda Üretilen Kontrplakların Bazı Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Politeknik Dergisi, 5, 3, 257-265.
- Özen, R., 1979. Kaplama ve Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon, 191 s.
- Özen, R. 1981. Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fakültesi ,Yayın No : 9, Trabzon.
- Peltola, A. (ed.). 2007. The Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2007. Finnish Forest Research Institute. 436 p.
- Pizzi, A., 1994. Advanced Wood Adhesives Technology, Marcel Dekker Inc., New York.
- Pojouh, P., 1974. Qualite Du Bois De Fagus Orientalis De l'elbourz-İran Revue Forestiere Française 6, 464-471.
- Seller, T., McSwee, J. R. ve Nearn, W. T., 1988. Gluing of Eastern Hardwoods: A Rewiev, U.S. Dep. Of Agric, Forest Service, General Technical Report, 50-71.
- Sieminski, R. ve Skarzynska, A., 1989. Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, Forest Product Journal, 88-95.
- Şahin, A., 1998. Okaliptus (*E. camaldulensis*) Odunundan Üretilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Tomruk Buharlama Süresinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Taftalı, E., 1999. Erzurum Yöresinde Enso Tipi Sarıçam ve Huş Fidanları ile Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi, Türkiye'de Tüplü Fidan Üretimi ve Ağaç Islah Tekniklerinin ve Çalışmalarının Geliştirilmesi Projesi Sempozyumu, Kasım, Marmaris., Bildiriler Kitabı.
- Tan, H., 1999. Buharlanmış ve Buharlanmamış Okaliptus (*E. Camaldulensis Dehn.*) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü.,Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tan, H. 2011. Farklı Bölgelerde Yetişen Ladin ve Gökmar Tomruklardan Üretilmiş LVL ve Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tanrıverdi, F., 1977. Huşların (*Betula L.*) Doğu Anadolu Bölgesinde Doğal Yayılış Alanları ve Peyzaj Mimarisinde Kullanılış Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fak. Dergisi., 8, 1.
- Terzieva, E., 2008. The Russian Birch Plywood Industry, Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Sciences, Master Thesis, Swedish.

- Toksoy, D., Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Çolak, S. and Demirkır, C. 2006. Technological and economic comparison of the usage of beech and alder wood in plywood and laminated veneer lumber manufacturing, Building and Environment 41 (2006) 872–876
- TSE., 1998. Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TS EN 310, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1. Baskı.
- TSE., 1998. Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi, TS EN 314-1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Bölüm:1 Deney Metodları, 1. Baskı.
- TSE., 1998. Kontrplaklarda Sınıflandırma ve Terimler, TS 3103, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Bölüm 1.
- TSE., 1998. Kontrplak-Sınıflandırma ve Terimler, TS 2128, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Bölüm 2.
- TSE., 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, TS EN 323-1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1. Baskı.
- TSE., 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini, TS EN 322, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1. Baskı.
- URL-1, <http://www.ogm.gov.tr/agacturleri>, 22 Eylül 2011.
- URL-2, <http://www.delinetciler.net/forum/agaclar-hakkinda-hersey/71692-hus-agaci-hakkinda-genis-bilgi-kullanildigi-yerler-hus-agaci-tanimi-resimleri.html>, 25 Ekim 2011.
- Usta İ., Demirci S. ve Kılıç Y., 2007. Comparison of Surface Roughness of Locust Acacia (*Robinia pseudoacacia* L.) and European Oak (*Quercus petraea* (Mattu) Lieble.) in Terms of the Preparative Process by Planing Building And Environment, 42 ,8, 2988-2992.
- Verkasalo, E. ve Heräjärvi, H. 2002. Potential of European Birch Species for Product Development of Veneer and Plywood- Recovery, Grades and Mechanical Properties and Future Market Requirements, *Forest Product Industry*, 52, 40-51.
- Wagenführ, R. 1996. Holzatlas. (Wood Atlas). VEB Fachbuchverlag Leipzig, 4th ed. 688 p, Germany.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji II (Ders Kitabı) İ.Ü. Yayın No: 3767, O.F. Yayın No 440, 2. Baskı Isbn : 975-404-0958, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

13.09.1980 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini burada tamamladı. 1998 yılında KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı, aynı bölümden 2002 yılında mezun oldu. 2002-2003 yılları arasında Artvin'de askerlik görevini tamamladı. Sonrasında 2004 yılında Aydın Kontrplak Fabrikasında Üretim Müdürü olarak 4 yıl görev yaptı. 2009 yılında Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı ve aynı sene içerisinde Artvin Çoruh Üniversitesi Hopa Meslek Yüksekokulu Mobilya ve Dekorasyon bölümünde Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. Halen bu görevini devam ettirmektedir. Evli ve orta derecede İngilizce bilmektedir.