

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇEŞİTLİ AĞAÇ TÜRLERİNDEN ELDE EDİLEN KONTRPLAKLARIN
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE PRESLEME SÜRESİ VE TUTKAL
TÜRÜNÜN ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Mehmet Salih DEMİRKİR

**HAZİRAN 2014
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇEŞİTLİ AĞAÇ TÜRLERİNDEN ELDE EDİLEN KONTRPLAKLARIN
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE PRESLEME SÜRESİ VE TUTKAL
TÜRÜNÜN ETKİSİ**

Orman Endüstri Mühendisi Mehmet Salih DEMİRKİR

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23.05.2014
Tezin Savunma Tarihi : 12.06.2014

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İsmail AYDIN

Trabzon 2014

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

**ÇEŞİTLİ AĞAÇ TÜRLERİNDEN ELDE EDİLEN KONTRPLAKLARIN
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE PRESLEME SÜRESİ VE TUTKAL
TÜRÜNÜN ETKİSİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 27 / 05 / 2014 gün ve 1555 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. İsmail AYDIN

Üye : Prof. Dr. Semra ÇOLAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kontrplakların Teknolojik Özellikleri Üzerine Presleme Süresi ve Tutkal Türünün Etkisi” adlı bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenen, tez konusunun belirlenmesinde ve çalışmaların yürütülmesinde bana yol gösteren, içerik ve kaynak bakımından destek sağlayan ve çalışmalarımın her aşamasında yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. İsmail AYDIN ‘a teşekkürü borç bilirim. Yine çalışmanın yürütülmesi sırasında değerli fikir ve görüşleri ile beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocalarım Sayın Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU’ na, Prof. Dr. Semra ÇOLAK’ a ve Yrd. Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN ‘e çok teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisansım boyunca önerileri, yakın ilgi ve destekleri ile çalışmalarımı kolaylaştıran, hiçbir destekten kaçınmayan ağabeyim Sayın Yrd. Doç. Dr. Cenk DEMİRKİR’ a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında gerek laboratuvar, gerekse de tez hazırlama konusunda bana yardımcı olan Sayın Öğr. Gör. Hasan ÖZTÜRK’ e ve Arş. Gör. Aydın DEMİR’ e teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım süresince bana her türlü maddi ve manevi desteği veren babam Cemal DEMİRKİR’ a ve annem Nurten DEMİRKİR’ a müteşekkir olduğumu belirtmek isterim.

Son olarak, bana her konuda yardım eden ve yanımda olan değerli eşim Mehlika Gizem DEMİRKİR’ a ve ailesine göstermiş oldukları destekten ve sabırdan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Salih DEMİRKİR

Trabzon 2014

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kontrplakların Teknolojik Özellikleri Üzerine Presleme Süresi ve Tutkal Türünün Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. İsmail AYDIN’ ın 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. 23/05/2014

Mehmet Salih DEMİRKİR

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kaplamanın Tanımı.....	2
1.3. Kontrplak Hakkında Genel Bilgiler	3
1.3.1. Kontrplağın Tanımı	3
1.3.2. Kontrplağın Kullanım Alanları	4
1.4. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Ağaç Türleri	6
1.5. Kontrplak Üretim Teknolojisi	8
1.5.1. Kaplamalık Tomrukların Depolanması	9
1.5.2. Tomrukların Soyma İşlemine Hazırlanması.....	9
1.5.3. Kabuk Soyma	10
1.5.3.1. Odun-Kabuk Adhezyonu.....	10
1.5.3.2. Ağaç Türü.....	11
1.5.3.3. Kabuk Soyma Makine ve Aletleri	11
1.5.4. Soyma Yöntemiyle Kaplama Üretimi	11
1.5.5. Kaplamaların Taşınması.....	12
1.5.6. Kaplamaların Boyutlandırılması	12
1.5.7. Kaplamaların Kurutulması	13
1.5.8. Dar Soyma Levhalarının Kenarlarının Düzeltilerek Yan Yana Eklenmesi	13
1.5.9. Kaplama Levhalarının Tutkallanması	13
1.5.10. Kontrplak Taslağının Hazırlanması.....	14
1.5.11. Kontrplak Levhaların Preslenmesi	14
1.5.12. Levhaların Boyutlandırılması.....	15
1.5.13. Zımparalama.....	15
1.5.14. Tasnif ve İstifleme.....	16

1.6.	Kontrplak Üretiminde Kullanılan Tutkallar	16
1.6.1.	Üre Formaldehit Tutkalı	18
1.6.2.	Fenol Formaldehit Tutkalı	19
1.6.3.	Melamin Formaldehit ve Melamin Üre Formaldehit Tutkalları	20
1.7.	Dolgu ve Katkı Maddeleri	21
1.7.1.	Sertleştiriciler	22
1.8.	Ağaç Malzemede Isıl iletkenlik ve Isı İletkenliği Katsayısı.....	22
1.8.1.	Pres Süresi Açısından Isıl İletkenliğin Önemi	26
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	28
2.1.	Materyal.....	28
2.1.1.	Ağaç Malzeme.....	28
2.1.1.1.	Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis Lipsky</i>) Odun Özellikleri.....	28
2.1.1.2.	Melez Kavak (<i>Populus deltoides I-77/51</i>) Odun Özellikleri.....	29
2.1.1.3.	Sakallı Kızılağaç (<i>Alnus glutinosa subsp. barbata</i>)	29
2.1.1.4.	Doğu Ladini (<i>Picea orientalis L.</i>) Odun Özellikleri	30
2.1.2.	Tutkal.....	30
2.1.3.	Sertleştirici Madde	31
2.2.	Kontrplak Levhalarının Üretimi	31
2.2.1.	Kaplama Kurutma İşlemi	31
2.2.2.	Kaplama Levhalarının Tutkallanması	31
2.2.3.	Sıcak Presleme	32
2.3.	Yöntem	34
2.3.1.	Yüzey Pürüzlülüğü	34
2.3.2.	Çekme – Makaslama Direnci	35
2.3.3.	Eğilme Direnci ve Eğilmeye Elastikiyet Modülü.....	37
2.3.4.	Yoğunluk	38
2.3.5.	Denge Rutubeti Miktarı.....	38
2.3.6.	Isıl İletkenlik.....	39
2.3.7.	İstatistiksel Analiz	40
3.	BULGULAR	41
3.1.	Fiziksel Özellikler	41
3.1.1.	Denge Rutubeti Miktarı.....	41
3.1.1.1.	Pres Süresi, Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Denge Rutubeti Üzerine Etkisi	42
3.1.2.	Özgül Ağırlık.....	44
3.1.2.1.	Pres Süresi, Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Özgül Ağırlığı Üzerine Etkisi	45

3.1.3.	Isıl İletkenlik.....	47
3.1.3.1.	Ağaç Türü, Tutkal Türü ve Pres Süresinin Kontrplak Levhalarının Isıl İletkenlikleri Üzerine Etkisi	48
3.2.	Mekanik Özellikler.....	49
3.2.1.	Kontrplak Levhalara Ait Çekme-Makaslama Direnci.....	49
3.2.1.1.	Ağaç Türü, Pres Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Çekme - Makaslama Direnci Üzerine Etkisi.....	50
3.2.2.	Eğilme Direnci	52
3.2.2.1.	Ağaç türü, Pres Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Eğilme Direnci Üzerine Etkisi	53
3.2.3.	Elastikiyet Modülü	54
3.2.3.1.	Ağaç Türü, Pres Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi	56
3.3.	Yüzey Pürüzlülüğü	57
3.3.1.	Ağaç Türünün Kaplama Levhalarının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi.....	58
4.	İRDELEME.....	60
4.1.	Fiziksel Özellikler	60
4.1.1.	Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Denge Rutubeti Miktarına Etkisi.....	60
4.1.2.	Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi.....	62
4.1.3.	Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Isıl İletkenlik Değerleri Üzerine Etkisi.....	64
4.2.	Mekanik Özellikler.....	67
4.2.1.	Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Değerleri Üzerine Etkisi.....	67
4.2.2.	Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Eğilme Direnci Değerleri Üzerine Etkisi.....	70
4.2.3.	Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Elastikiyet Modülü Değerleri Üzerine Etkisi.....	72
4.2.4.	Yüzey Pürüzlülüğü	74
5.	SONUÇLAR	76
5.1.	Fiziksel Özellikler	76
5.1.1.	Denge Rutubeti Miktarı.....	76
5.1.2.	Özgül Ağırlık.....	77
5.1.3.	Isıl İletkenlik.....	78
5.2.	Mekanik Özellikler.....	79
5.2.1.	Kontrplaklara Ait Çekme-Makaslama Direnci.....	79
5.2.2.	Eğilme Direnci	80

5.2.3.	Elastikiyet Modülü	81
5.3.	Yüzey Pürüzlüğü	82
6.	ÖNERİLER	83
7.	KAYNAKLAR.....	85
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ÇEŞİTLİ AĞAÇ TÜRLERİNDEN ELDE EDİLEN KONTRPLAKLARIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE PRESLEME SÜRESİ VE TUTKAL TÜRÜNÜN ETKİSİ

Mehmet Salih DEMİRKİR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. İsmail AYDIN
2014, 92 sayfa

Bu çalışmada ülkemizde kontrplak üretiminde yaygın olarak kullanılan Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky*), Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa subsp barbata*), Melez Kavak (*Populus deltoides*) ve Doğu Ladini (*Picea orientalis Lipsky.*) odunlarından elde edilen soyma kaplama levhalarının ve bu kaplamalardan üretilen kontrplakların ısı iletkenlik, yüzey pürüzlülüğü, çekme-makaslama direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü, yoğunluk ve denge rutubeti miktarı değerleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı; ülkemizde kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan önemli ağaç ve tutkal türleri için optimum presleme sürelerini belirleyerek üretim etkinliğini artırmaktır. Genel olarak kayından elde edilen kontrplakların en yüksek, ladinden elde edilen kontrplakların ise en düşük mekanik direnç değerleri verdiği görülmüştür. MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların mekanik özelliklerinin ÜF ve FF ile elde edilen kontrplak levhalarından daha yüksek çıktığı görülmüştür. Isıl iletkenlik değerleri incelendiğinde, kontrplak ve kaplamalar için en düşük değerleri kayın odunu verirken, en yüksek değerleri kaplamalar için ladin; kontrplaklar için ise kavak vermiştir. Etkisi araştırılan presleme süresinin ise kontrplak özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler; ağaç türü ve tutkal türüne göre farklılık göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kayın, Kızılağaç, Kavak, Ladin, Kontrplak, Çekme-makaslama direnci, Eğilme direnci, Elastikiyet modülü, Isıl İletkenlik, ÜF, FF ,MÜF.

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECTS OF PRESSING TIME AND ADHESIVE TYPES ON
TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PLYWOOD OBTAINED FROM DIFFERENT
WOOD SPECIES

Mehmet Salih DEMİRKİR

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Department
Supervisor: Prof. İsmail AYDIN
2014, 92 Pages

In this study, the effects of thermal conductivity, surface roughness of rotary cut veneers obtained from beech (*Fagus orientalis Lipsky*), alder (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*), poplar (*Populus x eureamericana*) and spruce (*Picea orientalis L.*) which are commonly used in plywood industry of Turkey, were investigated. Additionally, the effects of adhesive types, pressing time and thermal conductivity, bonding strength, bending strength and modulus of elasticity, density and equilibrium moisture content on the some of the technological properties of plywood panels were determined. The aims of the this study is to increase the productivity the manufacturing by determining optimum pressing time according to wood species and adhesive types have been using widely in our country. Generally, beech plywood panels had the highest mechanical properties and the lowest values were obtained for spruce plywood panels. Mechanical properties of plywood panels manufactured with MUF yielded higher values than those of panels manufactured from UF and PF. The results of thermal conductivity indicated that plywood and veneer sheets manufactured with beech yielded the lowest values while veneers manufactured with spruce and plywood manufactured with poplar yielded the highest values. In addition, the effects of pressing time on plywood panels diversified based on wood species and adhesive types.

Key Words: Beech, Poplar, Alder, Spruce, Plywood, Density, Equilibrium moisture content, Shear strength, Bending strength, Modulus of elasticity, Thermal Conductivity, surface roughness, urea, melamin, phenol.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Kontrplaklarda tabakaların yerleşimi.....	3
Şekil 2.	Mitutoyo Surfrest SJ-301 yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı.....	35
Şekil 3.	Üç tabakalı kontrplak levhası için çekme–makaslama direnci test örneği	36
Şekil 4.	Eğilme direnci test düzeneği	37
Şekil 5.	Fox-314 ısı iletkenliği cihazı.....	39
Şekil 6.	Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi	60
Şekil 7.	Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi	63
Şekil 8.	Ağaç türünün ısı iletkenlik üzerine etkisi	65
Şekil 9.	Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün ısı iletkenlik üzerine etkisi	66
Şekil 10.	Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün çekme-makaslama direnci üzerine etkisi	68
Şekil 11.	Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi	70
Şekil 12.	Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	73
Şekil 13.	Ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	75

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Ülkelere Göre Kontrplak Üretim Miktarları	4
Tablo 2.	Yaygın kullanılan reçine türleri, karakteristikleri ve kullanım alanları.....	17
Tablo 3.	Yapı ve izolasyon malzemeleri ile bazı ağaç türlerine ait termo-fiziksel özellikleri.....	24
Tablo 4.	Bazı Önemli Ağaç Türlerinin Isı İletkenliği Katsayıları.....	26
Tablo 5.	Kullanılan Tutkalların Özellikleri.....	30
Tablo 6.	Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal reçeteleri	32
Tablo 7.	Deneme levhalarının üretiminde kullanılan presleme koşulları.....	33
Tablo 8.	Üretilen kontrplak levhalarının denge rutubeti miktarı ortalama değerleri.....	41
Tablo 9.	Ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün kontrplakların denge rutubetine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	43
Tablo 10.	Kontrplakların denge rutubeti üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları.....	43
Tablo 11.	Üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri.....	44
Tablo 12.	Ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün kontrplakların özgül ağırlığa etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	46
Tablo 13.	Kontrplakların özgül ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları.....	46
Tablo 14.	Elde edilen kaplamalara ait ısıl iletkenlik katsayısı değerleri	47
Tablo 15.	Üretilen kontrplakların ortalama ısıl iletkenlik değerleri.....	47
Tablo 16.	Kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri	49
Tablo 17.	Kontrplaklarda ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün çekme makaslama direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	51
Tablo 18.	Kontrplakların çekme makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	51
Tablo 19.	Üretilen kontrplak levhalarının eğilme direnci ortalama değerleri	52
Tablo 20.	Kontrplaklarda ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün eğilme direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	54
Tablo 21.	Kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları	54
Tablo 22.	Üretilen kontrplak levhalarına ait elastikiyet modülü ortalama değerleri.....	55

Tablo 23.	Kontrplakların ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	57
Tablo 24.	Kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları.....	57
Tablo 25.	Elde edilen kaplamalara ait yüzey pürüzlülüğü değerleri	58
Tablo 26.	Kaplamaların elde edildiği ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	58
Tablo 27.	Kaplamaların yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları.....	59

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Odun, başlıca selüloz, hemiselülozlar ve ligninden oluşan, doğada fazla miktarda bulunan, yenilenebilir doğal bir polimerik malzemedir. Diğer yapısal ve mühendislik malzemeleri ile karşılaştırıldığında odun; dokusu, sahip olduğu yüksek direnç, işleme ve şekil verme kolaylığı ve eşsiz estetik değeri gibi birçok özellikler sergilemesi nedeniyle benzersiz bir malzemedir (Carpenter, 1999).

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 (Çolakoğlu vd., 2002).

Odun ve odun esaslı kompozit ürünler, dünyada en fazla kullanım alanına sahip malzemeler arasında yer almaktadır. Dünyadaki gelişmelere bağlı olarak sanayi odunu talebi her geçen gün artarken orman alanlarındaki azalma odun işleyen sanayileri yeni hammadde arayışlarına yöneltmektedir (Demirkır, 2012).

Kontrplak, yonga levha, lif levha 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). Bu ürünlerin keşfi, daha küçük çaplı ağaç gövdelerinin ve diğer endüstrilerin odunsu artıklarının kullanılabilmesine imkân sağlamış, odun kusurları uzaklaştırıldığı için masif oduna kıyasla daha dirençli, homojen, geniş yüzeyli ve farklı boyut ve şekilde ahşap malzemelerin üretimine imkân vermiştir (Rowell, 2005). 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 çok daha iyidir, olumsuz hava koşullarına, asitlere ve bazlara karşı dayanımı iyidir, yapışma direnci çok yüksektir, kalıplık amaçla inşaatlarda kullanılan kontrplaklar tekrar kullanım 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 deformasyonlara karşı dirençlidir, homojen bir yapıdadır, daralma, genişleme masif ağaç malzemedenden çok daha azdır (Çolakoğlu, 2004).

Kontrplak endüstrisinde kullanılan ana hammadde, ağaç malzemedenden soyularak elde edilen kaplama levhalarıdır. Bu nedenle ağaç malzemenin özellikleri elde edilecek kontrplağın özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Kontrplak gibi odun esaslı levha ürünlerinde, kaliteli bir levha üretimi, ilk önce kullanılan tutkal türüne bağlı olarak optimum presleme koşullarının uygulanması ile elde edilecek iyi bir yapışma ile sağlanır. Tutkal türüne ve ağaç türüne bağlı olarak en uygun pres basıncı değerleri literatürde mevcuttur. Presleme süresi ise, ısının levha taslağının orta tabakasına ulaşmaya kadar geçen süre ve kullanılan tutkalın o sıcaklıktaki sertleşme süresi esas alınarak belirlenir. Bu nedenle orta tabakaya kadar ısının ulaşmasında kullanılan ağaç ve tutkal türlerinin ısı iletkenlik değerleri önem arz etmektedir. Ancak pratikte üretilecek kontrplak kalınlığına göre her 1 mm için 1 dakikalık bir presleme süresi belirlenmekte, ağaç ve tutkal türünün önemi göz ardı edilmektedir. Kontrplak üretim prosesi bu açıdan değerlendirildiğinde; darboğaz ya da üretim kısıtlı olarak tarif edilebilecek bölüm, presleme aşaması olarak görülmektedir. Dolayısıyla levha kalitesinde herhangi bir düşüş olmaksızın kapasitenin artırılması, kullanılacak ağaç türüne bağlı olarak optimum pres süresinin belirlenmesi ile mümkün olacaktır.

Bu çalışmanın amacı; her bir ağaç türüne ait kaplamalar ve üretilen kontrplak levhaları üzerinde yapılacak ısı iletkenlik testi sonuçları ile farklı pres sürelerinde üretimi gerçekleştirilecek levhalara ait bazı teknolojik özellikler karşılaştırılarak ülkemizde kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan önemli ağaç ve tutkal türleri için optimum pres sürelerini belirlemektir.

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).

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

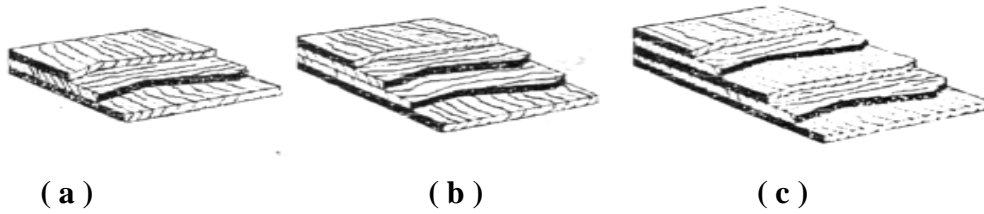
1.3.1. Kontrplağın Tanımı

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 tespit 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° açı yapacak şekilde yapıştırılmış odun levhaları olarak belirtilmektedir. Genel olarak kontrplak katları 3, 5, 7 gibi tek sayıdadır (ASTM D-907, 1982).



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

1.3.2. Kontrplağın Kullanım Alanları

Odun kökenli levha endüstrisinde en önemli ürünler kategorisinde bulunan kontrplak, pek çok farklı kullanım alanı ile hayatımızda yer almaktadır. Kontrplağın değerlendirildiği alanlar; ülkelerin ekonomik ve sosyo-kültürel yapısına, geleneklerine göre ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir. Ülkelere göre kontrplak üretim miktarları ise Tablo 1’ de verilmektedir. Bu ürünler; taşıma endüstrisi, özel kaplamalar ve yapı endüstrisinde kullanılmaktadır (Anonim, 2006).

Tablo 1. Ülkelere Göre Kontrplak Üretim Miktarları (1000m³) (FAO, 2010)

Ülke	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Çin	25.965	28.103	36.431	36.224	45.327	45.327*
Amerika	14.449	13.651	12.401	10.376	8.934	9.397
Japonya	3.212	3.314	3.073	2.586	2.287	2.287*
Kanada	2.322	2.252	2.639	2.225	1.810	1.973
Finlandiya	1.305	1.415	1.410	1.273	780	980
Türkiye	64	55	117	111	100	110

* FAO tahmini değeri

Kontrplağın genel kullanım yerleri olarak; taban döşemesi, ahşap prefabrik konut yapımı, beton ve betonarme kalıp tahtası, bölme elemanı, raf, tezgah, konteynır, kutu, sandık, trafik işaret levhası, reklam panosu, mağaza donanımı, depolama tankları, gemi ve yat güverteleri, yük ve yolcu taşıma araçlarının taban döşemeleri, ağır nakliye araçlarının (kamyon, tır) taban döşemeleri, soğutma vagonları sayılabilir (URL 1, 2008).

Kamyon, treyler, minibüs, raylı araçlar gibi vasıtalarda iç kaplama olarak kullanılan kontrplaklar araçlarda ani darbelere ve oluşabilecek titreşimlere karşı dayanım göstermektedir. Böylelikle taşınan materyallerin darbe sonucu görebileceği zararlar da en aza indirilmektedir (APA, 1999a).

Dayanıklılık, süreklilik, üretim ve maliyetin ana kriterler olarak gösterildiği günümüzün yapı sektöründe, kontrplak ideal özelliklere sahip bir yapı materyalidir. Kolay işlenmesi, hafif olması, uygun ve istikrarlı boyut ve performans sağlaması, düşük maliyeti bu özelliklerden bazılarıdır (APA, 1999b).

Kontrplaklar yapılarda beton döküm panelleri, endüstriyel zeminler, yapı panelleri (çatı, duvar, döşeme, cephe kaplama) gibi yük taşıyıcı olarak kullanılmalarının yanı sıra, dekorasyonda da tercih edilmektedir (URL 2, 2004). Kontrplak levhaları mekanik,

biyolojik, termal, akustik ve dekoratif maksatlara uygunluk gibi özelliklerinden ötürü yapılarda geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Üretim tekniği sayesinde ahşabın hafiflik, mukavemet, masif görünüm gibi olumlu özelliklerini bünyesinde barındıran, teknik özellikleri standart olan paneller elde edilmektedir (Canply, 2002). Yapısal ve endüstriyel kontrplakların kullanımında, levhaların direnç değerleri ve kullanım yerinin gereklerine uygun bir tutkalla üretilmiş olması büyük önem taşımaktadır (Vick, 1999). En çok kullanılan ve ticareti yapılan kontrplaklar bu sınıfa girmektedir. Bu tip kontrplakların üretiminde yapraklı ağaç türlerinin (Kayın, Huş, Kavak vb.) yanı sıra iğne yapraklı ağaç türleri de (Çam, Ladin, Tsuga vb.) kullanılmaktadır.

Değişik yapı türlerinde kullanılan ana ürünlerden biri olan kontrplağın başlıca avantajları olarak; mekanik özelliklerinin çok değişim göstermemesi, yüksek boyutsal stabilite ve ağaçlardan daha yüksek faydalanma seviyesi sayılmaktadır (Yoshihara, 2009). Kontrplak, yapı çökmeden önce büyük miktarlarda yer değiştirmeyi tolere edebildiği için deprem yüklerine dayanım konusunda en iyi materyal olarak gösterilmektedir (URL 3, 2009). Bott; kontrplağın düzlemsel olarak çok daha fazla rijit olduğunu belirtmektedir (Bott, 2005).

Kontrplak, tabakaların lif yönleri birbirine dik gelecek şekilde üretilmektedir. Böylelikle kontrplağın genişliği boyunca boyutsal stabilitesi sağlanmakta, ayrıca levha düzlemine dik yöndeki rijitlik ve eksenel direnç artmaktadır. Tabakalı yapısı kusurları dağıtarak, bağlantı elemanlarının kullanıldığı durumlarda olası ayrılmaları azaltmakta ve direnci artırmaktadır. Masif malzeme ile kontrplak karşılaştırıldığında en önemli avantajları arasında, levhanın uzunluğu boyunca gösterdiği direnç özellikleri genişliği boyunca gösterdiklerine hemen hemen eşit olmakta, bağlantı elemanlarının ayrılmasına karşı daha yüksek direnç göstermekte, daha geniş kullanım yerleri taleplerine form olarak daha uygun olması sayılabilir. Kontrplak ahşabın daha ekonomik ve faydalı kullanım şekillerinden biridir. Kontrplak özellikleri; farklı tabakalarda kullanılan kaplamaların kalitesine, kullanım sırasına, kullanılan tutkula ve yapışma koşullarının kontrolüne bağlıdır (Youngquist, 2007).

1.4.Kontrplak Üretiminde Kullanılan Ağaç Türleri

Kontrplak iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlardan üretilebilmektedir. Kontrplak; yapı ve endüstriyel kontrplak ile sert ağaç ve dekoratif kontrplak olmak üzere genel olarak iki sınıfa ayrılabilir (Youngquist, 2007).

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

Orta tabakada kullanılan ağaç türleri: çam, duglas göknarı, ladin, huş, kayın, kızılağaç, okume, kavak, melez.

Yüzey tabakalarında kullanılan ağaç türleri: duglas göknarı, melez, sekoya, porsuk, akçağaç, huş, ceviz, dişbudak, maun, gül ağacı, tik, makore, bubinga, sapelli, sipo, ıroko.

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

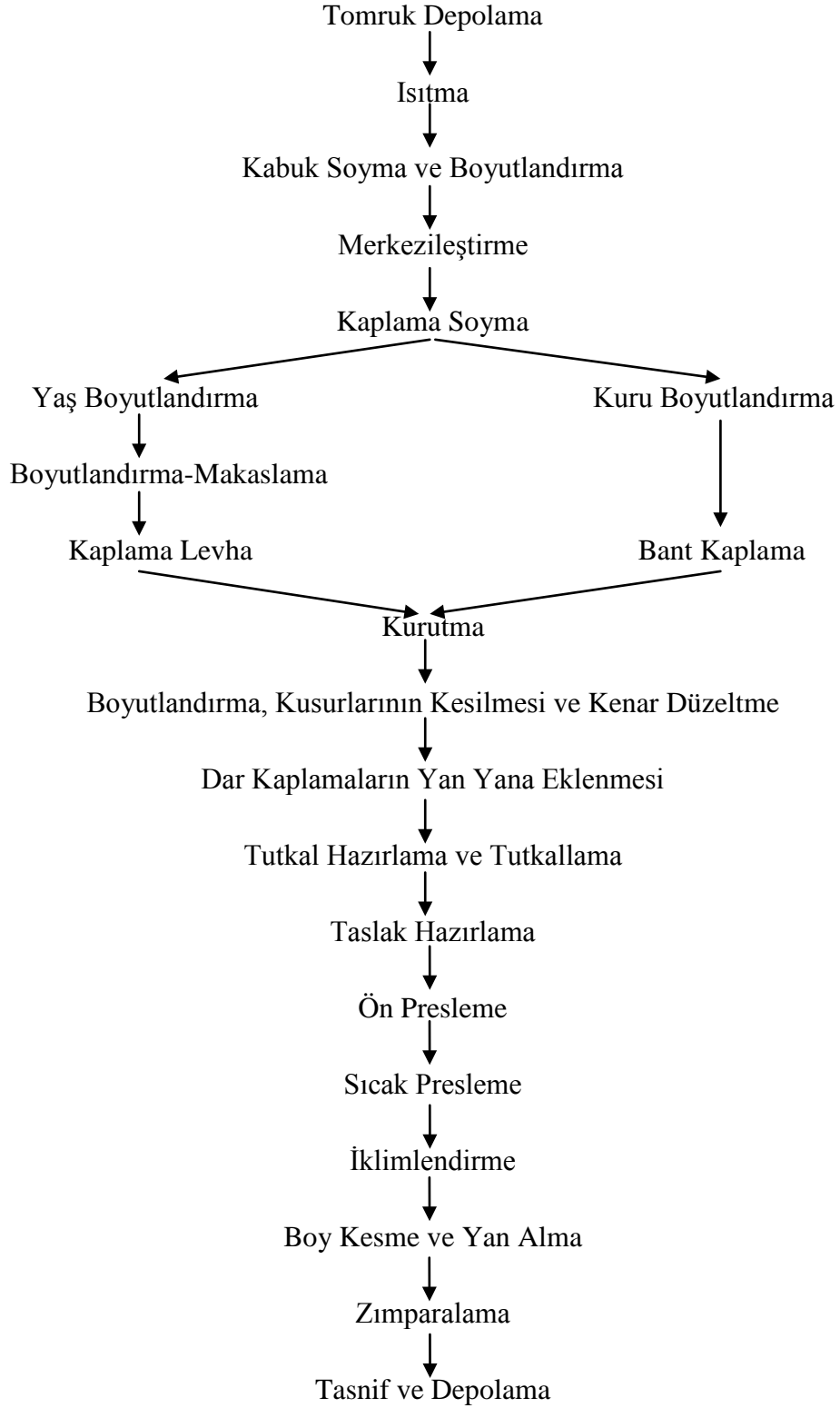
Türk standartlarında kaplama üretimi için kullanılacak ağaç cinsleri; ceviz, dişbudak, karaağaç, kestane, meşe, çam, göknar, ladin, armut, ıhlamur, kavak, kayın, kızılağaç ve kiraz olarak belirtilmektedir. Ancak günümüzde bu türlerin çok az kısmından kaplama üretimi yapılmaktadır. Son yıllarda A.B.D ladin, göknar, duglas göknarı gibi yumuşak ağaç türlerinden elde edilen kontrplaklar özellikle yapı kontrplağı olarak yüksek miktarda bir üretime yapılmasına rağmen ülkemizde yumuşak ağaç hammadde olarak kontrplak sektöründe yeterince değerlendirilememektedir (Çolakoğlu, 2004). Ülkemizde kontrplak üretiminde; kayın, kızılağaç, kavak, meşe fazla miktarda kullanılmaktadır. Bunların dışında okume, meranti, sapelli, gül ağacı gibi tropik bölge ağaçları da son yıllarda önemli oranlarda kaplama üretiminde değerlendirilmektedir. Kullanılan ağaç türü, soyma makinelerinde kolay ve verimli işlenebilmeli, üretilecek kontrplağın özelliklerini olumsuz yönde etkilememelidir (Çolakoğlu, 2004).

Dünyada en fazla kontrplak üretimi ABD'de yapılmaktadır. Bu üretimde kullanılan ağaç türlerinin %90'ı İYA (İğne Yapraklı Ağaçlar)' dan elde edilmekte ve üretilen levhalar

bina yapımında kullanılmaktadır. Avrupa’da kontrplak üretiminde en büyük pay 15 büyük fabrika ve %34’lük oran ile Finlandiya’ya aittir. Kontrplak üretiminde kullanılan hammaddenin %40’ı Huş, %60’ı İYA’ dır. En önemli ağaç türlerimizden olan doğu kayınının kontrplak üretiminde kullanılması her ne kadar kaplama üretim teknolojisi bakımından uygunsa da, ülke ekonomisi bakımından önemli kayıp olmaktadır. Bilindiği gibi genel amaçlı kontrplakların kullanım yerinde fazla özellik aranmamaktadır. Gittikçe azalan kaliteli kayın tomruklarının işlenme kolaylığı ve teknolojik özellikleri bakımından kereste, mobilya vb. endüstrilerde değerlendirilmesi daha uygundur. Ülkemizde kontrplak endüstrisinde değerlendirilen kayın (*Fagus orientalis*) soyma kaplama üretimi için, Bağımsız Devletler Topluluğu’ndan ithal edilenler hariç tutulursa, uygun çap ve formda yeteri kadar bulunamamaktadır (Örs vd., 2002).

1.5. Kontrplak Üretim Teknolojisi

Kontrplak üretimindeki iş akışı, aşağıdaki şekildedir:



1.5.1. Kaplamalık Tomrukların Depolanması

Depolama şartlarının uygun olması durumunda tomruk özelliklerini uzun bir süre muhafaza edebilir. Uygun olmayan depolama şartlarında, tomruklarda; bakteri saldırılarından 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 aşağıda belirtilen bazı araçlar ve kimyasal maddeler kullanılabilir (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.

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 kabiliyetini 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 pektin 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 makinelerinden 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 kinden % 40 daha kuvvetli olduğu bulunmuştur. Çam gibi yumuşak ağaçların kabukları carya gibi sert ağaçlarınkinden daha kolay soyulur (Çolakoğlu, 2004).

Makine ile soymada kabukları kolay soyulan ağaç cinsleri; kızılalağaç, titrek kavak, göknar, çam, ladin, manolya, duglas, Amerikan lale ağacı. Orta derecede zor soyulanlar; dişbudak, huş, karaağaç, okaliptus, karakavak, akçaağaç, meşe, teak, tsuga ve cevizdir. Zor soyulanlar; ıhlamur, 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 eksenini 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).

Kontrplağın özelliklerini büyük ölçüde üretildiği kaplamanın kalitesi belirler. Kaplama kalitesi ise ağaç türüne, odunun 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

Kontrplak üretimindeki kaplama kurutma işlemi, üretilen levhaların yapışma kalitesini, dayanıklılığını ve fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkileyen bir ısı işlem aşamasıdır. Kaplama kurutma işleminin amacı, kaplamanın rutubet oranını azaltarak uygun bir yapışma işleminin yapılacağı rutubet derecesine ulaşılmalarını sağlamaktır. Bu amaç için kontrplak endüstrisinde 90 - 160°C aralığındaki sıcaklıklar kullanılmaktadır. Yüksek kurutma sıcaklıkları kaplama kurutma süresini kısaltmakta ve kapasitenin artmasını sağlamaktadır. Kurutma süresi ve enerji tüketiminde meydana gelen bu azalma, ahşap endüstrisinde ekonomik bir fayda sağlama noktasında önemli bir potansiyel sunmaktadır. (Aydın and Çolakoğlu, 2005). Çok düşük rutubet derecelerine kadar kurutma ve yüksek kurutma sıcaklıkları kaplama yüzeylerinde inaktivasyona neden olarak kaplamaların ıslanabilme yetenekleri zayıflatmakta ve bu durum yapışma kalitesinin azalmasına sebebiyet verebilmektedir (Frihart and Hunt, 2010). Kurutma sıcaklığı kaplamaların fiziksel, mekanik ve ısı iletkenlik özelliklerini etkilemektedir. Kaplama kurutma sıcaklığının kaplamaların yapışma kabiliyeti üzerine etkisinin araştırıldığı, ayrıca yüzey inaktivasyonu ile yapışma direnci arasındaki ilişkilerin incelendiği ve yüzey özellikleri için optimum koşullarının ele alındığı bir çok çalışma mevcuttur (Christiansen 1990; Lehtinen 1988; Frihart and Hunt 2010; River and Vick 1991).

1.5.8. Dar Soyma Levhalarının Kenarlarının Düzeltilerek Yan Yana 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 olmak üzere 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 üretilen 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 üretilen kontrplağın kalınlığına göre bir tutkallı bir tutkalsız olmak üzere katlar sıralanır. İstenilen kalınlık elde edilince üzerine üst yüz kaplaması yerleştirilir ve kontrplak taslağı tamamlanmış olur (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. Ön presleme süresi ülkemizde 5-15 dakika 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 ve melamin üre formaldehit için 90-120 °C; fenol formaldehit için ise 140-170 °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 dakika 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 testereleler 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 verilmiştir (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 Formaldehit (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 aksamaları dış ortamlar için mobilya; ekstrem koşullar için.

Kaynak: (ÇOLAK, S., 2002).

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-metilölüre formlarının oluştuğu alkali kondenzasyonudur. İkinci aşama tri-metilölürenin asit kondenzasyonudur. Birinci aşamadaki ürünler çözünür ve sonra çözünmeyen çapraz bağlı reçineler oluşur. Oda sıcaklığındaki alkali ortamda üre ve formaldehitin reaksiyonu tri-metilölürenin oluşumuna neden olur. Asidik ortamda, üre ve formaldehitin veya metilölürenin 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-metilölüreler asit katalizleri yardımıyla kopolimerize olarak polimerler üretirler ve sonra çok fazla dallanır ve kuruma ile de bağlar oluştururlar.

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

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 (Demirkır, 2006).

1.6.2. Fenol Formaldehit Tutkalı

Fenol-formaldehit (FF) reçineleri endüstriyel olarak fenol ve formaldehitin bir katalizör varlığında reaksiyonu ile üretilmektedir. Bu reçineler dış mekânlar ve açık hava koşullarında kullanılacak kompozitler için geliştirilmiştir. Doğru bir şekilde kullanıldıklarında suya dayanıklı ve çoğunlukla odunun kendisinden daha dirençli bağlar

oluştururlar. Pahalılığı, koyu rengi ve tutkallama esnasında daha düşük kaplama rutubeti gerektirmesi olumsuz özellikleridir (Çolak, 2002; Demirkır, 2006).

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 toluensülfonik 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).

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 formaldehit'e oranı 1:1,8-1:2,2 arasında değişmektedir. Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Düşük sıcaklıklarda depolanması tavsiye edilir. 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) reçinleri 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 kullanılabilir 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).

1.7. 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 maddelerdir. Dolgu maddeleri ise genellikle yapıştırma özelliği olmayan ve tutkala, odunun 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 adhezyon, 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 inceltirilmiş 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. Ağaç Malzemedeki Isıl İletkenlik ve Isı İletkenliği Katsayısı

Isı iletkenlik katsayısı, bir sıcaklık farkı altında, bir materyalin birim kalınlığı boyunca geçen ısı enerjisini ifade eder ve aşağıdaki formülle ifade edilmektedir (Örs ve Keskin, 2008).

$$\lambda = \frac{Q.e}{A.z.d_t} \text{ (W/mK)} \quad (1)$$

Formülde;

λ : Ağaç malzemenin ısı iletkenlik katsayısı

Q: Geçen ısı miktarı

e: Ağaç malzemenin kalınlığı

dt: t_2-t_1 (iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı)

A: Ağaç malzemenin yüzey alanı

z: Zaman'dır.

Ağaç malzeme gözenekli yapısı sebebiyle, ısı iletkenliği bakımından diğer yapı malzemelerine üstünlük sağlamaktadır (Örs ve Şenel, 1999; Gu and Zink-Sharp, 2005). Ağaç malzemede ısı iletme kabiliyeti; ağaç türüne ve aynı ağaçta liflerin gidiş yönüne göre, çeşitli bağlayıcı maddeler ve bunlara ilave edilen dolgu ve katkı maddeleri ile üretilen ahşap levhalarda ise, bağlayıcı madde çeşidi ve ilave maddelerin türüne göre değişim göstermektedir (Kamke, 1989). Ayrıca ısıl iletkenlik ağaç malzemenin yapısındaki lif kıvrıklığı, budak, çatlak gibi düzensizliklerden de etkilenmektedir (Simpson and Tenwolde, 1999).

Yapılan bir çalışmada çeşitli yapı ve izolasyon malzemelerinin yoğunluk ve ısıl iletkenlik katsayısı değerleri araştırılmış ve sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir (Yaşar ve Erdoğan, 2008). Ayrıca bu tabloya bazı ağaç türlerine ait ısıl iletkenlik katsayısı değerleri eklenmiştir (Zylkowski, 2002).

Tablo 3. Yapı ve izolasyon malzemeleri ile bazı ağaç türlerine ait termo-fiziksel özellikleri

Materyal Türü	Yoğunluk (kg/m ³)	Isıl İletkenlik Katsayısı (Wm ⁻¹ K ⁻¹)
Kayın (% 12 rutubet)	680	0.18
Kızılçam (% 12 rutubet)	460	0.13
Ponderosa Çamı (% 12rutubet)	420	0.12
Sıtka Ladini (% 12 rutubet)	420	0.12
Kontrplak	600	0.12
Kum	1600	0.50
Çakıl	1700	0.70
Çimento	1860	0.72
Asfalt	2100	0.60
Cam	2698	0.76
Beton	2307	1.40

Bir malzemenin ısıyı iletme yeteneği onun ısı iletkenlik katsayısı (k) katsayısı ile belirlenir. Yüksek (k) değerlerinde malzemenin ısıyı iletme yeteneği artar, (k) değerinin düşmesi izolasyonu arttırır. Ağaç türüne göre ısı iletkenlik değerleri değişmektedir (Facts About Plywood and LVL, EWPA).

Bir materyalin çevresindeki ısıyı ne kadar çabuk bir şekilde soğurabilmesi termal yayılım olarak adlandırılmaktadır. Ahşabın termal yayılımı metal, tuğla ve taş gibi materyallerden çok daha düşüktür (Nogohe-Ekam vd., 2006).

Brezilya'da; kontrplak, OSB, çimentolu levha gibi yapısal levha ürünlerinin ısı iletkenlik değerlerinin araştırıldığı bir çalışmada; kontrplak (0.13 Wm⁻¹K⁻¹) ve OSB (0.11 Wm⁻¹K⁻¹)'nin ısı iletkenlik katsayısı değerleri çimentolu yonga levhaninkinden (0.29 Wm⁻¹K⁻¹) daha düşük bulunmuştur (Krüger and Adriazola, 2010). Yapısal ahşap malzemelerin ısı iletkenlik katsayılarının yapılar da ahşaba eş olarak kullanılan metallere daha düşük olduğu belirtilmektedir (Simpson and Tenwolde, 1999).

Farklı kalınlıklardaki douglas göknarı kontrplağı ve OSB'nin ısı iletkenlik değerleri üzerine yapılan bir çalışmada elde edilen değerler, kalınlık farklılığının ısı iletkenliği üzerine etkisini açıklamaktadır. Buna göre 9,5 mm kalınlıktaki kontrplağın ısı iletkenliği 0.062 Wm⁻¹K⁻¹ bulunurken, 19 mm kalınlığındakinin değeri 0.095 Wm⁻¹K⁻¹ bulunmuştur.

OSB' de 11 mm kalınlık için ısı iletkenlik katsayısı $0.083 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$; 18 mm için ise $0.086 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Zylkowski, 2002).

Düşük ısı iletkenliği ve yüksek direnci sayesinde ahşap; yapı sektöründe, otomobil endüstrisi, fiç i imalatı ve bunun gibi birçok yerlerde tercih edilen malzemelerin başında gelmektedir (Gu and Zink-Sharp, 2005). Ahşap anizotropik bir materyal olup, ısı iletkenliği de dahil olmak üzere pek çok teknolojik özellikleri yapısına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Yoğunluk, rutubet içeriği, lif yönü, ilkbahar ve yaz odunu oranları ağaç malzemenin ısı iletkenliğini etkileyen önemli özellikleridir. Isı iletkenlik ile ağaç malzemenin özgül ağırlığı, rutubet içeriği, sıcaklığı, ısı akış yönü ve yonga boyutu arasında bir ilişki olduğu belirtilmektedir (Suleiman ve ark., 1999; Bader ve ark., 2007). Isı iletkenliğinin rutubet içeriğinin, ortam sıcaklığının ve özgül ağırlığın artması ile yükseldiği, levha kalınlığının ise önemli bir etkisinin olmadığı başka bir çalışmada da belirlenmiş, ayrıca yonga levhada yoğunluk değişmeksizin yonga boyutlarının küçülmesi ile ısı iletkenliğinin azaldığı tespit edilmiştir (Sonderegger and Niemz, 2009).

Kontrplak, OSB, yonga levha, lif levha gibi yapısal levha ürünlerinin yapıştırılmasında kullanılan tutkalın ve koruma amacıyla gerçekleştirilen emprenye işlemlerinin de malzemenin ısı iletkenliği üzerine etkisi olduğu belirtilmektedir (Kol ve ark., 2008; Kol ve ark., 2010).

Yapılan bir çalışmada kontrplak kaplı sandviç panellerin dengeli ısı izolasyonu ve sıcaklığı muhafaza etme özelliği ile konutların günlük ya da mevsimler sıcaklık değişimlerine karşı etkilenmeden sıcaklıklarını korudukları belirlenmiştir (Kawasaki and Kawai, 2006).

Isı iletkenliği, ısı transfer hızının belirlenmesinde önemli bir faktör olmasının yanı sıra, kurutma modellerinde ve tutkal sertleşme hızının belirlenmesi gibi endüstriyel işlemlerde ve materyalin yalıtkanlık kabiliyetinin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır (Gu ve Zink-Sharp, 2005).

Bazı önemli ağaç türleri için literatürde belirtilen ısı iletkenlik değerleri tablo 4'de verilmiştir:

Tablo 4. Bazı Önemli Ağaç Türlerinin Isı İletkenliği Katsayıları

	Ağaç Türü	Isı İletkenlik Katsayısı (Kkal/mh°C)	Rutubet (%)
İğne Yapraklı	Çam	0,12	15
	Ladin	0,07	8
	Ladin	0,083	12
	Ladin	0,09	16
	Duglas	0,096	12
Yapraklı	Meşe	0,13	12
	Dişbudak	0,15	15
	Akasya	0,15	12
	Kavak	0,155	15
	Kayın	0,17-0,22	12

Tablo 4'den görüleceği üzere kontrplak üretiminde de kullanılan bazı ağaç türlerine ve rutubet oranlarına göre ısı iletkenlik değerleri değişim göstermektedir.

1.8.1. Pres Süresi Açısından Isıl İletkenliğin Önemi

Presin istenen basınca ulaşmasından açılmaya başlamasına kadar geçen süreye pres süresi denir. Bu zamana, presin kapanması, ayarlanan basınca ulaşması ve açılması için geçerli süre dahil değildir. Bu hususlar endüstride pres kapasitesinin ayarlanması için önemlidir. Pres süresi; tutkal ve sertleştirici cinsine, ağaç malzeme ve tutkal bünyesindeki mutlak su miktarına ve pres sıcaklığına bağlıdır. Pres süresi içinde kondenzasyon reaksiyonu tamamlanmalıdır. Bu iki reaksiyon zaman yönünden iç içe olmalıdır. Su kaybının çok erken olması halinde, kimyasal reaksiyon su eksikliği nedeniyle tamamlanamaz. Diğer taraftan kimyasal reaksiyon suyun buharlaşmasından erken biterse, homojen bir tutkal tabakasının ve ağaç malzeme ile tutkal arasında adhezyon oluşmaz. Bu nedenle pres sıcaklığı ve süresi çok iyi ayarlanmalıdır. Bu süre, malzeme bünyesindeki suyun %12'den fazla olan kısmının buharlaşmasına yetecek kadar olmalıdır (Özen, 1981).

Pres süresinin belirlenmesinde kimyasal reaksiyonun tam istenen sürede tamamlanabilmesi için kullanılan ağaç malzemenin ısı iletkenliğinin de bilinmesi gerekmektedir. Çünkü ısının tabakalar arasına ulaşma zamanı, kullanılan malzemenin ısı iletkenliği ile doğrudan ilişkilidir. Bu faktör göz ardı edilerek belirlenen pres süreleri; üretilen malzemenin direncine olumsuz etki edebileceği gibi, üretim sürecini ekonomiklikten de uzaklaştırabilir.

Wood (1963) sıcaklık ve basınç uygulamaları hakkında bir araştırma yapmış ve sıcak presleme ile ilgili olarak 3 önemli kural ortaya koymuştur:

- Presleme işlemi için hazırlık süresi ne kadar hızlı olursa o derecede iyi sonuçlar elde edilir.

- Uygulanan sıcaklık ve pres süresi minimum seviyede tutulmalıdır.

- Aşırı sıcaklık veya basınç uygulayarak üretimi hızlandırma yoluna asla gidilmemelidir. Aşırı veya uzun sıcaklık uygulaması kontrplağın kalitesini düşürmektedir. Suyun kaynama sıcaklığı üzerindeki sıcaklıklarda odunun plastikliği ani bir şekilde arttığından istenmeyen aşırı sıkışma durumu olduğu belirtilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada kullanılan soymalık tomruklar, Orman Genel Müdürlüğü'ne bağlı işletme müdürlüklerinden temin edilmiştir. Ağaç türleri olarak, kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan türler seçilmiştir. Yapraklı ağaç türleri olarak Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky*), Melez Kavak (*Populus deltoides* I-77/51 klonu) ve Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa subsp. barbata*) seçilirken, Doğu Ladini (*Picea orientalis L.*) tomrukları da iğne yapraklı ağaç türü olarak çalışmada kullanılmıştır. Soyma kaplama üretiminde kullanılacak tomruklar seçilirken en az 35 cm çapında, silindirik formda, lifleri düzgün, budak, çürük ve renk bozukluğunun bulunmadığı, reaksiyon odunu ihtiva etmeyen tomruklar tercih edilmiştir.

2.1.1.1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) Odun Özellikleri

Doğu Kayınının (*Fagus orientalis Lipsky*.) en önemli coğrafi yayılış alanları, Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'dır. Türkiye'de en geniş yayılışını ve en iyi gelişimini Demirköy'den Hopa'ya kadar Karadeniz sahiline paralel uzanan dağların orta ve yüksek kısımlarında ve özellikle kuzey bakılarda kurduğu saf ve karışık ormanlar da yapar (Anonim, 1987., Anşin vd., 1993 ve Yaltırık, 1993).

30-40 m boy ve 100-150 cm çapa kadar ulaşabilmektedir. Odunu kırmızımsı beyaz renktedir. 80 yaşın üzerindeki ağaçlarda kırmızımsı kahverenginde düzenli olmayan, iç kısımda dalgalı şeritli ve kırmızı yürek oluşumu adı verilen bir öz odun mevcuttur.

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

Yoğunluk sınıflarına göre, hava kurusu yoğunluk 0,50-0,69 g/cm³ arasında olup, orta yoğunluktaki ağaçlar grubuna girdiği belirtilmektedir (Bozkurt vd., 1990).

2.1.1.2. Melez Kavak (*Populus deltoides I-77/51*) Odun Özellikleri

Kavak odunu taze kesildiği zaman genellikle açık renklidir. Kavak türlerine göre diri odun renkleri değişkendir. Hafif fildişi, sarımsı beyaz, çok beyaz, yeşilimsi veya kırmızımsı diri odun görülebilir (Acar, 2006).

Kavağın birinci endüstriyel kullanım yeri kontrplak üretimidir. Kavak odununun beyaz veya açık renkli oluşu, özgül ağırlığının az olması kolayca işlenmesi ve düzgün yüzey vermesi kontrplak üretiminde aranan hammadde olmasını sağlar (Acar 2006).

2.1.1.3. Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa subsp. barbata*)

Çok geniş bir coğrafik yayılışa sahiptir. Tüm Avrupa, Kuzey Afrika, Kafkasya, Türkiye, İran, Sibirya 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).

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

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

Kızılağaç odununun ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.486 g/cm³, hava kurusu özgül ağırlığı 0.53 g/cm³, hacim yoğunluk değeri ise 0.407 g/cm³tür (Akyüz, 1998).

2.1.1.4. Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) Odun Özellikleri

Doğu ladininin yayılışı yereldir. Kuzeydoğu Anadolu'nun sahil kesimleri ile Kafkasya'da doğal olarak yayılmaktadır. Türkiye'de, Rusya sınırından başlamakta ve batıda Ordu ili-Melet Irmağı ile son bulmaktadır (Anşin, R., Özkan, Z.C.,1993).

Pinaceae familyasındandır. Gövde düzgün, ağaç boyu 40-50 m, çap ise 150-200 cm ye kadar çıkabilmektedir. Diri ve öz odunu renk bakımından farklı değildir. Olgun odun mevcuttur. Odunu sarımsı beyaz renkte olup, boyuna kesitlerde ipek gibi parlaktır. Odunu yumuşak ve orta ağırlıktadır. Kurutulması kolaydır. Çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır. İşlenmesi kolaydır. İyi yapıştırılır. Verniklenmesi güçtür. Asit ve bazlara karşı dirençlidir.

Binalarda yapı malzemesi olarak kullanılır. Radyal kesilmiş kaplama levha olarak, gemi direği, maden direği, mekanik ve kimyasal odun hamuru, ambalaj talaşı, yonga ve lif levha yapımında, dar yıllık halkalı kusursuz kısımlar müzik aletlerinde rezonans tablası olarak kullanılmaktadır. Kabuklarından sepi maddesi elde edilmektedir (Bozkurt, A.Y., 1992).

2.1.2. Tutkal

Bu proje kapsamında; kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan tutkal türlerinden üre formaldehit, melamin üre formaldehit ve fenol formaldehit reçineleri kullanılmıştır. Kullanılan tutkalların genel özellikleri Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5. Kullanılan Tutkalların Özellikleri

ÖZELLİKLER	TUTKAL TÜRÜ		
	Üre-Formaldehit	Melamin-üre Formaldehit	Fenol Formaldehit
Görünüş	Beyaz-sıvı	Beyaz-Sıvı	Kırmızımsı Kahverengi- Sıvı
Yoğunluk	1,22-1,23 g/cm ³	1.22-1.240 g/cm ³	1.20-1.21 g/ cm ³
Katı Madde Miktarı	%54-56	%54-56	%46-48
Sertleşme Süresi	15-25 sn (100°C)	70-110 sn (20 °C)	10-20 dk (105°C)
Depolama Süresi (20 °C)	45 gün	45gün	45 gün
Viskozite (20°C)	100-200 cPS	90-150 cPs	250-500 cPs

2.1.3. Sertleştirici Madde

Levhaların üretiminde; ÜF ve MÜF tutkal çözeltilerinde sertleştirici olarak amonyum klorürün %15' lik sulu çözeltisi kullanılmış olup, FF tutkal çözeltisinde ise üretici firmanın önerisi doğrultusunda sertleştirici kullanılmamıştır.

2.2. Kontrplak Levhalarının Üretimi

Tez kapsamında araştırılan teknolojik özelliklerin, tüm deneme levhalarında mümkün olduğunca homojenlik göstermesini sağlamak amacıyla, levha üretiminde kullanılacak olan kaplamalar her ağaç türü için tek bir ağaçtan elde edilmiştir. Kayın ve ladin ağaç türü tomrukları, soyma işlemi öncesinde buharlama işlemine tabi tutulmuş olup, kızılâğaç ve kavak tomruklar ise buharlama işlemi uygulanmadan kesimden sonra taze halde soyulmuştur.

Kaplama üretimi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Kontrplak Pilot tesisinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 80 cm. uzunluk ve 40 cm. çapa kadar soyma yapabilen kaplama soyma makinesi kullanılmıştır. Soyma işlemi sırasındaki yatay açıklık kaplama kalınlığının %85' i, düşey açıklık 0,5 mm olarak ayarlanarak, 2 mm kalınlığında 50 cm x 50 cm ebatlarında kaplama levhaları elde edilmiştir.

2.2.1. Kaplama Kurutma İşlemi

Üretilen soyma kaplamalar; kaplama kurutma makinesinde, endüstriyel koşullarda yaygın olarak kullanılmakta olan 110°C sıcaklığında kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Kaplama levhalarının kurutma işlemleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Kontrplak Pilot tesisinde gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Kaplama Levhalarının Tutkallanması

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal reçeteleri, katı madde miktarına göre Tablo 6' da verilmiştir:

Tablo 6. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal reçeteleri

	Tutkal Karışımını Oluşturan Maddeler	Birim Ağırlık
ÜF Tutkalı	%55'lik ÜF reçinesi	100
	Buğday Unu	30
	NH ₄ Cl (%15' lik)	10
MÜF Tutkalı	%55'lik MÜF reçinesi	100
	Buğday Unu	30
	NH ₄ Cl (%15' lik)	10
FF Tutkalı	%47'lik FF reçinesi	100

Kaplama levhalarının tutkallanmasında 4 silindirli tutkallama makinesi kullanılmıştır. Levhanın tek yüzüne 160 gr/m² olacak şekilde tutkal çözeltisi sürülmüştür. 3 tabakalı olarak hazırlanan taslak levhalar sıcak presleme işlemine tabi tutulmuştur.

2.2.3. Sıcak Presleme

Üç tabakalı kontrplak taslaklarının preslenmesi; laboratuvar tipi, presleme alanı 70x89 cm. olan ve elektrikle ısıtılan tek katlı bir hidrolik preste yapılmıştır. Her bir ağaç türü için kullanılan tutkal türüne göre levhaların üretilmesi sırasında uygulanan pres koşulları Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan presleme koşulları

Ağaç Türü	Tutkal Türü	Presleme Koşulları		
		Pres Basıncı (kg/cm ²)	Pres Sıcaklığı (°C)	Pres Süresi (dak)
Kayın	ÜF	12	110 °C	4
				5
Kızılağaç	MÜF	12	110 °C	6
				7
Kavak	FF	12	140°C	8
				4
Ladin	ÜF	8	110 °C	5
				6
Ladin	MÜF	8	110 °C	7
				8
Ladin	FF	8	140°C	4
				5
Ladin	FF	8	140°C	6
				7
Ladin	FF	8	140°C	8
				8

Presleme süresi, endüstride yaygın olarak kullanılan hesap yöntemine göre; levha kalınlığı esas alınarak her bir mm. kalınlık için yaklaşık 1 dakika olmak üzere 2 mm lik kaplamalardan 3 tabakalı olarak üretilen levhalar için 6 dakika olarak hesaplanmıştır. Bu süre temel alınarak çalışmanın amacı doğrultusunda tablodan görüleceği üzere, her bir grup için 6 dakikanın altında ve üstünde 2 şer dakikalık aralıklı farklı sürelerde de üretim yapılmıştır.

Presleme işleminden sonra üretilen kontrplaklar iç ve dış tabakalar arasındaki sıcaklık ve rutubet farklılığını gidermek amacıyla üst üste ve istif latası kullanılmaksızın istiflenmiştir. Bu şekilde üretilen kontrplak levhalarının tedrici olarak soğumaları sağlanarak biçim değiştirmeleri önlenmeye çalışılmıştır.

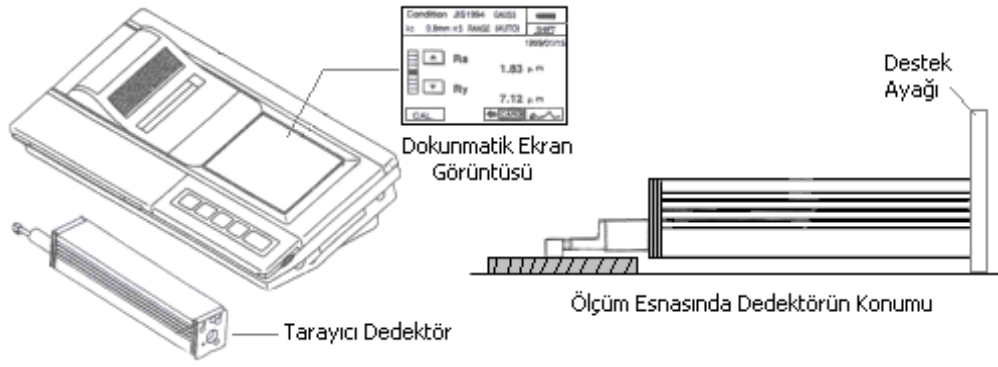
Çalışma kapsamında her bir ağaç türünden elde edilen kaplamalar için 3 farklı tutkal türü ve 5 farklı pres süresi kombinasyonlarından oluşan 15 grup olmak üzere toplamda 4 ağaç türü için 60 levha grubu oluşturulmuştur. Her bir levha grubu için bütün tabakaları aynı ağaç türünden olmak üzere belirtilen ebatlarda 2' şer adet 3 tabakalı levhalar üretilmiştir.

2.3. Yöntem

Kontrplak levhaların kalitesini üretim faktörleri önemli ölçüde etkilemektedir. Tez kapsamında istenilen amaca ulaşıp ulaşılamadığının belirlenebilmesi için levhalar üzerinde aşağıda belirtilen testler uygulanmıştır.

2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Ağaç malzemede yüzey pürüzlülüğü; ağaç türü, üretim parametreleri, özgül ağırlık, rutubet içeriği vb. pek çok faktöre bağlı olarak değişim göstermektedir. Tez kapsamında farklı ağaç türlerinden farklı üretim koşullarında levhalar üretilmiştir. Bu aşamalarda yüzey pürüzlülüğünde meydana gelebilecek değişimler ağaç malzemenin ısı iletkenliğini etkileyebilir. Çünkü ağaç malzemenin işlenmesi sırasında yüzeyinde meydana gelen çukurların ve tümseklerin ısı iletkenlik üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan her ağaç türündeki tüm gruplara ait kaplama levhalarının yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçülmesinde Şekil 2'de gösterilen Mitutoyo Surf test SJ-301 cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2. Mitutoyo Surftest SJ-301 yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı

Pürüzlülük ölçümleri DIN 4768’de belirtilen esaslara göre yürütülmüştür. Ölçümler yapılmadan önce pürüzlülük değerlendirmesinde kullanılacak numunelerin alındığı tüm kaplama levhaları bir iklimlendirme dolabında klimatize edilerek rutubetleri dengelenip, böylece rutubet miktarının yüzey pürüzlülüğü üzerine olan etkisi önlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra 50 x 50 x levha kalınlığı (mm) ebatlarında örnekler hazırlanmıştır. Bu örnekler üzerinde Ra (ortalama pürüzlülük), Rmax (en büyük pürüzlülük) ve Rz(on noktanın ortalama pürüzlülüğü) pürüzlülük parametreleri ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde; çapı 10 µm olan elmas uçlu bir tarama dedektörü kullanılmış olup ve kesme uzunluğu (λ_c) 2.5 mm, örnekleme uzunluğu ise 12.5 mm olarak ayarlanmıştır. Ölçümler, lif yönüne dik doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Teze konu olan her bir ağaç tür türünden elde edilmiş kaplamaların yüzeyinden 30’ ar adet ölçüm alınarak sonuçlar belirlenmiştir.

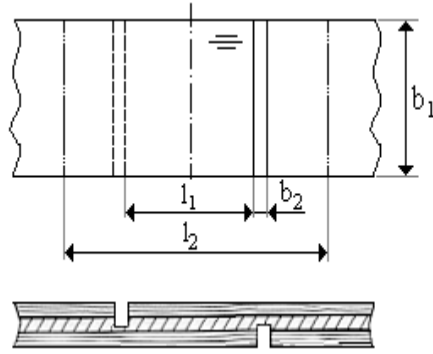
2.3.2. Çekme – Makaslama Direnci

Kontrplağın kalitesinin ve kullanım yerinin belirlenmesinde kullanılan en önemli test, çekme-makaslama direnci testidir. Çekme-makaslama direnci kontrplakların en önemli mekanik özelliklerinden biri olup, malzemenin diğer mekanik özellikleri hakkında yapılacak yorumlar içinde referans teşkil etmektedir. Çalışmada hangi pres sürelerinin, hangi ağaç türleri ve üretim parametreleri için daha uygun olduğunu belirleyebilmek ve aralarında bir karşılaştırma yapabilmek için çekme-makaslama testi sonuçları kullanılmıştır.

Üretilen kontrplak levhalarının yapışma direncinin tespit edilmesinde kullanılan çekme – makaslama direnci testi, TS EN 314-1 (1999) standardına göre yürütülmüştür. Bu

standarda göre, 3 tabakalı kontrplak levhaları için hazırlanan çekme – makaslama direnci test örneği Şekil 3’de gösterilmiştir.

Çekme – makaslama direnci test örnekleri, kullanılan tutkal türüne göre farklı bekletme ortamlarında ön işleme tabi tutulduktan sonra test edilmiştir. Üre formaldehit ve Melamin-Üre formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplak levhalarından hazırlanan çekme – makaslama direnci test örnekleri 20°C sıcaklıktaki su içinde 24 saat bekletildikten sonra (I. Yapışma Sınıfı), fenol formaldehit tutkalı ile üretilen kontrplaklardan hazırlanan örnekler ise 6 saat kaynatmayı takiben 1 saat 20°C sıcaklıktaki suda soğutulduktan sonra (II. Yapışma Sınıfı) testleri yapılmıştır (TS 3969 EN 314-1, 1998). Deneme levhalarının yapışma direncinin belirlenmesinde, maksimum 50 KN kapasiteli universal test aleti kullanılmıştır. Her test grubundan 30’ar adet çekme-makaslama testi numunesi kullanılmıştır.



Şekil 3. Üç tabakalı kontrplak levhası için çekme-makaslama direnci test örneği

l_1 = Makaslama uzunluğu (25±0,5 mm)

b_1 = Makaslama genişliği (25±0,5 mm)

l_2 = Sıkıştırma çeneleri arasındaki minimum uzaklık (50 mm)

b_2 = Örnek yüzeylerine açılan kanalların genişliği (2,5-4 mm)

Örnek kalınlığı = Levha kalınlığı

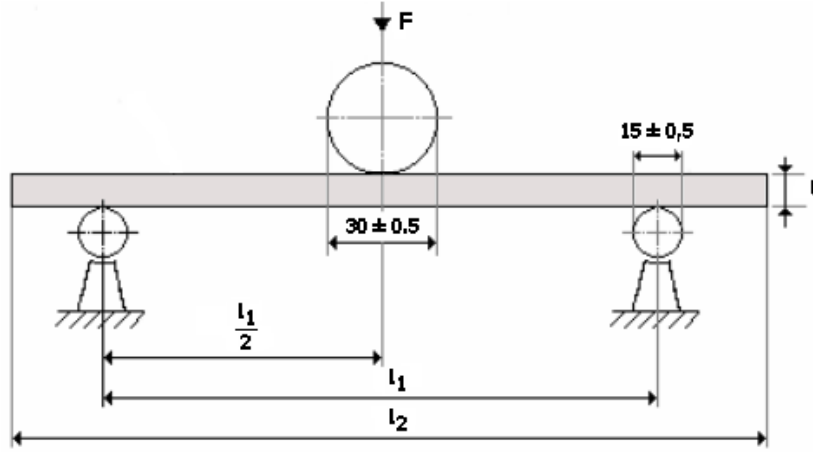
Çekme-makaslama direncinin tespitinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

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

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

2.3.3. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Üretilen kontrplak levhalarına uygulanacak eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testleri, TS EN 310 (1999) standardına göre yürütülmüştür. Her bir test grubundan 16'şar adet eğilme direnci ve elastikiyet modülü test numunesi kullanılmıştır. Bu standarda göre hazırlanan eğilme direnci ve elastikiyet modülü test örneği ve test düzeneği Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 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:

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

Eşitlikte;

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

b= Deney parçasının genişliği (mm) dir.

Eğilmede elastikiyet modülü aşağıdaki eşitliğinden hesaplanmıştır:

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

Burada;

e= Eğilme miktarı (sehim) (mm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (N)

d= Örnek kalınlığı (mm)

b= Örnek genişliği (mm)

2.3.4. Yoğunluk

Deneme kontrplakların yoğunlukları TS EN 323 (1999) standardına göre belirlenmiştir. Örneklerin hava kurusu ağırlıkları ± 0.01 g hassasiyetli analitik bir terazide tartıldıktan ve boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ve mikrometre ile ölçüldükten sonra yoğunlukları hesaplanmıştır. Her test grubundan 25'er adet test numunesi kullanılmıştır. Örneklerin yoğunluk değerleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

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

Burada;

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

Mr= Ağırlık (g)

a_1 = Örnek genişliği (cm)

a_2 = Örnek uzunluğu (cm)

e= Örnek kalınlığı (cm)

2.3.5. Denge Rutubeti Miktarı

Üretilen levhaların sahip olduğu denge rutubeti miktarı değerleri, TS EN 322 (1999) standardına göre belirlenmiştir. Örneklerin rutubetli haldeki ağırlıkları ± 0.01 g hassasiyetli analitik bir terazide tartıldıktan sonra, $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki bir etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurularak tam kuru ağırlıkları elde edilmiştir. Her test grubundan 25'er adet test numunesi kullanılmıştır. Örneklerin rutubet miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$r = \left(\frac{Mr - Mo}{Mo} \right) \times 100 \quad (6)$$

Eşitlikte;

r: Deneş parçasının sahip olduğu rutubet miktarı (%)

Mr: Deneş parçasının rutubetli haldeki ağırlığı (g)

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

2.3.6. Isıl İletkenlik

Isıl iletkenlik ölçümleri her bir grup için 2 tekrarlı olarak yapılmıştır. Ölçümler Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan Fox-314 ısı iletkenlik ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir. Üretilen kontrplak levhaların ve kaplamaların ısı iletkenlik katsayısı ölçümleri ASTM C 518 & ISO 8301 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Isı iletkenlik katsayılarının belirlenmesinde kullanılan Fox-314 ısı iletkenlik cihazı Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5. Fox-314 ısı iletkenliği cihazı

Cihaz, -20 ile 95°C arasında ölçüm yapabilen, örnek kalınlıklarına duyarlı ve 0.005 - 0.35 W/mK değerleri aralığındaki sonuçları %1’den daha düşük bir hatayla verebilmektedir. Tez kapsamında ısı iletkenlik ölçümleri yapılırken örneklerin kaplama halindeki ve kontrplak halindeki ısı iletkenlik değerleri ayrı ayrı incelenmiştir.

2.3.7. İstatistiksel Analiz

Çalışma kapsamında kaplamaların ısı iletkenliği, yüzey pürüzlülüğü ve üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine çeşitli ağaç türlerinin kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün ve pres sürelerinin etkilerini ortaya koymak için çoğul varyans analizi kullanılmıştır. Varyans analizi; etkisi araştırılan faktörlerin 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

Üretilen kontrplak levhalarına ait denge rutubeti miktarı değerleri Tablo 8’de verilmiştir. Rutubet değerlerinin belirlenmesinde her bir kontrplak levhası için 25’er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 8. Üretilen kontrplak levhalarının denge rutubeti miktarı ortalama değerleri (%)

Ağaç Türü	Tutkal Türü	Pres Süresi (dakika)	Denge Rutubeti Miktarı(%)	
			X	S
Kayın	ÜF	4	9,403	(0,169)
		5	9,028	(0,126)
		6	9,175	(0,262)
		7	9,022	(0,187)
		8	9,811	(0,170)
	MÜF	4	8,080	(0,187)
		5	8,208	(0,210)
		6	8,335	(0,255)
		7	8,407	(0,172)
		8	8,358	(0,177)
	FF	4	8,618	(0,185)
		5	8,529	(0,292)
		6	8,541	(0,319)
		7	8,630	(0,173)
		8	8,560	(0,385)
	Kızılağaç	ÜF	4	9,231
5			9,544	(0,194)
6			9,140	(0,161)
7			8,982	(0,218)
8			9,435	(0,206)
MÜF		4	7,895	(0,294)
		5	7,617	(0,241)
		6	7,337	(0,275)
		7	7,257	(0,298)
		8	7,358	(0,289)
FF		4	8,783	(0,269)
		5	8,755	(0,182)
		6	8,611	(0,167)
		7	8,651	(0,189)
		8	8,431	(0,184)

Tablo 8' in devamı. Üretilen kontrplak levhalarının denge rutubeti miktarı ortalama değerleri (%)

Kavak	ÜF	4	9,358	(0,463)
		5	9,427	(0,326)
		6	9,858	(0,650)
		7	9,719	(0,255)
		8	9,725	(0,361)
	MÜF	4	7,989	(0,292)
		5	7,995	(0,302)
		6	7,771	(0,221)
		7	7,813	(0,249)
		8	7,980	(0,199)
	FF	4	8,823	(0,352)
		5	8,781	(0,280)
6		8,580	(0,270)	
7		8,620	(0,260)	
8		8,553	(0,253)	
Ladin	ÜF	4	10,985	(0,282)
		5	10,771	(0,429)
		6	10,721	(0,301)
		7	10,492	(0,275)
		8	11,049	(0,177)
	MÜF	4	8,508	(0,254)
		5	8,454	(0,317)
		6	8,248	(0,267)
		7	8,513	(0,337)
		8	8,493	(0,327)
	FF	4	9,573	(0,266)
		5	9,439	(0,303)
6		9,652	(0,304)	
7		9,481	(0,196)	
8		9,017	(0,269)	

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

3.1.1.1. Pres Süresi, Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Denge Rutubeti Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının denge rutubeti değerleri üzerine ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF, FF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 9'da verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, pres süresi 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 ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge

rutubeti değerleri en yüksek bulunurken, MF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri en düşük çıkmıştır. Ağağ türü açısından bakıldığında ise en yüksek denge rutubeti değerleri ladin ağacından elde edilen kontrplaklarda bulunurken en düşük değerler ise kızılağağtan elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Kayın ve kavak kontrplakları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Pres süresine bakıldığında en yüksek değerler 4 ve 8 dakikalık presleme işlemi gören kontrplak gruplarında elde bulunurken, 6 ve 7 dakikalık gruplar en düşük sonuçları vermiştir.

Tablo 9. Ağağ türü, pres süresi ve tutkal türünün kontrplakların denge rutubetine etkisine ilişkin oğl varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	nem Derecesi
Ağağ türü	0,025	3	,008	1123,496	***
Tutkal Türü	0,073	2	,037	4874,847	***
Pres Süresi	0,025	4	0,005	12,772	***
Ağağ Türü*Tutkal	0,007	6	0,001	152,166	***
Ağağ Türü*Pres Sr.	0,001	12	0,005	12,664	***
Tutkal*Pres Süresi	0,001	8	0	21,585	***
Ağağ*Tutkal*Pres	0,002	24	0,005	10,209	***
Hata	0,011	1440	7,53		
Toplam	0,121	1500			

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

Varyans Kaynakları	N	Denge Rutubeti (%)	
Ağağ Türünün Etkisi			
Kızılağağ	375	8,47	a
Kayın	375	8,72	b
Kavak	375	8,73	b
Ladin	375	9,56	c
Tutkal Türünün Etkisi			
MF	500	8,03	a
FF	500	8,84	b
F	500	9,74	c
Pres Süresinin Etkisi			
7 dk	300	8,80	a
6 dk	300	8,83	ab
5 dk	300	8,88	bc
8 dk	300	8,91	c
4 dk	300	8,94	c

3.1.2. Özgül Ağırlık

Üretilen kontrplak levhalarına ait özgül ağırlık değerleri Tablo 11’de verilmiştir. Özgül ağırlık değerlerinin belirlenmesinde kontrplak levhaları için 25’er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 11. Üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri

Ağaç Türü	Tutkal Türü	Pres Süresi (dakika)	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	
			X	S
Kayın	ÜF	4	0,695	(0,024)
		5	0,701	(0,018)
		6	0,702	(0,023)
		7	0,708	(0,009)
		8	0,697	(0,026)
	MÜF	4	0,707	(0,019)
		5	0,695	(0,022)
		6	0,706	(0,012)
		7	0,686	(0,015)
		8	0,712	(0,027)
	FF	4	0,728	(0,018)
		5	0,715	(0,013)
		6	0,720	(0,016)
		7	0,719	(0,024)
		8	0,701	(0,020)
Kızılağaç	ÜF	4	0,644	(0,017)
		5	0,646	(0,022)
		6	0,654	(0,018)
		7	0,656	(0,015)
		8	0,655	(0,012)
	MÜF	4	0,661	(0,014)
		5	0,651	(0,014)
		6	0,641	(0,016)
		7	0,649	(0,018)
		8	0,643	(0,013)
	FF	4	0,663	(0,014)
		5	0,680	(0,023)
		6	0,674	(0,012)
		7	0,661	(0,016)
		8	0,673	(0,013)

Tablo 11' in devamı. Üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık ortalama değerleri

Kavak	ÜF	4	0,522	(0,039)
		5	0,503	(0,016)
		6	0,499	(0,021)
		7	0,505	(0,029)
		8	0,507	(0,036)
	MÜF	4	0,508	(0,019)
		5	0,484	(0,033)
		6	0,524	(0,021)
		7	0,520	(0,021)
		8	0,512	(0,016)
	FF	4	0,536	(0,018)
		5	0,513	(0,025)
		6	0,499	(0,026)
		7	0,487	(0,019)
		8	0,471	(0,016)
Ladin	ÜF	4	0,521	(0,031)
		5	0,511	(0,025)
		6	0,518	(0,028)
		7	0,527	(0,026)
		8	0,507	(0,034)
	MÜF	4	0,512	(0,034)
		5	0,503	(0,033)
		6	0,496	(0,041)
		7	0,503	(0,023)
		8	0,515	(0,054)
	FF	4	0,568	(0,040)
		5	0,549	(0,028)
		6	0,560	(0,037)
		7	0,560	(0,020)
		8	0,559	(0,044)

X:Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.1.2.1. Pres Süresi, Ağaç Türü ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Özgül Ağırlığı Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının özgül ağırlık değerleri üzerine ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF, FF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 12'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, pres süresi 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 FF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri en yüksek bulunurken MÜF ve ÜF tutkalları ile üretilen kontrplakların denge

rutubeti değerleri en dk çıkmıştır ve aralarında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Ağaç türü açısından bakıldığında ise en yüksek özgül ağırlık değerleri kayın ağacından elde edilen kontrplaklarda bulunurken en dk değerler ise kavaktan elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Diğer ağaç türlerinden kızılağaç kontrplaklarından elde edilen sonuçlar ladine göre daha yüksek çıkmıştır. Pres süresine bakıldığında en yüksek değer 4 dakikalık presleme işlemi gören kontrplak gruplarında elde edilmişken; 5, 6, 7 ve 8 dakikalık pres işlemi gören gruplar daha dk sonuçlar vermiş olup kendi aralarında bir istatistiksel fark bulunmamıştır.

Tablo 12. Ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün kontrplakların özgül ağırlığa etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	nem Derecesi
Ağaç türü	10,740	3	3,580	5870,369	***
Tutkal Türü	0,123	2	0,061	100,735	***
Pres Süresi	0,018	4	0,004	7,298	***
Ağaç Türü* Tutkal	0,135	6	0,022	36,762	***
Ağaç Türü*Pres Süre	0,022	12	0,002	2,971	***
Tutkal *Pres süresi	0,028	8	0,004	5,766	***
Ağaç*Tutkal*Pres	0,083	24	0,003	5,649	***
Hata	0,878	1440	0,001		
Toplam	550,393	1500			

Tablo 13. Kontrplakların zgl ağırlık üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

Varyans Kaynakları	N	zgl Ağırlık (gr/cm ³)
Ağaç Türünün Etkisi		
Kavak	375	0,5061 a
Ladin	375	0,5272 b
Kızılağaç	375	0,6569 c
Kayın	375	0,7062 d
Tutkal Türünün Etkisi		
MF	500	0,5915 a
F	500	0,5940 a
FF	500	0,6118 b
Pres Süresinin Etkisi		
5 dk	300	0,5960 a
8 dk	300	0,5960 a
7 dk	300	0,5986 a
6 dk	300	0,5995 a
4 dk	300	0,6054 b

3.1.3. Isıl İletkenlik

Kaplama levhalarında gerçekleştirilen ısı iletkenlik ölçüm değerleri Tablo 14’de ve üretilen kontrplakların ortalama ısı iletkenlik değerleri kullanılan tutkal türüne göre Tablo 15’ de verilmiştir.

Tablo 14. Elde edilen kaplamalara ait ısı iletkenlik katsayısı değerleri

Kaplama Grupları	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK)
Kavak	0,0257
Kayın	0,0239
Kızılağaç	0,0249
Ladin	0,0264

Tablo 15. Üretilen kontrplakların ortalama ısı iletkenlik değerleri

Gruplar		Isıl İletkenlik W/mK	
ÜF	Kavak	4dak	0.07061
		5dak	0.07039
		6dak	0.07166
		7dak	0.07106
		8dak	0.06942
	Kayın	4dak	0.06770
		5dak	0.06725
		6dak	0.06580
		7dak	0.06717
		8dak	0.06673
	Kızılağaç	4dak	0.06942
		5dak	0.06964
		6dak	0.06971
		7dak	0.07016
		8dak	0.07038
	Ladin	4dak	0.06822
		5dak	0.06762
		6dak	0.06844
		7dak	0.06747
		8dak	0.06814

Tablo 15' in devamı: Üretilen kontrplakların ortalama ısı iletkenlik değerleri

FF	Kavak	4dak	0.06777
		5dak	0.06919
		6dak	0.06844
		7dak	0.06441
		8dak	0.06755
	Kayın	4dak	0.06262
		5dak	0.06440
		6dak	0.06396
		7dak	0.06306
		8dak	0.06456
	Kızılağaç	4dak	0.06501
		5dak	0.06679
		6dak	0.06590
		7dak	0.06598
		8dak	0.06575
	Ladin	4dak	0.06359
		5dak	0.06590
		6dak	0.06530
		7dak	0.06530
		8dak	0.06411
MÜF	Kavak	4dak	0.07149
		5dak	0.07047
		6dak	0.07083
		7dak	0.06949
		8dak	0.07128
	Kayın	4dak	0.06717
		5dak	0.06769
		6dak	0.07046
		7dak	0.06725
		8dak	0.06672
	Kızılağaç	4dak	0.07076
		5dak	0.07084
		6dak	0.07038
		7dak	0.07077
		8dak	0.06942
	Ladin	4dak	0.06731
		5dak	0.06881
		6dak	0.06910
		7dak	0.06793
		8dak	0.06806

3.1.3.1. Ağaç Türü, Tutkal Türü ve Pres Süresinin Kontrplak Levhalarının Isıl İletkenlikleri Üzerine Etkisi

Ağaç türünün kaplamaların ısı iletkenlik değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek ısı iletkenlik değerinin ladin kaplamalarında, en düşük değerler ise kayın

kaplamalarında görülmüştür. Diğer ağaç türlerinden kavaktan elde edilen kaplamaların ısı iletkenlik değerleri kızılağaçtan elde edilenlerin ısı iletkenlik değerinden daha yüksek çıkmıştır.

Tutkal türünün kontrplak levhalarının ısı iletkenlikleri üzerine etkisi incelendiğinde, MÜF tutkalıyla üretilen levhaların ısı iletkenlik değerleri en yüksek, FF tutkalı kullanılarak üretilen levhaların ise en düşük olduğu görülmüştür.

3.2. Mekanik Özellikler

3.2.1. Kontrplak Levhalara Ait Çekme-Makaslama Direnci

Üretilen kontrplak levhalarına ait çekme-makaslama direnci değerleri Tablo 16’da verilmiştir. Çekme-makaslama direnci değerlerinin belirlenmesinde 30’ ar adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 16. Kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri

Ağaç Türü	Tutkal Türü	Pres Süresi (dakika)	Çekme Makaslama (N/mm ²)	
			X	S
Kayın	ÜF	4	2,50	(0,203)
		5	2,27	(0,148)
		6	2,80	(0,254)
		7	2,48	(0,214)
		8	2,50	(0,185)
	MÜF	4	3,12	(0,399)
		5	3,49	(0,158)
		6	3,18	(0,424)
		7	3,13	(0,466)
		8	3,20	(0,510)
	FF	4	2,35	(0,161)
		5	2,19	(0,172)
		6	2,09	(0,157)
		7	2,48	(0,112)
		8	2,28	(0,177)
Kızılağaç	ÜF	4	2,18	(0,145)
		5	1,96	(0,384)
		6	1,83	(0,596)
		7	2,69	(0,179)
		8	2,39	(0,157)
	MÜF	4	2,72	(0,338)
		5	1,78	(0,283)
		6	2,10	(0,397)
		7	2,46	(0,317)
		8	2,62	(0,158)

Tablo 16' nın devamı. Kontrplaklara ait çekme makaslama direnci ortalama değerleri

Kızılağaç	FF	4	1,76	(0,309)
		5	1,69	(0,187)
		6	2,26	(0,147)
		7	2,34	(0,143)
		8	2,28	(0,125)
Kavak	ÜF	4	1,67	(0,480)
		5	1,67	(0,506)
		6	1,32	(0,202)
		7	1,52	(0,200)
		8	2,10	(0,352)
	MÜF	4	1,91	(0,342)
		5	2,01	(0,456)
		6	1,70	(0,120)
		7	1,55	(0,175)
		8	1,97	(0,445)
	FF	4	1,90	(0,360)
		5	1,83	(0,411)
		6	1,65	(0,225)
		7	1,99	(0,258)
		8	2,16	(0,159)
	Ladin	ÜF	4	1,05
5			1,07	(0,183)
6			1,27	(0,254)
7			1,08	(0,147)
8			1,03	(0,184)
MÜF		4	1,05	(0,123)
		5	1,07	(0,183)
		6	1,27	(0,254)
		7	1,08	(0,147)
		8	1,03	(0,184)
FF		4	1,49	(0,178)
		5	1,49	(0,161)
		6	1,64	(0,180)
		7	1,58	(0,142)
		8	1,38	(0,224)

X:Aritmetik Ortalama S:Standart Sapma değerleridir.

3.2.1.1. Ağaç Türü, Pres Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Çekme - Makaslama Direnci Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci değerleri üzerine ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF, FF ve MÜF tutkallar ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 17'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların çekme-makaslama değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme - makaslama değerleri en yüksek bulunurken ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme - makaslama değerleri en düşük çıkmıştır. Ağaç türü açısından bakıldığında ise en yüksek çekme - makaslama değerleri kayın ağacından elde edilen kontrplaklarda bulunurken en düşük değerler ise ladin türünden elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Pres süresine bakıldığında ise en yüksek değerler 7 ve 8 dakikalık presleme işlemi gören kontrplak gruplarında elde bulunurken, 5 ve 6 dakikalık gruplar en düşük sonuçları vermiştir.

Tablo 17. Kontrplaklarda ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün çekme makaslama direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	424,709	3	141,570	1806,217	***
Tutkal Türü	424,709	2	19,496	248,746	***
Pres Süresi	11,130	4	2,783	35,502	***
Ağaç Türü*Tutkal	59,294	6	9,882	126,083	***
Ağaç*Pres Süresi	31,035	12	2,586	32,997	***
Tutkal * Pres	6,209	8	0,776	9,902	***
Ağaç*Tutkal*Pres	26,398	24	1,100	14,033	***
Hata	136,380	1740	,078		
Toplam	7997,365	1800			

Tablo 18. Kontrplakların çekme makaslama direnci üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	N	Çekme Makaslama (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Ladin	450	1,3595	a
Kavak	450	1,7982	b
Kızılağaç	450	2,2059	c
Kayın	450	2,6714	d
Tutkal Türünün Etkisi			
ÜF	600	1,8721	a
FF	600	1,9411	b
MÜF	600	2,2131	c
Pres Süresinin Etkisi			
5 dk	360	1,9070	a
6 dk	360	1,9349	a
4 dk	360	2,0179	b
7 dk	360	2,0678	bc
8 dk	360	2,1162	c

3.2.2. Eğilme Direnci

Üretilen kontrplak levhalarına ait çekme-makaslama direnci değerleri Tablo 19’da verilmiştir. Çekme-makaslama direnci değerlerinin belirlenmesinde 16’ şar adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 19. Üretilen kontrplak levhalarının eğilme direnci ortalama değerleri

Ağaç Türü	Tutkal Türü	Pres Süresi (dakika)	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
			X	S
Kayın	ÜF	4	105,24	(7,62)
		5	106,34	(9,21)
		6	110,75	(12,08)
		7	111,40	(7,07)
		8	109,46	(7,56)
	MÜF	4	116,67	(6,37)
		5	106,34	(9,21)
		6	118,56	(3,58)
		7	107,75	(3,33)
		8	110,23	(3,73)
	FF	4	117,61	(6,34)
		5	116,21	(4,26)
		6	118,14	(5,92)
		7	123,22	(11,38)
		8	112,12	(6,26)
	Kızılağaç	ÜF	4	94,87
5			102,44	(4,54)
6			102,36	(4,98)
7			100,54	(4,27)
8			100,71	(9,29)
MÜF		4	104,89	(6,82)
		5	107,15	(8,49)
		6	110,89	(7,19)
		7	104,39	(5,16)
		8	105,12	(5,98)
FF		4	109,92	(6,74)
		5	108,05	(7,03)
		6	109,22	(8,49)
		7	102	(12,56)
		8	106,25	(6,82)
Kavak		ÜF	4	79,40
	5		70,80	(5,66)
	6		79,98	(7,10)
	7		75,41	(7,02)
	8		70,40	(7,41)
	MÜF	4	83,22	(4,59)
		5	77,70	(9,08)
		6	78,37	(7,73)
		7	84,38	(9,48)
		8	81,90	(6,20)

Tablo 19' un devamı. Üretilen kontrplak levhalarının eğilme direnci ortalama değerleri

	FF	4	88,42	(9,88)
		5	80,50	(10,74)
		6	78,39	(10,44)
		7	76,34	(11,02)
		8	77,20	(7,83)
Ladin	ÜF	4	55,67	(11,46)
		5	63,33	(9,53)
		6	59,34	(10,08)
		7	50,53	(11,28)
		8	54,89	(10,70)
	MÜF	4	61,00	(15,49)
		5	50,65	(14,10)
		6	61,47	(15,73)
		7	61,70	(13,92)
		8	61,69	(7,21)
	FF	4	68,60	(15,55)
		5	62,20	(15,48)
		6	70,87	(14,87)
		7	70,16	(10,81)
		8	84,18	(18,59)

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

3.2.2.1. Ağaç türü, Pres Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Eğilme Direnci Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine bölge, yer, mevki farklılığı ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF, FF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 20'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda FF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri en yüksek bulunurken ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri en düşük çıkmıştır. Ağaç türü açısından bakıldığında ise en yüksek eğilme direnci değerleri kayın ağacından elde edilen kontrplaklarda bulunurken en düşük değerler ise ladin türünden elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Diğer ağaç türlerinden elde edilen kontrplaklar arasında kızıl ağaç türü, kavak ağacına göre daha yüksek bir sonuç vermiştir. Pres süresine bakıldığında ise en yüksek eğilme direnci değerleri 6 dakikalık presleme

işlemi gören kontrplak gruplarında elde bulunurken, 5 dakikalık gruplar en düşük sonuçları vermiştir. Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Tablo 2. Kontrplaklarda ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün eğilme direncine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	391125,535	3	130375,178	1495,716	***
Tutkal Türü	12393,573	2	6196,786	71,092	***
Pres Süresi	1331,325	4	332,831	3,818	**
Ağaç Türü*Tutkal	4198,998	6	699,833	8,029	***
Ağaç*Pres Süresi	3889,959	12	324,163	3,719	***
Tutkal*Pres	1357,084	8	169,635	1,946	**
Ağaç*Tutkal*Pres	8432,568	24	351,357	4,031	***
Hata	78449,159	900	87,166		
Toplam	8229334,232	960			

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

Varyans Kaynakları	N	Eğilme Direnci (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Ladin	240	62,4188	a
Kavak	240	78,8277	b
Kızılağaç	240	104,5850	c
Kayın	240	113,0593	d
Tutkal Türünün Etkisi			
ÜF	320	85,1924	a
MÜF	320	89,9949	b
FF	320	93,9808	c
Pres Süresinin Etkisi			
5 dk	192	88,1284	a
7 dk	192	88,9847	ab
8 dk	192	89,5125	ab
4 dk	192	90,4595	ab
6 dk	192	91,5284	b

3.2.3. Elastikiyet Modülü

Üretilen kontrplak levhalara ait elastikiyet modülü değerleri Tablo 22’de verilmiştir. Elastikiyet modülü değerlerinin belirlenmesinde kontrplak levhaları için 16’şar adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 22. Üretilen kontrplak levhalarına ait elastikiyet modülü ortalama değerleri

Ağaç Türü	Tutkal Türü	Pres Süresi (dakika)	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
			X	S
Kayın	ÜF	4	8655,62	(680,59)
		5	8881,35	(496,97)
		6	8758,70	(796,17)
		7	9384,61	(380,52)
		8	7980,72	(520,97)
	MÜF	4	8570,78	(374,07)
		5	8881,35	(496,97)
		6	9070,52	(226,49)
		7	8098,65	(319,40)
		8	8351,00	(364,98)
	FF	4	10014,76	(488,80)
		5	9591,87	(323,64)
		6	9747,55	(369,15)
		7	9632,29	(487,60)
		8	8892,58	(466,27)
	Kızılağaç	ÜF	4	8231,82
5			8569,49	(274,44)
6			8221,66	(297,11)
7			8386,88	(286,85)
8			8156,69	(384,02)
MÜF		4	8287,40	(230,21)
		5	7903,10	(358,44)
		6	8093,24	(325,97)
		7	7793,99	(518,47)
		8	8206,77	(363,84)
FF		4	8727,40	(368,18)
		5	8922,07	(515,74)
		6	8962,23	(348,98)
		7	8815,19	(552,93)
		8	8808,43	(410,36)
Kavak		ÜF	4	5989,13
	5		5553,56	(188,35)
	6		5518,84	(345,18)
	7		5131,12	(505,13)
	8		5136,84	(356,07)
	MÜF	4	5439,12	(298,06)
		5	5223,31	(344,96)
		6	5455,32	(268,03)
		7	5385,83	(436,27)
		8	5324,87	(375,20)
	FF	4	5827,61	(303,01)
		5	5659,83	(475,88)
		6	5571,92	(399,38)
		7	5714,42	(389,05)
		8	5826,74	(314,88)

Tablo 22' nin devamı. Üretilen kontrplak levhalarına ait elastikiyet modülü ortalama değerleri

Ladin	ÜF	4	4471,81	(507,83)
		5	4728,72	(351,13)
		6	4743,37	(554,98)
		7	4454,47	(483,56)
		8	4536,87	(485,59)
	MÜF	4	4829,91	(495,78)
		5	4303,61	(356,21)
		6	4548,82	(555,78)
		7	4577,87	(398,10)
		8	4755,85	(367,17)
	FF	4	6173,73	(970,98)
		5	5941,10	(606,57)
		6	6582,30	(868,07)
		7	5951,41	(464,85)
		8	6530,04	(1022,3)

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

3.2.3.1. Ağaç Türü, Pres Süresi ve Tutkal Türünün Kontrplak Levhalarının Elastikiyet Modülü Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün etkisini belirlemek amacıyla ÜF, FF ve MÜF tutkalları ile üretilmiş levhalar üzerinde çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 23'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri en yüksek bulunurken ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri en düşük çıkmıştır. Ağaç türü açısından bakıldığında ise en yüksek elastikiyet modülü değerleri kızılâğaç odunundan elde edilen kontrplaklarda bulunurken en düşük değerler ise ladin türünden elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Diğer ağaç türlerinden elde edilen kontrplaklar arasında kayın, kavağa göre daha yüksek bir sonuç vermiştir. Pres süresine bakıldığında ise en yüksek elastikiyet modülü değerleri 7 dakikalık presleme işlemi gören kontrplak gruplarında elde edilirken, diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır.

Tablo 23. Kontrplakların ağaç türü, pres süresi ve tutkal türünün elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Ağaç türü	10004216977,64	3	3334738992,5	6740,205	***
Tutkal Türü	2030358555,647	2	1015179277,8	2051,890	***
Pres Süresi	5232094148,728	4	1308023537,1	2643,789	***
Ağaç*Tutkal	8149558152	6	1358259692	2745,327	***
Ağaç*Pres	16070416375	12	1339201365	2706,806	***
Tutkal*Pres Süresi	10494339739	8	1311792467	2651,407	***
Ağaç*tutkal*pres	32019755422	24	1334156476	2696,609	***
Hata	445278009,319	900	494753,344		
Toplam	148772814660,2	960			

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

Varyans Kaynakları	N	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
Ağaç Türünün Etkisi			
Ladin	240	5141,2615	a
Kavak	240	5483,8723	b
Kayın	240	8984,8759	c
Kızılağaç	240	13133,131	d
Tutkal Türünün Etkisi			
ÜF	320	6748,7409	a
FF	320	7630,0968	b
MÜF	320	10178,518	c
Pres Süresinin Etkisi			
8 dk	192	6935,2598	a
5 dk	192	6976,9030	a
4 dk	192	7058,2910	a
6 dk	192	7105,1188	a
7 dk	192	12853,354	b

3.3. Yüzey Pürüzlülüğü

Elde edilen kaplamalara ait yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 25’de verilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin belirlenmesinde her bir kaplama yüzeyinden 30’ ar adet ölçüm yapılmıştır.

Tablo 25. Elde edilen kaplamalara ait yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ağaç Türü	Yüzey Pürüzlülüğü(μm)					
	Ra		Rmax		Rz	
	X	S	X	S	X	S
Kayın	13,53	1,71	109,25	18,12	90,28	11,01
Kızılağaç	9,78	1,99	82,94	16,88	70,92	11,75
Kavak	12,15	2,19	100,32	15,30	85,91	11,39
Ladin	8,87	2,17	75,8	25,73	60,12	17,72

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

3.3.1. Ağaç Türünün Kaplama Levhalarının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi

Kaplama yüzeylerinin pürüzlülük değerleri üzerine çalışma kapsamında kullanılan ağaç türlerinin etkilerini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve bu analizin sonuçları Tablo 26'da verilmiştir. İstatistik analizde, Rz pürüzlülük parametresi üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türünün yüzey pürüzlülük değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonucunda Tablo 26' dan görüleceği üzere, en büyük ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri kavak ve kayın kaplama levhalarında, en küçük pürüzlülük değeri ise ladin kaplamalarda elde edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türünün elde edilen kaplamaların yüzey pürüzlülüğü değerleri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri kayın ve kavak kaplamalarında bulunurken en düşük değerler ise ladin kaplamalarında bulunmuştur.

Tablo 26. Kaplamaların elde edildiği ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F hesap	önem Derecesi
Ağaç Türü	17331,318	3	5777,106	32,858	***
Hata	20394,891	116	175,818		
Toplam	37726,209	119			

Tablo 27. Kaplamaların yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls testi sonuçları ($p \leq 0,01$)

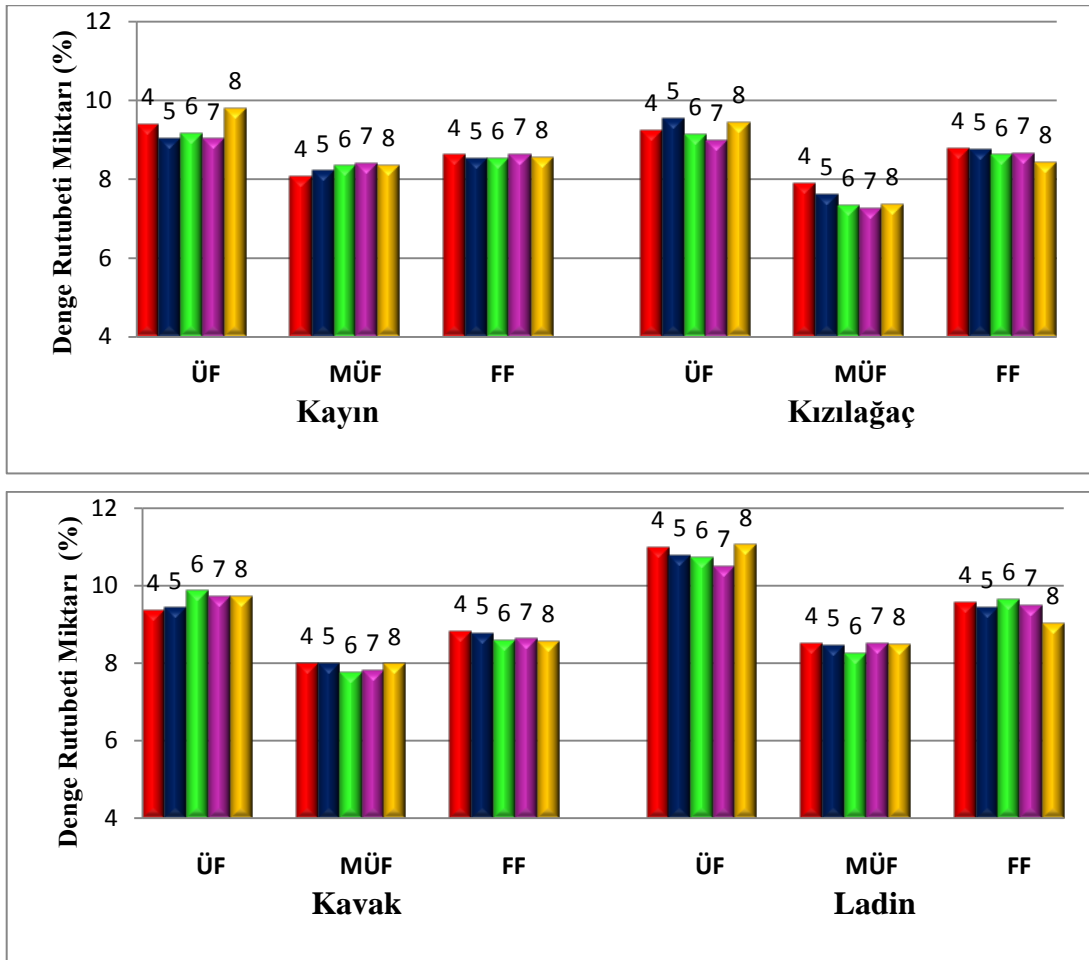
Varyans Kaynakları	N	Yüzey Pürüzlülüğü (μm)
Ağaç Türünün Etkisi		
Ladin	30	60,1163 a
Kızılağaç	30	70,9237 b
Kavak	30	85,9123 c
Kayın	30	90,2833 c

4. İRDELEME

4.1. Fiziksel Özellikler

4.1.1. Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Denge Rutubeti Miktarına Etkisi

Üretilen kontrplak levhaların denge rutubeti değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, üretimlerinde kullanılan tutkal türüne ve pres süresine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Üretilen kontrplakların denge rutubeti üzerine ağaç türü, tutkal türü ve pres süresinin etkisi Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün denge rutubeti üzerine etkisi

Şekil 6'dan görüleceği üzere kontrplakların denge rutubeti değerleri üzerine tutkal türünün etkisi incelendiğinde 4 ağaç türünde de, ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların en yüksek, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerinin ise en düşük sonuçları verdiği görülmüştür.

Aydın (2004) tarafından yapılan bir çalışmada ÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri ladin ve kızılğaçtan FF ile üretilen kontrplakların denge rutubet değerine nazaran yüksek bulunmuştur. ÜF tutkal çözeltisinde asidik tuzlar kullanıldığından bu sertleştiriciler rutubeti hızlı bir şekilde absorbe etmektedir. Bu nedenle ÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların denge rutubet değerinin yüksek bulunması beklenen bir sonuçtur.

ÜF, MÜF 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 (Çolak vd., 2004).

Ağaç türü açısından bakıldığında ise en yüksek denge rutubeti değerleri ladin ağacından elde edilen kontrplaklarda bulunurken en düşük değerler ise kızılğaçtan elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Kayın ve kavak kontrplaklarının denge rutubet değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Literatürde ağaç türünün üretilen kontrplakların denge rutubeti üzerine etkili olduğu belirtilmektedir (Özen, 1981; Aydın, 2004).

Kayından üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri incelendiğinde; en yüksek denge rutubet değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 8 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük denge rutubeti değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Kızılğaç için, en yüksek denge rutubet değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 5 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük denge rutubeti değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Kavaktan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri incelendiğinde; en yüksek denge rutubet değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük denge rutubeti değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Ladin kontrplakların denge rutubet değerleri incelendiğinde; en yüksek denge rutubet değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 8 dakika preslenen kontrplak levhalarında

görülmüştür. En düşük denge rutubeti değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

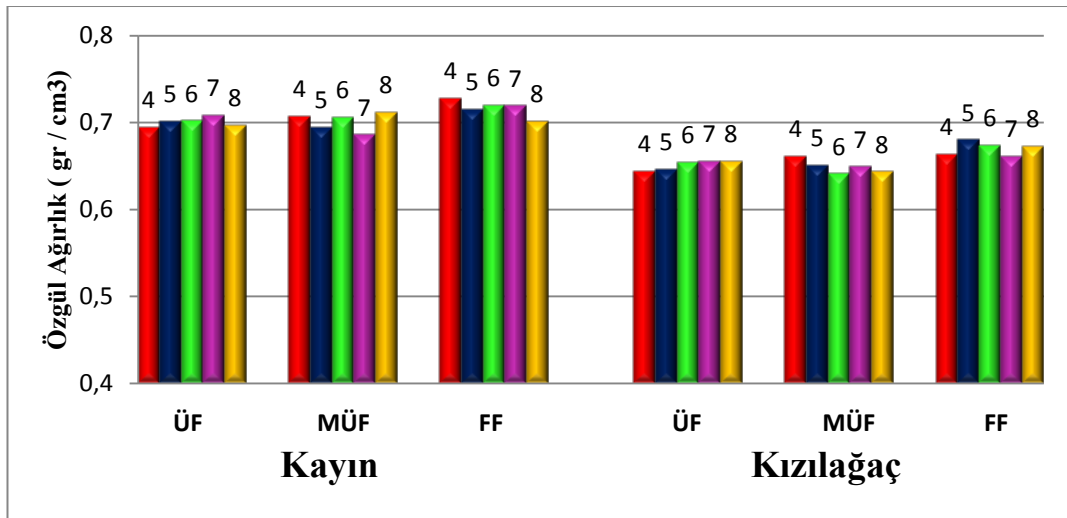
Tüm gruplar için elde edilen denge rutubeti değerleri her bir ağaç türü ve tutkal türü için farklı sonuçlar göstermektedir. Tutkalların sahip olduğu kimyasal içerik nedeniyle farklı presleme koşullarında farklı sonuçlar vermesi beklenen bir sonuçtur (Radoslaw Mirski vd., 2009).

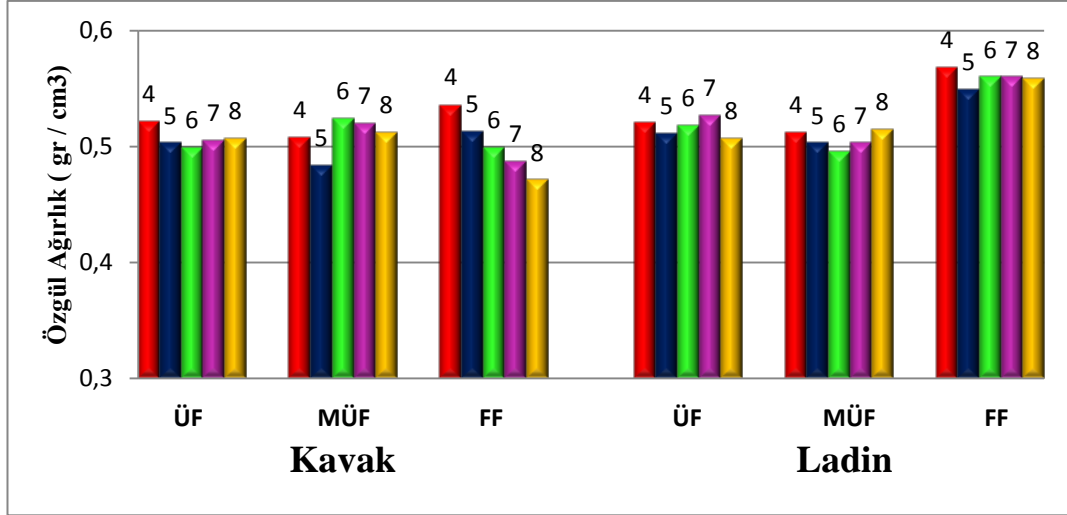
Çalışma kapsamında elde edilen denge rutubet miktarlarının yapısal kontrplak ve LVL el kitabında belirtilen kontrplaklar için gerekli rutubet aralığında (% 6-14) bulunmuştur (BS 1134, 1990).

4.1.2. Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Özgül Ağırlık Değerleri Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, üretimlerinde kullanılan tutkal türüne ve pres süresine bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Üretilen kontrplakların özgül ağırlık üzerine ağaç türü, tutkal türü ve presleme süresinin etkisi Şekil 7'de görülmektedir.





Şekil 7. Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün özgül ağırlık üzerine etkisi (Grafikteki 4, 5, 6, 7, 8 dakika cinsinden uygulanan pres süresini belirtmektedir.)

Şekilden görüleceği üzere kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine tutkal türünün etkisi incelendiğinde, FF tutkalı ile üretilen kontrplakların diğer tutkalarla üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerine göre daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür. ÜF ve MÜF tutkalarıyla üretilen levhaların özgül ağırlık değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülememiştir. Kontrplağın yoğunluğu üzerine öncelikli etki ağaç türünüdür. Pres basıncı tutkal türü ve karışımının da etkisi olmakla birlikte bu etkilerin ağaç türüne göre daha az olduğu bilinmektedir (Örs ve ark., 2002).

Şekil 7'den görüleceği üzere kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine ağaç türünün etkisi incelendiğinde, kayın ağacından üretilen kontrplakların en yüksek, kavaktan elde edilen kontrplakların özgül ağırlık değeri ise en düşük olduğu sonucu görülmüştür. Diğer türler arasında kızılâğaç kontrplakları, ladin kontrplaklarına göre daha yüksek bir özgül ağırlık değeri verdiği görülmektedir. Kontrplak özgül ağırlığı, öncelikle üretildiği ağacın özgül ağırlığına bağlıdır. Ayrıca presleme basıncı ve yapıştırıcı madde ile ilgili bazı etmenlerin özgül ağırlığın oluşmasında etkili olduğu bilinmektedir (Özen, 1981). Buna göre, özgül ağırlığı kavak, ladin ve kızılâğaca göre daha yüksek olan kayın odunundan elde edilen kontrplak levhalarının özgül ağırlık değerlerinin de yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur.

Şekilde kontrplakların üretilirken maruz kaldıkları presleme sürelerinin özgül ağırlık üzerindeki etkilerine bakıldığında, 4 dakikalık presleme süresiyle üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri diğerlerine göre daha yüksek çıkmış olup, diğer sürelerle üretilen

kontrplakların arasında istatistiksel açıdan bir farklılık belirlenmemiştir. Yapılan bir çalışmada 4 dakikalık presleme süresiyle üretilen kontrplakların özgül ağırlığı (0.49 gr/cm³), pres süresi 6 dakika (0.47 gr/cm³) olanlara göre daha yüksek bulunmuştur (Çolakoğlu, 1993).

Kayından üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri incelendiğinde; en yüksek özgül ağırlık değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük özgül ağırlık değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

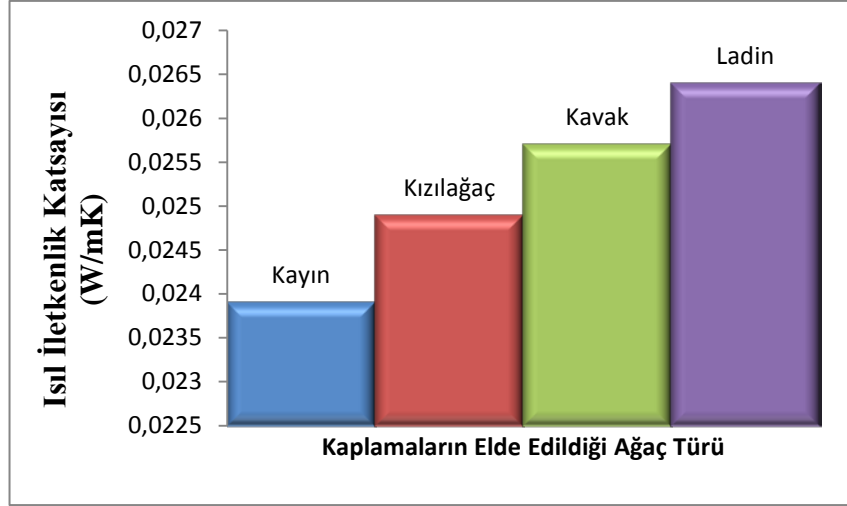
Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek özgül ağırlık değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 5 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük özgül ağırlık değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Kavak kontrplakların özgül ağırlık değerleri incelendiğinde; en yüksek özgül ağırlık değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kavak kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük özgül ağırlık değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 8 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek özgül ağırlık değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan ladin kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük özgül ağırlık değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

4.1.3. Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Isıl İletkenlik Değerleri Üzerine Etkisi

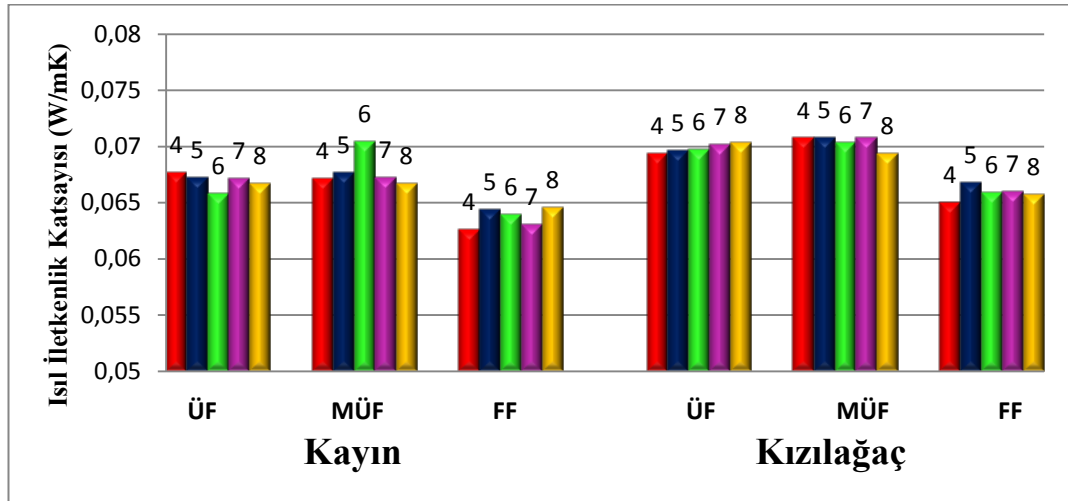
Kaplamaların ısı iletkenlik değerleri; kaplamaların elde edildiği ağaç türüne göre değişiklik göstermiştir. Elde edilen kaplamaların ısı iletkenlik üzerine ağaç türü üzerindeki etkisi Şekil 8'de gösterilmiştir.

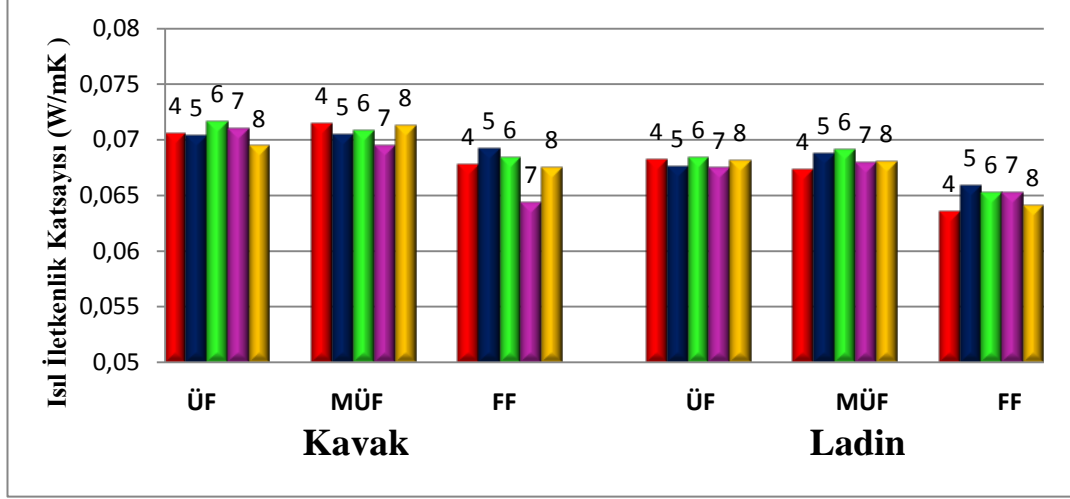


Şekil 8. Ağaç türünün ısıl iletkenlik üzerine etkisi

Şekil 8' den görüleceği üzere, dört farklı ağaç türünden elde edilen kaplamaların ısıl iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek değerlere ladinden üretilen kaplamaların sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük ısıl iletkenlik değerine sahip olan kaplamalar ise kayın ağacından elde edilenlerdedir. Ağaç malzemedeki ısı iletme kabiliyeti, ağaç türlerine ve aynı ağaçta liflerin gidiş yönüne göre değiştiği gibi, ağaç malzemenin anatomik yapısı ile de doğrudan ilişkilidir (Berkel, 1970). Ayrıca ısıl iletkenlik değerinin ağaç türüne göre değişim gösterdiği birçok çalışmada vurgulanmıştır (Kol ve Sefil, 2011; EWPA, 2010; Rice ve Shepard, 2004).

Üretilen kontrplak levhaların ısıl iletkenlik değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, üretimlerinde kullanılan tutkal türüne ve presleme süresine bağlı olarak değişiklik göstermiştir.





Şekil 9. Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün ısı iletkenlik üzerine etkisi (Grafikteki 4, 5, 6, 7, 8 dakika cinsinden uygulanan pres süresini belirtmektedir.)

Şekil 9'dan görüleceği üzere kontrplakların ısı iletkenlik değerleri üzerine ağaç türünün etkisi incelendiğinde, kavak ağacından üretilen kontrplakların en yüksek, kayından elde edilen kontrplakların ısı iletkenlik değerlerinin ise en düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer türler arasında kavak kontrplakları, kızılğaç kontrplaklarına göre daha yüksek bir ısı iletkenlik değeri verdiği görülmektedir. Ağaç malzemenin üretilen levha ürünlerinde ısı iletkenlik; çeşitli bağlayıcı maddeler ve bunlara ilave edilen dolgu ve katkı maddeleri ile üretilen ahşap levhalarda bağlayıcı madde çeşidi ve katkı maddelerinin türüne göre farklılık göstermektedir (Kamke, Zylkowski, 1989).

Şekil 9'dan görüleceği üzere kontrplakların ısı iletkenlik değerleri üzerine tutkal türünün etkisi incelendiğinde, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların ısı iletkenlik değerleri en yüksek, FF tutkalı ile üretilen kontrplakların ısı iletkenlik değerlerinin ise en düşük olduğu belirlenmiştir. Kol ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada ÜF ve FF tutkalları kullanılarak üretilen lamine levhaların ısı iletkenlik değerleri üzerine tutkal türünün önemli bir etkisinin olduğunu belirlenmiştir.

Kontrplak üretiminde denemesi yapılan farklı pres sürelerinin ısı iletkenlik üzerindeki etkileri incelendiğinde, 6 dakikalık pres süresiyle üretilen kontrplakların ısı iletkenlik değerleri en yüksek sonuçları vermiş olup, 7 dakikalık pres işlemi gören kontrplaklar ise en düşük sonucu vermiştir.

Kayından üretilen kontrplakların ısı iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek ısı iletkenlik değerleri MÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika preslenen kontrplak

levhalarında görülmüştür. En düşük ısı iletkenlik değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek ısı iletkenlik değeri MÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 5 dakika preslenen kızılğaç kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük ısı iletkenlik değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Kavak kontrplakların ısı iletkenlik değeri incelendiğinde; en yüksek ısı iletkenlik değeri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika preslenen kavak kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük ısı iletkenlik değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek ısı iletkenlik değeri MÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika preslenen ladin kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük ısı iletkenlik değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Burada tutkal türlerine ve presleme koşullarına göre farklı ağaç türleri için farklı ısı iletkenlik sonuçları bulunması; kontrplak levhaların üretim koşullarından meydana gelen farklılıklardan ötürü oluşan rutubet ve özgül ağırlık farklılıkları ile açıklanabilir. Literatürde rutubet ve özgül ağırlık artışı ile birlikte ısı iletkenlik değerlerinde artış olduğu belirtilmektedir (Demirkır, 2012 ; Gu ve Hunt, 2007; Kurt ve ark., 2008; Kol, 2009; Kol ve Sefil, 2011).

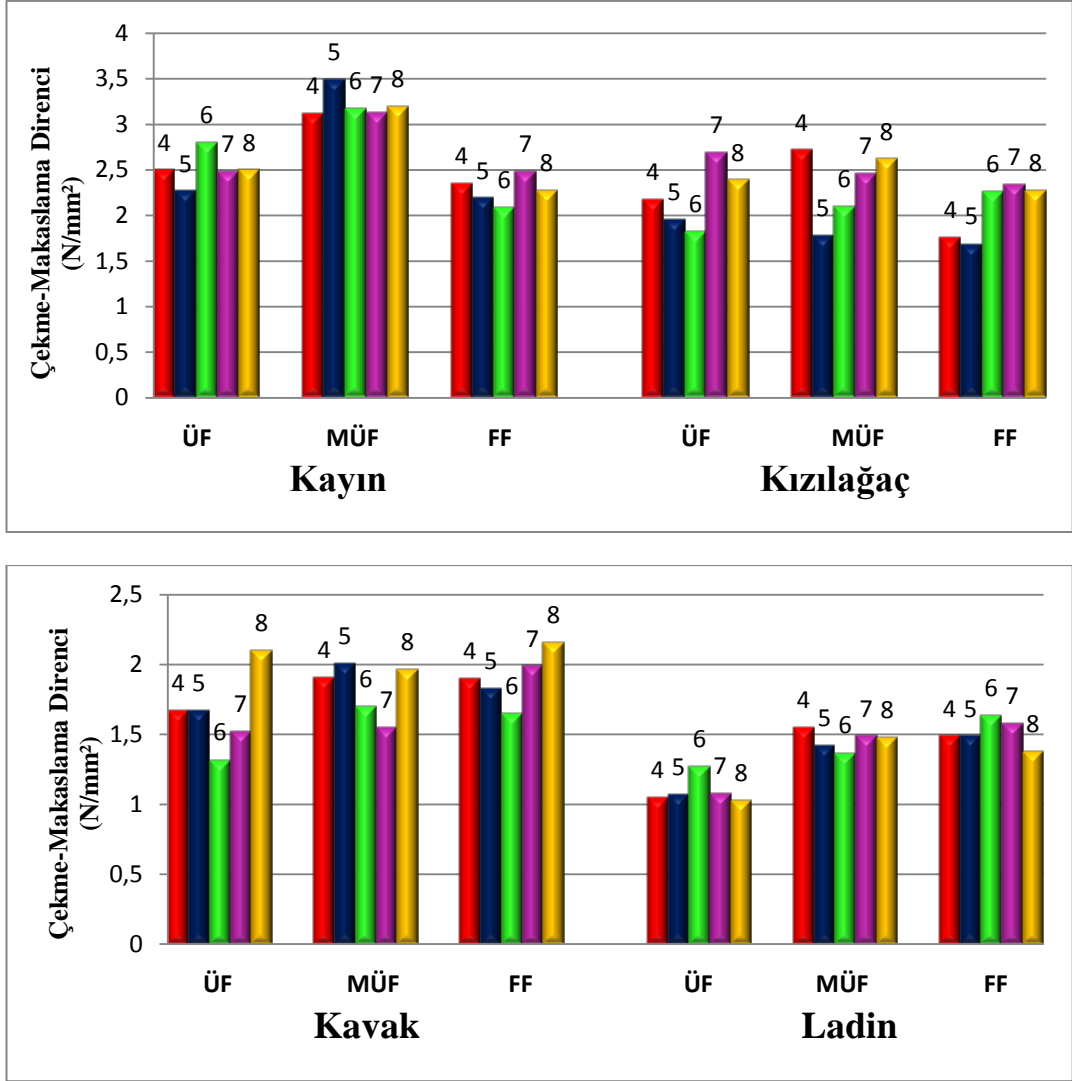
Üretilen deney gruplarına ait ısı iletim katsayıları, ahşap kökenli bazı levhalara ait ısı iletim katsayıları ile karşılaştırıldığında literatür ile uyumlu sonuçlar göstermiştir (Kawasaki ve Kawai 2006).

4.2. Mekanik Özellikler

4.2.1. Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Çekme-Makaslama Direnci Değerleri Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhaların çekme-makaslama direnci değeri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, üretimlerinde kullanılan tutkal türüne ve pres süresine bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Üretilen kontrplakların çekme-makaslama üzerine ağaç türü, tutkal türü ve presleme süresinin etkisi Şekil 10'da görülmektedir.



Şekil 10. Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün çekme-makaslama direnci üzerine etkisi (Grafikteki 4, 5, 6, 7, 8 dakika cinsinden uygulanan pres süresini belirtmektedir.)

Şekil 10'dan görüleceği üzere kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri üzerine ağaç türünün etkisi incelendiğinde, özgül ağırlığı en yüksek olarak bulunan kayın ağacından üretilen kontrplakların yapışma direnci değerleri en yüksek bulunmuştur. Ladinden elde edilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değeri ise en düşük olduğu görülmüştür. Diğer türler arasında kızılbaş kontrplakları, ladin kontrplaklarına göre daha yüksek bir çekme-makaslama direnci değeri verdiği görülmektedir. Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ve diğer mekanik özelliklerin yüksek olacağı ifade edilmektedir (Çolakoğlu, 1990; Bozkurt ve Erdin, 1992).

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. Ayrıca MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların ÜF tutkalı ile üretilen kontrplaklardan daha düşük denge rutubetine sahip olduğu bulunmuştur. Denge rutubeti miktarının artması ile yapışma direncinde bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Çolak ve ark.,2004). Yapışma direnci üzerine tutkal türü, içeriği, dağılımı ve sertleşmesi gibi tutkal ile ilgili faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir (He ve ark., 2007; Lehmann 1970; Kamke ve ark., 1996; Youngquist ve ark., 1987). Bu nedenle çalışmada MÜF tutkalı ile üretilen levhaların daha yüksek çekme-makaslama direnci değerleri vermesi beklenen bir sonuçtur. 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 10'dan anlaşıldığı gibi 7 ve 8 dakika presleme süresi ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci sonuçları en yüksek çıkarken, 5 ve 6 dakikalık pres süreleri ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri en düşük çıkmıştır. Literatürde pres süresinin artmasıyla birlikte yapışma direncinin de artış gösterdiği görülmektedir (Radosław Mirski ve ark., 2009).

Kayından üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri incelendiğinde; en yüksek çekme-makaslama direnci değerleri MÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 5 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük çekme-makaslama direnci değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika pres işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek çekme-makaslama direnci değerleri MÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük çekme-makaslama direnci değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 5 dakika pres işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

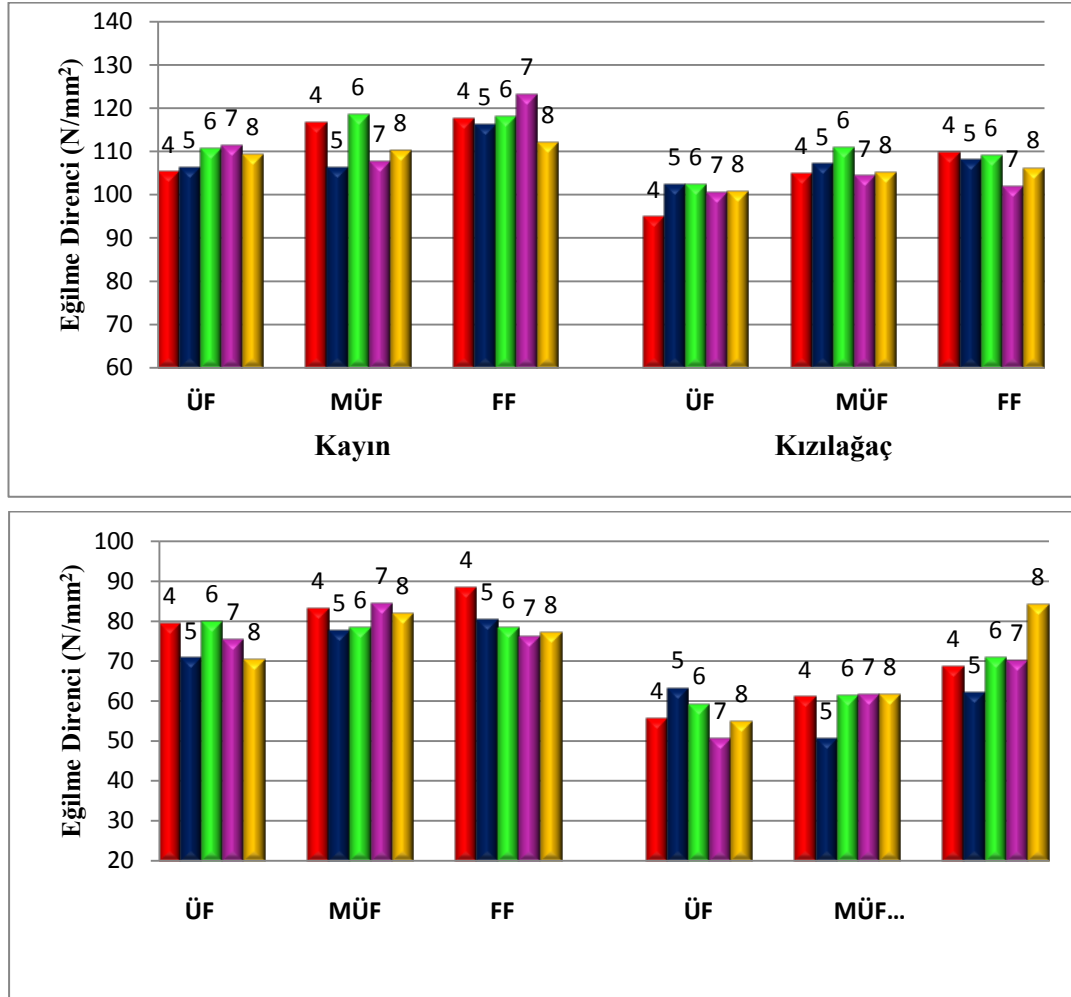
Kavak kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri incelendiğinde; en yüksek çekme-makaslama direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 8 dakika preslenen kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük çekme-makaslama direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika pres işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek çekme-makaslama direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En

düşük çekme-makaslama direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 8 dakika pres işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

4.2.2. Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Eğilme Direnci Değerleri Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhaların eğilme direnci değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, üretimlerinde kullanılan tutkal türüne ve pres süresine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Üretilen kontrplakların eğilme direnci üzerine ağaç türü, tutkal türü ve pres süresinin etkisi Şekil 11'de görülmektedir.



Şekil 11. Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi (Grafikteki 4, 5, 6, 7, 8 dakika cinsinden uygulanan pres süresini belirtmektedir.)

Şekil 11'den görüldüğü gibi kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine ağaç türünün etkisi incelendiğinde, kayın ağacından üretilen kontrplakların en yüksek, ladinden elde edilen kontrplakların eğilme direnci değeri ise en düşük olduğu sonucu görülmüştür. Diğer türler arasında kızılâğaç kontrplakları, ladin kontrplaklarına göre daha yüksek bir eğilme direnci değeri verdiği görülmektedir. Kontrplağın eğilme direnci üzerine çeşitli üretim faktörlerinin etkisinin incelendiği çalışmalarda, ağaç türünün eğilme direnci üzerine önemli bir etkisi olduğu ifade edilmektedir (Toksoy vd., 2005; Aydın vd., 2005; Aydın ve Çolakoğlu, 2008). Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ile diğer mekanik özellikleri yüksek olacaktır (Bozkurt ve Erdin, 1992). Yapışma direncindeki artışın diğer mekanik özellikleri de arttırdığı dikkate alındığında daha iyi yapışma direnci değerleri vermiş olan kayın odunundan elde edilen kontrplakların eğilme direncinin de daha yüksek olması beklenen bir durumdur.

Şekilden görüleceği üzere kontrplakların eğilme direnci değerleri üzerine tutkal türünün etkisi incelendiğinde, FF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri en yüksek iken; ÜF tutkalı ile üretilenlerin ise en düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Örs ve ark. tarafından 2001 yılında kavak kontrplaklar üzerinde yapılan çalışmada, FF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme direnci ÜF ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada ladin tomruklardan elde edilen kaplamalarla ÜF tutkalıyla üretilen kontrplakların FF tutkalıyla üretilenlere nazaran daha yüksek eğilme direnci değeri elde etmiştir (Aydın, 2004).

Şekil üzerinden kontrplakların üretilirken maruz kaldıkları pres sürelerinin eğilme direnci üzerindeki etkilerine bakıldığında istatistiksel olarak; 4, 6, 7 ve 8 dakika ile üretilen kontrplakların eğilme direnci sonuçları 5 dakikalık pres süreleri ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinden daha yüksek çıkmış olup bu dört farklı pres süresinin(4,6,7,8 dakika) eğilme direnci değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark çıkmamıştır.

Her üç tutkal türü ile üretilen kontrplaklar yapısal amaçlı kullanılacak kontrplaklar için eğilme direnci alt sınır değeri olarak DIN 68705-3' de belirtilen 40 N/mm^2 değerini sağlamıştır.

Kayından üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri incelendiğinde; en yüksek eğilme direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 7 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük eğilme direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika pres işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek eğilme direnci değerleri MÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük eğilme direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kızılağaç kontrplaklarında ve 4 dakika pres işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

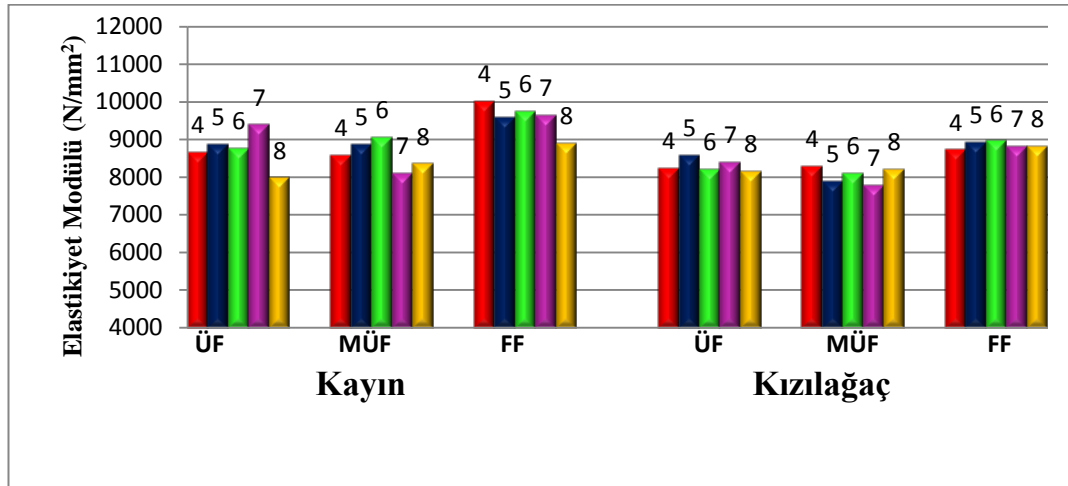
Kavak kontrplakların eğilme direnci değerleri incelendiğinde; en yüksek eğilme direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük eğilme direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kavak kontrplaklarında ve 8 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

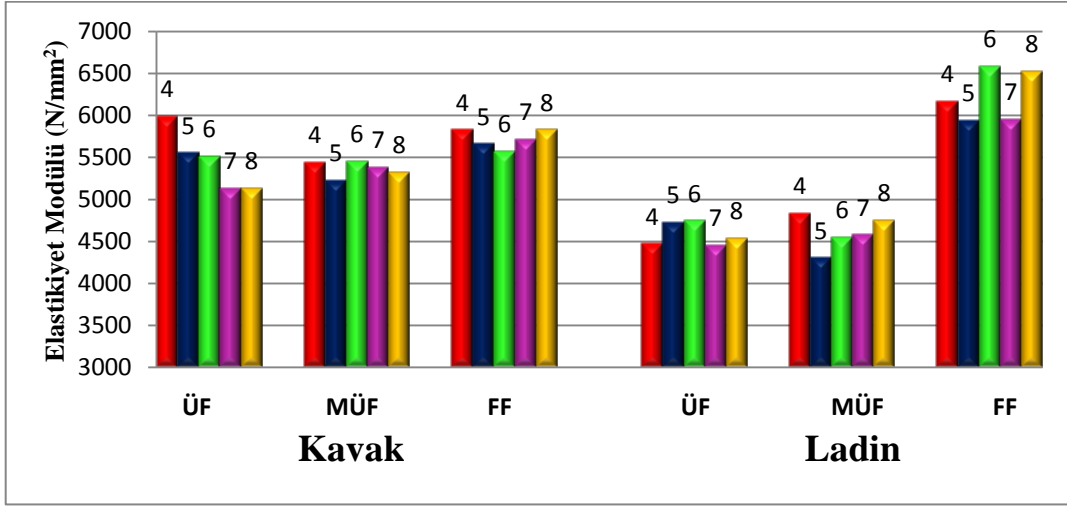
Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek eğilme direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 8 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük eğilme direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan ladin kontrplaklarında ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Üretilen tüm gruplar APA' nın hazırladığı yapısal kontrplak levhaların mekanik özelliklerini gösteren formda eğilme direnci için belirtilen değeri (34.47 N/mm²) sağladığı görülmektedir (APA Technical Topics tt-044B).

4.2.3. Ağaç Türü, Tutkal Türü, Pres Süresinin Kontrplakların Elastikiyet Modülü Değerleri Üzerine Etkisi

Üretilen kontrplak levhaların elastikiyet modülü değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne, üretimlerinde kullanılan tutkal türüne ve presleme süresine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Üretilen kontrplakların elastikiyet modülü üzerine ağaç türü, tutkal türü ve presleme süresinin etkisi Şekil 12'de görülmektedir.





Şekil 12. Ağaç türü, presleme süresi ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi (Grafikteki 4, 5, 6, 7, 8 dakika cinsinden uygulanan pres süresini belirtmektedir.)

Şekil 12 ağaç türü açısından incelendiğinde, kontrplakların elastikiyet modülü değerlerine bakılırsa ladin ve kavağa göre daha yüksek özgül ağırlık değerlerine sahip olan kızılcağaç ve kayından üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri ladin ve kavağa göre daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak odunda özgül ağırlığın artmasıyla elastikiyet modülü değerleri de artmaktadır (Berkel, 1970). Özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türlerinden üretilen kontrplakların yapışma direnci ile diğer mekanik özellikleri yüksek olacaktır (Bozkurt ve Erdin, 1992).

Şekil 12'den görüleceği üzere kontrplakların elastikiyet modülü değerleri üzerine tutkal türünün etkisi incelendiğinde, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri en yüksek iken; ÜF tutkalı ile üretilenlerin ise en düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Şekil üzerinden kontrplakların üretilirken maruz kaldıkları presleme sürelerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkilerine bakıldığında; en yüksek elastikiyet modülü değerini veren grubun üretimi sırasında 7 dakikalık pres işlemi gören grup olduğu görülmüştür. Diğer farklı presleme süreleri ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark çıkmamıştır. Elde edilen değerlerin, DIN 68705-3 standardına göre, yapısal amaçlı kullanılacak 6-12 mm arası kalınlıklardaki kontrplaklar için elastikiyet modülü alt sınır değeri olarak belirlenen 5000 N/mm² değerini sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca tüm gruplara ait levhaların EN 636 standardında yapılan sınıflandırmada belirtilen E60 (6000 N/mm²), E70 (7000 N/mm²) sınıfları için verilen alt

değerleri kayın ve kızılğaç kontrplakların sağladığı, ladin ve kavak kontrplaklarının ise E40 (4000 N/mm²) ve E50 (5000 N/mm²) standart şartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir. Japon standartlarında belirtilen 6370 N/mm² elastikiyet modülü alt sınır değerini ise sadece kayın ve kızılğaçtan üretilen kontrplak levhaların sağladığı belirlenmiştir (JAS).

Kayından üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde; en yüksek elastikiyet modülü değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika preslemeye maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük elastikiyet modülü değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 8 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

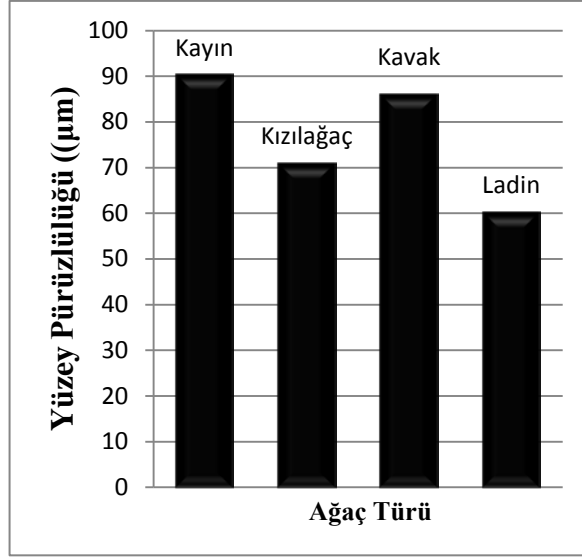
Kızılğaç kontrplaklarda en yüksek elastikiyet modülü değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük elastikiyet modülü değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kızılğaç kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Kavak kontrplakların elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde; en yüksek elastikiyet modülü değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük elastikiyet modülü değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kavak kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek elastikiyet modülü değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük elastikiyet modülü değeri ise MÜF tutkalı kullanılan ladin kontrplaklarda ve 5 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

4.2.4. Yüzey Pürüzlülüğü

Elde edilen kaplamaların yüzey pürüzlülüğü değerleri; levhaların elde edildiği ağaç türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Elde edilen kaplamaların yüzey pürüzlülüğünün ağaç türü üzerindeki etkisi Şekil 13'de görülmektedir.



Şekil 13. Ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

Şekil 13' den görüleceği üzere, çalışmada kullanılan dört farklı ağaç türünden elde edilen kaplamaların yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri incelendiğinde, en yüksek yüzey pürüzlülük değerleri kayın ve kavaktan üretilen kaplamalarda görülürken, en düşük yüzey pürüzlülük değerine ise ladin kaplamalarının sahip olduğu görülmüştür. Ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili olan faktörlerin başında anatomik yapıdan kaynaklanan farklılıklar gelmektedir (Sieminsky ve Skarzynska, 1989; Malkoçoğlu, 2007; Özdemir ve Hızıroğlu, 2009). Ayrıca yıllık halka genişliği, kaplama üretiminde kullanılan odunun özgül ağırlığı, hammadde depolama koşulları ve kaplama üretimi için ön hazırlık işlemleri de yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olmaktadır (Hecker and Becker, 1995). Tomrukların kaplama üretimi öncesi tabi tutuldukları buharlama işlemi yanında, kaplamaların soyulması sırasındaki makine ayarları, bıçak ve basınç latası arasındaki aç ve açıklıkların türlere uygun olarak ayarlanmış olması da kaplama yüzeyini etkilemektedir (Lutz, 1978).

5. SONUÇLAR

5.1. Fiziksel Özellikler

5.1.1. Denge Rutubeti Miktarı

1. Üretilen kontrplak levhaların denge rutubeti değerleri, ağaç türü açısından incelendiğinde; en yüksek denge rutubeti değerleri ladinden, en düşük denge rutubeti değerleri de kızılâğaçtan elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Kayın ve kavak türlerinden üretilen kontrplakların denge rutubeti değerleri arasında bir fark bulunmamıştır.

2. Kayından üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri incelendiğinde; en yüksek denge rutubet değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 8 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük denge rutubeti değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

3. Kızılâğaç için, en yüksek denge rutubet değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 5 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülürken; en düşük denge rutubeti değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

4. Kavaktan üretilen kontrplakların denge rutubet değerleri incelendiğinde; en yüksek denge rutubet değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük denge rutubeti değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

5. Ladin kontrplakların denge rutubet değerleri incelendiğinde; en yüksek denge rutubet değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 8 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük denge rutubeti değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

6. Tutkal türü açısından incelendiğinde, ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinin en yüksek; MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların denge rutubeti değerlerinin ise en düşük olduğu görülmüştür.

7. Pres süresi açısından incelendiğinde, en yüksek denge rutubeti değerlerine 4,5 ve 8 dakikalık pres işlemi gören kontrplaklarda rastlanırken, en düşük denge rutubeti değerleri ise 6 ve 7 dakika preslemeye maruz kalan levhalarda görülmüştür.

5.1.2. Özgül Ağırlık

1. Üretilen kontrplak levhaların özgül ağırlık değerleri, ağaç türü açısından incelendiğinde; en yüksek özgül ağırlık değerleri kayın ağacından elde edilen kontrplaklarda bulunurken, en düşük denge rutubeti değerleri de kavak ağacından elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Kızılağaç kontrplaklarında, ladine göre daha yüksek bir özgül ağırlık değerine rastlanmıştır.

2. Kayından üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri incelendiğinde; en yüksek özgül ağırlık değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülürken; en düşük özgül ağırlık değeri ise MÜF tutkalı kullanılan ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

3. Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek özgül ağırlık değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 5 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük özgül ağırlık değeri ise MÜF tutkalı kullanılan ve 6 dakika preslenen levhalarda bulunmuştur.

4. Kavak kontrplakların özgül ağırlık değerleri incelendiğinde; en yüksek özgül ağırlık değerleri FF tutkalı kullanılarak 4 dakika prese maruz kalan kavak kontrplak levhalarında görülmüş olup; en düşük özgül ağırlık değeri ise FF tutkalı kullanılan ve 8 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

5. Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek özgül ağırlık değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan ladin kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük özgül ağırlık değeri ise MÜF tutkalı kullanılan ve 6 dakika presleme işlemi gören kontrplak levhalarda bulunmuştur.

6. Tutkal türü açısından incelendiğinde, FF tutkalı ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerlerinin en yüksek değeri gösterirken; ÜF ve MÜF tutkalları ile üretilen kontrplakların özgül ağırlık değerleri arasında istatistiksel olarak bir farka rastlanmamıştır.

7. Pres süresi açısından incelendiğinde, en yüksek özgül ağırlık değerine 4 dakikalık pres işlemi gören kontrplaklarda rastlanırken, diğer gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır.

5.1.3. Isıl İletkenlik

1. Elde Edilen kaplamaların ısı iletkenlik değerlerine bakıldığında, en yüksek ısı iletkenlik değeri ladin kaplamalarında, en düşük ısı iletkenlik değerleri ise kayın kaplamalarında görülmüştür.

2. Üretilen kontrplak levhaların ısı iletkenlik değerleri, ağaç türü açısından incelendiğinde; en yüksek ısı iletkenlik değerleri kavak ağacından elde edilen kontrplaklarda bulunurken, en düşük ısı iletkenlik değerleri ise kayın tomruklardan elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Diğer ağaç türleri arasında ise kızılağaçta, ladine göre daha yüksek bir ısı iletkenlik değerine rastlanmıştır.

3. Kayından üretilen kontrplakların ısı iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek ısı iletkenlik değerleri MF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük ısı iletkenlik değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

4. Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek ısı iletkenlik değerleri MF tutkalı kullanılarak üretilen ve 5 dakika prese maruz kızılağaç kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük ısı iletkenlik değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

5. Kavak kontrplakların ısı iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek ısı iletkenlik değerleri F tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kavak kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük ısı iletkenlik değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

6. Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek ısı iletkenlik değerleri MF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz ladin kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük ısı iletkenlik değeri ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

7. Tutkal türü açısından incelendiğinde, MF tutkalı ile üretilen kontrplakların ısı iletkenlik değerlerinin en yüksek değeri gösterirken, FF tutkalları ile üretilen kontrplakların ısı iletkenlik değerleri en düşük çıkmıştır.

8. Pres süresi açısından incelendiğinde, en yüksek ısı iletkenlik değerine 6 dakikalık presleme işlemi gören kontrplaklarda rastlanırken, en düşük ısı iletkenlik değerleri ise 7 dakikalık presleme yapılan kontrplaklarda bulunmuştur.

5.2. Mekanik Özellikler

5.2.1. Kontrplaklara Ait Çekme-Makaslama Direnci

1. Üretilen kontrplak levhaların çekme-makaslama direnci değerleri, ağaç türü açısından incelendiğinde; en yüksek değerler kayından elde edilen kontrplaklarda bulunurken, en düşük değerler ise ladinden elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Kızılağaçta, kavağa göre daha yüksek bir çekme-makaslama direnci değerine rastlanmıştır.

2. Kayından üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri incelendiğinde; en yüksek değer MÜF tutkalı kullanılarak ve 5 dakika preslenerek üretilen kontrplaklarda görülmüştür. En düşük değer ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

3. Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek çekme-makaslama direnci değerleri MÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük değer ise FF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 5 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

4. Kavak kontrplakların çekme-makaslama direnci değerleri incelendiğinde; en yüksek değeri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 8 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük çekme-makaslama direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 6 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

5. Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek çekme-makaslama direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika preslenen kontrplaklarda görülürken; en düşük değerler ise ÜF tutkalı kullanılan ve 8 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

6. Tutkal türü açısından incelendiğinde, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinin en yüksek; ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci değerlerinin ise en düşük olduğu görülmüştür.

7. Pres süresi açısından incelendiğinde, en yüksek çekme-makaslama direnci değerlerine 7 ve 8 dakikalık presleme işlemi gören kontrplaklarda rastlanırken, en düşük çekme-makaslama direnci değerleri ise 5 ve 6 dakika prese maruz kalan levhalarda görülmüştür.

5.2.2. Eğilme Direnci

1. Üretilen kontrplak levhaların eğilme direnci değerleri, ağaç türü açısından incelendiğinde; en yüksek değerler kayından elde edilen kontrplaklarda bulunurken, en düşük eğilme direnci değerleri de ladinden elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Kızılağaç kontrplaklarında ise kavak kontrplaklarına göre daha yüksek bir eğilme direnci değerine rastlanmıştır.

2. Kayından üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri incelendiğinde; en yüksek eğilme direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 7 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük eğilme direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

3. Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek eğilme direnci değerleri MÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük eğilme direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kızılağaç kontrplaklarında ve 4 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

4. Kavak kontrplakların eğilme direnci değerleri incelendiğinde; en yüksek eğilme direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük eğilme direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kavak kontrplaklarında ve 8 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

5. Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek eğilme direnci değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 8 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük eğilme direnci değeri ise ÜF tutkalı kullanılan ladin kontrplaklarında ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

6. Tutkal türü açısından incelendiğinde, en yüksek eğilme direnci değerlerini FF tutkalı ile üretilen kontrplaklar verirken; en düşük değerleri ÜF tutkalı ile üretilen kontrplaklar vermiştir.

7. Pres süresi açısından incelendiğinde, en yüksek eğilme direnci değerlerine 4, 6, 7 ve 8 dakikalık pres işlemi gören kontrplaklarda rastlanırken, en düşük eğilme direnci değerleri ise 5 dakika prese maruz kalan levhalarda görülmüştür.

5.2.3. Elastikiyet Modülü

1. Üretilen kontrplak levhaların elastikiyet modülü değerleri, ağaç türü açısından incelendiğinde; en yüksek elastikiyet modülü değerleri kızılağaçtan elde edilen kontrplaklarda bulunurken, en düşük elastikiyet modülü değerleri ise ladinden elde edilen kontrplaklarda bulunmuştur. Kayın kontrplakları ise kavağa göre daha yüksek bir elastikiyet modülü değeri göstermiştir.

2. Kayından üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde; en yüksek elastikiyet modülü değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük elastikiyet modülü değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kontrplaklarda ve 8 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

3. Kızılağaç kontrplaklarda en yüksek elastikiyet modülü değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük elastikiyet modülü değeri ise MÜF tutkalı kullanılan kızılağaç kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

4. Kavak kontrplakların elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde; en yüksek elastikiyet modülü değerleri ÜF tutkalı kullanılarak üretilen ve 4 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük elastikiyet modülü değeri ise ÜF tutkalı kullanılan kavak kontrplaklarda ve 7 dakika presleme işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

5. Ladin kontrplaklarda ise; en yüksek elastikiyet modülü değerleri FF tutkalı kullanılarak üretilen ve 6 dakika prese maruz kalan kontrplak levhalarında görülmüştür. En düşük elastikiyet modülü değeri ise MÜF tutkalı kullanılan ladin kontrplaklarda ve 5 dakika pres işlemi gören levhalarda bulunmuştur.

6. Tutkal türü açısından incelendiğinde, MÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinin en yüksek; ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerinin ise en düşük olduğu görülmüştür.

7. Pres süresi açısından incelendiğinde, en yüksek elastikiyet modülü değerlerine 7 dakikalık presleme işlemi gören kontrplaklarda rastlanırken, diğer 4, 5, 6 ve 8 dakikalık presleme işlemi gören kontrplakların elastikiyet modülü değerleri daha düşük bir sonuç vermiş olup, kendi aralarında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

5.3. Yüzey Pürüzlüğü

Elde edilen kaplamaların yüzey pürüzlülük değerleri, ağaç türü açısından incelendiğinde; en yüksek yüzey pürüzlülük değerleri kayın ve kavaktan elde edilen kaplamalarda bulunurken, en düşük yüzey pürüzlülük değerleri ise ladinden elde edilen kaplamalarda bulunmuştur.

6. ÖNERİLER

Orman varlıklarının etkin kullanma çabaları sonucunda geliştirilen yonga levha, lif levha ve kontrplak gibi levha ürünlerinde kalite, yapılandırılmış ürünler olmaları dolayısı ile ağaç türüne bağlı olduğu kadar kullanılan yapıştırıcı ve presleme koşullarına da bağlıdır.

Odun esaslı levha ürünlerinde, kaliteli bir levha üretimi, ilk önce kullanılan tutkal türüne bağlı olarak optimum presleme koşullarının uygulanması ile elde edilecek iyi bir yapışma ile sağlanır. Tutkal türüne bağlı olarak en uygun presleme sıcaklığı ve ağaç türüne bağlı olarak en uygun pres basıncı değerleri literatürde mevcuttur. Presleme süresi ise ısının levha tabakasının orta tabakasına ulaşıncaya kadar geçen süre ve kullanılan tutkalın o sıcaklıktaki sertleşme süresi esas alınarak belirlenir. Bu nedenle orta tabakaya kadar ısının ulaşmasında kullanılan ağaç ve tutkal türlerinin ısı iletkenlik değerleri önem arz etmektedir. Ancak pratikte üretilecek kontrplak kalınlığına göre her 1 mm için 1 dakikalık bir presleme süresi belirlenmekte, ağaç ve tutkal türünün önemi göz ardı edilmektedir. Kontrplak üretim prosesi bu açıdan değerlendirildiğinde, darboğaz ya da üretim kısıtı olarak tarif edilebilecek bölüm, presleme aşaması olarak görülmektedir. Dolayısıyla levha kalitesinde herhangi bir düşüş olmaksızın kapasitenin artırılması, kullanılacak ağaç türüne bağlı olarak optimum pres süresinin belirlenmesi ile mümkün olacaktır. Çünkü kaplama hazırlama, tutkallama ve presleme için taslak hazırlama işlemleri ne kadar hızlı olursa olsun eğer presleme kapasitesi yüksek tutulamazsa verimli bir üretim gerçekleştirilmesi söz konusu olamaz. Bu nedenle presleme parametreleri kontrplak üretimi için önem arz etmekte ve preslemenin, en uygun koşulların belirlenmesi gereken bir üretim adımı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan önemli ağaç ve tutkal türleri için optimum pres sürelerini belirleyerek üretim etkinliğini artırmaktır. Yapılan çalışmalar neticesinde kontrplak üretiminde kullanılan her bir ağaç türü için farklı tutkal türleri ile farklı presleme sürelerinde çalışma öncesi hipotezine uygun bir biçimde farklı mekanik ve fiziksel özellikler belirlenmiştir. Kontrplak sanayinde üretimde kullanılan tutkal ve ağaç türlerine göre uygun presleme sürelerinin seçiminin bu çalışma neticesinde elde edilen veriler ışığında yapılması önerilebilir.

Ağaç malzeme ve kontrplak üzerine yapılan ısıl iletkenlik testleri neticesinde elde edilen sonuçlar, üretim prosesi esnasında ısıl iletkenliğin önemli bir özellik olduğu

belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalar ve sanayi uygulamaları için kontrplak kalitesini etkileyen hammadde kökenli özelliklerin arasına ısı iletkenliğin dahil edilerek daha etkin kullanılması önerilebilir.

Bu çalışmanın ileriki aşamalarında, elde edilen tüm sonuçlar bir yapay sinir ağları modeli ile modellenerek, üretim maliyeti ve kapasitenin de ele alınacağı bir optimizasyon çalışmasının yapılmasının faydalı olacağı düşünölmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Acar, F.C.,2006. Paulownia'nın Odun Özelliklerinin Kavak ve Okaliptus ile Karşılaştırılması, Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, No:3.
- Akyüz, M., 1988. Kızılağacın Odun Özellikleri ve Kullanım Özellikleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mülkiyet Sorunları Sempozyumu, Trabzon (Poster Bildiri).
- Anonim, 1987. Türkiye Orman Varlığı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 48.
- Anonim, 2006. Opportunities To Invest In The Finnish Forestry Cluster, Wood Construction, Invest In Finland, Kaivokato 8,6th Floor, FIN-00100 Helsinki, Finland
- Anşin, R. ve Özkan, Z. C., 1993. Tohumlu Bitkiler, Odunsu Taksonlar, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 167/19, Trabzon.
- APA, 1999a. The Engineered Wood Association. Sanded Plywood, APA Product Guide, Canada.
- APA, 1999b. The Engineered Wood Association. American Plywood in Roof Construction: A Design Guide published by Construction Research Communications Ltd. by permission of Building Research Establishment Ltd. UK
- APA, 2010. The Engineered Wood Association. Technical Topics. Form No: TT-044B, March.
- ASTM 907, 1982. Standart Definitions of Terms Relation to Adhesives, ASTM, Philadelphia.
- 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, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 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, 41, 10, 1311-1316.
- Bader H, Niemz P, ve Sonderegger, W., 2007, Untersuchungen Zum Einfluss Des Plattenaufbaus Auf Ausgewählte Eigenschaften Von Assivholzplatten, Holz Roh-Werkst, 65, 3 , 173–181.

- 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.
- BS 1134, 1990. Assesment of Surface Texture, Part 1 and Part 2, British Standards Institute, BSI, Lindford, UK.
- Bott, J. W., 2005. Horizontal Stiffness of Wood Diaphragms. Master of Science in Civil Engineering. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia.
- 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, Y. ve Erdin, N., 1990. Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 40, 1, 7-24.
- Bozkurt, Y. Ve Erdin, N., 1992. Yoğunluk İle Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler, ORENKO'92, Trabzon, 1, 199-222.
- Bozkurt, A.Y., 1992. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 415, İstanbul.
- Bozkurt, A.,Y. ve Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü Yayın No: 4263, Orman Fakültesi Yayın No: 446, İstanbul.
- Carpenter, M.W.,1999. Characterizing The Chemistry of Yellow-Poplar Surfaces Exposed to Different Surface Energy Environments Using DCA, DSC and XPS, Master Thesis, West Virginia University, College of Agriculture, Forest and Consumer Sciences, Department of Wood Science, Morgantown, West Virginia.
- Canply, 2002. Canadian Plywood Association. Plywood Handbook. U.S. Edition, Vancouver, Canada.
- Çakıroğlu, E.O., 2012. Huş Tomrukların Kayın Tomruklara Alternatif Olarak Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çolak, S., 2002. Kontrplaklarda Emprenye İşlemlerinin Formaldehit ve Asit Emisyonu İle Teknolojik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, 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., Çolakoğlu, G., 2004. Some Technological Properties of Laminated Veneer Lumber Manufactured from Pine (*Pinus sylvestris* L.) Veneers with Melamine Added-UF Resins, Turk Journal Agricultural Forestry, 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, Fen Bilimleri Enstitüsü., Trabzon.
- Çolakoğlu, G., 1993. Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çolakoğlu, G., 2004. Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 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 Dergisi, 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.
- Demirkır, C., 2006. Kontrplak Üretimi Sırasında Oluşan Odunsu Atık ve Artık Materyallerin Yonga levha Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, F.B.E., Trabzon.
- Demirkır, C., 2012. Çam Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Yapı Maksatlı Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- DIN 68705-3, 2003. Yapı Kontrplakları, Alman Standartları Enstitüsü, Verlag.
- 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.
- Excelman, C.A., 2000. Brief Survey of Wood Adhesives , Purdue University, Cooperative Extension Service, FNR Report 154, West Lafayette, IN.
- Gu H.M. ve Zink-Sharp A. 2005. Geometric model for softwood transverse thermal conductivity. Part I. Wood and Fiber Science, 37, 4, 699-711.

- Hacıoğlu, H., Kaplan, E., Balı, R. ve Cilan, S. 2005. Yuvarlak Odun Üretim ve Pazarlaması, 1. Çevre ve Ormancılık Şürası, Mart, Antalya, 3, 804-840.
- He, G., Yu, C. ve Dai, C., 2007. Theoretical modeling of bonding characteristics and performance of wood composites. Part III. Bonding Strength Between Two Wood Elements, Wood and Fiber Science, 39,4, 566-577.
- Hecker, M. ve Becker, G., 1995. Surface Roughness of Douglas Fir Veneer as a Result of Silviculture Management, IUFRO XX World Congress, August, Tampere, Finland.
- Huş, S., 1977. Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No; 242, İstanbul.
- Jang, E.G.Y., 1997. Adhesive Properties of Soy Protein as Wood Adhesive, Ph. D. Thesis, Texas A&M University.
- Kamke, A.F. ve Zylkowski, S.C., 1989. Effects of Wood –Based Panel Characteristics on Thermal Conductivity, Forest Products Journal, 39, 5, 39-24.
- Kawasaki, T ve Kawai, S., 2006. Thermal Insulation Properties of Wood-Based Sandwich panel for use as structural insulated walls and floors, Japan Wood research Society, 52, 75-83.
- Kol, H. S., Özçifçi, A. ve Altun, S., 2008. Üre Formaldehit ve Fenol Formaldehit Tutkalı ile Üretilen Lamine Ağaç malzemelerin Isı iletkenliği katsayısı üzerine empenye maddelerinin etkileri. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8,2, 125-130.
- Kol, H. S., 2009. The Transverse Thermal Conductivity Coefficients of Some Hardwood Species Grown in Turkey, Forest Products Journal, 10, 59, 58-63.
- Kol, H.S., Uysal, B. ve Kurt, S., 2010. Thermal Conductivity Of Oak Impregnated With Some Chemicals and Finished, Bioresources, 5, 2, 545-555.
- Kol, H. S. ve Sefil, Y., 2011. The thermal conductivity of Fir and Beech Wood Heat Treated at 170, 180, 190, 200 and 212°C, Journal of Applied Polymer Science, 121, 2473-2480.
- Krüger, E.L. ve Adiazola, M. 2010. Thermal Analysis of Wood-based test cells, Construction and Building Materials, 24,6, 999-1007.
- Lehmann, W. F. 1970. Resin efficiency in particleboard as influenced by density, atomization, and resincontent, Forest Products Journal, 20, 11, 48–54.
- Lutz, J. F., 1977. Wood Veneer: Log Selection, Cutting and Driying, U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin, 1577.
- Malkoçoğlu, A., 2007. Machining properties and surface roughness of various wood species planed in different conditions, Building and Environment, 42, 2562-2567.

- Ngohe-Ekam, P.S., Meukam, P., Menguy, G. ve Girard, P., 2006. Thermo physical characterisation of tropical wood used as building materials: With respect to the basal density, Construction and Building Materials, 20, 929-938.
- Örs, Y. ve Şenel, A., 1999. Bazı ahşap ve ahşap kökenli malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 1, 239-245.
- Örs, Y., Çolakoğlu, G., Aydın, İ. ve Çolak, S. 2002. Kayın, Okume ve Kavak Soyma Kaplamalarından Farklı Kombinasyonlarda Üretilen Kontrplakların Bazı Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Politeknik Dergisi, 5, 3, 257-265.
- Örs, Y., Çolakoğlu, G. and Çolak, S., 2001. Kavak (*Populus x euramericana* I 45/51) Kontrplakların Çekme-Makaslama ve Eğilme Direnci ile Eğilmedeki Elastiklik Modülü Üzerine Bazı Üretim Faktörlerinin Etkisi, Politeknik Dergisi, 4, 25-32.
- Örs Y. ve Keskin H., 2008. Ağaç Malzeme Teknolojisi. Gazi Yayın Dağıtım, Gazi Üniversitesi Yayın No: 352, Ankara.
- Özen, R., 1981. Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 9, Trabzon.
- Örs, Y., Çolakoğlu, G., Aydın, İ., ve Çolak, S. 2002. Kayın, Okume ve Kavak Soyma Kaplamalarından Farklı Kombinasyonlarda Üretilen Kontrplakların Bazı Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Politeknik Dergisi, 5, 3, 257-265.
- Özdemir, T. ve Hızıroğlu, S., 2009. Influence of Surface Roughness and Species on Bond Strength between The Wood and The Finish, Forest Products Journal, 59, 6, 90-95.
- Öztürk, H., 2012. Farklı Bölgelerde Yetişen Sakallı Kızılağaçtan Elde Edilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon.
- Pizzi, A., 1983. Wood Adhesives, Marcel Dekker, 364, New York.
- Pizzi, A. and Mittal, K.L., 1994. Handbook of Adhesive Technology, Chapter 13, Marcel Dekker, Inc.
- Radoslaw M., Dorota Dziurka, Janina Lecka, 2009. Potential of shortening pressing time or reducing pressing temperature for plywood resinated with PF resin modified using alcohols and esters.
- Rice, R. W. ve Shepard, R., 2004, The Thermal Conductivity of Plantation Grown White Pine (*Pinus strobus*) and Red Pine (*Pinus resinosa*) at two moisture content levels, Forest Products Journal, 54, 1, 92-94.
- Rowell, R.M., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, CRC Press.

- Seller, T., McSweeney, J. R. and Nearn, W. T., 1988. Gluing of Eastern Hardwoods: A Review, U.S. Department of Agricultural, Forest Service, General Technical Report, 50-71.
- 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.
- Sieminsky, R. ve Skarzynska, A., 1989. Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, Forest Products Journal, 23-25.
- Sonderegger, W. ve Niemz, P., 2009. Thermal Conductivity and Water Vapour Transmission Properties of Wood Based Materials, European Journal of Wood Products, 67, 313-321.
- Simpson W. ve Ten Wolde A. 1999. Physical Properties and Moisture Relations of Wood. Wood Handbook- Wood as an Engineering Material, Chapter 3, Forest Products Laboratory, Madison, USA.
- Simpson, W. ve Tenwolde, A., 2007. Chapter 3. Physical Properties and Moisture Relations of Wood. The Encyclopedia of Wood. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin. Skyhorse Publishing, ISBN-13: 978-1-60239-057-7; ISBN-10: 1-60239-057-6.
- Suleiman, B.M., Larfeldt, J., Leckner, B. ve Gustavsson, M., 1999. Thermal Conductivity and Diffusivity of Wood, Wood Science. Technology., 33, 6, 465-473
- Şahin, S., Karaman, S. ve Örüng, İ., 2006. Tokat-Niksar Yöresinde Yetiştirilen ve Yöredeki Tarımsal Yapılarda Yaygın Olarak Kullanılan Kavak Ağacının Önemli Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 23, 1, 61-66.
- 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.
- TS 2128 EN 313-2 , 2005. Kontrplak - Sınıflandırma ve Terimler - Bölüm 2: Terimler.
- 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, 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 4645 EN 636, 2005. Kontrplak – Özellikler, Türk Standardları Enstitüsü.

- 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.
- URL1, 2008. <http://www.insaatmuhendisligi.net/index.php?topic=3539.0>. 11 Nisan 2008.
- URL2, 2004. <http://www.ahsap.com.tr/> Yapılarda Kontrplak Kullanımı. 10 Ocak 2004.
- URL3, 2009. <http://www.abag.ca.gov/>. 5 Mayıs 2009.
- URL4, 2014. <http://www.fao.org/>. 8 Mart 2014.
- URL5, 2014. <http://www.tuik.gov.tr/>. 16 Mart 2014.
- Vick, C.B., 1999. Adhesive Bonding of Wood Materials, Wood handbook – Wood as An Engineered Material Chapter 9. FPL-GTR-113.Department of Agriculture. Forest Service. Forest Product Laboratory. Madison, U.S.
- Yaltırık, F., 1970. Yeni Bir *Alnus* (Kızılağaç) Alttürü ve Türkiye'nin *Alnus* Türlerine Toplu Bakış, Türk Biyoloji Dergisi 20,1-4, 115-121.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji II (Ders Kitabı) İ.Ü. Yayın No: 3767, O.F. Yayın No 440, 2. Baskı Isbn : 975-404-0958, İstanbul.
- Yaşar, E. ve Erdoğan, Y., 2008. Strength and Thermal Conductivity in Light weight Building Materials, Bulletin English Geological Environment, 67, 513-519.
- Youngquist, J. A., Myers, G. C. and Murmanis. L. L., 1987. Resin distribution in hardwood: evaluated by internal bond strength and fluorescence microscopy, Wood Fiber Science., 19, 2, 215–224.
- Youngquist, J.A., 2007. Wood-based Composites and Panel Products. The Encyclopedia of Wood. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin. ISBN-13:978-1-60239-057-7.
- Yoshihara, H., 2009. Poisson'sratio of plywood measured by tension test, Holzforschung, 63, 603-608.
- Zylkowski, S. 2002. Introduction to wood as an engineering material. APA Engineered wood handbook. Thomas G. Williamson, PE, Editor. McGraw-Hill Publishing, ISBN 0-07-136029-8.

ÖZGEÇMİŞ

20.11.1988 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı, aynı bölümden 2011 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 Mehmet Salih DEMİRKİR evli ve iyi derecede İngilizce bilmektedir.