

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BÖLGELERDE YETİŞEN SAKALLI KIZILAĞAÇ (*Alnus glutinosa* subsp.
barbata (C.A. Mey.) Yalt.)' DAN ELDE EDİLEN KONTRPLAKLARIN BAZI
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Hasan ÖZTÜRK

HAZİRAN 2012

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BÖLGELERDE YETİŞEN SAKALLI KIZILAĞAÇ (*Alnus glutinosa*
subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.)' DAN ELDE EDİLEN KONTRPLAKLARIN BAZI
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Orman Endüstri Mühendisi Hasan ÖZTÜRK

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

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25.05.2012
Tezin Savunma Tarihi : 18.06.2012**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında

Hasan ÖZTÜRK tarafından hazırlanan

**FARKLI BÖLGELERDE YETİŞEN SAKALLI KIZILAĞAÇ (*Alnus glutinosa*
subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.)' DAN ELDE EDİLEN KONTRPLAKLARIN BAZI
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

**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. Gürsel ÇOLAKOĞLU

Üye : Prof. Dr. Semra ÇOLAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Farklı Bölgelerde Yetişen Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.)’ dan Elde Edilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri” adlı bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Her şeyden önce yüksek lisans tez konusunun belirlenmesi ve çalışmaların yürütülmesinde bana yol gösteren, içerik ve kaynak bakımından destek sağlayan ve laboratuvar çalışmalarım da yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU’ na teşekkürü borç bilirim. Yine çalışmanın yürütülmesi sırasında değerli fikir ve görüşleri ile beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. İsmail AYDIN’ a, Prof. Dr. Semra ÇOLAK’ a ve Doç. Dr. Murat YILMAZ’ a ve ayrıca çalışmalarım süresince önerileri, yakın ilgi ve destekleri ile çalışmamı kolaylaştıran Sayın Hocam Arş. Gör. Cenk DEMİRKİR’ a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında bana her aşamada destek sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen Orman Yüksek Mühendisi Ergün KAHVECİ’ ye ve diğer arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hasan ÖZTÜRK
Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Farklı Bölgelerde Yetişen Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.)’ dan Elde Edilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU’ nun sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, deneyleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı, 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. 25/05/2012

Hasan ÖZTÜRK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	X
SUMMARY	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Kaplamanın Tanımı	3
1.3. Kontrplak Hakkında Genel Bilgiler.....	3
1.3.1. Kontrplağın Tanımı	3
1.3.2. Kontrplakların Sınıflandırılması.....	4
1.4. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	6
1.4.1. Kaplama Üretimine Etki Eden Odun Özellikleri.....	6
1.4.1.1. Ağaç Türü	6
1.4.1.2. Özgül Ağırlık	7
1.4.1.3. Odun Rutubeti.....	7
1.4.1.4. Büyüme Hızı.....	7
1.4.1.5. Reçine	8
1.4.1.6. Permeabilite	8
1.4.1.7. Lif Düzgünlüğü.....	8
1.4.1.8. Daralma	8
1.4.1.9. Polifenoller-Renk.....	9
1.4.1.10. Vaks	9

1.4.1.11.	Paranşim Hücreleri	9
1.4.1.12.	Mekanik Dirençler	9
1.4.2.	Kaplamalık Tomruk Özellikleri.....	10
1.5.	Kontrplak Üretim Teknolojisi	11
1.5.1.	Kaplamalık Tomrukların Depolanması	12
1.5.2.	Tomrukların Soyma İşlemine Hazırlanması	12
1.5.3.	Kabuk Soyma	13
1.5.3.1.	Odun-Kabuk Adhezyonu	13
1.5.3.2.	Ağaç Türü	14
1.5.3.3.	Kabuk Soyma Makine ve Aletleri	14
1.5.4.	Soyma Yöntemiyle Kaplama Üretimi	14
1.5.5.	Kaplamaların Taşınması	15
1.5.6.	Kaplamaların Boyutlandırılması.....	15
1.5.7.	Kaplamaların Kurutulması	16
1.5.7.1.	Soyma Kaplamaların Kurutulması	16
1.5.8.	Dar Soyma Levhalarının Kenarlarının Düzeltilerek Yanyana Eklenmesi.....	17
1.5.9.	Kaplama Levhalarının Tutkalanması	17
1.5.10.	Kontrplak Taslağının Hazırlanması.....	18
1.5.11.	Kontrplak Levhaların Preslenmesi.....	18
1.5.12.	Levhaların Boyutlandırılması	19
1.5.13.	Zımparalama	19
1.5.14.	Tasnif ve İstifleme	19
1.6.	Kontrplak Üretiminde Kullanılan Tutkallar	19
1.6.1.	Üre Formaldehit Tutkalı	22
1.6.2.	Fenol Formaldehit Tutkalı	24
1.6.3.	Melamin Formaldehit ve Melamin Üre Formaldehit Tutkalları.....	25
1.6.4.	Resorsin Formaldehit Tutkalı	26
1.6.5.	Diğer Yapıştırıcılar	26
1.6.5.1.	Epoksi Tutkalı.....	27
1.6.5.2.	İzosiyanat Tutkalı	27
1.7.	Dolgu ve Katkı Maddeleri	28
1.7.1.	Sertleştiriciler.....	29
1.8.	Yetiştirme Ortam Şartlarının Aynı Ağaç Türleri Üzerindeki Etkileri	29

1.9.	Kızılağaç Hakkında Genel Bilgiler.....	31
1.9.1.	Kızılağaç (Alnus Mill.)' ların Dünya ve Türkiye' deki Yayılışı	31
1.9.2.	Sakallı Kızılağaç Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri.....	33
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	34
2.1.	Materyal.....	34
2.1.1.	Ağaç Malzeme	34
2.1.2.	Tutkal.....	35
2.1.2.1.	ÜF Tutkalının Teknik Özellikleri	35
2.1.2.2.	MÜF Tutkalının Teknik Özellikleri	36
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi	36
2.2.1.	Kontrplakların Hazırlanması	36
2.3.	Araştırma Yöntemi	37
2.3.1.	Fiziksel Özellikler.....	37
2.3.1.1.	Denge Rutubeti Miktarı	37
2.3.1.2.	Özgül Ağırlık	37
2.3.2.	Mekanik Özellikler	38
2.3.2.1.	Çekme-Makaslama Direnci ve Deney Örneklerinin Hazırlanması	38
2.3.2.2.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	39
2.3.2.3.	Liflere Paralel Basınç Direnci	41
2.3.3.	Kimyasal Özellikler	42
2.3.3.1.	pH Değerleri	42
2.3.4.	Formaldehit Emisyonu	42
2.4.	İstatistiksel Analiz	43
3.	BULGULAR	44
3.1.	Fiziksel Özellikler.....	44
3.1.1.	Denge Rutubeti Miktarı	44
3.1.1.1.	Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	45
3.1.1.2.	Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	46
3.1.2.	Özgül Ağırlık.....	46
3.1.2.1.	Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhaların Özgül Ağırlığı Üzerine Etkisi	47
3.1.2.2.	Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Özgül Ağırlığı Üzerine Etkisi	48
3.2.	Mekanik Özellikleri.....	49

3.2.1.	Kontrplak Levhalara Ait Çekme-Makaslama Direnci.....	49
3.2.1.1.	Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhaların Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi.....	50
3.2.2.	Eğilme Direnci.....	51
3.2.2.1.	Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhaların Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	52
3.2.2.2.	Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Eğilme Direnci Üzerine Etkisi.....	53
3.2.3.	Elastikiyet Modülü	54
3.2.3.1.	Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhaların Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	55
3.2.3.2.	Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	56
3.2.4.	Liflere Paralel Basınç Direnci	57
3.2.4.1.	Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Liflere Paralel Basınç Direnci Üzerine Etkisi	58
3.3.	Kimyasal Özellikler.....	59
3.3.1.	pH	59
3.4.	Formaldehit Emisyonu	60
4.	İRDELEME	61
4.1.	Fiziksel Özellikler.....	61
4.1.1.	Denge Rutubeti Miktarı	61
4.1.2.	Özgül Ağırlık.....	62
4.2.	Mekanik Özellikler	64
4.2.1.	Kontrplak Levhalara Ait Çekme-Makaslama Direnci.....	64
4.2.2.	Eğilme Direnci.....	65
4.2.3.	Elastikiyet Modülü	67
4.2.4.	Liflere Paralel Basınç Direnci	68
4.3.	Kimyasal Özellikler.....	69
4.3.1.	pH	69
4.4.	Formaldehit Emisyonu	70
5.	SONUÇLAR.....	72
5.1.	Fiziksel Özellikler.....	72
5.1.1.	Denge Rutubeti Miktarı	72
5.1.2.	Özgül Ağırlık.....	72
5.2.	Mekanik Özellikler.....	73

5.2.1.	Kontrplaklara Ait Çekme-Makaslama Direnci.....	73
5.2.2.	Eğilme Direnci.....	73
5.2.3.	Elastikiyet Modülü	74
5.2.4.	Liflere Paralel Basınç Direnci	74
5.3.	Kimyasal Özellikler.....	74
5.3.1.	pH	74
5.4	Formaldehit Emisyonu	75
6.	ÖNERİLER	76
7.	KAYNAKLAR.....	77
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

FARKLI BÖLGELERDE YETİŞEN SAKALLI KIZILAĞAÇ (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.)' DAN ELDE EDİLEN KONTRPLAKLARIN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Hasan ÖZTÜRK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU
2012, 81 Sayfa

Bu çalışmada ülkemizde özellikle Karadeniz bölgesinde doğal bir yayılış gösteren kızılâğaç odununun ve bu odundan üretilen kontrplakların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine bölge farklılığının ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, Artvin (Arhavi), Trabzon (Akçaabat) ve Giresun (Espiyeye) bölgelerinden tomruklar alınmıştır.

Üretilen kontrplakların mekanik özelliklerinden TS EN 314-1'e göre çekme-makaslama direnci, TS EN 310'a göre eğilme direnci ve elastikiyet modülü; fiziksel özelliklerinden TS EN 323'e göre yoğunluk, TS EN 322'ye göre denge rutubeti miktarları; kimyasal özelliklerinden TAPPI t m-45'e göre pH değerleri ve formaldehit emisyonu miktarları EN 717-3'e göre belirlenmiştir. Masif kızılâğaç malzemenin mekanik özelliklerinden TS 2474'e göre eğilme direnci, TS 2478'e göre elastikiyet modülü, TS 2595'e göre liflere paralel basınç direnci; fiziksel özelliklerden denge rutubeti miktarı TS 2471'e göre, yoğunluğu ise TS 2472'ye göre yürütülmüştür.

Sonuç olarak, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinin ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Her iki tutkal türü için de Giresun/Espiyeye bölgesinden alınan 1 numaralı grup en yüksek formaldehit emisyonu değerlerini vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kızılâğaç, Kontrplak, Özgül ağırlık, Denge rutubeti, Çekme-makaslama direnci, Eğilme direnci, Elastikiyet modülü, Liflere paralel basınç direnci, Formaldehit emisyonu

Master Thesis

SUMMARY

SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PLYWOOD PANELS
MANUFACTURED FROM ALDER (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.)
Yalt.) SPECIES GROWN IN DIFFERENT REGIONS.

Hasan ÖZTÜRK

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Gürsel ÇOLAKOĞLU
2012, 81 Pages

In this study, it was researched that the effect of region difference and adhesive type on some mechanical and physical properties of alder wood and plywood panels manufactured from alder. For this reason, alder logs taken from Artvin (Arhavi), Trabzon (Akçaabat) and Giresun (Espiyeye) regions were used as tree species.

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. pH values was determined according to TAPPI t m-45. Formaldehyde emission of plywood panels was determined according to EN 717-3. Mechanical and physical properties of solid alder wood such as bending strength, modulus of elasticity, compression strength parallel to grain, equilibrium moisture content, density were conducted accordance to TS 2474, TS 2478, TS 2595, TS 2471, TS 2472, respectively.

In the result of that it was shown the shear strength of plywood panels manufactured with MUF resin were higher than those of the test panels manufactured with UF resin. Plywood panels manufactured from alder grown in Giresun/Espiyeye region (group 1) gave the best formaldehyde emission values.

Key Words: Alder, plywood, Density, Equilibrium moisture content, Shear strength, Bending strength, Modulus of elasticity, Compression strength parallel to grain, Formaldehyde emission

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kontrplaklarda tabakaların yerleşimi	4
Şekil 2. Kompozit ve kaplamalı kontrplaklar	5
Şekil 3. Kızılağaç türünün Türkiye’de ki yayılışı.....	32
Şekil 4. Üç tabakalı kontrplak levhası için çekme-makaslama direnci test örneği.....	38
Şekil 5. Eğilme direnci test düzeneği.....	40
Şekil 6. WKI - Şişe metodu deney düzeneği	43
Şekil 7. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi.....	61
Şekil 8. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi	63
Şekil 9. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün çekme-makaslama direnci üzerine etkisi	64
Şekil 10. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi.....	66
Şekil 11. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi	67
Şekil 12. Bölge, yer, mevkinin masif kızılağacın liflere paralel basınç direnci üzerine etkisi.....	68
Şekil 13. Kaplamalara ait pH değerleri.....	69
Şekil 14. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün formaldehit emisyonu üzerine etkisi.....	70

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Kaplamanın bazı kullanım yerlerine göre tavsiye edilen özgül ağırlık değerleri.....	7
Tablo 2. Yaygın kullanılan reçine türleri, karakteristikleri ve kullanım alanları.....	21
Tablo 3. Giresun, Artvin ve Trabzon' dan alınan deneme ağaçlarına, ait tanıtıcı bilgiler.....	35
Tablo 4. Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarına denge rutubeti miktarı ortalama değerleri	44
Tablo 5. Bölge, yer, mevkii farklılığının ve tutkal türünün kontrplakların denge rutubetine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	45
Tablo 6. Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	45
Tablo 7. Kızılağaç odununun denge rutubetine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	46
Tablo 8. Kızılağaç odununun denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	46
Tablo 9. Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri.....	47
Tablo 10. Bölge, yer, mevkii farklılığının ve tutkal türünün kontrplakların özgül ağırlığa etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	48
Tablo 11. Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	48
Tablo 12. Kızılağaç odununun özgül ağırlığına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	49
Tablo 13. Kızılağaç odununun özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	49
Tablo 14. Kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri	50
Tablo 15. Kontrplaklarda bölge farklılığının ve tutkal türünün çekme makaslama direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	51
Tablo 16. Kontrplakların çekme makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	51
Tablo 17. Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarının eğilme direnci ortalama değerleri	52
Tablo 18. Kontrplaklarda bölge farklılığının ve tutkal türünün eğilme direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	53

Tablo 19.	Kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	53
Tablo 20.	Kızılağaç odununun eğilme direncine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	54
Tablo 21.	Kızılağaç odununun eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	54
Tablo 22.	Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarına ait elastikiyet modülü ortalama değerleri	55
Tablo 23.	Kontrplaklarda bölge farklılığının ve tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	56
Tablo 24.	Kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	56
Tablo 25.	Kızılağaç odununun elastikiyet modülüne ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	57
Tablo 26.	Kızılağaç odununun elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	57
Tablo 27.	Kızılağaç odununun liflere paralel basınç direncinin ortalama değerleri.....	58
Tablo 28.	Kızılağaç odununun liflere paralel basınç direncine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 29.	Kızılağaç liflere paralel basınç direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	59
Tablo 30.	Kaplamaların pH değerleri	59
Tablo 31.	Deneme levhalarından ayrılan formaldehit miktarları	60

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyadaki gelişmelere bağlı olarak sanayi odunu talebi her geçen gün artarken orman alanlarındaki azalma odun işleyen sanayileri yeni hammadde arayışlarına yöneltmektedir (Demirkır, 2012). Ülkemizde orman ürünlerine olan talebi ormanlarımızın mevcut durumu, gerek miktar gerekse tür ve kalite yönünden karşılayamamaktadır. Odun hammaddesi açığının giderek büyümesi, koşulların gerektirdiği şekilde odun üretimini arttırmak, değişik ağaç türleriyle endüstriyel ağaçlandırmalar yapmak ve mevcut orman varlığını rasyonel bir şekilde kullanmakla önlenabilir. Bu açığın kapanmasında asli ağaç türleri yanında tali ağaç türlerinden de gerektiği şekilde yararlanmak yoluna gidilebilir (Ay, 1998).

Üstün direnç özellikleri, işlenme kolaylığı, işlenme maliyetinin düşük olması ve estetik oluşu nedeniyle odun gerek yapı malzemesi olarak, gerekse mobilya üretimi ve binaların iç döşemelerinde dekoratif amaçlarla uzun yıllardan beri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Çolak vd., 2002). Bir kısım kullanım yerlerinde masif odun yerine değerlendirilebilecek çelik, plastik ve beton gibi alternatif malzemeler olmasına rağmen, her zaman doğal bir mühendislik malzemesi olarak odunun bu malzemelere karşı üstünlüğü günümüzde de geçerliliğini korumaktadır. Ancak orman kaynaklarının gün geçtikçe azalması nedeniyle, odun işleyen endüstriler için uygun özelliklerde ve yeterli miktarda hammadde temininde sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu nedenle, hammadde olarak odunun ve bundan üretilen ağaç malzemelerin korunması yanında, masif odun yerine küçük boyutlu odun örneklerinden ya da ahşap kaplamalardan üretilen yapı malzemelerinin kullanımı artmıştır (Çolakoğlu vd., 2002).

Kontrplak, yongalevha, liflevha gibi odun esaslı kompozit levha ürünlerinin ortaya çıkış sebebi, masif ağaç malzemenin bazı özelliklerinin iyileştirilmesi, daha büyük boyutlu ve homojen yapıya sahip malzemelerin elde edilmesi isteğidir (Bozkurt ve Göker, 1981). Kontrplaklar teknik, mukavemet ve dekoratif özellikleri göz önüne alındığında ahşap levhalar içinde lider konumunu geçmişten günümüze sürdürmektedir. Kontrplağın masif oduna ve diğer ahşap levhalara göre avantajları; fiziksel direnç özellikleri, diğer geniş yüzeyli ahşap levhalara oranla çok daha iyidir, olumsuz hava koşullarına, asitlere, bazlara karşı dayanımı iyidir, yapışma direnci çok yüksektir, kalıplık amaçla inşaatlarda kullanılan

kontrplaklar kalıp alma, tekrar sayısı bakımından, tahta, OSB gibi levhalara kıyasla çok daha fazla kullanılırlar, levha yüzeyi görünümü bakımından diğer ahşap levhalara kıyasla doğal görünümünü korur, 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 malzemedenden çok daha azdır (Çolakoğlu, 2004).

Kontrplağın teknolojik özellikleri üzerinde etkili olan en önemli faktör, üretim sürecinde kullanılan ağaç türü olup bir çok ağaç türü bu amaçla değerlendirilmektedir (Toksoy vd., 2006). Ayrıca aynı ağaç türlerinden, hatta aynı ağacın çeşitli yerlerinden alınan odun örnekleri karşılaştırıldığında bunların anatomik yapı, fiziksel karakteristikler ve kimyasal yapı bakımından farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Ağaç malzemenin belli bir maksat için uygunluğunu veya kalitesini belirleyen kriterler, bu malzemenin anatomik yapısını ve buna bağlı olarak fiziksel özelliklerini etkileyen faktörlerden biri, yada birkaçının değişmesi ile etkilenmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2000). Örneğin, aynı ağaç türleri arasında yoğunluk farklılıkları olabilmekte, yoğunlukta odunun ve dolayısıyla ondan üretilen kompozit malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır.

Bununla birlikte, ağaç türünün seçimi genel, yapısal ve dekoratif kontrplak üretimi için son derece önemli olmaktadır. Ayrıca kontrplak üretiminde en yaygın problemlerinden biri yeterli ve uygun nitelikteki hammadde teminidir. Çünkü, kontrplak üretimi için kullanılacak tomrukların, diğer odun işleme endüstrilerinde kullanılan tomruklardan daha kusursuz ve daha geniş çapta olmaları gerekir. Kontrplak üretiminde kullanılan tomrukların çaplarının en az 35 cm olması gereklidir. Örneğin, Türkiye ve Avrupa’da kontrplak üretimi için kullanılan en önemli ağaç türlerinden biri olan kayının bu çapa ulaşması için geçen süre 120 yıl iken kızılâğaçlar için bu süre 60 yıldır (Toksoy vd., 2006). Bu nedenlerden dolayı kontrplak üretiminde hızlı gelişen türlere yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır.

Araştırmaya konu olan Kızılâğaçlar (*Alnus Mill.*) Türkiye’de geniş alanlara yayılmış, suyun ve nemin bulunduğu yerlerde, saf meşçereler oluşturmuş, yerine göre son derece hızlı büyüyen ve iyi gövde yapısıyla, ekonomiye katkısı olabilecek ağaçlardandır (Merev., 1983). Türkiye’de geniş alanlara yayılmış Kızılâğaç, ülkemiz ormanlarının yaklaşık olarak %1’ini oluşturmaktadır (Saraçoğlu., 1988). Sakallı Kızılâğaç [*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.], Doğu Karadeniz Bölgesin’de Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.], Doğu Karadeniz Gökmarı [*Abies nordmanniana* (Stev.) Matt.], Sarıçam [*Pinus sylvestris* (L.)] ve Doğu Kayını [*Fagus orientalis* Lipsky] türlerinden sonra yayılış bakımından önemli bir yer

tutmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997). Kızılağacın Giresun, Trabzon, Artvin Orman Bölge Müdürlükleri'nde 43.853 hektar saf ve 63.894 hektar karışık bükler halinde yayıldığı bildirilmektedir (Saraçoğlu., 1988).

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaygın ağaç türlerinden biri olan Sakallı Kızılağaç [*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.] odununun özellikleri ve bu ağaç kullanılarak elde edilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine bölge farklılığının ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkilerinin araştırılmasıdır.

1.2. Kaplamanın Tanımı

TS 2128'e göre kaplama odundan soyularak, kesilerek veya biçilerek elde edilen en çok 7 mm kalınlığındaki ince levhalardır (TS 2128, 1988).

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).

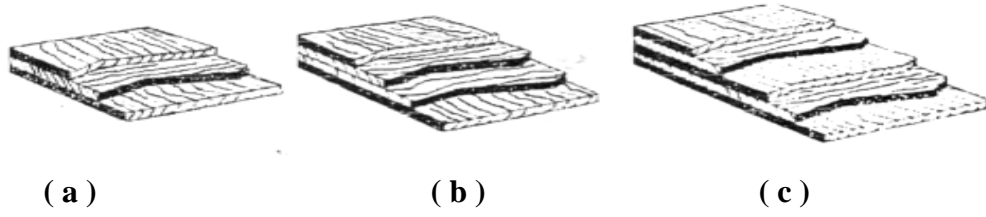
TS 2128'e göre kontrplak; ardışık gelen tabakaların lif doğrultuları birbirine dik olacak şekilde yapıştırılmış, göbeğin her iki tarafında yer alan iç ve dış tabakalar genellikle birbirine simetrik olan bir levha olarak tanımlanmaktadır (TS 2128, 1988).

DIN 68708'e göre ise Kontrplak, lif yönleri birbirine dik olacak şekilde yerleştirilmiş en az üç adet yapıştırılmış tabakadan oluşan dış ve iç tabakaları öz veya orta tabakanın her iki tarafına simetrik olarak tesbit edilmiş levha olarak ifade edilmektedir (DIN 68708, 1976).

Amerikan standardı ASTM D-907'ye göre odun kaplama genellikle 0,254–6,35 mm arasında kalınlıklara sahip ve odun lif yönü yüzeye paralel olan bir levha olarak tarif

edilmektedir. Aynı standartta, kontrplak; ince levhaların üst üste ve lif yönleri birbiriyle 90^0 açı yapacak şekilde yapıştırılmış odun levhaları olarak belirtilmektedir. Genel olarak kontrplak katları 3, 5, 7 gibi tek sayıdadır (ASTM D-907, 1982).

1982 yılında, orta tabakaları birbirine paralel yapıştırılmış iki kaplama levhasından oluşan kontrplakların üretimine başlanmasından sonra literatürde; kontrplağın herbir tabakası tek bir tabakadan oluşabileceği gibi, iki veya daha çok kaplama levhalarının birbirine paralel yapıştırılması ile teşkil edilebileceği bildirilmektedir (Sellers, 1985).



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

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

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

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, 1998) e göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

1. Genel görünüşlerine göre;

1.1. Yapılarına göre;

- a) Kaplamalardan yapılmış kontrplak (bütün katları kaplama olan kontrplak).
- b) Odun özlü kontrplak (kontrtabla).

b.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 kontrtbla).

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

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

1.2. Şekil ve formuna göre;

a) Düz

b) Şekillendirilmiş

2. Başlıca özelliklerine göre;

2.1. Dayanıklılıklarına göre;

a) Kuru ortamlarda kullanım için

b) Rutubetli ortamda kullanım için

c) Dış ortamda kullanım için

2.2. Mekanik özelliklerine göre

2.3. Yüzey görünüşüne göre

2.4. Yüzey durumlarına göre;

a) Zımparalanmamış

b) Zımparalanmış

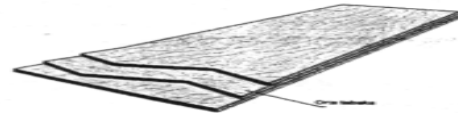
c) Boyanmış

d) Yüzeyi kaplanmış (dekoratif kaplama, film, emprenye edilmiş kâğıt...).

3. Kullanıcının ihtiyacına göre;



a) Kompozit (karma)



b) Kaplamalı kontrplak

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

1.4. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

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, kıızılağaç ve kiraz olarak belirtilmektedir. Ancak günümüzde bu türlerin çok az kısmından kaplama üretimi yapılmaktadır. Son yıllarda A.B.D’ de ladin, göknar, duglas göknarı gibi yumuşak ağaç türlerinden elde edilen kontrplaklardan özellikle yapı kontrplağı olarak yüksek miktarda bir üretim yapılmasına rağmen ülkemizde yumuşak ağaç hammadde olarak kontrplak sektöründe yeterince değerlendirilememektedir (Çolakoğlu, 2004).

Ülkemizde kontrplak üretiminde; kayın, kıızılağaç, kavak 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. Kaplama Üretimine Etki Eden Odun Özellikleri

1.4.1.1. Ağaç Türü

Kontrplağın teknolojik özellikleri üzerine etkili olan en önemli faktör üretiminde kullanılan ağaç türüdür. Bir çok ağaç türü kontrplak üretiminde değerlendirilebilmektedir. Ancak genel dekoratif yada yapı maksatlı kullanılacak kontrplak üretiminde ağaç türünün seçimi önemli bulunmaktadır. Ülkemizde genel amaçlı kontrplakların üretiminde okume, kayın ve melez kavak türleri daha çok kullanılmaktadır (Örs vd., 2002).

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

yapraklı ağaç kaplamalarına göre daha az zararlı çatlaklar oluşur. Bu nedenlerle yapraklı ağaç odunları kaplama üretiminde daha uygundur (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.2. Özgül Ağırlık

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

Kaplamanın kullanım amacına göre üretildiği odunun özgül ağırlığı da önemlidir. Kaplamanın kullanım yerine göre tavsiye edilen odun özgül ağırlık değerleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Çolakoğlu, 2004).

Tablo 1. Kaplamanın bazı kullanım yerlerine göre tavsiye edilen özgül ağırlık değerleri (Çolakoğlu, 2004).

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

1.4.1.3. Odun Rutubeti

Genellikle kaplama üretiminin ağaçların kesiminden hemen sonra yapılması tavsiye edilmektedir. Aşırı yüksek olmamak şartıyla lif doygunluğu noktası üzerindeki odun rutubeti kaplama kesmek için uygundur. Bu rutubet şartlarında odun, kuru odundan daha elastiktir. %50-60 arasındaki doğal, yeknesak rutubete sahip odunlardan kaliteli kaplama kesilebilir (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.4. Büyüme Hızı

Büyüme hızı ağacın anatomik yapısını etkiler, anatomik yapıda o ağaç türünün homojen bir yapıda olup olmadığını gösterir. Homojen yapıdaki odunlardan kaplamanın

kesilmesi, kurutulması, işlenmesi daha kolaydır. Büyüme hızının azalmasıyla ilkbahar odunu ve yaz odunu arasındaki özgül ağırlık farkı azalır, homojenlik artar ve dolayısıyla kaplama üretimine daha uygun olur. Yavaş büyüyen, dar yıllık halkalı türler daha uygundur (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.5. Reçine

Kaplama kesmede reçine güçlük çıkarır. Kaplama makinesinin basınç levhası ve bıçağı üzerinde toplanabilir, ayrıca donmuş ve katılaşmış reçineler bıçağın körelmesine sebep olur. Reçineli ağaçlardan yapılan kaplamalarda zamanla lekelenmeler görülebilir (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.6. Permeabilite

Kaplamanın kesilmesi, kurutulması ve tutkalanması üzerine önemli etkisi vardır. Permeabil olan ağaç türleri kaplama üretimi için daha uygundur. Kesme ve soyma esnasında suyun çıkışı kolay olacağından yüzeylerde kopma oluşmadan kaplama kolayca kesilebilecektir. Permeabil odun kaplamalarından kontrplak üretiminde sıcak presleme esnasında suyun kolayca buharlaşarak uzaklaşması sağlanır. Bu durumda üretilecek kontrplağın tutkal bağlarının zayıflaması da önlenmiş olur (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.7. Lif Düzensizliği

Kaplama üretimi için liflerin düzgün olması arzu edilir. Bazı durumlarda belli bir şekilde lif düzensizliği de estetik bakımından istenebilir lif yönündeki sapmalar ışık kırılmasına etkileyeceğinden yüzeyin daha güzel görünmesini sağlar (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.8. Daralma

Kaplama üretilecek tüm odunlarda düşük daralma oranları arzu edilir. Aşırı daralma, tutkal tabakalarında iç gerilimin oluşmasına ve dış tabakanın çatlamasına sebep olur (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.9. Polifenoller-Renk

Polifenoller oduna renk verirler. Odunu rengi güzelleştikçe kaplamanın da değeri artar. Açık renkli kaplamalar boya ve baskı için idealdir. Polifenollerin birçoğu sıcak ve rutubetli ortamda demir ve çelikle siyah-mavi bir renk oluşturur. Bu tür lekelenmeler özellikle meşede görülmektedir (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.10. Vaks

Yağlama özelliğinden dolayı vaks, kaplama kesimini kolaylaştırır ve yüzeyin düzgün olmasını sağlar. Bunun yanında vaks, yüzey işlemlerini ve yapışmayı zorlaştırır (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.11. Paraşim Hücreleri

Paraşim hücreleri ince çeperli olup, ağaçta gıda maddelerini depo görevini yerine getirirler. Diğer hücrelerden daha zayıf yapıda olduklarından, geniş ve uzun paraşim şeritleri odun direncinin düşmesine neden olur. Paraşim hücrelerinden oluşan öz ışınları kaplamanın kesilmesinde yüzeyin hatalı olmasına neden olabilirler. Şayet bıçağın hareket yönü öz ışınlarıyla aynı doğrultuda ise kaplama yüzeyi düzgündür. Aksi takdirde kaplama yüzeyi kabadır. İlk durumda ise öz ışınları çekmeye maruz kalır ve dirençleri çok az olduğu için kesilmeden önce koparlar (Çolakoğlu, 2004).

1.4.1.12. Mekanik Dirençler

Kaplama üretiminde kullanılacak odunlarda, liflere dik yöndeki çekme direncinin yeterli olması gerekir (Çolakoğlu, 2004).

1.4.2. Kaplamalık 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

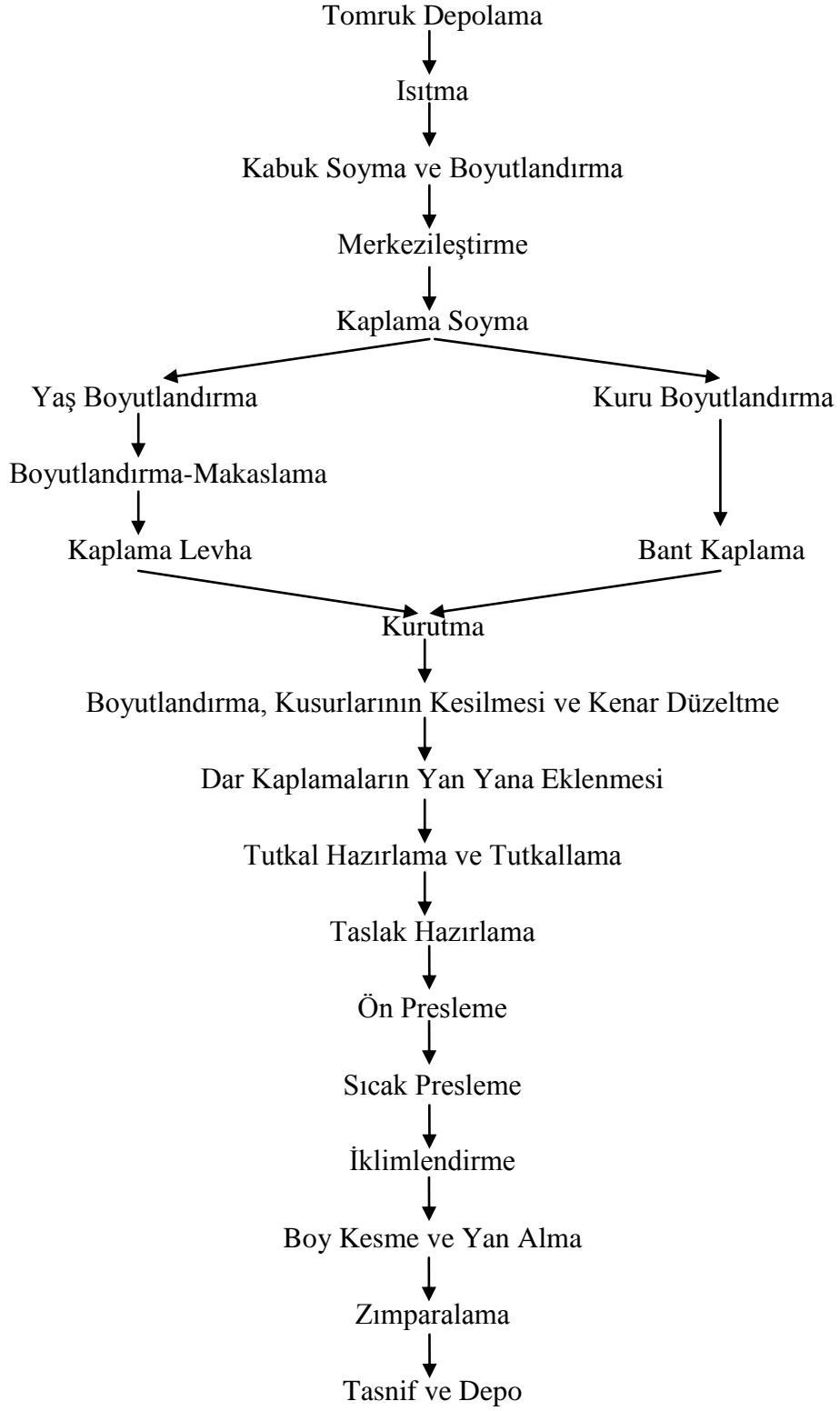
e.Budak, çürük ve renk bozukluğu bulunmamalı

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 Üretim Teknolojisi



1.5.1. Kaplamalık Tomrukların Depolanması

Depolama şartlarının uygun olması durumunda tomruk özelliklerini uzun bir süre muhafaza edebilir. Uygun olmayan depolama şartlarında, tomruklarda; bakteri sadırılarında dolayı porozite artması, hoş olmayan koku oluşumu, donmadan dolayı lif ayrılması ve çatlama, böcek saldırısı, çürüme, oksidasyon ve mavi renk oluşumu, aşırı kurumadan dolayı oluşan çatlaklar ve diğer zararlar görülebilir (Çolakoğlu, 2004).

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 ve Göker 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).

1.5.2. Tomrukların Soyma İşlemine Hazırlanması

Üretime başlanmadan tomrukların soyma işlemine hazırlanması için hatalı kısımlarının uzaklaştırılması, yabancı maddelerden temizlenmesi, soyma makineleri için uygun uzunlukta kesilmesi, buharlanması veya sıcak suda ısıtılması gibi bazı ön işlemlerin uygulanması gerekir. Isıtma işlemi ülkemizde su buharı ile yapılmaktadır. Buharlama işleminin amacı; önce odunu yumuşatmak, soyucu ve kesici aletlerle kolayca işlenebilecek bir hale getirmek, kontrplağı oluşturan levhaların bir biri üzerine uygunluğunu temin için eğilme kabileyini arttırmak, tomruk yüzeyindeki toprak ve yabancı maddeleri yıkamak ve kabuğu yumuşatarak kolayca soyulmasını sağlamaktır (Bozkurt ve Göker 1986).

Ağaç cinslerinin büyük bir kısmı kaplama üretiminden önce ya su ile veya buharla ısıtılır. Bu işlemde sıcaklığın artması rutubetin artmasından daha önemlidir. Buharlama sırasında pektinin ve ligninin bir kısmı çözülür. Orta lameldeki bağlayıcı maddenin

çözülmesi dokuları gevşetir. Böylece odun soyma ve kesme için daha uygun duruma gelir ve üretilen levhaların yüzeyleri düzgün olur (Çolakoğlu, 2004).

Buharlama, buhar mahzenlerinde direkt ve endirekt ısıtma ile yapılır. Koruyucu ve homojen buharlama için endirekt buharlama daha uygundur. Buharlama yapılabilmesi için tomruk rutubeti % 50'den fazla olmalıdır (Çolakoğlu, 2004).

Tomruklar buharlandıktan sonra, makine bıçaklarının zarar görmesini önlemek amacıyla temizleme makinalarından geçirilerek kabuk, iç kabuk ve kirlere arındırılır (Bozkurt ve Göker 1986).

1.5.3. Kabuk Soyma

Kabuğu uzaklaştırılmamış tomruklardan kaplama soyulmamalıdır. Aksi halde makine bıçağı zarar görür. Kabuk, bıçak ve basınç latası arasına sıkışarak çalışmayı engeller.

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

1.5.3.1. 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).

1.5.3.2. Ağaç Türü

Çeşitli odun örneklerinin odun-kabuk bağı dirençleri farklılık gösterir. Sonbaharda kesilmiş tomruklarda yapılan bir çalışmada titrek kavağın odun-kabuk bağı kırmızı ladinin (*Picea rubra*) kinden % 40 daha kuvvetli olduğu bulunmuştur. Çam gibi yumuşak ağaçların kabukları *carya* gibi sert ağaçlarından daha kolay soyulur (Çolakoğlu, 2004).

Makine ile soymada kabukları kolay soyulan ağaç cinsleri; kızılâğaç, titrek kavak, göknar, çam, ladin, manolya, duglas, Amerikan lale ağacı (*Iriodendron tulipifera*). Orta derecede zor soyulanlar; dişbudak, huş, karaağaç, okalıptus, karakavak, akçaağaç, meşe, teak, tsuga ve cevizdir. Zor soyulanlar; ihlamur, *carya*, servi, ardıç ve melezdır (Çolakoğlu, 2004).

1.5.3.3. Kabuk Soyma Makine ve Aletleri

Kaplamalık tomrukların fabrikada kabuklarının soyulmasında, küçük ölçekli işletmelerde, kabuk soyma demiri veya balta kullanılır. Kapasitesi yüksek modern işletmelerde daha çok freze bıçaklarıyla donatılmış kesici bir kafaya sahip kabuk soyma makineleriyle, dönen bir halka içine monte edilmiş kazıyıcı bıçaklara sahip kabuk soyucular bulunmaktadır (Çolakoğlu, 2004).

1.5.4. Soyma Yöntemiyle Kaplama Üretimi

Günümüzde üretilen kaplamaların % 85-95'i soyma suretiyle elde edilmekte olup, çoğunlukla kontrplak yapımında kullanılmakta ve modern kontrplak endüstrisinin esasını teşkil etmektedir. Soyma kaplamanın amacı, sonsuz bir bant halinde her iki yüzü düzgün kaplama levhası elde etmektir (Çolakoğlu, 2004).

Soyma makineleri; temel levhası, ayak, kızak, kavrama kolları ve başlığı ile tahrik mekanizmasından oluşur. Kavrama kolları kavrama başlığı ile birlikte tomruğu her iki ucundaki merkezden kavrar ve ekseni etrafında döndürür. Bıçak ve basınç levhası veya makine silindirlerinden oluşan makine kızıağı sürekli olarak tomruğa doğru ilerler. Ayna mesafesine kadar işlem devam eder ve ardından merkezde kalan küçük çaplı tomruk artık olarak atılır (Çolak, 2002).

Kontrplagın özelliklerini büyük ölçüde üretildiği kaplamanın kalitesi etkiler. Kaplama kalitesi ise ağaç türüne, bunun soymaya hazırlanışına, soyma makinesi ve ayarlarına bağlıdır. Özellikle soyma makinesinin bıçak ve basınç levhasının ayarı (açı ve açıklıklar) kaplama kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Özen, 1981).

1.5.5. Kaplamaların Taşınması

Sonsuz bant halindeki soyma kaplamalar, bantlı ve sargı sistemleriyle taşınmaktadır. Bantlı taşıma sistemlerinde; soyma makinesinden alınan sonsuz bant halindeki kaplama bir salınım bandı yardımıyla kat şeklinde üst üste yerleştirilmiş transport bantları üstüne aktarılır. Transport bantlarının üzerleri dolduğunda fotosel veya mekanik bir şekilde harekete geçen bir sistemle kaplama gelişi durdurulur ve aktarma işlemi bir diğer kata verilir. Katların doldurma mekanizması doğru akım motoru ile hareket ettirilir. Katların boşaltılması ve kaplamanın makasa verilmesi makas bandı tarafından sağlanır (Çolakoğlu, 2004).

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).

1.5.6. Kaplamaların Boyutlandırılması

Soyulan kaplamalar; kurutma öncesinde veya kurutma sonrasında olmak üzere iki şekilde boyutlandırılmaktadır. Kurutma öncesinde gerçekleşen yaş boyutlandırma uygulamasında kaplama bandı öngörülen uzunlukta bölünürken diğer taraftan hataları kesilip çıkarılmaktadır. Kaplama levhalarını düzeltmek, kusurlardan temizlemek ve boyutlandırmak maksadıyla 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 (Çolakoğlu, 2004).

1.5.7. Kaplamaların Kurutulması

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 endirekt olarak uygulanandır (Çolakoğlu, 2004).

Tabakalı ağaç malzeme üretiminde tutkallama sonucu yeterli yapışma direnci sağlayabilmeleri için, tutkal türüne göre, belli bir rutubete kadar (% 4-12) kurutulmaları gerekir. Geliştirilmiş kurutma makinelerinde suni olarak kısa süreler içinde kaplamalar kurutulurlar. Kesme kaplamalar için genellikle % 8-12, kontrplak üretiminde kullanılacak soyma kaplamalar için ise yapıştırıcı cinsine göre % 4-8 rutubete kadar kurutulma yapılmalıdır (Çolakoğlu, 2004).

1.5.7.1. Soyma Kaplamaların Kurutulması

Yaş boyutlandırma sistemine göre çalışan fabrikalarda, boyutlandırılmış levhalar bir istif arabası üzerine yığılarak kurutma makinesinin önüne taşınmaktadır. Silindir transportörlü makinelerde levhalar, lifleri silindir eksenlerine dik gelecek şekilde yani boyuna olarak verilmektedir. Silindir transportörlü kurutma makinelerinde levhaların ileri doğru hareket edebilmesi için, kurutma makinesi boyuna yönünde silindir çiftleri arasındaki mesafe ve buna bağlı olarak kaplama levhası uzunluğu önemlidir. Esas olarak 1 mm'den daha kalın levhalar silindirli kurutma makinelerinde kurutulmaktadır. Fakat uygun koşullar altında 0.8-0.9 mm kalınlıktaki kaplama levhalarının da kurutulması mümkündür. Daha ince levhalar ise kesme kaplama levhaları gibi bantlı kurutma makinelerinde kurutulmaktadır (Kantay, 1982).

1.5.8. Dar Soyma Levhalarının Kenarlarının Düzeltilerek Yanyana Eklenmesi

Geniş ve çok tabakalı kontrplakların üretiminde soyma suretiyle elde edilen dar kaplama levhaları birbirine eklenerek arzu edilen ölçülere getirilir. Ekonomik bakımdan da çok önemli olan bu işlem kağıt şeritler, iplik halindeki tutkal veya şerit kullanmayan kenar yapıştırma makineleriyle gerçekleştirilir (Demirkır, 2006).

1.5.9. 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 ve Göker, 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 ve Göker, 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 latasıyla 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).

1.5.10. Kontrplak Taslağının Hazırlanması

Tutkallama makinesinden çıkan kaplama levhaları lifleri birbirine dik gelecek şekilde üretilecek tabaka sayısına göre tek sayıda olmak üzere üst üste yerleştirilirler. Bu işlem otomatik veya manuel yapılır (Çolakoğlu, 2004).

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).

1.5.11. Kontrplak Levhaların Preslenmesi

Levhaların preslenmesindeki amaç; üst üste dizilmiş olan levhaların yüzeylerinin tam olarak temas etmesini sağlamaktır. Presleme ön pres ve sıcak pres olmak üzere iki aşamada yapılmaktadır. Tek katlı ve çok katlı presler bulunmakta, ancak kontrplak üretimi için çok katlı presler tercih edilmektedir.

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

Sıcak presleme ile tam olarak yapışma sağlanır. Sıcak preslerde ısı, elektrik, yüksek frekans, buhar ve yağ ile sağlanmaktadır. Pres basıncı, ağaç türüne, özgül ağırlığına, elastikiyet ve sertliğine üst yüzeylerin özelliğine ve iç tabakanın yapısına bağlıdır. Genellikle yumuşak ağaçlar için 8-12 kg/cm², sert ağaçlar için ise 12-18 kg/cm² olarak uygulanmaktadır. Pres sıcaklığı ise, tutkalın cinsine ve karışımı oluşturan diğer ilave maddelerin tür ve miktarına göre değişim göstermektedir. Üre formaldehit için 90-120 °C sıcaklıkta sertleşme gerçekleşir. Pres süresi, tutkalın presteki sertleşme süresi ve uygulanan sıcaklığın orta tabakaya ulaşma zamanının toplamı kadardır. Pratikte her 1 mm levha kalınlığı için 1 dk pres süresi yeterli görülmektedir (Çolakoğlu, 2004).

1.5.12. 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).

1.5.13. 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.

1.5.14. 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).

1.6. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Tutkallar

Önceleri kontrplak üretiminde kullanılan; hayvansal ve bitkisel esaslı tutkallar 1930'lu yılların ortalarına doğru yerini petrol veya kömür katranı esaslı sentetik tutkallara bırakmıştır (Baldwin, 1995; Seller vd., 1988).

Günümüzde tabakalı ağaç malzeme üretiminde değerlendirilen yapıştırıcılar sentetik reçineler olarak isimlendirilen tutkallardır (Çolakoğlu, 2004).

Sentetik reçineler, fiziksel özellikler açısından doğal reçinelere benzeyen yapay polimerlerdir. Bu reçinelerin suya karşı dayanımları doğal tutkallara göre daha yüksektir. Sentetik reçineler, termosetting (sıcaklıkta sertleşen) ve termoplastik (sıcaklıkta yumuşayan) reçineler olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır. Üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit, resorsin formaldehit ve fenol-resorsin formaldehit bu gruba dahil olan yapıştırıcılardır (Excelman, 2000).

Reçine türü, karakteristik özellikleri ve kullanım alanları Tablo 2’de verilmistir (Baldwin, 1995; Seller vd., 1988).

Tablo 2. 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.

1.6.1. Üre Formaldehit Tutkalı

Üre formaldehit (ÜF) reçineleri, dünyada ağaç malzemenin yapıştırılmasında en yaygın olarak kullanılan yapıştırıcılardır (Jank, 1997; Pizzi 1994; Dunky 1998). ÜF reçineleri, üre ve formaldehit arasındaki reaksiyonun polimerik kondenzasyon ürünleridir. Üre, formaldehit ile reaksiyona girer ve bu reaksiyon sonucunda metilol bileşikleri gibi yan ürünler oluşur. Bu reaksiyondan başka suyunda uzaklaşması ile hala çözücü özelliğe sahip düşük molekül ağırlığındaki kondensatların ilave olarak yoğunlaşması ile çözünmeyen ve birleşmeyen daha yüksek molekül ağırlığındaki ürünlerin oluşumuna yol açarlar (Pizzi, 1983).

Dunky'e (1998) göre, Üre formaldehit reçineleri, doğrusal ve dallanmış oligomerik ve polimerik moleküllerden oluşmaktadır. Tepkimeye girmemiş üre, çoğunlukla depolama sırasında daha iyi stabilite sağlamada faydalıdır. Serbest formaldehitin varlığı sertleşme reaksiyonunun gerçekleşmesi için gereklidir. Ancak presleme esnasında ve sonrasında formaldehit ayrışmasına neden olmaktadır (Tan, 2011).

Üre ve formaldehit arasındaki reaksiyon iki aşamadan meydana gelir. Birincisi mono-di- ve tri-metilolüre formlarının oluştuğu alkali kondenzasyonudur. İkinci aşama tri-metilolürenin asit kondenzasyonudur. Birinci aşamadaki ürünler çözünür ve sonra çözünmeyen çapraz bağlı reçineler oluşur. Oda sıcaklığındaki alkali ortamda üre ve formaldehitin reaksiyonu tri-metilolürenin oluşumuna neden olur. Asidik ortamda, üre ve formaldehitin veya metilolürenin sulu çözeltisinde düşük molekül ağırlığındaki metilen üreler çözünürler (Pizzi, 1983). Bu aşamalar, metilol uç gruplarını içerirler ve bazen reaksiyonun devam etmesi ile de reçinenin sertleşmesini mümkün kılmaktadırlar. Mono-metilolüreler asit katalizleri yardımıyla kopolimerize olarak polimerler üretirler ve sonra çok fazla dallanır ve kuruma ile de bağlar oluştururlar.

Dunky'e (1998) göre, ÜF polimeri, asidik kondenzasyon adımlarıyla oluşur. Sistem içinde mevcut olan metilol, üre ve serbest formaldehit, orta ve hatta yüksek molekül ağırlığına sahip doğrusal ve kısmen dallanmış moleküller oluşturacak şekilde reaksiyona girer. Üre molekülleri arasındaki bağın tipi, uygulanan koşullara bağlıdır. Düşük sıcaklık ve zayıf alkali pH metilen eter köprülerin (-CH₂-O-CH₂-) oluşumunu sağlarken, yüksek sıcaklık ve düşük pH daha kararlı metilen köprülerini (-CH₂-) oluşturur. Eter köprülerini formaldehit'in kopmasıyla metilen köprülerine dönüşebilir. Bir eter köprüsü, iki formaldehit

molekölü gerektirir ve bu, metilen köprüleri kadar kararlı değildir. Bu nedenle düşük formaldehit emisyonu için reçine içindeki bu tip bağlardan kaçınmak gerekir (Tan, 2011).

Üre ve formaldehit arasındaki reaksiyon hızı ve seyri, çeşitli kondenzasyon kademelerindeki pH değeri, üre ve formaldehit mol oranı, kondenzasyon arasında çeşitli bileşenlerin konsantrasyonu, kondenzasyon süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenir. Bu faktörler tutkalın moleköl ağırlığının artış oranını etkilemektedir. Böylelikle reaksiyon ürünlerinin karakteristikleri ile düşük ve yüksek kondenzasyon aşamaları mukayese edildiğinde özellikle çözünürlük, viskozite, su retensiyonu ve tutkalın sertleşme oranı önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Pizzi, 1994).

ÜF reçineleri normalde sıvı halde satılırlar, toz haldeki sertleştiricinin ilave edilmesiyle sıvı tutkalın sertleşmesi sağlanır. Tutkalın sertleşmesi reçine ve sertleştirici karıştırıldığında başlar. Sertleşme reaksiyonunun hızı ısı ile artar. Normal oda sıcaklığında tutkalın sertleşmesi için birkaç saat gerekirken, 80°C'de birkaç dakika ve 125°C'de 1 dakikadan daha az bir zaman gerekmektedir. Bazı ÜF tutkalları reçine ve sertleştiriciyi birlikte içeren toz halinde de satılmakta olup, su ilavesiyle reaksiyon başlatılabilmektedir (Demirkır, 2006).

Sıcak presleme sırasında polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonları tamamlanmaktadır. Asidik koşullarda sertleşen bir tutkal türü olan üre formaldehit için en iyi sertleşme 120°C sıcaklık ve pH: 3-4 civarında gerçekleşmektedir (Demirkır, 2006).

Üre formaldehit tutkalının avantajları aşağıda açıklanmıştır (Demirkır, 2006; Marutzky, 1989).

1. Lignoselülozik malzemelerle mükemmel bir yapışma özelliğine sahiptir.
2. Kendine özgü mükemmel bir kohezyon (bağlanma) özelliği vardır.
3. Hazırlaması ve uygulaması kolaydır.
4. Son üründe renk göstermez.
5. Kokusuzdur.
6. Tutuşmaz.
7. Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
8. Fiyatı ucuzdur.

Üre formaldehit tutkalının bu avantajları yanında başlıca iki dezavantajı bulunmaktadır. İlki hava ve suya karşı direnç gösterememesidir. Bu nedenle ÜF tutkalları yalnızca kapalı alanlarda kullanılmalıdır. Diğer bir dezavantajı ise formaldehit emisyonu ile etrafındakileri etkilemesidir. Bu iki dezavantaj onların kimyasal bağ yapılarından ve

reçinenin yapısal karakteristiklerinin bir parçasından gelen kendisine has özellikleridir (Marutzky, 1989).

Formaldehit emisyonunun en alt seviyede olmasını isteyen birçok ülke tanıtımlar yardımıyla bunun ülkelerine girmesini engelleyerek, bir kaç yıl içinde üreticileri özellikle formaldehit emisyonu sürekli olarak azalan ÜF reçineleri üretmeye zorlamıştır. Başta Almanya olmak üzere çoğu ülkelerde katı düzenlemelerin getirilmesi ÜF tutkal reçinelerinin ve düşük emisyon sistemlerinin tanınmasına, E1 sınıfı ürünlerin üretilmesine kısa sürede formaldehit denge konsantrasyonu 0,06-0,1 ppm veya daha düşük tutkalların üretilmesine, 100 gr levhadaki formaldehitin perforatör test değerlerinin 6-10 mg veya daha aşağıya inmesine neden olmuştur (Deppe, 1982; Marutzky, 1989).

1.6.2. Fenol Formaldehit Tutkalı

Fenol formaldehit (FF) reçineleri, endüstriyel olarak bir katalizörün varlığında fenol ve formaldehitin reaksiyonu ile üretilmektedir. FF reçineleri genel olarak, kullanılan katalizörün türüne ve reaksiyona giren ürünlerin mol oranları esas alınarak novalak ve resol olarak adlandırılan iki gruba ayrılır. Bu iki reçine türü, uygulama ve özellikleri açısından birbirlerinden önemli derecede farklıdırlar (Schmidt, 1988).

Novalaklar asidik koşullar altında (pH:1-6) formaldehitin aşırı miktarda fenol ile reaksiyonu sonucunda elde edilirler. Tipik fenol/formaldehit oranları yaklaşık olarak 1:0,70-0,85'tir. En yaygın olan endüstriyel katalizörler; okzalik, hidroklorik, sülfürik, fosforik ve toluen sülfonik asitlerdir (Schmidt, 1988). Bu reçineler gerek eriyebilmekte gerekse organik çözücülerde çözülebilmekte ve bu özelliğini kullanılmadan uzun zaman muhafaza edebilmektedir (Huş, 1977). Normal şartlar altında novalak reçineleri oldukça stabildir. Higroskopik olup, kuru yerlerde depolanmalıdır (Bozkurt ve Göker., 1986).

Resol ise alkali şartlar altında üretilen fenolik bir reçinedir. Formaldehitin mol oranı fenole göre daha yüksektir. Odun yapıştırıcıda kullanılan Resol reçinesi için; formaldehit/fenol mol oranı 1,6/1,0 ile 2,5/1,0 arasındadır (Baldwin, 1995). Bu oran kontrplak üretimi için kullanılacak olan FF reçinesinde 2/1 kadar olabilir. Formaldehitin fazla olması sertleşmiş durumda mükemmel bir rutubet direnci, düşük tutuşma kabiliyeti, yüksek çekme direnci ve iyi bir boyutsal stabilite ile sonuçlanan bir çapraz bağlama yoğunluğu sağlar (Baldwin, 1995). Buna göre; formaldehit/fenol mol oranının artmasıyla reçinenin direnç özellikleri artma gösterirken sertleşme süresi kısalmaktadır (Tan, 2011).

Fenolün formaldehide oranı 1:1,8-1:2,2 arasında değişmektedir. Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Düşük sıcaklıklarda depolanması tavsiye edilir. pH derecesinin değişmemesi gerekmemektedir. Yüksek alkali miktarı kullanım yerinde daha fazla su absorbe etmesine neden olur. Fenolik reçineler üre reçinelerine göre daha yavaş sertleşirler. Daha yüksek pres sıcaklığı kullanılır. Katalizörler presleme süresini kısaltır. Tutkal sertleştikten sonra sığağa ve kimyasal maddelere karşı direnç kazanır. Fenolik reçineler oldukça yüksek molekül ağırlığındadır. Dayanıklı, sert ve suya karşı dirençli yapışmalar sağlamaktadır (Bozkurt ve Göker.,1985).

1.6.3. Melamin Formaldehit ve Melamin Üre Formaldehit Tutkalları

Melamin-formaldehit (MF) reçineleri de aminoaldehit ürünüdür, ancak üretimleri ÜF reçinelerine nazaran çok daha masraflıdır (Baldwin, 1995). Suya karşı yüksek dirençli oluşu, MF reçineleri ÜF reçinelerinden ayıran en önemli özelliktir (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 (Baldwin, 1995). Açık renkli mükemmel bir dayanıklılığa sahip olan melamin formaldehit tutkalı, 60-70 °C sıcaklıkta sertleşebilmektedir. Bununla birlikte, birçok uygulama için sertleşme sıcaklığı en az 115 °C'dir (Çolakoğlu vd., 2002).

Melamin reçineleri, üre reçineleri ile birlikte kullanılabilen ve böylece pahalı olan melamin reçinelerini daha ucuz bir şekilde değerlendirmek mümkün olabilmektedir (Huş, 1977). 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).

1.6.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı

Resorsin-Formaldehit tutkalı: iki kimyasal başlangıç maddesinden üretilmektedir. Resorsin kırmızı kahve renkli pullar biçiminde bir maddedir. Formaldehit ise suda çözünmüş haldedir. Üretim sırasında katılan formaldehit miktarı reaksiyonun sonuna kadar gitmesini sağlayacak miktarda değildir. Kullanımdan önce tutkalın karıştırılması basitçe reaksiyonu tamamlayacak olan formaldehitin ilave edilmesinden ibarettir (Tank, 1988).

Kondenzasyon olayı pH: 3,5-4,5 arasında yavaş yavaş yürür, alkali veya asit ortamda ise hızlanır. Nötr ortamda resorsin reçinesi en stabil durumdadır. Daha sonra dayanıklı olduğu kuvvetli asit (okzal, sirke, limon asidi) ve alkali (etanolamin veya trietanolamin) de sertleşir (Tank, 1988).

Resorsin tutkalları iklim şartları ve kimyasal etkilere dayanıklı, sudan etkilenmeyen bir bağlama sağladığı gibi böcek ve mikroorganizmalara karşı da dayanıklı durumdadır. Bunlar, oda sıcaklığı veya vasat sıcaklıkta katılaştıkları takdirde bu performansı sağlayabilen birkaç tutkaldan biridir. Bazı tabakalı ağaç malzeme üreten fabrikalarda silindirik tutkal sürme düzeni kullanılarak tutkallama yapılmaktadır. İnşaat alanında bu tutkalı kullanmak için daha çok sık bir kıl fırça veya boyacı silindiri yeterli olmaktadır. Yapıştırılacak malzemenin rutubeti de kontrol edilmeli ve ayarlanmalıdır (Tank, 1988).

1.6.5. Diğer Yapıştırıcılar

Yukarıda bahsi geçen sentetik reçinelerin pahalı olması ve özellikle 1970’li yılların başlarında yaşanan petrol krizi, zengin fenolik yapılara sahip tanen ve lignin gibi maddelerin yapıştırıcı olarak değerlendirilmesi çalışmalarına önem verilmesine neden olmuştur (Pizzi, 1994). Kazein, soya ve kan tutkalları yanında, tanen ve sülfat atık suyu da son zamanlarda yapıştırıcı olarak kullanılmaya başlanmıştır (Aydın, 2004).

Tanenler olarak bilinen doğal polifenoller, dış maksatlarda kullanılan tutkalların hammaddesini oluşturmakta, bunlar odun ve kabuklardan elde edilmektedir. Mimoza ve Kebrako, en önemli tanen kaynaklarıdır. Kebrako odun ve kabuktan ekstraksiyon yolu ile elde edilmektedir. Bu madde formaldehit ile reaksiyona tabi tutulduğunda, suya dayanıklı ve suda çözünmeyen bir reçine oluşmaktadır (Aydın, 2004).

1.6.5.1. Epoksi Tutkalı

Epoksi polimer bir bileşiktir. Kimyasal yapısı nedeniyle dayanıklı ve sertliği yüksek, dış etkenlere dirençli ve boyutları kararlıdır. Termoset plastik (eritildiğinde tekrar kullanılamayan ve kimyasal yapıları değişen plastikler) grubunun içerisinde yer almaktadır. Epoksi ve poliüretan esaslı kalıp reçineleri kalıpcılar ve modelciler için geliştirilmiş ürünlerdir. Çekme yüzdesi çok azdır (% 0,1). Genellikle kalıp reçineleri oda sıcaklığında sertleşir. Bazı reçinelerinse 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda fırınlanması gerekir. Epoksi ve poliüretan kalıp reçinelerinin, herhangi bir modeli ya da kalıbı kısa sürede ve çok ucuza yapabilme gibi avantajları vardır. Aynı model için naylon, PVC ya da polietilen kullanmak daha zordur. Epoksi ve poliüretan reçinelerin yapışma özelliği çok yüksektir. Bu nedenle katlar halinde uygulanabilir. Düşük çekme özelliği nedeni ile küçük toleranslarda çalışılabilir. Bu özellik polyesterde yoktur (Tan, 2011).

Epoksi reçineleri polyester ve epoksi grubunun kimyasal bileşimidir. Epoksi reçinesi, fenol-formaldehit, üre-formaldehit, naylon, asit veya asit eriyikleriyle kimyasal bileşik teşkil ederler. Epoksi reçinelerinin özgül ağırlığı 1,11 g/cm³ ile 1,80 g/cm³ arasında değişmektedir. İyi esneme ve çekme dayanımına sahip olan bu tür plâstikler, cam elyafı dolgu maddesiyle güçlendirildiğinde çekme dayanımı 4,6 kg/mm²' ye kadar ulaşır. Aşınmaya karşı dayanıklı, yapıştırma özelliği fazla ve çekme payı miktarı oldukça azdır. Özel dolgu maddesiyle güçlendirildiğinde 315 °C sıcaklığa kadar dayanım gösterebilir (Tan, 2011).

1.6.5.2. İzosiyanat Tutkalı

İzosiyanat tutkalları odun yüzeyini kolayca ıslatabilmekte ve düşük molekül ağırlığı sayesinde ağaç malzeme içerisine iyi bir şekilde penetre olmaktadır. Fenol formaldehitten daha pahalı tutkallardır. Termal stabilitesi fenol formaldehit kadar iyi değildir, ancak daha hızlı sertleşir. Yapısındaki zehirli maddeler nedeniyle taşınmasında zorluklar olsa da, bu tutkalın en önemli avantajı, formaldehit emisyonunun olmayışıdır (Demirkır, 2006).

Fiyatlarının yüksek olması, uygulanmasındaki teknik güçlükler ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler nedeniyle ticari uygulamalarda çok fazla yer almamıştır (Anonim, 1989).

1.7. Dolgu ve Katkı Maddeleri

Kontrplak endüstrisinde kullanılan tutkal türüne, kullanım yeri, odun türü, tutkallama metotları ve pres şartlarına göre çeşitli miktarlarda dolgu ve katkı maddeleri ilave edilmektedir. Birçok literatürde kontrplak üretimi için, dolgu ve katkı maddelerinin tutkala ilavesiyle sağlanabilecek faydalar belirtilmiş ve genel olarak proteinli ve nişastalı maddeler katkı, lignoselülozik maddeler ise dolgu maddeleri olarak tanımlanmıştır. ASTM-D-1907-77 (ASTM-D, 1907) 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 bağının zayıflamasına neden olmaktadır. ABD’de yapı kontrplaklarında katı haldeki FF tutkalına % 25-30 oranında dolgu maddesi ilave edilmekte ve bu tür kontrplak üretiminde tüketilen toplam dolgu maddelerinin % 38,5’ini furafil teşkil etmektedir. Aynı ülkede ÜF tutkalının kullanıldığı genel amaçlı sert ağaç kontrplaklarında, katı haldeki tutkala oranla % 8-15 arasında dolgu maddesi katılmakta ve bunun için daha çok ceviz kabuğu unu

kullanılmaktadır. ABD’de katkı maddesi olarak ÜF ve FF tutkalları için buğday, Almanya’da ise çavdar unu tercih edilmektedir (Çolakoğlu, 2004).

1.7.1. Sertleştiriciler

Tutkal çözeltisi presleme anına kadar herhangi bir sertleşme göstermemeli, presleme sırasında ise kısa sürede sertleşmelidir. Kontrplak üretiminde kullanılan FF tutkalı alkali ortamda sertleştiğinden yapıştırmada sertleştiriciye lüzum yoktur. ÜF tutkalında ise amonyum klorür ve amonyum sülfat gibi sertleştiriciler kullanılmaktadır (Çolakoğlu, 2004).

1.8. Yetiştirme Ortam Şartlarının Aynı Ağaç Türleri Üzerindeki Etkileri

Aynı türden ağaçlar arasında odunun anatomik yapısı ve diğer yapısal özellikleri bakımından farklılıklar vardır. Bunun sebebi her ağacın içinde büyüdüğü mikro-çevre faktörlerinin farklı olmasıdır. Farklılıklar aynı yetiştirme muhitinde, yetiştirme muhitleri arasında, aynı veya değişik coğrafik mevkiiler ve yüksekliklerde bulunmaktadır (Bozkurt, 1982). Ağaçlar dominant karakterde yada baskı altında olduğunda, açıkta veya orman içerisinde yetiştiğinde farklı odun yapısına sahip olmaları söz konusudur. Ayrıca, ortalama sıcaklık ve yağış farklılıklarının bulunduğu coğrafik bölgeler, aynı türün ağaçları arasında değişmelere neden olabilir. Örneğin; vejetasyon mevsiminde yağışların fazla, yada az olması yıllık halka genişliğini etkileyebilir. Yıllık halka genişliğindeki farklılık, özgül ağırlığında değişmesine neden olacaktır. Yağışla birlikte, enlem dereceleri de özgül ağırlık üzerinde etkili olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Çevre ve coğrafik faktörlerin değişmesi sonucunda ağaçların odun özellikleri değişmekte, fiziksel ve mekanik özelliklerinde farklılıklar olmaktadır. Bunun sonucu olarak ta aynı ağaç türünden üretilen malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinde farklılıklar olabilmektedir. Bu nedenle yetiştirme koşullarının ağaç malzemenin özellikleri üzerine olan etkisini araştırmak için bir çok çalışma yapılmıştır:

Hernandez ve Restpero (1995) yapmış oldukları çalışmada, Kızılağaç’da (*Alnus acuminata*) ağaçlar arasında, bölgeler arasında ve bir bölge içerisinde farklı yüksekliklerde ki odun içerisindeki farklılıkları incelemişlerdir. Bu amaçla Kolombiya ve Venezualla’nın 11 farklı bölgesinden, her bir ağacın göğüs yüksekliğinden 5 mm çapında artım kalemi

almıştır. Bu örnekler üzerinden boyuna yönde dinamik uygunluk katsayısını ve yoğunluğunu ölçmüştür. Yapılan varyans analizleri sonucunda, her iki özelliğinde ağaçlar arasında, bir ağaç içerisinde ve coğrafik bölgeler arasında önemli derecede farklılık gösterdiği görülmüştür.

Ay (1994) yapmış olduğu çalışmada, hızlı gelişen türler içerisinde önemli bir yer tutan Douglas odununun (*Pseudotsuga Menziesii* (Mirb) Franco) bazı anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmıştır. Bunun için Maçka, Tonya, Ayancık, İzmit bölgelerinden örnekler almıştır. Anatomik özelliklerden; traheidlerin boyutları, birim alandaki sayıları, öz ışınlarının boyutları, birim alan ve uzunluktaki sayıları, reçine kanalları ve geçitlerin çapları, fiziksel özelliklerden; yıllık halka genişlikleri, özgül ağırlık, hacim-yoğunluk değeri, odunun çalışma miktarları ve mekanik özelliklerden; liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü, makaslama direnci, şok direnci ve Brinell sertlik değerlerini incelenmiştir. Sonuç olarak orjin ve bölge farklılığının özellikler arasında çeşitli güven düzeylerinde anlamlı farklılıklar oluşturduğu, anatomik özelliklerin, fiziksel ve mekanik özelliklere göre daha az etkilendikleri belirlenmiştir.

As (1992) yapmış olduğu çalışmada, bölge, orijin ve boniet farklılığının sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) nın teknolojik özellikleri üzerine olan etkisini araştırmıştır. Bu amaçla değişik iki bölgeden (İzmit, Keşan), iki orjin (Land, Korsika) ve bonietlerden deneme ağaçları alınmış ve bunlardan elde edilen örnekler üzerinde ölçme ve testler yapılmıştır. Sonuç olarak bölge, orijin ve boniet farklılığının fiziksel özelliklerden özgül ağırlık ve hacim ağırlık değerleri arasında anlamlı ayrılık meydana getirdiği, sorpsiyon (çalışma) yüzdelерinin bazılarında önemli bir farklılık olmadığı bulunmuştur. Ayrıca mikroskopik özelliklere ait değerlerin diğer özelliklere göre nisbeten daha az farklılık gösterdiği anlaşılmıştır. Makroskopik özelliklerde çoğunlukla anlamlı farklılıklar göstermiştir. Mekanik özelliklerden basınç ve eğilme direnci değerleri çeşitli güven düzeylerinde anlamlı farklılıklar göstermiştir. Dinamik eğilme direnci ile Brinell sertlik değerleri arasında çoğunlukla anlamlı farklılıklar bulunurken, makaslama direnci değerlerinde tersi olduğu saptanmıştır.

Malkoçoğlu (1994) Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Bunun için, Doğu kayını yayılış alanlarından (Borçka-Artvin, Ayancık-Sinop, Düzce-Bolu ve Demirköy-İstanbul) 19 adet örnek ağaç alınmıştır. Fiziksel özelliklerden; yıllık halka genişliği, yaz odunu iştirak oranı, tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlıklar, hacim yoğunluk değeri ve odunun çalışma miktarları, mekanik

özelliklerden; liflere paralel basınç direnci, eğilme ve eğilmede elastiklik modülü, liflere paralel ve dik çekme direnci, makaslama direnci, yarıma direnci, Brinell sertlik değerleri belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre yıllık halka genişliği ve özgül ağırlıklar ile ağaçlar ve bölgeler arası homojenlik denetimleri yapılmış, mekanik özellikler ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiler istatistiksel anlamda belirlenmiş ve sonuç olarak bölge farklılığının teknolojik özellikler üzerinde anlamlı farklılıklar meydana getirdiği görülmüştür.

Tan (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nin yaygın ağaç türlerinden olan ladin ve göknar ağaçları kullanılarak, üretilen kontrplak ve LVL levhalarının mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine buharlama süresi, tabaka sayısı, bölge farklılığı kurutma sıcaklığı ve tutkal çeşidinin etkilerinin araştırmıştır. Bu amaçla; Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 3 farklı il ve mevkiilerinden (Rize Çayeli/Çürükbel, Trabzon Maçka/Kapıköy, Gümüşhane Torul/Güvenli Köyü Tombara) doğu ladini (*Picea orientalis*) ve Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) tomrukları alınarak LVL (Laminated Veneer Lumber) ve kontrplak levhaları üretimi yapılmıştır. Levhaların; eğilme direnci, elastikiyet modülü ve çekme-makaslama dirençleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda bölge farklılığının üretilen levhaların mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Roque (2004) Kostarika'da Gmelina arborea'nın kurak iklime sahip ve rutubetli bir iklime sahip olan iki farklı bölgesinden alınan örnekleri üzerinde bölge farklılığının ve sivilkültür işlemlerin Gmelina'nın odun özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sonuç olarak, kurak iklime sahip bölgede yetişenlerin rutubetli bölgede yetişenlere göre daha yüksek yoğunluk ve mekanik özellikler gösterdiği görülmüştür.

1.9. Kızılağaç Hakkında Genel Bilgiler

1.9.1. Kızılağaç (*Alnus Mill.*)' ların Dünya ve Türkiye' deki Yayılışı

Çok geniş bir coğrafik yayılışa sahiptir. Tüm Avrupa, Kuzey Afrika, Kafkasya, Türkiye, Gran, Sibiry ve Japonya'da yayılış gösterdiği bilinmektedir (Yaltırık, 1993). Bu cinsin, Kuzey Yarımküresinin ılıman ve serin bölgelerinde yayılmış 30 kadar türü vardır. Kızılağaç genel olarak serin ve nemli yerlerin ağacıdır (Yaltırık, 1970).

Türkiye'de iki ana türde toplanmış, altı taksonu bulunmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997).

Alnus orientalis, Doğu Kızılağacı

Alnus orientalis var. *orientalis*

Alnus orientalis var. *pubescens*

Alnus glutinosa, Adi Kızılağaç

Alnus glutinosa subsp. *glutinosa*

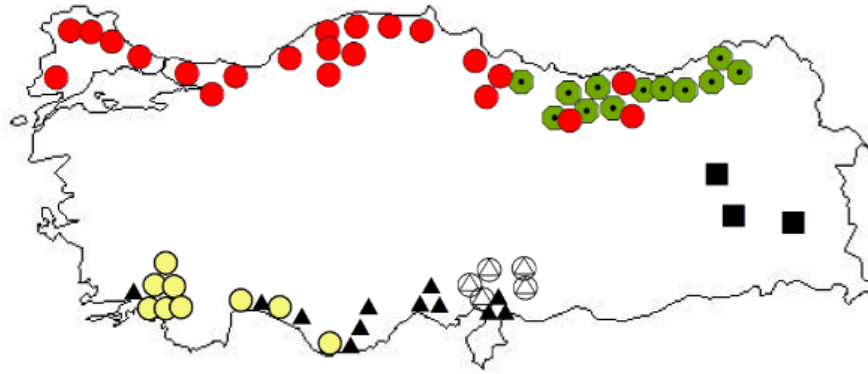
Alnus glutinosa subsp. *barbata*

Alnus glutinosa subsp. *Antitaurica*

Alnus glutinosa subsp. *betuloides* (Anşin ve Özkan, 1997).

Araştırmaya konu olan *Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A.Mey.) Yalt. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yayılış göstermektedir. Ordu, Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Rize, Artvin illeri dahilinde kalan yapraklı ormanlar ile saf ladin ormanlarında, rutubetli yamaçlar, vadi tabanları ve dere kenarlarında yetişmektedir. Deniz seviyesinden 1700 m kadar çıkabilmektedir (Yaltırık, 1970).

Kızılağaç taksonları ülkemizde 59484,5 ha normal 35619 ha bozuk olmak üzere toplam 95103,5 ha alanda yayılış göstermektedir (O.G.M., 2006).



KIZILAĞAÇ TAKSONLARI

- | | |
|--|---|
| ● <i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>barbata</i> | ⊖ <i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>Antitaurica</i> |
| ● <i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>glutinosa</i> | ● <i>Alnus orientalis</i> var. <i>pubescens</i> |
| ▲ <i>Alnus orientalis</i> var. <i>orientalis</i> | ■ <i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>betuloides</i> anşin |

Şekil 3. Kızılağaç türünün Türkiye'de ki yayılışı

1.9.2. Sakallı Kızılağaç Odunu Kullanım Alanları ve Özellikleri

Gelişimi ilk 20, hatta 10 yılda çok hızlı iken sonradan yavaşlayan kızılağacın daha kısa sürelerle işletilmesi karlılığı artırabilecektir. Kaplama, kontraplak, yonga levha, kurşun kalem, kibrit, el aletleri, mobilya, kağıt hamuru, ambalaj sanayii, puro kutusu, MDF, yakacak odun ve emprenye edildiğinde çit kazığı olarak kullanılabilir (Akyüz, 1988).

Kurutma ve işleme özellikleri; İyi kurutulur. Çalışması ve çatlaması azdır. Kolay ve temiz işlenir. Kesilebilir, soyulabilir. İyi yapıştırılır. Renk verme ve cilalanma özellikleri iyidir. Boyandığı zaman ceviz, mahun ya da kiraza benzer. Çivi tutma kapasitesi ve stabilitesi nedeniyle döşeme iskeleti için önemlidir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Böcek ve mantarlara karşı hassastır. Değişken rutubetlerde dayanıklı olmayıp, su içinde çok dayanıklıdır. İyi emprenye edilebilir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Alnus glutinosa subsp. *barbata* 20-25 m boy yapabilen, düzgün gövdeli bir ağaç bazen de ağaççık ve çalı şeklindedir (Yaltırık, 1970). Koyu renkli bir öz odunu yoktur. Diri odun karakterindedir. Odunu beyazdan soluk pembemsi kahverengine kadar değişen tonlarda olup, sonraları hafif koyulaşır (Bozkurt ve Erdin, 2000). Yalancı öz ışınları enine kesit düzleminde çıplak gözle görülebilir. Yıllık halkalar belirgindir. Traheler yıllık halka içerisinde dağınık diziliştir. İlkbahar odunu traheleri yaz odunu trahelerine oranla biraz daha büyük çaplıdır (Merev, 1998).

Ortalama özgül ağırlık değerleri ise; tam kuru özgül ağırlık değeri 0.486 g/cm^3 , hava kurusu özgül ağırlığı 0.53 g/cm^3 , hacim ağırlık değeri ise 0.407 g/cm^3 'tür (Akyüz, 1998).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 3 farklı il ve mevkilerinden, sakallı kızılğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) tomrukları taze kesim yapılarak ormanda boylanmıştır. Tomruklar: Giresun (Espiyeye), Artvin (Arhavi/Hendek), Trabzon (Akçaabat/Erikli, Kirazlık Köyü, Akpınar ve Sürmene/Kahramanlar) mevkilerinden temin edilmiştir. Tomruklar, kesilen ağaçların 2 ile 4 m yüksekliği arasında kusursuz silindirik yapıda 1.5 m'lik gövde kısımlarından alınarak numaralandırılmış ve Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Kesim atölyesine taşınmıştır. Bu tomruklardan araştırmada kullanılan kızılğaç odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenebilmesinde kullanılacak test örneklerinin hazırlanması için kesim yapılmıştır. Bu kesilen parçaların yaklaşık olarak % 12 rutubet derecesine ulaşmaları sağlandıktan sonra deney örneklerinin kesimi yapılmıştır. Geriye kalan tomruklardan ise Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Pilot tesisinde, yaklaşık 2 hafta suda depolama yapıldıktan sonra 2 mm kalınlığında soyma kaplamalar üretilmiştir. Soyma kaplama levhaları tek tek işaretlenip adı geçen pilot tesiste öncelikle doğal kurutmaya bırakılmıştır. Sonra 110 °C sıcaklık uygulanıp % 3-5 rutubete kadar kurutulmuşlardır. Her bir grup için üre formaldehit (ÜF) ve melamin-üre formaldehit (MÜF) tutkalları ile üretilmiş olan 3 tabakalı kontrplakların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, çekme-makaslama direnci ve formaldehit emisyonu değerlerinin belirlenmesi ve bunun yanında kızılğaç odununun eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci ve kontrplak üretiminde kullanılacak soyma kaplamaların pH değerlerinin belirlenmeside amaçlanmıştır. Ayrıca Tablo 3'de Giresun, Artvin ve Trabzon'dan alınan deneme ağaçlarına ait tanıtıcı bilgiler verilmiştir (Ergün, 2012).

Tablo 3. Giresun, Artvin ve Trabzon'dan alınan deneme ağaçlarına ait tanıtıcı bilgiler

Örnek Grupları	Bölge/Yer/Mevkii	Yükselti	Bakı	Eğim (%)	Yeryüzü Şekli	Yaş	Boy (m)	Çap (cm)
1	Giresun/Espiye /Güenli	1350	KD	85	Alt Yamaç	56	13,1	20
2	Artvin/Arhavi /Hendek	290	B	60	Alt Yamaç	35	21,2	25
3	Trabzon/Akçaabat /Erikli	1130	KB	50	Üst Yamaç	44	19,4	24
4	Trabzon/Akçaabat /Kirazlık Köyü	1060	KB	60	Üst Yamaç	31	14,7	18x23
5	Trabzon/Akçaabat /Akpınar	1130	GB	85	Üst Yamaç	61	16,2	25
6	Trabzon/Akçaabat /Akpınar	1240	GD	65	Üst Yamaç	59	13,2	27
7	Trabzon/Akçaabat /Akpınar	840	K	80	Alt Yamaç	25	14,4	20
8	Trabzon/Sürmene /Kahramanlar	1070	KB	80	Üst Yamaç	31	13,8	20

K: Kuzey, B: Batı, KB: Kuzey Batı, KD: Kuzey Doğu, GB: Güney Batı, GD: Güney Doğu

2.1.2. Tutkal

Çalışmada üre formaldehit (ÜF) ve melamin-üre formaldehit (MÜF) tutkalları kullanılmıştır.

2.1.2.1. ÜF Tutkalının Teknik Özellikleri

Kontrplak levhalarının üretiminde kullanılan toz halindeki üre formaldehit tutkalı FRENCKE firmasından temin edilmiş olup, tutkal:su oranı 1:1 olacak şekilde tutkal çözeltisi hazırlanmıştır. Kullanılan ÜF tutkalına ait bazı teknik özellikler; Ürünün ticari adı Freecoll 358 dir. Görünüşü beyaz ve toz haldedir. Katı madde miktarı % 65±1 olup, viskozitesi (20 °C'de) 3500-8000 MPa.s'dir. Yoğunluğu 0,5 g/cm³ olup, sertleşme süresi (100 °C'de) 50 sn'dir. Depolama süresi (20 °C'de) 12 aydır.

2.1.2.2. MÜF Tutkalının Teknik Özellikleri

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 ve jelleşme süresi 70-110 sn'dir. Üretim koşullarına paralel olarak sıcak pres ile uygulanmaktadır. 20 °C'de 45 günden fazla depolanmamalıdır. MÜF tutkalı reçetesi; ağırlıkça 100 br tutkal, 30 br un, 10 br sertleştirici olacak şekilde ayarlanmış ve MÜF tutkalı için sertleştirici olarak % 15'lik amonyum klorür (NH₄Cl) kullanılmıştır.

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

2.2.1 Kontrplakların Hazırlaması

Çalışmada 2 mm kalınlığında 40x40 cm ebatlarında hazırlanan ve 110 °C sıcaklıkta kurutulan kaplamalardan ÜF ve MÜF tutkalları kullanılarak; 3 tabakalı kontrplak levhaları üretilmiştir. Kaplamaların tutkallanması 4 silindiri tutkallama makinesinde gerçekleştirilmiş ve m²'ye 160 g tutkal sürülmüştür. Tutkallama sonrası hazırlanan levha taslakları presleme alanı 70x89 cm olan tek katlı hidrolik preste preslenmiştir. Preslemede: ÜF ve MÜF tutkalları için 110 °C pres sıcaklığı ve 8 kg/cm² pres basıncı uygulanmıştır. Pres süresi 6 dk olarak uygulanmıştır. Üretilen deneme levhalarının, iç ve dış tabakaları arasındaki sıcaklık ve rutubet farkının giderilmesi için 1 hafta süreyle istif latası kullanılmaksızın üst üste istiflenmiştir. Böylece kontrplakların eşit şartlarda soğumaları sağlanarak biçim değişiklikleri engellenmiştir.

2.3. Araştırma Yöntemi

2.3.1. Fiziksel Özellikler

2.3.1.1. Denge Rutubeti Miktarı

Üretilen kontrplak levhalarının sahip olduğu denge rutubeti miktarları, TS EN 322 standardına göre belirlenmiştir (EN 322, 1999). Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odununun sahip olduğu denge rutubet miktarları ise TS 2471 (TS 2471, 1976) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin rutubetli haldeki ağırlıkları $\pm 0.01g$ hassasiyetli bir analitik terazide tartıldıktan sonra, 103 ± 2 °C sıcaklıktaki bir etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutularak tam kuru ağırlıkları elde edilmiştir. Her test grubu için kontrplaklarda 24'er adet, kızılağaç odununda 20'şer adet deney örneği kullanılmıştır. Örneklerin rutubet miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$r = \frac{Mr - Mo}{Mo} \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte;

r: deney parçasının sahip olduğu rutubet miktarı (%)

Mr: deney parçasının rutubetli haldeki ağırlığı (g)

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

2.3.1.2. Özgül Ağırlık

Kontrplak levhalar için özgül ağırlık; TS EN 323/1 de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir (EN 323-1, 1999). Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odunu için özgül ağırlık; TS 2472 de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir (TS 2472, 1976). Özgül ağırlık örnekleri, iklim odasında 20 ± 2 °C sıcaklı ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin % 12 olması sağlanmıştır. Kızılağaç örnekleri her 3 yönde (boyuna, teğet, radyal) 0,1 mm hassasiyette kumpas ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır, kontrplak levhalarının genişlikleri kumpas ile, kalınlıkları mikrometre ile

ölçülmüştür. Örneklerin ağırlıkları 0,01 mm duyarlıklı analitik terazide belirlenmiştir. Her test grubu için kontrplaklarda 24'er adet, kızılâğaç odununda 20'şer adet deney örneği kullanılmıştır. Örneklerin rutubet miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\delta = \frac{Mr}{a_1 x a_2 x e} \quad (2)$$

Burada;

δ = Hava kurusu haldeki özgül ağırlığı (g/cm^3)

Mr= Ağırlık (g)

a_1 = Örnek genişliği (cm)

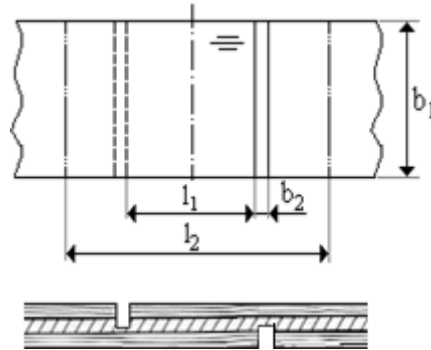
a_2 = Örnek uzunluğu (cm)

e= Örnek kalınlığı (cm)

2.3.2. Mekanik Özellikler

2.3.2.1. 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, 3 tabakalı kontrplak levhaları için hazırlanan çekme-makaslama direnci test örneği Şekil 4'de gösterilmiştir (EN 314-1, 1998).



Şekil 4. Üç tabakalı kontrplak levhası için çekme-makaslama direnci test örneği

Şekilde;

I_1 = Makaslama uzunluğu (25±0,5 mm)

b_1 = Makaslama genişliği (25±0,5 mm)

I_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:

$$Ç.M. = \frac{F_{max}}{I_1 \cdot b_1} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3)$$

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

Üre formaldehit ve Melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen her bir gruptaki kontrplak levhalarından hazırlanan test örnekleri 20 °C sıcaklıktaki su içinde 24 saat bekletilmiş, her bir gruptan 23'er adet örnek incelenmiştir. Örnekler, üniversal deney makin esinde test edilmişlerdir.

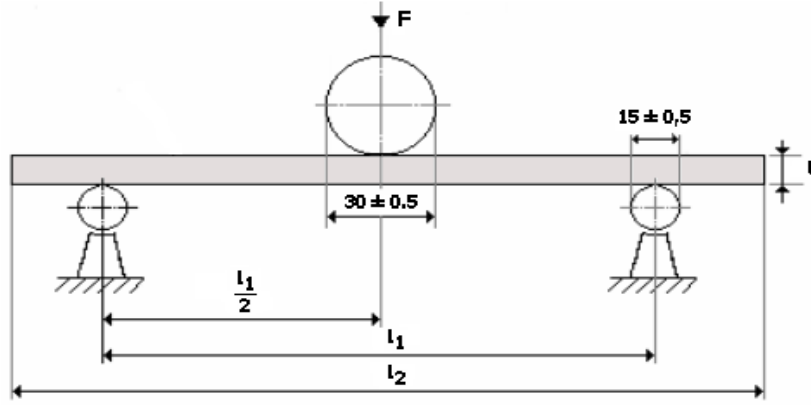
2.3.2.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Üretilen kontrplak levhalarına uygulanan eğilme direnci ve elastikiyet modülü testleri, TS EN 310 (EN 310, 1998) standardına, Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odununa uygulanan eğilme direnci TS 2474 (TS 2474, 1977) ve elastikiyet modülü testleri TS 2478 (TS 2478, 1978) standartlarına göre yürütülmüştür.

Kontrplak levhaları için deney örneklerinin boyutları; kalınlık, kontrplak kalınlığında, genişlik 50±1 mm ve uzunluk ise levhanın anma kalınlığının 20 katına 50 mm ilave edilerek hesaplanmış ve deney örnekleri hazırlanmıştır. Örnekler iklimlendirme odasında 20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık % 12 olması sağlanmıştır. İklimlendirme işleminden sonra örneklerin kalınlıkları ±0,01 mm duyarlıklı mikrometre ile, genişlikleri ±0,1 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Deney örnekleri makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık, kalınlığın 20 katı olacak şekilde yerleştirilmiş ve yük deney örneğinin tam orta kısmından uygulanmıştır.

Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odunu örnekleri 2x2x30 cm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler iklimlendirme işleminden sonra radyal yönü en, teğet yönü de kalınlık alınmak suretiyle boyutları uzunluk ekseninin ortasından $\pm 0,1$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Deney örnekleri makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık, kalınlığın 12 katı olacak şekilde yerleştirilmiş ve yük deney örneklerinin radyal yüzüne yıllık halkalara teğet yönde ve deney örneğinin tam orta kısmından uygulanmıştır.

Belirtilen standartlara göre hazırlanan eğilme direnci test örneği şekil 5’de gösterilmiştir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü ortalama değerlerinin elde edilmesi için kızılbaş odunu ve kontrplak levhaları için her test grubundan 12’şer adet deney örneği kullanılmıştır.



Şekil 5. Eğilme direnci test düzeneği (ölçüler mm.dir)

F: Kuvvet (N)

l_1 : Dayanaklar arasındaki açıklık (mm)

t: Deney parçasının kalınlığı (mm)

l_2 : Deney numunesinin uzunluğu (mm)

Eğilme direncinin tespitinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$$E \cdot D = \frac{3 \times F_{max} \times l_1}{2 \times b \times t^2} \quad (N/mm^2) \quad (4)$$

Eşitlikte;

F_{max} = Kırılma anındaki maksimum yük (N),

b= Deney parçasının genişliği (mm) dir.

Eğilmede elastikiyet modülü;

$$E = \frac{F \times l^3}{4 \times e \times b \times d^3} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

e= Eğilme miktarı (sehim) (mm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (N)

d= Örnek kalınlığı (mm)

b= Örnek genişliği (mm)

2.3.2.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci testleri TS 2595 (TS 2595, 1977) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. 2x2x3 cm boyutlarında kusursuz örnekler hazırlanmıştır. İklimlendirme işleminden sonra enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları $\pm 0,1$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler makinede 1,5-2 dakikada kırılacak şekilde deney hızı ayarlanmış olup kırılma anındaki kuvvet (Fmax) ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci ortalama değerlerinin elde edilmesi için her test grubundan 16'şar adet deney örneği kullanılmıştır ve liflere paralel basınç direnci aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sigma_B = \frac{F_{max}}{a \times b} \text{ (kp/cm}^2\text{)} \quad (6)$$

σ_B = Liflere paralel basınç direnci kp/cm²

Fmax= Kırılma anındaki kuvvet (kp)

a ve b= Örnek enine kesit boyutları (cm)

2.3.3. Kimyasal Özellikler

2.3.3.1. pH Değerleri

Araştırmada kullanılan Kızılağaç kaplama levhalarına ait tüm gruplar için pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir. pH ölçümünde kullanılan odun örnekleri TAPPI t m-45'e (TAPPI T m-45, 1992) göre hazırlanmıştır. Her test grubunu temsil eden kaplama levhaları Willey tipi değirmen ile öğütüldükten sonra 40 ve 60 mesh'lik eleklerde kademeli olarak elniş, 60 mesh'lik elek üzerinde kalan materyal kimyasal analizlerde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Rutubetleri belirlendikten sonra, her test grubuna ait yaklaşık 5 gr odun örneği, içinde 150 ml destile edilmiş su bulunan bir erlenmayere yerleştirilmiş ve bir çalkalayıcı ile 24 saat çalkalanmıştır. Bu süre sonunda elde edilen çözelti bir vakum pompası yardımıyla süzülerek pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

2.3.4. Formaldehit Emisyonu

Üretilen kontrplakların formaldehit emisyonu değerleri, EN 717-3 (EN 717-3, 1996) standardı uyarınca şişe yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu metoda göre, içerisinde 50 ml destile su bulunan 500 ml. lik polietilen şişelere, üretimi yapılan her kontrplak grubuna ait 25x25xlevha kalınlığı (mm) boyutlarındaki örneklerden rastgele seçilen 15-17 g ağırlıktaki numuneler bir lastik yardımıyla destile suya değmeyecek şekilde asılmış ve şişenin ağzı sıkıca kapatılmıştır (Şekil 6). Şişeler 40 °C sıcaklıktaki fırında 3 saat tutulduktan sonra çıkarılmış ve içerisindeki örnekler uzaklaştırılarak kapakları kapalı şekilde 1 saat soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda şişelerden alınan çözelti analiz edilerek kontrplakların formaldehit emisyonu değerleri aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$F = \frac{(A_s - A_b) \times f \times 50 \times 10 \times (100 + R)}{M} \text{ mg} \quad (7)$$

Burada;

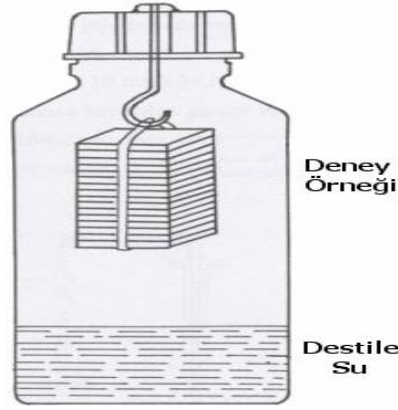
As= Ekstraksiyon çözeltisinin absorbansı

F= Kalibrasyon eğri faktörü

Ab= Kör deneyinin absorbansı

M= Örnek ağırlığı

R= Levhanın rutubet miktar



Şekil 6. WKI - Şişe metodu deney düzeneği

2.4. İstatistiksel Analiz

Çalışma kapsamında masif kızılğaç odunu ve kızılğaçtan üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine kızılğaç türlerinin yetiştiği ortam şartları bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkilerini ortaya koymak için çoğul varyans analizi kullanılmıştır. Varyans analizi; etkisi araştırılan faktörlerin masif kızılğaç odunu ve üretilen kontrplakların 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. Fiziksel Özellikler

3.1.1. Denge Rutubeti Miktarı

Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarına ait denge rutubeti miktarı değerleri Tablo 4’de verilmiştir. Rutubet değerlerinin belirlenmesinde kıızılağaç odunu için 20’şer, kontrplak levhaları için 24’er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 4. Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarının denge rutubeti miktarı ortalama değerleri (%)

Örnek Grupları	Malzeme	Tutkal Türü	Denge Rutubeti (%)	
			X	S
A1	MASİF		13,277	0,473
A2			13,787	0,856
A3			13,680	1,004
A4			13,153	0,776
A5			15,019	0,833
A6			14,770	0,740
A7			12,490	0,481
A8			13,652	0,796
B1	KONTRPLAK	ÜF	11,444	0,437
B2			11,587	0,439
B3			11,509	0,337
B4			11,239	0,465
B5			12,288	1,739
B6			11,586	0,556
B7			12,119	0,442
B8			11,767	0,578
C1		MÜF	10,564	0,481
C2			10,017	0,149
C3			10,000	0,243
C4			9,863	0,227
C5			10,034	0,186
C6			9,798	0,193
C7			10,105	0,201
C8	9,775		0,327	

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8: Tablo 3’ de verilmiştir.

3.1.1.1. Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının denge rutubeti değerleri üzerine bölge, yer, mevkii farklılığı ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer, mevkii farklılığının 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. Bölge, yer ve mevkii farklılığı açısından bakıldığında ise en yüksek denge rutubeti değerleri 5 numaralı grupta bulunurken, en düşük denge rutubeti değerleri ise 4 numaralı grupta bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 5. Bölge, yer, mevkii farklılığının ve tutkal türünün kontrplakların denge rutubetine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	15,398	7	2,200	6,819	***
Tutkal Türü	268,678	1	268,678	832,929	***
Bölge*Tutkal Türü	15,894	7	2,271	7,039	***
Hata	118,706	368	0,328		
Toplam	45673,724	384			

Tablo 6. Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Denge Rutubeti (%)
Grup		
1	48	11,004 bcd
2	48	10,802 abcd
3	48	10,755 abc
4	48	10,551 a
5	48	11,161 d
6	48	10,692 ab
7	48	11,112 cd
8	48	10,711 abc
Tutkal		
ÜF	192	11,692 a
MÜF	192	10,019 b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.1.2. Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Kızılağaç odununun denge rutubeti değerleri üzerine bölge, yer ve mevkii farklılığının etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer ve mevkii farklılığının kızılağaç odununun denge rutubeti değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda A5 ve A6 kodlu gruplarda denge rutubeti değerleri en yüksek bulunurken, en düşük denge rutubeti değerleri A7 kodlu grupta bulunmuştur. A1, A2, A3, A4 ve A8 kodlu bölgeler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7. Kızılağaç odununun denge rutubetine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	96,588	7	13,798	23,595	***
Hata	88,889	152	0,585		
Toplam	30340,567	160			

Tablo 8. Kızılağaç odununun denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Denge Rutubeti (%)
Grup		
A1	20	13,277 b
A2	20	13,787 b
A3	20	13,680 b
A4	20	13,152 b
A5	20	15,019 c
A6	20	14,770 c
A7	20	12,490 a
A8	20	13,652 b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.2. Özgül Ağırlık

Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarına ait özgül ağırlık değerleri Tablo 9’da verilmiştir. Özgül ağırlık değerlerinin belirlenmesinde kızılağaç odunu için 20’şer,

kontrplak levhaları için 24'er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 9. Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri (%)

Örnek Grupları	Malzeme	Tutkal Türü	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	
			X	S
A1	MASİF		0,441	0,023
A2			0,532	0,018
A3			0,578	0,022
A4			0,536	0,013
A5			0,572	0,025
A6			0,525	0,016
A7			0,471	0,025
A8			0,546	0,017
B1	KONTRPLAK	ÜF	0,528	0,200
B2			0,607	0,031
B3			0,621	0,016
B4			0,604	0,022
B5			0,628	0,025
B6			0,604	0,020
B7			0,568	0,016
B8			0,603	0,020
C1		MÜF	0,530	0,016
C2			0,609	0,027
C3			0,632	0,012
C4			0,604	0,029
C5			0,633	0,010
C6			0,587	0,021
C7			0,546	0,014
C8			0,604	0,016

X:Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.2.1. Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Özgül Ağırlığı Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının özgül ağırlık değerleri üzerine bölge, yer, mevkii farklılığı ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer, mevkii farklılığının üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda gruplar arasında en yüksek özgül ağırlık değerlerini 3 ve 5 numaralı gruplarda bulunurken en düşük özgül ağırlık değerleri ise 1 numaralı grupta bulunmuştur. 2, 4, 6 ve 7 numaralı gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark

bulunmamıştır. Tutkal türünün üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine etkisi ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 10. Bölge, yer, mevkii farklılığının ve tutkal türünün kontrplakların özgül ağırlığa etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	0,402	7	0,057	134,674	***
Tutkal Türü	0,000	1	0,000	1,078	Ö.D.
Bölge*Tutkal Türü	0,011	7	0,002	3,652	**
Hata	0,157	368	0,000		
Toplam	136,216	384			

Tablo 11. Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)
Grup		
1	48	0,529 a
2	48	0,608 c
3	48	0,627 d
4	48	0,604 c
5	48	0,631 d
6	48	0,595 c
7	48	0,557 b
8	48	0,603 c
Tutkal		
ÜF	192	0,595 a
MÜF	192	0,593 a

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.1.2.2. Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Özgül Ağırlığı Üzerine Etkisi

Kızılağaç odununun özgül ağırlık değerleri üzerine bölge, yer, mevkii farklılığının etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer, ve mevkii farklılığının kızılağaç odununun özgül ağırlık değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda A3 ve A5 kodlu gruplarda özgül ağırlık değerleri en yüksek

bulunurken, en düşük özgül ağırlık değerleri A1 kodlu grupta bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 12. Kızılağaç odununun özgül ağırlığına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	0,313	7	0,045	108,070	***
Hata	0,063	152	0,000		
Toplam	44,512	160			

Tablo 13. Kızılağaç odununun özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)
Grup		
A1	20	0,441 a
A2	20	0,532 cd
A3	20	0,578 e
A4	20	0,536 cd
A5	20	0,573 e
A6	20	0,525 c
A7	20	0,471 b
A8	20	0,546 d

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.2. Mekanik Özellikler

3.2.1. Kontrplak Levhalara Ait Çekme-Makaslama Direnci

Üretilen kontrplak levhalarına ait çekme-makaslama direnci değerleri Tablo 14’de verilmiştir. Çekme-makaslama direnci değerlerinin belirlenmesinde 23’er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 14. Kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri (N/mm²)

Örnek Grupları	Tutkal Türü	Çekme Makaslama (N/mm ²)	
		X	S
B1	ÜF	1,197	0,174
B2		1,486	0,327
B3		1,749	0,204
B4		1,452	0,353
B5		1,662	0,231
B6		1,529	0,235
B7		1,135	0,209
B8		1,345	0,383
C1	MÜF	1,160	0,261
C2		1,997	0,248
C3		2,068	0,374
C4		1,978	0,573
C5		2,040	0,416
C6		1,842	0,478
C7		1,527	0,247
C8		2,061	0,427

X:Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.2.1.1. Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Çekme-Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci değerleri üzerine bölge, yer, mevkii farklılığı ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer, mevkii farklılığının ve tutkal türünün üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkisi % 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. Bölge, yer ve mevkii açısından bakıldığında ise gruplar arasında en yüksek çekme-makaslama direnci değerleri 2, 3, 4, 5, 6 ve 8 numaralı gruplarda bulunurken, en düşük çekme-makaslama direnci değerleri ise 1 ve 7 numaralı gruplarda bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 15. Kontrplaklarda bölge farklılığının ve tutkal türünün çekme makaslama direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	20,537	7	2,939	25,840	***
Tutkal Türü	13,978	1	13,978	121,178	***
Bölge*Tutkal Türü	3,840	7	0,549	4,755	***
Hata	40,602	352	0,115		
Toplam	1067,972	368			

Tablo 16. Kontrplakların çekme makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Çekme Makaslama (N/mm ²)
Grup		
1	46	1,178 a
2	46	1,741 b
3	46	1,908 b
4	46	1,715 b
5	46	1,851 b
6	46	1,686 b
7	46	1,331 a
8	46	1,703 b
Tutkal		
ÜF	184	1,444 a
MÜF	184	1,834 b

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.2.2. Eğilme Direnci

Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarına ait eğilme direnci değerleri Tablo 17'de verilmiştir. Ayrıca aynı tabloda kıızılağaç odunu için eğilme direnci değerleri her bir grubun ortalama eğilme direnci sonuçları % 12 rutubete dönüştürülerek verilmiştir. İstatistiksel olarak analiz yapılırken deney anındaki rutubet (tablo 4) esas alınmıştır. Eğilme direnci değerlerinin belirlenmesinde kıızılağaç odunu ve kontrplak levhaları için 12'şer adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 17. Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarının eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

Örnek Grupları	Malzeme	Eğilme Direnci (N/mm ²)			
		% 12 rutubete dönüştürülmüş		Ölçümdeki rutubet	
		X	S	X	S
A1	MASİF	58,255	5,708	55,417	5,430
A2		82,322	3,699	76,140	3,422
A3		85,972	4,671	80,558	4,376
A4		78,172	2,347	74,734	2,244
A5		85,771	2,709	76,418	2,413
A6		68,437	5,225	61,610	4,749
A7		61,022	7,900	59,849	7,749
A8		81,814	6,901	76,749	6,474
			Tutkal Türü		
B1	KONTRPLAK	ÜF		70,653	6,674
B2				73,991	6,917
B3				75,697	10,821
B4				77,600	7,151
B5				82,180	9,432
B6				73,453	4,778
B7				65,864	4,338
B8				73,557	4,642
C1		MÜF		59,239	5,153
C2				76,677	5,572
C3				66,393	14,034
C4				82,291	6,878
C5				100,064	4,312
C6				74,547	7,299
C7				62,914	4,746
C8				73,867	9,515

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

3.2.2.1. Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine bölge, yer, mevkii farklılığı ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 18’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer ve mevkii farklılığının üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda gruplar arasında en yüksek eğilme direnci değerleri 5 numaralı grupta bulunurken en düşük eğilme direnci değerleri ise 1 ve 7 numaralı gruplarda bulunmuştur. Tutkal türünün üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkisi

ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 18. Kontrplaklarda bölge farklılığının ve tutkal türünün eğilme direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	12303,907	7	1757,701	31,263	***
Tutkal Türü	6,740	1	6,740	0,120	Ö.D.
Bölge*Tutkal Türü	3448,620	7	492,660	8,763	***
Hata	9895,218	176	56,223		
Toplam	1085920,226	192			

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)
Grup		
1	24	64,946 a
2	24	75,334 bc
3	24	71,045 b
4	24	79,945 c
5	24	91,122 d
6	24	73,000 bc
7	24	64,389 a
8	24	73,712 bc
Tutkal		
ÜF	96	74,124 a
MÜF	96	74,499 a

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.2.2.2. Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Kızılağaç odununun eğilme direnci değerleri üzerine bölge, yer ve mevkii farklılığının etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 20'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer ve mevkii farklılığının kızılağaç odununun eğilme direnci değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda A2, A3, A4, A5 ve A8 kodlu gruplarda eğilme direnci

değerleri en yüksek bulunurken, en düşük eğilme direnci değerleri A1 ve A7 kodlu gruplarda bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 20. Kızılağaç odununun eğilme direncine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	7729,562	7	1104,223	45,236	***
Hata	2148,104	88	24,410		
Toplam	482759,350	96			

Tablo 21. Kızılağaç odununun eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Grup		
A1	12	55,417 a
A2	12	76,139 c
A3	12	80,558 c
A4	12	74,734 c
A5	12	76,418 c
A6	12	61,610 b
A7	12	59,849 a
A8	12	76,749 c

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.2.3. Elastikiyet Modülü

Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarına ait elastikiyet modülü değerleri Tablo 22’de verilmiştir. Ayrıca aynı tabloda kızılağaç odunu için elastikiyet modülü değerleri her bir grubun ortalama elastikiyet modülü sonuçları % 12 rutubete dönüştürülerek verilmiştir. İstatistiksel olarak analiz yapılırken deney anındaki rutubet (tablo 4) esas alınmıştır. Elastikiyet modülü değerlerinin belirlenmesinde kızılağaç odunu ve kontrplak levhaları için 12’şer adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 22. Kızılağaç odunu ve üretilen kontrplak levhalarına ait elastikiyet modülü ortalama değerleri (N/mm²)

Örnek Grupları	Malzeme	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)			
		% 12 rutubete dönüştürülmüş		Ölçümdeki rutubet	
		X	S	X	S
A1	MASİF	4593,817	397,011	4479,150	387,099
A2		5720,076	446,975	5496,900	429,537
A3		5400,990	745,922	5225,414	721,673
A4		4961,294	321,626	4690,594	322,715
A5		5307,139	217,025	5001,073	204,508
A6		4584,350	308,358	4343,707	292,171
A7		4395,058	438,140	4352,403	433,889
A8		4821,166	427,058	4667,150	413,414
			Tutkal Türü		
B1	KONTRPLAK	ÜF		6319,244	618,049
B2				7472,381	689,626
B3				7669,305	1193,176
B4				7222,093	450,677
B5				8411,363	622,974
B6				6358,943	519,736
B7				7666,738	454,541
B8				6563,318	499,504
C1		MÜF		6974,856	583,625
C2				7250,471	800,997
C3				6072,326	2074,875
C4				7222,690	682,543
C5				10269,122	610,170
C6				6420,159	556,090
C7				7153,196	438,621
C8				6964,797	981,752

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

3.2.3.1. Bölge Farklılığı ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine bölge, yer, mevkii farklılığı ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 23’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer ve mevkii farklılığının üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda gruplar arasında en yüksek elastikiyet modülü değerleri 5 numaralı grupta bulunurken en düşük elastikiyet modülü değerleri ise 6 numaralı grupta bulunmuştur. Tutkal türünün üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine

etkisi ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 23. Kontrplaklarda bölge farklılığının ve tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	1,414	7	2,020	28,884	***
Tutkal Türü	311276,636	1	311276,636	0,445	Ö.D.
Bölge*Tutkal Türü	4,114	7	5877823,354	8,405	***
Hata	1,230	176	699352,249		
Toplam	1,040	192			

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)
Grup		
1	24	6647,050 ab
2	24	7361,426 b
3	24	6870,815 ab
4	24	7222,391 b
5	24	9340,242 c
6	24	6389,550 a
7	24	7409967 b
8	24	6764,057 ab
Tutkal		
ÜF	96	7210,423 a
MÜF	96	7290,952 a

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.2.3.2. Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Kızılağaç odununun elastikiyet modülü değerleri üzerine bölge, yer ve mevkii farklılığının etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 25'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer ve mevkii farklılığının kızılağaç odununun elastikiyet modülü değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda A2 ve A3 kodlu gruplarda elastikiyet modülü değerleri en

yüksek bulunurken, en düşük elastikiyet modülü değerleri A6 ve A7 kodlu gruplarda bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 25. Kızılağaç odununun elastikiyet modülüne ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	1,495	7	2135330,609	11,816	***
Hata	1,590	88	180707,801		
Toplam	2,226	96			

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

Varyans Kaynakları	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Grup		
A1	12	4479,150 ab
A2	12	5496,900 c
A3	12	5225,414 c
A4	12	4690,594 ab
A5	12	5001,073 bc
A6	12	4343,708 a
A7	12	4352,403 a
A8	12	4667,150 ab

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.2.4. Liflere Paralel Basınç Direnci

Kızılağaç odununa ait liflere paralel basınç direnci değerleri Tablo 27’de verilmiştir. Ayrıca aynı tabloda kızılağaç odunu için liflere paralel basınç direnci değerleri her bir grubun ortalama liflere paralel basınç direnci sonuçları % 12 rutubete dönüştürülerek verilmiştir. İstatistiksel olarak analiz yapılırken deney anındaki rutubet (tablo 4) esas alınmıştır. Liflere paralel basınç direnci değerlerinin belirlenmesinde 16’şar adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 27. Kızılağaç odununun liflere paralel basınç direncinin ortalama değerleri (kp/cm²)

Örnek Grupları	Malzeme	Liflere Paralel Basınç Direnci (kp/cm ²)			
		% 12 rutubete dönüştürülmüş		Ölçümdeki rutubet	
		X	S	X	S
A1	MASİF	362,877	24,923	339,653	23,328
A2		454,905	19,453	408,732	17,479
A3		501,936	16,407	759,774	15,029
A4		409,551	25,689	386,001	24,212
A5		485,697	20,546	411,385	17,403
A6		408,418	27,608	351,852	23,784
A7		400,483	21,662	390,671	21,131
A8		437,134	15,088	401,070	13,843

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

3.2.4.1. Bölge Farklılığının Kızılağaç Odununun Liflere Paralel Basınç Direnci Üzerine Etkisi

Kızılağaç odununun liflere paralel basınç direnci değerleri üzerine bölge, yer ve mevkii farklılığının etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 28’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; bölge, yer ve mevkii farklılığının kızılağaç odununun liflere paralel basınç direnci değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda A3 kodlu grupta liflere paralel basınç direnci değerleri en yüksek bulunurken, en düşük liflere paralel basınç direnci değerleri A1 ve A6 kodlu gruplarda bulunmuştur. Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 28. Kızılağaç odununun liflere paralel basınç direncine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Bölge	155192,166	7	22170,309	55,97	***
Hata	47527,181	120	396,060		
Toplam	2,003	128			

Tablo 29. Kızılağaç liflere paralel basınç direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	Basınç Direnci (kp/cm ²)
Grup		
A1	16	339,653 a
A2	16	408,732 c
A3	16	459,773 d
A4	16	386,001 b
A5	16	411,385 c
A6	16	351,852 a
A7	16	390,670 bc
A8	16	401,070 bc

*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

3.3. Kimyasal Özellikler

3.3.1. pH

Her bir levha grubunun üretiminde kullanılacak olan soyma kaplamaların belirlenen pH değerleri Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Kaplamaların pH değerleri

Levha Grupları	PH
1	4,105
2	5,065
3	5,530
4	5,140
5	5,480
6	5,255
7	5,355
8	5,530

Her bir grup için 2'şer tekrarlı pH deneyi yapılmıştır. Her bir gruba ait 2 deney arasındaki farklar birbirine çok yakın olduğundan standart sapma değerleri hesaplanmamıştır.

3.4. Formaldehit Emisyonu

Üretilen tüm levha grupları için formaldehit emisyonu miktarları şişe yöntemine göre belirlenmiştir. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Deneme levhalarından ayrılan formaldehit miktarları

Levha Grupları	Şişe Metodu (mg/100g Tam Kuru Levha)
B1	1,088
B2	0,986
B3	0,660
B4	0,414
B5	0,790
B6	0,665
B7	0,734
B8	0,893
C1	0,563
C2	0,203
C3	0,078
C4	0,124
C5	0,104
C6	0,116
C7	0,157
C8	0,204

Her bir grup için 2 formaldehit emisyonu değeri belirlenmiştir. Her bir gruba ait 2 deney arasındaki farklar birbirine çok yakın olduğundan standart sapma değerleri hesaplanmamıştır.

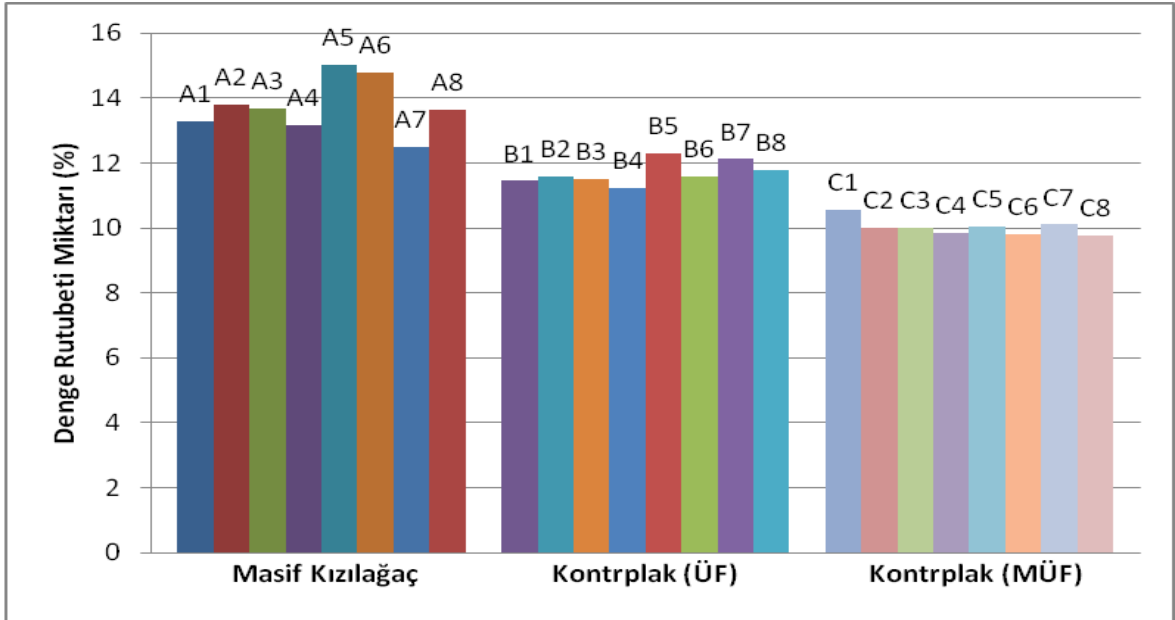
4. İRDELEME

4.1. Fiziksel Özellikler

4.1.1. Denge Rutubeti Miktarı

Üretilen kontrplak levhaların denge rutubeti değerleri; levhaların elde edildiği kızıl ağaç türünün yetiştiği ortam şartlarına göre bölge, yer ve mevki gibi faktörlere ve üretimlerinde kullanılan tutkal türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Masif ağaç malzemenin denge rutubeti miktarı ise ağacın yetiştiği bölge, yer ve mevkiğine bağlı olarak değişmiştir.

Kızılağaç odunu ve kızılağaçtan üretilen kontrplakların denge rutubeti üzerine ağacın yetiştiği bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkisi Şekil 7’de görülmektedir.



Şekil 7. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi

Şekil 7’den görüleceği üzere kontrplakların denge rutubeti değerleri üzerine tutkal türünün etkisi incelendiğinde, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların ÜF tutkalı ile üretilen

kontrplaklardan daha düşük denge rutubeti değerleri verdiği görülmüştür. Aydın (2004) tarafından yapılan bir çalışmada F tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ladin ve kızılağaçtan FF ile üretilen kontrplakların denge rutubet değerine nazaran yüksek bulunmuştur. F tutkal çözeltisinde asidik tuzlar kullanıldığından bu sertletiriciler rutubeti hızlı bir Şekilde absorbe etmektedir. Bu nedenle F tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerinin yüksek bulunması beklenen bir sonuçtur.

F, MF ve FF tutkalları ile üretilen LVL'ler üzerine yapılan bir çalışmada da melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhaların üre formaldehit tutkalı ile üretilenlerden daha düşük denge rutubeti değerine sahip olduğu belirtilmiştir (olak vd., 2004).

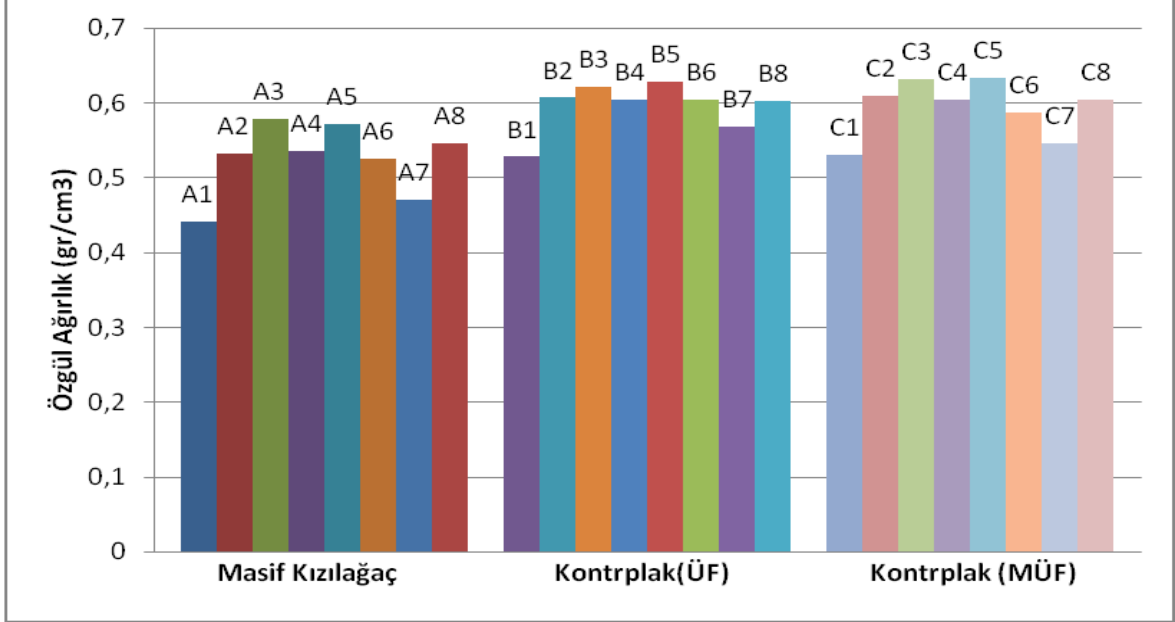
Masif ağaç malzemenin denge rutubeti üzerine bölge, yer ve mevkinin etkisi incelendiğinde, Şekil 7'den görüleceği üzere en düşük denge rutubeti miktarları Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan A7 grubunda, en yüksek denge rutubeti miktarları ise yine aynı bölgeden alınan A5 ve A6 gruplarında belirlenmiştir. Diğer grupların denge rutubeti miktarları arasında yapılan Newman Keuls testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmamıştır.

Bir ağaç türü çeşitli yetime bölgelerinde gövde içersindeki su miktarı bakımından bazı farklılıklar gösterir. Örneğin bazı ağaç türlerinin gövde içersindeki su miktarı; sahilden uzak yetime bölgelerinde % 80-100, buna karşın sahile yakın hava rutubetinin yüksek bulunduğu bölgelerde ise % 100-% 185 bulunmaktadır (Berkel, 1970). Ayrıca aynı ağaç türlerinde yetime bölgesinden başka aynı zamanda yetime yerinin de gövdedeki su miktarını etkilediği belirtilmiştir (Berkel, 1970). Çalışmada gruplara göre elde edilen farklı denge rutubeti değerleri, ağaç malzemenin yetiştiği farklı bölge, yer ve mevkiiden kaynaklanabilir.

4.1.2. Özgül Ağırlık

Üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık değerleri; levhaların elde edildiği kızılağaç türünün yetiştiği ortam Şartlarına göre bölge, yer ve mevki gibi faktörlere ve üretimlerinde kullanılan tutkal türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Masif ağaç malzemenin özgül ağırlığı ise ağacın yetiştiği bölge, yer ve mevkiine bağlı olarak değimitir.

Kızılağaç odunu ve kızılağaçtan üretilen kontrplakların özgül ağırlığı üzerine ağacın yetiştiği bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkisi Şekil 8’de görülmektedir



Şekil 8. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi

Şekil 8’den görüleceği üzere kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine tutkal türünün etkisi incelendiğinde, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır.

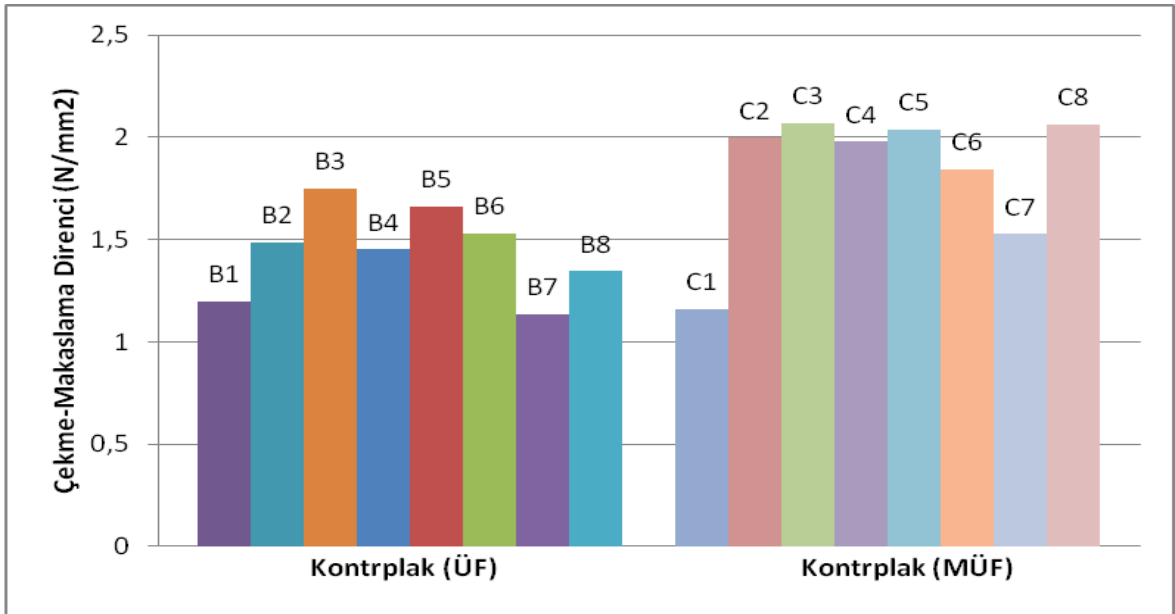
Masif ağaç malzemenin özgül ağırlığı üzerine bölge, yer ve mevkinin etkisi incelendiğinde, Şekil 8’den görüleceği üzere en düşük özgül ağırlık değerleri Giresun/Espiye bölgesinden alınan A1 grubunda, en yüksek özgül ağırlık değerleri ise Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan A3 ve A5 gruplarında belirlenmiştir. Ağaç malzemenin özgül ağırlığı üzerine yetiştirme yerinin etkili olduğu bilinmektedir. Giresun bölgesinde 1350 m yükseltiden alınan kızılağacın özgül ağırlık değeri, Trabzon/Akçaabat bölgesinden 1130 m yükseltiden alınan kızılağacın özgül ağırlığından daha düşük bulunmuştur. Literatürde kayın ve ladin türlerinin özgül ağırlık değerlerinin yüksek dağlarda yukarıdan aşağı inildikçe artış gösterdiği belirlenmiştir (Bozkurt ve Göker, 1970). Bu nedenle tez kapsamında elde edilen değerlerin literatüre uygun olduğu söylenebilir.

4.2. Mekanik Özellikler

4.2.1. Kontrplak Levhalara Ait Çekme-Makaslama Direnci

Üretilen kontrplak levhaların çekme-makaslama direnci değerleri; levhaların elde edildiği kızılğaç odununun yetiştiği ortam şartlarına göre bölge, yer ve mevki gibi faktörlere ve üretimlerinde kullanılan tutkal türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Kızılğaçtan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine ağacın yetiştiği bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkisi Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün çekme-makaslama direnci üzerine etkisi

Tutkal türünün çekme-makaslama direnci değerleri üzerine etkisi incelendiğinde melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinin üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplaklarınkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların ÜF tutkalı ile üretilen kontrplaklardan daha düşük denge rutubetine sahip olduğu bulunmuştur. Çolak ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmaya göre denge rutubeti miktarının artması ile yapışma direncinde bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu çalışmada MÜF tutkalı ile üretilen levhaların

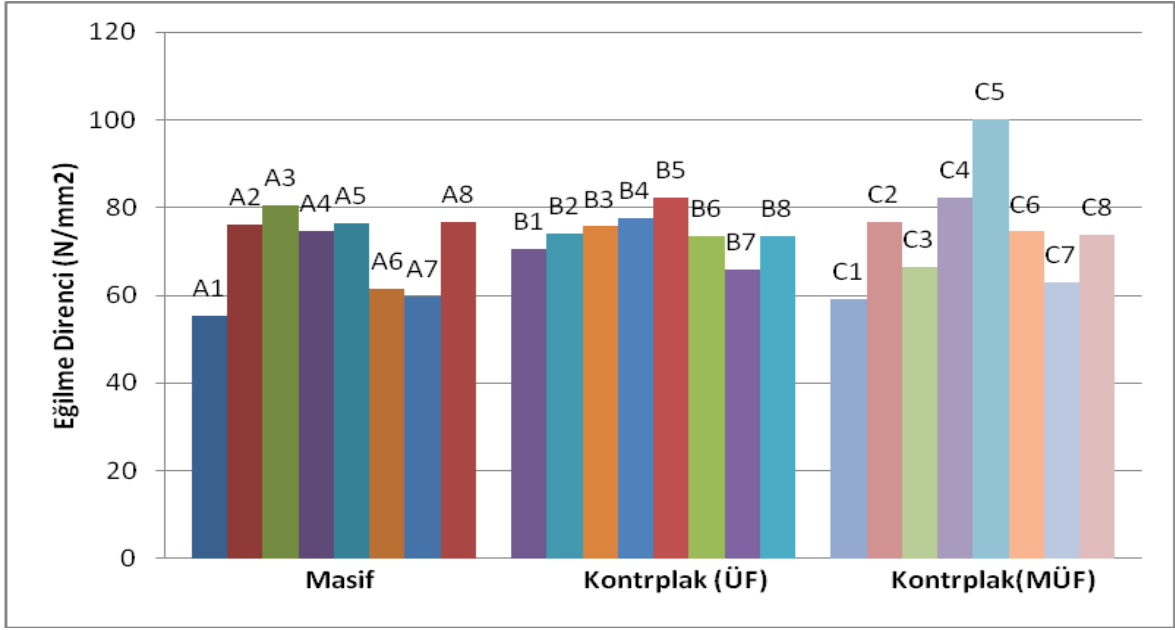
daha yüksek çekme-makaslama direnci değerleri göstermesinin bu durumdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kontrplakların yapışma direnci değerleri EN 314-1 ve DIN 68705-3 standartlarında belirtilen 1 N/mm² değerinin üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla üretilen levhaların standart değerlere uygun yapışma direnci değerinde olduğu görülmektedir.

Şekil 9 incelendiğinde; bölge, yer ve mevkinin kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Özgül ağırlığı en yüksek gruplar olarak belirlenen Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 3 ve 5 numaralı gruplar, yine aynı bölgeden alınan 4 ve 6 numaralı gruplar ile Artvin/Arhavi bölgesinden alınan 2 numaralı grup ve Trabzon/Sürmene bölgesinden alınan 8 numaralı grup ile beraber en yüksek çekme-makaslama direnci değerlerini verirken, özgül ağırlığı en düşük tespit edilen Giresun bölgesinden alınan 1 numaralı grup, Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 7 numaralı grup ile beraber en düşük çekme-makaslama direnci değerlerini vermiştir. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ve diğer mekanik özelliklerin yüksek olacağı ifade edilmektedir (Çolakoğlu, 1990; Bozkurt ve Erdin, 1992).

4.2.2. Eğilme Direnci

Üretilen kontrplak levhaların eğilme direnci değerleri; levhaların elde edildiği kızılâğaç türünün yetiştiği ortam şartlarına göre bölge, yer, mevki gibi faktörlere ve üretimlerinde kullanılan tutkal türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Masif ağaç malzemenin eğilme direnci değerleri ise ağacın yetiştiği bölge, yer ve mevkesine bağlı olarak değişmiştir.

Kızılâğaç odunu ve kızılâğaçtan üretilen kontrplakların eğilme direnci üzerine ağacın yetiştiği bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkisi Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi

Tutkal türü açısından, melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri ile üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur. Her iki tutkal türü ile üretilen tüm kontrplaklara ait eğilme direnci değerleri DIN 68705-3, 2003 standardına göre, yapısal amaçlı kullanılacak kontrplaklar için eğilme direnci alt sınır değeri olarak belirlenen 40 N/mm² değerini sağlamıştır.

Şekil 10 incelendiğinde; bölge, yer ve mevkinin kontrplakların eğilme direnci üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 5 numaralı grup en yüksek eğilme direnci değerlerini verirken, en düşük eğilme direnci değerlerini Giresun/Espiye bölgesinden alınan 1 ve Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 7 numaralı gruplar vermiştir. Literatürde özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ve diğer mekanik özelliklerin yüksek olacağı ifade edilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1992). Ayrıca yapışma direncindeki artışın diğer mekanik özellikleri de iyileştirdiği ifadesi dikkate alındığında; daha iyi çekme-makaslama direnci değerleri vermiş 5 numaralı grubun eğilme direncinin daha yüksek olması beklenebilir. Uygun bir şekilde tutkallanmamış ve iyi bir yapışma sağlanmamış levhaların düşük eğilme direnci göstereceği belirtilmektedir (Demirkır, 2012).

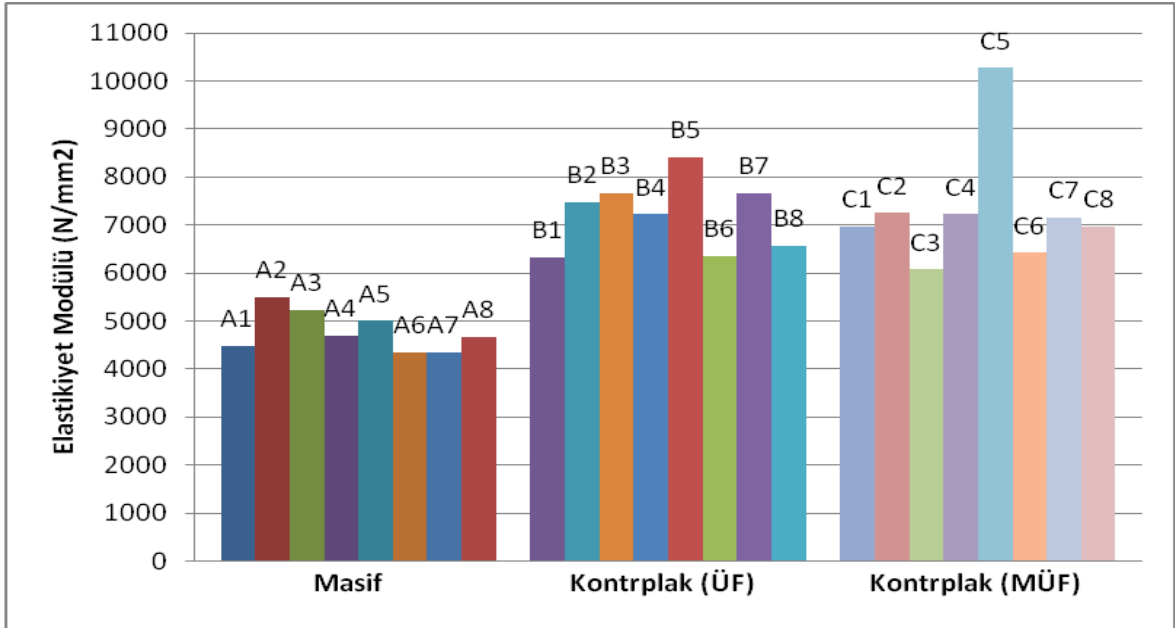
Masif odunun eğilme direnci ve elastikiyet modülünün artmasıyla, bunlardan üretilen kontrplakların aynı özelliklerinde de artış olmaktadır. (Bozkurt ve Göker, 1986; Özen, 1981).

Şekil 10'dan görüleceği üzere, masif haldeki kızılâğaç gruplarında en yüksek eğilme direnci değerlerini gösteren Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 3 ve 5 numaralı tomruklardan üretilen kontrplaklarda da en yüksek eğilme direnci değerleri tespit edilmiştir. Buna paralel olarak masif halde en düşük eğilme direnci değerlerini gösteren Giresun/Espiye bölgesinden alınan 1 numaralı grup ile Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 7 numaralı gruplardan üretilen kontrplaklarda en düşük eğilme direnci değerlerini vermiştir.

4.2.3. Elastikiyet Modülü

Üretilen kontrplak levhaların elastikiyet modülü değerleri; levhaların elde edildiği kızılâğaç türünün yetiştiği ortam şartlarına göre bölge, yer ve mevki gibi faktörlere ve üretimlerinde kullanılan tutkal türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Masif ağaç malzemenin elastikiyet modülü değerleri ise ağacın yetiştiği bölge, yer ve mevkisine bağlı olarak değişmiştir.

Kızılâğaç odunu ve kızılâğaçtan üretilen kontrplakların elastikiyet modülü üzerine ağacın yetiştiği bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkisi Şekil 11'de gösterilmiştir.



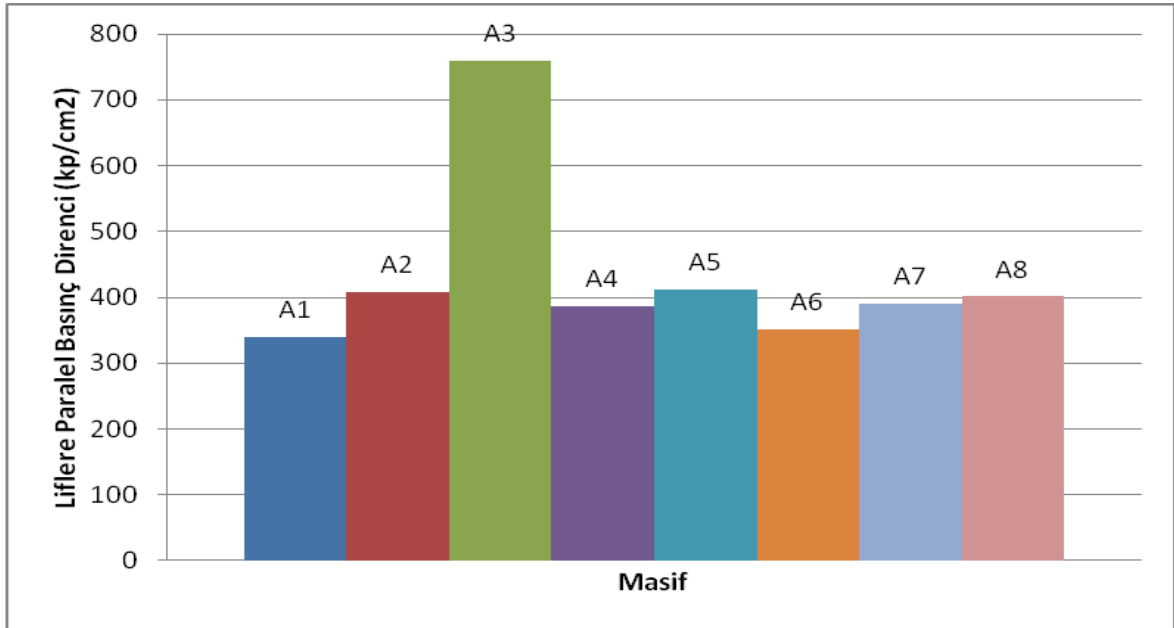
Şekil 11. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi

Tutkal türü açısından, melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri ile üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur. Her iki tutkal türü ile üretilen kontrplaklara ait elastikiyet modülü değerleri standartlar ile karşılaştırıldığında DIN 68705-3, 2003 standardına göre, yapısal amaçlı kullanılacak 6-12 mm arası kalınlıklardaki kontrplaklar için elastikiyet modülü alt sınır değeri olarak belirlenen 5000 N/mm^2 değerini sağlamıştır.

4.2.4. Liflere Paralel Basınç Direnci

Masif kızılâğaç malzemenin liflere paralel basınç direnci değerleri, ağacın yetiştiği bölge, yer ve mevkisine bağlı olarak değişim göstermiştir.

Kızılâğaç odununun liflere paralel basınç direnci üzerine ağacın yetiştiği bölge, yer, mevkisinin etkisi Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Bölge, yer, mevkinin masif kızılâğacın liflere paralel basınç direnci değerleri üzerine etkisi

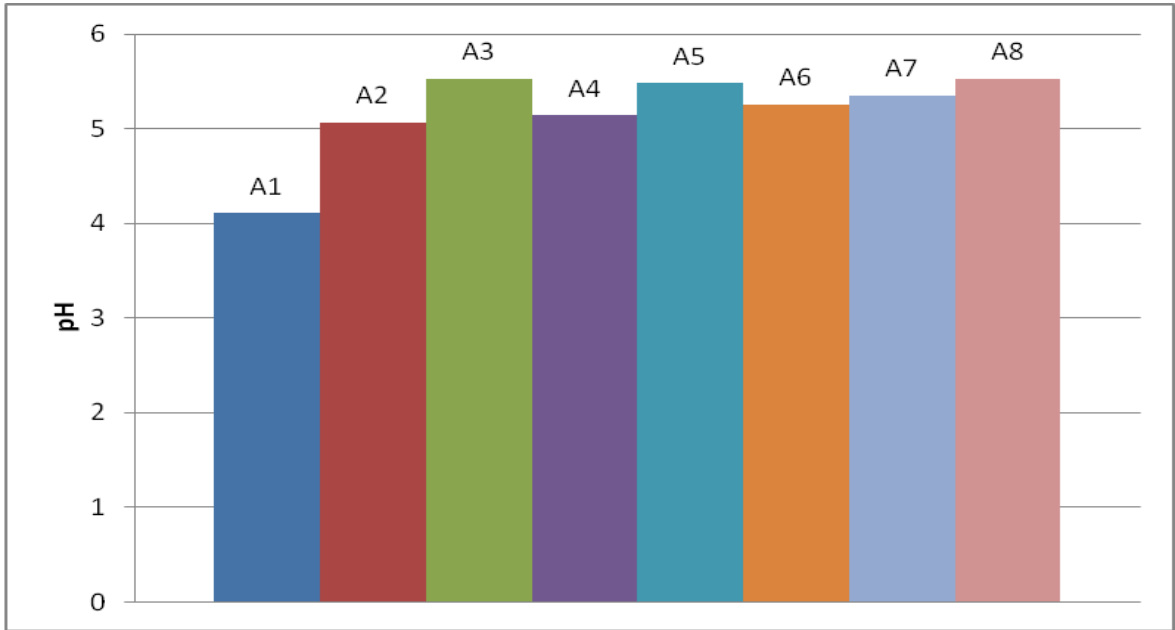
Şekil 12’den görüleceği üzere en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 3 numaralı kızılâğaç grubunda belirlenirken, en düşük değeri ise Giresun/Espiye bölgesinden alınan 1 numaralı kızılâğaç grubu vermiştir.

Literatürde bütün ağaç türleri odunlarında geçerli olmak kaydıyla özgül ağırlığın artması ile birlikte bununla doğru orantılı olarak basınç direncide artar. Aynı ağaç türünde özgül ağırlığın artması ile basınç direncinin artışı odundaki rutubet miktarı çoğaldıkça azalmaktadır (Berkel, 1970; Bozkurt ve Göker., 1996). Masif kızılâğaç grupları arasında en yüksek özgül ağırlığı veren 3 numaralı grubun en yüksek liflere paralel basınç direncini göstermesi, en düşük özgül ağırlık değerini veren 1 numaralı grubun ise en düşük liflere paralel basınç direnci değerini göstermesi beklenen bir sonuçtur.

4.3. Kimyasal Özellikler

4.3.1. pH

Her bir levha grubunun üretiminde kullanılacak olan soyma kaplamaların pH değerlerine ilişkin grafik Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13. Kaplamalara ait pH değerleri

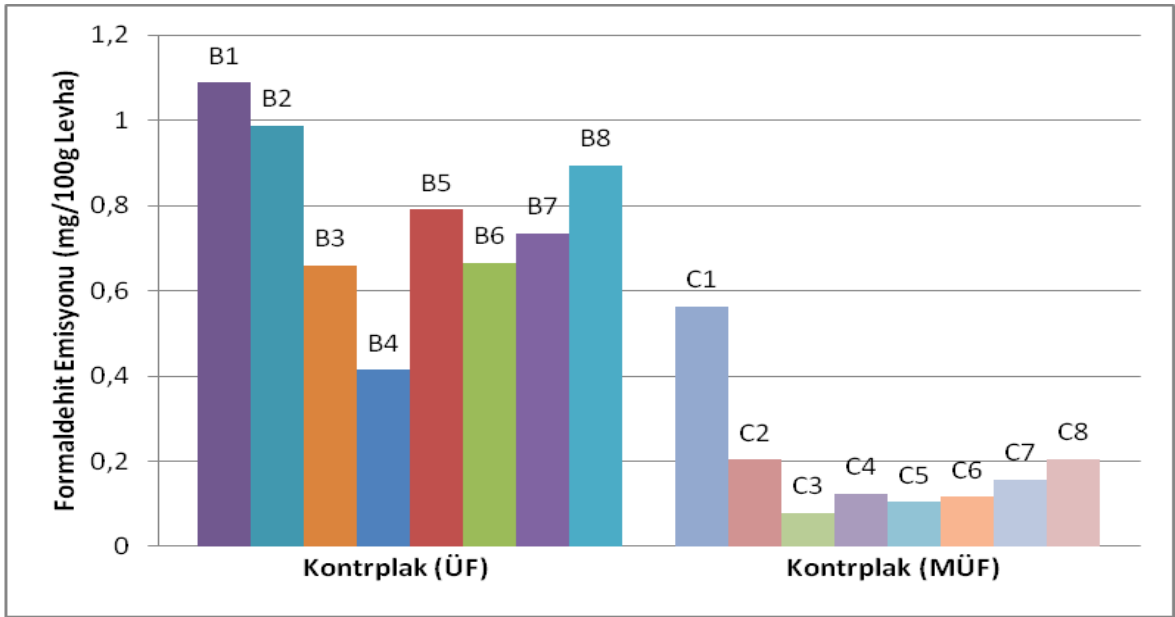
Şekil 13 incelendiğinde kaplama levhalarının pH değerleri arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Daha önce çeşitli faktörlerin kızılâğacın pH değeri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, kızılâğacın pH değerinin 4,5 ile 5,80 arasında değiştiği

belirlenmiştir (Aydın, 2004; Gray, 1998). Bu çalışmada bulunan sonuçların geçmişte yapılan çalışmaların sonuçları ile paralellik gösterdiği görülmektedir.

4.4. Formaldehit Emisyonu

Üretilen kontrplak levhaların formaldehit emisyonu değerleri; levhaların elde edildiği kızılâğaç türünün yetiştiği ortam şartlarına göre bölge, yer ve mevki gibi faktörlere ve üretimlerinde kullanılan tutkal türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Kızılâğaçtan üretilen kontrplakların formaldehit emisyonu üzerine ağacın yetiştiği bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün etkisi Şekil 14’de gösterilmiştir.



Şekil 14. Bölge, yer, mevki ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün formaldehit emisyonu üzerine etkisi

Tutkal türünün formaldehit emisyonu değerleri üzerine etkisi incelendiğinde üretilen formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların formaldehit emisyonu değerlerinin melamin üretilen formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplaklarınkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. ÜF reçinesi içerisine melamin ilave edilmesiyle birlikte ortaya çıkan melamin-üretilen formaldehit reçinesinin ÜF reçinesine göre su ile bağ yapabilme direnci artar. (Aydın vd., 2005). Bu nedenle üretilen formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplakların, melamin formaldehit

ile üretilen kontrplaklara göre daha yüksek formaldehit emisyonu değerleri vermesi beklenen bir sonuçtur.

Şekil 14 incelendiğinde; bölge, yer ve mevkiinin kontrplakların formaldehit emisyonu değerleri üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Melamin-üre formaldehit tutkalı için özgül ağırlığı en yüksek gruplar olan Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan C3 ve C5 numaralı gruplar en düşük formaldehit emisyonu değerlerini verirken, Üre formaldehit tutkalı için özgül ağırlığı en yüksek olan Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan B3 grubu ile yine aynı bölgeden alınan B4 grubu en düşük formaldehit emisyonu değerlerini vermiştir. Her iki tutkal türü içinde özgül ağırlığı en düşük olarak belirlenen Giresun/Espiye bölgesinden alınan 1 numaralı grup ise en yüksek formaldehit emisyonu değerlerini vermiştir. Özgül ağırlığın artması ile birlikte formaldehit ayrışması sınırlandırılır (Çolakoğlu, 1993).

5. SONUÇLAR

5.1. Fiziksel Özellikler

5.1.1. Denge Rutubeti Miktarı

1. Üretilen kontrplak levhaların denge rutubeti değerleri, kızılâğaç türünün yetiştiği bölge, yer ve mevkiye göre incelendiğinde; en yüksek denge rutubeti değerleri Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 5 numaralı grupta bulunurken, en düşük denge rutubeti değerleride yine Trabzon/Akçaabat bölgeden alınan 4 numaralı grupta bulunmuştur.

2. Tutkal türü açısından incelendiğinde, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinin ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür.

3. Masif kızılâğaç odununun denge rutubeti değerleri, kızılâğaç türünün yetiştiği bölge, yer ve mevkiye göre incelendiğinde; en yüksek denge rutubeti değerleri Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan A5 ve A6 numaralı gruplarda bulunurken, en düşük denge rutubeti değerleri yine aynı bölgeden alınan A7 numaralı grupta bulunmuştur.

5.1.2. Özgül Ağırlık

1. Üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık değerleri, kızılâğaç türünün yetiştiği bölge, yer ve mevkiye göre incelendiğinde; en yüksek özgül ağırlık değerleri Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 3 ve 5 numaralı gruplarda bulunurken, en düşük özgül ağırlık değerleri Giresun/Espiye bölgesinden alınan 1 numaralı grupta bulunmuştur.

2. Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri ile ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

3. Masif kızılâğaç odununun özgül ağırlık değerleri, kızılâğaç türünün yetiştiği bölge, yer ve mevkiye göre değerlendirildiğinde; en yüksek özgül ağırlık değerleri Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan A3 ve A5 numaralı gruplarda bulunurken, en düşük özgül ağırlık değerleri Giresun/Espiye bölgesinden alınan A1 numaralı grupta bulunmuştur.

5.2. Mekanik Özellikler

5.2.1. Kontrplaklara Ait Çekme-Makaslama Direnci

1. Üretilen kontrplak levhaların çekme-makaslama direnci değerleri, kızılığaç türünün yetiştiği bölge, yer ve mevkiye göre incelendiğinde; en yüksek çekme-makaslama direnci değerleri Artvin/Arhavi, Trabzon/Akçaabat ve Trabzon/Sürmene bölgelerinden alınan 2, 3, 4, 5, 6 ve 8 numaralı gruplarda bulunurken, en düşük çekme-makaslama direnci değerleri Giresun/Espiye ve Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan 1 ve 7 numaralı gruplarda bulunmuştur.

2. Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinin ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

5.2.2. Eğilme Direnci

1. Üretilen kontrplak levhaların eğilme direnci değerleri, kızılığaç türünün yetiştiği bölge, yer ve mevkiye göre incelendiğinde; en yüksek eğilme direnci değerleri Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 5 numaralı grupta bulunurken, en düşük eğilme direnci değerleri Giresun/Espiye ve Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan 1 ve 7 numaralı gruplarda bulunmuştur.

2. Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri ile ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

3. Masif kızılığaç odununun eğilme direnci değerleri, kızılığaç türünün yetiştiği bölge, yer ve mevkiye göre değerlendirildiğinde; en yüksek eğilme direnci değerleri Artvin/Arhavi, Trabzon/Akçaabat ve Trabzon/Sürmene bölgelerinden alınan A2, A3, A4, A5 ve A8 numaralı gruplarda bulunurken, en düşük eğilme direnci değerleri Giresun/Espiye ve Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan A1 ve A7 numaralı gruplarda bulunmuştur.

5.2.3. Elastikiyet Modülü

1. Üretilen kontrplak levhaların elastikiyet modülü değerleri, kızılğaç türünün yetiştiğı bölge, yer ve mevkiye göre incelendiğinde; en yüksek elastikiyet modülü değerleri Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 5 numaralı grupta bulunurken, en düşük elastikiyet modülü değerleri Giresun/Espiye ve Trabzon/Akçaabat bölgesinden alınan 6 numaralı grupta bulunmuştur.

2. Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri ile ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

3. Masif kızılğaç odununun elastikiyet modülü değerleri, kızılğaç türünün yetiştiğı bölge, yer ve mevkiye göre değerlendirildiğinde; en yüksek elastikiyet modülü değerleri Artvin/Arhavi ve Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan A2 ve A3 numaralı gruplarda bulunurken, en düşük elastikiyet modülü değerleri Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan A6 ve A7 numaralı gruplarda bulunmuştur.

5.2.4. Liflere Paralel Basınç Direnci

1. Masif kızılğaç odununun liflere paralel basınç direnci değerleri, kızılğaç türünün yetiştiğı bölge, yer ve mevkiye göre değerlendirildiğinde; en yüksek liflere paralel basınç direnci değerleri Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan A3 numaralı grupta bulunurken, en düşük liflere paralel basınç direnci değerleri Giresun/Espiye ve Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan A1 ve A6 numaralı gruplarda bulunmuştur.

5.3. Kimyasal Özellikler

5.3.1. pH

1. Kontrplak üretiminde kullanılacak soyma kaplamaların pH değerleri, kızılğaç türünün yetiştiğı bölge, yer ve mevkiye göre değerlendirildiğinde; gruplar arasında önemli bir fark bulunamamakla beraber Giresun/Espiye bölgesinden alınan 1 numaralı grubun pH değeri diğer gruplara göre daha düşük çıktığı görülmektedir.

5.4. Formaldehit Emisyonu

1. Üretilen kontrplak levhaların formaldehit emisyonu değerleri, kızılğaç türünün yetiştiği bölge, yer ve mevkiye göre incelendiğinde; Melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplaklarda Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan C3 ve C5 numaralı gruplar en düşük formaldehit emisyonu değerlerini verirken, Üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplaklarda Trabzon/Akçaabat bölgelerinden alınan B3 ve B4 grupları en düşük formaldehit emisyonu değerlerini vermiştir. Her iki tutkal türü içinde Giresun/Espiye bölgesinden alınan 1 numaralı grup en yüksek formaldehit emisyonu değerlerini vermiştir.

2. Tutkal türü açısından değerlendirildiğinde; MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların formaldehit emisyonu değerlerinin ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların formaldehit emisyonu değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür.

7. ÖNERİLER

Ülkemiz ormanları her geçen gün kalite ve miktar bakımından azalma göstermektedir. Ülkemizde ormanların her geçen gün azalması ve bunun yanında da orman ürünleri işleyen kuruluşların her geçen gün artması nedeniyle, bu kuruluşlar üretim için gerek duydukları yeterli miktarda ve kalitedeki hammadde temininde sıkıntılar yaşamaktadırlar. Bundan dolayı sektörde önemli bir problem olan odun hammaddesi ihtiyacını karşılayabilmek için hızlı gelişen türlere yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Örneğin, günümüzde Türkiye ve Avrupa'da kontrplak üretimi için kullanılan en önemli ağaç türlerinden biri kayındır. Ancak kayının kontrplak üretiminde gerekli çapa ulaşması için geçen süre 120 yıl iken kızılâğaçlar için bu süre 60 yıl kadardır. Bu nedenle ülkemizde doğal yayılış gösteren ve ülkemiz ormanlarının yaklaşık % 1'ini oluşturan kızılâğaçların kontrplak üretiminde kullanılması ile önemli bir sorun olan hammadde temini giderilebilir. Ayrıca kızılâğaç tomruklarından kontrplak üretiminde buharlama yapılmaksızın soyma işlemi gerçekleştirilebildiğinden buharlama işleminin işletmeye getireceği ek maliyet ve problemlerle de karşılaşılacaktır.

Yapılan istatistiksel sonuçlara göre kızılâğaç tomruklarından elde edilen kontrplakların çekme-makaslama, eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri standartları karşılamaktadır. Kızılâğaç odunu ve üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yetişme ortam şartlarının etkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle bundan sonra yapılacak çalışmalarda aynı ağaç türlerinden üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yetişme ortamı şartlarının da etkili olduğu göz önüne alınmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Akyüz, M., 1988. Kızılağacın Odun Özellikleri ve Kullanım Özellikleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mülkiyet Sorunları Sempozyumu, Ekim, Trabzon (Poster Bildiri).
- Anonim, 1989. Furniture and Joinery Industries for Developing Countries, United Nations Industrial Development Organization, UNIDO Publications, Sales No: E.88.III.E.7, Vienna.
- Anşin, R. ve Özkan, Z.C., 1997. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No : 19, Trabzon.
- AS, N. 1992. Pinus Pinaster Ait. Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ASTM 907, 1982. Standart Definitions of Terms Relation to Adhesives, ASTM, Philadelphia.
- Ay, N., 1994. Duglas (Pseudotsuga Menziesii (Mirb) Franco) Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ, F.B.E., Trabzon.
- Ay, N., 1998. Rize Çayeli Bölgesi Kızılağaç Odununun Mekanik Özellikleri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1-2, 641-647.
- 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., Çolak, S., Çolakoğlu, G. ve Demirkır, C., 2005. Effects of Moisture Content on Formaldehyde Emission and Mechanical Properties of Plywood, Building and Environment.
- Baldwin, R. F., 1995. Plywood and Veneer-Based Products: Manufacturing Practices, Miller Freeman Books, San Francisco, California, USA.
- Berkel, A. 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 147.
- Bozkurt, A.,Y. ve Göker, Y., 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, yayın No: 297, İstanbul.

- Bozkurt, A.,Y. ve Göker, Y., 1986. Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın no: 378, İstanbul.
- Bozkurt, A., Y. ve Erdin, N., 1992. Yoğunluk İle Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler, Trabzon, 1, 199-222.
- Bozkurt, A.,Y. ve Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ders kitabı, 2. Baskı. Üniversite Yayın No: 3944, Orman Fakültesi Yayın No: 436. ISBN 975-404-420-1.
- Bozkurt, A.,Y. ve Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü Yayın No: 4263, Orman Fakültesi Yayın No: 446, Isbn: 975-404-592-5, İstanbul.
- Çolak, S., 2002. Kontrplaklarda Emprenye İşlemlerinin Formaldehit ve Asit Emisyonu İle Teknolojik Özelliklere Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ, F.B.E., Trabzon.
- Çolak, S., Çolakoğlu, G. ve As, N., 2002. Ağaç Malzemenin Yanması ve Yangında Diğer Yapı Elemanlarıyla Karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 52, 1, 15-26.
- Çolak, S., Aydın, İ., Demirkır, C. and Çolakoğlu, G., 2004. Some Technological Properties of Laminated Veneer Lumber Manufactured from Pine (*Pinus sylvestris* L.) Veneers with Melamine Added-UF Resins, Turk J Agric For 28 (1):109-113.
- Çolakoğlu, G., 1990. Kavak (P.x EURAMERICANA ' I-214) ve Kızılağaç (A.GLUTINOSA SUBSP. BARBATA) Kontrplaklarının Tutkallama Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, F.B.E., Trabzon.
- Çolakoğlu, G., 1993. Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ, F.B.E., Trabzon.
- Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. and Çolak, S., 2002. Ahşap Sanayinde Melamin Formaldehit (MF) ve Melamin/Üre Formaldehit (MÜF) yapıştırıcılarının Kullanımı, Mobilya Dekorasyon, 47 ,130-138.
- Çolakoğlu, G., Çolak, S. ve Aydın, İ., 2002. Boraks ve Borik Asitle Emprenye Edilmiş Kayın Kaplama Levhalardan Üretilen Lamine Tabakalı Malzemelerin Mekanik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.
- 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. am Turlerinden Elde Edilen Kaplamaların Yapı Maksatlı Kontrplak retiminde Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.., Fen Bilimleri Enstitusu, Trabzon.
- Deppe, H., J., 1982. in Luftqualitat in Innenraum (K. Aurand, B. Seiferd, and J. Wegner, eds.), Fisher Verlag, 91-128, Stutgard.
- DIN 68708, 1976. Sperrholz-Begriffe, DIN, Berlin.
- Dunky, M., 1988. Urea-Formaldehyde (UF) Adhesive Resins for Wood, International Journal of Adhesion and Adhesives, 95-107.
- EN 313-1, 1996. Plywood-Classification and Terminology, CU.
- EN 313-2, 1999. Plywood-Classification and Terminology Part-2, Terminology, CU.
- EN 717-3, 1996. Bestimmung der Formaldehydabgabe, Teil 3. Formaldehydabgabe nach der Flaschen-Methode, CEN, Brussel
- Ergun, K., 2012. Farklı Yetişme Ortamı Koşullarının Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik zelliklerine Etkileri, Yuksek Lisans Tezi, KTU, F.B.E., Trabzon.
- Excelman, C.A., 2000. Brief Survey of Wood Adhesives , Purdue University, Cooperative Extension Service, FNR Report 154, West Lafayette, IN.
- Gray, V.R., 1998. The Acidity of Wood, Journal of the Institute of Wood Science, 1, 2, 58-64.
- Hernandez, R. E. ve Restpero, G., 1995. Natural variation in wood properties of *Alnus acuminata* H.B.K. grown in Colombia. Wood and Fiber Sci. 27, 1, 41-48.
- Huş, S., 1977. Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul niversitesi Orman Fakltesi, İ.. Yayın No: 2337, Orman Fakltesi Yayın No; 242, İstanbul.
- Jang, E.G.Y., 1997. Adhesive Properties of Soy Protein as Wood Adhesive, Ph. D. Thesis, Texas A&M University.
- Lutz, J. F., 1977. Wood Veneer: Log Selection, Cutting and Drying, U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1577.
- Malkoçoğlu, A., 1994. Dogu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik zellikleri, Doktora Tezi K.T.., Fen Bilimleri Enstitusu, Trabzon.
- Merev, N., 1983. Turkiye Kızılağaç (*Alnus Mill.*)' ları Odunlarının İç Yapıları, Doktora Tezi, K.T.., Fen Bilimleri Enstitusu, Trabzon.
- Merev, N., 1998. “Doğu Karadeniz Blgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi”, 1-A, K.T.. Orman Fak., Yayın No: 189/27, 396, Trabzon.

- O.G.M., 2006. Orman Varlığımız., T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Ankara.
- Örs, Y., Çolakoğlu, G., AYDIN, 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., 1981. Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fakültesi ,Yayın No : 9, Trabzon.
- Pizzi, A., 1983. Wood Adhesives, Marcel Dekker, Inc, 364, New York.
- Pizzi, A. and Mittal, K.L., 1994. Handbook of Adhesive Technology, Chapter 13, Marcel Dekker, Inc.
- Kantay, R., 1982. Kaplama Kurutma Makineleri, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B, 32, 2, 126-146.
- Marutzky, R., 1989. Chapter 10 in wood adhesives: Chemistry and Technology, vol. 2 (A. Pizzi, ed.), Marcel Dekker.
- ROQUE, R.M., 2004. Effect of management treatment and growing regions on wood properties of *Gmelina arborea* in Costa Rica. New Forests, ISSN: 0169-4286 1573-5095, 28, 2-3, 325-330.
- Saraçoğlu, N., 1988. Kızılağaç [*Alnus glutinosa Gaernt. subps. barbata* (C.A. Mey.) Yalt.] Gövde Hacim ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Schmidt, R. G., 1988. Aspects of Wood Adhesion: Applications of ¹³C CP/MAS NMR and Fracture Testing, Ph. d. Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- Sellers, T., 1985. Plywood and Adhesive Technology, Marcel Dekker Inc., pp 661, New York.
- Seller, T., McSwee, J. R. and Nearn, W. T., 1988. Gluing of Eastern Hardwoods: A Review, U.S. Dep. Of Agric, Forest Service, General Technical Report, 50-71.
- 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.
- TANK, T., 1988. Tutkallara Giriş, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi , Orman Endüstri Mühendisliği, İstanbul.
- TAPPI T m-45, 1992. TAPPI Test Methods 1992-1993, TAPPI Press Atlanta, Georgia, U.S.

- 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, 872–876.
- TS 2471, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, I. Baskı, T.S.E., Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, I. Baskı, Mayıs 1982, T.S.E., Ankara.
- TS 2474, 1977. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2478, 1978. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2595, 1977. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- TS 3103, 1998. Kontrplaklarda Sınıflandırma ve Terimler, Bölüm 1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 310, 1998. Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, 1. Baskı, TSE Ankara.
- TS EN 314-1, 1998. Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi, Bölüm:1 Deney Metodları, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 322, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 323-1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- 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.
- Yaltırık, F., 1970. Yeni Bir *Alnus* (Kızılağaç) Alttürü ve Türkiye'nin *Alnus* Türlerine Toplu Bakış, Türk Biyoloji Dergisi 20,1-4, 115-121.

ÖZGEÇMİŞ

20.07.1986 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2005 yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı, aynı bölümden 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl içinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlayan Hasan ÖZTÜRK, orta derecede İngilizce bilmektedir.