

**SILAN MODİFİYELİ FENOL FORMALDEHİT TUTKALI İLE ÜRETİLMİŞ
YÖNLENDİRİLMİŞ YONGALEVHALARIN ÖZELLİKLERİ**

**2012
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

HASAN TUNÇ

**SILAN MODİFİYELİ FENOL FORMALDEHİT TUTKALI İLE ÜRETİLMİŞ
YÖNLENDİRİLMİŞ YONGALEVHALARIN ÖZELLİKLERİ**

Hasan TUNÇ

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
AĞUSTOS 2012**




KABUL:

Hasan TUNÇ tarafından hazırlanan "SILAN MODİFİYELİ YÖNLENDİRİLMİŞ YONGALEVHALARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 06/08/2012.

Başkan: Doç. Dr. Abdullah İSTEK (BÜ)

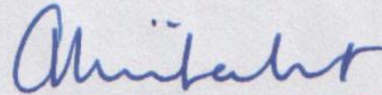
Üye : Doç. Dr. Nurgül TANKUT (BÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI (KBÜ)


.....

.....

.....

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım. 7.../.../2012


Prof. Dr. Ali Naci TANKUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Hasan TUNÇ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SILAN MODİFİYELİ YÖNLENDİRİLMİŞ YONGALEVHALARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Hasan TUNÇ

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Abdullah İstek

Ağustos 2012, 81 sayfa

Bu çalışmada silan modifiyeli fenol formaldehit ve üre formaldehit tutkalı ile yönlendirilmiş yongalevhalar (OSB) üretilmiştir. Silanın OSB levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kızılçam odun yongaları (strandlar) kullanılmıştır. % 0, 1, 2, 3 oranlarında silan ile modifiye edilen fenol ve üre formaldehit tutkalları OSB üretiminde kullanılmıştır. Elde edilen levhaların yoğunluk, su alma ve kalınlığına şişme gibi fiziksel özellikleri ve eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, iç yapışma direnci ve vida tutma direnci gibi mekanik özellikleri belirlenmiştir.

Yapılan testlere göre, silan ilavesinin OSB levhaların fiziksel özelliklerden su alma ve şişme miktarlarını % 10-30 arasında değişen oranlarda iyileştirdiği belirlenmiştir. Silan modifiyeli FF tutkalı ile üretilen OSB levhaların mekanik özelliklerin ortalama % 10 oranında arttırdığı buna karşın silan modifiyeli UF tutkalı ile üretilen örneklerde yüzeye dik vida tutma direnci hariç diğer mekanik özelliklerin azaldığı belirlenmiştir. Fiziksel ve mekanik özelliklerden

ÖZET (devam ediyor)

en iyi sonuç %3 silan ilaveli fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda olduğu bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Silan, OSB, odun esaslı levhalar, fenol formaldehit, üre formaldehit.

Bilim Kodu : 502.06.02

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

PROPERTIES OF ORIENTED STRAND BOARD (OSB) PRODUCED WITH SILANE-MODIFIED PHENOL-FORMALDEHYDE GLUE

Hasan TUNÇ

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor:

Asst. Prof. Dr. Abdullah İSTEK

August 2012, 81 pages

In this study, oriented strand boards were prepared with silane modified phenol formaldehyde and urea formaldehyde. The effects of Silane on physical and mechanical properties of OSB boards were investigated. The aim of this study was to determine physical and mechanical properties of oriented strand particleboards (OSB) prepared with silane modified phenol formaldehyde and urea formaldehyde. Scotch pine wood strands were used to the study. The adhesives obtained with adding of 1 %, 2 % and 3 % silane were used to manufacture the OSBs. The physical such as density, water absorption and swelling, and mechanical properties such as flexure strength (MOR), elasticity module at flexure (MOE), internal bonding strength (MOR), and screw holding strength of the resulting OSBs panels was determined.

According to the test done, The water absorption and swelling in the physical properties of adding silane in the OSBs obtained was determined to be improve as 10-30 % and improving

ABSTRACT (continued)

ratio for the mechanical properties of the same OSBs were also found to be at 10 %. The mechanical properties of silane modified OSB panels were increased to be 10 % as average. Whereas, all of the mechanical properties of samples prepared with silane modified urea formaldehyde were decreased except for screw holding strength. The best results obtained in the physical and mechanical properties were found to be to 3 % silane modified phenol formaldehyde.

Key Words: Silane, OSB, Wood based panels, phenol formaldehyde, urea formaldehyde.

Science Code: 502.06.02

TEŞEKKÜR

“Silan Modifiyeli Fenol Formaldehit Tutkalı İle Üretilmiş Yönlendirilmiş Yongalevhaların Özellikleri” isimli bu çalışma, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında ve yürütülmesinde desteğini esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Abdullah İSTEK’ e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimin daha iyi bir şekilde ulaşmasına katkı sağlayan ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI (KÜ)’ ya teşekkür ederim. Çalışmanın başından sonuna kadar devamlı yanımda bulunan, levhaların üretilmesi ve deneylerin yapılmasında ve tezin hazırlanmasında ve düzeltilmesinde önemli katkılar sağlayan sayın Arş. Gör. Dr. Deniz AYDEMİR ve Arş. Gör. Dr. Şahin PALTA' ya yardımlarından ötürü teşekkür ederim.

Bu çalışmayı esasıyla onun için yaptığım ve tez bitmeden vefat eden rahmetli babama ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL	
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER	1
1.1 GİRİŞ.....	1
1.2 LİTERATÜR ÖZETİ	2
1.2.1 ODUN ESASLI KOMPOZİT MALZEMELER	2
1.2.2 YÖNLENDİRİLMİŞ YONGA LEVHA (OSB).....	4
1.2.2.1 OSB'nin Tanımı ve Sınıflandırılması	4
1.2.2.2 OSB'nin Tarihi Geçmişi.....	5
1.2.3 OSB Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	6
1.2.3.1 Odun Hammaddesi	6
1.2.3.2 Yapıştırıcı Maddeler (Tutkallar).....	7
1.2.3.3 Sertleştirici Maddeler.....	10
1.2.3.4 Hidrofobik Maddeler	11
1.2.3.5 Katkı Maddeleri	12
1.2.4 OSB Üretim Teknolojisi	12
1.2.4.1 Tomrukların Depolanması	13
1.2.4.2 Kabuk Soyma.....	13
1.2.4.3 Yongalama	14
1.2.4.4 Kurutma	16

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
1.2.4.5 Eleme	17
1.2.4.6 Tutkallama	17
1.2.4.7 Serme	19
1.2.4.8 Presleme.....	23
1.2.4.9 Pres Sonrası İşlemler	25
1.2.5 OSB'nin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etki Eden Faktörler	25
1.2.5.1 Ekstraktif Maddeler	31
1.2.5.2 Vakslar	31
1.2.5.3 Presleme Süresi ve Sıcaklığı.....	31
1.2.6 Ahşap Esaslı Levha Üretiminde Silan Kullanımı	32
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD.....	39
2.1 KULLANILAN MATERYAL VE ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI.....	39
2.1.1 Yonga Temini	39
2.1.2 Yapıştırıcı Madde	39
2.1.3 Silan	39
2.2 OSB LEVHALARIN ÜRETİMİ VE ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI.....	40
2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi.....	40
2.2.2 Kurutma	40
2.2.3 Tutkallama	40
2.2.4 Serme	41
2.2.5 Presleme.....	42
2.2.6 Pres Sonrası İşlemler	43
2.2.7 Zımparalama	43
2.2.8 Örneklerin Numaralandırması ve Boyutlandırma.....	44
2.3 METOD	45
2.3.1 OSB LEVHALARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	45
2.3.2 Levhaların Yoğunlukları.....	45

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.3.3 Levhaların Su Alma ve Kalınlığına Şişme	45
2.3.4 Levhaların Eğilme Direnci.....	46
2.3.5 Yüzeye Dik Çekme Direnci	47
2.3.6 Yüzeye Dik Vida Tutma Direnci	48
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA	51
3.1 OSB'LERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE AİT BULGULAR	51
3.1.1 Özgül Kütle	51
3.1.2 OSB Levhaların Su Alma ve Kalınlığına Şişme Sonuçları	52
3.1.2.1 Su Alma (2 Saat).....	53
3.1.2.2 Su alma (24 Saat).....	54
3.1.2.3 Su alma (72 Saat).....	55
3.1.3 OSB Levhaların Kalınlığına Şişme Sonuçları	56
3.1.3.1 Kalınlığına Şişme (2 Saat)	56
3.1.3.2 Kalınlığına Şişme (24 Saat)	57
3.1.3.3 Kalınlığına Şişme (72 Saat).....	58
3.2 OSB Levhaların Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular	59
3.2.1 Eğilme Direncine Ait Bulgular	60
3.3 OSB Levhaların Eğilmede Elastikiyet Modülüne Ait Bulgular	62
3.4 OSB Levhaların Yüzeye Dik Çekme Direncine Ait Bulgular.....	63
3.5 OSB Levhaların Yüzeye Dik Vida Tutma Direncine Ait Bulgular.....	65
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Ahşap esaslı kompozit malzemelerin üretim yöntemine bağlı yoğunluk ve özgül kütle dağılımları	3
1.2 Fenol formaldehitin moleküler yapısı	9
1.3 OSB üretim teknolojisi	13
1.4 Doğrudan flak” veya “strand” üretiminde kullanılan diskli strander	15
1.5 Tamburlu kurutucu	17
1.6 Yongaların tutkallandığı karıştırıcı	19
1.7 Yongaların yönlendirilmesinde kullanılan elaktrostatik sistem	20
1.8 Diskli serme makinesi	21
1.9 OSB üretiminde serme işlemi	23
2.1 Tutkallama işlemi	41
2.2 Levha taslağı	42
2.3 Levha taslağının hidrolik preste preslenmesi	43
2.4 Levhaların zımparalanmadan önce ve sonraki hali	44
2.5 Levhaların numaralandırılmış ve boyutlandırılmış hali	44
2.6 Levhaların su alma ve şişme deneyi	46
2.7 Levhaların örneklerinin eğilme testinin uygulanması	47
2.8 Levhaların yüzeye dik çekme direnci için hazırlanan numuneleri	47
2.9 Levha yüzeyine dik yönde çekme direnci test edilmesi	48
2.10 Örneklerin yüzeye dik vida tutma direncinin test edilmesi	49
3.1 OSB'lere ait eğilme direnci değerleri	61
3.2 OSB'lere ait eğilmede elastikiyet modülü değerleri	63
3.3 OSB'lerin yüzeye dik çekme direnç değerleri	65
3.4 OSB'lerin vida tutma direnç değerleri	67

TABLolar DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 OSB'nin genel özellikleri.....	4
1.2. Kullanım yerine göre OSB levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri	5
2.1. Levha özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar	45
3.1 OSB levhaların özgül kütle değerleri	51
3.2 OSB levhaların su alma ve kalınlığına şişme sonuçları	52
3.3 OSB levhaların 2 saatte su alma ait Anova testi sonuçları.....	53
3.4 OSB levhaların 2 saatte su alma ait Duncan testi sonuçları	53
3.5 OSB levhaların 24 saatte su alma ait Varyans analiz sonuçları	55
3.6 OSB levhaların 24 saatte su alma ait Duncan testi sonuçları	55
3.7 OSB levhaların 72 saatte su alma ait Varyans analiz sonuçları	55
3.8 OSB levhaların 72 saatte su alma ait Duncan testi sonuçları	55
3.9 OSB levhaların 2 saatte kalınlığına şişme miktarına ait Varyans analizi	56
3.10 OSB levhaların 2 saat kalınlığına şişme miktarına ait Duncan testi	56
3.11 OSB levhaların 24 saatte kalınlığına şişme miktarına ait Varyans analizi.....	57
3.12 OSB levhaların 24 saat kalınlığına şişme miktarına ait Duncan testi	57
3.13 OSB levhaların 24 saatte kalınlığına şişme miktarına ait Varyans analizi.....	58
3.14 OSB levhaların 72 saatte kalınlığına şişme miktarına ait Duncan testi	58
3.15 OSB levhaların mekanik özelliklerine ait sonuçlar	59
3.16 OSB levhaların eğilme dirençlerine ait Anova testi.....	60
3.17 OSB levhaların eğilme dirençlerine ait Duncan testi	60
3.18 OSB levhaların eğilmede elastikiyet modülüne ait Anova testi.....	62
3.19 OSB levhaların eğilmede elastikiyet modülüne Ait Duncan testi	62
3.20 OSB'lerin yüzeye dik çekme direncine ait Anova testi	64
3.21 OSB Levhaların yüzeye dik çekme direncine ait Duncan testi	64
3.22 OSB'lerin yüzeye dik vida tutma direncine ait Anova testi.....	66
3.23 OSB'lerin yüzeye dik vida tutma direncine ait Duncan testi	66

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- Gr : Gram.
HCl : Hidroklorik Asit.
H₂SO₄ : Sülfürik Asit.
NH₃ : Amonyak.

KISALTMALAR

- FF : Fenol Formaldehit.
OSB : Yönlendirilmiş yongalevha.
pMDI : Polimerik Metilen Difenil Metan Disiyonat.
PVC : Poli Vinil Klorür
UF : Üre Formaldehit.

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

İnsanlık tarihinin geçmişten bu güne kadar olan endüstri gelişimine baktığımız zaman karşımıza çıkan tablo bize gösteriyor ki; insanlık, elinde bulunan ve kullanılması ve işlenmesi en kolay olan lignoselülozik materyal olan odunu en ilkel kullanım sürecinden alıp gayet yüksek teknolojik seviyelere getirmiştir. Masif ahşap ürünler günümüze kadar yoğun bir şekilde kullanılmış ve halende kullanılmaktadır. Fakat masif ahşap ürünlerin işlenmesi zorluğu ve işlemek için uygun tomrukların bulunmasının zor olması, maliyetinin yüksek olması, yüke karşı dayanımda her yerinde eşit özellikler bulunmaması ve bu tip hususlardaki problemler masif malzemeye ikame olacak ve var olan ihtiyaca cevap verebilecek yeni endüstriyel kompozit ürünlere ihtiyaç duyulmuştur. İçinde bulunduğumuz endüstriyel sanayi gerek gelişim sürecine cevap vermek, gerekse sürekli artan ihtiyaçlara karşı devamlı surette alternatif çözümler üretilmek adına ahşap malzemede gördüğü her sorunu çözmek için yeni yöntemler ve alternatif çözümler üreterek bu malzemeyi her geçen gün daha da iyileştirmiştir. Kullanım yerine uygun ve ihtiyacı karşılayacak ürünleri son kullanıcının hizmetine sunmaktadır. En önemlilerinden olan odun kusurlarından lif kıvrıklığı, rutubet, mikroorganizma ve mantarlara karşı mukavemet ve yanmaya karşı direnç gibi eksik yönlerini iyileştirmekle daha stabil, daha kullanılabilir ve daha uzun ömürlü ürünler elde etmek yönünde çalışmaları ortaya çıkmıştır. Yaygın olarak bilinen yonga levha ve MDF gibi kompozit ürünler üzerinde çalışılmış ve her geçen gün yeni gelişimler edilmiş ve edilmektedir. Tarihçesi 1954'lere dayanan ve şu an yaygın bir şekilde yapı malzemesi ve izolasyon ürünü olarak kullanılan OSB (oriented strand board- yönlendirilmiş yonga levha) ise pazarda önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, OSB levha üretiminde kullanılan modifiye malzemelere ek olarak daha önce kullanılmayan silan kimyasal bileşiğinin OSB levha üretimine uygunluğunu ve

teknolojik özelliklerine olan faydasının belirlenmesidir. Ayrıca bu çalışma ile ülkemizde üretimi yeni başlayan ve daha çok inşaat sektöründe kullanılan OSB levhaların özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmektedir. OSB levhaların kullanım yeri itibarıyla dış cephe gibi dış hava şartlarına maruz kaldığı için özellikle taşımaya karşı direncin iyileştirilmesi gerekir. Bu amaçla tutkalın silan ile modifiye edilerek bu özelliklerin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin daha düşük olması istenmektedir. Bununla beraber eğilmede elastikiyet ve levha yüzeyine dik çekme direnci gibi mekanik özelliklerinin de iyileşmesi hedeflenmektedir. Bu amaçlar ışığında aşağıdaki sonuçlar ulaşılmıştır.

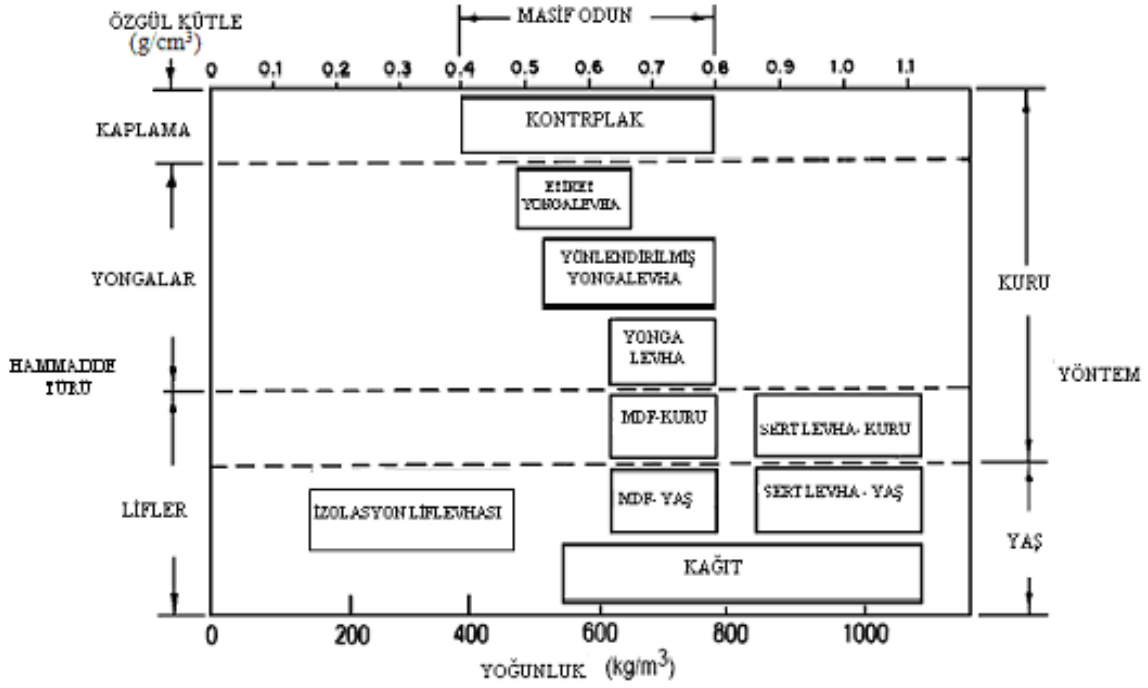
- OSB levhalarının üretiminde silan ilavesinin etkisini belirlemek,
- Levha özelliklerine nasıl değiştiğini ortaya koymak,
- Konu ile ilgili ulusal ve uluslararası yayın yapılabilecektir.
- Benzer çalışmalara katkı sağlamaktır.

1.2 LİTERATÜR ÖZETİ

1.2.1 ODUN ESASLI KOMPOZİT MALZEMELER

Endüstride kullanılan kompozit terimi; iki veya daha fazla materyalin, yapıştırıcı ve bağlayıcılar ile bir araya getirilmesi sonucu oluşturulan yeni malzemeleri ifade etmek için kullanılmaktadır (Maloney 1986). Kompozit malzeme ifadesi sadece levha ürünlerinin değil aynı zamanda kullanım amacına uygun kalıplarla şekillendirilmiş ürünleri, ya da odun ve diğer malzemelerin kombinasyonu sonucu oluşturulan ürünleri de ifade etmektedir (FPL 2000).

Literatürde ahşap kompozit malzemeleri ile ilgili değişik sınıflandırmalar yapılmıştır. Genel olarak ahşap kompozit malzemeler, üretiminde kullanılan yonga boyutu, üretim tipi ve levha yoğunluğuna göre Şekil 1.1'deki gibi sınıflandırılmaktadır (Suchsland ve Woodson1986).



Şekil 1.1 Ahşap esaslı kompozit malzemelerin üretim yöntemine bağlı yoğunluk ve özgül kütle dağılımları.

Yonga levha; ilk kez II. Dünya Savaşı yıllarında Avrupa da ortaya çıkan kereste sıkıntısı nedeniyle üretilmeye başlanılmıştır. Küçük boyutlu ve düşük değerli tomruklar kullanılarak, geniş boyutlu levhaya dönüştürülmesi nedeniyle yonga levha geniş kullanım alanı bulmuştur (Kubler1980). Yonga levhalar yoğunluk, presleme teknikleri ve tabaka sayısı gibi değişik özelliklere göre sınıflandırılırlar (Özen 1980). Yonga levhaların sınıflandırılmasında kullanılan kriterlerden biri de yonga boyutu ve büyüklüğüdür. Yonga büyüklüklerine göre ahşap kompozit levhalar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Akbulut 1991).

Normal Yonga Levha: Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları 0,25–0,40 mm, yonga genişlikleri 2–6 mm ve yonga uzunlukları 10–25 mm kadardır.

Etiket Yongalı Levha (Waferboard): Yonga kalınlıkları 0,5–0,7 mm, yonga genişlikleri 25–40 mm ve yonga uzunluğu 35–75 mm'dir.

Şerit Yongalı Levha (Flakeboard): Yonga kalınlığı 0,5–0,7 mm, yonga genişliği 25–40 mm ve yonga uzunluğu 9–10 mm civarındadır.

Oriented Strand Lumber (OSL): Bu tip levhalar OSB üretiminde kullanılan strand boyutlarından daha büyük yongalara tutkal ilave edildikten sonra yönlendirilmesi ile oluşan taslağın belirli sıcaklık ve basınç altında preslenmesi ile elde edilir (Schuler ve Adair 2000).

1.2.2 YÖNLENDİRİLMİŞ YONGA LEVHA (OSB)

OSB üretim teknolojisinde genelde küçük çaplı, yuvarlak odun hammaddesinin boyuna yönde yongalanması ile elde edilen yongaların tutkal ve vaks ilave edildikten sonra yönlendirilmesi sonucu elde edilen taslağın, belli basınç ve sıcaklık altında yapıştırılması esasına dayanmaktadır (Kalaycıoğlu 2001).

1.2.2.1 OSB'nin Tanımı ve Sınıflandırılması

OSB levhalarında dış tabaka yongaları levha boyuna yönde yönlendirilirken orta tabaka yongaları ise genelde dış tabaka yongalarına dik açı yapacak şekilde yönlendirilirler. TS EN 300 (1997)'e göre tüm OSB tiplerinin sahip olması gereken genel özellikler Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1 OSB'nin genel özellikleri.

No	Özellikler	Kullanılan Standart No	Tolerans Aralığı
	Boyut Toleransları		
1	Kalınlık toleransları (Zımparalanmamış)	EN 324 -1	± 0.8 mm
	Kalınlık toleransları (Zımparalanmış)		± 0.3 mm
	Uzunluk ve genişlik		± 3.0 mm
2	Kenar Düzgünlüğü Toleransı	EN 324-2	1,5 mm/m
3	Levha İçinde Yoğunluk Toleransı	EN 323	± % 10
4	Dik Açıdan Sapma Toleransı	EN 324-2	2,0 mm/m
5	Rutubet İçeriği	EN 322	% 2–% 12
	OSB ₁ –OSB ₂		% 5–% 12
	OSB ₃ –OSB ₄		
6	Formaldehit Emisyonu	EN 120	≤8 mg/100g
	Sınıf E ₁		<8 mg/100g
	Sınıf E ₂		≥30 mg/100g

OSB levhaları kullanım yerine göre OSB-1, OSB-2, OSB-3 ve OSB-4 olmak üzere dört farklı sınıfa ayrılır (TS EN 300 1997). Bunlar; OSB-1: Kuru hava şartlarında iç bölme ve mobilya üretimi gibi amaçlar için kullanılan yönlendirilmiş yongalevhalar, OSB-2: Kuru hava şartlarında yük taşıyabilecek nitelikteki yönlendirilmiş yongalevhalar, OSB-3: Rutubetli şartlarda yük taşıyabilecek nitelikteki yönlendirilmiş yongalevhalar, OSB-4: Rutubetli şartlarda ağır yük taşıyabilecek nitelikteki yönlendirilmiş yongalevhalar. TS EN 300 (1997)'ye göre OSB-1, OSB-2, OSB-3 ve OSB-4'ün sahip olması gereken fiziksel ve mekanik özellikler Çizelge 1.2'de verilmiştir. Tüm OSB levhaları aynı zamanda Tablo1.2'de gösterilen OSB'nin özelliklerine de sahip olmalıdır.

Tablo 1.2. Kullanım yerine göre OSB levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri.

Özellik	Eğilme Direnci // (N/mm ²)	Eğilme Direnci ⊥ (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Modülü // (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Modülü ⊥ (N/mm ²)	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)	Kalınlık Şişmesi 24 saat (%)
Levha Tipi	EN 310	EN 310	EN 310	EN 310	EN 319	EN 317
OSB-1	6-10	10	2500	1200	0.30	25
	>10<18	18	2500	1200	0.28	25
	18-25	16	2500	1200	0.26	25
OSB-2	6-10	11	3500	1400	0,34	20
	>10<18	20	3500	1400	0,32	20
	18-25	18	3500	1400	0,30	20
OSB-3	6-10	11	3500	1400	0,34	20
	>10<18	20	3500	1400	0,32	20
	18-25	18	3500	1400	0,30	20
OSB-4	6-10	16	4800	1900	0,50	12
	>10<18	28	4800	1900	0,45	12
	18-25	26	4800	1900	0,40	12

Not //: Levha uzunluğuna paralel yön, ⊥: Levha uzunluğuna dik yön

1.2.2.2 OSB'nin Tarihi Geçmişi

OSB üretim tekniği Amerika'da Elmendorf'un ve Almanya'da W.Klauditz'in çalışmalarına günümüzdeki düzeye ulaşmıştır. Elmendorf'un 1946 yılında Kaliforniya da başlattığı araştırmalarda şerit halindeki yongaları kullanarak çimento bağlantılı levha üretmiştir. Klauditz ve arkadaşları ise 1952 yılında başlattıkları çalışmalar sonucunda yönlendirilmiş

yongalı levhalarla (OSB) ilgili ilk patenti 1954 yılında almışlardır. Elmendorf 1962 yılında kurduğu bir pilot tesiste yaptığı çalışmalar sonucunda 1965 yılında bu konuda yeni bir patent daha alarak ilk defa “Synthetic Plywood” ifadesi kullanılmıştır (Çehreli 1981).

1961 yılında Kanadalı iş adamları titrek kavak (*Populus tremuloides, aspen*) kullanarak waferboard üretimine başlamış ve aynı yılın bahar ayında “aspenit” ticari ismi ile pazarda yer almıştır. Bunu Grand rabids, Minnesota’daki Blain ağaç ürünleri şirketinin etiket yongalı levha (waferboard) fabrikası izlemiştir. Amerikan yapı konseyinin 1980 yılında yayımlanmış olduğu MRB-108 numaralı raporda kontrplak ve kompozit levhaların yapılarda güvenli bir şekilde kullanılabilceği belirtilmiştir. 1981 yılında Potlatch yonga yönlendirmesinin patentlerini satın alarak Mineseto’da büyük bir OSB fabrikası kurmuştur. 1981 yılı sonlarında 12 tane waferboard ve OSB fabrikalarında 0,7 milyon m³ panel üretmiştir. On yıllık süreçten sonra Kuzey Amerika’da OSB fabrikalarının sayısı 45’i bulmuştur. Bunlar 1994 yılında 9,6 milyon m³’lük üretim sağlamışlardır (Baştürk 1999). Odun kompozit levhaları arasında OSB’nin özellikle yapı sektöründeki kullanımı her geçen gün artmıştır. Amerika’da 1980-1997 yılları arasında OSB üretim miktarındaki artışın % 900’ün üzerinde olduğu belirtilmektedir (Howard 2000).

OSB üretiminde ABD, Kanada ve Avrupa da kurulan birçok tesiste 2004 yılı sonunda dünyadaki OSB üretimi 22 milyon m³/yıl’a ulaşmıştır (Dönmez 2005). Özellikle son yıllarda OSB üretiminde büyük artış görülmüş olup, Avrupa’da 1997 yılı itibari ile OSB üretimi 15,5 milyon m³ civarında gerçekleşmiştir (Wu ve Suchland 1997). Günümüzde OSB endüstrisi pazarda önemli bir yere sahip olup, bu alan her geçen gün hızla büyümektedir. 2001 yılı itibarı ile dünyada 70 OSB fabrikası ortalama olarak 1.7 milyar m² (9.5 mm bazında) üretim kapasitesine sahiptir (Anonim 2000).

1.2.3 OSB Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.2.3.1 Odun Hammaddesi

Ahşap kompozit levha üretiminde çok çeşitli ağaç türleri kullanılmaktadır. Bunların başında iğne yapraklı ağaç türlerinden çam, ladin, göknar, geniş yapraklı ağaç türlerinden ise kavak, kızılğaç, söğüt, kayın, huş yaygın olarak kullanılmaktadır (Güler 2001). Farklı ağaç türlerinin yonga levha üretiminde değerlendirilmesi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır.

Kalaycıoğlu (1991) sahil amı (*Pinus pinaster* Ait), Baştürk (1993), boylu ardı (*Juniperus excelsa* Bieb) odununun, Nacar (1997) Okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabilereği belirlemişlerdir.

Yonga levha üretiminde kullanılan odunlarda; küçük çaplı budaklar, böcek yeniği, eğrilik ve çatlaklara yer verileereği belirtilmiştir (Göker vd. 1984). Levha üretiminde kullanılan odun hammaddesinin kabuk içermesi istenmez. Fakat yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmekte olup, kabuk miktarı; ağaç türü, yaşı, yetişme ortamına bağlı olarak yaklaşık % 5–25 arasında değişebilir. Ayrıca ince yuvarlak odunların kabuğunun soyulması zor ve pahalı bir iştir (zen 1980).

Yonga ve liflevha üretimde kullanılan ağaç malzeme yönlendirilmiş yonga levha (OSB) üretiminde de kullanılabilir. OSB endüstrisi, titrek kavak (*Populus tremula*) gibi düşük yoğunluktaki ağaçların kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. İşleme ve taşıma maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı OSB üretiminde yüksek yoğunluğa sahip odun hammaddesi tercih edilmez (Baştürk 1999). Levha yoğunluğunu ve levha özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biriside kullanılan hammaddenin yoğunluğu olduğu için, OSB üretiminde genellikle düşük yoğunluklu ağaç türleri tercih edilir (Hse1975; Vital 1980). Uygun yonga boyutlarını elde etmede yuvarlak odundan başka; kapak tahtası, kereste endüstrisi artıkları, iri yongalar ve kontrplak fabrikası artıkları kullanılabilereği yapılan çalışmalar sonucu belirlenmiştir (ehreli 1981).

1.2.3.2 Yapıştırıcı Maddeler (Tutkallar)

Yapıştırıcı madde, malzemelerin yüzeylerini birleştirerek bir arada tutabilme yeteneğine sahip madde olarak tanımlanmaktadır (Vick 1999). Yapıştırıcılar, yongalevha ve kontrplak gibi levha ürünlerinin üretiminde ve çeşitli konstrüksiyonların birleştirilmesinde oldukça önemlidir. Orman rnleri sanayisinin gelişmesinde yapıştırıcıların büyük etkisi olmuştur (Aydın vd. 2002) retilen ahşap kompozit malzemelerin kalitesi ve tutkallı birleştirmelerin performansı oluşan tutkal bağına bağlıdır (Chen 1970). Yapıştırıcılar ahşap esaslı levha endüstrisinde odundan sonra gelen en önemli hammaddedir. Organik yapıştırıcılar; sentetik, bitkisel ve hayvansal olmak üzere e ayrılırlar. Bunlardan sentetik tutkallar levha sanayinde kullanılmakta olup, sıcak presleme sırasında kimyasal reaksiyon sonucu sertleşmekte ve tekrar ısıtıldıkları zaman yumuşamamaktadır (zen 1980). OSB üretiminde, dış hava koşullarına

dayanıklı olması dolayısıyla genellikle fenol formaldehit tutkalı kullanılmaktadır (Avradimis ve Smith 1989). Bunun yanında izosiyanat tutkalı geniş kullanım alanına sahiptir. Ayrıca, melamin üre fenol formaldehit tutkalı da OSB üretiminde kullanılan tutkal türlerindedir (Skinner 2000).

Fenol Formaldehit Tutkalı

Bu tutkal alkali veya asidik bir katalizör yardımıyla fenol ve formaldehitin kondenzasyonu ile elde edilir. Yonga levha üretiminde sıcak tutkallama için saf halde veya bir sertleştirici katılmak suretiyle suda çözülmüş fenol formaldehit kullanılmaktadır. Bu tutkal da sıcaklıkla sertleşen reçineler grubu içersindedir. Kullanılan katalizöre bağlı olarak **Resol** ve **Novolak** olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

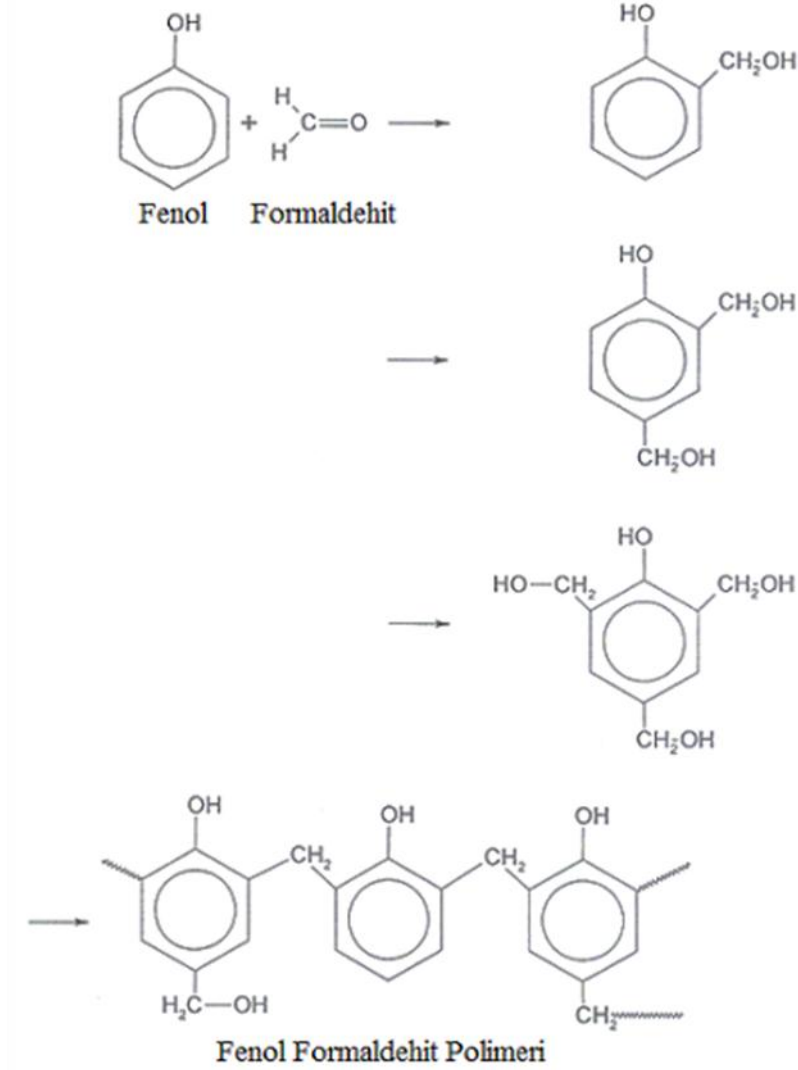
Resol tipi fenol formaldehit tutkalları bazik katalizörler (NH_3 = amonyak) yardımıyla üretilmektedir. Fenol ile formaldehitin birleşme oranları 1/1,8-1/2,2 arasında değişmektedir. Bu reaksiyon çok kademeli bir reaksiyon olup özel ekipman gerektirmektedir. Depolama süresi birkaç ay olup serin yerlerde saklanmalıdır.

Novolak reçinesi fenolle az miktarda formaldehitin asit katalizörü (HCl= Hidro-klorik asid) yardımıyla elde edilmektedir. Bazen yonga levha ünitelerinde toz halinde kullanılırlar. Fenol ile Formaldehit birleşme oranları 1/0,8-1/1 arasında değişmektedir. Novolak reçineleri oldukça stabil olup higroskobik özellikte kuru yerde depolamaya müsaittir. Bu reçineler ile üre reçinelerine göre daha yavaş sertleşmekte ve yüksek pres sıcaklığı kullanılmaktadır. Orta tabaka pres sıcaklığı 120-150°C arasındadır. Alt ve üst tabaka 200°C'nin üzerine çıkmaktadır. Sertleşme sonucunda sığa ve kimyasal maddelere karşı dayanma özelliği kazanır. Sıcaklık etkisiyle sertleştiği zaman odunu dirençli kılmakta ve mükemmel bir boyutsal kararlılık sağlamaktadır.

Hidroklorik asit hidrojen ve klor elementlerinden oluşan, oda sıcaklığı ve normal basınçta gaz halinde bulunan kimyasal bir bileşiktir.

Halk arasında tuz ruhu olarak da bilinir. Günümüzde PVC den demir-çeliğe, organik madde üretiminden, gıda sektörüne kadar hemen hemen tüm alanlarda hidroklorik asit kullanılmaktadır.

Hidroklorik asit, zehirli bir maddedir ve insan dokuları başta olmak üzere çoğu yüzeye büyük tahribat verir. Bu nedenle bu asit ile çalışılırken güvenlik önlemleri en üst düzeyde tutulmalıdır. Hidrojen klorür -111°C 'de erir, -83°C 'de kaynar. Hidroklorik asidi elde edebilmek için önce hidrojen klorür gazını elde etmek gerekir (Eroğlu ve Usta, 2000). Fenol formaldehitin moleküler yapısı Şekil 1.2'de verilmektedir.



Şekil 1.2 Fenol formaldehitin moleküler yapısı (Sellers 1985).

Fenolik tutkallar üre tutkallarından daha yavaş sertleşirler ve daha yüksek pres sıcaklığı uygulamak gerekir. Katalizörler pres süresini kısaltır. Sıcaklık etkisi ile sertleştiğinde mükemmel bir boyutsal stabilize sağlar (Pizzi 1994; Kalaycıoğlu 2003).

Fenol formaldehit tutkalı sertleştikten sonra rutubet, su, yağ, organik çözücüler, birçok asit, mantar ve bakterilere karşı son derece dayanıklıdır. Dolayısı ile bu zararlılara karşı

dayanıklılığın arandığı mobilya, kaplama, kontrplak, yonga levha üretiminde, eğmeçli yüzeylerin kaplanması ve ahşap yüzeylere metal kaplamada kullanılmaktadır (Nemli 2003).

Melamin-Üre Formaldehit (MÜF) Tutkalı

Termoset polimerlerden olup, toz veya çözelti halindeki üre ile melamin formaldehitin belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilir. Piyasada ise genellikle toz halinde satılır. Su ve dış hava şartlarına ve rutubetli iç mekân şartlarına karşı dirençli bir tutkaldır. Genellikle laminant kaplamaların üretiminde kullanılırlar (Pizzi 1994).

1.2.3.3 Sertleştirici Maddeler

Ahşap levha endüstrisinde sertleştirici maddeler kullanılan tutkal türüne göre değişiklik göstermektedir. Sertleştiriciler bazı tutkallar için gerekli olmakla birlikte bazı tutkallar için ise gerekli değildir.

Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi için mutlaka bir sertleştirici gereklidir. Isı etkisi ile sertleşme hızlanmaktadır. Ancak ısı, tek başına sertleştirme ve suda çözünmezlik için yeterli değildir. Pratikte bütün asitler ve tuzlar sertleştirici olarak kullanılabilir. Çok kullanılmamakla beraber fazla tepki gösteren sertleştiricilerle 80–100°C gibi düşük sıcaklıklarda bir polikondenzasyon sağlanabilir. Daha az etkili sertleştiriciler kullanıldığında sıcaklık 140–170°C olmalıdır. Düşük sıcaklıklar polikondenzasyonu geciktiren çok yüksek sıcaklıklarda da başarısızlığa sebep olur. Bunun nedeni 160–170°C'den yüksek sıcaklıklarda odunun hidroksil grupları sertleşir ve reçine ile iyi bağ oluşturamaz, daha yüksek sıcaklıklarda ise karbonlaşma eğilimi gösterir.

Günümüzde üre formaldehit tutkalı için sertleştirici madde olarak en çok amonyum klorür ve amonyum sülfat tercih edilmektedir. Sadece asit kullanılması durumunda sertleşme çok hızlı olmakta ve levha taslağı daha prese gelmeden önce sertleşmektedir. Bu yüzden daima tamponlanmış karışımlar kullanılır. Amonyak, levha taslağının sıcak prese gelmeden önce oluşan asidi nötralize etmek suretiyle tutkalın sertleşmesine durdurmaktadır. Sıcak preste ise amonyak, hızlı bir şekilde buharlaşarak havaya uçar. Böylece çözeltide amonyak kalmayınca oluşan asit tutkalın sertleşmesini sağlamaktadır. Sertleştirici olarak hegzametilen tetramin de

kullanılabilmektedir. Az miktardaki amonyum klorür ile kombinasyonu ise daha iyi sonuçlar vermektedir. Hegza metilen tetramin sıcak preste sıcaklığın etkisiyle amonyak ve formaldehite ayrışır. Amonyak buharlaşarak levhayı terk eder, formaldehit ise amonyum klorür ile reaksiyona girerek sertleştirici asidi oluşturur. Hegza metilen tetraminin dezavantajı oldukça pahalı olmasıdır.

Levha üretiminde sertleştirici olarak amonyum klorürün kullanımı, amonyum sülfattan daha yaygındır. Zira, amonyum klorür kullanıldığında meydana gelen tuz asidi (HCl) uçucu olması dolayısıyla levha taslağının her tarafına homojen bir şekilde yayılır. Amonyum sülfat kullanılması halinde ortaya çıkan sülfürik asit (H₂SO₄) uçucu olmadığı için levhaya homojen olarak yayılmaz ve sertleşmede düzensizlikler olur.

Alkali fenol-formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın sadece ısının etkisiyle sertleşir. Pres sıcaklığı fenol-formaldehit tutkalının reaktifliğine bağlı olarak 135–155°C arasında bulunmaktadır. Fenol formaldehit tutkalında sertleştirici kullanmak suretiyle, hem sıcaklığın düşürülmesi hem de sertleşmenin hızlandırılabilmesi mümkündür. Para formaldehit kullanılması ile sertleşme sıcaklığı 110-125°C'ye indirilebilmektedir. Daha düşük sıcaklıklara ise rezorsin kullanılmak suretiyle ulaşılabilir. Para formaldehit ile birlikte rezorsin kullanılması halinde 90-110°C'de iyi bir sertleşme elde edilebilir. Sertleştirici olarak ayrıca potasyum karbonat da tutkal katı maddesinin % 5'i kadar kullanılabilir. Ancak, potasyum karbonat daha sonra levha yüzeylerinde lekeler oluşmasına neden olabilir (Ayrılmış 2000).

1.2.3.4 Hidrofobik Maddeler

Hidrofobik maddeler, yonga ve lif levhanın boyutsal stabilitesini sağlamak, rutubetli bir ortamda veya su ile temas etmesi halinde levhanın çalmasını azaltmak amacıyla kullanılır. Mumlar, nispeten düşük molekül ağırlığında, basit yapıda, kristalleri iğne şeklinde ve yassı olan maddelerdir. Ticari parafin mumları C_nH_{2n+2} formülünde düz zincirli hidrokarbonlar olup, erime dereceleri 50–100°C arasında değişmektedir. Parafin ve mumlar polar olmadıklarından kimyasal yönden aktif değildir. Hidrofobik etkileri, liflerin kılcal boşluklarına girerek su moleküllerinin bu boşluklara girmelerini engelleme şeklindedir (Eroğlu ve Usta 2000).

Parafin kullanılması belli bir dereceye kadar su itici özellik sağlamakla birlikte levhanın su almasını tamamen önleyemez. Sadece su alma hızını yavaşlatır. Levha üretiminde hem orta tabakada hem de dış tabakada parafin kullanılabilir. Ancak son zamanlarda genel amaçlar için üretilen levhalarda ya hiç kullanılmamakta ya da sadece dış tabaka yongalarında kullanılması önerilmektedir (Özen 1980).

Parafinin genellikle iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0,3–0,5, yapraklı ağaçlarda ise % 0,5–1 oranında uygulanmaktadır. Ancak, parafinin % 1-2'nin üzerinde kullanılması halinde tutkallamayı olumsuz etkilemekte ve levhanın direnç özelliklerini düşürmektedir (Özen 1979; Eroğlu ve Usta 2000).

1.2.3.5 Katkı Maddeleri

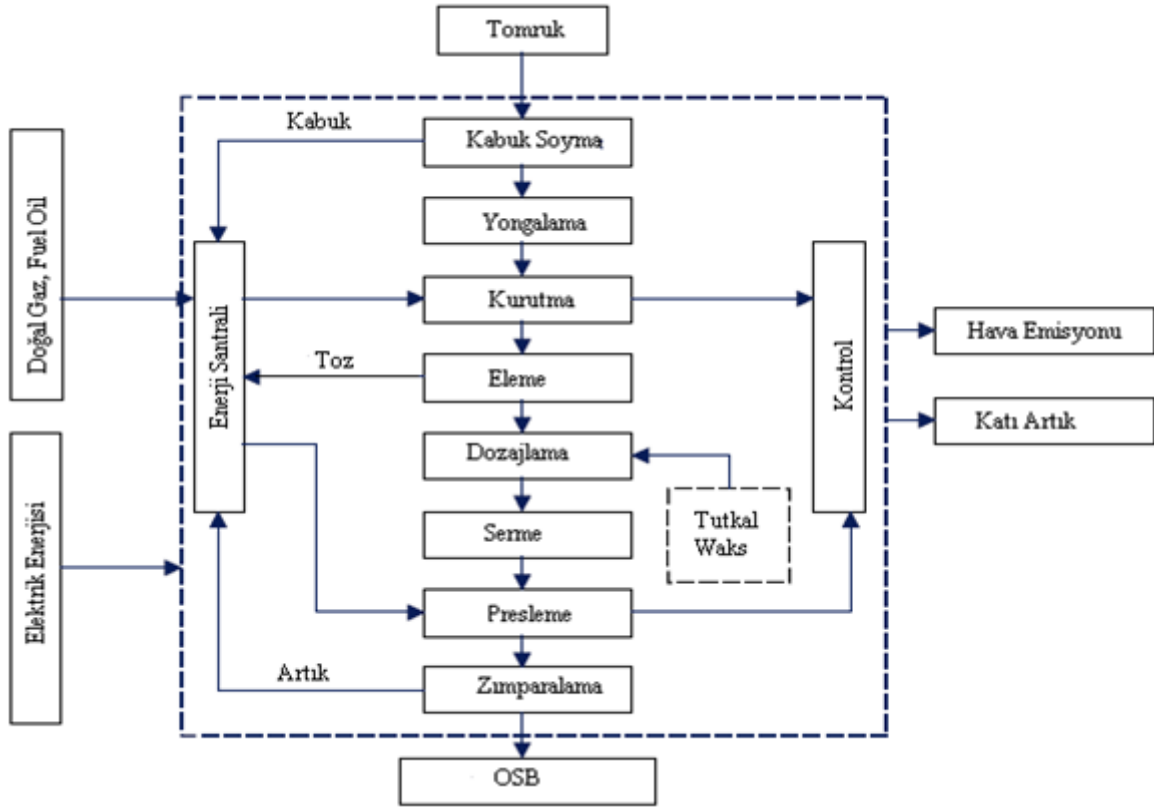
Katkı maddeleri, levhaların özelliklerini iyileştirmek için ilave edilen maddelerdir. Katkı maddelerinin görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Kalaycıoğlu 1991). Bunlar;

- Stabilite sağlanma,
- Asit kontrolü,
- Plastikleştirme,
- Tutkal sürme niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilme,
- Tutkalın dağılma özelliğinin iyileştirilme,
- Yanmayı geciktirme,
- Koku giderme,
- Renklenmeyi önlemek,
- Malzeme yüzeyinde toz birikmesini önleme,
- Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengeleme ve
- Bitkisel ve hayvansal zararlara karşı korunmasıdır.

1.2.4 OSB Üretim Teknolojisi

Kesme ile soyma arası işlem sonucu elde edilen ve strand adı verilen odun yongalarının kurutulmasından sonra tutkal ilave edilerek hazırlanan taslağın belirli süre, basınç ve sıcaklık altında preslenmesi ile oluşan levha taslaklarına OSB denir (Kubler 1980). OSB için

oluşturulmuş genel üretim teknolojisi diğer odun kökenli levhaların (yonga levha) üretim teknolojileri ile benzer olup, OSB üretim aşamaları Şekil 1.3’de gösterilmiştir (Kline 2002).



Şekil 1.3 OSB üretim teknolojisi (Yapıcı 2008).

1.2.4.1 Tomrukların Depolanması

Yonga levha fabrikalarında kesintisiz bir şekilde üretim yapabilmesi için yeterli miktarda odun hammaddesi depo edilmelidir. Depoların zemini temiz olmalı ve uygun koruma koşulları sağlanmalıdır. Aksi halde ağaç malzemede çürüme, mantar ve böcek zararları, mavi renklenme ve hoş olmayan koku oluşabilir. Ayrıca hammaddenin su içerisinde depolanması, yağmurlama sistemi ya da değişik zararlılara karşı koruyucu kimyasal maddeler muamele edilmesi de söz konusu olabilir (Özen 1979-1981).

1.2.4.2 Kabuk Soyma

Kabuk düşük yoğunlukta, kısa lifli ve mukavemeti az olmasından dolayı levha üretiminde istenmemektedir. Üretimde kullanılacak tomruklar, kabukları ormanda kesimden sonra

soyularak ya da nadiren de olsa ormanda yongalama yapılarak fabrikaya getirilebilir. Ancak, genellikle odunlar fabrikaya kabuklu olarak geldiğinden kabuklarının soyulması gereklidir (Eroğlu1988; İstek1999). Odunda kabuğun soyulması halinde % 10–15 oranında organik madde uzaklaşmakta, dolayısı ile verim düşmektedir. Kabuğu tamamen uzaklaştırmak her zaman ekonomik olmadığı gibi çoğu zaman mümkünde olmaz (Suchland and Woodson 1986). Kabuk soymadaki kayıplar, kullanılan makine, yöntem, operatörün dikkat ve bilgisine bağlı olarak değişmektedir. Genellikle kabuk soyma ile ağırlık olarak % 7–10, hacim olarak ise % 10–15 oranında hammadde kaybı olmaktadır (Bostancı 1987). Diğer taraftan yuvarlak ince odunların kabuğunun soyulması zor ve pahalıdır. Yongalevha üretiminde kabuğun kullanılması üzerine yapılan araştırmalarda kabuğun yongalevha üretimine uygun olduğu kabul edilir. Ancak kumlu veya kirli oluşu sakıncalıdır. Bu sorun rüzgârlı eleme sisteminin kullanılması ile nispeten çözülmüş olmakla birlikte yongalama makinelerinde bıçakların kullanım ömrünü azaltmaktadır (Kalaycıoğlu 2007).

1.2.4.3 Yongalama

Yongalama makinesine gelen tomruklar “flaker” veya “strander” olarak adlandırılan özel yongalama makinesinde kesme ile soyma arası bir hareketle yongalanmaktadır. Ağaç malzeme diskli yâda silindirli yongalama makinelerinde ya doğrudan flak” veya “strand” olarak yongalanır. Veya önce kaba yongalanma işlemine tabi tutulduktan sonra, halkalı tip Flakerlarda OSB üretimine uygun boyutlara getirilir. (Dönmez 2005). Şekil 1.4’de diskli stander ve disk detayları, Şekil 1.6’da ise silindirli bir yongalama makinesi ve halkalı tip (yongalayıcı), gösterilmiştir. İki kademeli yongalama işlemi küçük endüstriyel atıklar ve ince çaplı tomrukların dahi OSB üretiminde kullanımına imkân yaratmaktadır.



Şekil 1.4 Doğrudan “flak” veya “strand” üretiminde kullanılan diskli strander (URL-1).

Yongalama işleminin iyi yapılması sadece yonga boyutlarının homojen olmasını değil aynı zamanda yonganın kalitesinin de daha iyi olmasını sağlar. Yongalama sırasında odunun yongalara ayrılması ve kesilmesi için bıçağın kesme kuvvetinin odunun direncinden fazla olması gerekir. Yongalama makinelerinde yongalama işleminde; kesme, itme ve kırma olmak üzere 3 etki söz konusudur. Odunda kesme lif yönüne paralel yapılıyorsa kesme kuvveti ihtiyacı en az, lif yönüne dik ise kesme kuvveti ihtiyacı en fazladır. Buda enerji giderleri için önemli bir etkindir (Özen 1979).

Optimum özelliklerde OSB levhalarının üretilmesinde yonga geometrisi büyük önem taşımaktadır. Yonga uzunluğunun yonga kalınlığına oranı narinlik derecesi olarak ifade edilmekte olup, en uygun narinlik derecesinin belirlenmesi için birçok araştırma yapılmıştır (Nelson 1997). OSB üretiminde kullanılan odunun yoğunluğuna bağlı olarak 0,4–0,6 mm kalınlığında yongalar tercih edilmektedir. Narinlik derecesinin 150 olabilmesi için yonga uzunluğunun 60–90 mm, yonga genişliğinin ise 5–12 mm arasında olması gerekmektedir. Bu boyutlardaki yongaları silindirik yongalama makinelerinde kolayca üretmek mümkündür. Yuvarlak odunların yongalanması sırasında istenilenden daha geniş yongalar meydana gelebilir. Bunlar, özel makinelerde yeniden parçalanarak üretime alınırlar (Çehrelî 1981). Veya üretim hattı boyunca kendiliğinden parçalanırlar.

Nitelikli yonga elde edebilmek için odun rutubetinin lif doygunluğu noktasının üzerinde, yaklaşık olarak % 60 oranında olması gerekir. En iyi OSB yongası, odun rutubetinin lif

doymunluk noktası üzerinde 16–25°C 'ye kadar ısıtılmış odunlardan elde edilmektedir (Dönmez 2005). Rutubetin az olması durumunda fazla miktarda toz oluşur ve yonga verimi düşerek maliyet artar. Rutubetin fazla olmasında ise elde edilen yongaların yüzeyi bozuk ve uçları lifli olur. Bu durumda da yongaların kurutma ve tutkallama masrafları artar. Lifli yongalar yapışmanın hatalı olmasına neden olur. Kuruduktan sonra orta tabaka yongalarının rutubeti % 3–5, dış tabakaların ise; % 5–7 olması, tutkallanmış yongaların rutubeti ise orta tabaka için % 10–13, dış tabaka için, % 15-18'i geçmemesi gerekmektedir (Lee ve Chung 1984).

1.2.4.4 Kurutma

Levha üretiminde yüksek rutubet içeren levha taslağı presleme esnasında sorunlara neden olmaktadır. Dolayısıyla rutubetli yongalar tutkallanmadan önce kurutulmalıdır. Üretimde tutkal çözelti halinde kullanılacak ise, yongalar % 3 değerine kadar kurutulmalıdır (Sellers 1985; Simulski 1997).

Kurutma üzerine önemli etkisi olan değişkenleri şu şekilde sıralayabiliriz; ağaç türü, yoğunluğu, yonga boyutları, yonganın başlangıç rutubeti, kurutma makinesinin tipi ve çalışma sistemi gibi faktörlerin kurutmada önemli etkenlerdir. Artan yonga rutubeti ile birlikte eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci artarken, kalınlık artımı değeri azalmaktadır (Roffael 1987). Rutubet miktarının OSB özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada rutubet oranının % 2'den % 5'e ve daha sonra % 8'e kadar çıkartılması ile hem elastikiyet modülü hem de levha yüzeyine dik çekme direncinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Winistorfer ve Dicarlo 1988).

OSB üretiminde hazırlanan yonga taslağının yüzey tabakalarında rutubet miktarı % 6'dan % 7'ye çıkarılması ile kalınlığına şişmede azalma ve elastikiyet modülü, levha yüzeyine dik çekme direnci ve ıslak eğilme direncinde artma eğilimi gözlenmiştir (Hsu ve Kirincic 1997).

Kurutmada en yaygın olarak kullanılan üç geçişli silindirik kurutuculardır. Bu kurutucular genelde 660°C gibi yüksek giriş sıcaklığına sahip döner silindirik kurutucu olarak isimlendirilirler. Bunlardan Bunlar büyük hacimli ve yüksek giriş sıcaklığına sahip olmalarının yanı sıra kâğıt hamuru, odun lifi, küçük boyutlu ve büyük boyutlu yongaları (flakes) kurutmak için dört farklı tipi vardır. Bu tip kurutucular kullanıldıklarında, uzun

yongaları korumak için yonga levha üretimindeki kullanımlarına nazaran daha yavaş döndürülmelidir. Kurutucuya % 80–120 rutubet değerinde giren yongalar % 1–3 rutubete kadar kurumuş olarak çıkarlar. Ayrıca, OSB üretiminde uzun yongaları düşük sıcaklıkta kurutmak için konveyör tipi kurutucularda kullanılmaktadır. Şekil 1.5’te geniş hacimli tamburlu kurutucu gösterilmiştir.



Şekil 1.5 Tamburlu kurutucu (URL-2).

1.2.4.5 Eleme

Kuruma ünitesinden çıkan yongaların içinde çok büyük ya da çok küçük materyaller bulunabilir. Eleme normal boyuttaki yongaları aşırı boyutlu yongalardan ve çok ince materyallerden ayırmak için yapılır. Geniş yongalar yüzey tabakasında, daha küçük yongalar ise orta tabakada kullanılmak üzere sınıflandırılır. Yonga elekleri; döner silindirik, titreşimli veya sallantılı (sarsıntılı) tipte olabilir (Lamarche 1969; Eroğlu ve Usta 2000).

1.2.4.6 Tutkallama

OSB üretiminde strand boyutları büyük olduğu için tutkal uygulaması daha etkili olması gerekmektedir. Tutkallamanın homojen bir şekilde yapılması levhaların direnç özelliklerini artırmaktadır. Homojen bir şekilde tutkallama işlemi yapılabilmesi için değişik yöntemler

geliştirilmiştir. Bunlardan en uygun olanı noktasal uygulama olup, bu yöntemle tutkal çözeltisi yonga üzerine eşit şekilde dağıtılmaktadır. Bu amaçla yüksek basınçlı, hava girdaplı enjektörler veya vantilatörler kullanılmaktadır. Tutkallamada, yüzey ve orta tabaka katmanları için farklı tutkal reçeteleri uygulanır. Bu nedenle silolardan gelen yongalar yüzey ve orta tabakalar için ayrı tutkallama makinesine gönderilir. Dış tabakalar için sıvı ya da güçlendirilmiş fenolik reçineler, orta tabaka yongaları için fenolik reçineler yâda izosiyanat kullanılmaktadır. Ağaç malzemedeki daha hızlı tepkime ve daha yüksek bir rutubet oranına imkân verdiği için sıvı fenolik reçineler tercih edilmektedir (Smulski 1997; Kalaycıoğlu 2001).

Yonga boyutlarının korunması önemli olup, bunun için yongaların tutkallanmasında dönme hızı düşük olan tutkallama makineleri tercih edilmektedir. Yapıştırıcı maddenin tipi ve miktarı levhalarda istenilen özelliklere bağlıdır. OSB üretiminde üretilen melamin ve fenol formaldehit tutkalları saf veya karışık olarak kullanılabilir gibi diisosiyanat tutkalı da kullanılabilir. Tutkal oranı olarak, tam kuru yongaya oranla % 3 oranında toz halinde fenol formaldehit veya % 5,5–6 tutkal çözeltisi yeterlidir (Brinkmann 1979).

OSB üretiminde çoğunlukla fenol formaldehit tutkalı genelde toz olarak kullanılır ve tutkal yongalara genellikle bir dönme silindiri içinde karıştırılır. Eğer kullanılan tutkal çözelti halinde ise yüksek basınçlı püskürtücüler kullanılarak ta uygulanabilir (Baştürk 1999). Şerit şeklindeki yongaların tutkallanmasında dönme hızı az olan tutkallama makineleri tercih edilmelidir. Yonga boyutlarının korunması bakımından dönme hızının az olması gerekmektedir. Şekil 1.6'da yongaların tutkallandığı karıştırıcı gösterilmiştir.



Şekil 1.6 Yongaların tutkallandığı karıştırıcı (URL-3).

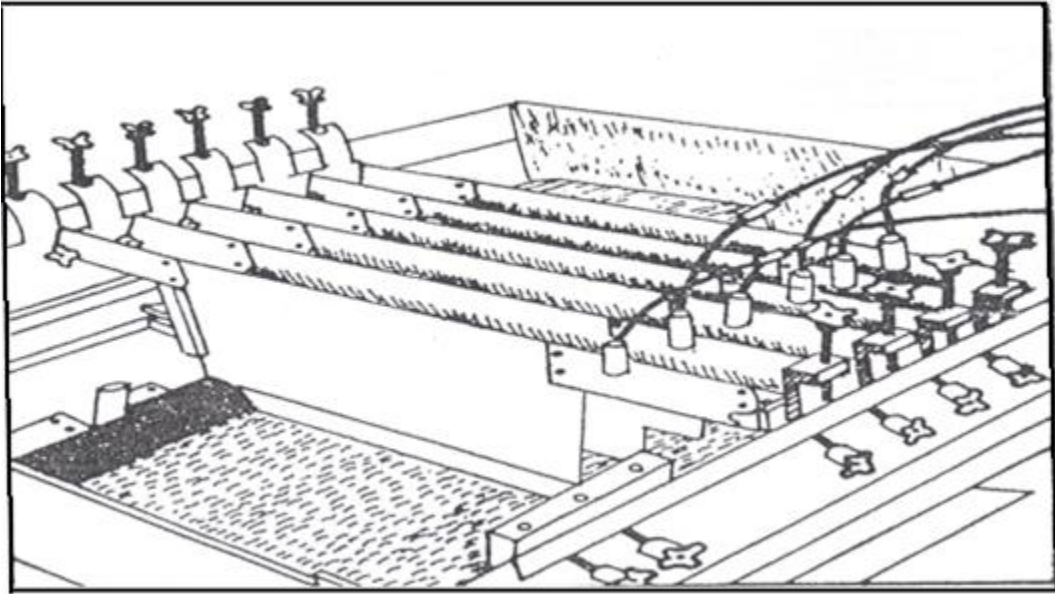
1.2.4.7 Serme

Kaliteli levha üretmek için homojen bir serme gereklidir. Özgül kütledeki değişimler levhannın direnç özelliklerini de etkilemektedir. Bunun için yongalar serilirken hata yapılmamasına dikkat edilmeli, serme işlemi levhanın ortasından geçen yatay düzleme göre simetrik olmalıdır (Özen 1980). Normal yonga levha ile yönlendirilmiş levha arasındaki en önemli fark serme işlemindedir. OSB üretiminin en önemli aşaması levha taslağının oluşturulduğu serme işlemi olup, levhalar tüm özelliğini burada kazanır. Levha taslağının oluşturulmasında kullanılan serme makineleri mekanik ve elektrostatik olmak üzere iki farklı yöntemle çalışır. Mekanik serme makinelerini 4 gruba ayırmak mümkündür. Bunlar;

1. Enine ve boyuna yönde serme yapabilen hücreli silindirler.
2. Yalnız levha üretim yönünde yönlendirme yapan diskli silindirler.
3. Enine ve boyuna yönde yönlendirme yapabilen ve zıt yönlerde hareket edebilen profil serme başlığına sahip serme makineleri.
4. Diskli serme makineleridir.

Elektrostatik Sistem

Yongaların yönlendirilmesi yukarıda açıklandığı gibi mekanik olarak yapılabildiği gibi elektrostatik olarak da yapılabilmektedir. Elektrostatik serme konusundaki çalışmalara 1960'lı yıllarda başlanılmıştır. Bu sistemde yongalar iki kutuplu (dipole) olarak etkilenmektedir. Etkin bir elektrostatik yönlendirmede yongalar düşey konumda bulunan pozitif ve negatif elektrik yüklü elektrot plakaları arasından geçer. Yongaların elektrotların arasından geçirilmesi yani düşey olarak bırakılması ile gerçekleşir. Elektrostatik serme yapabilmek için yongaların mutlaka belirli bir rutubette olması gereklidir. Burada yongaların yüzey rutubet değeri toplam rutubet değerinden daha önemli olup % 5'in altında rutubete sahip yongaların yönlendirilmesi oldukça zordur. Şekil 1.7'de yongaların yönlendirilmesinde kullanılan elektrostatik sistem gösterilmiştir.



Şekil 1.7 Yongaların yönlendirilmesinde kullanılan elektrostatik sistem (Çehrelî 1981).

OSB üretiminde kullanılan elektrostatik serme düzeneği oldukça pahalı ve karmaşık yapıya sahip bir sistemdir. Yongaların yönlendirilmesinde mekanik ya da elektrostatik yöntemler uygulanabildiği gibi, her iki yöntemin kombinasyonu da kullanılabilir (Brinkmann 1979; Smulski 1997). Yönlendirilmiş yongalardan üretilen levhaların direnç ve elastik özellikleri, rastgele yönlendirilmiş levhalardan 2,5 kat daha fazladır. Bu yüzden kullanılan yonga boyutlarının yönlendirmeye elverişli olması gerekir. İnce-uzun yongalar yani narınlık oranı yüksek olan yongalar yönlendirmeye daha elverişlidir (Akbulut 1991).

McNatt vd. (1992), yüzey tabakalarındaki yongaların yönlendirilmesinin, eğilme direnci ve elastikiyet modülünü yönlendirme doğrultusunda geliştirdiği, bununla birlikte kalınlığına şişme ve levha yüzeyine dik çekme direnci yongaların yönlendirmesinden etkilenmediğini belirtmiştir.

Diskli serme makinesi

Bu tip makinelerde yapılan ayarlamalar ile yongalar arzu edilen şekilde yönlendirilebilmekte, ince materyalin levhanın alt ve üst tabakalara, kalın materyalin ise orta tabakaya gelmesi sağlanabilmekte yâda bu işlemlerin tersi yapılabilmektedir. Siempelkamp firması tarafından geliştirilen diskli serme makinesi çalışma prensibi şematik olarak Şekil 1.8’de gösterilmiştir.



Şekil1.8 Diskli serme makinesi (URL-4).

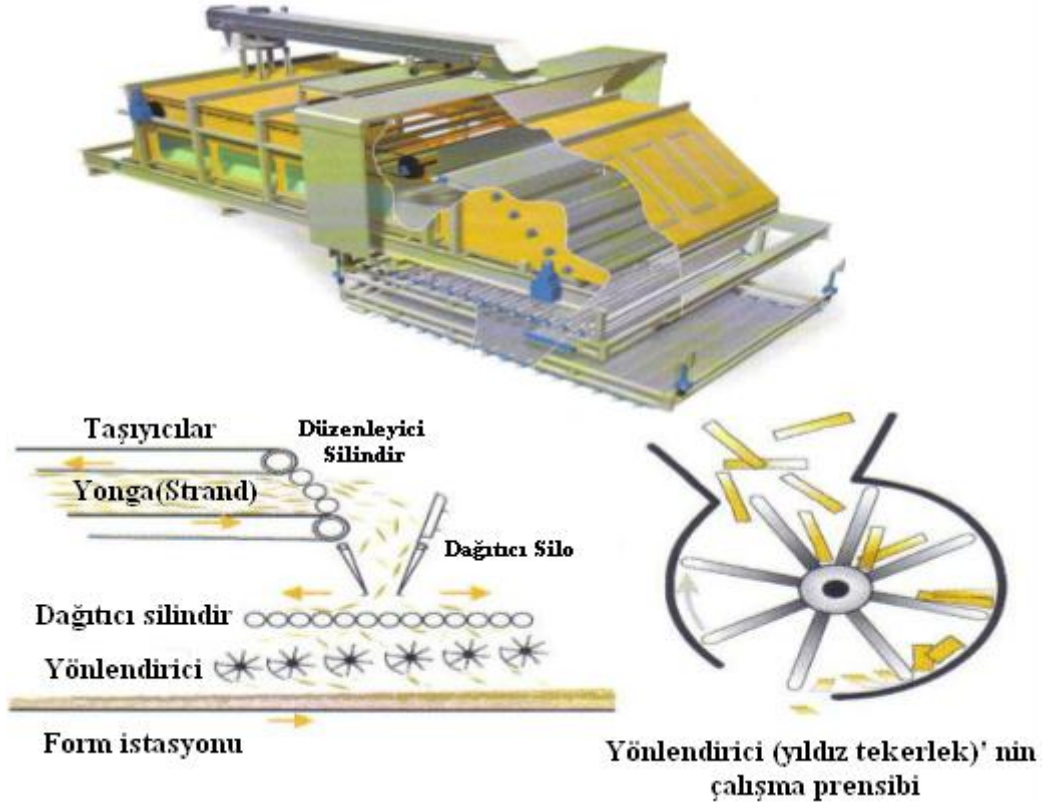
Şekil 1.8’de de görüldüğü gibi form istasyonunun deposuna yongalar boyuna ve enine yönde hareket edebilen başlık aracılığıyla aktarılır. Depodaki yonga seviyesi seviye kontrol aygıtı ile belirlenir. Geri aktarma silindiri depo içerisindeki yonga seviyesini sabit bir yükseklikte kalmasını sağlar. Deponun ön kısmında bulunan ve dönme hızları sabit olan iğneli silindirlere bir cephe oluşturulmuştur. Deponun taban bandının hızı kademesiz bir şekilde

artırılabilir. Bandın görevi yonga yığınına iğneli silindirlere taşımaktır. Yongalar iğneli silindirlere dozaj bandının üzerine düşmektedir. Dozaj bandı üzerinde tarayıcı bir başka silindir bulunmaktadır. Bu silindir, dozaj bandı üzerine düşen fazla miktardaki yonga yığını yanındaki enine silindire iletir. Bu son silindir görevi fazla materyali tekrar form istasyonu deposuna geri göndermektir. Dozaj bandının sonunda fırlatma silindiri bulunmaktadır. Fırlatma silindirinin gevşeterek fırlattığı yongalar diskli serme başlığı üzerine düşer (Çehrelî 1981).

Bu sistemde, yongaları yönlendirmede makinenin en önemli parçası diskli serme başlığıdır. Serme başlığı art arda gelen ve bunların üzerinde yan yana paralel dizilmiş disklerden oluşur. Ardı ardına gelen silindirler üzerindeki diskler birbiri içine geçmiş durumdadır. Diskler arasındaki açıklığın az olduğu taraftan ince materyal, çok olduğu taraftan ise kaba materyal sermektedir.

Diskler üzerine düşen yongaların arasındaki ince materyal alta geçerken, büyük boyutlu yongalar ise diskler tarafından öne taşınır ve daha geniş olan bu aralıklardan bandın üzerine serilerek yönlendirilirler. Yongaların serme başlığı boyunca optimal dağılımını sağlamak üzere, her bir silindir dönme hızı birbirinden bağımsız olarak ayarlanabilir. Son silindir, daha önceki diskler arasından aşağıya düşmemiş olan büyük boyutlu yongaları geri götürmek için ters yönde döner.

Serme başlığı boyunca diskler arasında farklı açıklıkların olması, yongaları yönlendirmenin yanında, sınıflandırılmasını da yaparak ince yongaların dış tabakaya, kalın ve uzun yongaların ise orta tabakaya gelmesini sağlamak ve böylece levhanın optimal eğilme direncine ulaşılması gerçekleştirilebilmektedir. Serme başlığının banttaki yüksekliği ve yükseliş açısı ayarlanabilmektedir. Bu sayede yönlendirme tam yönlendirme ile zayıf yönlendirme arasında arzulandığı şekilde yapılabilmektedir (Çehrelî 1981). Şekil 1.9'da genel olarak serme istasyonu gösterilmiştir (Kalaycıoğlu 2008).



Şekil 1.9 OSB üretiminde serme işlemi (Yapıcı 2008).

1.2.4.8 Presleme

Presleme işlemi, OSB üretim sürecinin en önemli aşamalarından biridir. Presleme şartları, kullanılan tutkal tür ve miktarına, levha yoğunluk, kalınlık ve rutubet içeriğine bağlıdır. Levha taslağının levha halini alması için preslenmesi gerekir. Serme ile oluşturulan taslağın taşıma sırasında bozulmaması için sarsılmadan taşınması gerekir. Presleme safhası ön presleme ve sıcak presleme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Ön pres, sıcak preslemede taslağın yapısının bozulmaması için gereklidir. Levha taslağının kalınlığı odun cinsine ve serbestlik derecesine bağlı olarak değişir. Serme kalınlığı levha kalınlığının yaklaşık olarak 15–20 katı kadar olup ön preste bu 1/3'ü oranında azalır. Böylece, sıcak preslemede pres katları arasındaki açıklık ve pres kapanma süresi azalacağı için presten daha iyi yararlanılabilir (Ayrılmış 2000).

Ön presten çıkan taslağının yoğunluğu, yoğunluk ölçme cihazı ile sıcak prese girmeden önce üretim hattına dik yönde yerleştirilmiş ve tüm levhayı ölçebilecek şekilde ölçülür. Ardından metal detektörü serme bandı genişliğince tüm taslak yüzeyini tarayarak taslağının içinde metal

parçacık olup olmadığını belirler. Taslak içerisinde bir metale rastlanırsa taslağı taşıyan bant otomatik uyarıcılar yardımı ile durdurularak bu parçanın geri dönüşüm hattına dökülmesi sağlanır.

OSB taslağı, levha özelliğini ancak sıcak preste kazanır. Sıcak preste taslağın levha haline gelmesi, levha kalınlığına kadar sıkıştırılması için gerekli basınç ve tutkalın sertleşmesi için gerekli sıcaklığın sağlanmasına bağlıdır. Bu sırada sıcaklık etkisiyle tutkal sertleşir ve stabil bir malzemenin elde edilmesi sağlanır.

Pres sıcaklığı, basıncı ve süresi kullanılan hammaddenin fiziksel ve mekaniksel özelliklerine göre belirlenir. Sıcak presleme sonucunda levhalar önemli özellikler kazanmaktadır (Özen, 1979). Bunlar;

1. Taslak istenilen son kalınlığa ulaşır.
2. Yapıştırma için gerekli basınç sağlanır.
3. Tutkalın sertleşmesi için gerekli sıcaklık sağlanır.
4. Hazırlanan taslak, basınç ve sıcaklık etkisiyle levha olacak şekilde yapıştırılır.

Levha taslağının preslemesi fasıllı (tek veya çok katlı) ve fasılsız (sürekli) çalışan preslerde gerçekleşmektedir. Sermeden sonra taslak tek veya çok katlı preste preslenecek ise önce standart levha uzunluğunda daire testere ile kesilmektedir (Kalaycıoğlu vd. 2003). Tek katlı preslerde her presleme periyodunda sadece bir tane levha preslenirken çok katlı preslerde pres katlarının sayısı 4-22 arasında değişir. Preslerde (tek veya çok katlı) basınç hidrolik olarak sağlanır. Pres plakaları sıcak su, buhar, kızgın yağ yâda yüksek frekans ile ısıtılabilir. Pres sıcaklığı, kullanılan tutkal türüne bağlı olarak 150–220°C arasında değişir. Süre tutkalın sertleşme süresi ve levhanın kalınlığına göre 3–7 dakika arasında olmaktadır (Akbulut 2000).

Presin kapanma süresi (pres plakalarının taslağı levha kalınlığına kadar sıkıştırması için geçen süre) levha direnç özellikleri bakımından önemlidir. Bu sürenin kısa olması yüzey tabakalarının normalden daha yüksek yoğunlukta, orta tabakanın ise daha düşük yoğunlukta olmasını sağlar. Bu durum, yüzey düzgünlüğü ve eğilme direnci bakımından faydalıdır. Fakat yüzeye dik çekme direnci olumsuz etkilenir. Spesifik basınç, sıcaklık ve sürenin yetersiz olması levhaların patlamasına neden olur.

Sürekli (continue) preslerde bilgisayar odasındaki operatör, bilgisayara preste uygulanacak sıcaklığı, basıncı, presleme faktörü gibi değerleri girerek sistemin otomatik olarak yürümesini sağlamak ve monitörden üretimi devamlı olarak kontrol altında tutmaktadır. Sürekli presleri katlı preslerden ayıran en önemli özellik üretimin kesintisiz olmasıdır. Sürekli sistemde taslak prese girmeden önce boyutlandırılmamakta, presten sonra yer alan daire testere levhayı standart uzunluklarda kesmektedir (Ayrılmış 2000).

Çok katlı preslerde levha kalınlığı, katlar arasına konulan kalınlık takozları veya elektronik çalışan pistonlar yardımıyla ayarlanır. Çok katlı preslerde bütün katların aynı anda kapanmasını sağlamak için eş zamanlı açma-kapama mekanizması kullanılır. Fasılasız preslerde levha sonsuz bir bant halinde elde edilmektedir. Daha sonra istenilen boyutlarda kesilmektedir. Bu tip presler uzun olup, hazırlanan taslak ısıtılan çelik levhalar veya etrafi çelik levhalarla kenetlenmiş silindirler arasından geçmektedir (Akbulut 2000).

1.2.4.9 Pres Sonrası İşlemler

Presleme ve pres önceki işlemlerin hatasız olarak yapılmış olması levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin istenen değerde olması açısından oldukça önemlidir. Presten çıkan levhaların sıcaklığının 70°C'nin üzerinde üst üste istiflenmesi halinde üre formaldehit tutkalı rutubetin etkisiyle hidroliz olmakta ve direnç değerlerinde düşüş görülmektedir. Bu nedenle üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalar 70°C altında sıcaklık değerlerine kadar soğutulduktan sonra üst üste istiflenmelidir. Fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda sıcak istiflemeyen dolayı bir sakınca oluşmamaktadır (Güler 2001). Levhaların soğutulma işlemi; soğutma kanalı ve daha çok soğutma yıldızları kullanılarak yapılır. Klimatize işlemi ile levhanın sıcaklığı ve rutubeti dengelenmekte ve tutkalın tam olarak sertleşmesi sağlanmaktadır. Yan alma işlemi levhaların soğutulmasından sonra yapılmalıdır. Bu amaçla daire testere kullanılmaktadır. Daha sonra düzgün yüzeyli levhalar elde etmek için levhaların alt ve üst yüzeyleri zımparalanmaktadır. Zımparalanan levhalar satış için depolara alınır (Güler 2001).

1.2.5 OSB'nin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etki Eden Faktörler

Kompozit levhaların özelliklerini birçok faktör etkilidir ve bu etkenlerin her biri levha özelliklerinde farklılığa sebep olacak derecede önem taşımaktadır. Aynı zamanda bu faktörler

birbiri ile ilişkilidir. Bireysel olarak tek bir faktörün değiştirilmesi istenilen özellikte levha üretilmesi için yeterli olmayabilir. Kullanım yeri isteklerine uygun nitelikte levha üretilmesi için bu faktörlerin levha özelliklerine etkilerinin bilinmesi önemlidir (Maloney 1993). Fiziksel ve mekaniksel özelliklere etki eden faktörleri maddeler halinde şöyle sıralayabiliriz;

- Kullanılan ağaç türü ve yoğunluğu
- Yonga geometrisi
- Tutkal türü ve miktarı
- Presleme şartları
- Levhanın yoğunluğu ve taslak yapısı

Ağaç türü ve yoğunluğu, yonga kalitesi bakımından önemli bir yere sahiptir. Çünkü iyi yonga kalitesini yeknesak anatomik yapısı olan ağaç türleri vermektedir. Kavak (*Populus*), söğüt (*Salix*), kızılâğaç (*Alnus*), akçaağaç (*Acer*), çınar (*Platanus*), ladin (*Picea*), göknar (*Abies*) gibi türler yonga üretimine en uygun ağaç türleridir. Ayrıca ilkbahar ve yaz odunları arasında özgül ağırlık kontrastı varsa bu tür odunlardan çok dar yongalar meydana gelmektedir. Ancak bu durum büyük sakınca teşkil etmemektedir (Brinkmann 1979).

Hoover vd. (1992), Kavak, Huş, Dişbudak, Meşe ve Akçaağaç kombinasyonlarını kullanarak OSB'ler üretmiştir. İki türden (Kavak ve Huş) oluşturduğu kombinasyonun elastikiyet modülü ve eğilme direnci açısından daha yüksek olduğu, üç türden (Kavak, Akçaağaç, Dişbudak) üretilen deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci ve makaslama direncinin diğer tüm kombinasyonlardan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Girschner ve Stokke (1991), üretimde kullanılan Akçaağaç oranının artırılmasıyla levhaların elastikiyet modülünün ve eğilme direncinin azaldığını, buna karşın, levhalarda meydana gelen kalınlık artışının ise iyileştirdiğini tespit etmişlerdir. Shaller (1986), Titrek kavak'tan $0,55 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğunda üretilen levhaların elastik özelliklerinin, Akçaağaç levhalarına göre daha iyi olduğunu belirtmiştir. Ancak her iki türden üretilen levhaların elastik özellikleri $0,67 \text{ g/cm}^3$ 'ün üstündeki yoğunluklardaki levhalara benzer olduğunu tespit etmiştir. Hammadde olarak kullanılan malzemenin yoğunluğu, levha yoğunluğunu ve levhanın diğer birçok özelliklerini kontrol etmede oldukça önemli bir faktördür. OSB teknolojisi düşük yoğunluğa

sahip ağaç türlerinin kullanımından gelişmiştir (Maloney 1996). Hafif ve ağır odundan aynı yoğunlukta üretilmiş levhalardan hafif olanlarının eğilme direnci daha yüksektir (Deppe ve Ernst 1964). Ayrıca, yüksek yoğunluğa sahip türlerden üretilen levhalar daha yoğun olup özellikle taşıma işlemlerinde zorluklara neden olmaktadır (Carl 1994).

Hafif odundan üretilmiş yongalar preslenirken sıkıştırma faktörü yüksek seçilebilir. Bunun sonucu levhanın yoğunluğunun düşük olmasına rağmen direnç değeri yükseltilmiş olur. Daha yüksek yoğunluğa sahip odun hammaddesi kullanılması durumunda aynı sıkıştırma faktörüne ulaşmak için daha yüksek basınç ve daha fazla yonga gerekmektedir. Ancak, bu durumda direncin artması ile birlikte levhanın yoğunluğu da artmaktadır (Özen 1980). Yoğunluğu çok düşük olan odun, pahalı bir hammadde olan tutkalı fazla emmesi dolayısıyla maliyeti arttırması ve istenilen boyutlarda yongalanamamasından dolayı (küt yongalar vermesi) arzu edilmemektedir. Bu nedenlerle yonga levha üretiminde kullanılan odunun yoğunluğunun 400 kg/m^3 'ten az ve 700 kg/m^3 'ten fazla olmamalıdır (Göker 1978).

Levhalarda maksimum yapıştırma sağlamak için gerekli olan basınç miktarı, levha yoğunluğunun üretimde kullanılan ağaç türünün yoğunluğuna oranına bağlıdır. Buna sıkıştırılma oranı denir. Eğer bir türden orta yoğunlukta yonga levha üretilecekse sıkıştırma oranının 1–1,3 civarında olması beklenir. Bu kullanılacak ağaç türünün uygunluğunu belirlemek için iyi bir göstergedir. Yüksek yoğunluktaki levhalar düşük yoğunluğa sahip türden üretilecekse, sıkıştırma oranı büyük miktarda artar. Nispeten düşük yoğunluktaki ağaç türlerinin tercih edilmesinin sebebi, onların orta yoğunluktaki levha üretimi için kolayca sıkıştırılabilmeleridir. Çünkü böylece iyi bir yapışma elde etmek için sıcak presleme sırasında yongalar arasında yeterli temas alanı sağlanmaktadır. Yüksek yoğunluktaki türler, iyi bir şekilde yapıştırılmış orta yoğunluktaki levha üretimi için kolayca sıkıştırılamayabilir (Baştürk 1999).

Kompozit levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini en çok etkileyen faktörlerden biri de levha yoğunluğudur (Kollmann ve Cote 1968). Gerek hammadde maliyeti gerekse üretim kontrolü bakımından levhada yatay yoğunluk değişimi çok küçük değerde olmalıdır. Çünkü yatay yoğunluk değişimi sıcak presleme işleminde levha taslağına gerekli pres basıncının dağılımını direkt etkilemektedir (Dai ve Stemer, 1994). Ayrıca levha yoğunluğu değişimi sıcak preslemede; ısı ve rutubet transferini önemli derecede etkilemektedir (Humphrey ve Bolton 1989; Haas vd. 1998).

Düşük özgül ağırlıktaki levhalarda yongalar arasındaki boşluklarda fazla miktarda tutkal kaybolur. Eğer levha yüksek yoğunluğa kadar sıkıştırılırsa bu boşluktaki tutkal etkili bir biçimde kullanılarak yongalar arasındaki teması güçlendirilir. Yoğunluğun artmasıyla hem tutkal etkili bir biçimde kullanılır hem de levhanın mekanik özellikleri arttırılmış olur. Ancak yoğunluğun fazla miktarda arttırılması levhanın işlemlerini zorlaştırır (Akbulut 1991).

Hsu ve Kirincic (1997), Titrek kavaktan 0,5 mm kalınlığındaki yongalar kullanılarak üretilen levhaların yoğunluğunun 0,64 gr/cm³'ten 0,54 gr/cm³'e düşürülmesiyle levhanın mekanik özelliklerinin azaldığını belirtmiştir. Ancak, 2 ve 24 saat suda bekletme sonucu levhalarda meydana gelen kalınlığına şişme miktarının levha yoğunluğunun azalmasıyla önemli ölçüde değişmediğini tespit etmiştir.

pH ağaç türüne göre değişmekle beraber, tutkalın sertleşmesi üzerinde de önemli etkisi vardır. Bunun için hazırlanacak tutkal reçetesi hammadde türünün pH değerine göre ayarlanmalıdır. Üretimde mümkün olduğu kadar aynı hammadde türü veya pH değerleri birbirine yakın türlerin kullanılması tercih edilir. Üretim içerisinde aynı ağaç türü veya aynı pH değerine sahip türler kullanılıyorsa, odun asiditesinin levha özellikleri üzerine etkisi azaltılabilir. Bu durumda odunun asiditesi sıcak preste tutkalın sertleşme süresini etkilese bile, sertleştirici miktarını ayarlanması ile sertleşme süresi istenilen seviyeye getirilecektir. Farklı pH değerlerine sahip ağaç türleri kullanılırsa sertleştirici miktarı en yüksek pH değerine göre ayarlanmalıdır. Bu durumda, düşük pH derecesine sahip ağaç türlerinden elde edilen yongalarda erken sertleşme oluşur. Bu da levhanın direnç değerlerinin azalmasına sebep olur. İyi bir yapıştırma elde etmek için ağaç türünün pH'sının 4-5 civarında olması arzu edilir (Göker ve Akbulut 1992). Bununla birlikte kullanılan odun hafif asidikse (pH değeri yüksek ise) sertleşmeyi sağlamak için sertleştirici ilave edilebilir. Sertleştiriciler aynı zamanda orta tabakanın sertleşme hızını yükseltme için de kullanılır (Akbulut 1991).

Rutubet miktarı, levha üretiminde ve özellikleri üzerindeki etkisi önemlidir. Rutubetin başlıca kaynağı odun yongalarında bulunan nem ve tutkal çözeltisinden gelen sudur. Panellerde mevcut olan rutubet miktarının ve özellikle de sıcak presleme sırasındaki rutubetin davranışı birçok araştırmacının konusu olmuştur (Humphrey ve Bolton 1989; Bolton vd., 1989; Humphrey ve Boron 1989; Humphrey 1991). Üretimde presleme işleminden önce hazırlanan levha taslağı üzerine dikey rutubet akışını hızlandırmak için su püskürtülür. Bu işlem, strandlerde plastikleştirici işlevi de görür. Ayrıca yüzeye püskürtülen su levhanın yüzey

kısının yoğunluğu artırarak eğilme direnci, vida tutma gücü gibi bazı mekanik özelliklerini de iyileştirmektedir (Stickler 1959; Kamke ve Casey 1988). Dış tabakanın rutubet oranının orta tabakadan daha fazla olmasını sağlamanın bir başka yolu ise dış tabaka yongalarının % 1-3 kadar daha fazla rutubette kurutulması veya tutkallama sırasında dış tabaka tutkal çözeltisinin konsantrasyonunun % 1-3 kadar daha fazla tutulmasıdır. Bu durumda kurutma için gerekli enerji ihtiyacı da azalacaktır (Kalaycıoğlu 2008).

Kullanılan tutkal miktarının artmasıyla levhanın direnç özellikleri ve boyut stabilitesi iyileşmektedir. Yongaların tutkallanması sırasında, tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine yeknesak bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Küçük tanecikler daha iyi yapışma alanı oluşturdukları için levhanın direnç özelliklerini artırır (Göker ve Akbulut 1992). Kontrplak gibi OSB üretiminde de çok yaygın bir biçimde fenolik tutkallar kullanılmaktadır. Bunlar, sıvı ve toz halinde bulunur. Tutkal miktarının artırılması levhaların tüm özelliklerini iyileştirir. Ayrıca tutkal dağılımı panellerin stabilitesini ve direnç özelliklerini etkileyen en önemli faktördür.

İzosiyanat tutkalları fenol formaldehit tutkallarına göre bazı avantajlara sahiptir. Bu avantajlar; düşük sıcaklıklarda hızlı sertleşme süresi ve uygun derecede rutubet miktarıdır. Dezavantajları ise çalışma alanındaki rahatsızlıklar ve pres plakalarında meydana gelen yapışmalardır (Özen 1980).

Yonga geometrisi optimum özelliklere sahip levha üretebilmek için oldukça önemlidir. Yonga uzunluğunun, yonga kalınlığına oranı narinlik olarak ifade edilir. Yapılan çalışmalarda genelde narinlik oranı kullanılmaktadır (Nelson 1997). Narinlik oranının artması ile eğilme direnci (MOR) artmaktadır (Post 1958; Meyers 2001). Narinlik oranı ile levha yoğunluğu ve levha yüzeyindeki strandlerin (yongaların) yönelimi arasında yakın ilişki vardır. Buna göre 0,06 cm kalınlığında ve 5,0-10 cm arasındaki uzunlukta strandler için optimum narinlik oranının 87-163 arasında olduğunu belirtmişlerdir (Wang ve Lam 1999).

Yonga geometrisi, yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, yüzey kalitesi ve işleme özelliklerini etkilemektedir. Yonga levha için en uygun bıçak yönü lif yönüne dik olan paralel kesiştir. Bıçak yönü lif yönüne meyilli olan paralel kesişte aynı şekilde uygundur. Yonga kalınlığının artması ile suda bekletme sonucu kalınlık artımı miktarı artmaktadır. Eğilme direnci, eğilmeye elastikiyet modülü, yüzeye paralel çekme ve basınç dirençlerinin yüksek

olması için narinlik derecesinin yüksek olması istenmektedir. Levhanın direnç değerlerinin yüksek ve boyut stabilitesinin iyi olması için; ince, üniform kalınlıkta, düzgün yüzeyli ve narinlik derecesi yüksek olan yongaların kullanılması gerekir. (Özen 1980).

Sermede yongaların yönlendirilmesi OSB'nin özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Serme işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar arasındadır. Yönlendirme işlemi, OSB'yi atası olan waferboard'dan ayıran en önemli özellik olup, levhanın mekanik özelliklerini iyileştirici yönde etki yapmaktadır (Harris ve Johnson 1982). OSB üç katlı simetrik lamine malzemeye benzer. Dış tabaka yongaları boyuna yönde serilirken, orta tabaka yongaları ise dış tabaka yongalarına belirli açı oluşturacak biçimde serilmektedir (Gren ve Hernandez 1998).

Yongaların levha içerisinde yönlendirilmesiyle levhanın direnç özellikleri değiştirilebilir. Yönlendirme derecesi ne kadar yüksek olursa, yönlendirme istikametinde direnç özellikleri de o derece yüksek olmaktadır. İnce ve uzun yongalar (narinlik derecesi yüksek) yönlendirilmeye en uygun yongalardır (Özen 1980).

Yönlendirme derecesinden kasıt yongaların serildiği yönden 45 dereceden daha fazla sapma göstermeyen miktarı anlaşılmaktadır. Levhanın yüksek dirençte üretilebilmesi için, diğer parametrelerin yanında yönlendirme derecesinin önemi büyüktür. OSB levhalarda yüksek direnç sağlayabilmek için yönlendirme derecesinin de yüksek olması gerekmektedir. Yönlendirilmiş yongalardan üretilen levhaların direnç ve elastik özellikleri, rastgele yönlendirilmiş levhalardan daha fazladır. Burada yonga boyutlarının yönlendirmeye elverişli olması gerekir. İnce-uzun yongalar (narinlik oranı yüksek)yönlendirmeye daha uygundur (Çehrelî 1981). Ayrıca; eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri yüzey tabakalarındaki yongaların yönlendirme doğrultusunda iyileştirmektedir. Fakat, kalınlığına şişme, doğrusal genişleme ve levha yüzeyine dik çekme direnci ise yongaların yönlendirmesinden etkilenmemektedir (McNatt vd. 1992).

Permabilite levha özelliklerini etkileyen diğer bir faktör arasındadır. Levha tutkallandığı zaman amaç yonga yüzeyi üzerinde tutkalı muhafaza etmektir. Özellikle yonga enine kesitleri tarafından absorbe edilen tutkal, yapıştırma işleminde telafi edilemez bir kayıptır. Odunun permeabilitesi kullanılan tutkalın yeterli olması yâda olmaması bakımından fark oluşturabilir (Akbulut 1991).

1.2.5.1 Ekstraktif Maddeler

Ekstraktif maddeler, tutkal tüketimi ve sertleşmesi üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bazı ağaç türleri doğal reçine ya da mum gibi ekstraktif maddelere sahiptirler. Bu tür maddeler levhaya bir dereceye kadar su iticilik kazandırır. Fazla permeabil ağaç türlerinin kullanılması durumunda tutkal sarfiyatı artar. Buda ekonomik açıdan istenmeyen bir durumdur (Göker ve Akbulut 1992).

1.2.5.2 Vakslar

Vakslar levhanın rutubet ve suya karşı dayanıklılığını artırmak için katılır. Bu maddeler levhanın bazı direnç özelliklerini düşürebilir. Ancak, bu maddelerin miktarının tam kuru yonga ağırlığına oranla % 1 veya daha az ise levhanın direnç özelliklerini etkilemez (Göker ve Akbulut 1992).

Katılan vaks oranı genellikle tam kuru yonga ağırlığının % 1,5'dan az olmalıdır. Birçok OSB üreticisi petrol rafinelisinin yan ürünü olan gevrek vaks kullanır. OSB üreticileri değişik kullanım yerleri için seçimlerini, gevrek vaksın yağ içeriği, viskozitesi, erime noktası ve tutuşma noktasına göre yapar (Alvur 2001).

1.2.5.3 Presleme Süresi ve Sıcaklığı

Preslemede en önemli değişkenler, presin sıcaklığı, kapanma süresi, basıncı ve süresidir. Sıcaklık, sertleşme süresi, basınç ve tutkal miktarının yetersiz olması durumunda levhada patlamalar ve ayrılmalar meydana gelebilir. Aynı özellikler, levhanın prestan çıktıktan sonra geriye yaylanmasına (kalınlık artımı) da neden olabilir. Pres süresinin aşılması durumunda 170°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda önemli ölçülerde direnç azalmasına sebep olan termik bozulmalar meydana gelebilir. Yonga levhanın genel olarak bütün özellikleri pres süresinin artmasıyla genel olarak artar. Levha kalınlığı boyunca özgül kütle değişimi, özgül kütle profili olarak adlandırılmaktadır. Homojen özgül kütle profili olan (orta ve yüzey tabakalarının özgül kütlesi aynı) levha üretmek çok zordur. Homojen özgül kütle profiline sahip levhalarda; eğilme direnci ve elastikiyet modülü artar. Yüksek özgül kütle profiline sahip yüzeye dik yöndeki çekme direncini azaltır (Özen 1980).

Pres kapanma süresi, pres plakalarının taslak yüzeyiyle temas ettiği andan istenilen levha kalınlığına sıkıştırılana kadar geçen süre olup levha özelliklerini belirlemede en önemli faktörlerden biridir. Pres kapanma süresinin ayarlanmasıyla değişik özgül ağırlık profilleri elde edilebilir (Akbulut 1991). Presin kapanma süresi başta levhaların yoğunluk profilini etkiler. Hızlı kapanan pres plakaları yoğunluk profilini artırır ve eğilme direncini iyileştirir. Ancak yüzeye dik çekme direncini, vida tutma gücünü düşürür ve levhaların kenar düzgünlüğünü bozar (Baştürk 1999).

Sıcak presleme esnasında kullanılan strand ve reçine önemli şekil değişikliğine uğrar. Özgül kütle değeri $0,45 \text{ g/cm}^3$ olan Titrek kavak odunundan elde edilen yongalar presleme sonucunda $0,61-0,63 \text{ g/cm}^3$ değerine ulaşır. Özgül kütle değerinde yaklaşık olarak % 35'lik bir artış meydana gelmektedir (Tarkow vd. 1966).

1.2.6 Ahşap Esaslı Levha Üretiminde Silan Kullanımı

Ahşap esaslı kompozit levhaların üretiminde her türlü ligno-selülozik hammadde kullanılabilir. Ancak kullanılacak hammaddenin teknik yönden uygun ve ekonomik olması bir zorunluluktur. Kompozit levhalar teknik yöntemlerle istenilen şekil, boyut ve direnç özelliklerinde üretilebildiğinde çok geniş kullanım alanlarına sahiptirler. Ahşap esaslı kompozit levhalar üretimde kullanılan hammaddelerin özelliklerine göre masif odundan, odun yonga ve strandları ile liflerden üretilen levhalar olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca her bir gurup kendi arasında genellikle kullanım alanlarına, yoğunluklarına ve üretim yöntemlerine göre sınıflandırılmaktadır (İstek ve Eroğlu 2002).

Yönlendirilmiş yongalevha (OSB); Odunun tamburlu yongalayıcılarda liflere paralel olacak şekilde $0,2-0,5 \text{ mm}$ kalınlık, $5-10 \text{ mm}$ genişlik ve $15-50 \text{ mm}$ uzunlukta yongalanması ile elde edilen yongaların (strand olarak adlandırılır) kurutulup uygun bir yapıştırıcı ile muamele edilerek, yüzey tabakaları ile orta tabakanın farklı olarak yönlendirilmesi ile oluşturulan levha taslağının sıcaklık ve basınç altında preslenmesi ile elde edilen ahşap esaslı bir kompozit malzemedir. Kısaca strand adı verilen yongaların uygun bir yapıştırıcı ile muamele edilerek, yönlendirilmek suretiyle oluşturulan levha taslağına OSB denir.

Dünya nüfusunun her geçen gün artmasına karşın orman kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle üretim tüketimi karşılayamamaktadır. Ayrıca, orman kesimine karşı çevrecil

baskılar odun dışı lif kaynakların daha etkin kullanılması yönünde araştırmaları yoğunlaşmaktadır. Günümüzde masif oduna ikame olarak yaygın bir şekilde farklı özellikte ahşap esaslı kompozit levhalar kullanılmaktadır. Ülkemizde kağıt hamuru, lif levha ve yonga levha endüstrilerinin hammadde talepleri iç kaynaklardan karşılanamamaktadır. Son on yıllardır bu endüstri kolları hammadde ihtiyacının önemli bir bölümünü yurt dışından ithalatla sağlamaktadır.

Dünyada birçok ahşap kompozit levha üretiminin gelişimi II Dünya Savaşı sonrasında yaşanmıştır. OSB üretimi de Amerika ve Almanya'da 1946 yılından sonra yapılan çalışmalarla gelişmeye başlamış olup ilk patent 1954 yılında Alman Klauditz ve arkadaşları tarafından alınmıştır ancak ilk OSB tesisi 1981 yılında Mineseto'da kurulmuştur.

OSB üretiminde levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen faktörler kısaca; kullanılan ağaç türü ve yoğunluğu, yonga geometrisi, rutubet miktarı, permabilitesi, tutkal türü ve miktarı, yönlendirme derecesi, odunun kimyasal yapısı, presleme sıcaklığı, basıncı ve süresi ile elde edilen levhanın yoğunluk ve kalınlığına bağlıdır (Yapıcı 2008).

Yapılan bir araştırmada yonga narinliğinin önemi belirtilmektedir. Yonga narinliği;

Yonga uzunluğunun / yonga kalınlığıdır.

Narinlik, OSB üretiminde özellikleri etkileyen en önemli faktörlerden olup bu değerin 87-163 arasında olması gerekliliği ifade edilmektedir (Wang ve Lam 1999).

Yapılan birçok araştırmada OSB levhaların yönlendirme derecesinin önemi üzerinde durulmuş ve yönlendirme derecesinin direnç özelliklerine etkileri belirlenmiştir. Yönlendirme derecesi, istenilen yönde yapılan sermede yongaların sapma değerini göstermektedir. Bu değerin 45° fazla olmaması demektir. Eğilme direnci ile eğilmede elastikiyet modülülerleri yüzey tabakasındaki yongaların yönlendirme doğrultusunda iyileştiği belirtilmektedir. Kalınlığına şişme ve levha yüzeyine dik çekme direncinin etkilemediği belirtilmektedir (McNatt vd. 1992).

OSB levhaları prefabrik yapılar başta olmak üzere çatı örtü altlarında, duvar ve oda ara bölmelerinde, yat ve tekne dekorasyonlarında, baraka ve kantin iç kaplama ve

dekorasyonlarında, tavan örtülerinde ve iç mimaride dekorasyon amaçları olmak üzere inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır (Alvur 2001; Yapıcı 2008).

Yapılan birçok araştırmada OSB levhaların yönlendirme derecesinin önemi üzerinde durulmuş ve yönlendirme derecesinin direnç özelliklerine etkileri belirlenmiştir. Yönlendirme derecesi, istenilen yönde yapılan sermede yongaların sapma değerini göstermektedir. Bu değer 45°'den fazla olmaması demektir. Eğilme direnci ile eğilmede elastikiyet modülülerleri yüzey tabakasındaki yongaların yönlendirme doğrultusunda iyileştiği belirtilmektedir. Kalınlığına şişme ve levha yüzeyine dik çekme direncinin etkilemediği belirtilmektedir (McNatt vd. 1992).

OSB levhaları prefabrik yapılar başta olmak üzere çatı örtü altlarında, duvar ve oda ara bölmelerinde, yat ve tekne dekorasyonlarında, baraka ve kantin iç kaplama ve dekorasyonlarında, tavan örtülerinde ve iç mimaride dekorasyon amaçları olmak üzere inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır (Alvur 2001;Yapıcı 2008).

Wu vd. (2000) Odun lifi/ polypropilen (WF/PP) karışımının ön muameleli üretilen levhaların yüzey ve mekanik özelliklere etkilerini araştırmışlardır. Asit-silan çözeltisinin odun lifleri ile ön muamelesinde yüksek yapışma direnci ve kompozit levhanın mekanik özelliklerinin iyileştiğini gözlemlemişlerdir. Dohnat ve arkadaşları odunun üç farklı silan bileşiğiyle modifiye etmişlerdir. Bunlar tetraetoksi-silan, metil etoksi-silanvepropiltri-etoksi-silandır. Burada monomerik silanların oligomerik silanlara göre daha yüksek tutunma ve şişmeye karşı dayanıklılık gösterdiği, rutubet alımı ve dayanıklılığında belirgin miktarda iyileştiğini belirtmektedirler (Dohnat vd. 2004).

Abdelmouleh ve arkadaşları silan ile muamele modifiye edilmiş selüloz lifleri ile doldurulmuş doymamış polyester ve epoksi reçine matrislerinin mekanik özellikleri hızlandırılmış yaşlandırma testi ile beraber özelliklerini belirlemişlerdir. Cuplingagent olarak kullanılan silanlar gama-amino propiltri-toksisilan (APS), gama metakrilopropiltrimetoksisilan (MPS), hegzadesitrimetoksisilan ve gama merkato-propiltrimetoksisilan (MRPS) lardır. Bunlardan APS, MPS ve MRPS kompozit levhaların mekanik özelliklerini daha etkili iyileştirdiği gözlemlemişlerdir (Abdelmoule vd. 2005). Mai ve Militz (2004) çalışmalarında silan ile emprenye edilmiş odunda boyutsal stabilizasyonu, Dayanıklılığı, ve ateşe karşı direncinin

arttığını belirtmektedir. Bu çalışmada özellikle silanın yüksek su itici kabiliyetinin öneminde bahsetmişlerdir.

Rozman ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada orta yoğunluklu lif levha üretirken lifler silanla modifiye edilmiş ve elde edilen levhaların mekanik dirençleri ve boyutsal stabilizasyonu araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda silanla muamele edilen liflerin bağlama kabiliyetinin arttığı görülmüştür. Bu iyileşmeyi liflerin vinilmonomerleriyle kopolimerizasyonu takip etmiştir. Çok bilinen bir gerçektir ki; Bu şekilde odun yada liflerin kimyasal modifikasyonu, hem mekaniksel özellikleri hem de boyutsal stabilizasyonu iyileştirmektedir (Rozman vd. 1994).

Yine Rozman ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir çalışmada silanla muamele edilen masif odunu, muamele edilmemiş odunlara göre çok daha iyi mekaniksel direnç gösterdiği ve boyutsal kararlılığa ulaştığı tespit edilmiştir. Bu durum odun bileşenleri ve polimerik bağlayıcılar (tutkal) arasında bir silan köprüsü oluşmasıyla meydana geldiği tespit edilmiştir (Rozman vd. 1997).

Odun liflerinin silanla aktive edilerek üretilen liflevhaların özellikleri araştırılmıştır. Kopma modülüne bakıldığında silanlı örneklerdeki değerler silansız örneklerdeki değerlere göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı durum elastikiyetmodülü için de tesbit edilmiştir. Modifikasyon derecesinin artmasıyla levhalardaki mekaniksel özelliklerdeki iyileşme daha da artmıştır. Silanla elde edilen levhalarda da daha yüksek lif plastikleşmesi oluşabilmekte ve bu nedenle modifikasyon seviyesi artış gösterip, plastikleşme ve yoğunlaşma daha fazla olmaktadır. Bu durumda levhaların yoğunluğu artmakta ve yüzeyler arası etkileşimler yükseldiği için mekaniksel özelliklerin ve boyutsal stabilizasyonun iyileştiği belirlenmiştir (Rozman vd. 2006).

Han ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kamış ve buğday saplarının ıslanabilirlikleri üzerinde silan birleştirme kimyasallarının etkileri araştırılmıştır. Bu materyallerin doğası gereği ıslanabilirlikleri çok düşüktür. Buna karşı silanla muamelesiyle önemli ölçüde iyileştirilebilir. Farklı silanlarla farklı iyileşme derecesi elde edilmesine karşın vinilsilanda neredeyse hiçbir iyileşme olmamıştır. Bununla beraber Kamış sapında epoksisilan ve buğday sapında amino silanın iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Han vd. 1999).

Yongalevhaldaki formaldehit emilsiyonunasilanın yapacağı etkiyi araştırmak için farklı miktarlarda silan ilave edilerek yapılan bir çalışmada % 0,5, 1, 3 ve 5 oranlarında organosilanla odun yongaları ön muamele edilmiş üre formaldehit tutkalı kullanılarak yongalvha üretilmiş ve levhanın formaldehit emilsiyonuaraştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ilk 3 saatteki formaldehirt salınımı % 3 silanlı örneklerde % 32 ve % 5 silanlıörneklerde % 79 oranında azalmıştır. 24 saatteki değerler ise % 3 için % 58, % 5 için % 70 olduğu saptanmıştır (Günter 2000).

Han ve arkadaşlarının silan kullanılarak ürettikleri yongalevhaldasilan ilavesi levhaların kopma modülünde önemli bir artış meydana getirmezken, iç bağlanmasında önemli bir şekilde iyileşmeye sebep olmuştur. Özellikle silan ilavesi ile iç yapışma değerleri, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında iki kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan şişme analizleri sonuçları kontrole göre % 5 daha az bulunmuştur. Sonuç olarak bu çalışmada mekaniksel ve fiziksel özelliklere göre iç yapışma direnci üzerinde daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir (Han vd. 1998).

Silan miktarının levha özellikleri üzerine etkisi ile alakalı yapılan başka bir çalışmada. Elde edilen sonuçlarda iç yapışma direncinin % 5 oranında ve kalınlığına şişme değerlerinin % 5 oranında azaldığı silanın önemli bir iyileşme etkisini göstermiştir. Buna karşı % 5 üzerinde silan oranlarında özelliklerdeki değişim sabit kalmıştır. Yine aynı çalışmada silan seviyesi mekaniksel özellikler üzerinde çok az bir etki sağlamıştır (Han vd. 1998).

Donath ve arkadaşları odunu silanla muamele ettikten sonra dış ortamda ve yapay olarak yıkanma özelliklerini araştırılmıştır. Yıkama muamelesi süresince su almada azalmaya sebep olmuş, buna karşın açık havada nem alımı değişmemiştir. Silanla muamele edilmiş örnekler incelenirken çatlak oluşumunda herhangi bir azalma belirlenememiştir. Genel olarak yapılan silan muamelelerinde odunun su itme özelliğinin yükseldiği belirlenmiştir (Donath vd. 2007).

(Tshabalala ve Gangstad 2003; Tshabalala vd. 2003; Donath vd. 2003). Ve biyolojik zararlılara ve yanmaya karşı direnci iyileştiği belirlenmiştir (Saka ve Tanno 1996; Saka ve Ueno 1997; Tanno vd. 1998; Saka vd. 2001).

Donath vd. (2004) Alkoxisilanla odun muamele edilmiş ve elde edilen sonuçlar muamele edilmiş odunun şişmeye karşı etkinliğinin, nem alışveriş özelliklerinin ve direncinin monomerik silanlarda çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1 KULLANILAN MATERYAL VE ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

2.1.1 Yonga Temini

Bu çalışmada kullanılan, OSB levha üretiminde “strand” olarak adlandırılan odun yongaları Kastamonu ilimizdeki bulunan SFC Entegre Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş.’den temin edilmiştir. Fabrikada üretimde Kızılcım odun yongaları kullanılmaktadır. Alınan yongalar hava almayacak şekilde ambalajlara doldurularak Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği kompozit levha laboratuvarına getirilmiştir.

2.1.2 Yapıştırıcı Madde

Bu çalışmada; yönlendirilmiş yongalevha (OSB) üretiminde yaygın olarak kullanılan sentetik tutkallardan fenol formaldehit ve üre formaldehit tutkalları kullanılmıştır. Tam kuru ağırlığa oranla %10 oranında Fenol formaldehit ve üre formaldehit tutkalı ile levhalar üretilmiştir.

2.1.3 Silan

Çalışmada 3-aminopropyltriethoxysilane ($H_2N-(CH_2)_3-Si(OC_2H_5)_3$) (silan) kullanılmıştır. Silan iki fonksiyonlu olup reaktif primer amino grubu ve hidrolize edilebilir etoksil grubu içermektedir. Silanın iki farklı reaktivite özelliğine sahip olması nedeniyle hem inorganik maddelere hem de organik polimerlere kimyasal olarak bağlanabilmektedir. Böylece hem bağlanmayı arttırıcı ve çapraz bağlayıcı özellikte hem de yüzey iyileştirici olarak kullanılabilir. Dynasynameo renksiz veya çok az sarımsı renkte olup düşük viskoziteli sıvı haldedir. Alkollerde, alifatik-aromatik hidrokarbonlarda ve suda çözünmektedir. Yoğunluğu $20^\circ C$ 'de $0,95 \text{ g/cm}^3$ ve kaynama sıcaklığı $68^\circ C$ 'dir. Kuru yerde

depolanması durumunda bir yıl kadar dayanabilmektedir. 3-Aminopropyltriethoxysilane kullanılması ürünlerde beklenen iyileşme özellikleri;

- Mekanik özelliklerinden eğilme, çekme, şok ve elastikiyet modülünde iyileştirme,
- Rutubete ve korozyona karşı dayanıklılıkta artma,
- Dielektirik sabitesi, boyutsal kararlılık gibi özelliklerde iyileşme,
- Yapışma direncinde iyileştirme,
- Katkı maddelerinin kolay dağılımı ve daha fazla ilave edilebilme yeteneği kazandırma,
- Uzun zamanlı yorulma ve sünme gibi özelliklerde iyileşmeler olarak sıralanabilir (URL-4).

2.2 OSB LEVHALARIN ÜRETİMİ VE ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi

Yongalar üretimi güç olması ve uygun laboratuvar şartlarının bulunamaması sebebiyle OSB üretimi yapan Kastamonu SFC fabrikasından yeterli miktarda yonga temini yapılmıştır.

2.2.2 Kurutma

Çalışmamızda kullanılan yongalar ortalama % 10-12 rutubete sahip olmasından dolayı uygun rutubeti elde etmek için laboratuvarında rutubeti % 2-3'e gelinceye kadar etüvde bekletilmiştir. Yaklaşık 110-120°C'de 2 saat kurutmaya tabi tutulmuştur.

2.2.3 Tutkallama

Levhaların üretilmesinde yapıştırıcı madde olarak % 60'lik fenol formaldehit tutkalı ve üre formaldehit tutkalından yararlanılmıştır. Tutkal ile beraber tutkal miktarına göre % 1, % 2, % 3 oranlarında silan kimyasalı ilave edilmiştir. Gerek fenol formaldehit, gerek üre formaldehit için bu oran aynıyla uygulanmıştır. Tutkalı yongaya ilave etmeden önce silan kimyasalı ile karıştırmak suretiyle uygulama yapılmıştır. Tutkallama işlemi için özel bir tutkallama düzeneği hazırlanmıştır. Tutkal püskürtme işlemi vernik tabancası ile manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Tüm denemelerde tutkallama işleminin aynı olabilmesi için eşit püskürtme yapılmıştır. Tutkallama işlemi Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Tutkallama işlemi.

2.2.4 Serme

Levha taslağının hazırlanmasında 40x40 cm boyutlarında şekillendirme kalıbı ve 12 mm kalınlığında kalınlık çıtaları kullanılmıştır. Önce pres sacı temiz ve düz bir zemine yerleştirilerek üzerine şekillendirme kalıbı konulmuştur. Tutkallanmış yongalar kalıp çerçeve içerisinde el yardımı ile homojen bir şekilde serme yönüne göre üç tabakalı olarak serilmiştir. Dış tabaka yongaları levha boyuna paralel yönde serilirken orta tabaka yongaları ise levha boyuna dik yönde serildikten sonra taslak kalıbı içerisine sığabilecek tabla ile bastırılarak levha taslağı oluşturulmuştur. Daha sonra sıkıştırma tablası basılı tutularak kalıplandırma çerçevesi yavaşça kaldırılmıştır. Kalınlık takozları taslağın her iki yanına yerleştirildikten sonra ahşap tabla alınarak yerine ikinci pres sacı yerleştirilmiştir. Böylelikle prese hazır levha taslağı oluşturulmuştur. Üretilen levhaların yoğunlukları $0,80 \text{ g/cm}^3$ ve levha taslağını oluşturmada orta ve dış tabakada kullanılan strandlerin oranı % 40-60 olarak uygulanmıştır. Üretimde kullanılacak yongaların tutkallama sonrası rutubet miktarları ölçülmüş ve ortalama olarak % 8,5–11 arasında bulunmuştur. Şekil 2.2’de hazırlanan levha taslağı gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Levha taslağı.

2.2.5 Presleme

Hazırlanan levha taslağının preslenmesinde laboratuvar tipi elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik pres kullanılmıştır. Pres pistonu altta olup, 180 ton kapasiteli ve 60x60 cm ebatlarında tablalara sahiptir. Deneme levhalarının üretimde; tutkal oranı % 1, 2 ,3 pres basıncı 35-40-45 kg/cm², pres süresi 4 dakika ve pres sıcaklığı 200°C olarak uygulanmıştır. Pres koşulları ile ilgili değişiklikler preste bulunan kumanda paneli ile yapılmıştır. Şekil 2.3'te levha presleme işlemi gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Levha taslağının hidrolik preste preslenmesi.

2.2.6 Pres Sonrası İşlemler

Presleme işleminden sonra tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için levhalar pres sacları arasında sıcaklığı düşünceye kadar bekletilmiştir. Tüm levhalar için bekletme süresi 15 dakika olarak eşit tutulmuştur. Belirli bir sıcaklığa kadar soğutulan levhalar özel olarak hazırlanan kutuda tamamen soğuyuncaya kadar bekletilmiştir. Böylece elde edilen levhalar denge rutubetine gelmesi için sıcaklığı $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve bağıl nemi $\% 65\pm 5$ olan iklimlendirme dolabında iki hafta süre ile TS 64-2-ISO 554 (1997)'de belirtilen esaslara göre klimatize edilmiştir. Klimatize edilen levhalar yapılacak olan testler için gerekli örnek boyutlarında kesilmiştir.

2.2.7 Zımparalama

Presleme sonrası elde ettiğimiz levhaların yüzey düzgünlüğünü sağlamak ve deneyler sırasında özellikle yüzeye dik çekme deneyinde, yüzeyin iyi yapışmasını sağlamak için kalınlığı etkilemeyecek bir seviyede levhalar makine kullanılmadan el yordamıyla ince zımparadan geçirilmiştir. Şekil 2.4'te Levhaların zımparalanmadan önceki ve zımparalandıktan sonraki durumları resimlerde görüldüğü gibidir.



Şekil 2.4 Levhaların zımparalanmadan önce ve sonraki hali.

2.2.8 Örneklerin Numaralandırması ve Boyutlandırma

Çalışmada sekiz grup levha üretilmiştir. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda kontrol, % 1 silan ilaveli, % 2 silan ilaveli ve % 3 silan ilaveli levhalar olmak üzere dört grup ve her gruptan üçer adet olmak kaydıyla 12 adet levha üretilmiştir. Üre formaldehit tutkalı ile aynı gruplar oluşturulmakla beraber her bir gruptan birer levha olmak kaydıyla 4 adet levha üretilmiştir. Üretilen levhaların fiziksel mekanik özelliklerinin belirlenmesinde TS EN 326-1 Türk standartları kullanılmıştır. Deney örneklerinin hazırlanmasında eğilme direnci, eğilme elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci deneyi, su alma ve şişme deneyinde kullanılmak üzere uygun boyutlarda örnekler kesilmiştir. Eğilme elastikiyet deneyi için 32x5x1,2 cm boyutlarında örnekler, çekme direnci ve su alma ve şişme deneyi için ise 5x5x1,2 cm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Kesilen örnekler Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Levhaların numaralandırılmış ve boyutlandırılmış hali.

2.3 METOD

2.3.1 OSB Levhaların Fiziksel Özellikleri

Üretilen OSB levhalarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir. Özgül kütle tayini, su alma ve kalınlığına şişme, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve yüzeye dik vida tutma direnci deneyleri yapılmıştır. Çalışmamızdaki testler TS EN standartları esasına göre yapılmıştır. Bu standartlar aşağıda Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Levha özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar.

Deney numunelerinin hazırlanması	TS EN 326-1
Kondisyonlama	TS 642
Özgül kütle tayini (gr/cm^3)	TS EN 323
Rutubet miktarı tayini (%)	TS EN 322
Su emme ve kalınlığına şişme (%)	TS EN 317/ TS EN 318
Eğilme direnci (N/mm^2)	TS EN 310
Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm^2)	TS EN 310
Levha yüzeyine dik yönde çekme direnci (N/mm^2)	TS EN 319
Yüzeye dik Vida tutma direnci(N)	TS EN 320

2.3.2 Levhaların Yoğunlukları

Çalışmamızda hedeflenen özgül kütle değerleri $0,80 \text{ gr}/\text{cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen OSB levhaların özgül kütleleri TS EN 323 standardına uygun olarak belirlenmiştir. Ayrıca, levha özelliklerinin belirlemek amacıyla kullanılan tüm test örneklerinin özgül kütleleri belirlenerek kullanılmıştır. Özgül kütle tayini kondisyonlama işleminden sonra yani hava kurusu yoğunluk değeri esas alınarak hesaplanmıştır.

2.3.3 Levhaların Su Alma ve Kalınlığına Şişme

Su alma ve kalınlığına şişme deneyleri üç periyotlu olarak 2 saat, 24 saat ve 72 saat süreyle ölçümler yapılmıştır. Deney örnekleri TS EN 317 ve TS EN 318 standardında belirtilen

esaslara göre yapılmıştır. Bu amaçla, 5x5x1,2 cm boyutlarında örneklerden faydalanılmıştır. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalar da her grup için 15 deney örneği kullanılmıştır. Üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda ise 10 adet deney örneği kullanılmıştır. Deney örnekleri iklimlendirme dolabına ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem) konularak hesaplar yapılmıştır. 2 saat, 24 saat ve 72 saat süre sonlarında örnekler su banyosundan çıkarılıp fazla suyu kağıt havlu yardımıyla alınıp, hassas terazide (0,01) ölçüm yapılmıştır. Su alma ve şişme deneyinde laboratuvar çalışmasına ait fotoğraflar Şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6 Levhaların su alma ve şişme deneyi.

2.3.4 Levhaların Eğilme Direnci

Levhaların eğilme direncini ölçmek için 30x5 cm boyutlara sahip örnekler hazırlanmıştır. Deney örnekleri TS EN 310'da belirtildiği esaslara göre hazırlanmış ve deneyler Karabük üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi deneyler yapılmıştır. Örneklerin orta noktasından yük uygulanmıştır. Bilgisayara aktarılan veriler hesaplarda kullanılmıştır. Şekil 2.7'de görüldüğü gibi deneyler Universal test cihazında yapılmıştır.



Şekil 2.7 Levhaların örneklerinin eğilme testinin uygulanması.

2.3.5 Yüze Dik Çekme Direnci

Üretilen deneme levhalarının yüze dik çekme direncini ölçmek için levhalardan 5x5x1,2 cm ölçülerinde örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler TS EN 319 da esaslara göredir. Örnekler çekme direncine uygun olarak hazırlanan alüminyum metal aparatlar üst ve alt olmak üzere iki yüze yapıştırmak suretiyle hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler Şekil 2.8'de görülmektedir.



Şekil 2.8 Levhaların yüze dik çekme direnci için hazırlanan numuneleri.

Yüzeye dik çekme direnci için hazırlanan test örnekleri ve Universal test cihazına ait yüzeye dik çekme deneyi Şekil 2.9’da görülmektedir.



Şekil 2.9 Levha yüzeyine dik yönde çekme direnci test edilmesi.

2.3.6 Yüzeye Dik Vida Tutma Direnci

Yüzeye dik vida tutma direnci deneyinde eğilmede elastikiyet deneyinde kullanılan örneklerden istifade edilmiştir. Deney örneklerinin hazırlanmasında TS EN 320 standartları esas alınmıştır. Mobilyalarda sıklıkla kullanılan vida ve çivilerden yararlanılmıştır. Deney Şekil 2.10’da görüldüğü gibidir.



Şekil 2.10 Örneklerin yüzeye dik vida tutma direncinin test edilmesi.

BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, kızılçam odun yongalarının (strand), fenol formaldehit ve üre formaldehit tutkalları silan ile modifiye edilerek Yönlendirilmiş Yongalevha (OSB) üretilmiştir. Elde edilen OSB levhaların özelliklerine silan ilavesinin etkisi olup olmadığı yapılan testlerle belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular SPSS 16.0 istatistik programıyla değerlendirilmiş ve elde edilen veriler tartışılmıştır.

3.1 OSB'LERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE AİT BULGULAR

3.1.1 Özgül Kütle

Araştırmada üretilen OSB levhaların özgül kütleleri ilgili standarda göre belirlenmiş. Elde edilen verilerin ortalama değerleri ve standart sapması Tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo 3.1 OSB levhaların özgül kütle değerleri.

Örnekler	Ortalama (g/cm ³)	Standart Sapma (±)
FF-Kontrol	0,77	0,03
FF-%1 Silan	0,78	0,05
FF-%2 Silan	0,78	0,04
FF-%3 Silan	0,80	0,07
UF-Kontrol	0,82	0,06
UF-%1 Silan	0,82	0,03
UF-%2 Silan	0,82	0,07
UF-%3 Silan	0,81	0,07

Tablo 3.1 da görüldüğü gibi üretilen levhaların özgül kütle değerleri hedeflenen 0,80 g/cm³ değerine yakın olup en yüksek sapma % 0,7, en düşük sapma değeri ise % 0,3 olarak belirlenmiştir.

Han vd (2005) yaptığı bir çalışmada fenol formaldehit tutkalı ile OSB üretilmiştir. Üretilen levhalarının yoğunlukları 608-720 kg/m³ arasında değişim göstermiştir. Zhou tarafından yapılan çalışmada polimerik metilen difenil metan disiyonat (pMDI) tutkalı ile yaptığı çalışmada % 2,5 ile % 5 oranlarında pMDI tutkalı kullanmıştır. % 2,5 pMDI tutkalı içeren örneklerde yoğunluk miktarları en az 0,72 gr/cm³ en fazla 0,76 gr/cm³ olarak tespit edilirken, % 5 pMDI tutkalı içeren örneklerdeki yoğunluk miktarları 0,72 gr/cm³ ile 0,78 gr/cm³ arasında değişiklik göstermiştir (Zhou 2002).

3.1.2 OSB Levhaların Su Alma ve Kalınlığına Şişme Sonuçları

Silan ilaveli FF ve UF tutkalları ile üretilen OSB levhaların su alma ve kalınlığına şişme (2 saat, 24 saat ve 72 saat) verileri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 OSB levhaların su alma ve kalınlığına şişme sonuçları.

Örnekler	İstatistik Veriler	Su Alma (%)			Kalınlığına Şişme (%)		
		2 saat	24 saat	72 saat	2 saat	24 saat	72 saat
FF-Kontrol	x	62,66	75,28	80,36	31,52	41,62	44,94
	±s	6,72	4,95	4,37	4,00	4,57	5,93
	%v	10,73	6,29	5,23	12,70	19,57	17,00
FF+%1 Silan	x	64,10	78,70	83,49	33,73	41,62	45,10
	±s	10,43	10,85	4,3	6,21	11,03	7,4
	%v	16,30	14,8	12,80	18,40	28,30	31,50
FF+%2 Silan	x	54,36	65,63	69,74	29,01	31,07	37,20
	±s	7,75	3,27	4,80	4,59	4,91	3,85
	%v	14,30	8,80	4,40	15,80	15,80	16,70
FF+%3 Silan	x	48,08	56,77	68,83	27,65	29,68	35,02
	±s	22,94	13,86	6,42	3,12	3,97	6,24
	%v	71,50	71,50	9,20	11,3	13,40	9,30
UF-Kontrol	x	65,43	80,14	84,36	35,53	43,76	46,06
	±s	8,2	8,05	6,66	2,91	4,68	5,54
	%v	12,5	10	7,9	8,2	11,5	12,3
UF+%1 Silan	x	58,27	73,28	79,41	30,58	39,03	43,74
	±s	3,23	10,66	9,74	1,90	11,21	4,25
	%v	5,55	6,20	4,65	6,20	14,92	14,52
UF+%2 Silan	x	56,73	71,40	75,94	29,08	35,61	42,63
	±s	5,16	4,20	3,81	0,67	2,22	8,19
	%v	9,09	5,93	4,60	2,29	6,24	9,58
UF+%3 Silan	x	55,78	70,80	75,04	27,15	29,61	34,89
	±s	6,41	3,83	2,77	4,52	3,51	3,40
	%v	11,49	5,22	6,69	16,66	11,84	10,21

Verilerin gruplar içi ve gruplar arası farklılıklarını değerlendirmek ve tutkal cinsi ve silan ilavesinin etkisini ortaya koymak amacıyla yapına istatistiksel değerlendirmeler aşağıdaki başlıklar ve tablolarda sunulmuştur.

3.1.2.1 Su Alma (2 Saat)

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal tipi ve oranı ve de silan kullanımının 2 saat suda bekletilme sonucunda oluşacak su almaya etkisini belirlemek için yapılan Varyans Analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3 OSB levhaların 2 saatte su alma ait Anova testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	14043,26	7	2006,18	33,99	0.000*
Gruplar İçinde	2596,88	44	59,02		
Toplam	16640,14	51			

*) p < 0,05

Varyans analizinden elde edilen bilgilere göre silan kullanımının levhalarda 2 saat su alma üzerine etkili olduğunu görülmektedir. Bu etkilerin hangi gruplarda meydana geldiğini ve gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını Duncan testi yapılarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4 OSB levhaların 2 saatte su alma ait Duncan testi sonuçları.

Levha tipi	Ortalama (%)	Homojenlik Grubu
FF-%3 Silan	48,08	a
FF-%2 Silan	54,36	b
UF-%3 Silan	55,78	b
UF-%2 Silan	56,73	b
UF-%1 Silan	58,27	b
UF-Kontrol	62,66	bc
FF-%1 Silan	64,10	bc
FF-Kontrol	65,43	c

Tablo 3.4'te görüldüğü üzere Duncan testi sonucuna göre % 3 silan modifiyeli FF tutkalı ile üretilen OSB levhaların 2 saat su alma değeri kontrol örneğine göre % 26.5 oranında azaldığı görülmektedir. Silan ilavesinin gruplar arasında istatistiki olarak % 95 güvenle anlamlı olduğu

görülmektedir. Kontrol örneklerine göre silan ilavesinin ve tutkal tipinin su alma üzerine olumlu etki yaptığı anlaşılmaktadır.

3.1.2.2 Su alma (24 Saat)

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal tipi ve oranı ve de silan kullanımının 24 saat suda bekletilme sonucunda oluşacak su almaya etkisini belirlemek için yapılan Varyans Analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5 OSB levhaların 24 saatte su alma ait Varyans Analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	22170,85	7	3167,26	69,99	0.000*
Gruplar İçinde	1855,29	41	45,25		
Toplam	24026,18	48			

*) p < 0,05

Varyans analizinden elde edilen bilgilere göre silan modifiyeli üretilen OSB levhaların kullanımının levhalarda yirmi dört saat su almadaki etkisi görülmektedir. Bu etkilerin hangi gruplarda meydana geldiğini belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Elde edilen değerler aşağıda Tablo 3.6’da verilmiştir

Tablo 3.6 OSB levhaların 24 saatte su alma ait Duncan testi sonuçları.

Levha tipi	Ortalama (%)	Homojenlik Grubu
FF-%3 Silan	56,77	a
FF-%2 Silan	65,63	b
UF-%3 Silan	70,80	bc
UF-%2 Silan	71,40	bc
UF-%1 Silan	73,28	c
UF-Kontrol	75,28	c
FF-%1 Silan	78,70	cd
FF-Kontrol	80,14	d

Tablo 3.6’da görüldüğü gibi FF ile üretilen ve % 3 silan ilaveli levha örneklerinin diğer guruplardan daha düşük olduğu görülmektedir. Guruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu ve silan ilavesinin 24 saat su alma üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. % 3 silan ilavesi FF tutkalı ile üretilen levhalar üzerinde % 29,1 lik bir azalmaya neden

olmuştur. Han ve arkadaşlarının fenol formaldehit ile üretilen OSB levhalarının 24 saat su alma miktarları % 57,3 - 86,63 arasında değiştiğini belirtmektedirler (Han vd. 2005).

3.1.2.3 Su alma (72 Saat)

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal tipi ve oranı ve de silan kullanımının 2 saat suda bekletilme sonucunda oluşacak su almaya etkisini belirlemek için yapılan Varyans Analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7 OSB levhaların 72 saatte su alma ait Varyans Analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	2611,74	7	373,10	8,11	0,000*
Gruplar İçinde	3217,49	70	45,96		
Toplam	5829,23	77			

*) p < 0,05

72 saat su alma deneyinde Varyans analizi sonuçlarına göre silan ilavesinin ve tutkal tipinin OSB levhaların su alma verileri üzerine p < 0,05 güvenle etkilediği anlaşılmaktadır. Bu etkinin gruplar içi ve gruplar arası etkisini belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. 72 saat su alma verilerinin ortalamaları, standart sapma, varyasyon katsayıları ve Duncan test sonuç değerleri Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8 OSB levhaların 72 saatte su alma ait Duncan testi sonuçları.

Levha tipi	Ortalama (%)	Homojenlik Grubu
FF-%3 Silan	68,83	a
FF-%2 Silan	69,74	ab
UF-%3 Silan	75,04	abc
UF-%2 Silan	75,94	bc
UF-%1 Silan	79,41	cd
UF-Kontrol	80,36	cd
FF-%1 Silan	83,49	d
FF-Kontrol	84,36	d

Tablo 3.8’de görüldüğü gibi 72 saatlik su alma deneyi verileri ve Duncan testi sonuçlarına göre; silan ilavesinin su alma olumlu etkilediği görülmüştür. Ancak, UF ve FF tutkalında % 1 silan ilavesinin istatistiksel olarak etkisinin olmadığı görülmektedir. Fenol formaldehit

tutkalında ise % 2 silan ilavesi ile % 3 silan ilavesinin istatistiksel olarak aynı olduğu görülmektedir. 72 saat su alma üzerinde % 3 silan ilaveli FF tutkalı ile üretilen OSB levhaların kontrol örneğine göre % 18,42 oranında azaldığı görülmektedir.

3.1.3 OSB Levhaların Kalınlığına Şişme Sonuçları

3.1.3.1 Kalınlığına Şişme (2 Saat)

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal tipi ve oranı ve de silan kullanımının 2 saat suda bekletilme sonucunda oluşacak kalınlığına şişmeye etkisini belirlemek için yapılan Varyans Analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9 OSB levhaların 2 saatte kalınlığına şişme miktarına ait Varyans Analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	796,80	7	113,83	7,23	0,000*
Gruplar İçinde	1180,49	75	15,74		
Toplam	1977,30	82			

*) p < 0,05

Tablo 3.9’da görüldüğü üzere 2 saat suda kalınlığına şişme miktarları tutkal türü ve silan miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu değişikliğin hangi guruplarda farklı olduğu ve silanın etkisinin ortaya konulması için yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 3.10’da görülmektedir.

Tablo 3.10 OSB levhaların 2 saat kalınlığına şişme miktarına ait Duncan testi.

Levha tipi	Ortalama (%)	Homojenlik Grubu
UF+%3 Silan	27,15	a
FF+%3 Silan	27,65	ab
FF+%2 Silan	29,01	ab
UF+%2 Silan	29,08	ab
UF+%1 Silan	30,58	abc
UF-Kontrol	31,52	bcd
FF+%1 Silan	33,73	dc
FF-Kontrol	35,53	d

Duncan test sonuçlarında görüldüğü gibi tutkal cinsinin kalınlığına şişmede etkili olmadığı silan ilavesinin ise kalınlığına şişmeyi etkilediği görülmüştür. FF kontrol örneğine göre % 3 silan ilaveli FF tutkalı ile üretilen levhalarda kalınlığına şişme değerinde % 22,17 lik bir azalma olduğu görülmüştür. Aynı değer % 3 silan ilaveli UF tutkalı ile OSB levhalarda % 13,89 olarak bulunmuştur.

3.1.3.2 Kalınlığına Şişme (24 Saat)

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal tipi ve oranı ve de silan kullanımının 24 saat suda bekletilme sonucunda oluşacak kalınlığına şişmeye etkisini belirlemek için yapılan Varyans Analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11 OSB levhaların 24 saatte kalınlığına şişme miktarına ait Varyans Analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	2267,22	7	323,89	8,44	0,000*
Gruplar İçinde	2913,78	76	38,33		
Toplam	5181	83			

*) p < 0,05

Tablo 3.11’de görüldüğü üzere 2 saat suda kalınlığına şişme miktarları tutkal türü ve silan miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu değişikliğin hangi guruplarda farklı olduğu ve silanın etkisinin ortaya konulması için yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 3.12’de görülmektedir.

Tablo 3.12 OSB levhaların 24 saat kalınlığına şişme miktarına ait Duncan testi.

Levha tipi	Ortalama (%)	Homojenlik Grubu
UF+%3 Silan	29,61	a
FF+%3 Silan	29,68	a
FF+%2 Silan	31,07	a
UF+%2 Silan	35,61	ab
UF+%1 Silan	39,03	bc
UF-Kontrol	41,62	bc
FF+%1 Silan	41,62	bc
FF-Kontrol	43,76	c

Yapılan 24 saatlik şişme deneyinden elde edilen verilerin Duncan analizinden anlaşılacağı gibi % 2-3 silan ilaveli FF ve UF tutkalları ile üretilen levhaların kalınlığına şişme değerleri

istatistiksel olarak $p < 0,05$ güvenle önemsiz olduğu ancak kontrol örneğine göre silan ilavesinin levhaların şişme özelliklerini olumlu etkilediği anlaşılmaktadır. FF kontrol örneğine göre % 3 silan ilavesinin 24 saatte OSB levhaların kalınlığına şişme değerini % 32 azaldığı yani iyileştirdiği belirlenmiştir. Aynı değer UF örneklerinde % 28,85 olduğu hesaplanmıştır.

3.1.3.3 Kalınlığına Şişme (72 Saat)

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan tutkal tipi ve oranı ve de silan kullanımının 72 saat suda bekletilme sonucunda oluşacak su almaya etkisini belirlemek için yapılan Varyans Analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3.13 OSB levhaların 24 saatte kalınlığına şişme miktarına ait Varyans Analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	1771,87	7	253,12	5,04	0,000*
Gruplar İçinde	3815,58	76	50,20		
Toplam	5587,45	83	*) $p < 0,05$		

72 saat kalınlığına şişme deneyinde Varyans analizi sonuçlarından anlaşıldığı gibi silan ilavesinin ve tutkal tipinin OSB levhaların fiziksel özelliklerini etkilediği görülmektedir. Bu etkinin gruplar içi ve gruplar arasında nasıl değiştiği yapılan Duncan testi ile belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 3.14’de verilmiştir.

Tablo 3.14 OSB levhaların 72 saatte kalınlığına şişme miktarına ait Duncan testi.

Levha tipi	Ortalama (%)	Homojenlik Grubu
UF+%3 Silan	34,89	a
FF+%3 Silan	35,02	a
FF+%2 Silan	37,20	ab
UF+%2 Silan	42,63	bc
UF+%1 Silan	43,74	bc
UF-Kontrol	44,94	c
FF+%1 Silan	45,10	c
FF-Kontrol	46,06	c

Tablo 3.14’de görüldüğü gibi % 2 ve % 3 silan ilavesinin OSB levhaların 72 saatteki kalınlığına şişme değerlerini kontrol numunesine göre olumlu olarak azalttığını tespit

edilmiştir. UF+% 3 silan ve FF+% 3 silan yakın değerlerde görülmektedir. Bununla beraber UF+% 2 Silan ve UF+% 1 silan ilaveli OSB örnekleri de benzerlik göstermekte ve UF-Kontrol, FF+% 1 Silan ve FF-Kontrol örnekleri yakın değerleri ifade etmektedir. Deneyde en yüksek değeri FF-Kontrol örneği gösterirken, en düşük değeri ise UF+% 3 Silan örneğinde görmektedir. Kalınlığına şişme deneyi ile ilgili yapılan bir çalışmada fenol formaldehit ile üretilen OSB levhalarının kalınlığına şişme miktarları; 24 saat su da bekletme sonunda % 8,87-49,30 arasında şişme değiştiği ifade edilmektedir (Han vd. 2005). Zhou (2002) yaptığı bir çalışmada % 2,5 ile % 5 arasında kullandığı Polimerik metilen difenil metan disiyonat (pMDI) tutkalı ile levhalar üretmiştir. Ürettiği OSB levhalarında şişme miktarlarını % 2,5 pMDI tutkalı içeren örneklerde şişme miktarları en az % 20 en fazla % 23 olduğu belirtilirken, % 5 pMDI tutkalı içeren örneklerdeki şişme miktarları % 9 ile % 11 arasında değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir.

3.2 OSB Levhaların Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular

Silan ilaveli FF ve UF tutkalları ile üretilen OSB levhaların mekanik özellikleri Tablo 3.15’de görülmektedir.

Tablo 3.15 OSB levhaların mekanik özelliklerine ait sonuçlar.

Örnekler	İstatistik Veriler	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Eğilmede elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Yüze Dik Çekme (N/mm ²)	Vida Tutma (N)
FF-Kontrol	x	29,93	4348,20	0,46	3,20
	±s	2	350	0,07	0,36
	%v	7	9	15,06	11
FF+%1 Silan	x	30,02	4526,10	0,49	3,28
	±s	1	363	0,02	0,43
	%v	3	9	4,56	13
FF+%2 Silan	x	31,04	4648,20	0,50	3,51
	±s	2	400	0,08	0,23
	%v	6	10	16,51	6
FF+%3 Silan	x	32,52	4869,70	0,52	3,89
	±s	2	317	0,03	0,20
	%v	6	8	6,75	5
UF-Kontrol	x	23,00	4050,30	0,40	2,43
	±s	1	416	0,06	0,29
	%v	4	9	14,93	12
UF+%1 Silan	x	22,96	4003,90	0,36	2,77
	±s	1	573	0,02	0,48
	%v	4	12	7,86	17
UF+%2 Silan	x	20,53	3984,80	0,29	3,14
	±s	1,10	253	0,01	0,39
	%v	2	6	6,07	13
UF+%3 Silan	x	19,39	3865,20	0,25	3,43
	±s	1,30	269	0,01	0,33
	%v	2	7	3,59	10

Verilerin gruplar içi ve gruplar arası farklılıklarını değerlendirmek ve tutkal cinsi ve silan ilavesinin etkisini ortaya koymak amacıyla yapına istatistiksel değerlendirmeler aşağıdaki başlıklar ve tablolarda sunulmuştur.

3.2.1 Eğilme Direncine ait Bulgular

OSB levhaların eğilme dirençlerine ait bulguların gruplar içi ve gruplar arası istatistiksel öneme sahip olup olmadığını belirlemek için yapılan Varyans Analizi Tablo 3.16'da verilmiştir.

Tablo 3.16 OSB levhaların eğilme dirençlerine ait Anova testi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	554,76	7	79,25	45,93	0,000*
Gruplar İçinde	27,60	16	1,72		
Toplam	582,36	23			

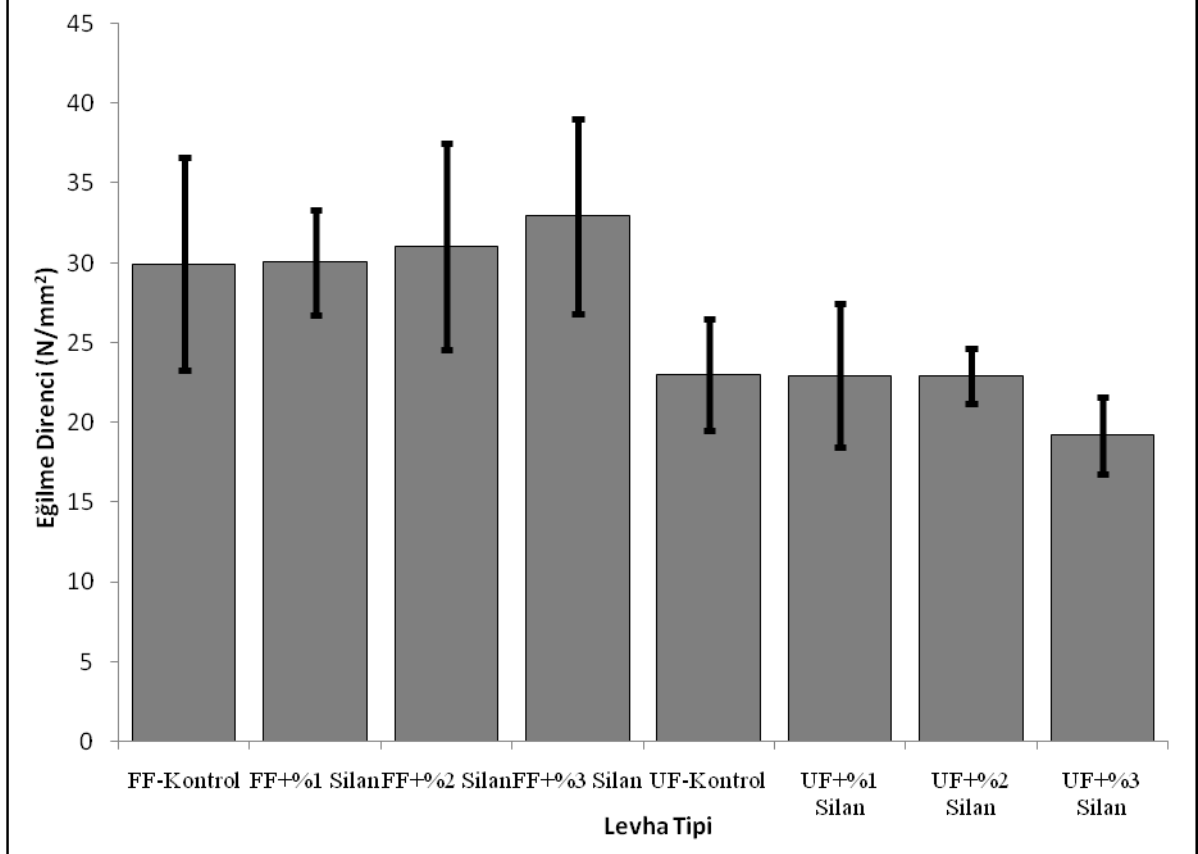
*) p < 0,05

Eğilme deneyinde varyans analizi farklı tutkal tiplerinin kullanımının sonuçlarının birbirlerine göre anlamlı olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların hangi levha gruplarında olduğunu belirlemek ve sayısal değerler biçiminde göstermek maksadıyla Duncan testi yapılmıştır. Duncan testine ait ortalamalar, standart sapma ve varyasyon katsayıları aşağıda Tablo 3.17'de verilmiştir.

Tablo 3.17 OSB levhaların eğilme dirençlerine ait Duncan testi.

Levha tipi	Ortalama N/mm ²	Homojenlik Grubu
UF+%3 Silan	19,39	a
UF+%2 Silan	20,53	b
UF+%1 Silan	22,96	b
UF-Kontrol	23,00	b
FF-Kontrol	29,93	c
FF+%1 Silan	30,02	c
FF+%2 Silan	31,04	cd
FF+%3 Silan	32,52	d

Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre % 3 silan ilaveli FF tutkalı ile üretilen OSB levhaları kontrol örneğine göre % 8,6 oranında bir artış göstermiştir. Bununla beraber % 1-2-3 silan ilaveli UF tutkalı ile üretilen levhaların eğilme dirençlerinin UF kontrol örneğine göre azaldığı görülmüştür. Bu azalma miktarı en fazla % 3 silan ilaveli UF levhalarında % 15,6 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.1 OSB'lere eğilme direnci değerleri.

Şekil 3.2'de görüldüğü üzere silan ile modifiye edilmiş FF ile üretilmiş levhalarda silan ilavesinin levha eğilme direnci üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalarda, eğilme direncinde azalmaya neden olduğu görülmektedir.

Han vd. (2005) yaptığı çalışmada fenol formaldehit tutkalı ile OSB üretilmiştir. Üretilen levhalarının eğilme dirençleri en az 22,07 N/mm² olarak bulunurken; yüksek değeri 47,45 N/mm² seviyesinde bulunmuştur. Başka bir çalışmada polimerik metilen difenil metan disiyonat (pMDI) tutkalı ile yaptığı çalışmada % 2,5 ile % 5 miktarlarında pMDI tutkalı kullanarak levhalar üretilmiştir. Bu üretilen OSB levhalarının direnç miktarları şu şekilde

bulmuştur; üretilen levhalardan % 2,5 pMDI tutkalı içeren örneklerde eğilme miktarları en az 28,62 N/mm² en fazla 35,05 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber % 5 pMDI tutkalı içeren örneklerdeki eğilme miktarları 36,80 N/mm² ile 55,76 N/mm² arasında değişiklik göstermiştir (Zhou 2002).

3.3 OSB Levhaların Eğilmede Elastikiyet Modülüne Ait Bulgular

Yapılan çalışmamızda ve kullanılan farklı tutkal tipinin örneklerin elastikiyet modülü değerleri üzerine olan etkilerinin istatistiksel öneme sahip olup olmadığını belirlemek için yapılan Varyans Analizi Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3.18 OSB levhaların eğilmede elastikiyet modülüne ait Anova testi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	2840585,95	7	405797,99	4,07	0,000*
Gruplar İçinde	1594533,15	16	99658,32		
Toplam	4435119,11	23	*) p < 0,05		

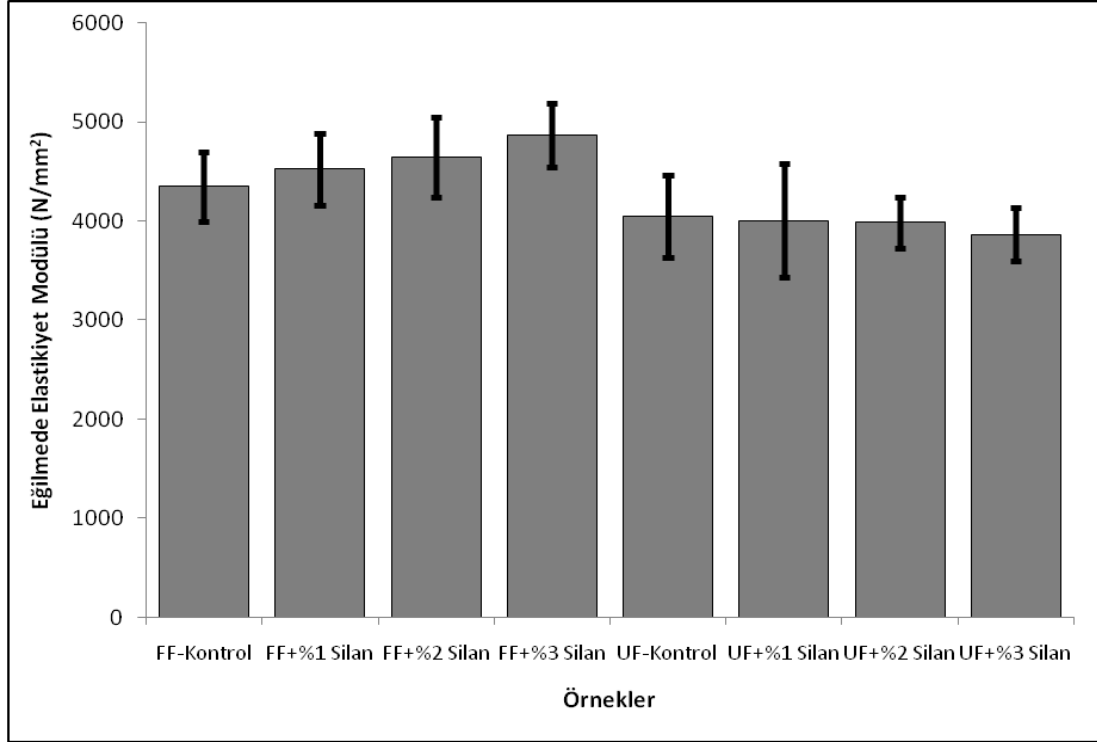
Varyans analizinden elde ettiğimiz verilere, silan ilavesinin ve farklı tutkal kullanımının gruplar arasında anlamlı olduğunu göstermiştir. Hangi levhalar arasında anlamlı farklılık olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi, değerlere ait ortalamalar, standart sapma ve varyasyon katsayıları Tablo 3.19’da verilmiştir.

Tablo 3.19 OSB levhaların eğilmede elastikiyet modülüne ait Duncan testi.

Levha tipi	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
UF+%3 Silan	3865,20	a
UF+%2 Silan	3984,80	ab
UF+%1 Silan	4003,90	ab
UF-Kontrol	4050,30	ab
FF-Kontrol	4348,20	abc
FF+%1 Silan	4526,10	bcd
FF+%2 Silan	4648,20	cd
FF+%3 Silan	4869,70	d

Eğilmede Elastikiyet modülü deneyinden elde edilen verilere göre tutkal tiplerine ve silan ilavesinin gruplar arasında etkili olduğu görülmektedir. FF ile üretilen levhalarda silan

ilavesinin eğilmede elastikiyet modülünü düşürdüğü görülmektedir. Ancak, bu düşüşün istatistiksel olarak % 95 güvenle anlamlı olmadığı görülmektedir. FF ile üretilen levhalarda eğilme direncini arttırdığı ve en yüksek artışın % 3 silan modifiyeli OSB levhalarında % 10,7 olduğu görülmüştür. Verilerin grafiksel gösterimi Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.2 OSB'lere ait eğilmede elastikiyet modülü değerleri.

Zhou (2002) Polimerik metilen difenil metan disiyonat (pMDI) tutkalı ile yaptığı çalışmada % 2,5 ile % 5 miktarlarında pMDI tutkalı kullanarak levhalar üretilmiştir. Bu üretilen OSB levhalarının elastikiyet modülü miktarları şu şekilde bulmuştur; üretilen levhalardan % 2,5 pMDI tutkalı içeren örneklerde elastikiyet modülü miktarları en az 3,48 GPa en fazla 5,02 GPa olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber % 5 pMDI tutkalı içeren örneklerdeki eğilme miktarları 4,3 GPa ile 6,21 GPa arasında değişiklik göstermiştir. Han ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada fenol formaldehit tutkalı ile OSB üretilmiştir. Üretilen levhalarının elastikiyet modülü 4,29-8,47 GPa arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Han vd. 2005).

3.4 OSB Levhaların Yüzeye Dik Çekme Direncine Ait Bulgular

OSB levhaların yüzeye dik çekme direncine ait bulguların istatistiksel öneme sahip olup olmadığını belirlemek için yapılan Varyans Analizi Tablo 3.20’de verilmiştir.

Tablo 3.20 OSB'lerin yüzeye dik çekme direncine ait Anova testi.

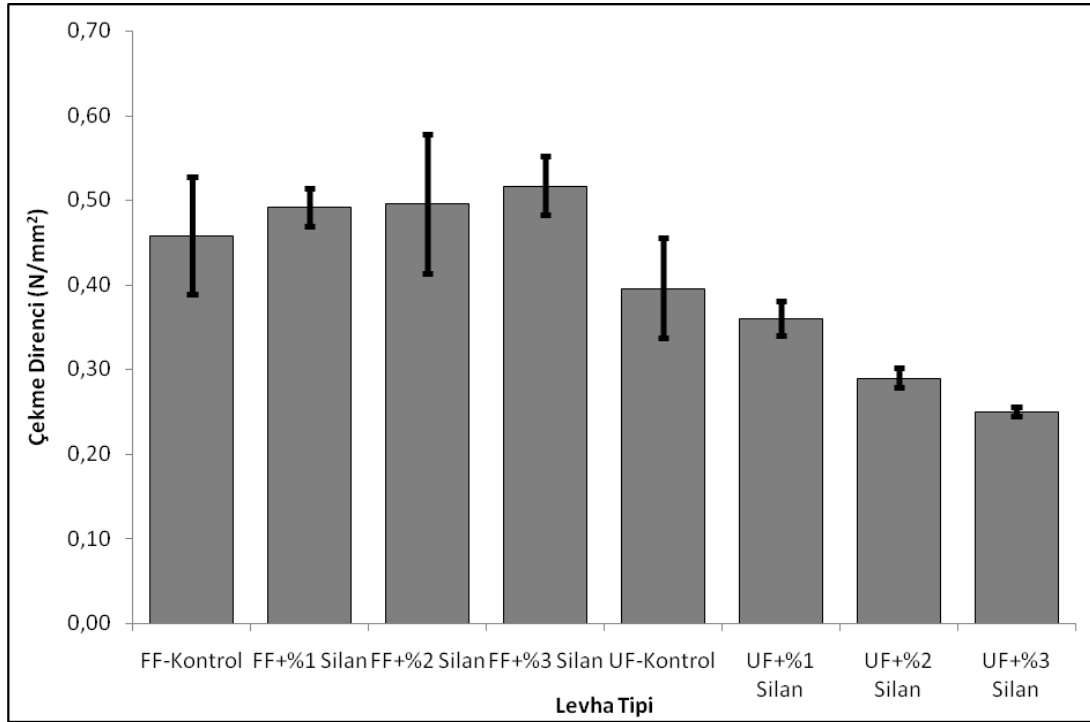
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	0,45	7	0,06	42,41	0,000*
Gruplar İçinde	0,02	16	0,002		
Toplam	0,47	23	*) p < 0,05		

Bu analizimizden elde ettiğimiz verilere göre, silan ilavesinde, farklı tutkal kullanımının birbirlerine göre anlamlı olduğunu göstermiştir. Hangi levhalar arasında anlamlı farklılık olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi, değerlere ait ortalamalar, standart sapma ve varyasyon katsayıları Tablo 3.21'de verilmiştir.

Tablo 3.21 OSB Levhaların yüzeye dik çekme direncine ait Duncan testi.

Levha tipi	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
UF+%3 Silan	0,25	a
UF+%2 Silan	0,29	a
UF+%1 Silan	0,36	b
UF-Kontrol	0,40	c
FF-Kontrol	0,46	cd
FF+%1 Silan	0,49	d
FF+%2 Silan	0,50	d
FF+%3 Silan	0,52	d

Tablo 3.21'e göre UF % 3 Silan ve UF % 2 Silan benzer değerler göstermiştir. FF % 1 Silan, FF % 2 Silan ve FF % 3 Silan da yakın değerlerde çıkmıştır. Bununla beraber grup içi ve gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. En iyi iç yapışmanın % 3 silan ilaveli FF levhalarında olduğu görülmektedir. Kontrol örneğine göre % 9,8 lik bir artış olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.3 OSB'lerin yüzeye dik çekme direnç değerleri.

Grafiğimizde görüldüğü üzere silanla modifiye edilmiş fenol formaldehit ile üretilmiş levhalarda silan ilavesinin levha eğilme direnci üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu gözlemlenirken; Buna karşın üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalarda, eğilme direncinde bir düşüş söz konusu olmuştur.

Zhou (2002) Polimerik metilen difenil metan disiyonat (pMDI) tutkalı ile yaptığı çalışmada % 2,5 ile % 5 miktarlarında pMDI tutkalı kullanarak levhalar üretilmiştir. Bu üretilen OSB levhalarının çekme direnç miktarları şu şekilde bulunmuştur; üretilen levhalardan % 2,5 pMDI tutkalı içeren örneklerde çekme direnç miktarları en az 0,654 kPa ve en fazla 0,841 kPa olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber % 5 pMDI tutkalı içeren örneklerdeki çekme dirençleri maksimum 1,301 kPa bulunurken minimum değeri ise 0,949 olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada Han ve arkadaşlarının fenol formaldehit tutkalı ile OSB üretilmiştir. Üretilen levhalarının çekme direnç miktarları 0,3 kPa ile 0,47 kPa arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Han vd. 2005).

3.5 OSB Levhaların Yüzeye Dik Vida Tutma Direncine Ait Bulgular

OSB levhaların yüzeye dik vida tutma direncine ait bulguların istatistiksel öneme sahip olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans Analizi Tablo 3.22'de verilmiştir.

Tablo 3.22 OSB'lerin yüzeye dik vida tutma direncine ait Anova testi.

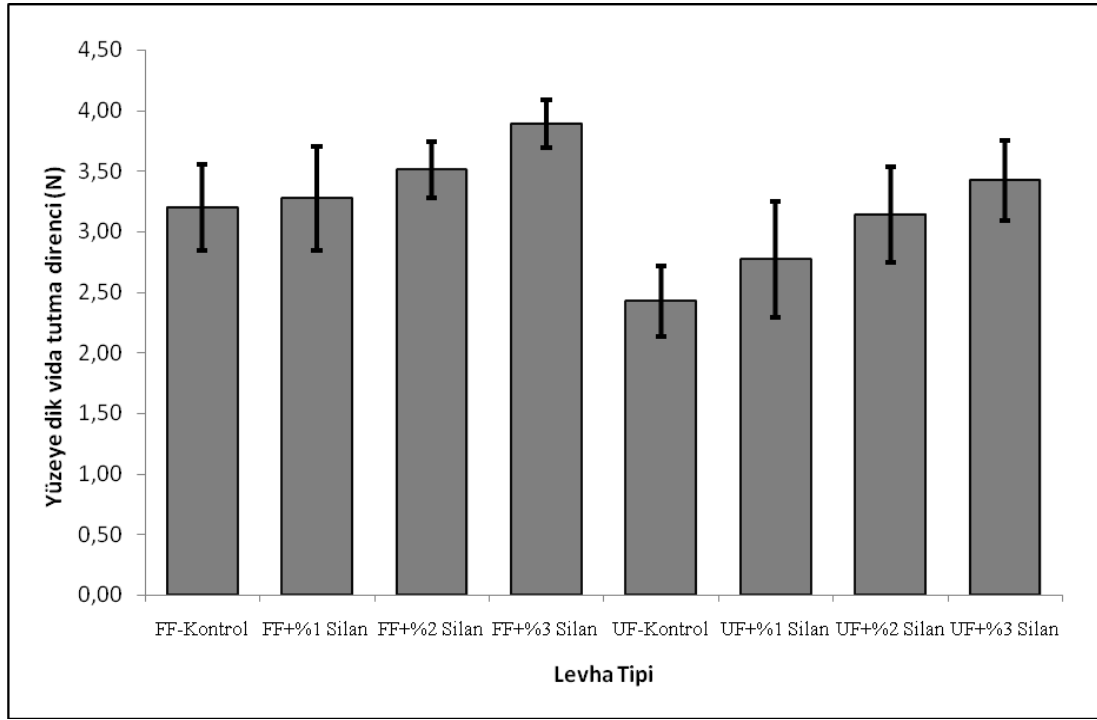
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	8,77	7	1,25	9,61	0.000*
Gruplar İçinde	6,62	51	0,13		
Toplam	15,42	58	*) p < 0,05		

Bu analizimizden elde ettiğimiz verilere göre, silan ilavesinde, farklı tutkal kullanımının birbirlerine göre anlamlı olduğunu göstermiştir. Hangi levhalar arasında anlamlı farklılık olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi, değerlere ait ortalamalar, standart sapma ve varyasyon katsayıları Tablo 3.23'de verilmiştir.

Tablo 3.23 OSB'lerin yüzeye dik vida tutma direncine ait Duncan testi.

Levha tipi	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
UF-Kontrol	2,43	a
UF+%1 Silan	2,77	ab
UF+%2 Silan	3,14	bc
FF-Kontrol	3,20	bc
FF+%1 Silan	3,28	c
UF+%3 Silan	3,43	c
FF+%2 Silan	3,51	cd
FF+%3 Silan	3,89	d

Tablo 3.23'e göre UF % 2 Silan ile FF Kontrol ve FF % 1 Silan ile UF % 3 Silan benzer değerler göstermiştir. UF Kontrol ve UF % 1 Silan da yakın değerlerde çıkmıştır. Bununla beraber grup içi ve gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. En iyi vida tutma değerini % 2 silan ilaveli UF levhalarında elde edilmiştir. Yüzeye dik vida tutma direnci kontrol örneğine göre % 22,2 lik bir artış olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.4 OSB'lerin vida tutma direnç değerleri.

Grafiğimizde görüldüğü üzere silan ile modifiye edilmiş fenol formaldehit veya üre formaldehit ile üretilmiş levhalarda silan ilavesinin levha yüzeyine dik vida tutma direnci üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada yönlendirilmiş yonga levha üretimine (OSB) silan ilavesinin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla silan ilavesinin üretilen OSB levhaların özelliklerini nasıl etkilediği ortaya konulmuştur. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi sonucu % 0-1-2-3 silan katkılı fenol formaldehit ve üre formaldehit reçineleriyle üretilen OSB levhaların özellikleri üzerine silan modifikasyonunun etkisinin olduğu görülmüştür.

Elde edilen veriler ışığında silan ilavesi OSB levhaların kalınlığına şişme ve su alma değerlerinde olumlu olarak etkilediği görülmektedir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde gruplar arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

İki saat su alma deneyinde en iyi sonucun % 3 Silan ilaveli FF tutkalı levhada %48,08 olarak bulunmuştur. Silan ilaveli levhalarda en yüksek değeri ise % 1 Silan ilaveli FF tutkalı ile üretilen levhalarda görülmektedir. Kontrol örneğine göre % 26,5 oranında bir iyileşme gözlemlenmiştir.

OSB levhaların 24 saatlik su alma değerleri kontrol örneğine göre azaldığı bu azalışın silan ilavesi artmasıyla iyileştiği görülmüştür. Kontrol örneğine göre silan ilaveli levhalarda en iyi 24 saat su alma değeri FF % 3 Silan ilaveli OSB levhasında % 56,77 olarak bulunmuştur. Kontrol örneğine göre su alma miktarı % 29,16 azalmıştır. En yüksek su alma değeri ise % 1 silan ilaveli UF tutkalı ile üretilen OSB levhalarda ortalama % 73,28 olarak belirlenmiştir.

72 saatlik su alma miktarı silan ilaveli levhalarda en düşük değeri FF % 3 silan ilaveli OSB levhalarında ortalama % 68,83 olarak hesaplanmıştır. Kontrol örneğine göre silan ilavesinin 72 saatlik su alma değerinde azalmaya neden olduğu bu azalış miktarının en yüksek % 3 FF silan ilaveli levhalarda % 18 olduğu görülmüştür. UF tutkalı ile üretilen levhalarda ise bu azalma miktarı FF tutkalına göre daha düşük seviyelerde olup kontrol örneğine göre % 6,6 olduğu tespit edilmiştir.

Kalınlığına şişme deneyinden elde edilen veriler ışığında 2 saatlik kalınlığına şişme en iyi % 3 silan ilaveli OSB levhalarda ortalama % 27,66 olduğu belirlenmiştir. Aynı değer kontrol örneğinde % 35,53 olduğu görülmüştür. Silan ilavesinin kalınlığına şişme oranını iyileşme oranının ortalama % 22,1 olduğu belirlenmiştir. Bu oranın 24 saatte kalınlığına şişme değerini % 32,1, 72 saatteki iyileştirme oranı ise % 23,9 olarak hesaplanmıştır. UF tutkalı ile üretilen levhalarda ise kontrol örneğine göre kalınlığına şişme yüzdelerindeki iyileşmenin daha düşük olduğu gözlenmiştir. UF tutkalı %1 silan ilaveli levhalarda 2, 24 ve 72 saatlik kalınlığına şişme miktarlarındaki iyileşme oranları sırasıyla % 13,8, % 27,4 ve % 22,3 olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak su alma ve kalınlığına şişme değerleri bakımında silan ilavesi levhaların özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir. Bu iyileşme silan ilaveli FF tutkalı ile üretilen levhalarda daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ortalama olarak silan ilavesinin 2, 24 ve 72 saatlik su alma ve kalınlığına şişme miktarlarında % 10 - % 30 arasında değişen oranlarda iyileştiği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgulara göre silan ilaveli FF tutkalları ile üretilen OSB levhaların mekanik özelliklerinden eğilme direnci silan oranının artmasıyla arttığı görülmüştür. % 3 silan ilaveli FF ile üretilen OSB levhalarında eğilme direnci 32,52 N/mm² iken bu değer kontrol örneğinde 29,93 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Kontrol örneğine göre % 3 silan ilavesi eğilme direnci değerini % 8,6 oranında arttırdığı tespit edilmiştir. Buna karşın silan ilaveli UF tutkalı ile üretilen levhaların eğilme direnci silan ilavesinin artmasıyla azaldığı tespit edilmiştir. UF tutkalı kontrol örneğinde eğilme direnci 23,00 N/mm² iken bu değer % 3 silan ilaveli UF tutkalı OSB levhalarında bu oran 19,39 N/mm² olarak bulunmuştur. Silan ilavesinin eğilme direncine olumsuz etkilediği ve % 3 silan ilavesinin eğilme direncini % 15,6 azalttığı tespit edilmiştir. Bununla beraber, OSB EN 300 standardında 11-17 mm kalınlığındaki OSB levhaların eğilme direnci FF levhalarda 20 N/mm² den fazla, UF ile üretilen levhalarda ise 18 N/mm² den fazla olması istenmektedir. Elde edilen tüm sonuçlar standartlarda istenilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Eğilmede elastikiyet modülü değerleri silan ilavesi ile beraber FF tutkalı ile üretilen levhalarda arttığı ve en fazla artışın % 3 silan ilaveli örneklerde 4869 N/mm² olarak hesaplanmıştır. Eğilme elastikiyet direncindeki artış oranı kontrol örneğine göre % 11,9

olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, UF tutkalı ile üretilen levhalarda eğilme elastikiyet direncinin azaldığı tespit edilmiştir. Bulgular bölümünde belirtildiği üzere azalma miktarının $p < 0,05$ güvenle anlamlı olmadığı grlmştir. OSB EN 300 standardında 11-17 mm kalınlığındaki OSB levhaların eğilmede elastikiyet modülü en az UF tutkalı için 2500 N/mm^2 ve FF tutkalı için ise 3500 N/mm^2 olmalıdır. Yapılan çalışmada elde edilen tüm eğilme elastikiyet modülü değerleri standartlardan daha yüksek olduğu grlmştir.

Yüzeye dik çekme direnci zerine FF tutkallı silan modifikasyonunu olumlu olarak etkilediği grlmştir. Kontrol rneğinde $0,46 \text{ N/mm}^2$, % 3 silan ilaveli levhalarda ise $0,52 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Bu karşın UF tutkalı ile üretilen OSB levhaların kontrol örneğine göre silan ilavesinin yüzeye dik çekme direncini azalttığı tespit edilmiştir. Silan ilave miktarının artmasıyla düşüş oranının attığı grlmştir. OSB EN 300 standardında 11-17 mm kalınlığındaki OSB levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerinin $0,28 \text{ N/mm}^2$ üzerinde olması istenirken % 3 silan ilaveli UF tutkallı örneklere bu değer $0,25 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Kısaca standartlarda istenen değerlerden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Yüzeye dik vida tutma direnci bakımından hem FF ve hem de UF tutkalı ile üretilen OSB levhaların özellikleri kontrol örneklere göre daha yüksek olduğu grlmştir. En yüksek yüzeye dik vida tutma direnci % 3 silan ilaveli FF tutkallı örneklere $3,89 \text{ N/mm}^2$ olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak elde edilen bulgular ışığında % 1-2-3 silan ilaveli FF tutkalı ile üretilen OSB levhaların hem fiziksel özellikleri, hem de mekanik özelliklerini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Ancak, silan ilaveli UF tutkalı ile üretilen levhaların fiziksel özelliklerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Buna karşın mekanik özelliklerden yüzeye dik vida tutma direnci dışındaki özellikleri olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Bunun nedeninin laboratuvar üretim hatalarından mı kaynaklandığı, yoksa UF tutkalının bağ yapma kabiliyetini azalttığı anlaşılamamıştır.

Sonuçlardan anlaşılacağı üzere FF ile üretilen levhalarda silanın kullanılabilceği, ancak UF ile üretilen OSB levhalarda silanın mekanik özellikleri düşürdüğünden dolayı kullanılmasının uygun olmadığı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akbulut T** (2000) Yonga Levha Endüstrisi, *Laminant Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi*, Nisan-Mayıs, Sayı:7, s.112-119.
- Akbulut T** (1991) Orüs Vezir Köprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Alvur F** (2001) Yönlendirilmiş Yongalevhaların Üretimi, Özellikleri ve Kullanım Yerleri Üzerine Araştırmalar (yayınlanmamış), İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Anonim** (2000) OSB Performance by Design, OSB in Wood Frame Construction, Structural Board Association, Canadian edition, Canada.
- Avradimis S ve Smith L** (1989) The effect of Resin Content and Face-to-Core Ratio on Some Properties of oriented Strand Noard, *Holzforshung*, 43 (2): 132-133.
- Aydın İ, Çolakoğlu G ve Akbulut T** (2002) Ağaç malzemenin Yapıştırılmasında Adhezyon Teorisi, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, (13)-51-2, s. 91-99.
- Ayrılmış N** (2000) MDF'nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Baştürk M A** (1999) Improvements of The Oriented Strand Board With Chitosan Treatments of The Strands, Syracuse University, DoktoraTezi, Syracuse, New York, USA.
- Bolten AJ, Humphrey PE ve Kavvouras PK** (1989) The hot pressing of dry-formed wood-based composites. Part III. Predicted vapor pressure and temperature variation with time, compared with experimental data for laboratory boards. *Holzforshung*, 43: 265-274.
- Bostancı Ş** (1987) Kâğıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi Ders Kitabı, Trabzon.
- Brinkmann E** (1979) OSB Platten, ihre Eigenschaften, Verwendung und Herstellungs Technologie, *Holz als Roh-und Werkstoff*, pp. 4.
- Carll C G** (1994) Basic mechanical properties of flakeboards from ring-cut flakes of eastern hardwoods. *Forest Prod. J.*, 44 (9): 26-32.
- Çehreli H T** (1981) Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (Oriented Strand Board: OSB) Üretimi, Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri, *KTÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, Trabzon, 98-121.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Chen C M** (1970) Effect of Extractive Removal on Adhesion and wettability of some Tropical woods, *Forest Prod. S.*, 20 (1): 36-41.
- Dai C ve Steiner PR** (1994) Spatial sructure of wood composite in relation to processing and performance characteristics. Part I, Rationale for model development. *Wood Sci. Tech.*, 28: 45-51.
- Donath S, Militz H ve Mai C** (2004) Wood modification with alkoxy silanes. *Wood Sci Technol*, 38: 555-566.
- Donath S, Militz H ve Mai C** (2005) Creating water repellent effects on wood by treatment with silanes. *Holzforschung*, 60: 40-46.
- Donath S, Militz H ve Mai C** (2007) Weathering of silane treated wood. *Holz Roh Werkst* 65: 35-42.
- Dönmez A** (2005) Bazı Borlu Bileşiklerle Muamele Edilmiş Melez Kavak (*Populus euramericana cv.*) Yongaları ve Kraft Lignin fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yönlendirilmiş Yongalevhaların (OSB) Teknolojik Özellikleri, Y.Lisans Tezi (yayınlanmamış), KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Eroğlu H** (1988) *Lif Levha Endüstrisi*, KTÜ Orman Fakültesi, Ders Notları, Yayın No: 304, Trabzon.
- Eroğlu H ve Usta M** (2000) *Liflevha Üretim Teknolojisi*, KTÜ Orman Fakültesi, Fakülte Yayın No: 30, Trabzon.
- Forest Products Laboratory** (2000) *Wood Handbook*, Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, USA.
- Girschner S E ve D D Stokke** (1991) Structural flakeboards from aspen-red maple mixtures. *Forest Prod. J.*, 41 (3): 15-20.
- Göker Y** (1978) Türkiye’de Kontrplak, Kontrtabla ve Yongalevhaları sanayi gelişme olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar, *İÜ, Orman Fakültesi Dergisi* Yayın No: 2489, Orman Fakültesi Yayın No: 267, İstanbul.
- Göker Y ve Akbulut T** (1992) Yonga levha ve kontrplağın özelliklerini etkileyen faktörler, *I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi*, Cilt 1, Trabzon, s. 269-287.
- Göker Y, Kantay R ve Kurtoğlu A** (1984) Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, *İÜ, Orman Fakültesi*. Yayın No: 3243/367, İstanbul.
- Green D W ve Hermandez R** (1998) Standards for structural wood Products and Their use in the United stotes, *A Journal of contemporary wood Engineering*, 9 (3): 8-9.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Güler C** (2001) Pamuk (*Gossypiumhirsutum L.*) Saplarından Yongalevha Üretimi Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi (yayınlanmamış), ZKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 18-19, Bartın.
- Han G, Zhang C, Zhang D, Umemura K ve Kawai S** (1998) Upgrading of ureaformaldehyde bonded reed and wheat strawparticleboard susing silane coupling agents. *J Wood Sci.*, 44: 282-286.
- Han G, Umemura K, Kawai S ve Kajita H** (1999) Improvement mechanism of bondability in UF-bondedreed and wheat strawboards by silane coupling agent and extraction treatments. *J. Wood Sci.*, 45: 299-305.
- Han G, K Umemura, E Wong D, Zhang M ve Kawai S** (2001) Effects of silane coupling agent level and extraction treatment on the properties of UF-bonded reed and wheat strawparticle boards. *J. Wood Sci.*, 47: 18-23.
- Haas G, Steffen A ve Frühwald A** (1998) Untersuchungen zur permeabilitat von faser, Span- und OSB- Matten für Gase. *Holz Roh- Werkstoff*, 56: 386-392.
- Harris R A ve Johnson J A** (1982) Characterization of flake Orientation in Flakeboard by the Von mises Probability Disrribution Function. *Wood and Fiber*, 14 (4): 254-266.
- Hoover W L, Hunt M O, Lattanzi R C, Bateman J H. ve Youngquist J A.** (1992) Modeling mechanical properties of single-layer, aligned, mixed-hardwood strand panels. *Forest Prod. J.*, 42 (5): 12-18.
- Howard J L** (2000) U.S. Forest Products Annual Market Review and Prospects. FPL-RN-0278. USDA Forest Serv., *Forest Prod., Lab.*, Madison, WI.
- Hse C Y** (1975) Properties of flakeboards from hardwoods growing on southern pine sites. *Forest Prod. J.*, 25 (3): 48-53.
- Hsu W E. ve Kirincic S** (1997) OSB quality enhancement and cost reduction. *Proceedings 31st International Particleboard/Composite Material Symposium.* W.S.U, pp. 91-99.
- Humphrey PE ve Bolton AJ** (1989) The hot pressing of dry-formed wood based composites. Part II. A simulation model for heat and moisture transfer and typical resluts. *Holzforschung*, 43: 199-206.
- Humphrey PE ve BoRon AJ** (1989) The hot pressing of dry-formed wood-based composites. Part V. The effect of board size comparability of laboratory and industrial pressing. *Holzforschung*, 43: 401-405.
- İstek A ve Eroğlu H** (2002) Buğday Saplarından (*Triticum aestivum L.*) Sert Lif Levha Üretimi, *II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Artvin, s. 1038-1041.
- Kalaycıoğlu H** (2001) Neden OSB, *Laminart Dergisi*, Sayı: 12, Şubat- Mart, İstanbul.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kalaycıoğlu H** (2003) *Odun Levha Ürünleri Ders Notları*, KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 69, Trabzon. s. 2-11.
- Kalaycıoğlu H** (2007) *Yongalevha Endüstrisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Ders Notu, Trabzon.
- Kalaycıoğlu H** (2008) *Yongalevha Endüstrisi Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Trabzon.
- Kalaycıoğlu H, Çolakoğlu G ve Nemli G** (2003) *Orman Endüstrisine Giriş Ders Notları*, KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 73, Trabzon.
- Kamke F A ve Casey L** (1988) Gas pressure and temperature in the mat during flakeboard manufacture. *Forest Prod. J.*, 38 (3): 41-43.
- Kline E** (2002) *Corrım: Phase I Interim Report, Appendix E, Oriented Strandboard Southeast*, Forest Products, Virginia Tech University, USA.
- Kollmann F ve Cote W A** (1968), *Principles of Wood Science and Technology*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Kubler H** (1980) *Wood as building and hobby material*. Canada: Wiley and Sons Inc., Publisher.
- Lamarche F E** (1969) Preparation of Pulpwood, in: Mc Donald, *R.G.ed.Pulp and Paper Manufacture*, Volume:1, The Pulping of Wood, McGraw-Hill, New York, pp. 73-147.
- LeeW ve Chung G** (1984) Effect of pres Temperature and Time on Physical Properties of Larch Particleboard, *Journal of Korean Forestry Society*, 63 (5): 12-20.
- Maloney T M** (1986) Terminology and Products Definitions A Suggested Approach to Uniformity Worldwide. In *Proceedings, 18 th International Union of Forest Research Organization World Congress*, Yugoslavia.
- Maloney T M** (1993) *Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Updated ed. Miller Fireman Inc., San Francisco, Calif. pp. 681.
- Maloney T M** (1996) The family of wood composite materials. *Forest Prod. J.*, 46 (2): 19-26.
- McNatt J D, L Bach ve R W Wellwoodet** (1992) Contribution of flake alignment to performance of strandboard. *Forest Product J.*, 42 (3): 45-50.
- Meyers K L** (2001) Impact of strand geometry and orientation on mechanical properties of strand composites, Washington State University, USA, pp. 115

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Nelson S** (1997) Structural Composite Lumber. Engineered Wood Products: A Guide for Specifiers, Designers and Users, PFS Research Foundation, Madison, WI. pp. 147-172.
- Nemli G** (2003) *Sentetik Laminant Endüstrisi*, KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Ders Teksirleri Serisi No: 71, Trabzon. s. 91-111.
- Özen R** (1979) *Kaplama ve Tabakalı Ağaç Malzeme* Ders Kitabı, KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- Özen R** (1980) *Yongalevha Endüstrisi* Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon.
- Özen R** (1981) *Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar*, KTÜ, Orman Fakültesi, Yayın No: 9, Trabzon.
- Pizzi A** (1994) *Advanced Wood Adhesive Technology*, Marcel, Dekker, pp. 10-120, New York, USA.
- Post P W** (1958) The Effect of particle Geometry and Resin Content on Bending Strength of Particleboard, *For. Prod. J.*, 8 (10): 317-322.
- Roffael E** (1987) Wie wirkt sich die Trocknung von Kiefernholz spanen auf die Festigkeit non Spanplatten aus, Teil 1: *Bildung von Holzspanen mit PMDI-Klebstoffen. Adhesion*, 31 (5): 37-41.
- Roman HD, Banksand WB ve Lawther ML** (1994) Improvements of fiberboard properties through fiber activation and subsequent copolymerization with vinyl monomer. *Journal of Applied Polymer Science*, 54 (2): 191-200.
- Rozman, H.D., Abusamah, A., Kumar, R.N. ve Abdul Khalil H.P.S.** (1997) Rubberwood–polymer composites based on methacrylate silane and methyl methacrylate. *Journal of Tropical Forest Products*, 2 (2): 227-237.
- Rozman H D, Abdul Khalil H P S, Kumar R N, Abusamah A ve Kon B K** (1996) Improvements of Fiberboard Properties through Fiber Activation with Silane. *International Journal of Polymeric Materials*, 32 (1-4): 247-257.
- Saka S, Miyafuji H ve Tanno F** (2001) Wood-inorganic composites prepared by the sol-gel process. *J Sol-Gel SciTechnol*, 20: 213–217.
- Saka S ve Tanno F** (1996) Wood-Inorganic Composites Prepared by Sol-Gel Processing VI. Effects of a property-enhancer on fire resistance in SiO₂-P₂O₅ and SiO₂-B₂O₃ wood-inorganic composites. *Mokuzai Gakkaishi*, 42: 81-86.
- Saka S ve Ueno T** (1997) Several SiO₂ wood-inorganic composites and their fire-resisting properties. *Wood Sci. Technol.*, 31: 457-466.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Schuler A D** (2000) ECE/FAO Forest Products Annual Market Review, United States, pp. 131-146.
- Shaler S M** (1986) The Usefulness of Selected Polymer Composite Theories to Predict the Elastic Moduli of Oriented Flakeboard. Ph. D. Thesis. The Pennsylvania State University.
- Skinner C** (2000) Status of release technology of orientated strand board bonded with MDI based binders, Wood Adhesives 2000, Lake Tahoe, Nevada, June 22-23.
- Smulski S** (1997) Engineered Wood Products: a guide for specifiers, designers and users. PFS Research Foundation.
- Strickler M D** (1959) Effects of press cycle and moisture content on properties of douglas-fir flakeboard. *Forest Prod. J.*, 9 (7): 203-215.
- Suchland and Woodson** (1986) Fiberboard Manufacturing Practices in the United States, United States of Department of Agriculture, *Agriculture Handbook*, No: 640, USA.
- Suchsland O and Woodson E** (1986) Fiberboard Manufacturing Practices in the United States, United States Department of Agriculture, *Agriculture Handbook* No: 940, USA.
- Tanno F, Saka S, Yamamoto A, Takabe K** (1998) Antimicrobial TMSAH-added wood-inorganic com.
- Tarkow H, Feist W C ve Southerland C F** (1966) Interaction of wood with polymeric materials: Penetration versus molecular size. *Forest Prod. J.*, 16 (10): 61-55.
- TS EN 300** (1997) Yönlendirilmiş yongalevhaları tarifler, sınıflandırma ve özellikler, TSE, Ankara.
- Tshabalala M A ve Gangstad J E** (2003) Accelerated weathering of wood surfaces coated with multifunctional alkoxy silanes by sol-gel deposition. *J Coat Technol*, 75: 37-42.
- Tshabalala M A, Kingshott P, VanLandingham M R ve Plackett D** (2003) Surface chemistry and moisture sorption properties of wood coated with multifunctional alkoxy silanes by sol-gel process. *J Appl Polym Sci*, 88: 2828-2841.
- URL-1** (2012) <http://www.carmanahdesign.com> (12.06.2012).
- URL-2** (2012) <http://www.siempelkamp.com/Wood-particle-dryers.591.0.html> (12.06.2012).
- URL-3** (2012) <http://www.indiamart.com/wam-india-mumbai/laboratory-mixer.html> (12.06.2012).
- URL-4** (2012) <http://minnesota.publicradio.org/display/web/2011/08/31/minnesota-timber-industry-struggling/> (12.06.2012).

KAYNAKLAR (devam ediyor)

URL-5 (2012) <http://www.esemmchem.com/productimages.pdf> (12.06.2012).

Vick C B (1999) Adhesive Bonding of wood materials, in wood *Handbook-wood as An Engineering material chapter 9*. FPC-5TR-113, Madison.

Vital B R (1980) Dimensional Stability and Water Adsorption of Flakeboard and Particleboard as Related to Furnish Geometry, Board Specific Gravity, and Resin Type. Ph. D. Thesis. Oregon State University, USA.

Wang K ve Lam F (1999) Quadratic RSM Models of Processing Parameters for Three layer Oriented Flakeboard, *Wood and Fiber Science*, 31 (2): 173-186.

Winistorfer P M ve D Dicarlo (1988) Furnish moisture content, resin nonvolatile content, and assembly time effects on properties of mixed hardwood strandboard. *Forest Product J.*, 38 (11/12): 57-62.

Wu Q ve O Suchland (1997) Effect of moisture on the flexural properties of commercial oriented strandboard. *Wood and Fiber Science*, 29 (1): 47-57.

Yapıcı F (2008) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununun OSB Üretiminde Kullanılmasında Bazı Üretim Faktörlerinin Levha Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 143, s.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Ankara ilinin Altındağ ilçesinde doğan Hasan TUNÇ, ilköğrenimini Atilla İlköğretimde tamamladıktan sonra liseyi Cumhuriyet Lisesi'nde 2001-2005 Eğitim-Öğretim döneminde tamamlamıştır. 2005 yılında ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Öğrenimine başladı ve 2009 yılında Orman Endüstri Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. 2009-2012 Eğitim-Öğretim yılında B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansa başladı. Yabancı dili İngilizcedir.

ADRES BİLGİLERİ:

Bartın Üniversitesi

Orman Fakültesi

74100, Bartın

Tel: 0 5446449864

e-mail:hasentunc@gmail.com