

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BÜYÜME KUSURLARININ KONTRPLAK VE YONGALEVHANIN
BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Timuçin BARDAK

ŞUBAT 2010

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BÜYÜME KUSURLARININ KONTRPLAK VE YONGALEVHANIN
BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Orm. End. Müh. Timuçin BARDAK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Orman Endüstri Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25.01.2010
Tezin Savunma Tarihi : 18.02.2010**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Semra ÇOLAK
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Gökay NEMLİ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Farklı büyüme kusurlarının kontrplak ve yongalevhanın bazı teknolojik özellikleri üzerine etkileri isimli bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, çalışmaların planlanmasında ve yürütülmesinde bilimsel desteğini esirgemeyen Sayın hocam Doç. Dr. Semra ÇOLAK' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yapılan çalışmaya yardımlarıyla ve değerli bilgileriyle büyük ölçüde katkı sağlayan Sayın hocalarım, Prof. Dr Gürsel ÇOLAKOĞLU, Prof. Dr. Gökay NEMLİ, Prof Dr. Hüseyin KIRCI ve Doç. Dr. İsmail AYDIN' a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca araştırmanın yürütülmesi esnasında yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. Cenk DEMİRKİR ve Arş. Gör Selahattin BARDAK' a teşekkür ederim.

Son olarak, emeklerini hiçbir zaman ödeyemeyeceğim anneme ve babama minnet duygularımı ifade etmek isterim.

Timuçin BARDAK
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	IX
SUMMARY.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Odunun Yapısı.....	2
1.3. Odunun Makroskopik Yapısı.....	2
1.4. Odunun Mikroskopik Yapısı.....	3
1.5. Odun Kusurları.....	4
1.5.1. Odunda Büyüme ile İlgili Kusurlar.....	6
1.5.1.1. Gövde Şekli.....	6
1.5.1.2. Gövdede Çatallanma İkiz ve Daha Fazla Sayıda Özlü Gövde Oluşumu....	6
1.5.1.3. Lif Kusurları.....	7
1.5.1.3.1. Lif Eğikliği.....	7
1.5.1.3.2. Lif Kıvrıklığı.....	7
1.5.1.4. Reaksiyon Odunu.....	8
1.5.1.4.1. Basınç Odunu.....	8
1.5.1.4.2. Çekme Odunu.....	9
1.5.1.5. Budaklar.....	10
1.5.2. Hava Halleri Dolayısıyla Meydana Gelen Kusurlar.....	11
1.5.2.1. Çatlaklar.....	12
1.5.2.1.1. Öz Çatlağı.....	12
1.5.2.1.2. Halka Çatlağı.....	12
1.5.2.1.3. Don Çatlağı.....	12
1.6. Kontrplak Üretimi.....	12

1.6.1.	Tanımlar.....	11
1.6.2.	Kontrplak Üretim Teknolojisi.....	13
1.6.2.1.	Hammadde.....	16
1.6.2.2.	Buharlama.....	16
1.6.2.3.	Kabuk Soyma ve Boyutlandırma.....	16
1.6.2.4.	Soyma.....	17
1.6.2.5.	Kurutma.....	17
1.6.2.6.	Tutkallama.....	17
1.6.2.7.	Taslak Hazırlama.....	17
1.6.2.8.	Soğuk Presleme.....	18
1.6.2.9.	Sıcak presleme.....	18
1.6.2.10.	Boyutlandırma.....	18
1.7.	Yonga Levha Tanımı ve Üretimi.....	18
1.7.1.	Yonga Levha Sınıflandırılması.....	19
1.7.2.	Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	20
1.7.2.1.	Hammadde Odun.....	21
1.7.2.2.	Yıllık Bitkiler.....	21
1.7.3.	Yatay Preslenmiş Yonga Levha Üretim Teknolojisi.....	22
1.7.4.	Yongalevhanın Özelliklerini Etkileyen Bazı Faktörler.....	27
1.8.	Ağaç Malzemenin Yapıştırılmasında Kullanılan Yapıştırıcılar.....	28
1.8.1.	Sentetik Yapıştırıcılar.....	28
1.8.1.1.	Üre Formaldehit Tutkalı.....	28
1.8.1.2.	Fenol Formaldehit.....	29
1.8.1.3.	Resorsin Formaldehit Tutkalı.....	30
1.8.1.4.	Melamin Formaldehit.....	30
1.8.1.5.	İzosiyanat.....	31
1.8.1.6.	Epoxy Tutkalı.....	31
1.8.2.	Doğal Tutkallar.....	31
1.8.3.	Anorganik Tutkallar.....	32
1.9.	Katkı Maddeleri ve Dolgu Maddeleri.....	32
1.9.1.	Sertleştirici.....	33
1.9.2.	Hidrofobik Maddeler.....	33
1.9.3.	Koruyucu maddeler.....	34

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	35
2.1.	Yongalevha Üretimi.....	35
2.1.1.	Materyal.....	35
2.1.1.1.	Ağaç Malzeme.....	35
2.1.1.2.	Tutkal.....	35
2.1.1.3.	Sertleştirici Madde.....	36
2.1.2.	Deneme Levhalarını Üretimi.....	36
2.1.2.1.	Yongaların Üretimi.....	36
2.1.2.2.	Yongaların Elenmesi.....	36
2.1.2.3.	Yongaların Kurutulması.....	37
2.1.2.4.	Tutkallama.....	37
2.1.2.5.	Levha Taslağının Hazırlanması.....	37
2.1.2.6.	Presleme.....	38
2.1.2.7.	Presleme Sonrası İşlemler.....	38
2.2.	Kontrplak Üretimi.....	38
2.2.1.	Materyal.....	38
2.2.1.1.	Ağaç Malzeme.....	38
2.2.1.2.	Tutkal.....	39
2.2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi.....	39
2.2.2.1.	Tomrukların Hazırlanması.....	39
2.2.2.2.	Soyma Kaplamaların Elde Edilmesi.....	40
2.2.2.3.	Kaplama Levhalarının Kurutulması.....	40
2.2.2.4.	Kaplama Levhaların Klimatize Edilerek Tutkallanmaya Hazırlanması....	40
2.2.2.5.	Tutkal Çözeltisinin Hazırlanması ve Tutkallama.....	40
2.2.2.6.	Presleme.....	41
2.3.	Araştırma Yöntemi.....	41
2.3.1.	Anatomik Çalışmalar.....	41
2.3.1.1.	Odun Elemanlarının Özelliklerinin Belirlenmesi.....	41

2.3.2.	Fiziksel Özellikler.....	42
2.3.2.1.	Özgül Ağırlık.....	42
2.3.2.2.	Rutubet Miktarı.....	42
2.3.2.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	43
2.3.3.	Mekanik Özellikler.....	43
2.3.2.1.	Eğilme Direnci.....	43
2.3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	44
2.3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	44
2.3.2.4.	Çekme Makaslama Direnci.....	45
2.4.	İstatistik Yöntemler.....	46
3.	BULGULAR.....	47
3.1.	Anatomik Özellikler.....	47
3.1.1.	Fıstık Çamı Odunun Kusur Türüne Göre Anatomik Özellikleri.....	47
3.2.	Yongalevha Özellikleri.....	49
3.2.1.	Fiziksel Özellikle.....	49
3.2.1.1.	Özgül Ağırlık.....	49
3.2.1.2.	Rutubet Miktarı.....	50
3.2.1.3.	Kalınlık Artışı.....	51
3.2.2.	Mekanik Özellikler.....	53
3.2.2.1.	Eğilme Direnci.....	53
3.1.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	55
3.2.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	56
3.3.	Kontrplak Özellikleri.....	58
3.3.1.	Fiziksel Özellikler.....	58
3.3.1.1.	Özgül Ağırlık.....	58
3.3.1.2.	Rutubet Miktarı.....	59
3.2.1.3.	Kalınlık Artışı.....	60

3.3.2.	Mekanik Özellikler.....	61
3.3.2.1.	Eğilme Direnci.....	61
3.3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	63
3.2.2.3.	Çekme Makaslama Direnci.....	64
4.	TARTIŞMA.....	66
4.1.	Yonga Levha Özellikleri.....	66
4.1.1.	Fiziksel Özellikler.....	66
4.1.1.1.	Özgül Ağırlık.....	66
4.1.1.2.	Rutubet Miktarı.....	67
4.1.1.3.	Kalınlık Artışı.....	68
4.1.2.	Mekanik Özellikler.....	69
4.1.2.1.	Eğilme Direnci.....	69
4.1.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	71
4.1.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	72
4.2.	Kontrplak Özellikleri.....	73
4.2.1.	Fiziksel Özellikler.....	73
4.2.1.1.	Özgül Ağırlık.....	73
4.2.1.2.	Rutubet Miktarı.....	74
4.2.1.3.	Kalınlık Artışı.....	75
4.2.2.	Mekanik Özellikler.....	76
4.2.2.1.	Eğilme Direnci.....	76
4.2.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	81
4.2.2.3.	Çekme Makaslama Direnci.....	82
5.	SONUÇLAR.....	85
5.1.	Anatomik Özellikler.....	85
5.1.1.	Fıstık Çamı Odunun Kusur Türüne Göre Anatomik Özellikleri.....	85
5.2.	Yongalevha Özellikleri.....	85

5.2.1.	Fiziksel Özellikler.....	85
5.2.1.1.	Özgül Ağırlık.....	85
5.2.1.2.	Rutubet Miktarı.....	86
5.2.1.3.	Kalınlık Artışı.....	86
5.2.2.	Mekanik Özellikler.....	86
5.2.2.1.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	86
5.2.2.2.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	87
5.3.	Kontrplak Özellikleri.....	87
5.3.1.	Fiziksel Özellikler.....	87
5.3.1.1.	Özgül Ağırlık.....	87
5.3.1.2.	Rutubet Miktarı.....	87
5.2.1.3.	Kalınlık Artışı.....	87
5.3.2.	Mekanik Özellikler.....	88
5.3.2.1.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	88
5.3.2.2.	Çekme Makaslama Direnci.....	88
6.	ÖNERİLER.....	89
7.	KAYNAKLAR.....	

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Bu çalışmada; kusursuz, reaksiyon odunu kusuru, budak kusuru ve ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan elde edilen kontrplak ve yongalevhaların fiziksel (ölgül ağırlık, rutubet miktarı, kalınlık artış oranı) ve mekanik (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, çekme makaslama) özellikleri incelenmiştir. Ayrıca kusursuz ve kusurlu tomrukların anatomik özellikleri belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda; yongalevhaların üretiminde kusurlu tomruk kullanımının fiziksel özelliklerden ölgül ağırlık ve rutubet miktarı üzerinde etkili olmadığı ancak kalınlık artımı değerlerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en düşük değerler ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda, en yüksek değerler ise reaksiyon odunu kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda bulunmuştur. Kusursuz tomruk kullanımı eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerinde olumlu bir etki yapmıştır.

Kontrplaklarda üretimde kusurlu tomruk kullanımının levhaların fiziksel özellikleri üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve çekme makaslama direnci değerleri üzerinde kusursuz tomruk kullanımının olumlu yönde etki yaptığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Kontrplak, Kusur, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler

SUMMARY

Effects of Different Naturally Occurring Defects on the Some Technological Properties of Plywood and Particleboard

In this study, physical (density, moisture amount, thickness and increasing ratio) and mechanical (modulus of rupture, modulus of elasticity, internal band strength and shear tensile strength) properties of plywood and particleboard obtained from normal logs and logs having reaction wood defects, knots defect and double heart defect were examined. Also anatomic properties of normal and defective logs were determined.

As a result of study; it was determined that usage of defective log in production of particleboard has no effect on density and moisture amount, but it is effective in thickness increasing values. Moreover, least values were found in board produced from logs having double heart defect and highest values were found in board produced from log with reaction wood. Normal log usage made a positive effect on modulus of rupture, modulus of elasticity and internal band strength values.

It was determined that usage of defective log in plywood production has no effect on physical properties. Usage of normal log has positive effect on modulus of rupture, modulus of elasticity and shear tensile strength.

Key Words: Particleboard, Plywood, Defect, Physical Properties, Mechanical Properties

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Yapraklı ağaç gövdesi enine kesiti ve kısımları.....	3
Şekil 2.	Mekanik yaralanma.....	5
Şekil 3.	Budak	5
Şekil 4.	Öz çatlağı.....	5
Şekil 5.	Lekelenme	5
Şekil 6.	İkiz öz oluşumu	7
Şekil 7.	Basınç odunu traheidleri	9
Şekil 8.	Gövde enine kesitinde çekme odunu	10
Şekil 9.	Canlı budak.....	11
Şekil 10.	Düşen budak.....	11
Şekil 11.	Ana hatlarıyla kontrplak üretim teknolojisi.....	15
Şekil 12.	Kusurlu ağaç türünün ortamla özgül ağırlık üzerine etkisi.....	66
Şekil 13.	Rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi.....	67
Şekil 14.	Kusurlu ağaç türünün kalınlık artımı üzerine etkisi.....	68
Şekil 15.	Kusurlu ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi.....	70
Şekil 16.	Kusurlu ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	71
Şekil 17.	Kusurlu ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	72
Şekil 18.	Kusurlu ağaç türünün ortamla özgül ağırlık üzerine etkisi.....	74
Şekil 19.	Rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi.....	74
Şekil 20.	Kusurlu ağaç türünün kalınlık artımı üzerine etkisi.....	75
Şekil 21.	Kusurlu ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi.....	76
Şekil 22.	Finlandiya orijinli sarıçam kirişlerinde budak çapı-eğilme direnci ilişkisi.....	77
Şekil 23.	Değişik budak sınıfları için eğilme direnci değerlerinin değişimi.....	78
Şekil 24.	Dış tabakada bulunan budakların kontrplakların eğilme direncine etkisi.	79
Şekil 25.	Normal odun ve Basınç odunundaki elastikiyet modülü ve yoğunluk arasındaki ilişki.....	80
Şekil 26.	Kusurlu ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	81
Şekil 27.	Kusurlu ağaç türünün çekme makaslama direnci üzerine etkisi.....	82

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yongalevha deneme levhası tipleri	37
Tablo 2. Kontrplak deneme levhası tipleri	39
Tablo 3. Kusur türüne göre 1 mm ² 'deki traheid sayısı.....	47
Tablo 4. Kusur türüne göre traheid boyutları.....	48
Tablo 5. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm ³).....	49
Tablo 6. Ortalama özgül ağırlık üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	49
Tablo 7. Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarları (%).....	50
Tablo 8. Ortalama rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	50
Tablo 9. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artış oranları (%).....	51
Tablo 10. 2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi.....	51
Tablo 11. 2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	52
Tablo 12. 24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi.....	52
Tablo 13. 24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	53
Tablo 14. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm ²).....	53
Tablo 15. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	54
Tablo 16. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	54
Tablo 17. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²)	55
Tablo 18. Elastikiyet modülü üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	55
Tablo 19. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²)...	56
Tablo 20. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm ²).....	56
Tablo 21. Yüzeye dik çekme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	57

Tablo 22.	Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm ²).....	57
Tablo 23.	Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm ³).....	58
Tablo 24.	Ortalama özgül ağırlık üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 25.	Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarları (%).....	59
Tablo 26.	Ortalama rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	59
Tablo 27.	Deneme levhalarının ortalama kalınlık artış oranları (%).....	60
Tablo 28.	2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi.....	60
Tablo 29.	24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi.....	61
Tablo 30.	Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm ²).....	61
Tablo 31.	Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analiz sonuçları.....	62
Tablo 32.	Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	62
Tablo 33.	Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²)...	63
Tablo 34.	Elastikiyet modülü üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	63
Tablo 35.	Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²)...	64
Tablo 36.	Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm ²).....	64
Tablo 37.	Çekme makaslama direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	65
Tablo 38.	Deneme levhalarının ortalama çekme makaslama direnci değerleri (N/mm ²).....	65
Tablo 39.	Budakların çekme direncine etkisi.....	83

1. GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

İnsanoğlu varolduğundan beri ormanlardan değişik şekillerde yararlanmıştır. Bu yararlanmada ağaç malzemenin kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Ekonomik ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak ağaç malzemenin kullanım alanları da çeşitlenmiştir.

Günümüzde odun hammaddesi, bina yapımı, mobilya ve dekorasyon işleri, parke, müzik aleti, tel direği ve travers olarak masif halde kullanıldığı gibi, kaplama levha, kontrplak, yongalevha, lif levha, kağıt ve karton üretimi gibi 10.000 civarında kullanım alanına sahiptir [1]. Kullanım yerlerinin bu kadar çok olması anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Neredeyse bugün hiç kimsenin ahşap ve ahşap ürünlerinden soyutlanarak yaşaması mümkün değildir [2].

Hammadde odunun rasyonel olarak kullanılabilmesi, yapısal özelliklerinin çok iyi bilinmesine bağlıdır. Ağaç malzeme, yapısında büyük farklılıkları içeren organik bir maddedir. Dünya üzerinde ticareti yapılan ve çeşitli mamullerin üretiminde değerlendirilen yüzlerce ağaç türü bulunmaktadır. Bu türlerin özellikleri birbirlerinden önemli ölçüde farklılık gösterir. Hatta tek bir tür içerisinde bile farklılıklar bulunabilir. [3]. Aynı türe ait ağaçların, yada tek bir ağacın çeşitli kısımlarından alınan odun örneklerinde görünüş, anatomik yapı, fiziksel ve kimyasal özelliklerdeki farklılıklar odunun değişkenliği olarak kabul edilmektedir. Bu değişkenlik odunun orijininin kaynaklanmaktadır. Büyüme sürecinde, çok sayıda iç ve dış faktörlerin etkisi altında olması nedeni ile oldukça kompleks bir yapıya sahiptir. Bu faktörler, ağacın büyüme hızını ve odun oluşumunu etkilemektedir [4].

Odun özelliklerindeki farklılıklar yetiştirme yeri, ağaç yaşı, kusurların sayısı ve büyüklüğüne göre değişir. Çürük, budak, lif kıvrıklığı ve kovuk gibi kusurlar üretimin çeşitli aşamalarında elde edilecek ürünün kalite özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Ağaç malzemedan üretilen bütün ürünlerde, son ürünün sahip olması gereken özellikleri sağlamak için ağaç türü seçimi daima ön plana çıkmaktadır [3].

Ağaç malzemenin özel bir kullanım yeri için uygun olan kalite özelliklerinden herhangi bir ayrılış, teknolojiye kusur olarak kabul edilmektedir. Kusurlar, ağaçlar dikili halde iken büyüme ile ilgili olarak oluşabildiği gibi, ağaçlar kesildikten sonra da meydana

gelebilir [5]. Kusurlu odunların anatomik ve kimyasal yapısındaki farklılıklar teknolojik özelliklerini etkileyerek kalitesinde değişikliklere neden olmakta ve endüstriyel açıdan değerlendirme alanlarını sınırlamaktadır. Bugün ülkemizde ve bazı geri kalmış ülkelerde tomruklar, üretilecek malzemedен istenen özellikler dikkate alınmadan yani tomruk içerisindeki kusurları tespit edilmeden çeşitli ürünler üretilmektedir. Bunun sonucu olarak da tomruktan üretilen ürünlerde maksimum kalite randımanı elde edilememektedir. Bu ürünler arasında üretim teknolojisi ve kullanım alanı bakımından en yaygın olan yongalevha ve kontrplak sanayisidir. Bu sanayilerde kullanılan tomrukların iç ve dış özellikleri dikkate alınarak üretim yapılması durumunda daha büyük bir ekonomik kazancın elde edileceği bilinmektedir. Tüm bu nedenler sebebiyle kusurlu odunların, yongalevhanın ve kontrplağın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi ağaç malzemenin rasyonel olarak değerlendirilmesini sağlamak ve randımanı artırmak açısından çok önemlidir [3,6].

Bu çalışmada farklı büyüme kusurlarına sahip tomruklardan elde edilen kontrplak ve yongalevhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir.

1.2. Odunun Yapısı

Yaşayan bir ağaç kök, gövde ve dallardan oluşan bitkisel bir varlıktır ve kök, gövde ve dallarda odun yapısı farklıdır. Gövde ağacın en önemli kısmı olup alt, orta ve tepe (taç) olmak üzere üç bölümden ibarettir. Bu üç bölümde de odun yapısı aynı değildir. Ağacın yaşamı boyunca özden kabuğa, dipten tepeye doğru odun yapısında değişimler meydana gelir. Bu nedenle odunun yapısı aynı ağaç türünün fertleri arasında değiştiği gibi, aynı ferdin kısımları arasında da değişmektedir. Böylece odun heterojen yapıda zor bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır [7].

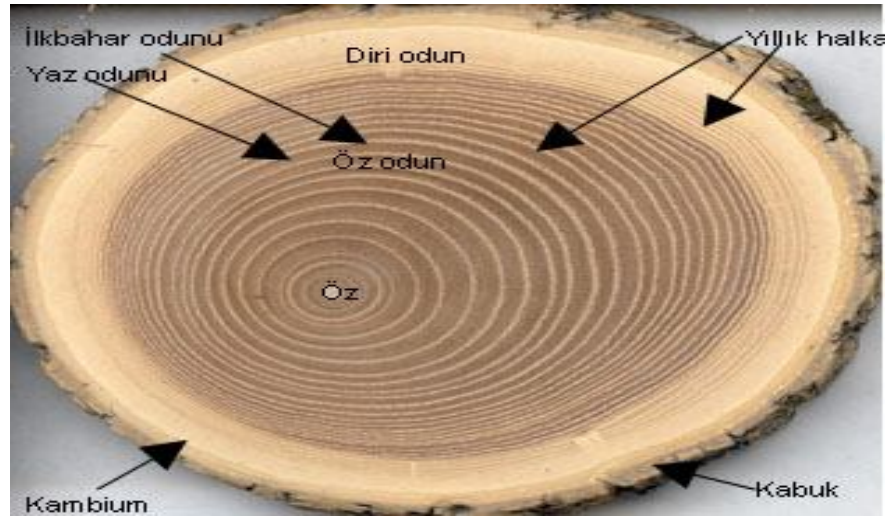
1.3. Odunun Makroskopik Yapısı

Odunun makroskopik yapısı dışarıdan göz ya da lup (10x) yardımı ile görülebilen yapısal özellikleri ile renk, koku, tad, parlaklık ve lif yapısı gibi fiziksel karakteristiklerdir [8].

Herhangi bir ağaç gövdesinden bir tekerlek alınıp incelenecek olursa birbirinden farklı yapıda iki esas kısım görülür. Bunlardan dış kısım kabuk, iç kısım odun olarak

adlandırılır. Kabuk ile odun arasında gözle görülmeyen ve kambiyum adı verilen üreyimli bir tabaka bulunmaktadır.

Odun kısmına yakından bakılırsa, bir öz etrafında iç içe geçmiş halkalardan ibaret olduğu görülecektir. Ayrıca kabuğa yakın dış kısımların açık, öze yakın iç kısımların daha koyu renkli olduğu ve özden çevreye doğru koyu ya da açık, mat ya da parlak renkte çizgilerin uzandığı ayırt edilecektir. Tekerleğin açık renkli dış kısmına diri odun, koyu renkli iç kısmına öz odun, öz etrafında iç içe geçmiş halkalara yıllık büyüme halkaları, özden çevreye doğru uzanan çizgilere özışını adı verilmektedir [7].



Şekil 1. Yapraklı ağaç gövdesi enine kesiti ve kısımları

1.4. Odunun Mikroskopik Yapısı

Odun hücre adı verilen çok sayıda küçük birimlerden meydana gelmiştir. Bunların tanınması sadece mikroskop yardımı ile olabilmektedir [9].

Odun mikroskop altında incelenecek olursa çeşitli hücrelerden oluştuğu görülecektir. İğne yapraklı ağaçların odun dokusu ile yapraklı ağaçların odun dokusu farklıdır [7].

İğne yapraklı ağaçlarda iletim ve destek görevini traheid , depolama görevini paranzim hücreleri yapar. Traheidler ağaç gövdesi boyunca uzanan boyuna traheidler ile yarıçap yönünde (radyal yön) uzanan öz ışın traheidleridir. Paranzim hücreleri ise boyuna paranzim ve öz ışını paranzimi ile reçine kanallarında reçine salgılayan epitel hücrelerdir.

Yapraklı ağaç odunlarında ise besi suyu iletme ödevini hücrelerin üst üste gelerek ve aralarındaki zarın erimesiyle meydana gelen boru şeklindeki traheeler ile traheidler, destekleme görevini lifler ,depolama görevini paranzim hücreleri yapar [8].

1.5. Odun Kusurları

Odunda meydana gelen yapısal kusurlar genetik ve çevresel faktörlerden kaynaklanır. Odunların özelliğini ve kullanma olanağını değiştiren bu anomaliler genellikle istenmeyen özelliklerdendir. Ancak bazı odun kusurları oduna dekoratif özellikler kazandırır. Bu tip odunların ticari değeri çok yüksektir [10,11].

Ağaç ve odunda normalden ayrılışlara her zaman rastlamak mümkündür. Çünkü ağaçlar yaşayan organizmalardır. Hayatları boyunca çeşitli dış etkilere maruz kalmaktadırlar. Oduna bir hammadde olarak bakıldığında, çeşitli kusurların onun kullanım değerini etkilediği ve düşürdüğü görülür. Ağaçtan faydalanma bahis konusu olduğunda bazı kusurların bütün ağaçlar için kaçınılmaz, belli karakteristikler olduğu görülecektir. Bu kusurları budaklar ve öz olarak nitelemek mümkündür [8].

Normal yıllık halka yapısından ayrılışlar örneğin; yalancı yıllık halkalar, kesikli yıllık halkalar ve dikişli yıllık halkalar, odunun kullanım değeri üzerine olumsuz etki yapmamaktadırlar. Bu itibarla bir kusur olarak dikkate alınmazlar. Odun yapısında orta derecede normalden ayrılışlar da kusur olarak tanımlanmazlar. Örneğin gövde cıvırlığı çok ileri derecede olduğu takdirde bir kusur sayılmaktadır. Böylece yapısal bir özelliğin kusur sayılabilmesi için odunun kullanım maksadının bilinmesi gerekmektedir. Çünkü bir kullanım yeri için kusur sayılan özellik, diğer bir kullanım yeri için aranan özellik olabilirler. Odunun çekici bir görünüş özelliğine sahip olması teknik yönden değersiz sayıldığı halde kaplamacılıkta arzu edilmektedir. Ayrıca son zamanlarda budaklı odun ,bazı lambrilerde tercih edilmektedir. Kusurların etki derecesi kullanım maksadı ile de değişmektedir. Örneğin ,lif kıvrıklığı yapı maksatlarında kullanılan malzeme için onun son derece kusurlu materyal olarak mütalaa edilmesine yol açar [8].

Odunda bulunan kusurlar dış cephe kusurları ve iç cephe kusurları diye ikiye ayrılabilir. Dış cephe kusurları ağaç kabuğu yüzeyinde görülebilen anormallikleri içerir. Bu kusurlar iç bozulmayı gösterir.

Bazı genel dış cephe kusurları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2. Mekanik yaralanma



Şekil 3. Budak

İç cephe kusurları tipik olarak dış ağaç kabuğu yüzeyinde belli olmayan fakat ağaç kesildiğinde ve kütüklere göre düzenlendiğinde görülebilir olan anormalliklerdir. En genel iç cephe kusuru, kütüğün sonunda fark edilir. Bunlar lekelenme gibi renk değişimleridir [12].

Bazı genel iç cephe kusurları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4. Öz çatlağı



Şekil 5. Lekelenme

1.5.1 Odunda Büyüme ile İlgili Kusurlar

Büyüme ile ilgili kusurlar ağaç dikili halde iken meydana gelen kusurlardır. Ağaç kesildikten sonra oluşan veya yabancı organizmalar tarafından meydana getirilen kusurlar ise odun anatomisi konusu dışında bulunmaktadır [9].

1.5.1.1. Gövde Şekli

Ağaçlar genellikle dik durmaktadırlar. Normal hallerde silindirik bir yapıya sahiptirler. Gövde enine kesiti daire şeklindedir. Ancak çevre faktörleri, ışık isteği ,rüzgar, kar yükü vb. ağacın dik büyümesine engel olabilir. Böylece eğri gövde çatallı ve bayrak şeklinde gövdeler teşekkül etmektedir [10].

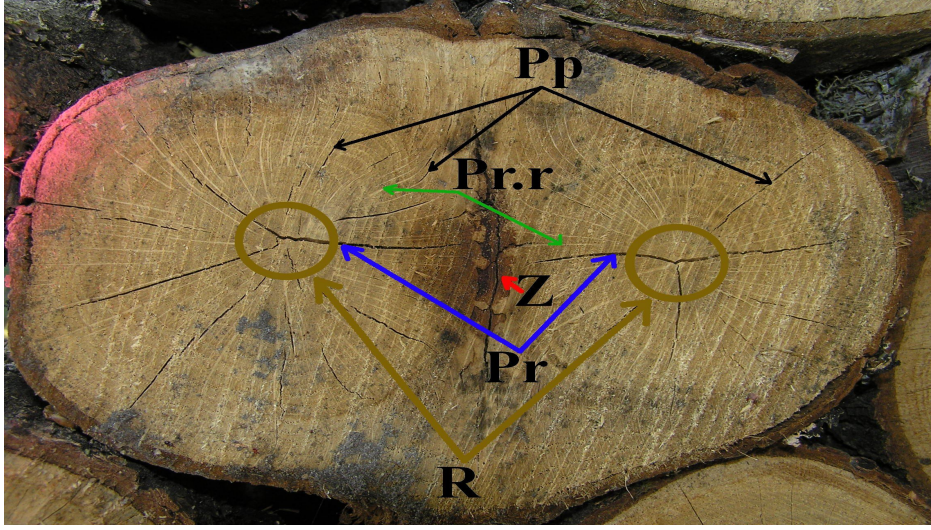
Gövde enine kesitinin dairesel olması irsel bir özellik olabilir. Fakat genellikle rüzgar gibi çevre faktörleri sebebi ile ağaç gövdesi dairesel enine kesitten ayrılmaktadır [8].

Enine kesitin yuvarlak olmayışı ve eğrilik kalite üzerinde çok olumsuz etki yapmaktadır [10].

1.5.1.2. Gövdede Çatallanma İkiz ve Daha Fazla Sayıda Özlü Gövde Oluşumu

Yapraklı ağaçlarda ve Çamlarda gövdenin çatallanması olayına fazla miktarda rastlanmaktadır. Çatallanmanın nedeni ya irsel ve yahut tepe tomurcuğunun kar, dolu, don, mantar, böcek, tahribatı veya hayvan ısırılmaları ile zarar görmesi ve onun yerine yan tomurcuk ve sürgünlerin geçmesidir. Açıkta ve serbest olarak gelişen yapraklı ağaçlarda gövdenin çatallanması haline çok rastlanmakta, hatta bu çatallanmalar birbirini takip etmektedir. Gövdenin çatala ayrıldığı kısımda direnç diğer kısımlara nazaran daha düşük olduğundan böyle gövdeler kolaylıkla yarılmakta ve mantar enfeksiyonlarına açık bulunmakta [13].

Çatallanma toprak yüzeyine yakın yerde meydana geldiği takdirde, teşekkül eden birden fazla sayıda birbirine yakın tomurcuk ve sürgünlerde oluşan gövdelerin bir biri ile kaynaşarak gelişmesi ile ikiz üçüz veya daha fazla gövde teşekkül eder. Bu gibi gövdeler birden fazla öz'ü ihtiva ederler. Ayrı fakat birbirine çok yakın olarak gelişmiş sürgünlerin çap artımı dolayısıyla ve birbiri ile kaynaşmasıyla birden fazla öz'lü gövdeler meydana gelebilir.



Şekil 6. İkiz öz oluşumu

İkiz veya daha fazla sayıda öz'lü gövdelerin direnç özellikleri normal gövdelere nazaran farklı ve değeri düşük bulunmaktadır. Bu gibi gövdeler aynı zamanda keresteye biçilme esnasında dağılırlar [13].

1.5.1.3. Lif Kusurları

1.5.1.3.1. Lif Eğikliği

Lif eğikliği ılıman bölgelerden ziyade tropik bölgelerde yetişen yetişen Angiospermae odunlarında sıklıkla rastlanan bir kusurdur. Ağaç boyu istikametinde yer alan liflerden bazıları demet halinde ve değişik açılarla odun içinde birbirinden farklı yönlerde doğru eğilir. Lif eğikliği ağaç içinde düzenli değildir. Lif eğikliği bulunan odunlar radyal yönde yarılmaz. Rendelenmesi güçtür. Rendelendiği zaman kerestede parlak ve mat bölgeler oluşur [11].

1.5.1.3.2. Lif Kıvrıklığı

Lif kıvrıklığı, odunsu hücrelerin (lif, trahe ve traheidler) gövde eksenine paralel olarak değil de, bu eksenle küçük ya da büyük bir açı oluşturarak değişik yönlerde spiral şekilde gövde etrafında seyretmesi ile meydana gelmektedir.

Lif kıvrıklığı gövde içinde sağa, sola ya da her iki yöne doğru olabilmektedir. Ayrıca bu oluşum iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda özden çevreye doğru ve toprak seviyesinden tepe tomurcuğuna kadar yön ve sapma derecesi bakımından farklılık gösterebilmektedir [14].

Lif kıvrıklığını gerek iğne yapraklı, gerekse yapraklı ağaçların çoğunda görmek mümkün olduğu için bu tip lif gidişi normal bir büyüme şekli olarak mutala edilmektedir. Lif gidiş şekli bazen irsel olduğu gibi, bazen de çevre faktörlerinin etkisi ile meydana geldiği ifade edilmektedir [10].

Lif kıvrıklığı önemli bir kusurdur. Direnç tipi ve lif açısı miktarı ile ilgili olarak odunda mukavemet büyük nispette değişmekte ve açı artıkça direnç azalmaktadır [9].

1.5.1.4. Reaksiyon Odunu

Çevresel faktörler odunun yapısı ve özellikleri üzerine etkilidir. Dikili ağacın eğilen gövde ve dalında, dış etkilerle oluşan oduna “reaksiyon odunu” denir [11].

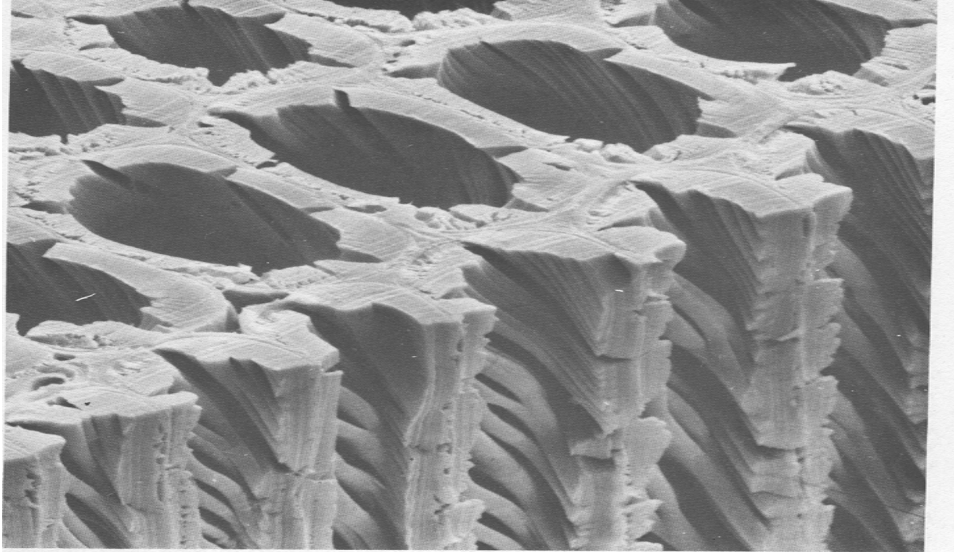
İğne yapraklı ağaçlarda reaksiyon odunu basınç odunu, yapraklı ağaçlarda is çekme odunu adını almaktadır. Çekme odunu ve basınç odunu belirli yapısal benzerliklere sahiptir. Kural olarak her ikisi de dışmerkezli olarak gelişmektedir. Bununla birlikte ,bazı yönlerden farklılık gösterirler [10,15].

1.5.1.4.1. Basınç Odunu

Yerçekimi etkisi ile kambiyum eğilen gövdenin ve dalların alt kısmında enerjik bir şekilde bölünerek çok geniş ve eksantrik yıllık halkalar üretir. Gövdenin üst kısmındaki yıllık halkalar ise dardır. Eksantrik gövdede öz, gövdenin üst kısmına kaynamıştır. Enine kesitte, geniş yıllık halkalı bölge koni şeklinde olup, koyu kırmızı renktedir. Bundan dolayı Gymnospermae’ lerin reaksiyon odununa kırmızı odun denmektedir [11].

Mikroskopik olarak basınç odunu normal odundan şu hususlarda ayrılmaktadır. Enine kesitte, traheidlerin şekli dairemsidir. Bu dairemsi şekilden dolayı ,traheidler arasında hücre arası boşluklar mevcuttur. Basınç odununda hücre çeperi ilkbahar odunu tabakasında da kalındır. Enine kesitlerde hücre çeperlerinde çatlaklar görülür. Radyal ve teğet kesitlerde bu çatlaklar hücre ekseni ile 40-60 lik açı yapacak şekildedir ve spiral olarak seyretmektedir. Çatlaklar yoğun olmayan basınç odununda da vardır. Fakat normal

odunda görülmezler. Traheid boyları normal odununkilerden önemli derecede daha kısadır [8].



Şekil 7. Basınç odunu traheidleri

Fiziksel ve mekanik özellikler bakımından aynı ağaçta basınç odunu normal oduna nazaran daha ağır olup, özgül ağırlık normal odundan %15-40 arasında bir artış göstermektedir. Basınç odunu'nun Çekme direnci, Elastiklik modülü ve dinamik eğilme direnci normal oduna nazaran daha düşüktür. Keza, kuru haldeki aynı özgül ağırlıktaki basınç odununda basınç ve eğilme dirençleri de normal oduna nazaran çoğunlukla daha küçük bulunmaktadır. Özgül ağırlığı ile oranlamak suretiyle basınç odununda her çeşit direnç ve özellikle çekme direnci değerleri normal odununkinin altındadır. Başkaca , basınç odunu normal oduna nazaran gevrek olup, şok şeklindeki mekanik etkilere karşı koyması daha azdır. Çalışma normal oduna nazaran çok daha düzensizdir [13].

1.5.1.4.2. Çekme Odunu

Geniş yapraklı ağaçlarda çekme odunu dış faktörlerin etkisi ile meydana gelmekte olup, en önemli oluşum nedeni ağaçların eğilmesidir. Ağacı eğmeye çalışan kuvvetlere (yerçekimi, rüzgar, kar yükü vb. gibi) karşı yine ağacın kendisi tarafından oluşturulan fizyolojik bir tepki olarak ya da güneş ışığının hareket ettirici etkisi sonucunda meydana gelir.

Çekme odunu normal oduna göre farklı anatomik ve kimyasal özelliklere sahiptir. Çekme odunu içeren gövdelerin enine kesitleri incelendiğinde daire şeklinde olmadığı, özün eksantrik yapıda olduğu ve büyük yarıçapın daima üst tarafta bulunduğu görülmektedir. Çekme odununda yıllık halkalar geniş, aksi taraftaki yıllık halkalar ise baskı altında büyüdüğünden dardır, ancak istisnalar görülebilir [5].



Şekil 8. Gövde enine kesitinde çekme odunu

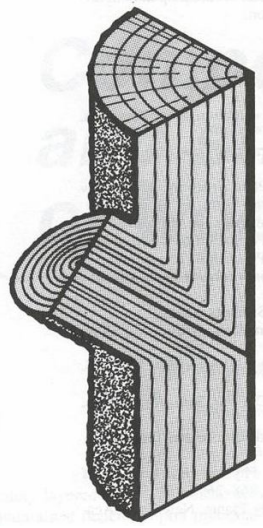
Çekme odunu mikroskopik yapı bakımından incelendiğinde en önemli farklılık lif hücrelerinde görülür. Liflerin oranı daha fazla, çapları küçük, boyları daha uzun, çeperleri anormal şekilde kalınlaşmış olup, çeperin lümen tarafında bir jelatin tabakası (G-tabakası) oluşmuştur. Çekme odunu selülozik yapıda olan jelatinli liflerin varlığı ile karakterize edilebilmektedir [5].

Fiziksel ve mekanik özellikler bakımından çekme odunu, hücre çeperinin jelatinli bir tabaka ile kalınlaşması dolayısıyla normal oduna nazaran bir miktar daha ağır bulunmaktadır. Bazı ağaçlarda ise bunun aksi olabilmekte ve çekme odunu normal oduna nazaran daha hafif olabilmektedir. Çekme odununda basınç ve eğilme dirençleri ile elastikiyet modülü normal odununkinden bir miktar düşük bulunmaktadır [13].

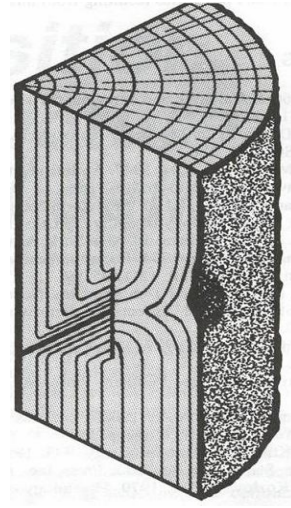
1.5.1.5. Budaklar

Bir ağaç gelişirken klorofil üretim kapasitesini en üst düzeye ulaştırmak için mümkün olduğu kadar çok yaprak üretir. Bunu yapmanın bir yolu da geniş dalların

gelişiminden geçer. Odun içinde budak oluşumu ağacın dallarından kaynaklanır. Ağacın dalları, canlı olduğu müddetçe her sene gövde ve dal tarafında yenilenen yıllık halkalarla gövdeye kaynar. Gövde ve dalların yıllık halka genişliği ve yoğunluğu birbirinden farklıdır. Ormanda bir arada yaşayan ağaçların alt dalları ışık azlığından dolayı zamanla kuruyarak düşer. Düşen dalların gövdeye yakın kısmı canlılığını kaybettiği zaman, ilerleyen yıllarda gövdeye kaynamadan dahil olur ve gövdenin içinde yabancı bir cisim gibi kalır. (düşen budak). Bazen dalların gövde hizasında kopması sonucu gövde içinde kalan dal kısmı gövdeyle kaynadığı için meydana gelen budaklar gövdeye kaynamış olur. Böyle budaklara kaynamış budak denir [16,11].



Şekil 9. Canlı budak



Şekil 10. Düşen budak

Budaklar odun içinde farklı olmalarından dolayı mekanik özellikleri etkilerler. Aynı zamanda kuruma sırasında çatlaklara neden olurlar. Budaklar ağaç malzemenin görünüşü ve mukavemeti üzerine aksi yönde etki yapmaktadır. Bazen arzu edilmekle birlikte budaklar estetik ve teknik yönden kusur sayılırlar. Aksi yöndeki etkisi genellikle budak odununun anormal yapısı ve daha yüksek özgül ağırlığıdır [9,17].

1.5.2. Hava Halleri Dolayısıyla Meydana Gelen Kusurlar

Hava halleri yaşayan bir ağaçta ve kesimden sonra ağaç malzemedeki çeşitli kusurlar meydana getirebilmektedir [12].

1.5.2.1. Çatlaklar

Ağaç malzemedeki çatlaklar, kuruma sonucu liflere paralel, radial ve yıllık halkalara teğet yönlerde çalışmasının farklı bulunması, şiddetli soğuk veya sıcak, rüzgarın döndürücü etkisi gibi çeşitli sebeplerle meydana gelmektedir [13].

1.5.2.1.1. Öz Çatlağı

Özden çevreye doğru yıldız şeklindeki çatlaklardır. Tomruğun çevresine kadar ulaşmaz. Tomruğun kurumasına bağlı olarak çatlaklar çevreye doğru yayılır [11].

1.5.2.1.2. Halka Çatlağı

Gövdede yıllık halka boyunca meydana gelen çatlaklara halka çatlağı adı verilmektedir [9].

1.5.2.1.3. Don Çatlağı

Dikili ağaçlarda kabuktan başlayarak derine doğru ilerleyen donmaya bağlı çatlaklardır [10].

1.6. Kontrplak Üretimi

1.6.1. Tanımlar

TS 2128 [18] de Kontrplak, ardışık gelen tabakaların lif doğrultuları birbirine dik olacak şekilde yapıştırılmış (orta tabaka veya göbeğin her iki tarafında yer alan iç ve dış tabakalar genellikle birbirine simetrik) bir levha olarak tanımlanmaktadır.

ASTM D-907 [19] ye göre kontrplak, ince levhaların üst üste ve lif yönleri birbiriyle 90°'lik açı yapacak şekilde tutkallanmış odun levhaları olarak belirtilmektedir. Genel olarak kontrplaklar 3,5,7 gibi tek sayıdadır.

Fakat 1982' den sonra, orta tabakası birbirine paralel yapıştırılmış iki kaplama levhadan oluşan kontrplakların üretimine başlanmasıyla birlikte literatürde[20],

kontrplağın her bir tabakası tek tabakadan oluşabileceği gibi iki veya daha çok kaplama levhaların birbirine paralel yapıştırılmasıyla teşkil edilebileceği bildirilmektedir.

1.6.2. Kontrplak Üretim Teknolojisi

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, pek iyi olmayanlar ise ara tabakalarda kullanılmaktadır [21].

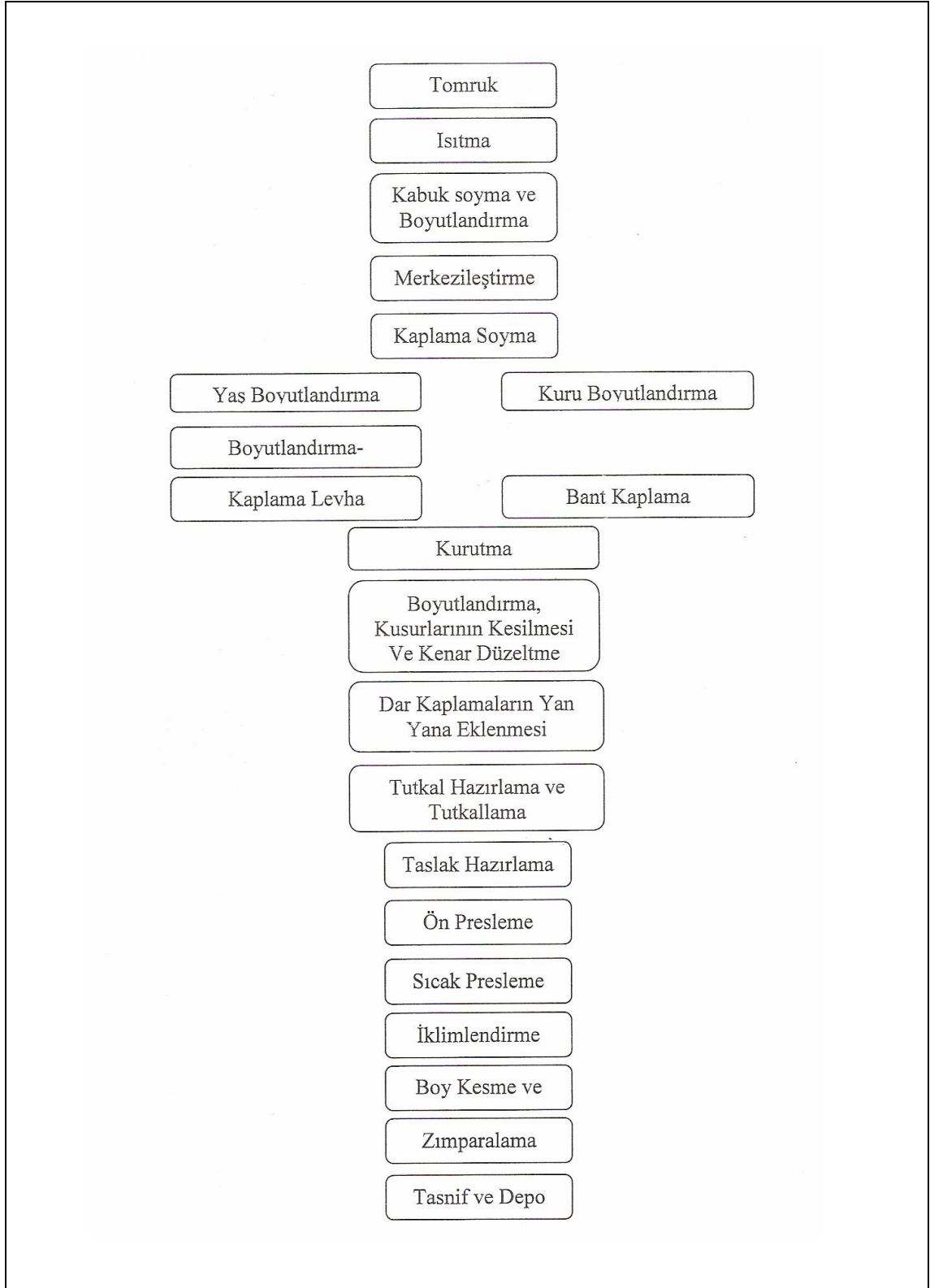
Soyma kaplama için kullanılacak tomruğun; silindirik, özü merkezde, kalın çaplı, homojen yapıda düzgün lifli, kusur oranı (budak, çatlak vb.) mümkün olduğu kadar az reaksiyon odunu içermeyen özelliklere sahip olması istenmektedir. Tomruğun silindirik olması soyma kaplama üretiminde zayıtı ve dar kaplama eldesini azalmakta ve böylece soyma kaplama randımanını yükselmektedir. Çap artıkça yine elde edilen kaplama miktarı artma göstermekte ve maliyetler düşmektedir. Ayrıca özün merkezde olması, reaksiyon odunu bulunmaması üretilen kaplamaların kurutulmasında, tutkalanıp yapıştırılmasında ve sonraki aşamalarda ortaya çıkabilecek problemlerin önlenmesi bakımından önem arz etmektedir. İlkbahar ve yaz odunu kontrastı fazla olamayan, yeknesak yapılı tomruk daha düzgün yüzeyli, kalınlığı homojen kaplama eldesi bakımından uygunluk göstermektedir. Tomruk liflerinin düzgün olması ise üretilen kaplamaların yüzey düzgünlüğünün sağlanması ve kurutmada deformasyonların oluşmaması için önemli bulunmaktadır. Kusurlar da kaplama kalitesi üzerinde etkilidir. Tomruğun öze doğru uzanan bir çatlağa sahip olması durumda soyma kaplama eldesi esnasında her dönüşte kaplama, çatlağın olduğu yerden kopacak ve çatlak derinliğine bağlı olarak bu şekilde dar kaplama üretimden kaçınılamayacaktır. Bu dar kaplamaların yanları alınmakta ve ara tabakalarda kullanılmaktadır. Bu şekilde yüzey tabakası üretilen bir tomruktan bahsedilen çatlak nedeniyle ara tabaka malzemesi elde edilmiş olacaktır. Bu maliyetleri arttıran bir unsurdur. Çatlağın tomruk ucunda olması durumunda elde edilen soyma kaplamanın bir ucu belirli aralıklarla çatlak olacaktır. Buharlama yada ısıtmada çatlak daha da büyüyebilir. Soyma sırasında kavrama başlıklarının sıkıştırma basıncı ile çatlak olan tomruk tamamen yarılabılır. Ayrıca budaklar da kaplama üretimi için önemli bir kusurdur. Dal odununun gövdedeki uzantısı olan budak ,daha yoğun ve genelde çatlaktır. Ayrıca budak

çevresindeki gövde odununa ait liflerde boyuna eksenden sapmalar olmaktadır. Kaplama eldesi esnasında budaklar bıçaklar üzerinde köreltici etki yapmakta ve levha kalınlığında, budağın bulunduğu lokal bölgelerde farklılıklar oluşturmaktadır. Ayrıca bu kusur, sonradan düşme ve böylece kaplamada delik bırakma gibi olumsuzluklara neden olabilmektedir. Kaplamada budağın çevresindeki kısımlarda yüzey düzgünlüğü bozulabilmektedir. Bu durumda üretilen kaplamalarda bazı kalite problemleri meydana gelmektedir. Çürüklük vb. diğer kusurlar da benzer şekilde kalite sorunları meydana getirmektedir.

Tomruğa ait bu özellikler, çevre faktörlerinden etkilenmekle birlikte büyük ölçüde ağaç türü ile ilişkilidir. Geniş yapraklı ağaç türleri daha az lignin içerdiklerinden esnek bir yapıya sahiptirler. Böylece kaplama üretimi esnasında kolay soyulur ve bükülebilirler.

Hammadde odunun liflere dik yöndeki çekme direncinin yüksek olması, bu malzemedan üretilcek kaplamanın da liflere dik yöndeki çekme direncinin fazla olacağını gösterir. Bu direnç çeşidi kaplama üretimi için çok önemlidir. Yeteri kadar yüksek değilse kaplama üretimi çok zor olur. Çünkü kaplamalar lif yönünde boydan boya kolayca yarılr, çatlar. Oluşan daralma gerilimlerine fazla karşı koyamaz, eğme ve bükme etkilerine direnç gösteremez. Diğer direnç özellikleri ise kullanım yerine bağlı olarak önem kazanmaktadır [22].

Ana hatları ile kontrplak üretim aşağıdaki gibi yapılmaktadır.



Şekil 11. Ana hatlarıyla kontrplak üretim teknolojisi [23].

1.6.2.1. Hammadde

Kontrplak üretiminde kullanılacak tomrukların silindirik, çapı en az 35 cm özü merkezde, yıllık halkaları homojen büyümeyi göstermeli ,reaksiyon odunu, çürük ,budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar olmamalıdır.

İğne yapraklı ağaç türlerinin kabukları soyulmalıdır. Tomrukların çatlama ve çürümesini önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır. Bu maksatla, su içinde bekletme yağmurlama, enine kesitlere ve kabuğun düştüğü yerlere kurumayı ve çürümeyi önleyecek kimyasal maddeler sürme işlemi uygulanabilir.

Tomruklar cins, çap, boy ve kalite özelliklerine göre ayrı ayrı istif edilebilir. Çünkü ara tabakalarda kullanılan kaplamaların kalitesi yüzey tabakalarında kullanılan kaplamalardan daha düşüktür [24].

1.6.2.2. Buharlama

Taze halde olmak şartıyla Kavak, Huş, Söğüt, Ihlamur gibi bazı ağaç türlerinin yumuşatılmak üzere buhar mahzenlerinde belli sıcaklık ve süre içerisinde buharlanması gerekir. Aksi halde tomruklardan düzgün yüzeyli kaplama elde etmek mümkün olmaz [24].

Yurdumuzdaki kontrplak fabrikalarında tomrukların yumuşatılması için buharlama odaları ve buharlama mahzenleri kullanılmakta ve genellikle buharlama doğrudan veya dolaylı ısıtma ile yapılmaktadır [25].

Aynı cins çaptaki tomruklar birlikte buharlanmalıdır. Buharlama süresi, üzerine ağaç türü, özgül ağırlık, tomruk çap ve boyu ile tomruğun rutubeti gibi faktörler etkili olmaktadır. Bu faktörler içinde tomruk çapı ve özgül ağırlığı daha etkili olup, çap ve özgül ağırlık artıkça buharlama süreside artmaktadır.

1.6.2.3. Kabuk Soyma ve Boyutlandırma

Buharlanan tomruklar elde edilecek soyma kaplamanın kontrplakta kullanılacağı pozisyona (lif yönünün levha uzun eksenine dik veya paralel olması) göre boyutlandırılır. Daha sonra kabukları soyulur ve merkezileştirildikten sonra kaplama soyma makinesine verilir [24].

1.6.2.4. Soyma

İstenilen boyuta getirilmiş ve merkezden kavranmış olan tomruk pozisyonu bozulmadan soyma makinesinin kavrama kolları arasına yerleştirilir. Tomruk kendi eksenine paralel olarak meyilli bir şekilde yerleştirilen bıçağa doğru döndürülerek soyulur. Soyma işleminin düzgün olarak gerçekleşebilmesi için bıçağın uç kısmında odunu sıkıştıran bir basınç levhası bulunmaktadır. Basınç levhası ile bıçak arasındaki düşey ve yatay açıklık basıncın yerini ve miktarını tayin eder. Kontrplağın özellikleri büyük ölçüde üretildiği kaplamanın kalitesi belirler. Kaplama kalitesi ise ağaç türüne, bunun soymaya hazırlanışına ,soyma makinesine ve ayarına bağlıdır [24,26].

1.6.2.5. Kurutma

Soyulan kaplamalar boyutlandırıldıktan ve kusurlardan arındırıldıktan sonra kurutma makinelerinde yaklaşık 150-200 °C sıcaklıklarda %4-8 rutubete kadar kurutulur. Üretilen levha boyutlarına uygun olmayan dar kaplamalar ekleme makinelerinde yan yana eklenmektedir.

1.6.2.6. Tutkallama

Kurutulan kaplamalar tutkallama makinelerinde bir m² yüzeye yaklaşık 180-200 gr tutkal gelecek şekilde tutkallanır. Kullanılan tutkal kontrplağın kullanım yerine uygun olmalıdır. Genel amaçlı kontrplağın üretiminde üre-formaldehit, suya ve dış hava şartlarına açık kullanım yerleri için ise genellikle fenol-formaldehit tutkalı kullanılmaktadır.

Tutkal içersine çeşitli dolgu (un vb.) ve katkı (sertleştirici vb.) maddeleri katılabilmektedir.

1.6.2.7. Taslak Hazırlama

Tutkallı kaplamalar üretilen kontrplak kalınlığına ve kat sayısına göre lifleri birbirine dik ve tek sayıda olacak şekilde üst üste konularak taslak hazırlanır [24].

1.6.2.8. Soğuk Presleme

Hazırlanan taslaklar genellikle soğuk preste tutkalın tüm yüzeye düzgün bir şekilde yayılmasını sağlamak için 5-10 kg/cm² basınç altında yaklaşık 5-15 dakika süreyle preslenirler.

1.6.2.9. Sıcak Presleme

Kullanılan tutkal tipi ve kontrplak kalınlığına göre taslaklar sıcak preste yeterli basınç (8-15 kg/cm²), süre (genelde her mm levha kalınlığı için 1 dak.) ve sıcaklıkta (tutkal türüne göre 110-140 derece) preslenerek tutkalın sertleşmesi sağlanır. Üre formaldehit 90-120 C, Fenol formaldehit ise 140-170 C arasındaki sıcaklıklarda sertleşmektedir. Sert ağaçlardan üretilen kontrplaklarda daha yüksek presleme basıncı uygulanır.

Kontrplakların preslenmesinde çok katlı hidrolik sıcak presler kullanılmaktadır [24,25].

1.6.2.10. Boyutlandırma

Presten çıkarılan levhalar soğutulduktan sonra kenarları alınarak satışa hazır hale getirilirler. Eğer istenirse zımparalama yapılabilir ve yüzeyleri çeşitli özelliklere sahip kaplama malzemeleri ile kaplanabilir [24].

1.7. Yonga Levha Tanımı ve Üretimi

Yongalevha, genellikle odun hammaddesinden elde edilen yonga veya küçük parçacıkların sentetik bir reçine yada uygun bir yapıştırıcı yardımı ile ısı ve basınç altında geniş ve büyük yüzeyli levhalar haline getirilmesi ile oluşan ve gerek bina yapımında gerekse mobilyacılıkta kullanılan bir malzemedir [27].

Yongalevha odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen yongaların bir tutkal ilavesi veya tutkalsız olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan geniş yüzeyli levhadır [28].

1.7.1 Yonga Levha Sınıflandırılması

Yongalevhalar üretim sistemlerine ve değişik parametrelere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar.

1. Tabaka sayılarına göre [21]:
 - a. Tek tabakalı yongalevhalar
 - b. Üç tabakalı yongalevhalar
 - c. Beş tabakalı yongalevhalar
 - d. Tabakaları belirsiz yongalevhalar
2. Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar üç kategoride toplanmaktadır [29]:
 - a. Düşük Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.590 gr/cm^3 'ten daha düşük olan levhalardır.
 - b. Orta Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları $0.590-0.800 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen levhalardır.
 - c. Yüksek Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.800 gr/cm^3 'ten daha fazla olan levhalardır.
3. Yongalevhalar presleme yöntemlerine göre iki grupta toplanmaktadır [27]:
 - a. Yatay Yongalı Levhalar: Bu tip levhalarda yongalar levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.
 - b. Dik Yongalı Levhalar (Okal): Bu tip levhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongaların yönü levha yüzeyine dik durumdadır [30].
- 4 . Yonga Büyüklüğü ve Geometrisine Göre:
 - a . Normal Yongalı: Yonga kalınlıkları $0.25-0.40 \text{ mm}$ yonga genişlikleri $2-6 \text{ mm}$ ve yonga uzunlukları $10-25 \text{ mm}$. [29]
 - b . Etiket Yongalı: Yongaların kalınlıkları $0.5-0.7 \text{ mm}$, uzunlukları $35-75 \text{ mm}$ ve genişlikleri $25-40 \text{ mm}$.
 - c . Şerit Yongalı: Yonga kalınlık ve uzunluğu etiket yongalı levha ile aynı fakat genişlik $9-10 \text{ mm}$ dir.
 - d . Yönlendirilmiş yongalı: Odunun yoğunluğuna bağlı olarak yonga kalınlığının $0.4-0.6 \text{ mm}$, uzunluğunun $60-90 \text{ mm}$, genişliğinin, $5-12 \text{ mm}$.

5. Tutkal veya bağlayıcı cinsine göre [31]:
 - a. Ürefoformaldehit tutkalı ile üretilmiş
 - b. Fenolformaldehit tutkalı ile üretilmiş
 - c. Melamin tutkalı ile üretilmiş
 - d. Polyizosiyonat tutkalı ile üretilmiş
 - e. Bağlayıcı olarak sülfat atık suyu kullanılmış
 - f. Bağlayıcı olarak doğal yapıştırıcılar (Kazein,soya,kan tutkalları,tanen) kullanılmış
6. Kullanış amacına göre:
 - a . Genel amaçlar için üretilmiş
 - b . Özel amaçlar için üretilmiş
7. Üretimde kullanılmış hammadde cinsine göre;
 - a . Odun hammaddesinden üretilmiş yonga levhalar
 - b . Bitkisel materyal yada atıklardan üretilmiş yonga levhalar
8. Kalıplanmış yonga levha üretim metoduna göre;
 - a . Termodin metodu
 - b . Callipress metodu
 - c . Werzalith metod
9. Yüzey kaplama malzemesine göre: [21]
 - a. Kaplamasız levhalar
 - b. Ağaç kaplama ile kaplanmış levhalar
 - b.a. Soyma kaplama levhalar ile kaplanmış
 - b.b. Kesme kaplama levhalar ile kaplanmış
10. Kalınlıklarına göre;(mm)
 - a. 13,16,19 (Deliksiz)
 - b. 25,36,60 (Delikli)

1.7.2.Yonga Levha Endüstrisinde Kullanılan Hammaddeler

Yonga levhaların hazırlanmasında kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Ayrıca yonga levha üretiminde yıllık bitkilerin odunsu kısımları ve saman, saz, şeker kamışı, keten sapı, kenevir sapı, ayçiçeği, fındık, yerkıstığı kabukları ile pamuk tohumu kabukları da kullanılabilir. Yonga levha üretimi için en iyi hammadde öncelikli olarak iğne yapraklı ağaçlardır. Bunun yanı sıra yapraklı ağaçlarda

kullanılabilmektedir. Yonga levha üretiminde hammadde olarak levha ağırlığının yaklaşık % 90'ından fazlasını odun oluşturmakta, yapıştırıcı olarak ise sentetik reçineler kullanılmaktadır [32].

1.7.2.1. Hammadde Odun

Bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları yongalevha üretiminde kullanılmaktadır. Boyu 0.5-2 m, ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan yuvarlak ve yarma odun, kalınlığı 20 cm'den küçük artık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşı, yonga ve lif odunu olarak kullanılabilir. Levha üretiminde kullanılacak odun çürüklük içermemelidir. Lif ve yonga odununda budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir [33].

Genel olarak, düşük özgül kütleyle sahip ağaç türleri kolaylıkla sıkıştırılabilmelerinden dolayı tercih edilir, orta özgül kütledeki türler kolay ve ucuz olarak bulunabiliyorsa kullanılır. Yüksek özgül kütleyle sahip türlerden ise sakınılır.

Kayın, meşe, huş, kavak, söğüt, ihlamur, sarıçam ve ladin odunları kullanılarak imal edilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlediği bir araştırmada iğne yapraklı ağaç ve ihlamur odunlarının daha iyi kalite özellikleri gösterdiği ortaya konulmuştur. Aynı şekilde, kavak ağacı odunlarının yongalevha sanayisine uygunluğunun belirlendiği bir araştırmada olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle diri odunundan imal edilen yongalevhaların daha yüksek değerde eğilme direncine sahip oldukları ortaya konulmuştur. Bu bakımdan, yongalevha üretimine uygun ağaç türlerinin özgül kütleleri 0.40-0.65 gr/cm³ arasında değişmektedir. Literatürde, hafif ve ağır odundan aynı özgül kütlede üretilmiş levhalardan hafif olanlarının eğilme direncinin daha yüksek olduğu saptanmıştır [34].

1.7.2.2. Yıllık Bitkiler

Yonga levha üretiminde temel hammadde olarak odun kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda odun hammaddesinin bulunmasında ortaya çıkan güçlüklerden dolayı yonga levha üretiminde yıllık bitkilerin kullanılması bu sıkıntıya çözüm olarak görülmüştür [35].

Yapılan çalışmalarda; pamuk sapı, prinç çeltiği, keten, kenevir ve ayçiçeği saplari,

ay fabrikası atıkları, Şeker kamışı, hindistan cevizi meyve kabuğu ve lifleri, bambu, kenaf, buğday sapı, duryan kabuğu, kivi budama artıkları, asma sapı, mısır sapı ve kene otu saplarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği saptanmıştır [36,37].

1.7.3. Yatay Preslenmiş Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Yongaların hazırlanmasındaki ilk iŐlem kabuk soymadır. Yonga levha endüstrisinde orta tabaka yongalarının üretiminde kabuk soyma ünitesi kullanılmamaktadır. Kabuk üretime katılarak verim artışını sağladığı için tercih edilmekte ve doğrudan doğruya levha üretimine katılmaktadır. Fakat yonga levha üretiminde üst tabakalarda kullanılacak odunun kabukları soyulması istenmektedir. Üretimde kabuk kullanılmaması durumunda elde edilen levhaların direnç değerleri daha yüksek ve levhanın rengi daha homojendir. Bu nedenle levha ağırlığına oranla kabuk miktarı % 10' nu geçmemelidir [35].

Levhaların, dış ve orta tabakalarında kullanılan yongalar farklı fiziksel yapıdadırlar. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinelerde elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise, kalın olup ekili değirmenlerde üretilirler. Yongalevha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesmek sureti ile elde edilmektedir. Bunlara, kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve az meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denmektedir. Levha için uygun yonganın üretilmesi iki ayrı sistemle olmaktadır. Birincisinde, önce kaba yongalar üretilir, daha sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde üretime uygun hale getirilirler. Bu yongalar genellikle orta tabakada kullanılmaktadır. İkincisinde, yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun incelikte ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir. Bu yongalar, ince yongalama makinelerinde isteğe bağlı olarak küültülebilirler [25,38,39].

Kaba yongalama makineleri, genellikle kereste endüstrisi artıklarının yonganmasında kullanılmaktadır. Bu makinelerden elde edilen yongaların boyları 10-60 mm arasında değişmektedir. Bu maksatla, silindir veya diskli kaba yongalama makineleri kullanılmaktadır. Odunlar, ya liflere dik olarak ya da 45° 'lik açı yapacak Şekilde kesilirler. Elde edilen yongaların boyutları ve özellikle kalınlık ve uzunluğu diğer bir deyimle yonga geometrisi levhanın kalitesini ve yüzey düzgünlüğünü sağlayan en önemli faktörlerden biridir [38].

Yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga hazırlanma işlemine normal yongalama denilmektedir. Genişlik sınıflandırması yoktur.

Normal yongalama için, silindirik ve diskli yongalama makineleri kullanılmaktadır. Kaliteli levha üretimi için kalınlığının homojen, yonganın her iki yüzünün birbirine paralel ve ince olması şarttır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0.15-0.25 mm, orta tabakada kullanılacakların ise 0.3-0.5 mm kalınlıkta olması istenir. Yongalama sırasında yonga kalitesine, boyutlarına ve verimine etki eden bir çok faktör vardır. Bunlar kullanılan hammadde , uygulanan teknoloji ve makinelerin durumu ile ilgilidir [25].

Yongalevha üretiminde, levhanın presten çıktıktan sonraki rutubetine bağlı olarak, yongaların % 3 - % 6 rutubete kadar kurutulması gerekir. Kurutma makinelerine sevk edilen yongaların rutubetleri, genellikle % 35 - % 120 arasında değişmektedir. Presleme tekniği bakımından, orta ve dış tabaka yonga rutubetinin farklı olması gerekmektedir. Yongaların kurutulması; ağaç türüne, yonga boyutlarına, özellikle yonga kalınlığına, özgül ağırlığına ve yongaların başlangıç rutubetine bağlıdır. Bunlara ek olarak makinesinin tipi ve çalışma sisteminin de kurutma üzerine büyük etkisi vardır. Aynı kurutma şartları altında kurutma süresi yonga kalınlığı ve ağaç türüne bağlıdır. Yonga kalınlığının artmasına bağlı olarak kuruma süresi uzamakta, yapraklı ağaç yongaları, iğne yapraklı ağaç yongalarına oranla daha uzun kurutma süresine ihtiyaç duymaktadır. Değişik tipte kurutma makineleri olmakla birlikte, bunlar arasında döner silindirik kurutucular, boru demetli kurutucular, kontak kurutucular ve çok bantlı kurutucular önemli bir yer tutmaktadır. Kurutma makinelerinde yakıt olarak doğal gaz, propan, fuel-oil ve zımpara tozu kullanılmaktadır. Yongaların kurutulma süresi çok kısa olduğu için, kurutucu içinden çok çabuk geçirilmelidirler. Rutubet miktarı bakımından kurutulacak hammaddeler arasında büyük farklılıklar varsa, bunlardan elde edilen yongalar ayrı kurutulmalıdır [40].

Yongalama makinesinde, heterojen boyutlarda yonga üretimi önlenememektedir. Yongalar kurutulduktan sonra, toz ve küçük parçacıkların uzaklaştırılması gerekir. Eğer bu materyaller ayrılmazsa, liflerin kısa ve zayıf olmasından dolayı levhanın direnci düşecektir. Çok kaba yongalarında tekrar ufalanmak üzere ayrılması gerekir. Kaba yongaların dış tabakalarda kullanılması yüzey düzgünlüğünü azaltır, orta tabakada kullanılması durumunda ise porozite artacağından daha sonra yapılacak olan kenar kaplama işlemini olumsuz yönde etkileyecektir. Bunun için iki sistem mevcuttur:

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

Toz ve çok kaba yongalar ayrıldıktan sonra geriye kalan kullanılabilir yongalar tekrar ince ve kalın yongalar olmak üzere ikiye ayrılırlar. İnce yongalar levhanın yüzey

tabakalarında, kalın yongalar ise orta tabakada kullanılmaktadır. Çok kaba yongalar ufalanmak üzere tekrar değirmenlere gönderilirken, toz ve ince parçalar yakılmak suretiyle değerlendirilmektedir.

Yongalevha fabrikalarında; yaş, kuru ve tutkallanmış yongaların depolanması gerekmektedir, bu amaçla silolar kullanılmaktadır. Yonga siloları, yongaların hareket yönüne göre; yatay, düşey ve rotasyon siloları olmak üzere üçe ayrılmaktadır [39].

Yongalevha üretimi sırasında, yongaların kademeler arasında taşınması ve taşınırken yonga kalitesinin bozulmaması gerekmektedir. Bu sebeple, transport seçiminde yongaların ağırlık, rutubet ve hacim gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu maksatla kullanılan yonga transportörleri mekanik ve pnömatik olmak üzere iki çeşittir.

Yonga levhanın üretiminde yongaların hassas bir şekilde tutkallanması levha kalitesi açısından önemlidir. Yongaların tutkallanmasında yonga yüzeyi ile sıvı tutkal arasındaki oran önemli olup, genellikle 1 m² yonga yüzeyi için 8-12 gr tutkal gerekmektedir. Tutkallamanın üniform bir şekilde yapılması levhanın direnç özelliklerini arttırmaktadır. Tutkallama için hava girdaplı enjektörler, yüksek basınçlı enjektörler, merkezkaç enjektörü, tutkallama silindirleri ve vantilatörler kullanılmaktadır. Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, parafin ve zararlılara karşı koruyucu maddelerin karışımı ile elde edilir. Tutkal çözeltisi hazırlanırken, üretici firmanın önerilerine dikkate alınmalıdır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallanmaktadır. Normal olarak yüzey tabakalarında daha fazla tutkal uygulanır. Çünkü, yüzey tabakalarında kullanılan yongalar incedir ve bundan dolayı spesifik yüzey alanları daha fazladır. Tutkalın mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması, ve böylece bütün yonga yüzeylerinin tutkalla kaplanması levhanın direnç özelliklerini iyileştirilmesi bakımından şarttır. Kullanılan tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranla % 4-12 arasında değişir. Orta ve yüzey tabakalarında kullanılan tutkalın reçetesi farklılık göstermektedir. Orta tabakanın sıcak preste iyi bir şekilde sertleşmesini sağlamak için daha fazla sertleştirici ilave edilirken, yüzey tabakalarından sıcak prese varmadan önce ön sertleşme olmaması için daha az miktarda sertleştirici katılmalıdır. Yüzey tabakalarındaki rutubet miktarının orta tabakadan yüksek olması için, yüzey tabakalarında kullanılacak tutkala daha fazla su ilave edilebilir.

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

taşıyıcılar vasıtası ile serme makinelerinin ilgili silosuna taşınmaktadır.

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların yeknesak bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazırlanması yongalevha üretiminin en önemli aşamasıdır. Yongaların uygun bir şekilde serilmemesi sonucu meydana gelen özgül ağırlıktaki değişiklikler, mekanik özelliklerin değişmesinden çok, levhada eğilmeler ve çarpılmalar meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Yongaların serilmesinden amaç, mümkün olduğu kadar üniform bir taslak elde etmektir. Yani, levha alanının bir tarafından öbür tarafına kadar üniform ağırlıkta taslak elde edilmesidir. Serme işlemi; dökme, rüzgarlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Dökme sistemi Novopan sitemi olarak bilinmektedir. Üç tabakalı yongalevha üretimi için en az üç adet serme başlığına gerek vardır. Bunlardan ikisi alt ve üst tabakaları, diğeri ise orta tabakanın serilmesinde kullanılmaktadır. Rüzgarlama sisteminde düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek, yüzey ağırlığı az olan yongalar daha uzağa, çok olanlar ise daha yakına olacak şekilde serme başlığının altındaki sonsuz bant veya transport saclarının üzerine düşerler. Taslağın diğeri yanının oluşması için birincisine aksi yönde hava püskürtülür. Böylece elde edilen levhanın enine kesitinde ortadan yüzeylere doğru kalın yongadan daha ince yongalara doğru kademesiz sürekli bir geçiş vardır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı tutkallandıktan sonra uygun ortamlarda dozajlanarak birlikte serme başlığına verilir. Bu sistem, Bison serme sistemi olarak adlandırılır. Savurma sistemi BehrHimmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bison siteminden tek farkı hava akımı yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması ve savrulmasıdır. Kalın olan yongalar uzağa düşerken, hafif yongalar yakına düşmektedir. Levhanın diğeri yanının oluşması için birincinin aksi yönde savurma yapılmaktadır. Levha taslağı, serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir.

Yongalar çeşitli serme sistemlerinden biriyle serilerek çok gevşek ve kalın bir keçe oluşturulur. Keçe kalınlığı levha kalınlığının 20 katı kadar olmaktadır. Bu gevşek haldeki kecenin herhangi bir şekilde sarsılması durumunda ince yonga parçacıklarının alt kısımda toplanmasına neden olmaktadır. Bu durum levhaların görünüşlerinde bozukluklar meydana getirdiği gibi mekanik özelliklerde de farklılıklar yaratırlar. Soğuk ve sıcak olmak üzere iki tip presleme tekniği uygulanmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir ve basıncı 15-20 kg/cm² arasında değişmektedir. Okal tipi yongalevha üretiminde soğuk presleme uygulanmamaktadır.

Yongaların soğuk preslenmesinin amaçları aşağıda açıklanmıştır:

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

Yonga taslağı, levha özelliğini ancak sıcak preste kazanır. Taslak sıcak preste istenilen levha kalınlığına ulaşmaya kadar sıcaklık ve basınç altında sıkıştırılır. Bu sırada sıcaklık etkisiyle tutkal sertleşir ve stabil bir malzeme elde edilmesi sağlanır. Tesisin kapasitesi büyük oranda sıcak prese bağlıdır. Sıcak presleme esnasında, basınç ve sıcaklığın etkisi ile yongalar plastikleşir stabil ve istenilen kalınlıkta bir malzeme oluşur. Presleme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Pres sıcaklığı, süresi ve basıncı yongalevha teknolojik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Sıcak presler fasıllı ve fasılsız olmak üzere ikiye ayrılır. Fasıllı presler tek katlı ve çok katlı olabilirler. Tek katlı preslerde presleme periyodunda bir adet levha preslenirken çok katlı preslerde bu sayı 4-22 arasında değişmektedir. Pres sacları kullanılan presleme sistemlerinde taslak metal saclar, elekli bantlar veya çelik bantlar ile sıcak prese taşınmaktadır. Pres sacı kullanılmayanlarda ise taslak sonsuz bant üzerinde taşınarak prese iletilmektedir. Sıcak preslemede uygulanan basınç levha özgül ağırlığı ve taslak kalınlığına bağlı olarak 20-35 kg/cm²'dir. Pres sıcaklığı ise tutkal türüne bağlı olarak 150-220 °C arasında değişmektedir. Presin kapanma süresinin kısa olması yüzey tabakalarının normalden daha yüksek orta tabakanın ise daha düşük özgül ağırlıkta olmasına neden olur. Presleme koşullarının yetersiz olması levhalarda patlamaya sebep olmaktadır [40].

Pres ve presten önceki işlemlerin hatasız yapılmış olması levhaların fiziksel ve mekaniksel özelliklerin istenilen şartlarda olmasını sağlar. Bu elde edilen şartların korunması ve üretilen levhalara estetik katılması açısından levhalar üzerinde pres sonrası işlemler uygulanmalıdır [35].

Presten çıkarılan levhalar soğutma kanalı veya soğutma yıldızları kullanılarak soğutulurlar. Üre formaldehit ile üretilen levhalar aralarına lata konularak, fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalar ise latasız üst üste istif edilmektedir. Soğutulan levhaların dört yanı birbirine dik olarak kesilip belli genişlik ve uzunlukta yongalevhalar

elde edilir. Daha sonra, zımparalama makineleri kullanılarak yongalevha yüzeylerindeki kalınlık hataları giderilerek mobilya üretiminde üst yüzey işlemlerinden önce düzgün ve en az pürüzlü yüzeyler elde edilir. Bu amaçla genellikle 2-4 silindirik zımparalama makineleri kullanılmaktadır. Zımparalama makinelerinde kalınlık ayarı yapıldıktan sonra, levha bir geçişle her iki yüzü zımparalanmış olarak çıkar. Zımparalamadan sonra levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınır. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen levhalar depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olmalıdır.

1.7.4. Yongalevhannın Özelliklerini Etkileyen Bazı Faktörler

Yongalevhaların özelliklerini ağaç türü, ağaç malzemenin özgül kütlesi, yonga geometrisi, tutkal türü, presleme şartları, tutkal miktarı, levhanın özgül kütlesi ve taslak yapısı gibi birçok faktör etkilemektedir. Kullanım yerlerinin isteklerine uygun kalitede levha üretilebilmesi için bu faktörlerin levha özellikleri üzerine olan etkisinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır [34].

Yongalevha üretimi için iğne yapraklı ağaçlar, yapraklı ağaçlara göre daha uygundur [41,42,43]. Yongalevha üretimi için özgül ağırlığı düşük olan türler tercih edilir, orta özgül ağırlıktaki türler kolay ve ucuza bulunabiliyorsa kullanılır, fakat çok yüksek özgül ağırlığa sahip türlerden sakınılır [41,44].

Kayın, meşe, huş, kavak, söğüt, ıhlamur, sarıçam ve ladin odunları kullanarak imal edilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlediği bir araştırmada iğne yapraklı ağaç ve ıhlamur odunlarının daha iyi kalite özellikleri gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bakımdan, yongalevha üretimine uygun ağaç türlerinin özgül kütleleri 0.40-0.65 gr/cm³ arasında değişmektedir. Literatürde, hafif ve ağır odundan aynı özgül kütlede üretilmiş levhalardan hafif olanlarının eğilme direncinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum, lümen çapı 5 mikrondan daha büyük olan hücrelerin pres sırasında ezilerek özellikle dış tabakalarda yoğunluğu artırılması ile açıklanmaktadır [34].

Fazla Permabil ağaç türlerinde elde edilen yongalar daha fazla tutkal absorbe edecekleri için, levha özelliklerinde olumsuz etkiler gözlenecektir [45].

Bazı ağaç türleri doğal reçine ya da mum benzeri ekstraktif maddelere sahiptirler. Bu tür maddeler levhaya bir dereceye kadar su iticilik kazandırır. Fazla uçucu özelliğe sahip ekstraktifler ise levha yüzeylerinde kabarmalara neden olabilir [34,41,46].

1.8. Ağaç Malzemenin Yapıştırılmasında Kullanılan Yapıştırıcılar

Yapıştırıcı maddeler, yapıştırılacak malzemeyi yüzeysel tutum (adhezyon) ve iç direnç (kohezyon) özellikleri ile diğerine bağlayan ve yapıştıran maddenin yapısını önemli bir şekilde değiştirmeyen maddelerdir [47].

Ağaç malzemenin birleştirilmesinde kullanılan yapıştırıcıları temel olarak 2 gruba ayırabiliriz. Birinci grup; hayvan,bitki,kazein ve kan tutkalları gibi doğal kökenli malzemelerden hazırlanan tutkallardan, ikinci grup ise; petrol, doğal gaz ve kömür gibi petrokimya ve benzeri endüstrilerin ürünlerinden elde edilen sentetik reçinelerden oluşmaktadır [48].

Ahşap esaslı levha endüstrisinde yaygın olarak üre-formaldehit tutkalı kullanılmaktadır. Fenol-formaldehit, melamin-formaldehit ve izosiyanat tutkalları ise özel durumlarda kullanılabilir [49].

1.8.1. Sentetik Yapıştırıcılar

Sentetik reçineler, Fiziksel özellikler açısından doğal reçinelere benzeyen yapay polimerlerdir. Bu reçinelerin suya karşı dayanımları doğal tutkallara göre daha yüksektir[48].

1.8.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı

Ucuzluğu, kullanma kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeniyle ağaç malzemenin yapıştırılmasında dünyada en çok kullanılan tutkaldır. Rutubete karşı dayanıksızdır. Bu nedenle dış ortamda kullanılması sakıncalıdır. Üre formaldehit tutkalının suya karşı dayanıklılığını artırmak için içerisine melamin katılarak Üre-Melamin-Formaldehid tutkalı elde edilmektedir. Sıcak preslemede sertleştirici olarak amonyum klorür kullanılır. Belirli oranlarda, UF tutkalına bazik ve asidik reaksiyon vermeyen, minarel kökenli (alçı, koalin v.b.) dolgu maddeleri ile yapıştırma gücüne sahip katkı maddeleri (un, nişasta, suda çözünen selüloz) ilave edilmektedir [50,51,52].

Üre formaldehit tutkalı üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem toz hem de sıvı hallerde üretilmektedir. Elde edilecek tutkalın özelliklerini; sıcaklık, reaksiyon süresi, pH değeri, katalizör konsantrasyonu ve üre formaldehitin molar

oranı etkilemektedir.

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, yapışma direncinin yüksek ve renginin açık olduğunu belirtmek mümkündür[53].

Üre-formaldehit reçineleri, termosetting bir yapıya sahiptir. Yani sadece bir kere sertleşir. Sertleştikten sonra ısıtılarak veya kimyasal bir çözücü kullanılarak yeniden yumuşatılamaz.

Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır [54-55]:

- a. Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
- b. Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir.
- c. Suda çözünebilir.
- d. Kokusuzdur.
- e. Tutuşmaz.
- f. Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
- g. Fiyatı ucuzdur.
- h. Çok iyi termal özelliklere sahiptir.
- i. Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
- j. Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
- k. Formaldehit emisyonu yüksektir.

1.8.1.2. Fenol Formaldehit

Fenolformaldehit (FF) tutkalı rutubete ve dış hava şartlarına daha dirençlidir. Ayrıca üretim sonrası ayrışan formaldehit miktarının daha az olması gibi üstünlükleri vardır. Piyasada sıvı halde bulunan koyu renkli FF'nin odun endüstrisinde kullanılan türü yüksek sıcaklıkta sertleşir [23].

Fenol formaldehit tutkalı fenol ve formaldehit maddelerinin, paslanmaz çelikten yapılan reaktörlerde sıcaklık etkisi ve katalizör yardımı ile yaptıkları bir kondenzasyon ürünü olarak elde edilmektedir.

Fenol formaldehit reçineleri Resol ve Novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Bu iki tür sahip oldukları özellikler ve uygulamaları bakımından birbirlerinden oldukça farklıdır [35,56].

Formaldehit/fenol < 1 (1:1.6-1:2.5) olmak üzere fenol ile formaldehitin asidik

katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine novalak adı verilmekte olup alkali çözücülerde çözünmektedir. Bu tip tutkala sertleştirici olarak paraformaldehit katılmaktadır. Bu tür reçineler yapılarında reaktif metilol grubu içermediklerinden sertleştirici kullanılmadan sertleşmezler. Formaldehit/fenol > 1 (1.5-2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir. Odun kompozit ürünler üretiminde resol tipi fenol formaldehit reçineleri kullanılmaktadır. Odunun yapıştırılmasında kullanılan resol tip reçine için formaldehit/fenol mol oranı 1.6/1.0-2.5/1.0 arasındadır. Formaldehitin fazla olması; sertleşmiş durumda rutubete karşı mükemmel bir direnç, düşük tutuşma kabiliyeti ve yüksek çekme direnci sağlamaktadır [57,58,59,60,61].

Hava şartlarına karşı dayanıklı oluşu nedeniyle daha çok açık hava ve klimatize edilemeyecek yerlerde kullanılacak levhaların üretiminde kullanılır.

1.8.1.3. Resorsin Formaldehit Tutkalı

Her türlü açık hava şartlarına, kaynar suya, asitlere, düşük konsantrasyonlu alkalilere ve diğer çözücülere karşı dayanıklı bir tutkaldır. Fenol formaldehit reçinesine göre 5-6 misli daha pahalıdır. Resorsin formaldehit tutkalı soğukta bile şiddetli reaksiyona girmektedir. Bu nedenle kondenzasyon olayının uygun bir şekilde idare edilmesi gerekir. Resorsin tutkalını ucuzlatmak için içine fenol karıştırılır. Resorsin tutkalının soğukta ve sıcakta sertleşmesi için asidik katalizör kullanılmasına gerek yoktur. 30 °C'nin üstünde sertleşme çok hızlı bir şekilde olur [20,58].

Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalına oranla daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süre depolanabilmektedir [62]. Resorsin formaldehit sıvı halde olup kırmızımsıerguvanî renktedir. % 50-60 katı madde ihtiva eden sıvı halde piyasada bulunur. 20°C sıcaklıkta 9-12 ay depolanabilir.

1.8.1.4. Melamin Formaldehit

Melamin formaldehit (MF) reçineleri, üre formaldehit reçinesine benzer şekilde melamin ve formaldehit arasındaki kondenzasyon sonucunda elde edilir. Bu reçinelerin sertleşmesi için ısı ve asit katalizör gerekmektedir [63]. Açık renkli mükemmel bir dayanıklılığa sahip olan melamin formaldehit tutkalı, 60-70 °C sıcaklıkta

sertleşebilmektedir [64].

MF ve MÜF reçineleri daha çok dış ve iç ortamlardaki rutubetli yerlerde değerlendirilecek odun levhalarının üretimde ve düşük ve yüksek basınçlı kağıt laminatların hazırlanmasında ve yapıştırılmasında kullanılmaktadır. Üre formaldehit reçinesine göre en önemli üstünlüğü suya karşı çok daha dirençli olmasıdır [55,65]. Melamin reçinesi daha çok kat ve tabakalar halinde yapıştırılan ve kaynatmaya karşı dayanıklılık isteyen ağaç malzemenin yapıştırılmasında kullanılır.

1.8.1.5. İzosiyanat

Alışılmış bir tutkal olmayıp odunun hidroksil gruplarıyla bağlanmaktadır. İyi bir yapışma sağladığı takdirde suya, sulandırılmış asitlere ve alkollü sıvılara karşı iyi bir dirence sahiptir. İzosiyanat tutkalı su ihtiva etmez. Böylece tutkalın tümü yapıştırma yapar. Ayrıca bu tutkalın diğer önemli faydası da yapıştırma direncini düşüren ekstraktif maddelerin etkisini ortadan kaldırmasıdır.

1.8.1.6. Epoxy Tutkalı

İki komponentli, karışım oranı bire bir olan çok güçlü, çekme yapmayan bir epoxy yapıştırıcıdır. Şeffaf bir görünüm sağlar, yırtılmaya ve kesilmeye dayanıklıdır. Kuruması yavaş ve kururken şekillenebilir. Özellikle su içinde kullanılacak ağaç malzemelerin yapıştırılmasında, elektronik sistemlerde parçaların montajında (yapıştırılmasında) ve su ve diğer çözeltilere karşı izolasyonunda, seramik, beton, metal ve metal olmayan parçaların yapıştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüzey çekme mukavemeti 15 N/mm², su ve diğer çözeltileri geçirmez, % 100 reaktiftir, solvent içermez, su, yağ, benzin, terebentin, propilen glikol ve birçok kimyevi maddeye karşı dayanıklıdır [66].

1.8.2. Doğal Tutkallar

Doğal yapıştırıcı olarak, esas tutkallar olarak bilinen gluten olarak adlandırılan hayvansal tutkalları, bir asit ürünü olan kazein, fenol tutkallarıyla kombine yapıp piyasaya “fenalp” tutkalları adı altında sürülen albimün tutkalları, yağı alındıktan sonra posa kısmında bol miktarda protein ihtiva eden soya tutkalları ve lignin, tanen tutkalları

vb. tutkal türleri kullanılmaktadır.

Doğal tutkallar yongalevha endüstrisinde son derece düşük bir oranda kullanılmaktadırlar. Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. Bitkisel tutkalların, gelecekte yongalevha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yongalevha üretiminde kullanılabilme imkanları araştırılmış ve bu sanayii dalında kullanılabilceği saptanmıştır [67,68,69].

1.8.3. Anorganik Tutkallar

Bunlar; çimento, alçı ve magnezittir. Bağlama görevini bünyelerinden su kaybederek sağlamaları nedeniyle, bunlara hidrolik bağlayıcılar da denilmektedir. Genellikle inşaat sektöründe; prefabrik binaların duvarlarında, iç bölmelerinde ve yalıtım amacıyla kullanılan yonga ve lif levha ile çeşitli biçimdeki malzemelerde özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretiminde kullanılmaktadır. Magnezyum ve Portland çimentosu kullanılarak çimentolu yongalevha üretilmektedir. Erakhrumen ve arkadaşlarına göre; yongalevhada yapıştırıcı olarak kullanılan portland çimentosuna farklı oranlarda hindistan cevizi lifi ve karayip çamı talaşı katılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standartlara uygun çıkmıştır [70].

1.9. Katkı Maddeleri ve Dolgu Maddeleri

Ahşap esaslı levha üretiminde levha özelliklerini iyileştirmek amacıyla sentetik tutkala ilaveten bazı katkı maddeleri katılmaktadır. Bu katkı maddelerinin görevleri ise;

- a . Plastikleştirme.
- b . Stabilité sağlanması.
- c . Tutkal sürme niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilmesi.
- d . Tutkalın dağılma özelliğinin iyileştirilmesi.
- e . Yanmayı geciktirmesi.
- f . Koku gidermesi.
- g . Malzeme yüzeyine toz birikmesini önleme.
- h . Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengeleme.

1 . Bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilmesidir.

Kontrplak endüstrisinde tutkala, kullanım yeri, odun türü ve pres şartlarına göre çeşitli miktarlarda dolgu ve katkı maddeleri ilave edilmektedir. Genel olarak proteinli ve nişastalı maddeler katkı lignoselülozik maddeler ise dolgu maddeleri olarak tanımlanırlar. Amerikan standartlarında [71] ASTM-D-1907-77 katkı maddeleri; nispeten az miktarda yapıştırma özelliğine sahip, birim alana sürülen esas yapıştırıcının miktarını azaltmak için tutkala ilave edilen maddeler, dolgu maddeleri ise; genellikle yapıştırma özelliği olmayan ve tutkala onun çalışma özelliklerini, yeknesak dağılımını, direncini veya diğer özelliklerini iyileştirmek için ilave edilen maddeler olarak tanımlanmaktadır.

Katkı maddeleri (buğday, çavdar) tutkala ilave edilmekle karışımın viskozitesi ayarlanmakta, kaplama yüzeyinin ıslanabilme yeteneği artmakta, tutkalın kaplama içersine geçişini engellemekte, tutkal hattında oluşabilecek gerilimleri önemli oranda azaltmakta ve sıcak preste tutkalın viskozitesinin azalmasını engellemektedir.

Dolgu maddeleri lignoselülozik ve inorganik dolgu maddeleri şeklinde iki grupta ele alınabilir. Lignoselülozik dolgu maddeleri, ceviz, fındık gibi çekirdekli kabuk unları sayılabilir. İnorganik dolgu maddeleri ise çeşitli killer oluşturur. Dolgu maddeleri sınırlı miktarda ve yeteri kadar inceltmişse yapışma direncini önemli miktarda etkilememekte, oran artırılırsa tutkalın makinelerde sürülmesi zorlaşmakta ve yapışma direncinin azalmasına neden olmaktadır [72,73,74].

1.9.1.Sertleştirici

Ahşap esaslı levha üretiminde, tutkal hazırlama işleminden presleme zamanına kadar herhangi bir sertleşme göstermemelidir. Ancak presleme sırasında tutkalın kısa süre içerisinde sertleşmesi gerekmektedir. Bunun için de üre formaldehit tutkalında sertleştirici olarak amonyum klorür ve amonyum sülfattan yararlanılmaktadır.

1.9.2. Hidrofobik Maddeler

Yonga levha üretiminde boyut stabilizasyonunu sağlamak ve levhanın bir dereceye kadar su alarak şişmesini önlemek amacıyla hidrofobik maddeler kullanılır. En iyi hidrofobik madde parafindir. Çünkü parafinin su itici etkisi yüksek ergime noktası uygun ve diğer hidrofobik maddelere oranla daha ucuzdur. Papadopoulos ve Gkaraveli (2003)' e

göre proponik anhidrit kullanımı yongalevhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır [75]. Yusuf (1996) odun yongalarının su buharı ile muamelesi sonucu yongalevhanın boyutsal stabilizasyonunun arttığını bildirmiştir [76]. Unchi (1996)' e göre odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde pozitif etki yapmaktadır [77].

1.9.3. Koruyucu Maddeler

Odun kökenli levha ürünleri tropik bölgeler gibi Mantar ve böcek saldırısı tehlikesinin yüksek olduğu yerlerde kullanılmadan önce koruyucu maddelerle korunması önem arz etmektedir. Koruyucu madde olarak; pentaklorfenol başta olmak üzere, bakır pentaklorfenol, kromlu bakır arsenat, amonyaklı bakır arsenik, soydum florür veya sodyum slioklorür kullanılmaktadır [35]. Odun ürünlerinin yanma performansının geliştirilmesi, yanmayı geciktiren kimyasal madde muamelesi ile kolay bir şekilde sağlanabilir. Ancak pek çok muamele odun özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilir. Odun yanmasını geciktirmeye yönelik pek çok kimyasal sistem mevcuttur yaygın olarak kullanılan yangın geciktirici kimyasallar mono ve di- amonyum fosfat ,amonyum sülfat, boraks, borik asit ve çinko klorür gibi organik tuzlardır [78].

2.YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1.Yongalevha Üretimi

2.1.1. Materyal

2.1.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada farklı büyüme kusurlarına sahip tomruklardan üretilen kontrplak ve yongalevhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla K.T.Ü kampüsünden kesilen ikiz öz ,budak, reaksiyon kusurlarına sahip ve kusursuz fıstık çamı (Pinus pinea) tomrukları seçilerek yongalevha üretimi için ayrı ayrı gruplara ayrılmıştır.

2.1.1.2. Tutkal

Deneme levhalarının üretimi için üretici firmadan sağlanan üre formaldehid ve yüzeye dik çekme denemelerinde kullanılan polivinil asetat tutkallarının özellikleri aşağıda verilmiştir.

Üre Formaldehit Tutkalı:

Görünüş	Beyaz
Katı Madde Oranı (%)	55±1
Yoğunluk (20 °C)	1.22-1.23
Viskozite (20 °C)	100-200 cps
Akma Zamanı (20 °C)	25-45 sn
pH (20 °C)	7.5-8.5
Serbest Formaldehit (%)	0.8 max
Jelleşme Zamanı (100 °C)	15-25 sn

Polivinil Asetat Tutkalı:

Görünüş	Beyaz
Yoğunluk	1.1 g/ cm ³

Viskozite	160-200 cps
Bekletme süresi (20 °C)	0-15 dk
Pres Basıncı	2-5 kg
Pres Süresi (20 °C)	5-15 dk
Sertleşme Süresi	15 dk

2.1.1.3. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal çözeltisinde sertleştirici olarak, amonyum klorürün %20'lik sulu çözeltisi kullanılmıştır.

2.1.2. Deneme Levhalarını Üretimi

2.1.2.1. Yongaların Üretimi

Kaba yongalama işleminde kullanılan materyaller, kaba yongalama makinesinin kullanım talimatına uygun olacak şekilde 2.5 cm kalınlıkta biçilmiştir. Kaba yongalama işleminde; Robert Hildebrand marka, laboratuvar (20/6/2) tip, iki bıçaklı bir kaba yongalayıcı kullanılmıştır. Makine silindirinin altında mevcut kesici ızgara sayesinde yaklaşık aynı boyutlarda yonga elde edilmektedir. Kaba yongalama makinesinde elde edilen yongalar; 6 çekiç, 16 bıçaktan oluşan bıçak halkalı ince yongalama makinesinde levha üretimi için uygun boyutlara getirilmiştir.

2.1.2.2. Yongaların Elenmesi

Yongaların tasnif edilmesinde Algemaier marka, yatay hareket eden dört kademli bir elek kullanılmıştır. 3 mm gözenekli elek üzerine kalan yongalar tekrar ince yongalama makinesinde yongalanmışlardır. 3 mm gözenekli elekten geçip 1.5 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar orta tabakada, 1.5 mm gözenekli elekten geçen 0.5 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar ise dış tabakalarda kullanılmak üzere tasnif edilmiştir.

2.1.2.3. Yongaların Kurutulması

Elenen yongalar, laboratuvar tipi kurutma fırınında 90°C'de %3 rutubete kadar kurutulmuşlardır.

2.1.2.4. Tutkallama

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

Tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabaka için %11, orta tabaka için ise %9 oranında tutkal kullanılmıştır. Hazırlanan tutkal çözeltisine sertleştirici madde olarak %1 oranında %20'lik amonyum klorür ilave edilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen deneme levhası tipleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Yongalevha deneme levhası tipleri

Levha Tipi	Açıklama
Kontrol	Kusursuz tomruktan üretilmiş
A Grubu	İkiz öz kusurlu tomruktan üretilmiş
*B Grubu	Budak kusurlu tomruktan üretilmiş
C Grubu	Reaksiyon kusurlu tomruktan üretilmiş

* Budaklı tomruklar bir metrede 4 veya 5 tane budak bulunacak şekilde seçilmiştir.

2.1.2.5. Levha Taslağının Hazırlanması

Levha taslağının hazırlanmasında 53x50 cm boyutlarında şekillendirme çerçevesi ve 1.8 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılmıştır. Üretilen levhaların dış tabakaları, %40'ini orta tabaka ise %60'ini oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. Levha özgül ağırlığı 0.65 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Presten çıkış rutubeti %8 olarak tayin edilmiştir. Çerçeve pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra, önce tutkallanmış dış tabaka yongaları el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde serilmiş ardından tutkallanmış orta tabaka ve

ardından diğ er dış tabaka yongaları serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılmıştır. şekillendirme tablası yavaş yavaş ve levha kenarına zarar vermeden çıkarılmıştır. Daha sonra levha taslığı üzerine üst pres sacı yerleştirilerek preslemeye hazır hale getirilmiştir.

2.1.2.6. Presleme

Levha taslakları; presleme alanı 70x89 cm olan, elektrikle ısıtılan laboratuvar tipi tek katlı bir hidrolik preste preslenmiştir. Preslemede 1.8 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılarak tüm levhaların homojen kalınlıklarda olmaları sağlanmıştır. Her levha tipinden 2'şer adet olmak üzere toplam 8 adet levha üretilmiştir. Pres sıcaklığı 149°C, pres süresi 10 dakika ve pres basıncı 23-25 kg/ cm² olarak uygulanmıştır.

2.1.2.7. Presleme Sonrası İşlemler

Levhalar preslendikten sonra tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için, pres sacları arasında soğuyuncaya kadar bekletilmiştir. Bu şekilde soğuyan levhalar, TS 642 [79] standardına uygun olarak 18-22 °C sıcaklık ve %60-70 bağıl nem şatlarındaki iklimlendirme odasında üç hafta süre ile bekletilmiş ve iklimlendirilen bu levhalardan denemeler için gerekli örnekler kesilmiştir.

2.2. Kontrplak Üretimi

2.2.1. Materyal

2.2.1.1. Ağaç Malzeme

Kontrplak üretimi için K.T.Ü kampüsünden kesilen ikiz öz ,budak, reaksiyon kusurlarına sahip ve kusursuz fıstık çamı (Pinus pinea) tomrukları seçilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olarak her biri sahip oldukları kusur türüne göre gruplara ayrılmıştır.

2.2.1.2. Tutkal

Deneme levhalarının üretimi için üretici firmadan sağlanan üre formaldehid tutkalının özellikleri aşağıda verilmiştir.

Üre Formaldehit Tutkalı:

Görünüş	Beyaz
Özgül Ağırlık	0.5 g/ cm ³
Viskozite (20 °C)	8000-12000 mpa*s
pH (20 °C)	5-6

2.2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

2.2.2.1. Tomrukların Hazırlanması

30-35 cm çaplardaki tomruklar soyma makinesine uygun olarak 65 cm uzunluğa kesilmiştir. Daha sonra kabukları temizlenerek kaplama üretimine hazırlanmıştır.

Tablo 2. Kontrplak deneme levhası tipleri

Levha Tipi	Açıklama
Kontrol	Kusursuz tomruktan üretilmiş
D Grubu	İkiz öz kusurlu tomruktan üretilmiş
*E Grubu	Budak kusurlu tomruktan üretilmiş
F Grubu	Reaksiyon kusurlu tomruk üretilmiş

* Budaklı tomruklar bir metrede 4 veya 5 budak bulunacak şekilde seçilmiştir.

2.2.2.2. Soyma Kaplamaların Elde Edilmesi

Tomrukların soyulması K.T.Ü Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği kontrplak pilot tesisinde bulunan maksimum 80 cm uzunluğunda ve 40 cm çapında tomruk soyabilen kaplama soyma makinesinde gerçekleştirilmiştir. Tomruklar bu kaplama soyma makinesi ile 7 cm çapa kadar soyulabilmektedir. Soyma işleminde kaplama kalınlığı 2 mm olarak alınmıştır. Daha sonra 65 cm genişliğindeki sonsuz bant, giyotinde 50 cm uzunluğunda boylara ayrılmıştır. Her bir kaplama üretildiği tomruğun özelliklerine göre işaretlenmiştir.

2.2.2.3. Kaplama Levhalarının Kurutulması

Farklı büyüme kusurlarına sahip tomruklardan üretilen kaplamalar ayrı ayrı teknik kurutmaya tabi tutulmuştur. Kurutma sıcaklığı 130 °C, süresi ise 6 dakika olarak ayarlanmış, levhaların % 5-8 rutubete kadar kurutulmaları sağlanmıştır.

2.2.2.4. Kaplama Levhaların Klimatize Edilerek Tutkallanmaya Hazırlanması

Kurutma işleminden sonra levhaların rutubeti homojen olmadığından, bunlar hava almayacak şekilde gruplara ayrılarak paketlenmişlerdir.

2.2.2.5. Tutkal Çözeltisinin Hazırlanması ve Tutkallama

Yapıştırıcı madde olarak üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Kullanılan tutkalda dolgu maddeleri ve katkı maddeleri tutkalın içinde hazır olarak bulunmaktadır. Bu nedenle tutkala dolgu ve katkı maddesi eklenmemiştir.

Kaplama levhalarının tutkallanmasında, dozajlaşma silindirlerine sahip, tutkallama makine kullanılmıştır. Tutkal kaplama levhanın tek yüzeyine sürülmüştür. Her bir levhaya 140 gr / m² gr tutkal sürülmüştür. Levhaların tutkallanma öncesi ve sonrası tartılması suretiyle kullanılan tutkal miktarı kontrol edilmiştir. Tutkallanan levhalar lifleri birebirine dik ve kaplama sıkı yüzeyleri kontrplak taslağının üst yüzeyinde kalacak şekilde üst üste yerleştirilmişlerdir.

2.2.2.6. Presleme

Tutkallama işleminden sonra, lifleri birbirine dik gelecek şekilde üst üste yerleştirilen 3 tabakalı 65x50 cm boyutlarındaki kontrplak taslaklarının preslenmesi laboratuvar tipi, presleme alanı 70x89 cm, elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik preste gerçekleştirilmiştir.

Tüm levhaların preslenmesinde pres basıncı 12 kg/ cm² ve pres sıcaklığı 120 °C olarak uygulanmıştır. Presleme süresi levha kalınlığı esas alınarak, her bir mm kalınlık için 1dk olacak şekilde 6 dakika olarak belirlenmiştir. Her bir grup için 2 adet levha üretilmiştir.

Pres sonrası iç ve dış tabakalar arasındaki rutubet ve sıcaklık farklılığını gidermek amacıyla üretilen kontrplaklar istif latası kullanılmaksızın üst üste konarak bir hafta süreyle istiflenmişlerdir. Bu şekilde kontrplakların tedrici olarak soğumaları sağlanarak biçim değişiklikleri önlenmiştir.

2.3. Araştırma Yöntemi

2.3.1. Anatomik Çalışmalar

2.3.1.1. Odun Elemanlarının Özelliklerinin Belirlenmesi

Odun elemanlarının özelliklerini incelemek amacı ile odundan mikrotomla enine kesit örnekleri alındı. Lif boyu ve genişliği ölçümü için ise kibrit çöpü büyüklüğünde hazırlanan odun örnekleri perasetik asitle (Franklin) yöntemi ile masere edildi. Hazırlanan kesitlerden ve masere örneklerinden mikroskop slayttı (preparat) hazırlandı. Daha sonra mikroskopta slaytların fotoğrafları çekildi. Bu fotoğraflar DIGIMIZER görüntü işleme programı ile analiz edilerek lif boyu ,lif genişliği ve 1 mm² deki yaz odunu ve ilkbahar odunu sayısı belirlendi [80].

2.3.2. Fiziksel Özellikler

2.3.2.1. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık: yongalevhanın fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biri olup, TS EN 323/1 (1999)' de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir [81].

$$D = \frac{M}{a \times b \times d} \quad (g/cm^3) \quad (1)$$

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

M= Ağırlık (gr)

a= Örnek genişliği (mm)

b= Örnek uzunluğu (mm)

d= Örnek kalınlığı (mm)

2.3.2.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir [82]. Rutubet miktarının belirlenmesinde eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyleri tamamlandıktan sonra kırılan parçalardan yararlanılmıştır. 50X50 mm boyutlarında hazırlanan 20 adet örneğin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlılıkta analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiştir ve 103 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bunlara göre örneklerin rutubeti (r) ;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

m= Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m_0 = Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

2.3.2.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

2 ve 24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için EN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır [83]. Örneklerin kalınlıkları tam orta noktasından ± 0.01 mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve 19-21 °C sıcaklıktaki temiz suda, su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları (KA);

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

e_y = Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

e_k =Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)

2.3.3. Mekanik Özellikler

2.3.2.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi EN 310 (1993) standardına uygun olarak yapılmıştır [84] 400x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deneme makinesinde yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 1-2 dak. içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci;

$$\sigma_e = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times d^2} \text{ kg/cm}^2 \quad (4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F= Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L=Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d= Örnek kalınlığı (cm)

b= Örnek genişliği (cm)

2.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülü EN 310 (1993) standardına uyularak belirlenmiştir [84]. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen 20 adet örneğin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komperatör ile 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet makine göstergesinden 1 kg duyarlıkta belirlenmiştir. Elastikiyet modülü (E):

$$E = \frac{FxL^3}{4x\Delta exbxd^3} \text{ kg / cm}^2 \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

Δe = Eğilme miktarı (sehim) (cm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)

2.3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci deneyi EN 319 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [85]. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerin boyutları 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip kayın takozlar yapıştırılmıştır. Bu amaçla polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır. Kayın takoz yapıştırılmış örnekler işkencelerle sıkıştırılmış, sıkıştırma süresi bir gün olarak belirlenmiştir. Kırılmaları levha yüzeylerine çok yakın örnekler hesaplara dahil edilmemiştir. Yüzeye dik çekme direnci;

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{\max}}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

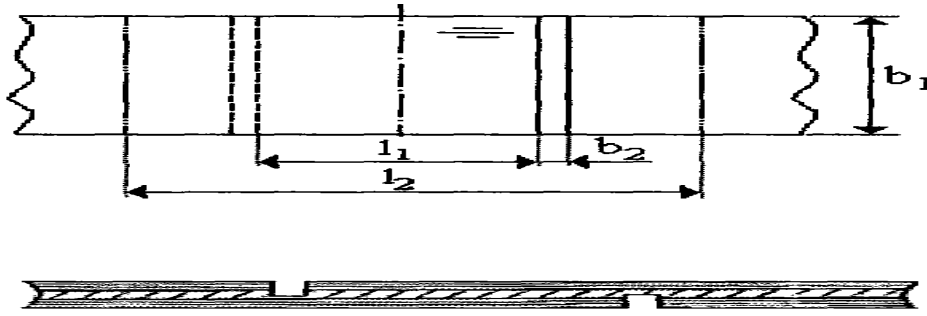
F_{max} =Kırılma anındaki max kuvvet (kg)

A =Örnek enine kesit alanı (cm^2)

2.3.2.4. Çekme Makaslama Direnci

Deney örneklerinin hazırlanması ve deneylerin yapılması TS EN 314-1 (1998)' de belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir [86]. Bu standarda göre, 3 tabakalı kontrplak levhaları için hazırlanan çekme makaslama direnci test örneği şekil 13'de gösterilmiştir.

Hazırlanan örnekler klima odasında %65±5 bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta bekletilmiştir. Klimatiza işleminden sonra örnek boyutları 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür.



Şekil 13. Üç tabakalı kontrplak levhası için çekme- makaslama direnci test örneği

Şekilde;

l_1 : Makaslama uzunluğu (25 ± 0.5 mm)

b_1 : Makaslama genişliği (25 ± 0.5 mm)

l_2 : Sıkıştırma çenesi 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:

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{max}}{I_1 \cdot b_1} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (7)$$

2.4. İstatistik Yöntemler

Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla ikiden fazla örnek ve bir faktör söz konusu olunca basit varyans, iki faktör ve ikiden fazla örneklemelemlerle ise çoğul varyans analizleri kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadıkları belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır [87].

3.BULGULAR

3.1. Anatomik Özellikler

3.1.1. Fıstık Çamı Odunun Kusur Türüne Göre Anatomik Özellikleri

Fıstık Çamı odunun kusur türüne göre 1 mm² deki traheid sayısı Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Kusur türüne göre 1 mm² deki traheid sayısı

Kusur Türü	İlkbahar Odunu (0.5 mm²)	Yaz Odunu (0.5 mm²)	Genel (1 mm²)
Kusursuz odun	206	352	558
Budak kusuru bulunan odun	263	505	768
İkiz öz kusuru bulunan odun	266	510	766
Reaksiyon kusuru bulunan odun	287	523	810

Fıstık çamı odunun kusur türüne göre traheid boyutları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Kusur türüne göre traheid boyutları

Kusur Türü		Lif Uzunluğu (mm²)	Lif Genişliği (Mikron)	Çeper Kalınlığı (Mikron)	Lümen Çapı (Mikron)
Kusursuz odun	x	3.629	54	19	17
	s	0.495	10	3	4
	Min.	2.594	38	14	11
	Max.	4.380	74	25	25
Budak kusuru bulunan odun	x	3.715	53	17	19
	s	0.752	14	4	7
	Min	2.181	33	13	7
	Max	4.882	85	26	33
İkiz öz kusuru bulunan odun	x	4.015	53	16	22
	s	0.444	12	2	8
	Min.	3.146	38	12	7
	Max.	4.820	71	18	35
Reaksiyon kusuru bulunan odun	x	3.188	59	20	20
	s	0.542	11	3	5
	Min.	2.301	42	20	13
	Max.	4.207	81	27	28

Not: x- Aritmetik Ortalama, s- Standart Sapma, v- Varyasyon Katsayısı (%),
Min-Minimum değer, Max- Maksimum değer

3.2. Yongalevha Özellikleri

3.2.1. Fiziksel Özellikler

3.2.1.1. Özgül Ağırlık

Deneme levhalarına ait ortalama özgül ağırlık değerleri Tablo 5’de verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 5. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm³)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	0.638	0.030	4.70
A	0.628	0.020	3.18
B	0.643	0.023	3.57
C	0.632	0.027	4.27

Ortalama özgül ağırlık üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Ortalama özgül ağırlık üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	.003	3	.001	1.489	Ö.D.
Gruplar içi	.050	76	.001		

Ortalama özgül ağırlık üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi %5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.2.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarları Tablo 7’de verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 7. Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarları (%)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	9.45	0.48	5.07
A	9.61	0.68	7.07
B	9.57	0.55	5.74
C	9.54	0.60	6.20

Ortalama rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Ortalama rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	.272	3	.091	.260	Ö.D.
Gruplar içi	26.496	76	.349		

Ortalama rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi %5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.2.1.3. Kalınlık Artışı

Deneme levhalarının ortalama kalınlık artış oranları tablo 9 da verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 9. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artış oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	X	S	V
Kontrol	2	28.99	2.06	7.10
	24	35.27	1.73	4.90
A	2	27.55	1.48	5.37
	24	33.69	1.87	5.55
B	2	28.87	1.38	4.78
	24	34.94	1.25	3.57
C	2	31.58	1.56	4.93
	24	37.64	2.00	4.14

2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 10. 2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	171,153	3	57,071	21,294	***
Gruplar içi	203,61	76	2,67		

2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile bazı levha grupları arasındaki farklar önemli fakat Kontrol ve B grupları arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. İki saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. 2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Kontrol	28.99 a
A	27.55 b
B	28.87 a
C	31.58 c

24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. 24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	164.784	3	54.595	20.650	***
Gruplar içi	200.930	76	2,64		

24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile bazı levha grupları arasındaki farklar önemli fakat Kontrol ve B grupları arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. İki saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 13 'de verilmiştir.

Tablo 13. 24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Kontrol	35.27 a
A	33.69 b
B	34.94 a
C	37.64 c

3.2.2. Mekanik Özellikler

3.2.2.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 14'de verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 14. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	10.67	1.11	10.40
A	9.43	1.36	14.42
B	9.84	1.32	13.41
C	8.61	1.33	15.44

Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	42.208	3	14.736	8.923	***
Gruplar içi	125.512	76	1.651		

Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile bazı levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmış fakat A ve B grupları arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman- Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Kontrol	10.67 a
A	9.43 b
B	9.84 b
C	8.61 c

3.1.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama elastikiyet modülü değerleri Tablo 17’de verilmiştir. Denemeler $n = 20$ örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 17. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm^2)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	1218.99	135.02	11.07
A	1075.13	75.85	6.97
B	1107.56	96.76	8.73
C	998.29	75.50	7.56

Elastikiyet modülü üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Elastikiyet modülü üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	503587.10	3	167862.36	17.19	***
Gruplar içi	741872.30	76	9761.47		

Elastikiyet modülü üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile bazı levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmış fakat A ve B grupları arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Kontrol	1218.99 a
A	1075.13 b
B	1107.56 b
C	998.29 c

3.2.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri Tablo 20’de verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 20. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	0.232	0.056	24.13
A	0.181	0.038	20.99
B	0.207	0.054	26.08
C	0.147	0.026	17.68

Yüzeye dik çekme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Yüzeye dik çekme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	.080	3	.027	13.181	***
Gruplar içi	.155	76	.002		

Yüzeye dik çekme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile bazı levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmış fakat Kontrol, B ve B, A grupları arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Yüzeye dik çekme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Kontrol	0.232 a
A	0.181 b
B	0.207 ab
C	0.147 c

3.3. Kontrplak Özellikleri

3.3.1. Fiziksel Özellikler

3.3.1.1.Özgül Ağırlık

Deneme levhalarına ait ortalama özgül ağırlık değerleri Tablo 23’de verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 23. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm³)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	0.502	0.042	8.36
D	0.530	0.036	6.79
E	0.503	0.055	10.93
F	0.528	0.028	5.30

Ortalama özgül ağırlık üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Ortalama özgül ağırlık üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	.014	3	.005	2.627	Ö.D.
Gruplar içi	.133	76	.002		

Ortalama özgül ağırlık üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi %5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.3.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarları Tablo 25’de verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 25. Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarları (%)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	12.92	2.55	19.73
D	12.30	0.39	3.17
E	12.43	1.29	10.37
F	12.63	0.48	3.78

Ortalama rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Ortalama rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	4.336	3	1.445	.673	Ö.D.
Gruplar içi	163.281	76	2.148		

Ortalama rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi %5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.2.1.3. Kalınlık Artışı

Deneme levhalarının ortalama kalınlık artış oranları tablo 27’ de verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 27. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artış oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	X	S	V
Kontrol	2	6.85	2.41	35.18
	24	10.21	2.66	26.05
D	2	7.44	1.90	25.53
	24	11.05	3.13	28.32
E	2	6.55	3.45	52.67
	24	9.30	2.52	27.09
F	2	7.09	2.14	30.18
	24	10.42	2.10	20.15

2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar tablo 28’ de verilmiştir.

Tablo 28. 2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	8.513	3	2.838	.437	Ö.D.
Gruplar içi	493.827	76	6.498		

2 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar tablo 29’ da verilmiştir.

Tablo 29. 24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	31.193	3	10.398	1.501	Ö.D.
Gruplar içi	526.407	76	6.926		

24 saat suda bekletme sonucu oluşan ortalama kalınlık artışı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.3.2. Mekanik Özellikler

3.3.2.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 30’da verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 30. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	61,14	8,36	13,67
D	45,52	9,06	19,90
E	33,21	9,63	28,99
F	45,27	13,01	28,73

Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	7861.542	3	2620.514	25.305	***
Gruplar içi	7870.436	76	103.558		

Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile bazı levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmış fakat D ve F grupları arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman- Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Kontrol	61.14 a
D	45.52 b
E	33.21 c
F	45.27 b

3.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama elastikiyet modülü değerleri Tablo 33'de verilmiştir. Denemeler n = 20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 33. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	2626.41	358.06	13.63
D	1636.74	353.89	21.62
E	1593.12	577.14	36.22
F	1650.59	440.23	26.67

Elastikiyet modülü üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34. Elastikiyet modülü üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	15023818	3	5007939.395	25.670	***
Gruplar içi	14826507	76	195085.629		

Elastikiyet modülü üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile bazı levhalar arasındaki fark önemli çıkmış fakat D ve F grupları arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Kontrol	2626.41 a
D	1636.74 b
E	1593.12 b
F	1650.59 b

3.2.2.3. Çekme Makaslama Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri Tablo 36’da verilmiştir. Denemeler n = 30 örnek üzerinde yürütülmüştür.

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

Levha Tipi	X	S	V
Kontrol	0.812	0.126	15.51
D	0.654	0.114	17.43
E	0.411	0.110	26.76
F	0.742	0.181	24.39

Çekme makaslama direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Çekme makaslama direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	2.753	3	.918	49.810	***
Gruplar içi	2.137	116	.018		

Çekme makaslama direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Çekme makaslama direnci üzerine kusurlu ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Deneme levhalarının ortalama çekme makaslama direnci değerleri (N/mm²)

Varyans Kaynakları	Yüze Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Kontrol	0.812 a
D	0.654 b
E	0.411 c
F	0.742 d

4. TARTIŞMA

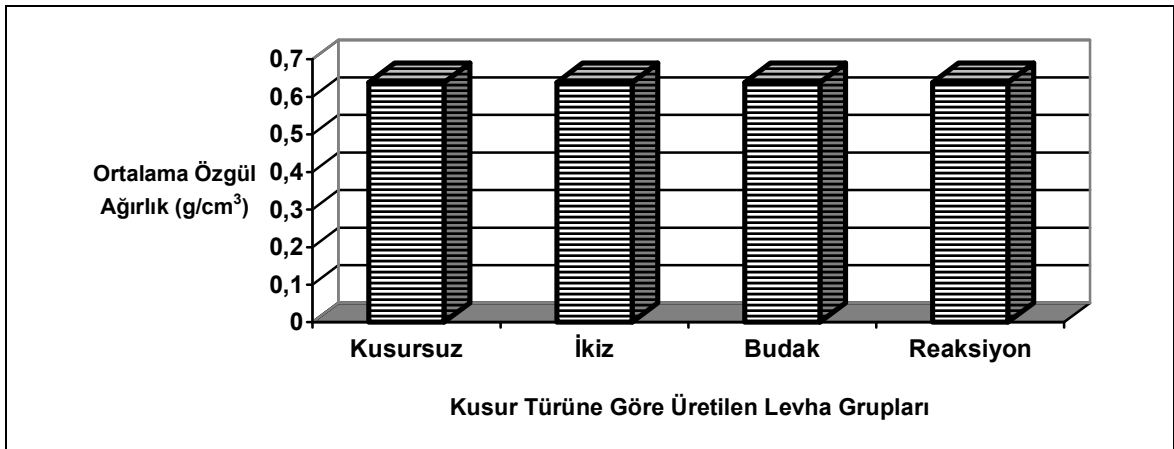
4.1.Yonga Levha Özellikleri

4.1.1. Fiziksel Özellikler

4.1.1.1.Özgül Ağırlık

Yapılan çalışmalar sonucu ; ortalama özgül ağırlık değerleri kusur bulunmayan tomruklardan üretilmiş olan levhalarda 0.638 g/cm^3 , ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.628 g/cm^3 , budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.643 g/cm^3 , reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda ise 0.632 g/cm^3 olarak bulunmuştur.

Ortalama özgül ağırlık değerleri her dört grup levhada da yaklaşık olarak eşit bulunmuştur. Bunun nedeni levhalar üretilirken yonga miktarı ve pres basıncının 0.65 g/cm^3 yoğunluk elde edilecek şekilde ayarlanmasıdır. Bu nedenle levha grupları arasında özgül ağırlık farkı oluşmamıştır. Bu durum istatistik testlerle de doğrulanmıştır. Özgül ağırlıkların eşit tutulmasında amaç, diğer fiziksel ve mekanik özelliklerin özgül ağırlığa bağlı olarak farklılık göstermesini önlemektir. Özgül ağırlık yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir [88]. Kusurlu ağaç türünün ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 12 'de gösterilmiştir.

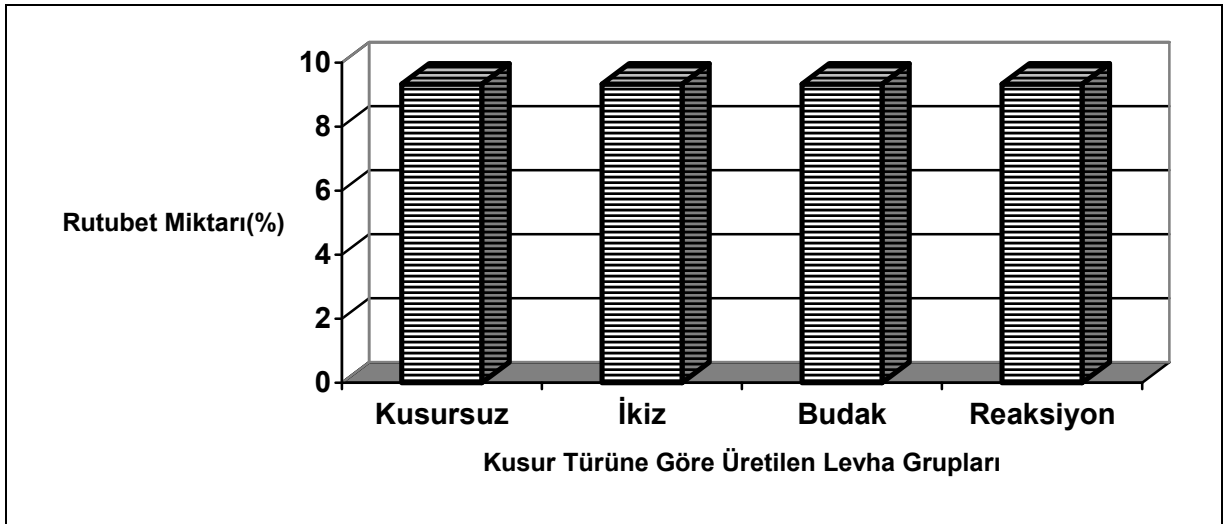


Şekil 12. Kusurlu ağaç türünün ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi

4.1.1.2. Rutubet Miktarı

Ortalama rutubet miktarı değerleri kusur bulunmayan tomruklardan üretilmiş olan levhalarda % 9.45, ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda % 9.61, budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda % 9.57, reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda ise % 9.54 olarak bulunmuştur.

Rutubet miktarı üzerine kusur türünün etkili olmadığı belirlenmiştir. Bu durum; levhaların üretiminden sonra test işlemi gerçekleştirilmeden aynı sıcaklık ve bağıl nem koşullarında eşit sürede depolanmasından kaynaklanmaktadır [89]. Rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi Şekil 13 'de verilmiştir.

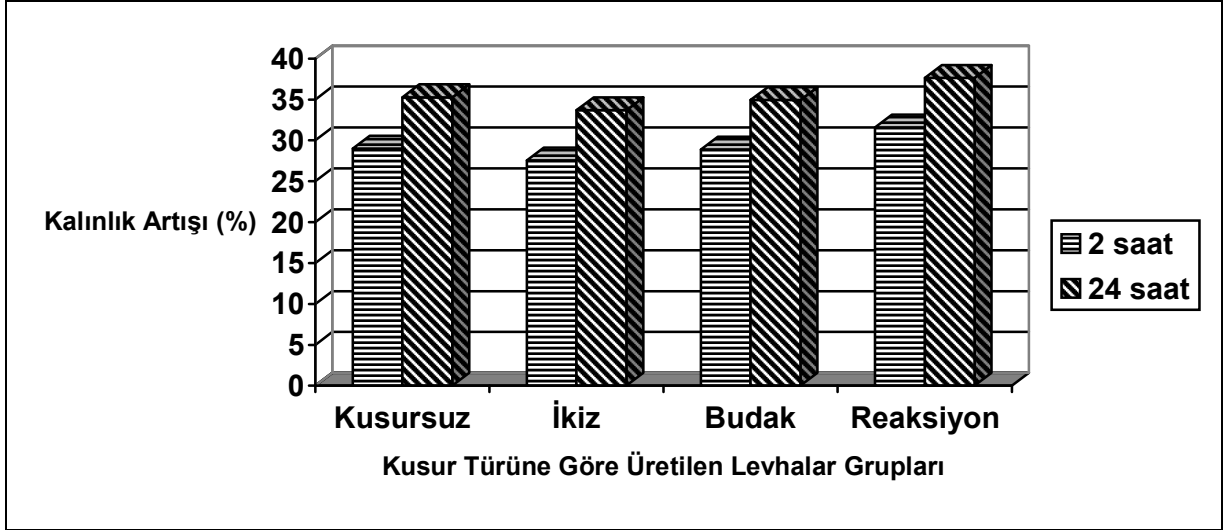


Şekil 13. Rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi

Fiziksel özelliklere ait bulgulardan yongalevhelerde su miktarı yüzdesine ait doneler önemli bulunmaktadır. Zira rutubet levhanın direnç özelliklerini ve özellikle yongaların yapışmasını büyük ölçüde etkilemekte başkaca rutubetteki değişmeler levha boyutlarındaki artma ve azalmalara neden olmaktadır. Böylece yongalevhelerin içerdikleri rutubet miktarları çoğunlukla levhanın kullanma yerindeki rutubet şartlarına uygun olmalıdır [90]. EN 312-1 (1996)' göre yongalevhelerde rutubet miktarının %9±4 arasında olması öngörülmektedir. Bu bakımdan üretilen levhalar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [91].

4.1.1.3. Kalınlık Artışı

Kalınlık artış değerleri kusursuz tomruklardan üretilen levhalarda, 2 saat için % 28.99, 24 saat için % 35.27, ikiz odun kusuru bulunan tomruktan üretilen levhalarda 2 saat için % 27.55 ,24 saat için % 33.69, budak kusuru bulunan tomruktan üretilen levhalarda 2 saat için % 28.87, 24 saat için % 34.94, reaksiyon kusuru bulunan tomruktan üretilen levhalarda ise 2 saat için % 31.58 , 24 saat için % 37.64 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışma ve bu çalışmanın istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu kusurlu ağaç türünün kalınlık artışı üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Üretilen levhalardan 2 ve 24 saat sürede kalınlık artımı; en fazla reaksiyon kusuru bulunan tomruktan üretilmiş levhalarda, en düşük değerler ise; ikiz odun kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda bulunmuştur. Kusurlu ağaç türünün kalınlık artımı üzerine etkisi Şekil 14’de gösterilmiştir.



Şekil 14. Kusurlu ağaç türünün kalınlık artımı üzerine etkisi

Reaksiyon odunundan, yani ; basınç odunu kullanılarak üretilen levhalarda en fazla kalınlık artımının olmasının nedeni basınç odununun özellikleri normal oduna kıyasla çok farklı olmasındandır. Mikroskopik özellikler bakımından basınç odunu normal oduna nazaran belirli farklılıklar gösterir. Basınç odunu traheidleri normal oduna göre daha kalın çeperlidir. Basınç odunu traheidlerinde çeperde S₃ tabakası yoktur. S₂ ise değişikliğe uğramıştır. S₂deki mikrofibril açısı normalden daha büyük olup 45° civarındadır. Çeperde boyuna yönde görülebilen helezon şeklinde çatlaklar bulunmaktadır. S₂ tabakası

normalden daha kalın olup, yaz odunu da eğri büğrüdür. Basınç odunu traheidleri aynı yıllık halkadaki basınç odunu traheidlerinden %10-40 daha kısadır. Literatürde basınç odununun traheidlerinde S₂ tabakasındaki yüksek mikrofibril açısı nedeniyle nem değişiklikleri ile daraldıkları veya önemli ölçüde şiştikleri belirtilmektedir. Bununla birlikte basınç odununda kalın hücre çeperleri ve çeperlerdeki çatlaklar nedeniyle yapışmanın düşük olduğu ifade edilmektedir. Tüm bu sebepler nedeniyle reaksiyon odunundan üretilen levhaların kalınlık artımı yüksek orandadır . Bu bakımdan üretilen levhalara ait sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [10,11,13,92].

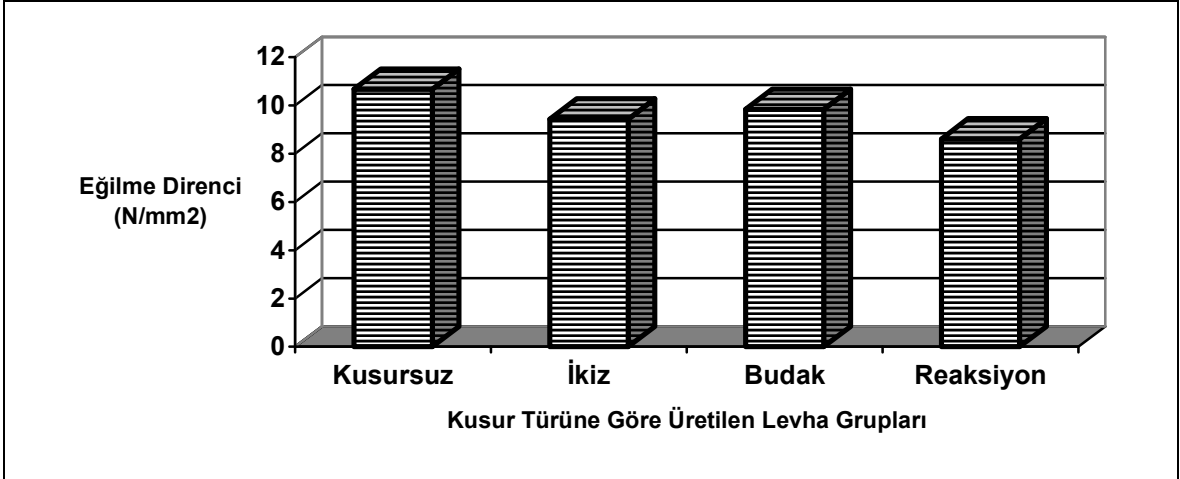
2 ve 24 saatlik sürelerde en düşük kalınlığına şişme oranı; ikiz öz kusuru bulunan tomruktan üretilmiş levhalarda görülmesinin nedeni olarak; ikiz öz kusuru bulunan tomruklarda kusur bulunmayan tomruklara göre öz odun kısmının daha fazla bulunması gösterilebilir. Literatürde öz odun kısmında ekstraktif maddelerin biriktiği belirtilmektedir. Ekstraktif maddeler su ve rutubete karşı koruyucu özellik taşımaktadır. Diğer bir faktör öz odunun düşük orandaki difüzyonu hücre boşluklarının yapışkan maddeler ve reçinelerle tıkanması olarak sıralanabilir. Bu bakımdan üretilen levhalara ait sonuçlar literatür bilgileri uyum göstermektedir. [11, 93, 94].

Normal tomruktan ve budak kusuru bulunan tomruktan üretilmiş levhalarda kalınlık şişme oranlarının birbirine yakın bulunmasının nedeni su alma oranının öz kütleyle, kullanılan ağaç türüne, tutkal miktarına ve cinsine, katkı maddelerine ve özellikle hidrofobik maddelerin miktarına bağlı olarak değişmesindedir. Bu faktörler açısından normal tomruk ve budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda önemli bir fark yoktur. Bu nedenle üretilen levhaların kalınlık artım oranı birbirine yakın bulunmuştur[95].

4.1.2. Mekanik Özellikler

4.1.2.1. Eğilme Direnci

Yapılan çalışmalar kusur türünün eğilme direnci üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Eğilme direnci ; kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalarda 10.67 N/mm², ikiz odun kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 9.43 N/mm², budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 9.84 N/mm² ve reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 8.61 N/mm² olarak bulunmuştur. Kusurlu ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 15' de gösterilmiştir.



Şekil 15. Kusurlu ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi

Reaksiyon odunu yani basınç odunu kullanılarak üretilen levhalarda en düşük eğilme direncinin görülmesinin nedeni; basınç odununda selüloz ve lignin oranlarının normal oduna göre farklı olmasından kaynaklanabilir. Basınç odununda selüloz oranı normal oduna nazaran % 20 oranında daha azdır. Buna karşı lignin oranı daha fazladır. Lignin oranının artması selüloz oranının düşmesi oduna sertlik kazandırmış, ancak odunu dayanıksız ve kırılğan yapmıştır. Bilindiği gibi Lignin şekilsiz bir maddedir ve mikrofibriller arasında çimento görevi yapar, selüloz mikrofibrilleri de çeperin demir çubukları gibidir. Selüloz mikrofibrillerinin azalması artan lignin maddesini etkisiz bırakır. Bunun sonucu levhalarda elastikiyet özelliğinin düşmesine neden olur. Ayrıca basınç odunu traheitlerinin çeperlerinin normal oduna göre daha kalın olması ve çeperlerde çatlaklar bulunması nedeni ile aynı basınç altında basınç odunundan üretilen levhalarda sıkıştırma oranının daha az olduğu belirtilmektedir. Bu azalış eğilme direncinin düşmesine neden olmaktadır [10,11,13,92,93].

Budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhaların eğilme direnci kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalara göre daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni olarak budak kusurunun odun yoğunluğunu artırması gösterilebilir.

Yapılan bir çalışmada çam türlerinde budaksız örneklerde 0.50 g/cm^3 olan yoğunluk değerinin az budaklı örneklerde 0.53 g/cm^3 'e, çok budaklı örneklerde ise 0.57 g/cm^3 'e yükseldiği belirtilmektedir. Literatürde özgül ağırlığı yüksek olan yongaların daha az sıkıştığı ve bununda eğilme direncini düşürdüğü ifade edilmektedir. Ayrıca yapılan bir çalışmada, hafif ve ağır odundan aynı özgül kütlede üretilmiş levhalardan hafif olanlarının

eğilme direncinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bakımdan üretilen levhalar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [34,89,96].

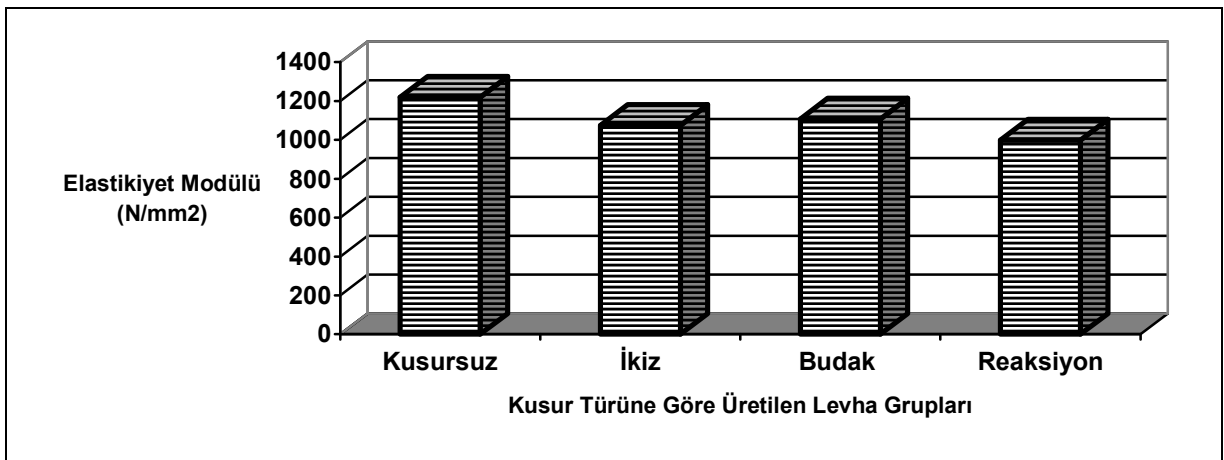
İkiz odun kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda eğilme direnci, kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalara göre daha düşüktür. Bunun nedeni ikiz öz kusuru bulunan tomruklarda kusur bulunmayan tomruklara göre öz odun kısmının daha fazla bulunması düşünülebilir. Literatürde öz odun kısmında ekstraktif maddelerin biriktiği belirtilmektedir. Ekstraktif maddeler tutkal tüketimi ve tutkalın sertleşmesi üzerine önemli bir rol oynamakta ve yapışmayı güçleştirmektedir. Bu da eğilme direncini düşürmektedir. Bu bakımdan üretilen levhalar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. [10,93,94].

4.1.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülü değerleri kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalarda 1218.99 N/mm^2 , ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 1075.13 N/mm^2 budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 1107.56 N/mm^2 ve reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 998.29 N/mm^2 olarak bulunmuştur.

Burada elde edilen değerler eğilme direnci değerleri ile doğrusal bir ilişki göstermiştir. Literatürde de eğilme direnci ile elastikiyet modülü arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Bu ilişkiye göre eğilme direnci için yapılan açıklamaların elastikiyet modülü içinde geçerli olduğu söylenebilir [97].

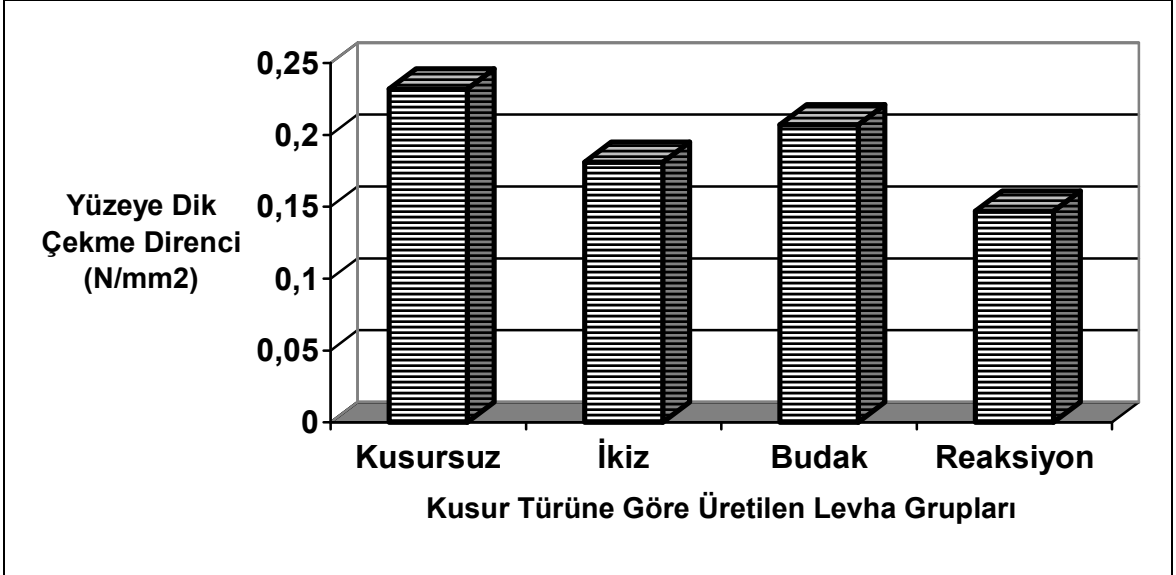
Üretilen levha gruplarına göre elde edilen elastikiyet modülü değerleri şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. Kusurlu ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi

4.1.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci değerleri kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalarda 0.232 N/mm^2 , ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.181 N/mm^2 budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.207 N/mm^2 ve reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.147 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalar sonucu kusurlu ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kusurlu ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi şekil 17'de gösterilmiştir.



Şekil 17. Kusurlu ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Basınç odunu kullanılarak üretilen levhalarda en düşük yüzeye dik çekme direnci görülmesinin nedeni olarak basınç odunu traheidlerinin çeperlerinin normal oduna göre daha kalın olması nedeni ile aynı basınç altında sıkıştırma oranının daha düşük olması düşünülebilir. Ayrıca basınç odunu traheidlerinin normal oduna göre kısa olması da direnç düşüklüğüne neden olarak gösterilebilir. Tüm sebepler nedeniyle yüzeye dik çekme direnci düşük bulunmuştur [10,11,13,92].

İkiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalara göre yüzeye dik çekme direnci biraz daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni olarak ikiz öz kusuru bulunan tomruklarda kusursuz

tomruklara nazaran öz odun kısmının daha fazla bulunması gösterilebilir. Tutkal tüketimi ve sertleşme üzerinde etkili olan ekstraktif maddeler öz odunda daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Yapışmayı olumsuz yönde etkileyen ekstraktif maddeler, üretilen levhaların yüzeye dik çekme direncini düşürmüştür [11,93,94].

Budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda yüzeye dik çekme direncinin kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalara göre düşük bulunmasının nedeni budakların odunun yoğunluğunu artırması nedeni ile aynı basınç altında daha az sıkışmalarındandır. Buda yüzeye dik çekme direncini düşürmektedir [34,88,89,96,98].

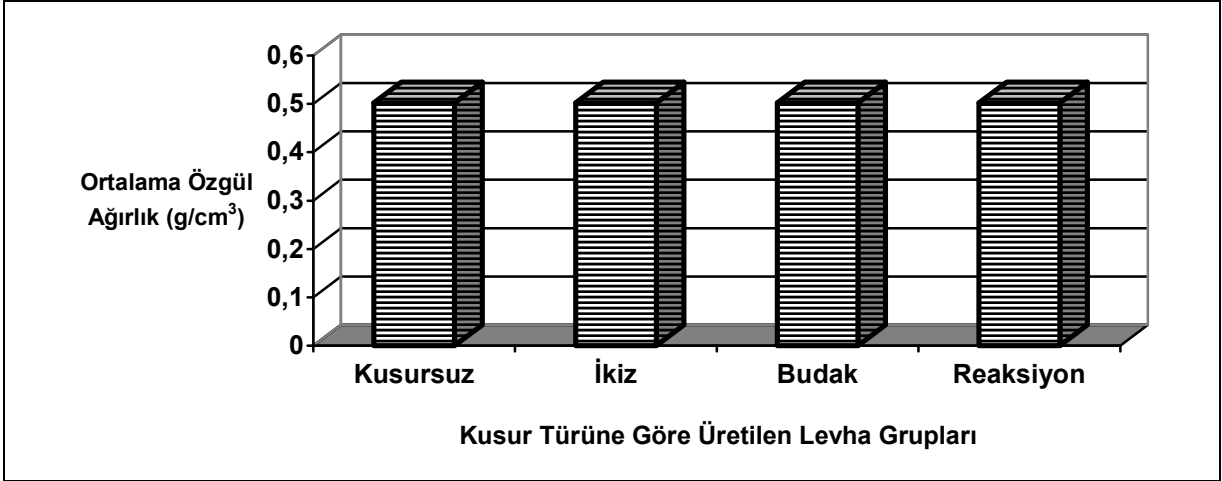
4.2. Kontrplak Özellikleri

4.2.1. Fiziksel Özellikler

4.2.1.1.Özgül Ağırlık

Yapılan çalışmalar sonucu ; ortalama özgül ağırlık değerleri kusur bulunmayan tomruklardan üretilmiş olan levhalarda 0.502 g/cm^3 , ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.530 g/cm^3 , budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.503 g/cm^3 , reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda ise 0.528 g/cm^3 olarak bulunmuştur.

Hava kurusu yoğunluk değerleri her dört grup levhada da yaklaşık olarak aynı bulunmuştur. Bu durum kontrplakların yoğunluğunun öncelikle üretiminde kullanılan ağaç türüne daha sonra tutkal karışım çözeltisine, (dolgu ve katkı maddelerinin tür ve miktarı) kaplama kalınlığına ve pres basıncına bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Bütün bu değişkenler üretilen levhalarda aynıdır. Bu nedenle levha grupları arasında yoğunluk farkı oluşmamıştır. Bu durum istatistik testlerle de doğrulanmıştır [99]. Kusurlu ağaç türünün ortamla özgül ağırlık üzerine etkisi şekil 18 'de gösterilmiştir.

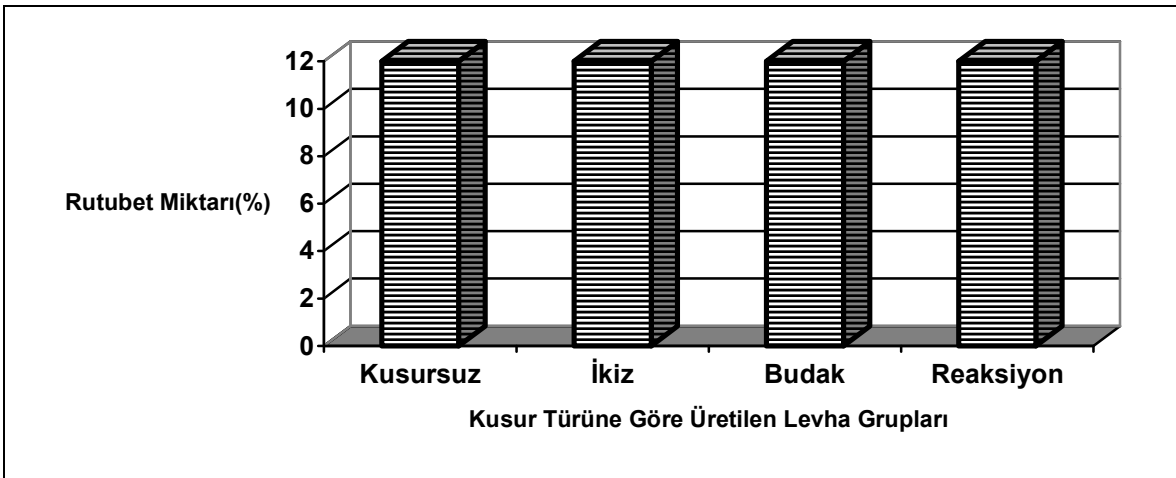


Şekil 18. Kusurlu ağaç türünün ortamla özgül ağırlık üzerine etkisi

4.2.1.2. Rutubet Miktarı

Ortalama rutubet miktarı değerleri kusur bulunmayan tomruklardan üretilmiş olan kontrplaklarda % 12.92, ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen kontrplaklarda % 12.30, budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen kontrplaklarda % 12.43, reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen kontrplaklarda ise % 12.63 olarak bulunmuştur.

Literatürde masif ağacın ve tabakalı ağaç malzemenin her türlü mekanik dirençlerinin bünyelerindeki su miktarına bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle mekanik ve fiziksel testlerin sonunda malzeme rutubeti saptanmalıdır [26]. Rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi şekil 19 'da verilmiştir.

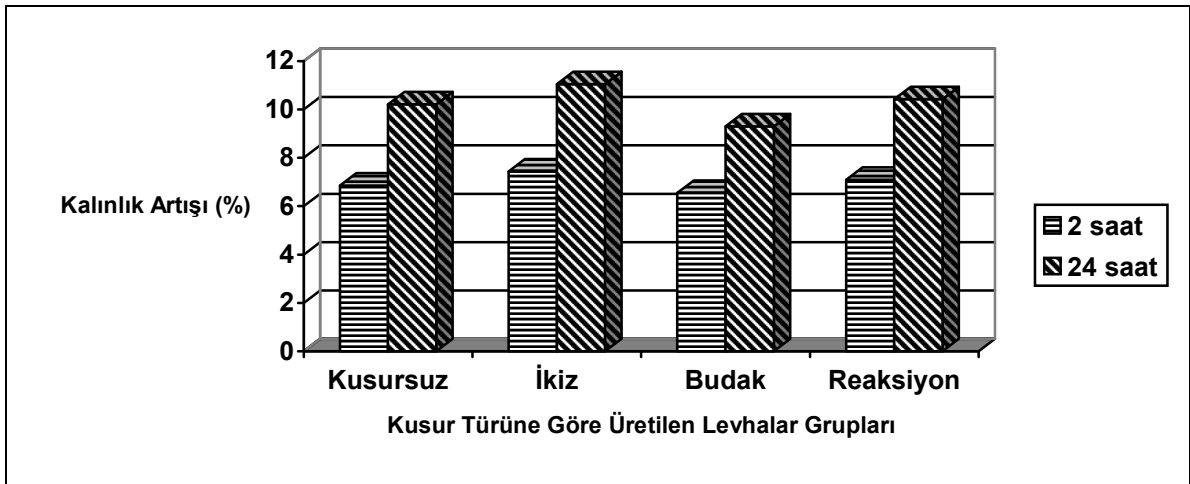


Şekil 19. Rutubet miktarı üzerine kusurlu ağaç türünün etkisi

4.2.1.3. Kalınlık Artışı

Kalınlık artış değerleri kusursuz odun kullanılarak üretilen levhalarda, 2 saat için % 6.85, 24 saat için % 10.21, ikiz odun kusuru bulunan tomruktan üretilen levhalarda 2 saat için % 7.44 ,24 saat için % 11.05, budak kusuru bulunan tomruktan üretilen levhalarda 2 saat için % 6.55, 24 saat için % 9.30, reaksiyon kusuru bulunan tomruktan üretilen levhalarda ise 2 saat için % 7.09 , 24 saat için % 10.42 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışma ve bu çalışmanın istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu kusur türünün kontrplaklarda kalınlık artışı üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir. Bu durum levhalar üretilirken ağaç türünün, kullanılan tutkal türünün ve miktarının, tutkalının uygulanma biçiminin , kaplamaların kurutulmasının , kontrplakları oluşturan tabaka sayılarının ve presleme şartlarının tüm levhalar için aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Literatürde bu değişkenlerin kontrplakların özelliklerini etkilediği belirtilmektedir [22].

Kontrplaklarda kalınlık artımı iki nedenden oluşmaktadır. Bunların birincisi pres basıncı nedeni ile azalmış olan kalınlığın zamanla başlangıçtaki durumuna gelmesi, yani zahiri kalınlık artışı diğeri ağacın lif doygunluk noktasına kadar adsorbe ettiği suyun neden olduğu gerçek kalınlık artımıdır. Bunlardan her ikisi de iç içedir. Pratik olarak ayırmaya olanak yoktur [26]. Kusurlu ağaç türünün kalınlık artımı üzerine etkisi şekil 20'de gösterilmiştir.

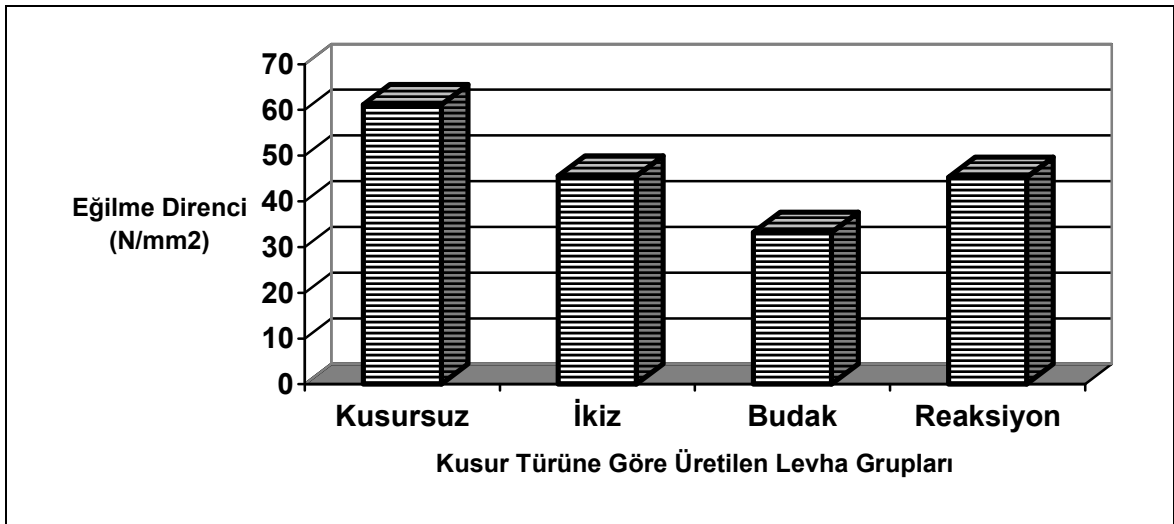


Şekil 20. Kusurlu ağaç türünün kalınlık artımı üzerine etkisi

4.2.2. Mekanik Özellikler

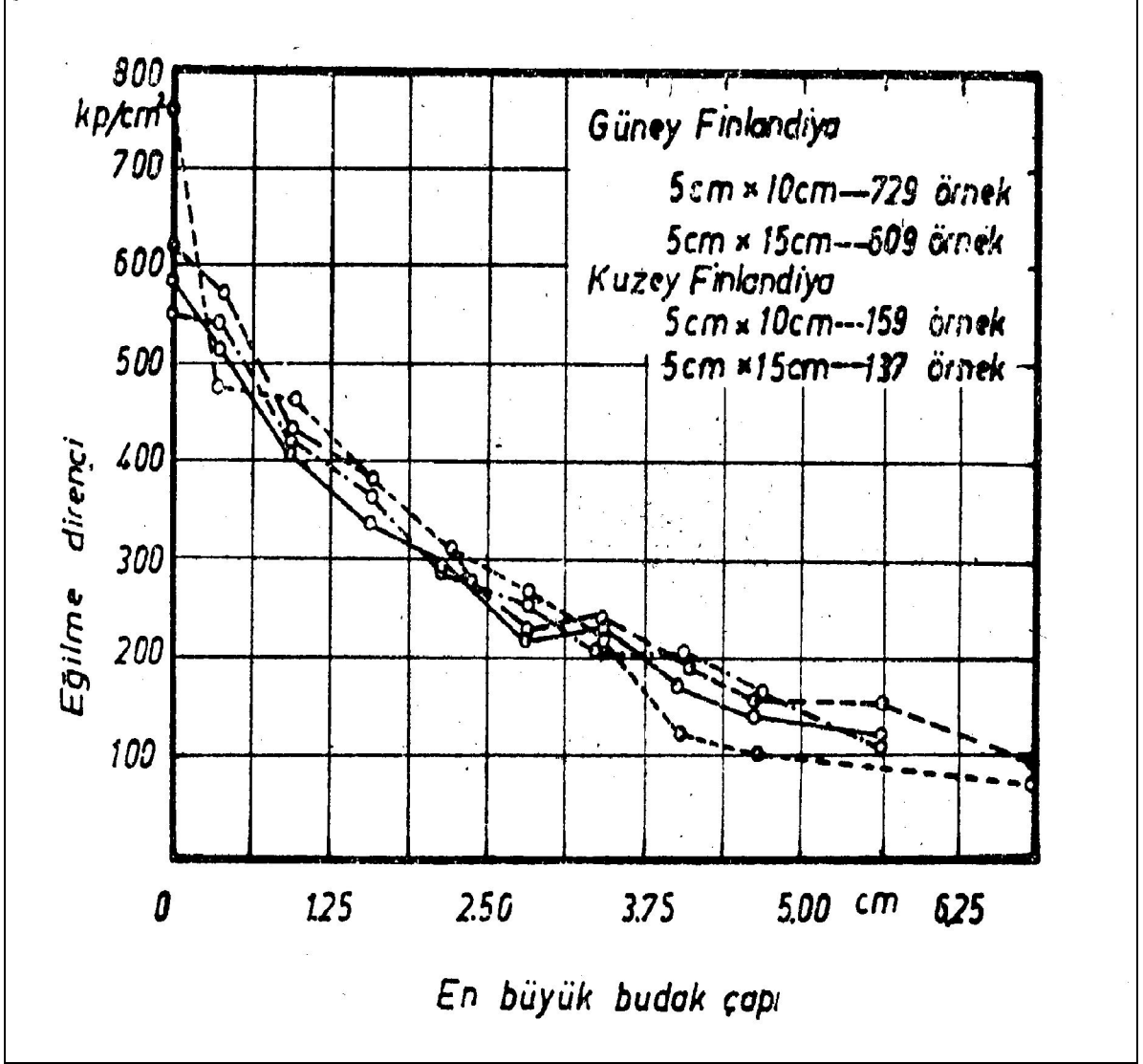
4.2.2.1. Eğilme Direnci

Yapılan çalışmalar kusur türünün eğilme direnci üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Eğilme direnci ; kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalarda 61.14 N/mm^2 , ikiz odun kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 45.52 N/mm^2 , budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 33.21 N/mm^2 ve reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 45.27 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Kusurlu ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi şekil 21' de gösterilmiştir.



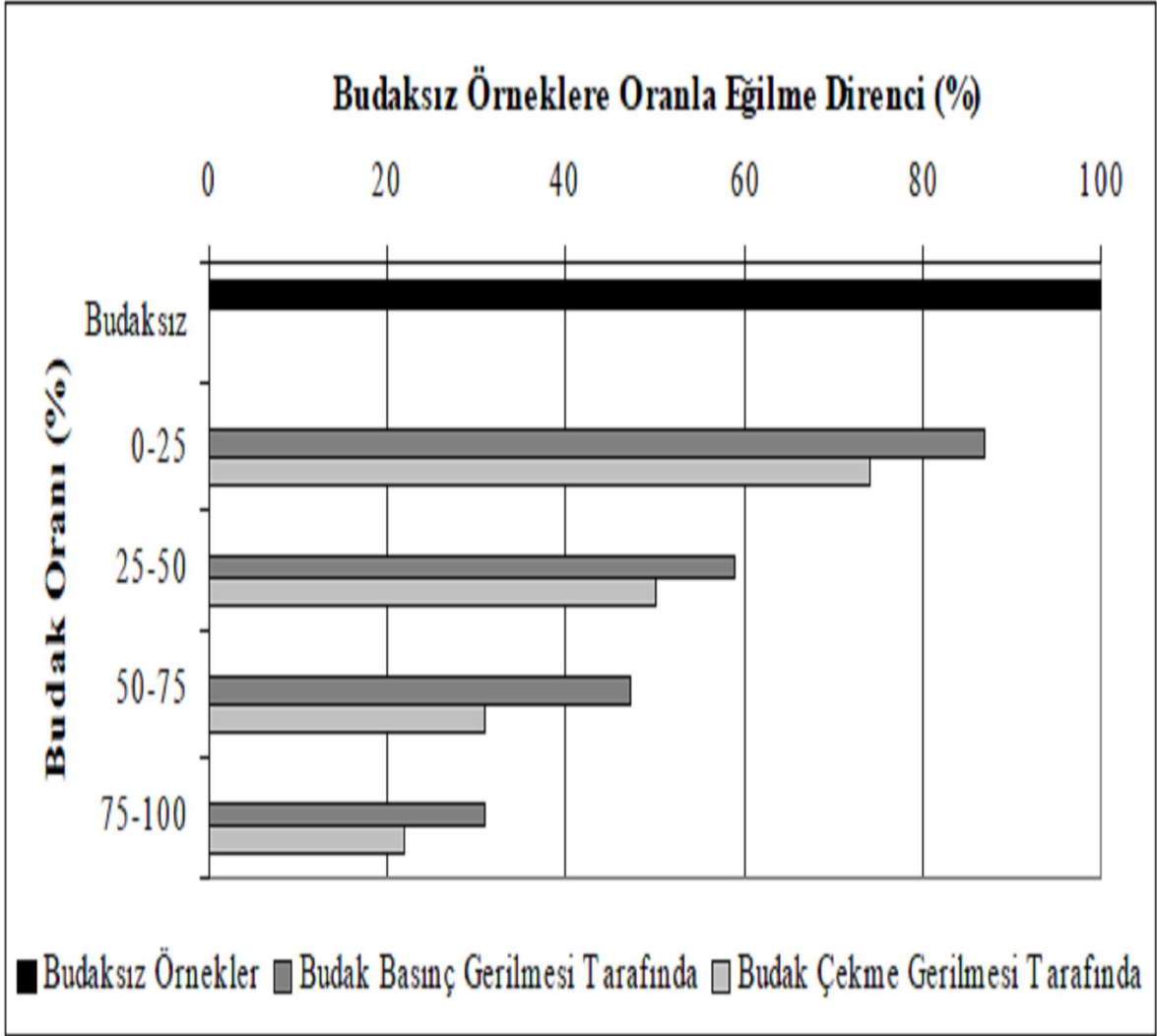
Şekil 21. Kusurlu ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi

En düşük eğilme direnci budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda görülmüştür. Bu durum; üretimde kullanılan ağaç cinsinin ve dolayısıyla masif ağacın eğilme direncinin, kontrplak eğilme direncini çok belirgin bir şekilde etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Masif ağacın eğilme direnci azaldıkça kontrplağın eğilme direncide azalır. Literatürde budak kusurunun masif ağacın eğilme direncini düşürdüğü belirtilmektedir. Eğilme direncinde budak çapı (dolayısıyla budak oranı) arttıkça eğilme direncinin azaldığı Finlandiya Sarıçamı odununda yapılan bir araştırma ile ortaya konulmuştur. Buna ait bir grafik Şekil 22'de verilmiştir.



Şekil 22. Finlandiya orijinli sarıçam kirişlerinde budak çapı-eğilme direnci ilişkisi [96].

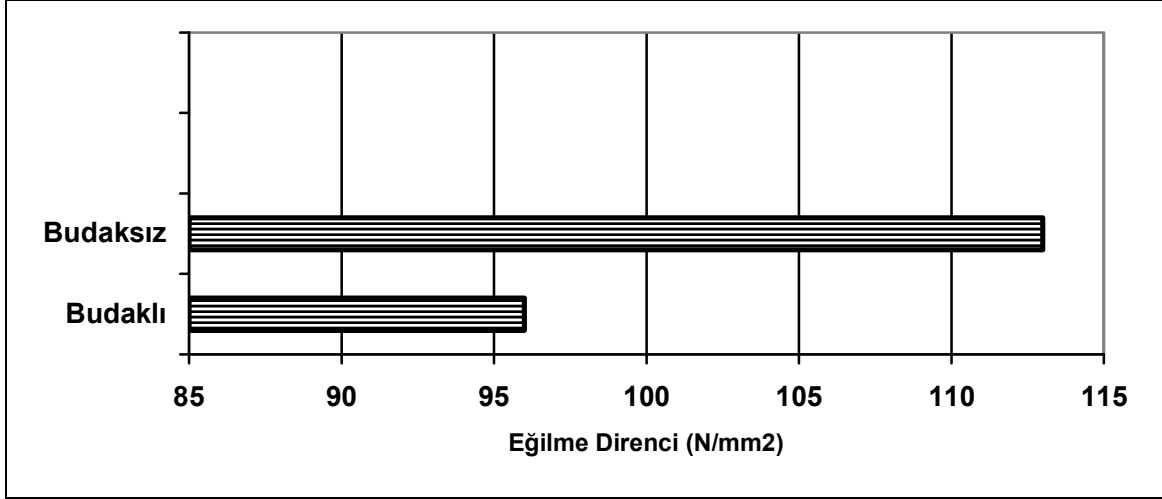
Şekilden de anlaşılacağı üzere budak çapının 1.25 cm olması durumunda eğilme direnci yaklaşık % 33 kadar, 2.5 cm olması halinde % 50 kadar, 3.75 cm olması durumunda ise % 66 kadar bir azalma göstermektedir. Bu oranlar Türkiye sarıçamında yapılan başka bir çalışmada tespit edilen direnç kaybı oranlarıyla büyük bir benzerlik göstermektedir. Bu araştırmada budağın basınç gerilmesi tarafında bulunması durumunda % 25-50 budak sınıfında (budaklı kesit çapı 1-2 cm arasında) direnç kaybı % 35.6, % 50-75 budak sınıfında (budaklı kesit çapı 2-3 cm arasında) direnç kaybı % 50.3, % 75-100 budak sınıfında (budaklı kesit çapı 3-4 cm arasında) direnç kaybı % 66.4 olarak bildirilmektedir. Şekil 23'de Değişik budak sınıfları için eğilme direnci değerlerinin değişimi gösterilmiştir.



Şekil 23. Değişik budak sınıfları için eğilme direnci değerlerinin değişimi [96].

Sarıçam odununda eğilme direnci değerlerinde, budağın basınç ve çekme tarafında olmasına göre sırasıyla budaklılık oranı % 0- 25 için % 14.8 ve % 24.5, % 25-50 için % 35.6 ve %45.8, % 50-75 için % 50.3 ve %62.3, %75-100 için % 66.4 ve %75.5 oranında azalma tespit etmişlerdir. Buna göre budak oranı arttıkça eğilme direnci azalmakta ve bu azalma budağın çekme gerilmesi tarafında olması durumunda, basınç gerilmesi tarafında bulunmasına kıyasla daha fazla olmaktadır. Ayrıca literatürde kontrplakların iç kısımlarında kullanılan budaklı soyma kaplama levhaları direnç özellikleri üzerine, dış kısımlarda kullanılanlar ise direnç ve görünüş özelliklerine tesir ettiği bildirilmektedir [26,97,100]. Aynı şekilde kontrplakların eğilme özelliklerine dış tabakada yer alan budakların etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kontrplaklarda dış tabakalardan sadece bir yüzündeki budaklı olanların eğilme direnci her iki dış tabakası kusursuz kaplamalardan

üretilem kontrplaklarinkinden belirgin olarak düşük olduğu ortaya konmuştur. Şekil 24' de dış tabakada bulunan budakların kontrplakların eğilme direncine etkisi gösterilmiştir [101].

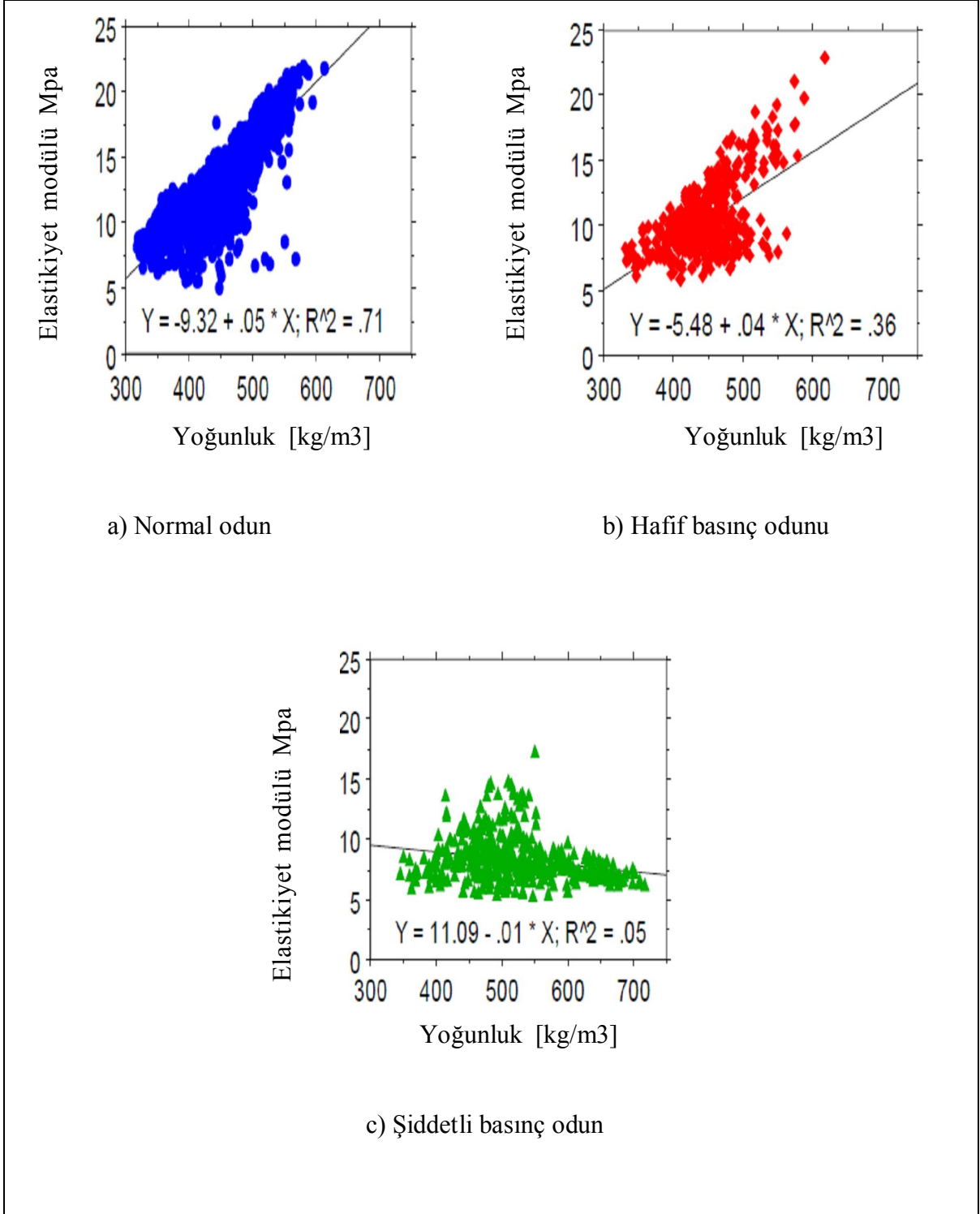


Şekil 24. Dış tabakada bulunan budakların kontrplakların eğilme direncine etkisi [101].

İkiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda eğilme direnci kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalara göre daha düşüktür. Bunun nedeni üretimde kullanılan masif ağacın eğilme direncinin, kontrplak eğilme direncini etkilemesidir. Masif ağacın eğilme direnci azaldıkça kontrplağın eğilme direncide azalır. Literatürde İkiz veya daha fazla sayıda öz'lü gövdelerin direnç özellikleri normal gövdelere nazaran farklı ve değeri düşük olduğu belirtilmektedir. Bu bakımdan üretilen levhalar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [13,26].

Reaksiyon odun yani basınç odunu kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda eğilme direnci kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalara göre daha düşüktür. Bu durum; reaksiyon odunu ihtiva eden tomruklardan elde edilecek soyma levhalar kusurlar içereceği için, bunların kontrplak yapımında kullanılması halinde görünüş ve direnç özelliklerini azaltmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca literatürde üretimde kullanılan masif ağacın eğilme direncinin kontrplak eğilme direncini etkilediği bildirilmektedir. Basınç odunu'nun çekme direnci, elastiklik modülü ve dinamik eğilme direnci normal oduna nazaran daha düşüktür. Keza, kuru haldeki aynı özgül ağırlıktaki basınç odununda basınç ve eğilme dirençleri de normal oduna nazaran çoğunlukla daha küçük bulunmaktadır. Özgül ağırlığı ile oranlamak suretiyle basınç odununda her çeşit direnç ve özellikle çekme direnci değerleri normal odununkinin altındadır. Şekil 25'de

normal odun ve basınç odunundaki elastikiyet modülü ve yoğunluk arasındaki ilişki gösterilmiştir [13,26,40,102].



Şekil 25. Normal odun ve Basınç odunundaki elastikiyet modülü ve yoğunluk arasındaki ilişki [102].

En yüksek eğilme direnci değeri kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalarda görülmüştür. Bu durumun nedeni kusur bulunmayan tomruklardan elde edilen

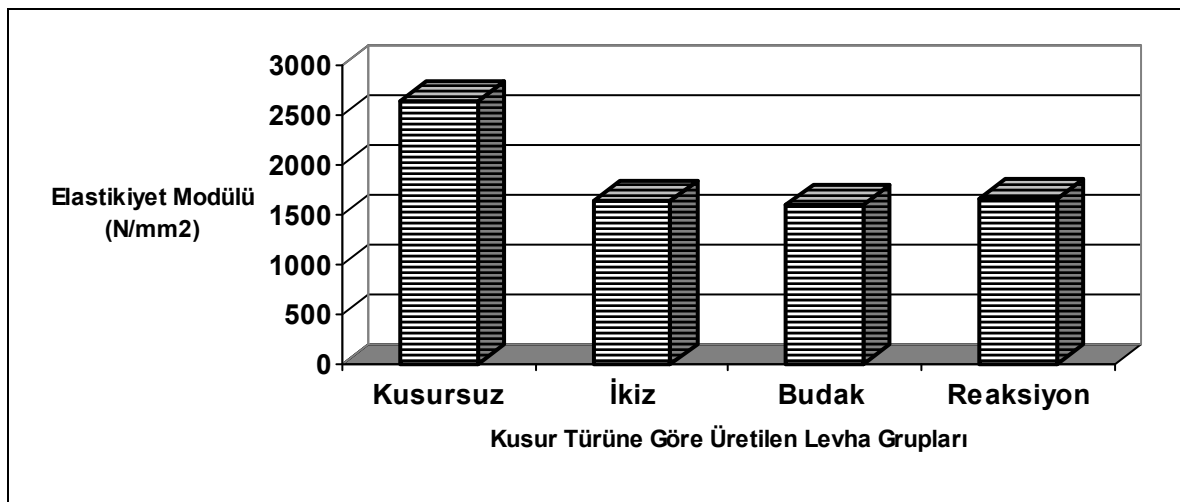
En yüksek eğilme direnci değeri kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalarda görülmüştür. Bu durumun nedeni kusur bulunmayan tomruklardan elde edilen kapmaların kurutulmasında, tutkalanıp yapıştırılmasında ve sonraki aşamalarda sorun çıkarmamaları nedeni ile daha kaliteli kontrplaklar üretilmesindedir. Bu kontrplaklar görünüş ve direnç özellikleri bakımından daha üstün olmaktadır[22,41].

4.2.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülü değerleri kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalarda 2626.41 N/mm^2 , ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 1636.74 N/mm^2 budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 1593.12 N/mm^2 ve reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 1650.59 N/mm^2 olarak bulunmuştur.

Burada elde edilen değerler eğilme direnci değerleri ile doğrusal bir ilişki göstermiştir. Literatürde de eğilme direnci ile elastikiyet modülü arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Bu ilişkiye göre eğilme direnci için yapılan açıklamaların elastikiyet modülü içinde geçerli olduğu söylenebilir [97].

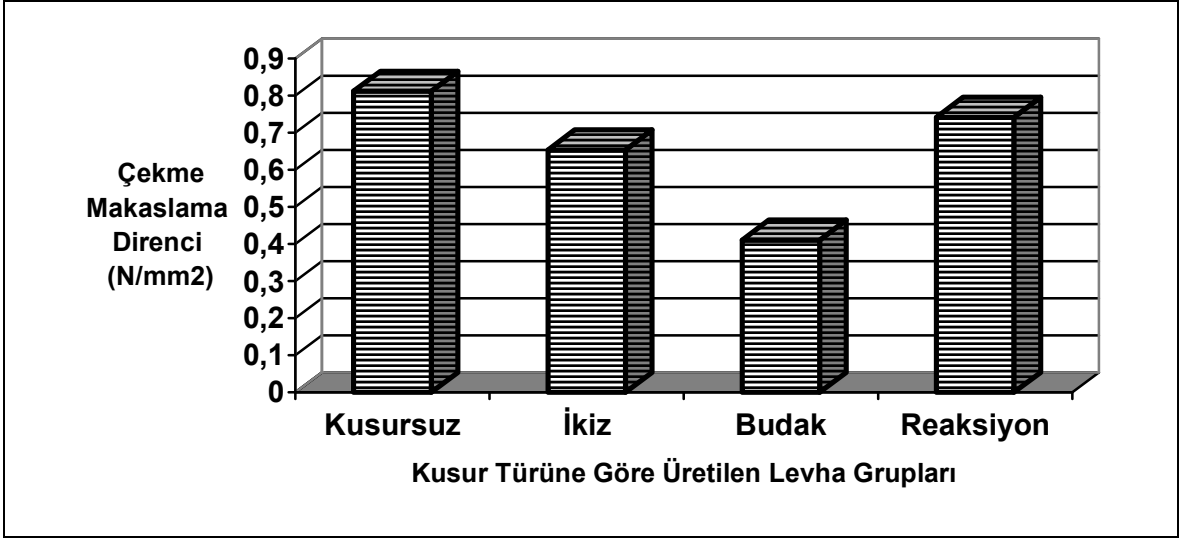
Üretilen levha gruplarına göre elde edilen elastikiyet modülü değerleri şekil 26'de verilmiştir.



Şekil 26. Kusurlu ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi

4.2.2.3. Çekme Makaslama Direnci

Çekme makaslama direnci değerleri kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalarda 0.812 N/mm^2 , ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.654 N/mm^2 budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.411 N/mm^2 ve reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda 0.742 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalar sonucu kusurlu ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kusurlu ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi şekil 27'de gösterilmiştir.



Şekil 27. Kusurlu ağaç türünün çekme makaslama direnci üzerine etkisi

En düşük çekme direnci budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda görülmüştür. Bu durum; üretimde kullanılan ağaç cinsinin, kontrplağın çekme direncine çok önemli etkisi olmasından kaynaklanmaktadır. Bu etki masif ağacın liflere paralel yöndeki çekme direncine bağlıdır, yani diğer değişkenler eşit kalmak koşuluyla, kullanılan ağacın çekme direnci düştükçe, kontrplağında çekme direnci düşer. Literatürde budak kusurunun masif ağacın çekme direncini önemli ölçüde düşürdüğü belirtilmektedir. Liflere paralel yönde çekme direnci ile ilgili olarak çam türlerinde yapılan bir denemede budaklı ve budaksız numunelerden elde edilen değerler Tablo 39'da verilmiştir. Az budaklı örneklerde bile direnç değerinin yarı yarıya azaldığı görülmektedir.

Tablo 39. Budakların çekme direncine etkisi

Çam	Yoğunluk g/cm ³	Çekme direnci N/mm ²	Azalma Yüzdesi
Kusursuz (Budaksız)	0.50	78	-
Az budaklı	0.53	38.4	51
Çok budaklı	0.57	11.9	85

Budak oranı arttıkça aynı zamanda budak etrafında yer alan gövde odunu liflerindeki sapma miktarı da artmakta ve liflere paralel yönde yapılan çekme yüklemesine karşılık budak etrafındaki liflerin sapmasıyla liflere belirli bir açıda yükleme söz konusu olmaktadır. Böylece direnç değerleri düşme göstermektedir. Bu bakımdan üretilen levhalar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [26,96].

İkiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda yüzeye dik çekme direnci kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalara göre daha düşüktür. bu durum; kontrplağın çekme direncinin üretildiği masif ağacın direncinden etkilenmesinden kaynaklanmaktadır. Diğer değişkenler eşit kalmak koşuluyla, kullanılan ağacın çekme direnci düştükçe, kontrplağın çekme direncide düşer. Literatürde İkiz veya daha fazla sayıda öz'lü gövdelerin direnç özellikleri normal gövdelere nazaran farklı ve değeri düşük olduğu belirtilmektedir [13,26].

Reaksiyon odun yani basınç odunu kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda yüzeye dik çekme direnci kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalara göre daha düşüktür. Bu durum nedeni üretimde kullanılan ağacın çekme direncinin kontrplağın çekme direncini etkilemesidir. Kullanılan ağacın çekme direnci azaldıkça, kontrplağında çekme direnci azalır. Literatürde basınç odunun çekme direnci, normal oduna nazaran daha düşük olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu tür tomruklardan üretilen kaplamaların kurutulmasında oluklaşma ve çarpılma kusurları oluşur. Kusur, kaplama kurutmada daha da belirginleşir ve bu tür kaplamaların kullanıldığı ağaç malzemelerde çarpılma kusurları ortaya çıkabilir. Normal oduna göre soyulması zordur. Bu nedenle üretimde basınç odunu ihtiva eden malzemeler arzu edilmemektedir [10,13,26,103].

En yüksek eğilme direnci değeri kusur bulunmayan tomruklardan üretilen levhalarda grlmğtir. Bu durumun nedeni kusur bulunmayan tomruklardan elde edilen kapmaların daha kaliteli olmasındandır. Bu kapmalardan üretilen kontrplaklar grnğ ve direnç özellikleri bakımından daha üstün olmaktadır [22,41].

5. SONUÇLAR

5.1. Anatomik Özellikler

5.1.1. Fıstık Çamı Odunun Kusur Türüne Göre Anatomik Özellikleri

1. Yapılan çalışma sonucu; en yüksek 1 mm^2 'de traheid sayısı değerleri reaksiyon kusuru bulunan odunlarda, en düşük ise kusursuz odun örneklerinde elde edilmiştir. 1 mm^2 'deki traheid sayısı reaksiyon odununda 810, budak kusuru bulunan odunda 768, ikiz öz kusuru bulunan odunda 766 ve kusursuz odunda 558 adettir.

2. Kusursuz odun örneklerinde lif uzunluğu 3.629 mm^2 , lif genişliği 54 mikron, çeper kalınlığı 19 mikron ve lümen çapı 17 mikrondur.

3. Budak kusuru bulunan odun örneklerinde lif uzunluğu 3.715 mm^2 , lif genişliği 53 mikron, çeper kalınlığı 17 mikron ve lümen çapı 19 mikrondur.

4. İkiz öz kusuru bulunan odun örneklerinde lif uzunluğu 4.015 mm^2 , lif genişliği 53 mikron, çeper kalınlığı 16 mikron ve lümen çapı 22 mikrondur.

5. Reaksiyon kusuru bulunan odun örneklerinde lif uzunluğu 3.188 mm^2 , lif genişliği 59 mikron, çeper kalınlığı 20 mikron ve lümen çapı 20 mikrondur.

5.2. Yongalevha Özellikleri

5.2.1. Fiziksel Özellikler

5.2.1.1. Özgül Ağırlık

1. Kusurlu tomruk türüne göre üretilen yongalevhaların özgül ağırlık değerleri $0.643\text{-}0.628 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir. Bu değerler üretimden önce hedeflenen 0.65 g/cm^3 özgül ağırlık değerine yakın bulunmuştur.

2. Yapılan çalışmalar sonucu; üretimde kullanılan kusurlu ağaç türünün özgül ağırlık üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

5.2.1.2. Rutubet Miktarı

1. Yapılan çalışmalar sonucu; deneme levhalarının rutubet miktarlarının % 9.61 - %9.45 arasında değiştiği belirlenmiştir. TS EN 312-1 (1996) nolu standartta yongalevhelerde rutubet miktarının % 9 ± 4 arasında olması öngörülmektedir [91]. Levhalar bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

2. Yapılan çalışmalar sonucu; üretimde kullanılan kusurlu ağaç türünün rutubet miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

5.2.1.3. Kalınlık Artışı

1. Yapılan çalışmalar sonucu; üretimde kullanılan kusurlu ağaç türünün kalınlık artımı üzerine etkili olduğu görülmüştür.

2. 2 ve 24 saate en yüksek kalınlığına şişme oranları reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda en düşük değerler ise ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda görülmüştür.

3. Kusursuz tomruklardan üretilen levhalar ve budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda kalınlık artımı bakımından istatistiksel olarak bir fark çıkmamıştır.

5.2.2. Mekanik Özellikler

5.2.2.1. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

1. Yapılan çalışmalar sonucu; üretimde kullanılan kusurlu ağaç türünün eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.

2. En yüksek eğilme direnci ve elastikiyet modülü kusursuz tomruklar kullanılarak üretilen levhalarda ulaşılırken, reaksiyon kusuru bulunan tomruktan üretilen levhalar en düşük değeri vermiştir.

3. Budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalar ve ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhaların eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri birbirine yakın ve kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalardan düşük bulunmuştur.

5.2.2.2. Yüzeye Dik Çekme Direnci

1. Yapılan çalışmalar sonucu; üretimde kullanılan kusurlu ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.

2. Yüzeye dik çekme direncinde en yüksek değerleri veren kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalardır, en düşük değerler ise reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda görülmüştür.

3. Budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen ve ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalar, kusursuz tomruklardan üretilen levhalara nazaran daha düşük yüzeye dik çekme direnci değerleri vermişlerdir.

5.3. Kontrplak Özellikleri

5.3.1. Fiziksel Özellikler

5.3.1.1.Özgül Ağırlık

Yapılan çalışmalar sonucu; üretimde kusurlu tomruk kullanımının kontrplakların özgül ağırlık değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan anlamsız bulunmuştur.

5.3.1.2. Rutubet Miktarı

1. Yapılan çalışmalar sonucu; levhaların rutubet miktarlarının % 12.30 - % 12.92 arasında değiştiği belirlenmiştir.

2. Üretimde kullanılan kusurlu ağaç türünün rutubet miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

5.2.1.3. Kalınlık Artışı

1. Yapılan çalışmalar sonucu; üretimde kullanılan kusurlu ağaç türünün kalınlık artımı üzerine etkili olmadığı görülmüştür.

2. 2 saate kalınlığına şişme oranları % 6.55- 7.44 arasında, 24 saate kalınlığına şişme oranları % 9.30-11.05 arasında değişmektedir.

5.3.2. Mekanik Özellikler

5.3.2.1. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

1. Yapılan çalışmalar sonucu; üretimde kullanılan kusurlu ağaç türünün eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.
2. En yüksek eğilme direnci ve elastikiyet modülü kusursuz tomruklar kullanılarak üretilen levhalarda ulaşılırken, budak kusuru bulunan tomruktan üretilen levhalar en düşük değeri vermiştir.
3. Reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalar ve ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhaların eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri birbirine yakın ve kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalardan düşük bulunmuştur.
4. Üretimde kusursuz tomruk kullanımının eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerini artırıcı bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

3.2.2.2. Çekme Makaslama Direnci

1. Yapılan çalışmalar sonucu; kusurlu tomruk kullanımının çekme makaslama direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.
2. Çekme makaslama direncinde en yüksek değerleri veren kusursuz tomruk kullanılarak üretilen levhalardır, en düşük değerler ise budak kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda görülmüştür.
3. Reaksiyon kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalarda çekme makaslama direnci değerleri ikiz öz kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhalara nazaran bir miktar yüksek olduğu görülmüştür.
4. Üretimde kusursuz tomruk kullanımının çekme makaslama direncini artırıcı bir etkisi olduğu kaydedilmiştir.

6. ÖNERİLER

Günümüzde dünya ormanlarının oldukça azaldığı buna karşılık insanlığın odun kökenli levha ürünlerinden vazgeçemediği gerçeği herkes tarafından bilinmektedir. Orman ürünleri endüstrisi eldeki bu az olan hammaddeyi en ekonomik bir şekilde değerlendirmek zorundadır. Bunun için kıt olan odun hammaddesini en rasyonel biçimde nasıl değerlendirebiliriz yönünde çalışmalara yönelmişlerdir. Gelişmiş ülkelerde, bu ihtiyaçları çözmek için üniversite sanayi işbirliği yoluna gidilmiştir [3].

Orman ürünleri endüstrisi içinde yer alan yongalevha ve kontrplak kullanım açısından çok önemli özelliklere sahip olup, birçok kullanım yeri için fiziksel ve mekanik özellikleri uygundur, düzgün yüzeylidir, istenilen kalınlıkta üretilebilir, homojen bir yapıya sahiptir, çivi, vida ve tutkalla diğer malzemelerle birleştirilebilir, büyük ebatlarda üretilmiş olması işçilikten tasarruf sağlar, üst düzey işlemleri uygulanabilir, işlenmesi kolay ve nispeten ucuzdur. Yongalevha ve kontrplağın bu özelliklere sahip olması üretimlerini artırmıştır [41].

Bu levhaların özellikleri kullanılan tomruk özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Tomruk özelliklerinin levhaların özelliklerini ne şekilde etkilediğinin bilinmesi ve buna göre gerekli ayarlamaların yapılmasıyla daha kaliteli levhalar üretilmesi mümkün olacaktır. Bu çalışmada; farklı büyüme kusurlarına sahip tomruklardan elde edilen kontrplak ve yongalevhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir.

Yüksek kalitede yongalevha ve kontrplak üretebilmek için birinci şart uygun ağaç türü ve kaliteli tomruk kullanımınıdır. Fabrikalarda yongalevha ve kontrplak üretim şartlarının da gerektiği gibi olması ikinci önemli şartı oluşturmaktadır. Dolayısıyla yongalevha ve kontrplak üretiminde kullanılacak tomruklar, boyut ve kalite özelliklerine göre standardize edilmelidir. Tomrukları kalite sınıflarına ayrılmalıdır. Bu yarımda kriter, çeşitli kusurlar ve bunların bulunma oranları olmalıdır. Örneğin çürük, kovuk, renklenme, budak, çatlak, eğrilik, lif kıvrıklığı, kurt, böcek, ve benzeri delikler, ikiz özlülük, olukluluk, reaksiyon odunu gibi kusurlar, sınıflandırmada esas kriter alınabilir. Kusur oranı artıkça tomruğun kalite sınıfı düşmekte ve dolayısıyla daha düşük kalitede kontrplak ve yongalevha üretimi ve daha fazla zayıf söz konusu olmaktadır [22].

Yongalevha ve kontrplak üretimde etkili olan kusurlar çeşitli tedbirlerle kontrol altına almak mümkün olabilmektedir. Özellikle, yapılacak silvikültürel uygulamalar bu faktörler üzerinde önemli derecede etkili olabilmekte ve kaliteyi arttırabilmektedir. Ancak, istenilen hedeflere varmak uzun zaman almakta ve masraflı olmaktadır. Ayrıca, kaliteyi arttırmak

amacıyla uygulanan silvikültürel müdahalelerin odun üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkilere dikkat edilmesi gerekmektedir [4].

Hammadde olarak kullanılan tomruk üretilecek ürüne göre seçilmeli ve onu kullanmadan önce sahip olduğu tüm özellikleri tespit edilerek bu özelliklere göre üretim işlemi gerçekleştirilmelidir. Böylece tüketicilerin istedikleri kalite özelliklerinde ürün elde edilmiş olacaktır. Aynı zamanda ürünün kalite randımanı artırılmış olur. Bu da tabii ki üreticinin daha fazla kar elde etmesi anlamına gelmektedir.

Gelişmiş ülkelerde kullanılan tomruk kusurlarını saptama metodlarının ülkemiz üreticileri tarafından da kullanılabilir. Hatta bu amaçla kullanılmak üzere yeni metodlar geliştirilebilir [3].

7. KAYNAKLAR

1. Vurdu, A., Serdar, B. ve Türkyılmaz E., Anadolu Şimşirinin (*Buxus sempervirens* L.) Bazı Anatomik Özellikleri, Gazi Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi-Kastamonu, 6,2 (2006) 274-283.
2. Kaygın, B. ve AYTEKİN, A., Wooden Boat Construction, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7 (2005) 14-23.
3. Akbulut, T. ve Korkut, S., Tomruk İç Kusurlarını Saptamada Kullanılan Tahribatsız Değerlendirme Metotları, Ağaç Makineleri Teknoloji Ve Araştırma Dergisi, 4 (2002) 58-61.
4. Doğu A., Odun Yapısı Üzerinde Etkili Olan Faktörler, DOA Dergisi, 8 (2006) 1-20.
5. Doğu, A., Çekme Odunun Makroskopik ve Mikroskopik Yöntemle Tespiti, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10,1 (2009) 151-159.
6. Dönmez, A. ve Kalaycıoğlu, H., Uluslararası Bor Sempozyumu, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/aad8d509446c856_ek.pdf, 23 Haziran 2009
7. Kantay, R., Web Hattı, <http://www.webhatti.com/lise-bilgileri/124492-odunun-yapisi-ve-kurutma.html>, 24 Haziran 2009
8. Örs, Y. ve Keskin, H., Ağaç Malzeme Bilgisi, Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No: 02 Ankara, 2001.
9. Bozkurt, A. Y., Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 296, İstanbul, 1982.
10. Bozkurt, Y., Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3652/415, İstanbul, 1992.
11. Merçev, N., Odun Anatomisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Yayın No:209 Trabzon 2003.
12. Mercker, D., Quality Hardwood Veneer, <http://www.utextension.utk.edu/publications/pbfiles/pb1744.pdf>, 25 Haziran 2009
13. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1448/147, İstanbul, 1970.

14. Göker, Y., As, N., Akbulut., T. ve Dündar, T., Lif Kıvrıklığının Kızılçam (Pinus brutiaTen.) Odununun Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, Tübitak, 24 (2000) 45-50.
15. Tsoumis, G., Wood As Raw Material, Second Edition, Pergamon Press, London,1969.
16. Schramm, A., A Complete Guide to Hardwood Plywood and Face Veneer, Purdue University Press,West Lafayette ,2003.
17. Barnett, J. and Jeronimidis, G., Wood Quality and its Biological Basis, Second Edition, CRC pres, USA, 2003.
18. TS 2128, Kontrplak, Terimler ve Tarifler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1975.
19. ASTM 907, Standart Definitions of Terms Relation to Adhesives, ASTM, Philadelphia, 1982.
20. Sellers, T., Plywood and Adhesive Technology, Marcel Dekker., New York, 1985.
21. Güller, B., Odun Kompozitleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2 (2001) 135-160.
22. As, N., Kontrplak Üretimde Kullanılan Ağaç Malzemede Kalite Özellikleri, Laminart, 9 (2000) 134-138.
23. Çolakoğlu, G., Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları (Yayınlanmamış),K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1996.
24. Akbulut, T. ve Tanrıtanır, E., Kontrplak Endüstrisi ve Kontrplak Ticaretinin Genel Durumu, Laminart, 9 (2000) 122-132.
25. Bozkurt, A. Y. ve Göker, Y., Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No 3401/367, İstanbul, 1984.
26. Özen, R., Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fak. Yayın No:9, Trabzon, 1981.
27. Özdamar, İ., Orman Ürünleri Endüstrisinde İstatistiksel Kalite Kontrol: Yongalevha Üretimde Bir Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,1 (2007) 79-91.
28. EN 309, Wood Partieleboards-Definition and Classification, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1992.

29. Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü.. Orman Fakültesi Yayın No: 33111372, İstanbul, 1985.
30. Akbulut, T., ORÜS Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1991.
31. Göker, Y., Değişik Yöntemlerle Üretilmiş Yongalevhaların Kullanım Yerleri, Laminart Dergisi 7,3 (2000) 128-133.
32. Güler, C., Pamuk Saplarından Yonga Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 2001.
33. Özen, R., Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon, 1980.
34. Gündüz, G. ve Masraf, Y., Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yongalevha Üretimde Üretim Şartlarının Değişirtilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi 7,8 (2005) 1-14.
35. Karakuş, B., Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ,Isparta, 2007.
36. Deppe, H.J. ve Ernst, K., Taschenbuch Der Spanlatten Technic, 2.Überarbeitete Und Erweiterte Auflage, Drw-Werlag Leinfelden, 1977.
37. Örs, Y ve Kalaycıoğlu, H., Çay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 15 (1991) 968-974.
38. Nemli, G., Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon 2000.
39. Kalaycıoğlu, H., Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1991.
40. Akbulut, T., Yongalevha Endüstrisi, Laminart Dergisi, 7, 3 (2000) 112-119.
41. Göker, Y. ve Akbulut, T., Yongalevha ve Kontrplağın Özellikleri Etkileyen Faktörler, Orman Ürünleri Endüstri Kongresi , Ekim 1992, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 269-287.
42. Kamdem, D.P. ve Sean, S.T., The Durability of Phenolic Bonded particleboard Made of Decay-Resistance Black Locust and Nondurable Apsen, Forest Products Journal, 21,11 (1984) 65-68

43. Suchsland, O., Linear Hygroscopic Expansion Of Selected Commercial Particleboards, Forest Products Journal 22,11 (1973) 28-32.
44. Carl, C.G., Basic Mechanical Properties of Flakeboards From Ring-Cut Flakes of Eastern Hardwoods, Forest Products Journal, 44,9 (1994) 26,32.
45. Lynam, F.C., Factors Influencing the Properties of Wood Chipboard: L.Mitlin: Particleboard Manufacture and Application, .Pressmedia Boks Ltd. D:K. 1969.
46. Akbulut, T., Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.
47. Huş, S., Ağaç Malzeme Tutkalları, İ. Ü., Orman Fakültesi Yayını, No: 242, İstanbul, 1977.
48. Eckelman, C.A., Brief Survey of wood Adhesives, Purdue University, Cooperative Extension Service, West Lafayette, 2000.
49. İstek, A., Sert Lif Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Sıcaklık ve Basıncın Etkisi, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 8,10 (2006) 29-35.
50. Altınok, M. ve Kılıç, A., Modifiye Edilmiş Polivinilasetat (PVAc) ve Klebit 303 (k.303) Tutkallarının Farklı Sıcaklık Ortamlarında Yapışma Performanslarının Belirlenmesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10,1 (2004) 73-80
51. Pizzi, A. and Mittal, K.L., Handbook of Adhesive Technology, Chapter 13, Marcel Dekker, Inc., 1994.
52. Dunky, M., Urea-Formaldehyde (UF) Adhesive Technology, Chapter 13, Marcel Dekker, Inc., 1994.
53. Anonim, Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington, 1975.
54. Nemli, G. ve Aydın, A., Üre Formaldehid Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 57,6 (2003) 214-220.
55. Pizzi, A., Wood Adhesives: Chemistry and Technology, Vol. 1, Marcel Dekker, New York, 1983.
56. Schmidt, R. G., Aspects of wood Adhesion: Applications of CP/MAS NMR and Fracture Testing, Ph. D. Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 1998.

57. Sellers, J., Plywood Adhesive Techonology, Forest Products Utilazation Laboratory, Marcel Decter Inc. New York, 1985.
58. Sellers, T., McSween, J.R. and Nearn, W.T., Gluing of Eastern Hardwoods: AReview, USDA, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, General Technical Report, SO-71, New Orlians, Louisiana, 1988.
59. Scoville, C. R., Characterizing the Durability of PF and Pmdı Adhesive Wood Composites Through Fracture Testing, Msc. Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institue and State University, Department of Wood Science and Forest Products, Blacksburg, Virginia, 2001.
60. Baldwin, R.F., Plywood and Veneer-Based Products: Manufacturing Practies, Miller Freeman Boks, San Francisco, California, USA, 1995.
61. Sellers, T., McSween, R. ve Wiliam, T.N., Gluing of Eastern Hardwoods, United States Departmant of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Loussana, 1988, 50-71.
62. Anonim, Adhesive Bonding of Wood , Us Department of Agriculture, Forest Service , Technical Bulletin No: 1512, Washington, 1975.
63. DIN 68708, Sperrholz-Begriffe, DIN, Berlin, 1976.
64. Anonim, Technical Note, Structural Adhesives for Plywood Lumber Assemblies, APA, Number Y391 C, May 1998.
65. Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. ve Çolak, S., Ahşap Sanayinde Melamin Formaldehit (MF) ve Melamin/Üre Formaldehit (MÜF) Yapıştırıcılarının Kullanımı, Mobilya Dekorasyon, 47 (2002) 130-138.
66. Özalp, M., Atılğan, A., Esen, Z. ve Kaya, S., Kontrplaklarda Eğilme Direncine Tutkal Türünün Etkisi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi , 18 (2009) 99-104.
67. Kalaycıoğlu, H., Amonyum Lignosül fonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1987.
68. Çetin, N.S. ve Özmen, N., Use of Organosolv Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolv Lignin Modified Resins, International journal of Adhesion and Adhesives, 22, 6 (2002) 477-480.
69. Çetin, N.S. ve Özmen, N., Use of Organosolv Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolv Lignin Modified Resins, International journal of Adhesion and Adhesives, 22, 6 (2002) 481-486.

70. Erakhruman A.A., Areghan S.E. ve Ogunleye M.B., Selected Physico-Mechanical Properties of Comentbonded Particleboard Made from Pine (*Pinus Caribaea M.*) Sawdust-Coir (*Cocos Nurifera L.*) Mixture, Scientific Research and Essays, 3, 5 (2008) 197-203.
71. ASTM., Standart Definitions of Tems Relating to Adhesives, Standart D-907, U.S.A., 1982.
72. Çolakoğlu, G., Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklerine Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1983.
73. Çolakoğlu, G., Kalaycıoğlu, H. ve Örs Y., Kızılçam Kabuklarının Yongalevha ve Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, Uluslar arası Kızılçam Sempozyumu, Ekim 1993, Ankara, Bildiriler Kitabı, 700-708.
74. Çolakoğlu, G. ve Örs, Y., Kavak Kontrplaklarda Fındık Kabuğu Ununun Dolgu Maddesi Olarak Değerlendirilmesi, Orman Ürünleri Endüstri Kongresi , Ekim 1992, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 293-302.
75. Papadopoulos, A.N. ve Gkaraveli, A., Dimensional Stabilisation and Strenght of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhrydride, Holz als Rohund Werkstoff, 61, 2 (2003) 142-144.
76. Yusuf, S., Properties Enhancement of Wood by Crosslinking Formation and Its Application to The Recons Tituted Wood Products, Ph.D.Thesis Kyoto University, Kyoto, J apan, 1996.
77. Unchi, S., Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in the MDF Manufacturing, Ph.D.Thesis, Faculty of Forestry University Pertanian, Malaysia, 1996.
78. Çolak. S., Kontrplaklarda Emprenye İşlemlerinin Formaldehit ve Asit Emisyonu ile Teknolojik Özelliklere Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2002.
79. TS 642, Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standart Referans Atmosferleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
80. Kırıcı, H., Mikrografi Ders Notları (Yayınlanmamış), K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1996.
81. TS EN 323/1, Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
82. EN 322, Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Bmssels, Belgium, 1993.

83. EN 317, Particleboard and Fiberboards, Determination of Swelling in the Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Bmssels, Belgium, 1993.
84. EN 310, Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Bmssels, Belgium, 1993.
85. EN 319, Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
86. TS EN 314-1, Kontrplak- Kaplanmış-Yapışma Kalitesi, Bölüm 1: Deney Metodları, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1998.
87. Batu, F., Varyans Analizi, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2 (1978) 234-235.
88. Örs, Y., As, N., Baykan, İ. ve Akbulut, T., Asma Odunun Yongalevha Üretimine Uygunluğu, Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi, 21,39 (2000) 1-13.
89. Demirel, S., Özgül Ağırlık Profili ile Yongalevhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
90. Yener, G., Kantay, R. ve Kurtoğlu A., Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 14,8 (1996) 1-116.
91. EN 312-2, Particleboards Specifications Part 2: Requiriments for Genarel Purpose Boards Use in Dry Conditions, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1996.
92. Ayrılmış, N., Effect of Compression Wood on Dimensional Stability of Medium Density Fiberboard, The Finnish Society of Forest Science- The Finnish Forest Research Institute, 42,2 (2007) 285-293.
93. Aydın, A., Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait) İbrelerinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilme İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
94. Sivrikaya, H., Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10-13 (2008) 66-70.
95. Gündüz G. ve Yılmaz, Z., Türkiye’de 16 Farklı Tesiste Üretilen Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7,8 (2005) 49-56.
96. As N., Dündar T. ve Büyüksarı Ü., Budakların Odunun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 58,2 (2008) 1-13.

97. Demirkır C., Kontrplak Üretimi Sırasında Oluşan Odunsu Atık ve Artık Materyallerin Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
98. Öztürk İ., Bazı Üretim Faktörlerinin Yongalevhanın Teknolojik Özellikleri ve Formaldehid Emisyonu Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
99. Örs, Y., Çolakoğlu, G., Aydın İ. ve Çolak S., Kayın, Okume ve Kavak Soyma Kaplamalarından Farklı Kombinasyonlarda Üretilen Kontrplakların Bazı Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Politeknik Dergisi, 5,3 (2002) 257-265.
100. Güler C., Bazı Üretim Faktörlerinin Kızılcım (Pinus brutia Ten) Kontrplaklarının Teknolojik Özelliklerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
101. Çolak, S., Çolakoğlu G., Akbulut, T. ve Göker Y., Okalıptüs (E. Camaldulensis) Kontrplaklarda Eğilme Özelliklerine Dış Tabaka Kaplamalarındaki Çatlak ve Budakların Etkisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 54,2 (2004) 79-85.
102. Gate G., Forest Research, http://www.forestresearch.gov.uk/pdf/mechanical_Properties.pdf, 1 Kasım 2009.
103. Salih E., Okalıptus (e. camaldulensis) Odunundan Üretilen Lamine Edilmiş Tabakalı Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Tutkal Türü ve Tomruk Buharlama Süresinin Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Samsun'da doğdu. 1994 yılında Gazi ilkokulunu ,1997 yılında Cumhuriyet ortaokulunu, 2000'de Kızılırmak lisesini bitirdi. 2002 yılında Kahraman Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2003 yılında yatay geçiş ile Karadeniz Teknik Üniversitesine geçti. 30.06.2006 yılında bölümden dördüncülükle mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisansa başladı ve halen devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.