T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YONGANIN MİKSER İÇERİSİNDE BEKLEME SÜRESİNİN LEVHANIN MEKANİK VE YÜZEY ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Sinan METİN

Danışman	**Dr.Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI**
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Saim ATEŞ**
Jüri Üyesi	**Dr.Öğr. Üyesi Hüseyin YÖRÜR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KASTAMONU – 2018

TEZ ONAYI

Sinan METİN tarafından hazırlanan "**Yonganın Mikser İçerisinde Bekleme Süresinin Levhanın Mekanik ve Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Saim ATEŞ Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YÖRÜR Karabük Üniversitesi	.....

26/06/2018

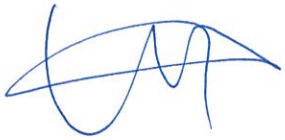
Enstitü Müdür V. Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ .....

TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

İmza

Sinan METİN



ÖZET

Yüksek Lisans

YONGANIN MİKSER İÇERİSİNDE BEKLEME SÜRESİNİN LEVHANIN MEKANİK VE YÜZEY ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Sinan METİN
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI

Bu çalışmada yonganın mikser içerisinde bekleme süresinin yonga levhahaların mekanik ve yüzey özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yonga levhaların üretiminde %40 karaçam, %25 meşe ve %35 kavak odunu kullanılmıştır. Ortalama %10 üre formaldehit (UF) tutkalı kullanılarak üç tabakalı yonga levhalar üretilmiştir. Deneme levhalarının üretiminde orta, alt-üst tabakalarını oluşturan yongaların mikser içerisinde farklı bekleme sürelerinin levhalarının mekanik ve yüzey özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; orta tabaka yongaları için mikser içerisinde optimum bekleme süresi 50 saniye, alt-üst tabaka yongaları için mikser içerisinde optimum bekleme süresi 30 saniye olduğu tespit edilmiştir. CL50-SL30 şartlarında eğilme direnci 11,2 N/mm^2, vida direnci 728 N, eğilmede elastikiyet modülü 2225 N/mm^2, yüzeye dik çekme direnci 0,49 N/mm^2, levha rutubeti % 6,41, şişme % 15, su alma %85,1, olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yonga levha, mikser, bekleme süresi, rutubet, test yöntemleri

2018, 123 sayfa
Bilim Kodu: 1204

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECT ON MECHANICAL AND SURFACE CHARACTERISTICS OF LEVEL OF WAITING PERIOD IN MIXER

Sinan METİN
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Industry Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Alperen KAYMAKCI

Abstract: In this study, the effect of the waiting time of the chip in the mixer on the mechanical and surface properties of the particleboard was investigated. 40% black pine, 25% oak and 35% poplar wood were used in the production of particleboards. Three layered particleboard were produced using an average of 10% urea formaldehyde (UF). In the production of test board, the mechanical and surface properties of the boards of the different waiting times in the mixer of the chips constituting the middle, upper and lower layers were determined. According to the results obtained; The optimal waiting period in the mixer for the middle layer chips is 50 seconds, and the optimum waiting period in the mixer for the sub-top layer chips is 30 seconds. CL50-SL30 condition, it is determined that the bending resistance is 11.2 N / mm^2, screw strength is 728 N, elastic modulus is 2225 N / mm^2, perpendicular pulling resistance to the surface is 0.49 N / mm^2, board moisture is 6.41%, swelling is 15%, water intake is %85,1.

Key Words: Particleboard, mixer, waiting time, moisture, testing methods

2018, 123 pages
Sceience Code: 1204

TEŞEKKÜR

"Yonganın Mikser İçerisinde Bekleme Sürelerinin Levhanın Mekanik ve Yüzey Özellikleri Üzerindeki Etkisi" isimli bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI 'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimine başlamamda emeği olan, tavsiye ve yönlendirmelerde bulunan Hocam merhum Prof. Dr. M. Hakan AKYILDIZ 'ın ruhu şad olsun. sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde bulunan ve hiçbir konuda yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Saim ATEŞ ve Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YÖRÜR' e tüm ilgi ve alakalarından dolayı teşekkür eder, meslek hayatları boyunca başarılarının devamını temenni ederim.

Yüksek lisans çalışmamı destekleyerek bu tezin oluşmasında maddi manevi büyük katkısı ve desteği olan ve bünyesinde çalışmaktan mutluluk duyduğum Kastamonu Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş. yönetimine ve ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması sırasında desteklerini esirgemeyen başta Kastamonu ve Samsun Fabrikalar Direktörü Sayın Enes KOÇ'a, bu çalışmada yardım ve desteklerini esirgemeyen Kastamonu Yonga Levha İşletme Müdürü Sayın Ufuk AYDIN'a, Yonga Levha İşletme Şefi Sayın Fatih ŞAHİN'e, Kalite Yöneticisi Sayın Murat GÖZALAN'a, AR-GE mühendisi Sayın Aziz BİÇER'e ve Sayın Sadık AKTAŞ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Son olarak her zaman yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen değerli eşim Belkıs METİN'e, ablalarım Gülser KAYA ve Teybet YAVUZ'a, abilerim Kaya METİN, Ahmet METİN, Muhammed METİN ve Sami METİN'e, ayrıca desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen değerli annem Hafize METİN'e çok teşekkür ederim.

Sinan METİN
Kastamonu, Haziran, 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vi
İÇİNDEKİLER vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xv
GRAFİKLER DİZİNİ xiii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ xv
TABLOLAR DİZİNİ xvi
1. GİRİŞ 1
1.1.Genel Bilgiler 1
1.1.2.Kompozit ve Ahşap Esaslı Kompozit Malzemeler 4
1.1.3. Kompozit Malzemelerin Sağladığı Bazı Avantajlar 4
1.1.4. Kompozit Malzemelerin Neden Olduğu Dezavantajlar 5
1.1.5. Ahşap Esaslı Kompozit Levhaların Sınıflandırılması 6
1.2. Yonga Levha Endüstrisi 6
1.2.1. Yonga Levhanın Tanımı 6
1.2.2. Yonga Levhaların Sınıflandırılması 7
1.2.3. Yonga Levhaların Genel Özellikleri 8
1.2.4. Yonga Levhaların Kullanım Yerleri 9
1.3. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler 10
1.3.1.Odun Hammaddesi 10
1.3.2. Diğer Ligno-selülozik Hammaddeler 11
1.4. Yonga Levhanın Özelliklerini Etkileyen Faktörler 12
1.4.1. Ağaç Türü 12
1.4.2. Ekstraktif Maddeler 13
1.4.3. Permeabilite 13
1.4.4. Kabuk 14
1.4.5. Odunun Rutubet Miktarı 14

1.4.6. Yonga Tipi ve Geometrisi 14
1.4.7. Tutkal Türü, Miktarı ve Uyulanışı 15
1.4.8. Katkı Maddeleri 15
1.4.9. Yonga Levhanın Özgül Ağırlığı 15
1.4.10. Özgül Ağırlık Profili 16
1.4.11. Presleme Şartları 16
1.5. Yonga Levha Endüstrisinde Kullanılan Maddeler 16
1.5.1. Hammaddeler 16
1.5.1.1. Ağaç Malzeme 17
1.5.1.2. Yapıştıcı Maddeler (Tutkallar) 19
1.5.2.Katkı Maddeleri 28
1.5.2.1. Hidrofobik Maddeler 28
1.5.2.2. Sertleştirici Maddeler 29
1.5.2.3. Koruyucu Maddeler 30
1.5.2.4. Yangın Geciktirici Maddeler 31
1.6. Yonga Levha Üretim Teknolojisi 33
1.6.1. Yongalama 34
1.6.2. Normal Yongalama 35
1.6.3. İnce Yongalama 35
1.6.3.1. Yongalayıcı Kapasitesi ve Yonga Verimi 37
1.6.4. Kurutma 38
1.6.5. Yongaların Sınıflandırılması (Eleme) 42
1.6.6. Yongaların Taşınması 43
1.6.7. Yongaların Depolanması 43
1.6.8. Tutkallama 45
1.6.9. Serme 47
1.6.10. Presleme 48
1.6.10.1 Ön Presleme (Soğuk Pres) 49
1.6.10.2 Sıcak Presleme 50
1.6.11. Sıcak Presleme Sonrası İşlemler 54
1.6.11.1 Levhaların Klimatize Edilmesi 54
1.6.11.2. Ebatlama 55
1.6.11.3. Zımparalama 56

1.6.11.4. Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırılması 57
1.7. Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları 57
2. MATERYAL VE METOD 60
2.1. Materyal ve Metod 60
2.1.1. Deneme Levhaları 60
2.2.Fiziksel Özelliklerin Tayini 74
2.2.1. Yoğunluk (Özgül Kütle) Değerinin Belirlenmesi 74
2.2.2. Rutubet Miktarının Belirlenmesi 75
2.2.3. Su Alma Miktarı ve Şişme Oranının (2 Saat) Belirlenmesi 76
2.2.4. Yüzey Absorbsiyonu (Toluen) Değerinin Belirlenmesi 76
2.3. Mekanik Özelliklerin Tayini 77
2.3.1. Eğilme Direncinin Belirlenmesi 77
2.3.2. Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi 78
2.3.3. Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi 78
2.3.4. Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi 79
2.3.5. Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi 80
3. BULGULAR VE TARTIŞMA 82
3.1. Bulgular 82
3.1.1. Yoğunluk 82
3.1.2. Şişme 84
3.1.3. Su Alma 86
3.1.4. Rutubet 89
3.1.5. Eğilme Direnci 91
3.1.6. Eğilmede Elastikiyet Modülü 93
3.1.7. Yüzeye Dik Çekme direnci 95
3.1.8. Vida Tutma Direnci 98
3.1.9. Yüzey Sağlamlığı Direnci 100
3.2. Tartışma 104
3.2.1. Yoğunluk 104
3.2.2. Şişme ve Su Alma 104
3.2.3. Rutubet 105
3.2.4. Eğilme Direnci 106
3.2.5. Eğilmede Elastikiyet Modülü 107

3.2.6. Yüzeye Dik Çekme Direnci 108
3.2.7. Vida Tutma Direnci 109
3.2.8. Yüzey Sağlamlığı Direnci 110
4. SONUÇ VE ÖNERİLER 112
4.1.Sonuçlar 112
4.1.Öneriler 115
KAYNAKLAR 117
ÖZGEÇMİŞ 124

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
º	**Derece (Açı)**
ºC	**Santigrat Derece (Sıcaklık)**
$	Dolar
δ	Sigma
±	Tolerans
%	Yüzde
% max.	Yüzde Maksimum
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Anon.	Anonymous
AŞ.	Anonim Şirketi
Bar	Basınç Birimi
BCU	Blander Kontrol Ünitesi
CCA-Tip C	Kromlu Bakır Arsenat
CL	Core Layer
cm	Santimetre
cps	Santi Puas
EN	Europen Standards
FAO	Food and Agriculture Organisation
FIGRA	Fire Growth Rate
Fmax	Maksimum Kuvvet
gr	Gram
g/cm³	Gram/Santimetreküp
GAP	Boşluk
HCl	Hidroklorik Asit
IGC	Inter Governmental Conference
ISO	İnternational Organization of Standardisation
KEAS	Kastamonu Entegre Anonim Şirketi
Kg	Kilogram
Kg/cm²	Kilogram/Santimetrekare
Kg/m^3	Kilogram/Metreküp
kp/cm²	Kilopont/Santimetrekare
KW	KiloWatt
LDN	Lif Doygunluğu Noktası
LFS	Lateral Flame Spread
Lt	Litre
m²	Metrekare
m^3	Metreküp
Max.	Maksimum
MDF	Medium Density Fiberboard
Min.	Minimum
mm	Milimetre
MUF	Melamin Üre Formaldehit

N	Newton
N/mm²	Newton/Milimetrekare
NH3	Amonyak
NH4Cl	Amonyum Klorür
OHSAS	Occupational Health And Safety Assestment Systems
ORT	Ortalama
OSB	Oriented Structural Board
OT	Orta Tabaka
ÜF	Üre Formaldehit
ÜT	Üst Tabaka
pH	Asitlik veya Bazlık Derecesi
RUT	Rutubet
Sig.	Anlamlılık Düzeyi
Subset for alpha	Alfa İçin Alt Küme
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
YL	Yonga Levha

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa

Grafik 3. 1. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yoğunluk üzerine etkisi 82
Grafik 3. 2. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin 2 saat kalınlığa şişme üzerine etkisi 84
Grafik 3. 3. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin 2 saat su alma üzerine etkisi 87
Grafik 3. 4. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha rutubeti üzerine etkisi 89
Grafik 3. 5. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha eğilme direnci üzerine etkisi 91
Grafik 3. 6. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha elastikiyet modülü üzerine etkisi 93
Grafik 3. 7. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha yüzeye dik çe direnci üzerine etkisi 96
Grafik 3. 8. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha vida tutma direnci üzerine etkisi 98
Grafik 3. 9. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha yüzey sağ. direnci üzerine etkisi 100

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa

Fotoğraf 1. 1. Ahşap plastik kompozit malzemeler 4
Fotoğraf 1. 2. Farklı kalınlıklarda yonga levha panelleri 7
Fotoğraf 1. 3. Yonga levhaların mobilya üretiminde kullanılması 10
Fotoğraf 1. 4. Odun hammaddesi 11
Fotoğraf 1. 5. Diğer lignoselülozik maddeler 12
Fotoğraf 1. 6. Kaba yongalama makinası (Drum Chipper) 35
Fotoğraf 1. 7. Makro değirmen 35
Fotoğraf 1. 8. Mikro değirmen 36
Fotoğraf 1. 9. Makro ve Mikro değirmen iç görüntüsü 36
Fotoğraf 1. 10. Yonga Levha Döner Kurutucusu 41
Fotoğraf 1. 11. Yongaların depolanması 45
Fotoğraf 1. 12. Serme 48
Fotoğraf 1. 13. Ön pres 50
Fotoğraf 1. 14. Çok katlı pres 51
Fotoğraf 1. 15. Continu pres 53
Fotoğraf 1. 16. Yıldız soğutucu 55
Fotoğraf 1. 17. Boyutlandırma 56
Fotoğraf 1. 18. Zımparalama 56
Fotoğraf 2. 1. Chipper kaba yongalama makinası 61
Fotoğraf 2. 2. Diskli (Dyna-Screen) elek. 61
Fotoğraf 2. 3. Diskli elek chips tasnifi 62
Fotoğraf 2. 4. İnceltici değirmenler 62
Fotoğraf 2. 5. Kurutma besleme siloları 63
Fotoğraf 2. 6. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi 64
Fotoğraf 2. 7. Yonga/talaş tasnif elekleri 65
Fotoğraf 2. 8. Kuru yonga/talaş silosu 66
Fotoğraf 2. 9. Tutkallama makinası 68
Fotoğraf 2. 10. Serme makinası şematik görünümü 70
Fotoğraf 2. 11. Serme çıkışı levha taslağı 70
Fotoğraf 2. 12. Ön pres girişi levha taslağı 71
Fotoğraf 2. 13. Ön pres 71
Fotoğraf 2. 14. Katlı pres 72
Fotoğraf 2. 15. Pres çıkışı ham levha 72
Fotoğraf 2. 16. Yıldız soğutucu 73
Fotoğraf 2. 17. Ebatlama ünitesi 73
Fotoğraf 2. 18. Zımpara makinası 74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1. 1. Ahşap kompozit malzemelerin sınıflandırılması 6
Şekil 1. 2. Yonga levha endüstrisinde kullanılan hammaddeler 17
Şekil 1. 3. Fenol ve formaldehidin birleşmesi sonucu Trimetilol-Fenol oluşması 24
Şekil 1. 4. Fenol formaldehit oluşumu 24
Şekil 1. 5. Üre Formaldehit tutkalının sertleşmesi 30
Şekil 1. 6. Yatık yongalı levhalarda üretim iş akışı 33
Şekil 1. 7. İnceltici değirmenin yongalama metodu 37
Şekil 1. 8. Yonga Levha Döner Kurutucu 41
Şekil 2. 1. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi 64
Şekil 2. 2. Elek fraksiyonları. 65

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1. 1. Türkiye'de Yonga Levhanın Esas Tüketim Yerlerine Göre Dağılımı 9
Tablo 2. 1. Üre formaldehit tutkalının özellikleri. 67
Tablo 2. 2. OT tutkal çözelti reçetesi. 68
Tablo 2. 3. ÜT tutkal çözelti reçetesi. 69
Tablo 2. 4. Test numuneleri TS EN standart tablosu 81
Tablo 3. 1. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluğa ilişkin varyans analizi 83
Tablo 3. 2. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluğa ilişkin Duncan testi 83
Tablo 3. 3. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluğa ilişkin varyans analizi 83
Tablo 3. 4. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluğa ilişkin Duncan testi 84
Tablo 3. 5. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişmesine ilişkin varyans analizi 85
Tablo 3. 6. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişmesine ilişkin Duncan testi 85
Tablo 3. 7. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişmesine ilişkin varyans analizi. 86
Tablo 3. 8. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişmesine ilişkin Duncan testi 86
Tablo 3. 9. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su almasına ilişkin varyans analizi 87
Tablo 3. 10. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su almasına ilişkin Duncan testi 88
Tablo 3. 11. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su almasına ilişkin varyans analizi 88
Tablo 3. 12. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su almasına ilişkin Duncan testi 88
Tablo 3. 13. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değerine ilişkin varyans analizi 89
Tablo 3. 14. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değerine ilişkin Duncan testi 89
Tablo 3. 15. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değerine ilişkin varyans analizi 89
Tablo 3. 16. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değerine ilişkin Duncan testi 90
Tablo 3. 17. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değerine ilişkin varyans analizi 92
Tablo 3. 18. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değerine ilişkin Duncan testi 92
Tablo 3. 19. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değerine ilişkin varyans analizi 92

Tablo 3. 20. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değerine ilişkin Duncan testi 93
Tablo 3. 21. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin elastikiyet modülü direnci değerine ilişkin varyans analizi 94
Tablo 3. 22. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin elastikiyet modülü direnci değerine ilişkin Duncan testi 94
Tablo 3. 23. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin elastikiyet modülü direnci i değerine ilişkin varyans analizi 95
Tablo 3. 24. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin elastikiyet modülü direnci değerine ilişkin Duncan testi 95
Tablo 3. 25. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin çekme direnci değerine ilişkin varyans analizi 96
Tablo 3. 26. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin çekme direnci değerine ilişkin Duncan testi 97
Tablo 3. 27. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin çekme direnci değerine ilişkin varyans analizi 97
Tablo 3. 28. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin çekme direnci değerine ilişkin Duncan testi 98
Tablo 3. 29.Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değerine ilişkin varyans analizi 99
Tablo 3. 30. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değerine ilişkin Duncan testi 99
Tablo 3. 31. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değerine ilişkin varyans analizi 99
Tablo 3. 32. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci i değerine ilişkin Duncan testi 100
Tablo 3. 33. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değerine ilişkin varyans analizi 101
Tablo 3. 34. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değerine ilişkin Duncan testi 102
Tablo 3. 35. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değerine ilişkin varyans analizi 102
Tablo 3. 36. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değerine ilişkin Duncan testi 103

1.GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Ağaç malzeme, insanoğlunun tarihinin başlangıcından bu yana çeşitli alanlarda ve çeşitli maksatlarla kullanılmış, bugün ise gelişen teknolojilerle kullanım alanı çok artmıştır. Yapacak ve yakacak amaçlı kullanılmakta olan ağaç malzeme geniş bir kullanım alanı ile insan hayatında çok önemli bir yer oluşturmaktadır. Günümüzde hem masif halde hem de masif odundan elde edilen ürünler çok değişik kullanım alanlarında kullanılmaktadır.

Dünyanın endüstriyel gelişme ile eş zamanlı olarak ağaç malzeme kullanımında artış olmakta, geçen yüzyılda bolca bulunmakta olan ağaç malzeme bu yüzyılın sonuna doğru daha az bulunur olmaya başlamıştır. Bununla beraber odun endüstrisi artıkları, aralama kesiminde açığa çıkan hammadde ve dal odunu ile yıllık bitki saplarından şeker kamışı ve pamuk sapları gibi tarım artıkları bugün için yeterince değerlendirilememektedir. Oysaki ligno-selülozik yapı gösteren bu hammaddeler şekilleri ne olursa olsun onları oluşturan hücre çeperinin biyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri dolayısıyla yüksek değerde fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptirler. Ayrıca, tüm dünyada yaygın ve bol miktarda bulunmaları yanında yenilenebilir olmaları endüstriyel hammadde olarak değerlerini daha da artırmaktadır. (Eroğlu, H. ve Usta M. 2000)

Şekilleri ve boyutları bakımından yetersiz olan ve yeterli miktarda bulunmayan masif ağaç malzemeler yerine, maliyeti düşük odun hammaddesinin çeşitli tekniklerle şeklilerinin farklılaştırılarak ve istenen kalıpta üretilerek kullanılması dünyada odun hammaddesi temininde yaşanan sıkıntıyı ortadan kaldırmasının yanında odunun ekonomik kullanımını da sağlamıştır. Ayrıca, masif odunun anizotrop yapısı nedeniyle lif yönü, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde farklı çalışma oranlarıyla beraber fiziksel ve mekanik özellikleri her üç yönde farklılık göstermektedir. Ayrıca, mobilya endüstrisi gibi geniş yüzey gerektiren kullanım yerlerinde birleştirmeler yapmak zorunlu hale gelmektedir. (Aydın, 2016)

Masif odunun olumsuz özelliklerini gidermek ve ondan daha rasyonel faydalanmak amacıyla yapılan çalışmalar neticesinde tabakalı, lifli ve yongalı ağaç malzeme üretim yöntemleri geliştirilmiştir. Üretilen levhalar geniş yüzeyli, odundaki doğal kusurlardan kısmen de olsa arınmış, daha homojen ve izotrop özelliklere sahiptir. (Özen, 1980).

Masif odunun yapısı mantar ve böcekler tarafından tahrip edilebilmektedir. Kompozit levhalarda kullanılan kimyasal maddeler, ahşabı tahrip eden organizmalara karşı direnç sağlamaktadır. Ayrıca, ahşap kompozit malzemelere katılacak kimyasal maddeler ligno-selülozik maddelerdeki biyolojik bozunmayı önlemektedir. (İstek, 1999).

Günümüzde masif malzeme üretiminde ağacın mobilya üretmek amacıyla kesilmesi ormanların azalmasına neden olmaktadır. Ekosistemde büyük bir yeri bulunan ağaçların yok olması; yaşam zincirinin, yaşama alanlarının ve iklimin bozulmasına neden olmaktadır. Geçmişte 50 milyon hektar olduğu düşünülen ormanlarımız, bugün 20,7 milyon hektara düşmüş durumdadır. Ahşap malzemeler böcek-mantarlardan etkilenme, sudan etkilenme, yanma, ses ve ısı yalıtımı gibi özellikleri açısından dezavantajlıdır. Ormanların yok olmasının önüne geçmek ve ağaç malzeme kullanımındaki olumsuz yanlarının ortadan kaldırılması amacıyla alternatif ahşap kompozit malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır. (Aydın, U. 2016)

Dünyamızın nüfusu hızla yükselmesi sonucu orman ürünleri gereksiniminin karşılanması ve açık alan kazanmak amacıyla orman varlığının yok edilmesi ile dünya ormanların varlığı gün geçtikçe azalmakta ve yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bahsedilen etkenler orman ürünlerinin ekonomik değerini yükseltmektedir. Ülkemizin ekonomik durumu göz önüne alınırsa artış oranı oldukça fazladır. (Aydın, U. 2016)

Yonga levha, çok fazla kullanım yeri ve amacı için yeterli fiziksel ve mekanik ihtiyaçları taşır. Yüzeyleri düzgündür, istenilen kalınlıklarda üretilebilinir. Homojen bir yapıya sahiptir. Vida, tutkal veya çivilerle farklı malzemeler ile birleştirme işlemi yapılabilir, üst yüzey işlemleri rahatlıkla yapılabilir. Büyük boyutlarda üretilebilir

olması işçilik maliyetlerini düşürmektedir. Yongaların hidrofobik, yanmayı geciktiren ve koruyucu maddelerle işlem görmesi ile ağaç malzemeye çok farklı özellikler kazandırılabilir (Akbulut, 2000).

Levhalara eklenecek olan kimyasal toksik maddeler ligno-selülozik maddelerdeki bozulmayı önler. Ayrıca bu kompozit malzemenin; işlem yapılması kolaydır, masif ağaç malzemelerde görülebilen lif kıvrıklığı, budaklılık ve çürük benzeri kusurlar bulundurmazlar ve masif malzemeden daha ucuzdur. Yonga levha, bu özellikleri taşıması nedeniyle büyük bir üretim artışı gerçekleşmiştir (Akbulut, 2000).

Türkiye'deki ilk yonga levha fabrikasının kuruluşu 1955 yılındadır. Bu malzemenin ilk üretimi ise uzun zaman öncesine dayanmakla beraber özellikle II. Cihan Harbinin ardından, yıkılan köy, kasaba ve şehirlerin, yeniden yapılmasında büyük ebatlarda kereste ve bu meyanda dayanıklı ağaç malzeme ihtiyacından ötürü üretimi orta Avrupa ülkeleri, bilhassa Almanya'da üretim ivme kazanmıştır. Daha sonraları birçok ülke gittikçe yükselen bir hızla yonga levha üretimine başlamıştır (Bozkurt; Göker, 1990).

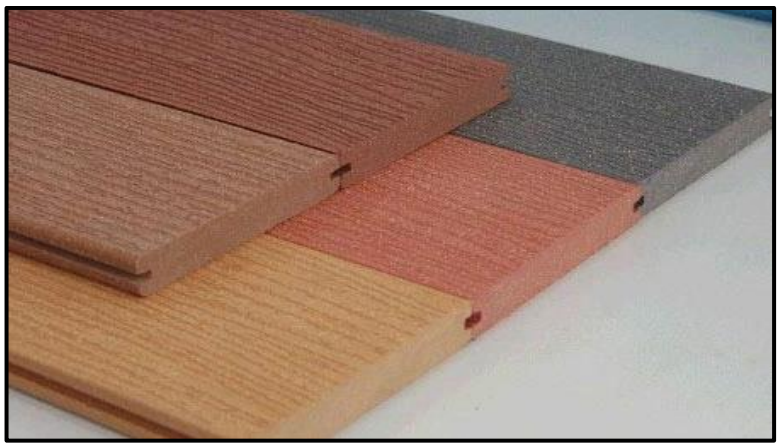
Bozkurt ve Göker'e (1990) göre; Türkiye'de üretilen yonga levhaların %74'ü mobilya üretimi alaında, %13'ü dekorasyon amaçlı , %11'i yapı-inşaat alanında kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarından bazıları; yemek ve çalışma masaları, gardıroplar, koltuklar, kanepeler, karyolalar, müzik seti kabinleri, mağaza tefrişleri, klozet, büfeler, radyatör kafesleri, masa tenisi ve bilardo masaları, sandıklar, okul sıraları, dolaplar, kara tahtalar, duvar bölmeleri, inşaatlarda kalıp tahtası, kapılar, bank, reklâm panoları, endüstriyel ve zirai binaların yapımı, ambalaj dekorasyon, paket prefabrik yapı imali, vagon ve gemi imali, vb. dir.

Bu çalışmada Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu Yonga Levha fabrikasında blender'da bekleme sürelerinin orta tabaka için 30-40-50-60-70 sn ve üst tabaka blender'ında bekleme sürelerinin 30-40-50-60-70 sn yapılmasıyla elde edilecek levhaların mekanik özelliklerinin karşılaştırılması yapılacaktır.

1.1.2 Kompozit ve Ahşap Esaslı Kompozit Malzemeler

İki veya daha fazla sayıda farklı veya aynı özellikteki malzemelerin, istenilen özelliklerinin bir arada olması ya da alternatif bir özellik elde etmek amacıyla malzemelerin makro seviyede bir araya getirilmesi sonucunda elde edilen malzemelerden oluşmaktadır. Kompozit üretimi sayesinde malzemelerin zayıf yönleri düzeltilerek daha üstün ya da arzu edilen özellikte malzeme elde edilebilmektedir (Aydın, 2016).

Kompozit malzeme (Fotoğraf 1.1.) ifadesi sadece levha ürünlerinin değil aynı zamanda kullanım amacına uygun kalıplarla şekillendirilmiş ürünleri ya da ağaç malzeme ve diğer malzemelerin kombine edilmesi sonucu elde edilen ürünleri bu kapsamdadır.



Fotoğraf 1. 1. Ahşap plastik kompozit malzemeler (URL-1, 2011).

1.1.3 Kompozit Malzemelerin Sağladığı Bazı Avantajlar

- *Yüksek Direnç Özellikleri*: Kompozit malzemeler yüksek direnç değerleri sağlayan malzemeler arasında en etkin olanlardan birisidir.
- *Hafiftirler*: Kompozit malzemelerin aynı birim alandaki ağırlığında hem takviyesiz plastiklere, hem de metallere göre daha yüksek direnç değerleri sağlamaktadır.
- *Kompozitler İçine Farklı Malzemeler Görülebilir:* Kompozitler içine, halat, mukavva, ahşap, tel, demir, poliüretan sert köpük gibi malzemeler yerleştirilerek mekanik özellikleri farklılaştırabilir.

- *Tasarımında Esneklik Yapılabilir*: Kompozit malzemeler tasarımcıların aklına gelebilecek her türlü küçük, basit, karmaşık, yapısal, geniş, dekoratif, estetik ya da fonksiyonel amaçlı tasarlanabilirler.
- *Boyutsal Kararlılık*: Çeşitli fiziksel ve çevresel faktörler altında termoset kompozit ürünler şekil ve işlevsellik özelliklerini korumaktadır.
- *Çürüme Dayanımı*: Kompozit malzemeler çürümeye karşı yüksek direnci, diğer üretim malzemelerinden daha iyi olan özelliklerinden biridir.
- *Demirden Oluşan Yüzeylere Uygulanabilirliği*: Demirin yüzeyde biriken yağ ve pas kalıntıları temizlenip kompozit malzemelerle kaplama işlemi yapılabilir. Bu sayede çelik ve demir yüzeyler, kompozit malzeme ile kaplandığında korozyonun etkilerinden korunabilmektedir.
- *Kalıplama Rahatlığı*: Kompozitler, çelik vb. geleneksel malzemelerde karşılaşılan çoklu parçaların birleştirilmesi ve sonradan montajı işleminin zorluğu, tek parçada kalıplama yapılarak ortadan kaldırmaktadır.
- *Yüzey Uygulaması*: Kompozit malzemelerde kullanılmakta olan polyester reçine, özel pigment katkıları ile renk verilmek suretiyle, amacına uygun renkli olarak da üretilebilmektedir.
- *Tamir Edilebilirliği:* tamir işlemi kolaulıkla yapılabilir.
- *Ahşap Yüzeylere Uygulama İmkânı*: Kompozit malzemeler ahşap yüzeye yapışabilirler. Ama uygulanan yüzeyin kuru olması gerekmektedir.
- *Beton Yüzeylere Uygulama İmkânı*: komprzit malzemeler betona çok sağlam bir şekilde yapışır. Betonda bulunana tutunma yüzeyi sayresinde reçine betona çok güzel yapışmaktadır.
- *Yanmazlık Özelliği*: Kompozit malzemelerin yangın direnci, kullanılmış polyester cinsiyle ilişkilidir.
- *Yüksek Di-Elektrik Direnci*: Kompozit malzemelerin öne çıkan bir diğer özelliği elektrik yalıtım özelliğidir, birçok komponent 'in üretiminde açık bir tercih sebebidir.
- *Kompozit Malzemeler Kesilebilir ve Delinebilir* : Kompozitler, tahta gibi kolayca kesilir, delinir, zımparalanabilir. Bu amaçla kullanılan aletlerin sert çelik veya elmas uçlu olmaları halinde çok daha iyi sonuç vermektedir (Biçer, 2014).

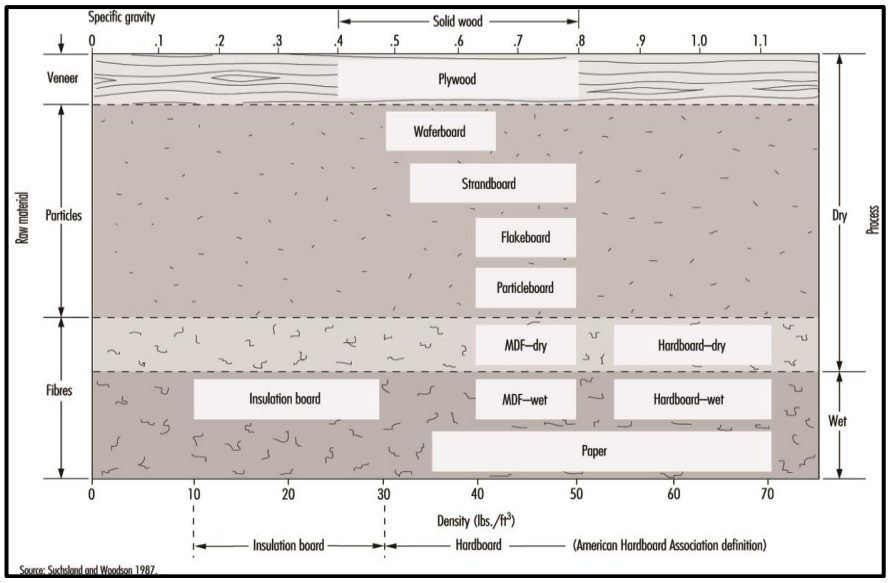
1.1.4 Kompozit Malzemelerin Neden Olduğu Dezavantajlar

1. Direnci yüksek olması istenen elemanlarda teknolojik özellikleri yüksek tutkalların kullanılması gerektiğinden, ilave tutkal maliyeti getirmektedir.
2. Yüksek kalitede üretim yapmak için, üretimin tüm kademelerinde ki işlemlerin dikkatli ve özenli olarak uygulanması gerekir.
3. Delik delme ve kesme türü işlemler liflerde açılmaya neden olmaktadır.
4. Metallere yapışmazlar.

5. Nem ve hava zerrecikleri, kompozitlerin mekanik ve yorulma niteliklerini olumsuz yönde etkiler (Biçer, 2014).

1.1.5 Ahşap Esaslı Kompozit Levhaların Sınıflandırılması

Literatürde ahşap kompozit malzemeleri ile ilgili farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Genel olarak ahşap kompozit malzemeler, üretiminde kullanılan yonga boyutu, üretim tipi ve levha yoğunluğuna göre Şekil 1. 1' deki gibi sınıflandırılmaktadırlar (Suchslandand ve Woodsoon, 1986).



Şekil 1. 1. Ahşap kompozit malzemelerin sınıflandırılması (Suchsland ve Woodson, 1986).

1.2 Yonga Levha Endüstrisi

1.2.1 Yonga Levhanın Tanımı

Yonga levha endüstrisi, ormanlarda aralama kesimlerimden elde edilmiş ince ağaç malzemelerin ve kereste tesislerinde açığa çıkan kereste uçları, kapak tahtaları gibi sanayii atıklarından faydalanmak adına ve bu atıkların küçültülerek yonga formuna getirilip sentetik olan reçineler ile ısı ve basınç altında belirli bir süre muamele edilerek yapışması sağlanır, teknolojik olarak daha üstün ve geniş yüzeyli levhalar üreten ve sürekli gelişen bir endüstri sektörüdür (Berkel, 1953; Özdamar, 2007).

TS 180 (1978) ve TS 1617 (1974)' ye göre yongalevha; odun veya odunlaşmış farklı lignoselülozik hammaddelerden faydalanılarak oluşturulmuş kurutulmuş yongaların sentetik yapıştırıcılar ile basınç ve sıcaklık yardımıyla yapıştırılması ve şekillendirilmesi sonucunda elde edilen levhalara denir (TS 180, 1978; 1974 TSE).

EN 309 (1992)' ye göre yongalevha; odun (ağaç chipsi, testere atıkları vb.) ve/veya diğer lignoselülozik lifli malzemenin (kenevir, keten, şekerkamışı vb.) uygun bir tutkal yardımı ile ısı ve basınç etkisi altında şekillendirilmesi ile ortaya çıkan levhalara denir (EN 309, 1992). Fotoğraf 1. 2.' de farklı kalınlıkta yonga levha panelleri görülmektedir.



Fotoğraf 1. 2. Farklı kalınlıklarda yonga levha panelleri (Fotoğraf: Sinan METİN 2017).

1.2.3 Yonga Levhaların Genel Özellikleri

Yonga levhalar ucuz olmaları ve şekil değiştirebilmeleri sebebi ile yüksek oranda masif ve kontrtablanın yenine kullanılabilmektedir. Bu yonga levhalar tüm kaplama kapı, mobilya, lambri gibi dekoratif işler, tavan; tiyatro, mağazalar, sinema salonları

dekorasyonu, gazinolar, prefabrik ev, gemi, otobüs ve yapımında vb. yerlerde başarı ile uygulanmaktadır (Akyüz, 2004).

- Ağaç malzemenin tamamı yongaya dönüştürülerek hiç telef etmeden istenilen boyutta levha üretilebilir.
- Yonga boyutu ve konumu anlamında arzu edilen şekilde yönlendirilmesi ile birlikte üretilen levhaların istenilen yöne dayanımı arttırılabilmektedir.
- Pres yapılırken veya pres sonrasında levhaya su itici özellik verilebilir.
- Yongalar böcek, mantar ve yangına karşı direnci arttıracak emprenye malzemeleri ile işlem yapılabilir.
- Geniş yüzeyli, özel amaçlı olarak ve istenilen kalınlıkta üretilebilirler.
- Kalıplara konularak şekil verilebilir.
- Ahşap yapıştırıcıları ile kaplanma levhaları kullanmak (lamine etmek) suretiyle levhaya oldukça güzel özellikler kazandırılabilir.
- Basınç yardımıyla preslenen plastik malzeme ve ağaç kaplama levhaları ile örtülmüş yonga levhaların yüzey işlemlerini yapmak çok kolaydır.
- Frezelerde zıvana lamba açılması ve işlenebilme özelliğinin iyi olmuş olması ve matkap ile kolay işlenebilmektedirler.
- Yüksek devirlerdeki daire ve şerit testerelerinde düzgün yüzeuler elde edilebilir.
- Akustik özellik bakımından oldukça iyidirler.
- Levhaların işlenmesi esnasında atıl malzeme miktarı az, iş verimi yüksektir.
- Levha yüzeyleri farklı ağaç kaplama malzemesi ve laminatlarla kaplanmalar yardımıyla atraktif görünüm sağlanır. Bunun yanında fiziksel özelliklerde artma elde edilebilir (Dayanıklıoğlu, 2004; Biçer, 2014).

1.2.4 Yonga Levhaların Kullanım Yerleri

Türkiye'deki yonga levhaların 1981 yılı itibariyle esas tüketim yerlerine göre dağılımı Tablo 1. 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. 1. *Türkiye'de Yonga Levhanın Esas Tüketim Yerlerine Göre Dağılımı*

Tüketim yeri	**%**
Mobilya	73,5
İnşaat	11,2
Dekorasyon	13,0
Prefabrik ev	0,2
Ambalaj	0,2
Diğerleri	1,9
Toplam	100

Birçok kullanım yeri için yonga levhalar yeterli fiziksel ve mekanik özellikleri sahiptirler. Düz yüzeylidirler, istenilen kalınlık ve ebatta levhalar üretmek mümkündür. Yeknesak yapıdadırlar. Diğer malzemelerle vida, çivi veya tutkallanmak suretiyle birleştirilebilirler. Büyük boyutlarda üretilmesi işçilik masraflarının düşmesini sağlar, gerekirse üst yüzey uygulamaları yapılabilir ve işlenmesi kolaydır. Masif ağacın işlenmesinden elde edilen malzemede görülen lif kıvrıklığı, budak, çürüklük ve buna benzer kusurlar bulundurmaz. Ebatların büyüklüğü ve yüzeyin düzgün olması kullanıcılar için hızlı ve kaliteli bir çalışma sağlamaktadır.

Yukarıda bahsedilen özelliklerden dolayı; yatay preslenmiş yonga levhalar, mobilya sektöründe genel olarak 12-30 mm arasında üç tabakalı levhalar mobilyanın yan, ön ve alt cephelerinde, 4-8 mm kalınlığında üretilen levhalar ise mobilyalarda çekmece altlığı ya da arkalık olarak kullanılmaktadır. Binaların içi kısımlardaki kapılar, bölmeler, sabit dolapların yapımında, konser ve duvar levhaları, tiyatro ve sinema salonlarında duvar kaplama levhaları akustik özellikleri hem dekoratif özellikleri nedeniyle kullanılmaları uygundur (Fotoğraf 1. 3.).



Fotoğraf 1. 3. Yonga levhaların mobilya üretiminde kullanılması (URL-2)

1.3 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Yonga levha endüstrisinde kullanılan hammadde odun veya diğer ligno-selülozik lifli maddeler, tutkallar ve katkı maddelerinden yararlanılmaktadır. Yonga levha ağırlığının yaklaşık %90'ından fazlasını odun veya diğer ligno-selülozik maddeler oluşturmaktadır.

1.3.1 Odun Hammaddesi

Ağaçlar temelde gymnosperm (iğne yapraklı) ve angiosperm (yapraklı olmak) üzere iki ana grup altında incelenmektedir. Bu ana gruplar ise binlerce tür ve çeşit ağacı kapsamaktadır. Odun kompozit levhaların üretiminde birçok ağaç türü değerlendirilmektedir. Başta gymnosperm ağaçlardan göknar, çam, ladin, angiosperm ağaçlardan ise söğüt, kayın, kızılağaç, kavak, huş, kayın ve meşe odunları yaygın olarak değerlendirilmektedirler (Güler, 2001). Kalaycıoğlu (1991), Sahil çamı (*Pinus pinaster*) odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Nacar (1997) Okaliptus (*Eucalypytus camaldulensis* Dehn.), Baştürk (1993) Boylu ardıç odununun (*Juniperrus excelsa* Bieb), Kalaycıoğlu (1991)Sahil çamı (*Pinus pinaster)* odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceğini belirlemişlerdir

Yonga levha üretmek için kullanılacak odunların; küçük çaplı budaklar, böcek yeniği, eğrilik ve çatlaklar olmaması gerekmektedir (Göker vd, 1984).

Levha üretiminde kullanılacak odunun kabuksuz olması istenir. Ama yongalar genelde kabuğu soyulmamış ağaç malzemeden üretilmekte, kabuk oranı; ağacın yaşı, çeşidi ve ağaçların yetişme ortamına bağlı olarak ortalama %5–25 aralığında değişebilmektedir. Ayrıca küçük çaplı yuvarlak odunun kabuğunun soyulması oldukça pahalı ve zor işlemdir (Özen, 1980). Fotoğraf 1. 4.'te hammadde sahasında istiflenen odun hammaddesi görülmektedir.



Fotoğraf 1. 4. Odun hammaddesi (Fotoğraf Sinan METİN 2017).

1.3.2 Diğer Ligno-selülozik Hammaddeler

Yonga levha üretmekte kullanılmakta olan hammaddelerin ilki odundur. Ama şeker kamışı, pamuk sapları, keten, kenevir, bambu, saz, samanlar, ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifi gibi bitkisel madde veya artıklardan da yonga levha üretimi yapılabileceğinin mümkün olduğu belirtilmektedir. Taşıma, toplama, depolama ve hazırlamanın ucuz, kolay ve hammaddenin mantarlarca olası bir tahribe uğramamış olması gerekmektedir. Yıllık bitkilerin kullanılmasın da en büyük problem yıllık

bitkilerin homojen olmamasıdır (Özen, 1980). Fotoğraf 1. 5.'te yonga levha üretiminde kullanılan diğer lignoselilozik maddeler görülmektedir.



Fotoğraf 1. 5. Diğer lignoselülozik maddeler (Sinan METİN 2017).

Odunlara göre kimyasal içerik bakımından daha heterojen özellik gösteren bitkisel materyalin kimyasal kompozisyonunu etkileyen önemli bir faktör bitkinin yetişme şartlarıdır (Han, 1998). Genel olarak bir ligno-selülozik bitki hücresi %65–70 karbonhidratlardan tarafından oluşmaktadır. Bazı istisnai durumlar bulunmakla birlikte bitki hücrelerinin yaklaşık %50'sinin selülozdan oluştuğu söylenebilir. Fakat pamukta bu oran %90'nın üstüne olabilir, bazı tarımsal sap liflerinde ise %30'un altına düştüğü görülmektedir (Rowell ve Simonson, 2000).

1.4 Yonga Levhanın Özelliklerini Etkileyen Faktörler

Yonga levhanın özelliklerini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır (Nemli, 1995).

1.4.1 Ağaç Türü

Levha ağırlığının ortalama %90'ından fazlası odun hammaddesinden oluşmaktadır. Bu nedenle ağaç türü, levha mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde büyük önem arzeder. Özellikle, odun türünün düzgün ve ince uzun yongalar verebilme kabiliyeti çok önemlidir. Aynı şartlar altında değişik ağaç türlerinden elde edilen yongaların

boyutları arasında farklılıklar görülmektedir (Nemli, 1995). Yonga levha endüstrisinde, yumuşak odunlu ağaçlar tercih edilmekte ve özellikle özgül ağırlığı 400-700 kg/m^3 olan odunların kullanılması önerilmektedir (Nemli, 1995).

Genel bir kural olarak; tercihen özgül ağırlıkları ağaç türleri düşük olan türler, orta özgül ağırlıktaki ağaç türleri kolaylıkla ve uygun fiyatla bulunabiliniyorsa kullanılmakta, fakat çok yüksek özgül ağırlığa sahip olan türler istenmemektedir (Nemli, 1995). Bunun nedeninde biri ise profil görünümü problemidir. Düşük özgül ağırlığa sahip türleri levhanın üst tabakasında, daha yüksek özgül ağırlığa sahip olanları ise orta tabakada kullanmak hammadde kullanımı bakımından en ekonomik çözüm olarak önerilmektedir (Nemli, 1995).

1.4.2 Ekstraktif Maddeler

Ekstraktif maddeler, tutkalın sertleşmesi ve tutkal tüketimi üzerine etkiye sahiptirler. Bilhassa bazı gymnosperm ağaçlarda bulunan ekstraktif maddeler, levhaların suya karşı mukavemet özellikleri bakımından önem arz etmektedir. Ayrıca, fazla uçucu ekstraktifler presleme sırasında, levhada yerel kabarıklara neden olabilirler. Bazı ağaç türleri bünyesinde doğal reçine ya da mum benzeri ekstraktifler bulundururlar. Bu tür maddeler bir noktaya kadar levhaya su itici özellik kazanmasını sağlar (Nemli, 1995).

1.4.3 Permeabilite

Yongalar tutkallandıktan sonra tutkal yonga yüzeylerinde tutulmalıdır. Özellikle yonga uçlarında emilen tutkal, telafisi olmayan bir kayıptır. Kullanılan tutkal miktarı sınırlı olduğundan ve ürün maliyetini önemli ölçüde kullanılan tutkal miktarı belirlediğinden tutkal kaybı arzu edilmeyen bir durumdur. Odunun permeabilitesi kullanılan tutkalın yeterli olması veya olmaması bakımından fark oluşturabilir. Tutkalın yeterliliği ile ilgili bütün sonuçlar levha direnç değerlerini ve stabilitesini etkiler (Nemli, 1995).

1.4.4 Kabuk

Yongalara kabuk karıştırılması halinde levhanın direnç özellikleri olumsuz etkilenir. Kabuk oranının %10-12 olması halinde direnç değerlerinde tek katlı levhalarda %9-16, üç kat levhaların orta tabakasına katıldığı takdirde ise %5-10 oranında azalma görülmektedir. Kabuk levhanın dış tabakalarına karıştırıldığında ise, yüzeyde lekeler oluşturduğundan levha görünüş özelliklerinin bozulmasına neden olur (Nemli, 1995).

1.4.5 Odunun Rutubet Miktarı

Çok rutubetli ve rutubeti %30'dan az olan yongalar verimi olumsuz yönde etkilemektedir. Presten çıkan levhalarda rutubet %10'dan az iken mekanik özelliklerde herhangi bir değişiklik olmazken, %10-22 rutubet derecelerinde bir miktar daha azalma ve %22-50 rutubet dereceleri arasında ise levhanın eğilme direncinde önemli ölçüde azalma meydana gelmektedir. Yüzeyi düzgün yonga elde edebilmek için odun rutubeti %30-60 aralığında olması gerekir. Rutubet miktarı çok yüksekse tutkallama zorlaşır ve kurutma maliyetlerini olumsuz etkiler. Rutubet miktarının az olması durumunda ise düzgün yüzeyli yongalar elde edilmez (Nemli, 1995).

1.4.6 Yonga Tipi ve Geometrisi

Yonga geometrisi, levhanın mekanik ve fiziksel özellikleri ile yüzeyin kalite ve işlenme özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Yonga kalınlığının artması ile suda bekletme sonucu şişme ve yüzeye dik çekme direnci artmaktadır. Yongalar ile beraber, küçük boyutlu yonga ve tozların kullanılması halinde, su alması ve kalınlık artıması oranları azalmaktadır. Toz ve küçük yonga parçacıkların yonga levhada kullanılması durumunda yüzeye dik yöndeki çekme direnci üzerine etkisi yoktur (Nemli, 1995).

1.4.7 Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı

Fenolik ile izosiyanat tutkallar suya ve rutubet karşısında mukavemetlidirler. Bu tutkallar dış ortam şartlarına maruz kalınan yerlerde kullanılan yonga levhalar için daha elverişlidir. Üre formaldehit tutkalı ise dış ortam şartlarında kullanılması elverişli değildir. Bu sebeple kapalı ve iç kısımlarda kullanılacak yonga levhalarda tercih edilmektedir (Nemli, 1995).

Levhanın özelliklerini etkileyen diğer faktörler sabit tutulmak şartıyla, kullanılan tutkal oranının fazlalaşması ile levhadaki tüm mukavemet özelliklerinin yanı sıra boyut stabilitesinde artış görülmektedir. Tutkalın yongalara uygulama tekniği de levhanın mukavemet özellikleri üzerinde etkili diğer bir faktördür. Tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine homojen bir biçimde dağılması yongalar arası yapışmayı kayda değer bir ölçüde etkilemektedir (Nemli, 1995).

1.4.8 Katkı Maddeleri

Yonga levhaya hidrofobik özellik kazandırabilmek için kullanılan parafin, levha mukavemet özelliklerini negatif yönde etkileyebilir. Kullanılan parafinin miktarı %1 veya daha az iken levhanın direnç özelliklerini etkisi olmadığı, daha yüksek oranda kullanıldığında ise direnç özelliklerinde azalma olmaktadır. Mantar ve böceklere karşı koruyucu madde olarak yonga karışımına %2 oranında pentaklorfenol ilave edilirse yeterli koruma sağlanmış olacaktır fakat pentaklorfenol miktarının artışı, yüzeye dik çekme direnci azalmaktadır (Nemli, 1995).

1.4.9 Yonga Levhanın Özgül Ağırlığı

Levhanın özgül ağırlığı, levha mukavemet özellikleri üzerinde en fazla etki gösteren faktörlerden biridir. Özgül ağırlığın artması ile kalınlığın artımı ve boyut kararlılığı haricinde, bütün özellikler iyileştirmektedir (Nemli, 1995).

1.4.10 Özgül Ağırlık Profili

Levha kalınlığınca özgül ağırlık değişimi, özgül ağırlık profili olarak adlandırılmaktadır. Üniform özgül ağırlık profiline sahip levha üretmek çok zordur. Üniform özgül ağırlık, levhanın eğilme direnci ve elastikiyet modulünün artmasının yanı sıra, yüzey işlemleri sırasında düzgün yüzey oluşmasına katkı sağlarmaktadır (Nemli, 1995).

1.4.11 Presleme Şartları

Sertleşme süresi, sıcaklık, tutkal ve basınç miktarının yeterli olmayışı sonucu levhada ayrılmalar olabilir. Levhalar presten geç çıkarılmadığı takdirde 170^{o}C'nin üzerindeki sıcaklıklarda direncin önemli ölçüde düşmesine neden olan termik bozulmalar meydana gelebilir (Nemli, 1995).

Yonga levhanın neredeyse bütün özellikleri, özellikle de yüzeye dik çekme direnci, presleme süresinin arttırılması ile iyileşmektedir (Nemli, 1995).

1.5 Yonga Levha Endüstrisinde Kullanılan Maddeler

Yonga levha endüstrisinde çeşitli amaçlarla kullanılan veya kullanma imkânı bulunan maddeler aşağıdaki gibidir.

1.5.1 Hammaddeler

Yonga levha endüstrisinde kullanılan çok çeşitli hammaddeler vardır. Bunlar Şekil 1. 2.'deki gibi sıralanmıştır.

<table>
<tr><td rowspan="15">Hammaddeler</td><td rowspan="4">Ağaç Malzemeler</td><td colspan="3">Odun</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Sanayi Artığı</td><td colspan="2">Kapak - çıtalar</td></tr>
<tr><td colspan="2">Testere talaşı-Planya talaşı</td></tr>
<tr><td colspan="3">Orman Artıkları</td></tr>
<tr><td colspan="3">Yıllık Bitkiler</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Tutkal</td><td rowspan="4">Organik (Sentetik) Tutkallar</td><td colspan="2">Üre Formaldehit</td></tr>
<tr><td colspan="2">Melamin formaldehit</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fenol formaldehit</td></tr>
<tr><td colspan="2">Resorsin formaldehit</td></tr>
<tr><td colspan="3">İzosiyonat tutkalı</td></tr>
<tr><td colspan="3">Termoplastik tutkallar</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Doğal Tutkallar</td><td rowspan="2">Hayvansal Tutkallar</td><td>Kazein</td></tr>
<tr><td>Glutin (Kan albümini)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Bitkisel Tutkallar</td><td>Tanen</td></tr>
<tr><td>Sülfit atık suyu</td></tr>
<tr><td>Soya fasulyesi</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Anorganik Tutkallar</td><td colspan="2">Çimento</td></tr>
<tr><td colspan="2">Magnezit</td></tr>
<tr><td colspan="2">Alçı</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Katkı Maddeleri</td><td>Hidrofobik Maddeler</td><td colspan="3">Parafin</td></tr>
<tr><td>Alkil keten dimer</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="5">Sertleştirici Maddeler</td><td colspan="3">Amonyum klorür</td></tr>
<tr><td colspan="3">Amonyum sülfat</td></tr>
<tr><td colspan="3">Parafomaldehit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Potasyum karbonat</td></tr>
<tr><td colspan="3">Potasyum persülfat</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Koruyucu Maddeler</td><td colspan="4">Fenol</td></tr>
<tr><td colspan="4">Pentaklorfenol tuzları</td></tr>
<tr><td colspan="4">Kromlu bakır arsenat</td></tr>
<tr><td colspan="4">Amonyaklı bakır arsenat</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Yanmayı Geciktirici Maddeler</td><td colspan="4">Amonyum fosfat</td></tr>
<tr><td colspan="4">Arsenik</td></tr>
<tr><td colspan="4">Bakır tuzları</td></tr>
<tr><td colspan="4">Boraks</td></tr>
<tr><td colspan="4">Borat</td></tr>
<tr><td colspan="4">Borik asit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Çinko</td></tr>
</table>

Şekil 1. 2. Yonga levha endüstrisinde kullanılan hammaddeler (Gözalan 2016).

1.5.1.1 Ağaç Malzeme

Yonga levha üretiminde bir çok ağaç türü kullanılabilmektedir. Batı Avrupa'da başlangıçta gymnosperm ağaç odunları (sıtka ladin, çam, göknar ve ladin) tercih edilmekte iken, sonrasında ekonomik olmaları ve kolay temin edilebilir olmalarından dolayı kayın, huş, kavak, kızılağaç ve söğüt gibi yapraklı ağaç türleri de kullanılmaya başlanmıştır. Karacalıoğlu (1974) ve Öktem (1979) ormangülü odununun yonga levha üretiminde kullanılabileceğini belirtilmiştir. *Robina pseudoacacia* odunlarının

yonga levha üretiminde kullanılabileceği, *Cryptomeria japonica* ve *populus tremuloides* odunlarının diğer türler ile karıştırılarak kullanılabileceğini belirtilmiştir. Sahil Çamı (*Pinus pinaster Ait*) ve Ardıç (*Juniperrus excelsa Bieb*.) odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceği belirtilmiştir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

Levha üretiminde kullanılacak odunun kabuk ihtiva etmesi istenmeyen bir durumdur. Ama, chipsler genelde kabukları soyulmamış odun hammaddesinden elde edilmektedir. Kabuklar kum ihtiva etmediklerinde fazla sorun teşkil etmezler. Genellikle son yıllarda kabuğun yonga levha üretiminde değerlendirilmesi çalışmaları ivme kazanmıştır (Özen, 1980). Levhanın yoğunları üzerine ağaç türünün etkisi fazlaca olduğundan, üretim, üretim teknolojisi ve üretilen levhanların özelliklerine bağlı olarak, yoğunlukları farklı ağaç cinsi kullanılabileceği belirtilmektedir. Yonga levha üretimi için en uygun ağaç türlerinin gymnosperm ağaç türlerinden sedir, ladin, çam ve göknar, angiosperm ağaç türlerinden ise kızılağaç, ıhlamur, kayın, kavak ve söğüt türlerinin kullanılabileceği belirtilmektedir. Ayrıca bu amaçla ormangülü, sahil çamı, titrek kavak ve yalancı akasya türlerinin üretimde kullanımlasında sakınca olmadığı bilinmektedir (Bozkurt ve Göker, 1985; Çakmak, 2008'den).

Odunda çatlak, budak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir. Odunun yoğunluğu, asiditesi (pH), içerdiği ekstraktifler ve rutubet miktarı da levhanın kalitesi üzerinde kayda değer etkiye sahiptir (Özen ve Kalaycıoğlu, 2007).

Yüzeyi düzgün yongalar üretmek için odunun rutubeti %30-60 arasında olması düşünülmektedir. Rutubet miktarı %30'dan düşük olursa yongalama ve eleme işleminde toz miktarında artış olur ve çok kuruyan yongalar tutkalı fazlaca emer ve yapışmayı olumsuz etkiler. %60'tan fazla olması, yonga yüzeylerinin pürüzlü olmasına neden olur, kurutma esnasında enerji maliyeti yükselir ve bu pürüzlü yüzeye sahip olan yongalar fazla miktarda tutkal emilimine neden olacağından yonga yüzeylerinde tutkal kalmaz ve yapışma olumsuz etkilenir (Bardak, 2010).

1.5.1.2 Yapıştıcı Maddeler (Tutkallar)

Yonga levha endüstrisinde kullanılan 3 ana sentetik reçine tipi vardır. En çok kullanılan üre formaldehit (ÜF) tutkalı olup, bunu fenol formaldehit (FF) tutkalı ve melamin formaldehit tutkalı takip etmektedir. Başkaca enteresan fakat az miktarda kullanılan sentetik yapıştırıcı ise polyizosiyanattır. Üre ve melamin tutkalları Amino reçineler olarak bilinmektedir. Amino ve Amido gruplarının aldehitlerle olurşturduğu reaksiyon ürünleridir ve buna Formaldehit girmektedir. Bu reçineler ve fenol formaldehit reçinesi ısı faktörü ile katalizörler yardımıyla kısa süre içerisinde sertleşebilirler ve böylece reçineler kondenzasyon polimerizasyonu yardımı ile vazifelerini yerine getirirler (Bozkurt ve Göker, 1990).

Dünya üzerinde yonga levha üretiminin yaklaşık %90 ve daha büyük oranlarda ÜF reçineleri kullanılmakta olup, üre formaldehit reçineleri ucuz, preslemede sertleşme süresi kısa ve kullanımı kolay tutkallardır. Ayrıca, bu tutkal beyaz ya da renksiz olabilirler. Ancak, dış oramlar için üretilen yonga levhaların bu üre formaldehit tutkalı kullanılmamaktadır.

Fenol formaldehit tutkalları bugün dış cephelerde kullanılan levhalar için en elverişli bir tutkal olarak kabul görmektedir. Melamin tutkalları ise, bazı levha üretim metotlarında özellikle üre formaldehit tutkalı ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Böylece rutubete karşı yüksek bir dayanım sağlanabilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1990).

Üre Formaldehit

Üre formaldehit tutkalı nispeten ucuz olması nedeniyle, özellikle kaplamalı işler, prese kapı, yonga levha ve kontrplak üretimi olmak üzere, ağaç işlerinde en çok kullanılan tutkallardan biridir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü, oksijen ve hidrojenden üretilmektedir. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir.

Üre renksiz, kokusuz ve su içerisinde rahatlıkla çözünebilen kristalimsi yapıda bir maddedir, Amonyak ve Karbondioksitin reaksiyonu sonucunda açığa çıkmaktadır. Ara madde olarak Amonyum Karbaminat meydana gelir, bu amonyum karbaminatın içine amonyak ilave edildiği takdirde üre ve su elde edilir (Bozkurt ve Göker, 1990).

ÜF tutkalı, üre ve formaldehitin sulu bir çözeltide kondenze olmasıyla üretilirkuru ve sıvı halde üretilebilirler. Her iki bileşen dimetil ve monometilol ürenin teşekkülü altında, hafif alkali ortamda reaksiyona girerler, oluşan monometilol ve dimetilol üre bünyelerinden su kaybederek metilen köprüleri oluşturarak kondenze olurlar. Bu ön kondenzasyon ürünleri henüz suda çözülebilen bileşikler olup reaksiyona 3 boyutlu ağlar oluşturarak devam ederler. İstenilen kondenzasyon derecesine ulaştıktan sonra reaksiyon hafif asidik olan çözeltinin soğutulması ve nötralleşme ile kesilir. Elde edilecek tutkalın özelliklerini; sıcaklık, reaksiyonun süresi, pH, katalizörün konsantrasyonu ve ÜF'nin mol oranı etkiler (Çolakoğlu, 2004).

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, yapışma direncinin yüksek ve renginin açık olduğunu söylemek mümkündür (Anonim, 1975). Üre formaldehit, yonga levha ve MDF üretiminde kullanılan en yaygın tutkal çeşididir. Yapılan araştırmalar neticesinde bu tutkal; %61 oranında yonga levha, %5 oranında kontrplak, %27 oranında MDF ve %7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda belirtilmiştir (Nemli ve Aytaç, 2002; Pizzi, 1983; Goncalves vd., 2008; Atar, 2012).

- Güçlü adhezyon özelliğine sahiptirler.
- Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedirler.
- Suda çözünebilirler.
- Kokusuzdurlar.
- Tutuşmazlar.
- Kısmen opak bir özellik arz etmektedirler.
- Fiyatları ucuzdur.
- Termal özellikleri oldukça iyidir.
- Sertleşen tutkalın film tabakası renksizdir.

- Rutubet ve suya karşı dayanıksızdırlar.
- Formaldehit emisyonları yüksektir (Atar, 2012).

ÜF tutkalı lif veya yongalara sulu çözelti halinde uygulanır ve ısı etkisi altında sertleştirici ilave edilmesiyle üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakta, üre ve formaldehitin kondenzasyonu ile üretilmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada gerçekleşmektedir; İlk aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal alır. Bu aşamada; monometilol, dimetilol ve trimetilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetra metilol üre ise yüksek miktarlarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilave edilmesi belirli bir pH değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı; pH değeri, reaksiyon koşulları ve ek katkı maddelerine bağlıdır (Conner, 2001; Atar, 2012).

İkinci kademe; metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonunu kapsamaktadır. Kondenzasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla beraber, asidik koşullarda üre formaldehit tutkalının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir (Nemli ve Çolak, 2002; Atar, 2012).

- Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması,
- İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması,
- Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi,
- Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen metilen köprülerinin oluşması (Atar, 2012).

Genel anlamda bakıldığında birinci aşama, üre ve formaldehitin reaksiyonu (pH: 8–9) ile metilol ürenin formasyonunu içermektedir. İkinci aşamada ise (pH: 5), asidik koşullarda kondenzasyon reaksiyonları istenilen viskoziteye ulaşıncaya kadar devam ettirilip, reaksiyon karışımı soğutularak nötralleştirilmektedir. Tutkalın katı madde oranını (%60–65) oranında ayarlamak için vakum destilasyonu ile su uzaklaştırılmaktadır. Üre iki veya daha fazla kademede ilave edilmektedir. Üre ilk olarak metillendirme işlemi sırasında ilavesi gerçekleştirilmektedir (F/Ü= 1,6–2).

İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/Ü oranını arzu edilen düzeyde düşürmektedir (Atar, 2012).

Sıcak presleme uygulaması sırasında polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonlarını tamamlanmaktadır. Asidik koşullarda sertleşen bir tutkal türü olan ÜF için en iyi sertleşme sıcaklığı 120°C ve pH 4–5 civarında olmaktadır. Sıcak presleme yapılırken ısının etkisi ile ön kondense olmuş olan tutkal, çapraz bağlanma reaksiyonları ile düzgün bir film oluşturmaktadır. Tersinir bir reaksiyon vardır ve gereğinden fazla ısı uygulanması ÜF tutkalının hidrolizine neden olabilir. Presleme yapılırken gereğinden fazla ısı uygulanmasından kaçınmalı, preslemeden sonra üretilen levhalar klimatize edilmelidir. Üç tabakalı levha üretiminde, yüzey tabakaları orta tabakadan daha hızlı sertleşir. Bu sebeple yüzey tabakasında kullanılan tutkalın sertleşmesinin geciktirilmesi önerilmektedir ve buda kullanılan sertleştirici madde miktarının düşük tutulmasıyla sağlanabilir (Atar, 2012).

Günümüz laminat üretiminde melamin tutkalları önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte bazı durumlarda, üre veya üre+melamin karışımı tutkallar da kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkallarının laminat endüstrisinde kullanılması bazı problemleri beraberinde getirir. ÜF tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60°C ve %60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlar. %15-20'lik odun rutubeti 60°C'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu hızlandırır. Fenolik veya polifenolik tutkalların aksine aminoplastik tutkallar genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla beraber asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına yol açabilirl. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmeli ya da malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria'a (2008) göre, üre formaldehit tutkalına %10, %15 ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini belirlenmiştir (Atar, 2012).

Üre formaldehit tutkalının önemli problemlerinden biri olan formaldehit emisyonunu düşürmek için aşağıdaki önlemler alınabilir:

- Üre formaldehit tutkalına üre ya da melamin ilavesi.
- Ağaç levha ürünlerinin amonyak gazına maruz bırakılması.
- Yongaların preslenmesi sırasında ek bir yüksek frekansla ısıtma yapılması.
- Levha yüzey ve kenarlarının kaplama malzemesi ile kaplanması (Atar, 2012).

Son yıllarda formaldehit emisyonunun düşürülmesi için yeni araştırmalar yapılmaktadır. Araştırmaların ortaya koyduğu sonuçlara göre formaldehit emisyonunun iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

1. Üre formaldehit reçine kimyasının modifikasyonu.
2. Formaldehit yerine daha az uçucu aldehit bileşiklerinin kullanımı (Atar, 2012).

Üre formaldehit tutkalının modifikasyonu aşağıdaki işlemlerle sağlanabilir:

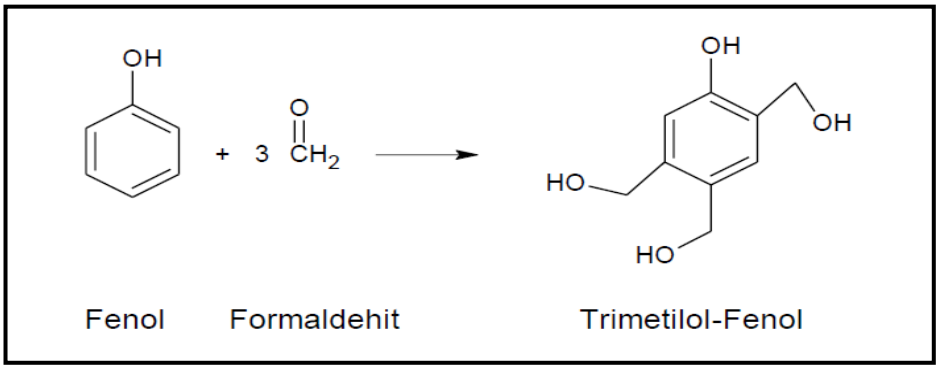
- Tutkal sentezi sırasında direkt olarak polyamin karıştırılması
- Amonyum klorür yerine sertleştirici olarak polyamin hidroklorürün kullanımı
- İlk iki koşulun birlikte uygulanması (Nemli ve Aytaç, 2002; Atar, 2012'den).

Maminski ve arkadaşları tarafından yapılan bir araştırma çalışmasında, üre formaldehit tutkalına glutarik aldehit ilavesiyle üretilen levhalarda su alma ve kalınlık artış miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Maminski vd., 2008). Başka bir çalışmada ise üre formaldehit tutkalına melamin ilavesiyle formaldehit emisyonun azaldığı ortaya konulmuştur (Hsy, 2009). Abdullah ve Park'a (2009) göre, yapılan araştırmada üre formaldehit tutkalına katılan hidrosülfit, sodyum bisülfit, akrilamid ve polimerik 4,4-difenil-metan dizosiynat gibi katkı maddelerinin üre formaldehit tutkalının rutubete karşı direncini artırdığı tespit edilmiştir (Atar, 2012).

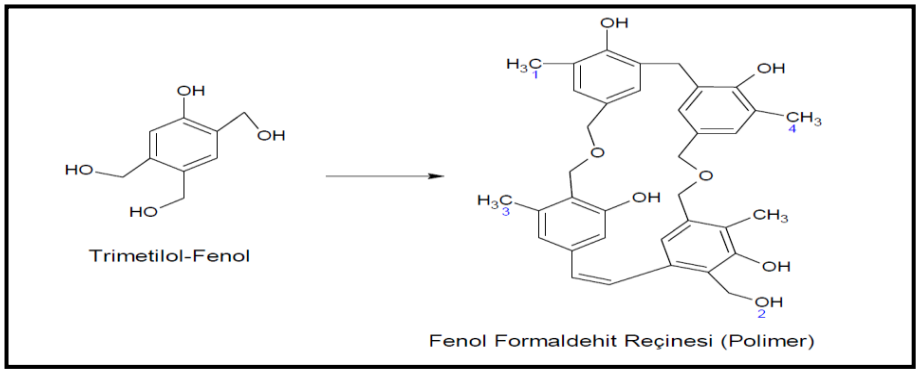
Fenol Formaldehit Tutkalı

FF'in temel bileşenleri, fenol ve formaldehittir. Fenol ham petrolden üretilir. Fenol'ün ana bileşenleri benzen ve tolüendir. Tolüen, benzoik asitten dönüştürülür, benzen ise propilen ve cumenin karışımıdır. Benzoik asit ile birlikte fenolü oluştururlar. Fenol ve formaldehit, FF yapıştırıcısı içinde bir karıştırıcı yardımıyla

birleştirilir (Şekil 1. 3.). Bu sıvı, kokusuz, koyu kahverengi ve mutlak suretle yanmazdır. İşlem esnasında FF tutkalı, üre formaldehit tutkalı gibi bağlarını kuvvetlendirilmiş ve polimerize edilmiştir. FF çözeltisi, fenol ve formaldehitin 2,2 mol oranlarında formaldehitin çoğu Fenol formaldehit yapısı içinde üç boyutlu kuvvetli bağlar ile sürekli bir şekilde yapıştırılır (Şekil 1. 4). Serbest formaldehit ise üre formaldehitin pres esnasında açığa çıkması gibi, aynı şekilde pres esnasında açığa çıkar (Uysal ve Kurt, 2005).



Şekil 1. 3. Fenol ve formaldehidin birleşmesi sonucu Trimetilol-Fenol oluşması (Polisan)



Şekil 1. 4. Fenol formaldehit oluşumu (Polisan A.Ş, 2005).

Fenol formaldehit reçineleri de diğer formaldehit reçineleri gibi termoset bir yapıya sahiptirler. Dolayısıyla kullanıldığı yerde sertleştikten sonra yeniden yumuşayıp (reaksiyonun geri dönmesi ile) bozunması durumu olmaz. Suya ve diğer dış etmenlere karşı (basınç, sıcaklık) oldukça dayanıklıdırlar. Bu bakımdan üre formaldehit reçinelerine göre FF rçinelesi üstün özellikler taşır. Diğer reçinelerden daha pahalıdırlar. İçerdiği fenol miktarı düşürerek, fenol yerine alternatif başka bileşikler kullanarak ya da farklı kimyasal katkılar eklenerek üretimde ekonomi

sağlanmaya çalışılmıştır. En tehlikeli polimerizasyon reaksiyonu FF reçinelerinde görülür. Fenol çok aktif bir bileşik olduğu için reaksiyon hızı kontrol edilemeyip reaktörde patlamalara dahi yol açabilirler.

Bu tutkal alkali ya da asidik bir katalizörler yardımıyla fenol ve formaldehitin kondenzasyonu ile elde edilir. Yonga levha üretiminde sıcak tutkallama için saf halde veya bir sertleştirici katılmak suretiyle suda çözünmüş FF kullanılmaktadır. Bu tutkal da sıcaklıkla sertleşen reçineler grubunun içerisindedir. Kullanılan katalizöre bağlı olarak Resol ve Novolak olmak üzere ikiye ayrılırlar. Resol tipi fenol formaldehit tutkalları bazik katalizörler (NH_3=Amonyak) yardımıyla üretilmektedir. Fenol ile formaldehitin birleşme oranları 1/1,8-1/2,2 arasında değişkenlik göstermektedir. Bu reaksiyon çok kademeli bir reaksiyon olup özel ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Depolama süresi birkaç ay olup serin yerlerde depo edilmelidirler (Tunç, 2012).

FF'in sertleşmesi için gereken ısı ihtiyacı ÜF tutkalından yüksektir. Levhanın ortasındaki sıcaklık 120-150 ºC olmalı ve presteki levhalarının sıcaklıkları 200ºC' ye kadar olabilir (Bozkurt ve Göker, 1990).

Genel manada fenolik tutkallar tüm koşullar altında yüksek direnç özelliğine sahiptirler. Dış ortam koşullarına maruz kaldıklarında dahi gözle görülebilen bir bozulma ve değişiklik meydana gelmez, fakat fenolik tutkallar üre reçinelerine göre maliyetlidir (Güler, 2001).

Orman ürünleri endüstrisi için novalak üretimi çok fazla önem arz etmez. Oduna dayalı endüstrilerde kullanılan novalak tutkalı metilol grupları bloklaşarak değişime uğratılmış fenol-formaldehit resol tutkalıdır. Sertleştirme için bir sertleştirici olarak para-formaldehit ilavesine ihtiyaç duyulur.

Dış ortamlarda kullanılacak yonga levha ve MDF üretiminde fenolik yapıştırıcıların tercih edilmesi durumunda dikkat edilmesi gereken, tutkalın formülasyonundan çok tutkalın uygulanmasına verilmelidir. Levhanın pres süresi; tutkalın türü, reaktifliğine ve rutubetine bağlı olarak değişir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Melamin Formaldehit Tutkalı

Melamin ile formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu üre ile formaldehitin reaksiyonuna benzer. Formaldehit ilk olarak metilol bileşiklerini oluşturmak için melaminin amino grupları ile reaksiyon verir. Formaldehitin melamine ilavesi üreden daha kolay olmaktadır. Melamindeki amino grubu kolayca ikiden fazla formaldehit molekülünü kendine bağlayabilir. Böylece, altıdan fazla formaldehit molekülü bir melamin molekülünü çekebilir. (Eroğlu ve Usta, 2000)

MF tutkalı, ÜF tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajlı yanları vardır. Bu avantajlar; suya karşı daha dayanımlıdır, ısı stabilitesi daha yüksektir, düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmadan sertleşebilmektedirler (Huş, 1979).

Melamin reçinesi çözeltisi, üre reçinesi kadar depolanmaya uygun değildir. Serin ve kuru ortamlarda muhafaza edildiklerinde toz halinde bulunan tutkal bir yıl bozulmadan bekleyebilir. % 50 oranında ÜF katılarak elde edilen melamin + üre formaldehit reçinesi yeterli fiziksel ve sertleştirme özelliklerine sahip olmakla beraber, bu karışım üç hafta süre ile bozulmaya uğramadan bekleyebilmektedir. Melamin reçineleri 90-140º C arasındaki sıcaklıklarda sertleştirici ilavesi olmadan da sertleşebilmektedir.

Melamin reçinesinin üretim aşamasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, karışımın mümkün olduğunca kısa zaman sonunda 90ºC‟ye kadar ısıtılması ve renginin saydamlaşmasıdır. Bu süre yaklaşık olarak bir saattir. Üretim sırasında istenilen reçine türüne göre katkı maddeleri eklenebilmektedir. Boraks, kaprolaktam, dietilen glikol, polietilen glikollar belirtilen katkı maddeleri arasında yer alır. Reaksiyonun tamamlanma süresi, su toleransı miktarına göre yapılır ve ayarlanır. Üretimi gerçekleşen melamin reçinesi sevk edilmeden önce yoğunluk, pH, katı madde yüzdesi, su toleransı tayinleri yapılmaktadır.

Melamin reçinesi pahalı olduğundan ÜF kadar tercih edilmez. Ancak melamin reçinesine üre ilave edilip maliyet düşürülebilir. Sulu çözeltinin ömrü çok az olup 3

haftaya kadar bekleyebilir. Melamin reçinesi daha çok kat ve tabakalar halinde yapıştırılan ve kaynatmaya karşı dayanıklılık isteyen ağaç malzemenin tutkallanmasında tercih edilir (Güler, 2001).

Termoplastik Tutkallar

Termoplastik tutkallar sıcaklık yardımı ile yumuşayan ve soğuduğunda sertleşebilen tutkallardır. Bunlar soğuk olarak uygulanabilir, uygulanacak yüzeye pratik şekilde sürülerek uygulanabilir, oldukça hızlı sertleşirler, yanmayan ve kokusuzdurlar. İşlenmesi esnasında aletleri yıpratmaz ve ağaç malzemede leke oluşmasna neden olmaz. Tüm bu avantajlarına rağmen 70°C sıcaklıktan itibaren yapıştırma özelliğini kaybetmesi bu tür tutkalların kullanım alanını sınırlandırmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985; Sarı, 2011).

Teoride, PVC ve PVAC benzeri yapıştırıcılar yonga levha endüstrisinde tek başlarına veya ÜF ve FF ilavesi ile kullanılabilir. Fakat bu tutkallarla yapıştırılan levhalar yüksek sıcaklıklarda kolayca bozulma gerçekleştiği için yonga levha üretiminde kullanılmazlar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009; Sarı 2011).

Resorsin Formaldehit Tutkalı

Resorsin formaldehit reçinesi, 1 mol resorsinin 1 mol' den az formaldehit ile birleştirilmesiyle üretilir. Sertleştirici madde olarak çoğunlukla para-formaldehit kullanılmaktadır. Resorsinol fenolik bir maddedir, fakat fenole göre çok daha fazla reaktiviteye sahiptir. Bu reçinelerin en önemli avantajı ortam sıcaklığında dahi sertleşebilmesidir (Bozkurt ve Göker, 1990).

FF tutkalına oranla 5-6 kat yüksek maliyetli olup, tüm dış ortam şartlarına, alkalilere, asitler ve diğer çözücüler karşısında dirençlidir. Resorsin tutkalı bilhassa sıcak ortamda yapıştırma olanağı olmayan durumlarda FF ile uygun mukavemet elde edilemeyen örnek olarak, kayıkların, gemilerin ve uçakların ağaç malzeme kullanılan bölümlerinin tutkallanma işleminde kullanılmaktadır. (Güler, 2001).

1.5.2 Katkı Maddeleri

Yonga levha endüstrisinde; sentetik reçinelere eklenerek kullanılan katkı maddeleri; sıcak presleme sırasında tutkaldan gaz çıkışını dengelemesine, yanmayı geciktirmesine, preste sertleşmeyi hızlandırmasına, stabilite sağlamasına, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde de olabilirler (Baharoğlu, 2010).

Levhaların suya ve rutubete karşı direncini arttırıp, mantarlar ve böcek zararlılarına karşı koruma sağlamak için, yongalara katkı maddeleri ilave edilir. Sentetik tutkalların yanında bazı katkı maddeleri ilave edilmesi yonga levhanın özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılır. Bu katkı maddelerinin görevi aşağıdaki gibi sıralanabilir;

• Plastikleştirme,
• Stabilitenin sağlanılması,
• Tutkalın sürme özelliklerinde reçinenin yapısının düzeltilmesi,
• Tutkal dağılma özelliğinin arttırılması,
• Yanmayı geciktirme özelliği,
• Koku giderme özelliği,
• Malzeme yüzeyine toz birikmesinin önlemesi,
• Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışının dengelemesi,
• Bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı dirençli özelliklerde olabilmesidir (Karakuş, 2007).

1.5.2.1 Hidrofobik Maddeler

Yonga levhalarda boyut stabilizasyonunun sağlanması gerekmektedir. Bunu temin etmek üzere hidrofobik maddeler usulüne uygun bir şekilde kullanılmış olmalıdır. Bu taktirde levhalarda şişme, çanaklaşma veya çarpılma görülmemektedir. Özellikle mobilya endüstrisinde kullanılan yonga levhalarda hidrofobik maddelerin kullanılması ile bu sakıncalar ortadan kaldırılmasına yardımcı olmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levhalarda tutkal dışında boyutsal kararlılık sağlaması ve levhanın su alarak şişmesini engellemek amacıyla çeşitli mumlar veya parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafinlerdir. Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla %0,3–0,5; yapraklı ağaçlarda ise %0,5–1 oranında parafin kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, proponik anhidrit kullanımı yonga levhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır. Hundhauzen ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, yonga levha üretiminde alkil keten dimer su itici madde olarak kullanılmış ve olumlu sonuç elde edilmiştir. Fakat alkil keten dimerin, parafin kadar su itici özellik göstermediği tespit edilmiştir. Yusuf (1996), odun yongalarının su buharı ile muamelesi sonucu yonga levhanın boyutsal stabilizasyonunun arttığını belirtmiştir. Unchi (1996)'e göre ise odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde olumlu bir etki meydana getirmektedir (Baharoğlu, 2010).

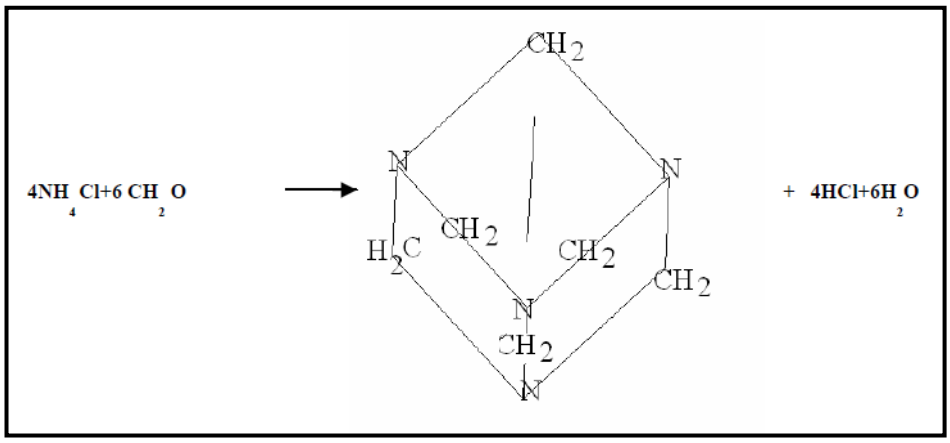
1.5.2.2 Sertleştirici Maddeler

Yonga levha üretiminde tutkal çözeltisinin ve tutkallanmış yongaların dayanma sürelerinin mümkün olduğu kadar uzun olması istenir. Diğer taraftan sıcak presleme sırasında üretim kapasitesinin yüksek olması için sertleşmenin kısa sürede tamamlanması istenir. Bu iki isteğin gerçekleştirilmesi için çoğunlukla bir sertleştirici ile birlikte bir tamponlayıcı madde kullanılmaktadır.

Ahşap kompozit levha üretiminde sertleştiriciler kullanılan tutkalın türüne ve özelliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bazı tutkallarla birlikte sertleştirici kullanılması zorunlu olmasına rağmen bazı tutkallarda ise sertleştiriciye ihtiyaç duyulmamaktadır. ÜF tutkalının sertleşmesi Şekil 1. 5.'te verilmiştir.

Para-formaldehit kullanılması ile sertleşme sıcaklığı 110-125 ℃'ye indirilebilmektedir. Daha düşük sıcaklıklara ise rezorsin kullanılarak ulaşılabilir. Para-formaldehit ile birlikte rezorsin kullanılması halinde 90-110 ℃'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 lekelerin oluşmasına neden olabilmektedir (Ayrılmış, 2000).

Melamin formaldehit, herhangi bir sertleştirici katılmadan 90–140 °C'de ki sıcaklıklarda sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılması için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilmektedir.



Şekil 1. 5. Üre Formaldehit tutkalının sertleşmesi (Alvur, 2001)

1.5.2.3 Koruyucu Maddeler

Böcek, mantar ve diğer biyolojik zararlılar tabakalı ağaç malzemelere de zarar verirler. Levha rutubeti %18' den fazla ise mantarların derhal yonga levhaya arız oldukları yapılan araştırmalar sonucunda gösterilmiştir. Buna karşılık her levha türünün mantarlara karşı dayanıklılığı farklılık göstermektedir. FF ile üretilen yonga levhalar, yoğunlukları arttıkça, kabuk miktarı azaldıkça ve yapıştırıcı miktarı %12' den başlayarak arttıkça levhanın bu odun zararlılarına karşı direnç özellikleri artmaktadır. Aminoplastik tutkallarla yapıştırılmış levhalarda ise daha levhanın odun kısmı tahrip olmadan tutkal tabakası zarar görür ve yapışma mukavemetini düşürür. İzosiyanat ve sülfit tutkalı ile yapıştırılmış levhalarda mantara karşı hassasiyet göstermektedir (Baharoğlu, 2010).

Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

- Yonga levhalar koruyucu çözelti ile emprenye edilir veya çözelti, yonga üzerine tutkallama veya kurutma işleminden önce püskürtülür.
- Koruyucu madde tutkal çözeltisiyle karıştırılır.

- Koruyucu madde çözeltisi tutkallanmış yonga üzerine püskürtülür.
- Toz haldeki koruyucu tutkallamadan önce, tutkallamadan sonra veya tutkallama sırasında yonga ile karıştırılır.
- Levha üretildikten sonra emprenye, püskürtme ya da sürme yöntemlerinden biri ile koruyucu önlem alınır (Işık, 2014).

Yonga levha üretiminde kullanılan yongalar propionik anhidrit ile muamele edilmiş ve mantar çürüklük deneyi yapılmıştır. Yapılan uzun süreli testler sonrasında (6 yıl) propionik anhidritle emprenye edilmiş yongalardan üretilmiş yonga levhaların mantar çürüklüğüne karşı etkili olduğu ortaya konulmuştur (Işık, 2014).

Yanmayı geciktiren maddeler bazı levha türlerinde uygulanmaktadırlar. Bu maddelerin kullanımı yaygın değildir. Özellikle çocuk bakım evleri, hastaneler ve toplu konutlarda kullanılan levhalar emniyet sağlamak bakımından yanmayı geciktiren maddelerle muamele edilmiş levhalar tercih edilmektedirler. Bu maddeler büyük ölçüde duman teşekkülünü azaltmaktadırlar (Akkılıç, 1998).

Yonga levhalar ağaç hammaddesinden yapılmış oldukları için yanıcı özelliğe sahiptirler. Yonga levhaların yanma süreleri levha kalınlığına, özgül ağırlığına, levhaların direncine, kullanılan tutkal cinsine ve odun cinsine bağlı olarak değişmektedir (Özen, 1980). FF tutkalları yüksek sıcaklıklarda değerlendirilmesi bakımından ÜF tutkalına göre daha yanmaya karşı dirençlidirler (Akkılıç, 1998).

1.5.2.4 Yangın Geciktirici Maddeler

Yonga levhalar ağaç hammaddesinden üretildikleri için yanıcı özelliğe sahip malzemelerdir. Yanmayı geciktirici maddeler bazı levha tiplerinde kullanılmakla beraber, yaygın değillerdir. Yonga levhanın yanma süresi yanma kalınlığına, yoğunluğa, levhanın rutubetine ve direncine, kullanılan tutkalın türüne ve kullanılan odun hammaddesi içerisindeki kimyasal bileşenlere bağlıdır.

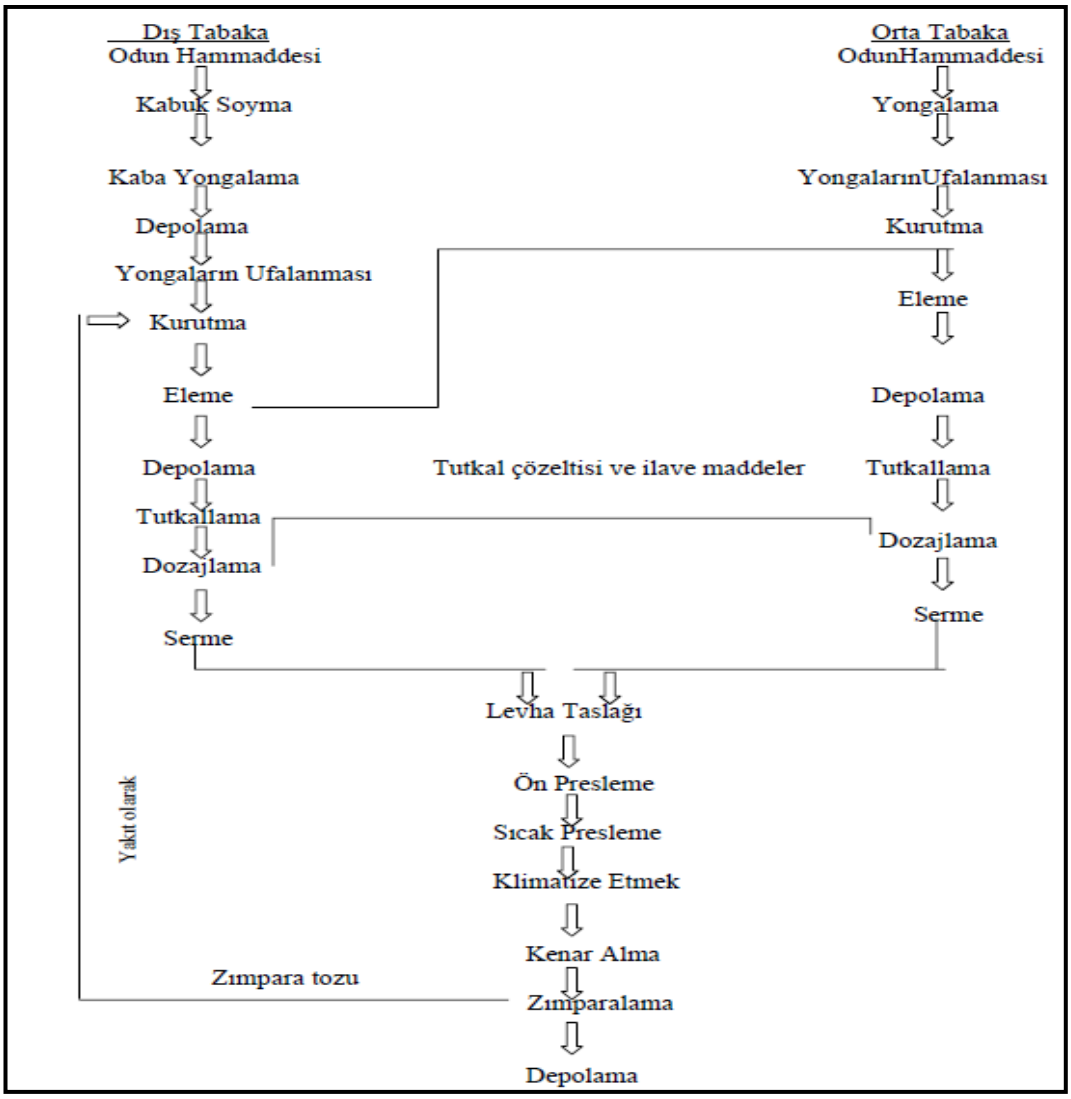
Yonga levhaların yanıcılık özelliğinin minimum değere düşürülmesi için bazı kimyasal maddelerle muamele edilmesi gerekir. Bu amaçla; bakır, çinko ve arsenik

tuzlarından yararlanılmaktadır. Bunlara ilave olarak, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler de kullanılabilmektedir.

Yanmayı geciktiren maddeler; özellikle çocuk bakım evleri, hastane ve toplu konutlar gibi insan sayısının yoğun olduğu yerlerde kullanılan levhalar için büyük önem arz etmektedir. Çünkü odun ve odun hammaddesinden elde edilen levha ürünleri yüksek sıcaklıklara maruz kaldıklarında yanıcı gazlar ortaya çıkmaktadır. Bu gazlar yangının büyümesine sebep olduğu gibi yangın sırasında insanların etrafını görmesi ve yangın yerinden uzaklaşmasına engel olmaktadırlar. Ayrıca solunum sisteminde tahrişe neden olurlar. Yanmayı geciktiren maddelerin fazla kullanılması durumunda ise levhaların hem makinelerde isleme güçlüğü hem de yüksek sıcaklıklarda levha renk koyulaşması gibi problemleri ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, levhaların direnç özelliklerinde de düşüş meydana gelmektedir (Ayrılmış, 2000).

1.6 Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Yonga levha üretim teknolojisi iş akışı Şekil 1. 6'da görülmektedir.



Şekil 1. 6. Yatık yongalı levhalarda üretim iş akışı

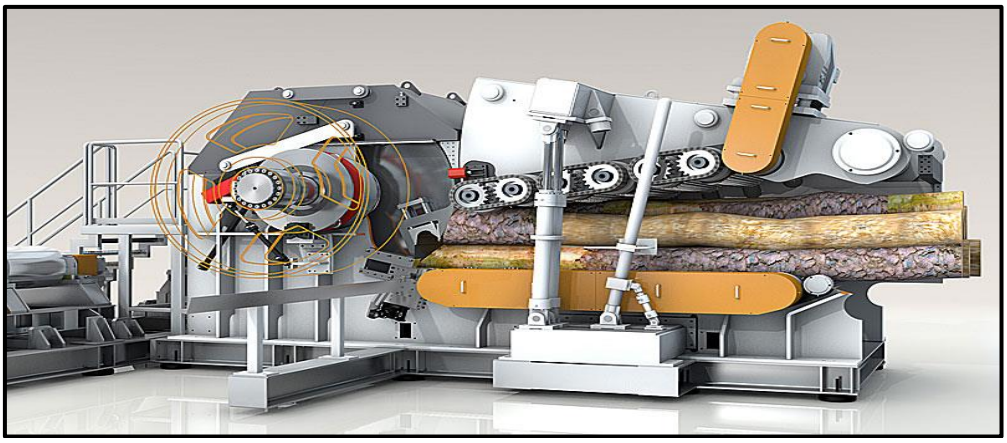
Yonga levha üretiminde üç ana üretim teknolojisinden bahsedilebilir. Bunlar dik yongalı levha üretimi (OKAL TİPİ), yatık yongalı levha üretimi ve kalıplanmış yonga levha üretimidir. Bunların dışında Termodin Metodu, Collipres Metodu, Werzalit Metodu da bilinmektedir. Bütün üretim metotların da temel anlamda işlemler neredeyse aynısıdır.

Bu farklılık presleme metodu, serme tekniği veya kullanılan bağlayıcıdan ortaya çıkmaktadır. Presleme tekniğine bakıldığında, levhalar yatık yongalı yonga levha ve

dik yongalı yonga levha olarak isimlendirilirken, presleme tekniği hepsinde aynı olmasına rağmen, serme işlemindeki farklılığından kaynaklı tek katlı ve çok katlı levhalar ile yönlendirilmiş levhalar üretilebilmektedir. Kalıplanmış yonga levhalarda ise elde edilecek ürünün nihai şekline göre özel kalıplar kullanılarak presleme sonucu ulaşılmaktadır. Bağlayıcı olarak kullanılan çimento ve alçı, üretilen levhalarda buna uygun olarak çimentolu veya alçılı yonga levha olarak isimlendirilmesine neden olmuştur. Kısaca yukarıda belirtilen farklılıklar dışında diğer üretim aşamaları hemen hemen birbirinin aynıdır (Dayanıklıoğlu, 2009).

1.6.1 Yongalama

Yonga geometrisi levha kalite ve düzgün yüzey oluşmasını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Yongalar ezme, kesme ya da kırma suretiyle üretilir. Kesilerek üretilen yongalar levhanın yüzey tabakasında, kırma suretiyle üretilen yongalarda levhaların orta tabakasında kullanılmaktadır. Yüzey tabakası yongalarını, keskin bıçakları bulunan makinelerde üretilen ince yongalar oluşturur. Orta tabaka yongaları ise, yüzey tabaka yongalarına göre daha kalındır ve çekiçli değirmen yardımıyla elde edilirler. Yonga levha üretim için elde edilen uygun yongalar, genellikle keskin bıçaklar yardımı ile liflerine paralel yönde kesilmesi yoluyla veya kaba ve normal yongaların tekrardan inceltici makinelerinde inceltilmesiyle elde edilen yongalardan oluşurlar. Bu yongalar kesme yongası olarak adlandırılırlar. Liflere dik ve meyilli kesilen daha kalın odun parçaları ise kaba yonga olarak adlandırılırlar (Özen 1980; Bozkurt ve Göker, 1990). Kaba yongaların elde edilmesi için silindir gövdeli yongalama makineleri kullanılmaktadır (Fotoğraf 1. 6.).



Fotoğraf 1. 6. Kaba yongalama makinası (Drum Chipper) (URL-3, 2013)

1.6.2 Normal Yongalama

Bu tür yongalama makineleri, yuvarlak odunlardan doğrudan doğruya levhanın üretiminde kullanılacak uygun kalınlıkta ve uzunlukta yongaların kesilmesine denilmektedir. Bıçağın yönü lif yönüne meyilli olan kesiş uygundur. İnceltici makinelerde bulunan kenar bıçakları yardımıyla yongalar liflere paralel kesilmiş olur. Yongaların enleri ise önem arz etmemektedir. Bunun için diskli ve silindirli yongalama makineleri kullanılmaktadır (Fotoğraf 1. 7.) (Bozkurt ve Göker, 1990).



Fotoğraf 1. 7. Makro değirmen (Sinan METİN, 2017).

1.6.3 İnce Yongalama

Levha üretiminde kullanılması uygun olmayan kaba ve normal yongalar özel inceltici değirmenlerden geçirilerek üretime uygun boyutlarda küçültülmektedir.

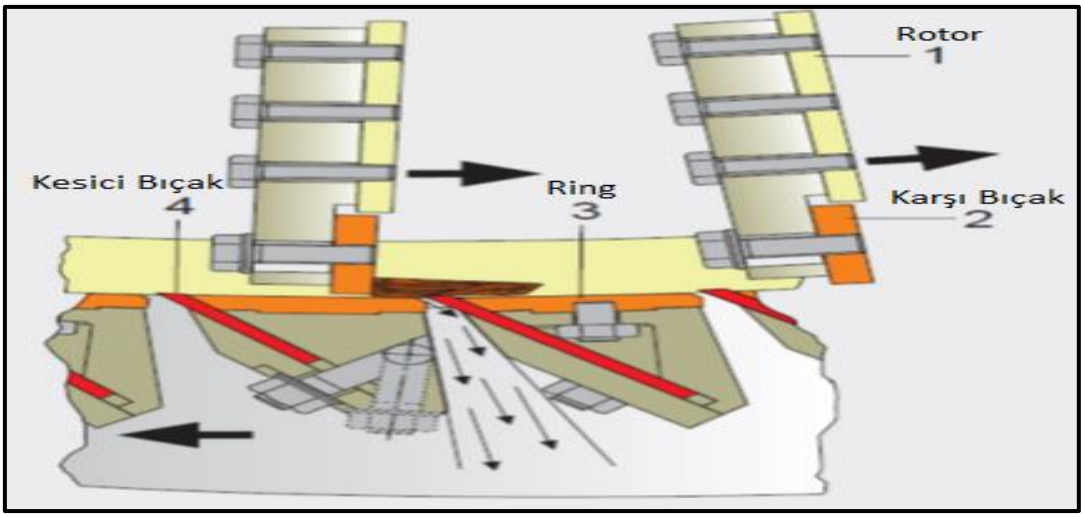
Şekil 1. 7.'de mikro değirmen gösterilmiştir. İnce materyalin elde edilmesinde genellikle elekli değirmenler kullanılır (Fotoğraf 1. 8. ve Fotoğraf 1. 9.). elekli değirmenlerde her türlü inceltilebilir (Bozkurt ve Göker, 1990).



Fotoğraf 1. 8. Mikro değirmen (Sinan METİN, 2017).



Fotoğraf 1. 9. Makro ve Mikro değirmen iç görüntüsü (Sinan METİN, 2017)



Şekil 1. 7. İnceltici değirmenin yongalama metodu (URL-4, 2015)

1.6.3.1 Yongalayıcı Kapasitesi ve Yonga Verimi

Yongalama makinelerinin kapasiteleri odun ve makineyle ilgili birçok elemanlara bağlıdır. Bunların başında odunun boyutları, yonga kalınlığı, makinenin yapısı, materyalin makineye veriliş biçimi, emme tertibatı, vb. gelir. Odunun özgül ağırlığı arttıkça bıçağın dayanma süresi azalır. Körelmiş bıçak ise verimi düşürür. Çok hafif odunlarda ise (kavak) bıçak ağzının önünde birikme yaparak kesme kuvveti gereksinimini artırır. Rutubetli odunların kaliteli yonga verimi yüksek, toz miktarı ise azdır. Ayrıca yoganın yüzeyi daha düzgün ve kalınlığı homojendir. Buna ilaveten yongalamadaki kuvvet gereksinmesi daha azdır. Azalan yonga rutubetiyle orantılı olarak toplam yonga verimi düşer ve kalite bozulur.

Yonga verimi; üretilen yonganın üretiminde kullanılan oduna oranı ekonomik bakımdan son derece önemlidir. Verimin saptanmasında yonga kaba, normal ve ince olmak üzere 3 gruba ayrılır. Normal yonga üretiminde ortaya çıkan kaba yongalar boyutları, özellikle kalınlığı bakımından levha üretimi için uygun değildir. Uzunluk ve genişlikteki fazlalıklar giderilebilir, fakat kalınlıktaki fazlalığın düzeltilmesi oldukça zordur. Dış tabaka yongasından çıkan kaba yongalar hemen hemen hiçbir değişiklik yapmadan orta tabakada kullanılabilir. Orta tabaka için üretilen yongaların elenmesinde açığa çıkan kaba yongaların mutlak inceltilmeleri veya öğütülmeleri gerekir (Bozkurt, 1990).

Dış tabakalarda yonga kalınlığının 0,15-0,25 mm olması, orta tabakada kullanılan yongaların kalınlıkları 0,25-0,60 mm olması gerekmektedir. Uzunluk ve genişlikler kullanılan eleklere bağlı olmakla birlikte, genellikle uzunluğun 5mm genişliğin ise 2 mm kadar olması yeterlidir. Düşük özgül ağırlıklı odunlardan elde edilen aynı yoğunluğa sahip yonga levhaların direnç nitelikleri daha iyidir.

Normal yonga üretiminde kaba yonga oluşmasının nedenleri;

1. Odunun sağlamlığı
2. Ortalama çapı
3. Dolgunluk ve lif düzgünlüğü
4. Özgül ağırlık ve yıllık halka genişliği
5. Kesici aletlerin durumu
6. Odun rutubeti

Yonga verimini etkileyen faktörler;

1. Özgül ağırlık arttıkça verim artar,
2. Mantar arız olmuş odunların yonga verimi düşüktür,
3. Odunun çapı arttıkça yonga verimi artar,
4. Odunun rutubeti arttıkça yonga verimi artar,
5. Yonga kalınlığı arttıkça makine kapasitesi ve yonga verimi artar. Ancak yonga kalitesi düşer.

Makine Kapasitesi aşağıdaki faktörlere bağlıdır;

1. Makinenin devir sayısı,
2. Yonga kalınlığı,
3. Bıçak sayısı,
4. Makine ağız uzunluğu,
5. Makine ağız genişliği (İstek, 2010).

1.6.4 Kurutma

Üretilen yongalar %30–120 arasında çok değişik nem derecelerine sahiptir. Yongaların rutubetinin fazla veya kuru olması tutkalın sertleşmesini engeller, levhanın patlamasına, toz miktarının ve yanma riskinin artmasına, pres kapanırken

hafif yongalar mat yüzeyinden, uzaklaşır, taslağın yanları alınmadan kopmalar ve kırılmalar meydana gelmesi gibi sorunlara neden olabilmektedir. Bunu önlemek için, levhaların pres çıkışındaki rutubetlerine bakılarak, yongalar %3–6 rutubet aralığına kadar kurutulmuş olması gereklidir. Bu maksatla döner silindirli, borulu, tamburlu, tablalı, çok bantlı, kontakt, türbünlü, girdaplı ve süspansiyon tipi kurutucular kullanılmaktadır. Bu makinelerde yüksek sıcaklık uygulanarak kurutma yapılmaktadır (Özen, 1980).

Ağaçın türü, özgül ağırlığı, yonganın ebatları, odun rutubeti, kurutucu tipi ve kurutucunun çalışma prensibi gibi faktörler kurutma işleminde önemlidir. Yükselen yonga rutubetiyle beraber yüzeye dik çekme direnci ve eğilme direnci artarken, levha kalınlığın artım değeri düşmektedir (Roffael, 1987).

Benzer kurutma şartlarında yongaların kuruma süresi yonganın kalınlığına ve ağaçın türü ile doğrudan ilişkilidir. Kurutucu çıkış rutubeti normal kurutma koşulları altında ve yonganın kalınlık miktarına bağlı olarak, gymnosperm ağaçlardan elde edilen yongalar için ortalama 100 saniyede, angiosperm ağaçlardan elde edilen yongalar ise 200 saniye süre ile kurutma işlemine ihtiyaç duyarlar (Kollmann vd., 1975).

Genel olarak, yonga rutubeti tutkallamanın öncesinde %2-3 arasında rutubet ihtiva etmesi gereklidir. Tutkallama işlemi sonrasında yongaların rutubeti ise %10-18 arasında olması arzu edilmektedir. Tutkallama sonrasında yongaların rutubeti tutkalın miktarı, çeşidi ve pres öncesi yüzey tabakalarının rutubetlendirme miktarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (İstek, 2010).

Uygulanacak olan pres metodu bakımından orta ve dış tabaka yongalarının rutubetlerinin farklılık göstermesi faydalıdır. Bu nedenle, dış ve orta tabaka yongası da farklı rutubetlerde kurutulur, taslak hazırlanırken ve hazırlandıktan sonra pres saçlarına su püskürtmesi yapılır. Başka bir yöntem de dış tabaka yongalarının daha az kurutulmasıdır (Karakuş, 2007).

Üretimde kullanılacak yongaların rutubetleri normal değerlerden fazla olursa rutubetli yongalar sıcak pres ile muamele sırasında levhanın orta tabakasında buhar

kabarcıkları oluşur. Bu kabarcıklar levhalar preslenirken uzaklaştırılamaz ise levhaların yüzeylerinin bozulmasına ve tutkalın serleşmesine engel olur. Bu nedenle pres çıkışında levhalarda da patlaklar oluşmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990; Karakuş, 2007).

Yüzey tabakada kullanılacak yonganın rutubet değerinin fazla olmasının faydaları aşağıda verilmiştir;

- Presin yüzeyi ile temas halinde olan yüzey tabakanın ihtiva ettiği su hızlı bir şekilde buharlaşır ve açığa çıkan buhar presteki sıcaklığın orta tabakaya iletilmesini kolaylaştırır ve hızlandırır.
- Basıncın ve sıcak buharın etkisiyle daha homojen levha yüzeyi oluşturulur.
- Sıcak buhara maruz kalan yüzey tabaka yongaları daha fazla sıkışarak yüzey tabakanın yoğunluğunun yüksek olması ve eğilme direnci değerinin artmasını sağlar.
- Yüzey tabaka yongalarının rutubetli olması presleme süresini arttırmaz. Buhar ile ısı transferi sağladığı için pres süresini düşürür. Bu sayede tesiste kapasite artışı sağlanır (Biçer, 2014)

Yonga levha (YL) üretiminde farklı kurutma metoduna sahip kurutucular kullanılmaktadır. Bunlar;

- Borulu kurutucular, Döner silindirli kurutucular, döner jet kurutucular.
- Çok bantlı kurutuma makineleri.
- Kontakt kurutuma makineleri.
- Türbünlü kurutucular.
- Yanık gaz yardımıyla kurutma yapan kurutucular.
- Süspansiyon tipli kurutucu (Biçer, 2014).

Kurutma makinelerinde fazla kurutulan yongaların sakıncaları;

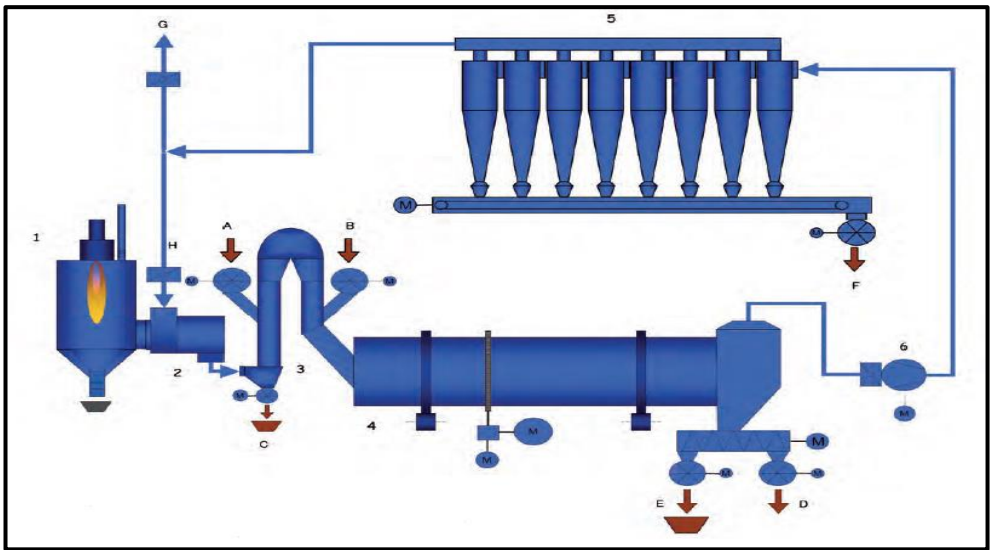
- Tesis içerisindeki toz miktarının artmasına neden olur ve kurutma fırınlarında yangın riski artar.
- Kurutulacak yongalar havalı sistem (pnomatik) taşınıyorsa tehlike oluşturabilecek elektrostatik yüklemeler meydana gelir.

- Levha yan anlam öncesinde kenarlarda kırılmalar ve kopmalar meydana gelir.
- Presin kapanması esnasında fazla kuru ve hafif olan yongalar yüzeyden uçarak uzaklaşır. Bu nedenle yüzey kalitesinde bozulmalar meydana gelir (İstek, 2010; Biçer, 2014).

Fotoğraf 1. 10. ve Şekil 1. 8'de döner kurutucu görülmektedir.



Fotoğraf 1. 10. Yonga Levha Döner Kurutucusu (Sinan METİN 2017)



Şekil 1. 8. Yonga Levha Döner Kurutucu.

1.6.5 Yongaların Sınıflandırılması (Eleme)

Yongalama makinelerinde heterojen olarak üretilen yongaların bu haliyle kullanılması elde edilecek levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Yongalama makineleri ve teknolojisi ne kadar gelişmiş olursa olsun homojen boyutlara sahip yongalar elde etmek oldukça zordur.

Heterojen yonga kullanımı; levhanın yüzey düzgünlüğünün bozulmasına, porozitesinin artmasına, fiziksel ve mekanik özelliklerinin azalmasına, kenar masifleme işleminde zorluklara ve levha içerisinde yoğunluk farklılıklarına neden olmaktadır. Bununla birlikte, istenilen boyutlardan daha küçük yongaların kullanılması tutkal tüketiminin artmasına, yapışma ve sermede sorunlara sebep olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı yongalama veya kurutma işlemlerinden sonra elde edilen yongaları istenilen boyutlarda homojenleştirmek için sınıflandırma ve tasnif işlemleri yapılmaktadır. Bu işlem 2 şekilde yapılmaktadır;

1. *Yongaların İçinde Bulunan ve Üretime Uygun Olmayan Kısımların Ayrıştırılması:* Mekanik sınıflandırma veya tasnif işlemi eleklerle yapılmaktadır. Elekler yongaların yüzey alanlarına göre sınıflandırılmaktadır. Elekler alt alta yerleştirilmiş gözenekli tabanları olan makinelerdir. Titreşimli, sallantılı ve dairesel olarak hareket eden elekler mevcuttur (Şekil 34). Eleme işlemleri kapalı ortamlarda yapılmaktadır. Eleğin en önemli elemanı elek tabanıdır. Bunlar gözenek şekillerine göre; çıta tabanlı, saç tabanlı, tarak tabanlı, örgü ve ızgara tabanlı elekler olarak da sınıflandırılmaktadır.

2. *Yongaları Boyutlarına Göre Arzu Edildiği Kadar Gruplara Ayırmak:* Birinci işlem, genellikle yongalama makinelerinden sonra ve kurutma sırasında gerçekleştirilir. İkinci işlem ise, yongaların tasnif edilmesi işlemini içermektedir. Yongaların tasnif edilmesi 2 yöntemle gerçekleşir. Bunlardan birincisi; mekanik, ikincisi ise; hava (pnömatik) yardımıyla yapılan sınıflandırmadır. Günümüzde mekanik sistemin sakıncalarından dolayı yongaların elenmesinde pnömatik sistem uygulanmaktadır.

Havalı sınıflandırıcılar hava direnci ile yüzey ağırlığı arasındaki ilişkiden yararlanarak yongaları sınıflandırmaktadır. Düşme sırasında yongalar üzerine yan taraflardan püskürtülen hava ile ağır yongalar yakına, hafif yongalar uzağa düşürülerek tasnif edilirler. Havalı ayırıcılar 3'e ayrılmaktadır;

a. Üstten veya Yandan Emişli Pnömatik Tasnif
b. Yandan Püskürtmeli Pnömatik Tasnif
c. Emişli ve Savurmalı Pnömatik Tasnif

1.6.6 Yongaların Taşınması

Yonga levha tesislerinde hammadde depolarından levha üretim aşamasına kadar çeşitli üretim kademelerinde kullanılan taşıyıcı sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bunların yatırım masrafları, işletme masrafları, bakım ve yedek parçaları önemli ölçüde üretim maliyetlerini etkilemektedir. Kısacası taşıyıcı seçiminde; hammaddenin ağırlık, hacim, rutubet gibi özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Yonga levha endüstrisinde kullanılan taşıma sistemi 2 alt gruba ayrılır;

1. Mekanik Taşıyıcılar
    - Bantlı Taşıyıcı
    - Vidalı Taşıyıcı
    - Kazıyıcı Taşıyıcı
    - Zincirli Taşıyıcı
    - Sarsıntılı Taşıyıcı
2. Havalı (Pnömatik) Taşıyıcı

1.6.7 Yongaların Depolanması

Yonga levha fabrikaları farklı yollarla elde edilen yongaların depolanmasında silolar kullanılmaktadır (Fotoğraf 1. 11.). Silolar; chipperda elde edilen chisler ve inceltici değirmenlerde elde edilen yongaları depolamaya ve aynı zamanda kurutma besleme, oversize ve kurutucu sonrasında bulunan kuru yonga siloları vardır. Kuru yonga

silolarında bulunna boşaltma helezonları yardımıyla silo içerisindeki yongalar düzenli bir sekilde tutkallama makinelerine verilir.

Silolar yongaların hareketne göre üç'e ayrılır ;

1. Horizontal silo
2. Vertikal silo
3. Döner silo

Siloların kullanım amaçları aşağıda sıralanmıştır;

1. Sürecin sonraki işleme kontrollü geçişini sağlamak, arzu edilen ordanda yonga akışını sağlamak.
2. Tutkallanmamış yongaların depolanıp arzu edilen miktarlarda dozajlanarak tukallama makinesine düzenli yonga akışını sağlamak.
3. Yonga elde etme sürecinden başlayarak levhanın üretim sürecine boyunca farklı aşamalarda ortaya çıkan kısa süreli arızalarda üretim akışı devamlılığını sağlamak.
4. İşçilik giderlerini azaltmak.
5. Proses sürecindeki değişikliklerinin üretim kapasitesini etkilemeden devamlılığını sağlamak.
6. Düzgün dozajlama yapmak.
7. Silolara ilk gelen yongaların silolardan ilk olarak çıkışını sağlamak.
8. İstenilen yonga karışımını sağlamak.

Silolarda aranan özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Ana depo olarak belli hacimlerdeki yongaları depolamak.
2. Yongaların giriş çıkışı otomatik olmalıdır.
3. Silo içinde yonga seviyesinin değişmesiyle birlikte birim hacim ağırlığının değişmemesi
4. Yongaların silodan çıkışı siloya giriş sırasına göre olmalıdır.
5. Bir tesisteki tüm silolar aynı yapıda olmalıdır.
6. Siloların tamir ve bakımı kolay yapılabilmelidir (İstek, 2010).



Fotoğraf 1. 11. Yongaların depolanması (Sinan METİN 2017)

1.6.8 Tutkallama

Levha kalitesini, ağacın cinsi yanı sıra, önemli ölçüde yapıştırmada kullanılan tutkal türü etkilemektedir. Tutkalın kaliteli olması ve yeterli yapışma direncinin sağlanmasının yanında, tutkallama işleminin de kusursuz olması sağlanmalıdır. Bu sebeple, yongaların tutkallanırken noktasal püskürtme metodundan yararlanılmaktadır. Noktasal püskürtme metodu ile tutkal çözeltisi çok küçük partiküllere ayrılıp ve yongaların tutkallanması sağlanmaktadır (Çakmak, 2008).

YL üretiminde kullanılacak yongaların levha kalitesi bakımından hassas bir şekilde tutkallanması önem arz etmektedir. Yongalar tutkallanırken tutkal sıvısı ve yonganın yüzeyi ile arasındaki oran önemli olup, 1 m² yongann yüzeyini tutkallamak için 8-12 gr arasında tutkal gereklidir. Tutkallama işleminin homojen olarak yapılması levha direnç özelliklerini iyileştirmektedir. Bu nedenle farklı teknikler geliştirilmiştir ve en verimli olan tutkallama tekniği noktasal olarak yapılan tutkallama tekniğidir. Bu yöntemle yapılan tutkallama işlemi ise tutkallı çözeltinin aynı parçacık

büyüklüğünde çok küçük tanecikler halinde yonga üzeyine eşit şekilde dağıtmayı sağlamaktır. Tutkalın zerre boyutları küçüldükçe, birim ağırlık ile elde edilen tanecik sayısı ve dolayısıyla yonga yüzeyinin tutkal ile örtülme oranını artmaktadır. (Karakuş, 2007).

Tutkallamayı etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Tutkal çözeltisinin yonga yüzeyine uniform olarak dağıtılması
2. Yonga geometrisi ve boyutları
3. Yongaların yüzey düzgünlüğü
4. Tutkal sürme metodu
5. Tutkallama öncesi yonga rutubeti
6. Tutkallama makinelerindeki yonga hareketi

Yonga levha üretiminde tutkalın yonga yüzeyine verimli bir şekilde yapışmasında önem arz eden üç faktör vardır. Bu faktörler;

1. Tutkal ile yonga arasında oluşan kimyasal ilişki,
2. Yonganın yüzey şartları,
3. Yonga levha üretim şartlarındaki sıcaklık ve basınç değerleridir (Ndazi vd., 2006).

Yongaların boyutları ağaç cinsine, yongalama makinesine, rutubetine gibi etkenlere bağlı farklılık gösterir. Tutkallamada özgül ağırlığı yüksek olan yongalara düşük, özgül ağırlığı düşük ve ince yongalar ile toza daha yüksek miktarda tutkal nüfuz etmektedir. Tutkallı tozlar ve ince yongalar levhanın yüzey tabakasında yer alarak, zımpara yapılırken bir miktar uzaklaştırılmaktadır. Yonga boyutunun olduğu kadar yüzeyin homojenliği de bir o kadar önemlidir. Yongaların yüzeyleri bozuk olursa küçük tanecik boyutlarına sahip yongaların büyük kısmı çukurluklara isabet edebilmektedir ve bu olayın yapışma mukavemeti oluşumuna fayda sağlamamaktadır. Bu sebeple kesme metoduyla elde edilen yongalar diğer yongalardan daha önemlidir. Tutkallama makinesinde bulunan yonganın hareketleri de önem arz etmektedir. Yongaların hareketleriyle püskürtülen tutkal uyumla hareket etmez ise diğer tüm şartlar koşullar en iyi şekilde gerçekleşse dahi tutkallamada hata olur (Karakuş, 2007).

1.6.9 Serme

Yongalar tutkallama makinelerinden çıktığında homojen bir şekilde taslak halinde serilmesi için hazır hale getirilmesi yonga levhada mekanik ve fiziksel özellikleri etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Serme işleminin uygun yapılamaması levha fiziksel ve mekanik özelliklerini olumsuz etkileyeceği gibi uygun presleme yapılmasına engel olabilmektedir. Levha taslağındaki yoğunluk değişmeleri levhanın mekanik özelliklerinin değişmesine, levhada dönme ve çarpılmalar meydana getirebileceğinden serme işlemi önem arz etmektedir. Yoğunluk taslak bütününde eşit bir şekilde olmalıdır.

Serme işleminin hatalı yapılması sonucunda meydana gelebilecek hata, levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin, özellikle levha yoğunluğunun istenilenden farklı olmasına neden olmaktadır. Serme işleminde amaç mümkün olduğunca uniform bir taslak elde etmektir. Yonga levhalarda özgül ağırlık levhanın bütününde aynı olmalıdır (Bozkurt ve Göker, 1986).

Serilen levha taslak kalınlığı, levha kalınlığının 3-20 katı kadardır. Taslak yüksekliğinin oluşmasında yonganın elde ediliş şekli, yongaların tipi ve kullanılan ağaç türleri etkilidir. Çünkü levha kalınlığı ile taslak kalınlığı arasındaki ilişki yonganın boyutları ve ağaç veya ağaç türlerinin karışım yoğunluklarına büyük ölçüde bağlıdır.

Tek tabakalı homojen levhalarda yongaların serme işlemi, ince ve kaba yongaların karışık olarak serilmesi şeklinde olmaktadır. Çok katlı veya katları belirsiz levhalarda ise ayrılmış yonga büyüklüklerini koruma açısından uygun serme başlıkları kullanılmaktadır. Bu başlıkların verimli bir şekilde çalışması ise dozajlama ünitelerinin çalışmasına bağlıdır. Dozajlamanın amacı sürekli olarak serme odalarına eşit bir şekilde besleme sağlamaktır. Dozajlama yonga hacmi, yonga ağırlığı ve ağırlık-hacim olarak üç prensiple gerçekleşmektedir. Fotoğraf 1. 12.'de serme makinası gösterilmektedir.

Çok ince parçacıkları ihtiva eden alt ve üst tabakalar yeknesak bir strüktüre sahip olmalıdır. Modern eleme tesisleri alt ve üst tabakaların yeknesaklığını önemli derecede gerçekleştirmişlerdir.

Mekanik aletlerle atma ve rüzgarlama yoluyla yongaların serpilmesi yonga keçesinin başlangıç kısmının daima bir kama şeklinde olmasını sağlarlar. Kama şeklindeki bu yonga keçesi 3 faktöre bağlıdır. Bunlar kama uzunluğu, serme açısı ve keçe kalınlığıdır. Şayet serme açısı çok büyük ise kama uzunluğu çok kısa olur. Levhanın özellikleri ayrıca serme yönü ile de etkilenmektedir. Kama uzunluğu azaldıkça keçenin tümünde yongaların orta düzleme paralellikleri azalır. Çok dik serme açıları preslemede tahrip edici kuvvetlerin doğmasına sebep olan horizontal makaslama kuvvetlerini teşkil eder (Bozkurt ve Göker, 1990).



Fotoğraf 1. 12. Serme (Fotoğraf:Sinan METİN 2017).

1.6.10 Presleme

Serme istasyonundan sonra oluşan levha taslağının arzu edilen özgül ağırlıkta bir levhaya dönüştürebilmek için, sıcak preslerde preslenmesi gerekir. Sıcak pres bir

taraftan yongaları sıkıştırmak sureti ile birbirine yaklaşırken, diğer taraftan tutkalın yarım kalmış olan kondenzasyonunun devamını sağlar, yani yapıştırmayı gerçekleştirir.

YL endüstrisinde kullanılmakta olan sıcak ve soğuk olmak üzere iki farklı presleme yöntemi kullanılmaktadır. Taslağa, direkt sıcak presleme uygulanırsa, presin katları arasında bulunan açıklığın artmasına neden olmakta, bu nedenle, ısı kaybı olmakta ve pres kapanma zamanını arttırmaktadır. Yüzey düzgünlüğünün bozulmasına neden olmakta, orta ve yüzey tabakaların yeterince yapışmamasına neden olmakta, taslakta bulunan ince yongalar presteki sarsıntılar nedeni ile yüzeyde olması gereken ince yongalar ortaya kayarak levhanın simetrisinin bozulmasına neden olmaktadır. Soğuk prese ön pres de denilmektedir ve basıncı 15–20 kg/cm^2 arasında değişkenlik göstermektedir (Bozkurt ve Göker, 1986).

1.6.10.1 Ön Presleme (Soğuk Pres)

Şekillendirme ünitesinde serilen yonga taslağı soğuk preslemeleme ile sıkışması sağlanmaktadır. Levha taslağının sıkıştırılmasının yanı sıra soğuk pres taslak içerisindeki havanın levha taslağının dışına atılmasını sağlar. Fotoğraf 1. 13.'te soğuk pres görülmektedir. Levha üretim sürecinin kesintisiz bir şekilde yapılması amacıyla sürekli fasılasız soğuk pres kullanılmaktadır. Fasılalı soğuk pres sonrasında çıkan levha taslağının yüksekliği 1/3' üne oranında düşürülmektedir.

Bazı yongalar serme işlemi sonrasında düşmenin etkisi ile meyilli bir şekilde konumlanırlar. Bu yongalar sıcak presler için zararlıdırlar. Düşük basınçlarda soğuk pres uygulanması bu meyilli yongalar düzgün hale getirilirler. Soğuk preslemeye tabi tutulmadan doğrudan sıcak preslemeyle tabi tutulan levha taslağı sıcak presin kapanması esnasında düzgün yüzey oluşmasını sağlayacak olan küçük boyutlardaki hafif yongalar uçarak yer değiştirirler. Bu durumda elde edilen levhaların da yüzey düzgünlüğünde düşmeler meydana gelmektedir.



Fotoğraf 1. 13. Ön pres (Fotoğraf: Sinan METİN, 2017).

Soğuk presler fasılalı ve fasılasız olmak üzere ikiye ayrılırlar. Ön presler tek açıklıklı hidrolik preslerden oluşabileceği gibi, basınçlı silindirlerden de oluşabilir. Bazı fabrikalarda ön presleme uygulanmaktadır. Okal tipi (Dik yongalı) yonga levha üretiminde ön presleme söz konusu değildir (Güler, 2001; Karakuş, 2007).
Soğuk presleme işleminin amaçları;

1. Yonga keçesi oluştururken kenarları düzgün bir şekilde korumak,
2. Yan alma işlemlerinde zayiatı azaltmak,
3. Yüzey ve orta tabakaların birbiriyle daha iyi kenetlenmesini sağlamak,
4. Levha keçesinin sıcak preslere taşınması sırasında sarsıntı sonucu meydana gelebilecek yonga kaymalarını önlemek ve sıcak presin kapanma süresini kısaltmaktır.

1.6.10.2 Sıcak Presleme

Levha taslağının levhaya dönüşmesi sıcak presleme sonrasında olur. Levha taslağı, sıcak presleme ile arzu edilen kalınlık miktarına kadar sıcaklık altında basıç ile sıkıştırılırlar. Aynı zamanda, sıcaklığın etkisi ile tutkalda sertleşme meydana gelir ve stabil bir malzemenin oluşması sağlanmış olur (Usta, 2011).

Sıcak pres; taslağın istenilen kalınlıkta kadar sıkıştırılması, yapışma için gerekli basınç değerlerinin sağlanması, taslağa verilen sertleşemesi için gerekli sıcak miktarına kadar ısıtılması, taslağın levha formunu alacak şekilde yapışması gibi süreçlerden meydana gelir. YL üretiminde tek katlı, çok katlı ve fasılasız sürekli presler ile üretim yapılmaktadır. Bu pres makineleri arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Fakat bu farkların nedeni presleme tekniğinden ziyade ekonomik nedenlerdir.

Tek katlı preslerde her presleme periyodunda sadece bir tane levha preslenirken çok katlı preslerde pres katlarının sayısı 4-22 arasında değişir (Fotoğraf 1. 14.). Preslerde (tek veya çok katlı) basınç hidrolik olarak sağlanır. Pres plakaları sıcak su, buhar, kızgın yağ ya da 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).



Fotoğraf 1. 14: Çok katlı pres (Fotoğraf: Sinan METİN 2017).

Pres kapanma zamanı (pres plakalarının taslağı levha kalınlığına kadar sıkıştırması için geçen süre) levhanın mukavemet değerleri bakımından önem arz etmektedir. Pres kapanma zamanının kısa olması dış tabaka yüzeylerinin istenilenden daha yüksek yoğunlukta olmasına, orta tabakada (OT) ise yoğunluğun daha düşük olmasını sağlamaktadır. Bu durum, eğilme mukavemeti ve yüzey düzgünlüğü bakımından olumludur. Fakat yüzeye dik çekme mukavemetini olumsuz yönde etkilemektedir. Spesifik basınç, presleme süresi ve pres sıcaklığının yeterli olmaması durumunda levhalarda patlamaya neden olmaktadır.

Presleme işleminde kullanılmakta olan pres plakalarının ise mekanik ve termik olmak üzere iki farklı görevi vardır. Presin mekanik görevi taslağı istenilen kalınlığa kadar ulaşıncaya kadar sıkıştırmaktır. Termik görevi ise; levha taslağını ısınmasını sağlayarak tutkalın sertleşmesini sağlamaktır. (Karakuş, 2007).

Levha kalınlığı, katlar arasına konulan kalınlık takozları veya elektronik çalışan pistonlar yardımıyla ayarlanır. Çok katlı preslerde bütün katların aynı anda kapanmasını sağlamak için es 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 etrafı çelik levhalarla kenetlenmiş silindirler arasından geçmektedir (Akbulut, 2000).

Sürekli (continue) preslerde bilgisayar odasındaki operatör, bilgisayara preste uygulanacak sıcaklığı, basıncı, presleme faktörü gibi değerleri girerek sistemin otomatik olarak yürümesini sağlamakta 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). Fotoğraf 1. 15.' te contiine pres görülmektedir.



Fotoğraf 1. 15. Continu pres (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Presleme zamanı; taslakğın rutubet değeri, levhanın kalınlık değeri, pres sıcaklık değeri ve presin kapanma hızı ile bağlantılıdır. Taslak rutubeti ve pres zamanı bağlı olarak presteki sıcaklık ve basıncın etkisiyle tutkal sertleşme meydana gelir ve stabil bir forma dönüşür. Kullanılan tutkalın cinside presleme zamanını etkilemektedir.
FF tutkalı kullanılmasıyla elde edilen levhalar ÜF tutkalı kullanılmasıyla elde edilen levhalara göre daha uzun presleme zamanına ihtiyaç duyulur (Güler, 2001).

Bir yonga levha tesisinin kapasitesi aynı zamanda sıcak presin kapasitesine bağlıdır. Sıcak presleme iç içe geçmiş 4 kademeden oluşur;

1. Soğuk presten gelen yonga levha taslağının tolerans sınırları içinde istenilen levha kalınlığına kadar sıkıştırmak,
2. Münferit yongalar arasındaki yapışmayı sağlayacak basıncın temin edilmesi
3. İstenilen yapışma sıcaklığına kadar ısıtılması ve levha rutubetinin buharlaştırma yoluyla azaltılması
4. Gevşek haldeki yongaların istenilen yoğunluğa kadar sıkıştırılarak yapıştırılması

Sıcak preslemede dikkat edilmesi gereken hususlar:

1. Levha taslağının yonga karışım oranı
2. Pres sıcaklığı
3. Pres basıncı
4. Kimyasal reaksiyonlar
5. Pres süresi

1.6.11 Sıcak Presleme Sonrası İşlemler

Sıcak pres ve preslemeden önce yapılan işlemlerin hatasız olması levha fiziksel ve mekanik özelliklerinin ön görülen değerlerde olmasını sağlar. Üretilen levhaların bu özelliklerinin korunabilmesi için sıcak pres sonrasında bazı işlemler uygulanmalıdır.

1.6.11.1 Levhaların Klimatize Edilmesi

Presenen levhaların sıcaklığı eğer 70 ºC'nin üzerinde ise levhalar üst üste istiflendiklerinde üre formaldehit tutkalı rutubetinde etkisiyle hidroliz olmakta ve levha mukavemet değerlerinde düşüşe neden olmaktadır. Bu nedenle ÜF tutkalı kullanılarak elde edilen levhaların 70°C sıcaklığın altındaki sıcaklığa kadar soğutma işlemi yapıldıktan sonra levhalar istiflenmelidir(Güler, 2001).

Fotoğraf 1. 16.'da levhaların yıldız soğutucuda klimatize işlemi görülmektedir.
Klimatizasyon işlemi ile meydana gelen olaylar;

1. Levha sıcaklıkları dengeye gelir.
2. Levha denge rutubet değerine ulaşır.
3. Levhadan atmosfere ısı transferi meydana gelir.
4. Sertleşme işlemi devam ettiğinden fiziksel ve mekaniksel özelliklerde değişmeler meydana gelir.



Fotoğraf 1. 16. Yıldız soğutucu (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Pres sonrası levhaların dış yüzey sıcaklığı pres plakasının sıcaklığına yakın olduğu halde orta kısımların rutubet nedeniyle 100℃ kadardır. Levhalar klimatize edilirken dış yüzeyler ısıyı hızlı kaybederken, orta tabakalarda ise ısı kaybı yavaş bir şekilde meydana gelmektedir. Ayrıca, levhanın soğuması ile beraber OT'nın rutubeti ÜT'ya doğru ilerlemektedir. Bu olay levhaların çalışmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle presten çıkan levhalar yıldız soğutuculara 60-70℃ ye kadar soğutulur.

1.6.11.2 Ebatlama

Ebatlama işlemi pres çıkışında veya levha soğutma işlemlerinden sonra yapılabilir. Fotoğraf 1. 17.'de boyutlandırma ünitesi görülmektedir. Yan kesme işlemi klimatize yapılmadan yapılacak olursa kenarların levha yan kenar görünümleri kaba olur. Yongalar kesilerek değil de kopma suretiyle ayrılır. Bu nedenle boyutlandırma işlemi genellikle klimatizeden sonra yapılır.



Fotoğraf 1. 17. Boyutlandırma (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

1.6.11.3 Zımparalama

Presten çıkan yonga levhalar, özellikle mobilya sektöründe kullanılacak olan levhalar, doğrudan kullanmaya hazır değillerdir. Levha kalınlıkları homojen değil ve yüzeyleri pürüzlüdür. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazır hale getirmek ve kalınlık hatalarını ortadan kaldırmak için genellikle 2-4 silindirli zımparalama makineleri tarafından zımparalanır. Fotoğraf 1. 18.'de zımparalama ünitesi görülmektedir. Zımpara makinalarına kalınlık ayarı yapıldıktan sonra ilerleme ruloları yardımıyla levhalar zımpara makinasından ilerler ve levhanın her iki yüzeyi de zımparalanmış olur.



Fotoğraf 1. 18. Zımparalama (Fotoğraf: Sinan METİN 2017).

1.6.11.4 Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırılması

Presleme işleminden hemen sonra veya zımpara yapılmadan hemen önce levhaların kalınlık ölçümü yapılır. Yapılan ölçümler sonrasında kalınlık sapması ±0,3 mm' den az olanlar 1. sınıf, fazla olanlar ise 2. sınıf levha olarak ayrılırlar. Sınıflandırılması yapılan levhaların sıcaklığı 18-24 ºC arasında, rutubet değeri %60-65 olan istifleme depolarında zımparalama işleminden sonra paketler halinde düz bir zemin üzerine üst üste konularak istiflenir.

1.7 Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları

TS EN 326-1 *Ahşap Esaslı Levhalar- Kesme ve Muayene* Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi: Bu standart, ahşap esaslı levhaların özellikleri hakkında bilgi elde etmek için deney numunelerinin seçilmesi, kesilmesi, deney sonuçlarının gösterilmesinde bazı kuralları kapsar.

TS EN 326-3 *Ahşap Esaslı Levhalar- Numune Alma, Kesme ve Muayene* Bölüm 3: Sevk Edilen Levhaların Muayenesi: Bu standart, sevkiyatı yapılan levhaların, tedarikçiler tarafından belgelendirilen özelliklerinin talep edilen değerlere uygunluğunu veya sözleşmede belirtilmiş olan bir ya da daha fazla özelliğinin standartları uygun olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır.

TS EN 312-1 *Yonga Levhalar- Özellikler-* Bölüm 1: Bütün Levha Tipleri İçin Genel Özellikler: Bu standart, kaplanmamış yonga levhaların bütün tiplerinin bazı özellikleri ile ilgili şartları kapsar.

TS EN 312-3 *Yonga Levhalar- Özellikler-* Bölüm 3: Kuru Şartlarda, Kapalı Ortamlarda Kullanılan (mobilya dahil) Yonga Levhaların Özellikleri: Bu standart, kuru şartlarda (Havadaki rutubet oranının yılın yalnızca birkaç haftasında %65' i geçtiği ve sıcaklığın 20℃ olduğu bir ortam) kapalı ortam koşullarında kullanılan (mobilya dahil) yonga levhaların özelliklerini kapsar.

TS EN 322 *Ahşap Esaslı Levhalar- Rutubet Miktarının Tayini*: Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçalarının, birim hacim ağırlığının tayin edilmesi metodunu kapsar. Birim hacim ağırlığı; her bir deney parçası kütlesinin, hacmine oranı yoluyla tayin edilir. Deney parçalarından elde edilen sonuçlar, levhaların birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır.

TS EN 310 *Ahşap Esaslı Levhalar- Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülü Tayini:* Bu standart, anma kalınlığı 3 mm ye eşit ve 3mm de daha büyük olan ahşap esaslı levhaların eğilme mukavemeti ile eğilmede elastikiyet modülü değerinin tayin edilmesi metodunu kapsar. İki mesnet üzerine serbest şekilde yerleştirilen bir deney parçasına, orta yerinden bir kuvvet uygulanarak, eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modulü tayin edilir. Elastikiyet modulü, kuvvet-sehim diyagramının doğru oranlık bölgesi içerisinde kalmak kaydıyla deney parçasına giderek artan bir kuvvet uygulanması esnasında net eğilme sahasındaki sehim ölçülmek suretiyle tayin edilir.

TS EN 317 *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar- Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini*: Bu standart, yatık yongalı veya dik yongalı yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, su alma ve kalınlığına şişme miktarının tayini metodunu kapsar.

TS EN 319 *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar- Levha Yüzeyine dik Çekme Dayanımının Tayini*: Bu standart, yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, levha yüzeyine dik çekme direncinin tayin edilmesi metodunu kapsar. Deney parçalarının yüzeyine, dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanmak suretiyle, deney parçalarının yüzeyine dik yöndeki çekme mukavemeti tayin edilir.

TS EN 320 *Lif Levhalar- Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini*: Türk standartları enstitüsünün yonga levhaların vida tutma kabiliyetinin ölçülmesine dair bir standardı olmadığından dolayı lif levhalarla ilgili bu standart esaslarına göre yonga levha deneyleri yapılmıştır. Bu standart, lif levhaların vida tutma kabiliyetinin tayini metodunu kapsar. Deney parçasının yüzey ve kenarlarından, belirlenen bir vidanın çekilmesi için gereken kuvvet ölçülerek, vida tutma kabiliyeti tayin edilir.

Avrupa'da kullanılan yonga levha ve lif levha ile ilgili bazı standartlar ise;

EN 310 *Wood- based panels- Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.*
EN 317 *Particleboards and fiberboards- Determination of swelling in thickness after immersion in water.*
EN 319 *Particleboards and fiberboards- Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board.*
EN 320 *Fiberboards- Determination of resistance to axial withdrawal of screws.*
EN 322 *Wood- based panels- Determination of moisture content.*
EN 326-1 *Wood- based panels- Sampling, cutting and inspection*- Part 1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results.
EN 326-3 *Wood- based panels- Sampling, cutting and inspection*- Part 3: Inspection of a consignment of panel.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 MATERYAL

Bu tez çalışmasında, orta tabaka ve alt-üst tabaka yongaların mikserde bekleme sürelerinin yonga levhaların mekanik ve yüzey özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Bu amaçla, Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Fabrikası'nda 18 mm kalınlığında, 600kg/m^3 yoğunluğunda ve 2100×2800 mm ebatlarında yonga levhalar üretildi. Üretilen bu levhaları oluşturan yongalar mikserlerde kontrollü olarak belirli sürelerde bekletilerek serme ve presleme işlemi sonrasında elde edilen levhalar, TS EN 325 (2014) standartlarına uygun olacak şekilde, istenilen boyutlarda örnekler kesildi. Tüm levha gruplarından alınan numuneler üzerinde standartlara uygun deneyler gerçekleştirildi.

2.1.1 Deneme Levhaları

Bu araştırmada, deneme levhaları üretiminde yonga levha iş akışına bağlı olarak yongalama, kurutma, eleme, tutkallama, serme, ön presleme, sıcak presleme, klimatizasyon, ebatlama, zımparalama ve depolama işlemleri gerçekleştirildi.

Deneme levhalarının üretilirken KEAS YL fabrilasının üretim şartlarına bağlı kalınarak, karışık olarak çam odunları Karaçam (*Pinus nigra)*, Sapsız meşe-(*Quercus petraea*) ve Ak Kavak-(*Populus alba*) karışım halinde kullanıldı.

Kaba yongalama makinesi özelliklerine uygun olarak ortalama rutubetleri %50–120 ve çapları 10–40 cm arası odunlar Fotoğraf 2. 1'de gösterilen kaba yongalama makinasında yongalar elde edildi.



Fotoğraf 2. 1. Chipper kaba yongalama makinası (Gözalan, 2016.)

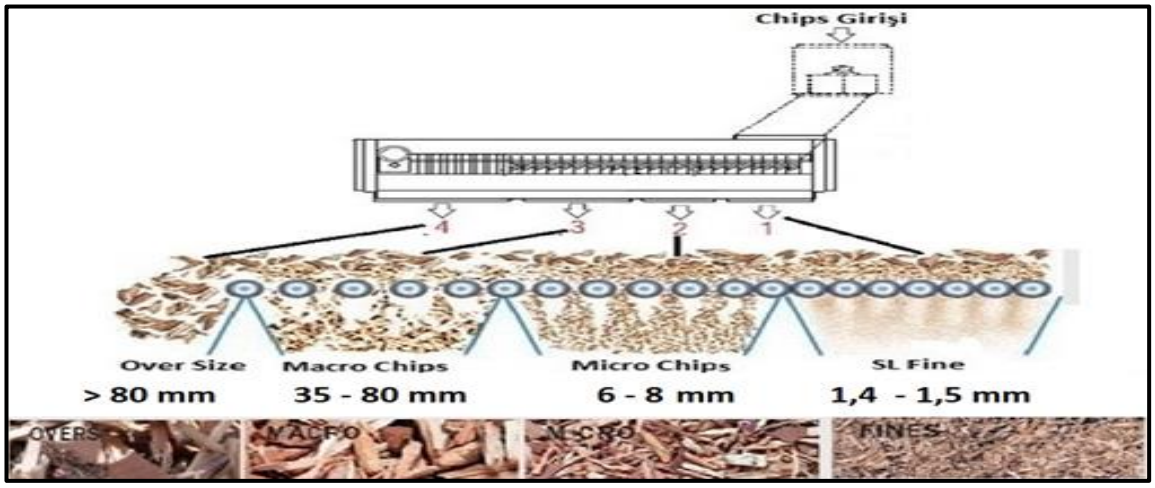
Siloların çıkışlarında boşaltma helezonları vasıtasıyla kaba yongalar; %40 çam, %25 meşe ve %35 kavak yongaları dozajlanarak Fotoğraf 2. 2.'de gösterilen diskli eleğe gönderildi.



Fotoğraf 2. 2: Diskli (Dyna-Screen) elek (Gözalan, 2016)

Bu makine kaba yonga haline gelen malzemenin farklı üretime uygun ölçülere tasnif edilmesini sağlamak amacıyla kullanıldı. Bu tasnif sonucu ortaya çıkan elek altı malzeme (SL Fines–dust) , macro yongalar, micro yongalar ve diskli elekten geçemeyen boyuttaki iri yongalar (over size) olarak adreslerine gönderimi yapıldı.

Kaba yongalar kalınlıklarına göre Fotoğraf 2. 3.'te gösterilen ölçülere göre tasnif edildi.



Fotoğraf 2. 3. Diskli elek chips tasnifi (Anon., 2015).

Bu tasnifleme sonucunda elde edilen makro yongalar makro, mikro yongalar ve elek altı mikro siloya ve iri yongalar tekrar yongalanmak üzere kaba yongalama makinasına gönderildi. Fotoğraf 2. 4.'te makro ve mikro değirmenler görülmektedir.



Fotoğraf 2. 4. İnceltici değirmenler.

Yongalar, arzu edilen kalınlık miktarına gelince, kesici ring bıçakları GAP aralığından geçerek makinelerin altında bulunan zincirli taşıyıcı ile kurutma besleme silolarına taşındı (Fotoğraf 2. 5.).

Kurutma ünitesinde yonga ve talaşlar kurutma besleme silolarından aşağıda gösterilen oranlarda çekilerek kurutucuya alındılar.

Macro yaş yonga : %40
Micro yaş yonga : %50
Şerit talaş (Saw dust) : %7



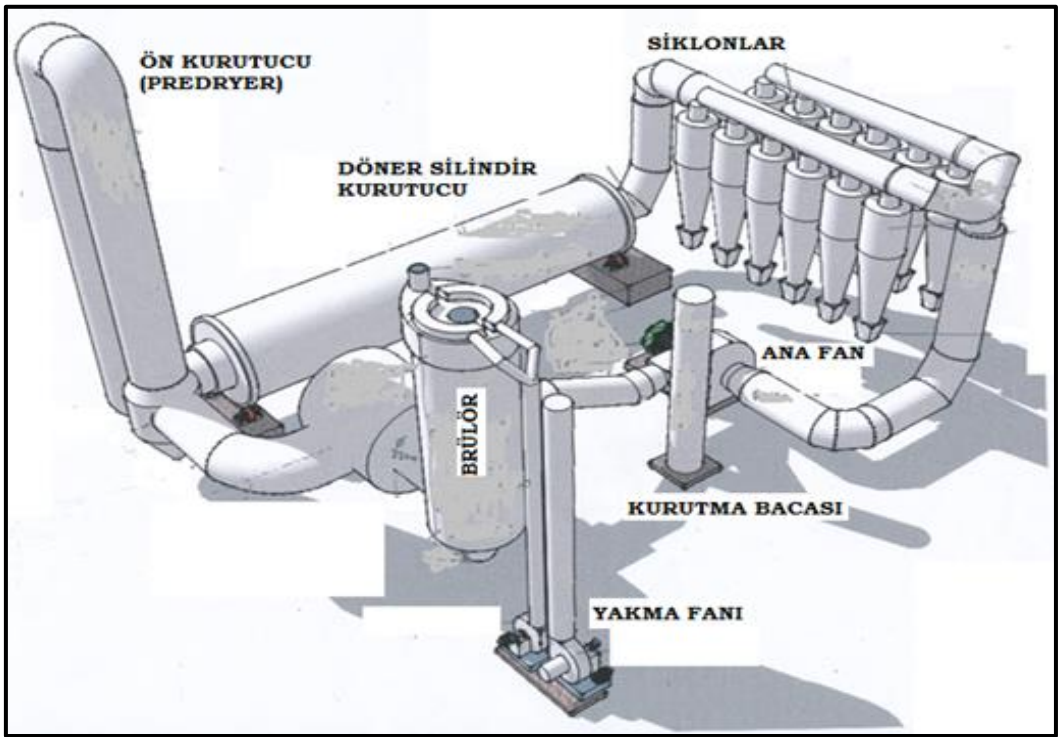
Fotoğraf 2. 5. Kurutma besleme siloları.

Fotoğraf 2. 6.'da görülen döner silindirli kurutucu yardımı ile yongalar %1,0–1,5 rutubete kadar kurutuldular.



Fotoğraf 2. 6. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi (Gözalan 2016).

Şekil 2. 1.'de görüldüğü gibi kurutulan yongalar ve talaşlar negatif fan tarafından emilerek ve siklonlar yardımıyla düşürülmek suretiyle helezonlar vasıtasıyla zincirli taşıyıcıya taşınarak buradan eleme (tasnif) amacıyla eleklere gönderildiler.



Şekil 2. 1. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi (Çizen: Ufuk AYDIN, 2015).

Yongaların tasnif edilmesi için yongalar ve talaşlar Fotoğraf 2. 7.'de görülen sarsıntılı elekten yardımıyla eleme işlemi gerçekleştirildi.



Fotoğraf 2. 7. Yonga/talaş tasnif elekleri

Sarsıntılı eleklerin elek ebatları Şekil 2. 2.'da gösterildiği gibi üst eleklerde 6,0×6,0 mm; orta eleklerde 2,5×0,8 mm; alt eleklerde 0,237×0,237 mm elekler kullanıldı.

6 x 6	6 x 6	6 x 6	6 x 6	→ OVERSİZE SİLOSUNA
2,5 x 0,8	2,5 x 0,8	2,5 x 0,8	2,5 x 0,8	→ OT KURU YONGA SİLOSUNA
0,237 x 0,237	0,237 x 0,237	0,237 x 0,237	0,237 x 0,237	→ ÜT KURU TALAŞ SİLOSUNA
↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	→ YAKMA ÜNİTESİ SİLOSUNA

Şekil 2. 2. Elek fraksiyonları(Gözalan, 2016)

6,0×6,0 mm gözenek ebatlarındaki eleklerin üzerinde kalan büyük ebattaki yongalar inceltilmek amacıyla mil değirmene gönderilerek üretime alınması sağlandı. 2,5×0,8 mm gözenek ebatlı eleklerin üzerinde kalan yongalar orta tabaka (OT) kuru siloya ve 0,237×0,237 mm eleklerin üzerindeki talaşlar üst tabaka (ÜT) kuru siloya blowe yardımıyla taşınması yapıldı. Bu eleğin alt kısmına geçen tozlar ise yakıt olarak kullanılmak üzere fan yardımıyla toz filtresine, daha sonra blower yardımıyla yakma tozu silosuna gönderildi.

OT kuru yonga silolarından alınan yonga numunelerinin rutubeti %1-1,5; dökme yoğunlukları 110-130 kg/m^3 ve üst tabaka kuru yonga silolarından alınan yonga numunelerinin rutubeti %1-1,5; dökme yoğunlukları 165-175 kg/m^3 olarak ölçüldü. Kuru yonga/talaş siloları Fotoğraf 2. 8.'de gösterilmektedir.



Fotoğraf 2. 8. Kuru yonga/talaş silosu (Gözalan, 2016).

OT ve ÜT kuru silolardan dozajlanarak alınan ~%1,0–1,5 rutubet arasındaki yongalar ve talaşlar ayrı ayrı OT ve ÜT tutkallama makinalarında pulverize şeklinde püskürtülen tutkal çözeltisi ile mikserler yardımıyla karıştırıldı. Bu amaçla kullanılan ÜF tutkalının özellikleri Tablo 2. 1.'de verildi.

Tablo 2. 1. *Üre formaldehit tutkalının özellikleri.*

AYRINTILAR	BİRİM	OT	ÜT
Katı madde	%	62	57
Viskozite	cps	280	75
Akma zamanı	Sn	60	18
pH	-	8,3-8,5	8,3-8,5
Yoğunluk	gr/cm³	1270	1250
Serbest formaldehit oranı	%max.	0,14	0,077
Jell time	Sn	44-45	-
Depolama süresi	Gün	90	90

Deneme levhalarının üretiminde, 1,06 gr/cm³ yoğunluğa sahip amonyum klorürün (NH_4CL) %20'lik sulu çözeltisi kullanıldı.

Tutkalama esnasında Fotoğraf 2. 9.'da görülen OT ve ÜT için 7 enjektörlü tutkallama makinaları kullanıldı.

Yonga levhaların OT ve ÜT katmanlarında kullanılan tutkal reçetesi farklılık göstermiştir. OT'nın sıcak preste iyi bir şekilde sertleşmesini sağlamak için sertleştirici miktarı %2,76 kullanıldı. ÜT talaşların sıcak prese girmeden ön sertleşme olmaması için sertleştirici miktarı %0,42 kullanıldı. Ayrıca ÜT rutubet miktarının arttırmak için daha fazla su kullanıldı.



Fotoğraf 2. 9. Tutkallama makinası (Gözalan 2016).

Tablo 2. 2.'de orta tabaka ve Tablo 2. 3.'te üst tabaka için tutkallama amacıyla hazırlanan çözeltinin spesikasyonlarını ve miktarlarını gösteren reçeteler bulunmaktadır.

Tablo 2. 2. *OT tutkal çözelti reçetesi*

BİLEŞENLER	ORTA TABAKA REÇETE				
	Yoğunluk (Kg/m³)	Konst. (%)	Hacim (l.t)	Ağırlık (Kg)	Saf Madde Mik. (Kg)
Tutkal	1,27	62,00	100,00	127,00	78,74
Su	1,00	-	5,00	5,00	-
Sertleştirici	1,06	20,00	13,00	13,78	2,76
TOPLAM	-	-	118,00	145,78	81,50
YOĞUNLUK (Kg/m³)	1,24				
ÇÖZELTİ KONST. (%)	54,01				
KATI MADDE (Kg)	6,50				
100 KG YONGAYA GİTMESİ GEREKEN ÇÖZELTİ MİKTARI (Lt)	9,70				

Tablo 2. 3. *ÜT tutkal çözelti reçetesi*

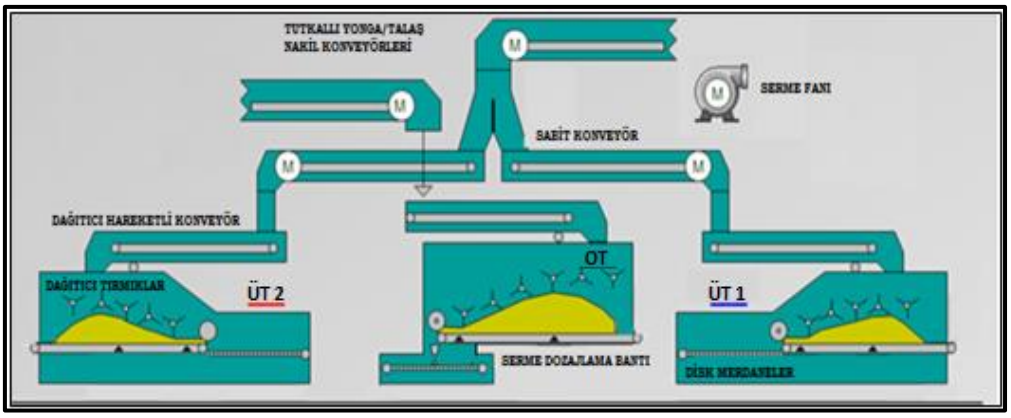
BİLEŞENLER	ÜST TABAKA REÇETE				
	Yoğunluk (Kg/m³)	Konst. (%)	Hacim (Lt)	Ağırlık (Kg)	Saf Madde Miktarı (Kg)
Tutkal	1,25	57,00	100,00	125,00	71,25
Su	1,00	-	70,00	70,00	-
Sertleştirici	1,06	20,00	2,00	2,12	0,42
TOPLAM	-	-	172,00	197,12	71,67
YOĞUNLUK (Kg/m³)	**1,15**				
ÇÖZELTİ KONST. (%)	**36,15**				
KATI MADDE (Kg)	**13,00**				
100 KG TALAŞA GİTMESİ GEREKEN ÇÖZELTİ MİKTARI (Lt)	**31,27**				

OT için hazırlanan çözeltinin jelleşme süresi 46-47 sn. gelirken, ÜT çözeltinin jelleşmediği gözlemlenemedi. OT yongasına tutkal çözeltisinin saf madde miktarına oranla %6,5 ve ÜT talaşına tutkal çözeltisinin saf madde miktarına oranla %13,0 tutkal verilerek serme taslağının oluşturulmasına hazır hale getirildi. Tutkallama işleminden önce OT yonga rutubeti %1,0-1,2 ve ÜT talaş rutubetinin %0,8-1,0 sonrasında OT yonga rutubeti %5,7–6,7 ve ÜT talaş rutubetinin %16,0–16,5 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tutkallama makinaları çıkışı OT yonga ve ÜT talaşların dökme yoğunlukları kontrol edildiğinde ise OT için 153–158 kg/m^3; ÜT için 185–193 kg/m^3 olduğu tespit edilmiştir.

Tutkallanan yongalar nakil bantları yardımı ile serme makinelerine taşındı. Alt tabaka yongaları SL1, üst tabaka yongaları SL2 ve orta tabaka yongaları CL serme makineleri bunkerine gönderildi. Fotoğraf 2. 10.'da serme makinalarının genel görünümleri gösterilmektedir.

Bu tez çalışmasında orta tabaka yongalarının mikserde 30-40-50-60-70 saniye beklemesi sonrasında levha mekanik ve yüzey özelliklerine etkisi ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde 30-40-50-60-70 saniye beklemesi sonrasında levha mekanik ve yüzey özelliklerine etkisi araştırılmıştır.



Fotoğraf 2. 10. Serme makinası şematik görünümü (Gözalan 2016).

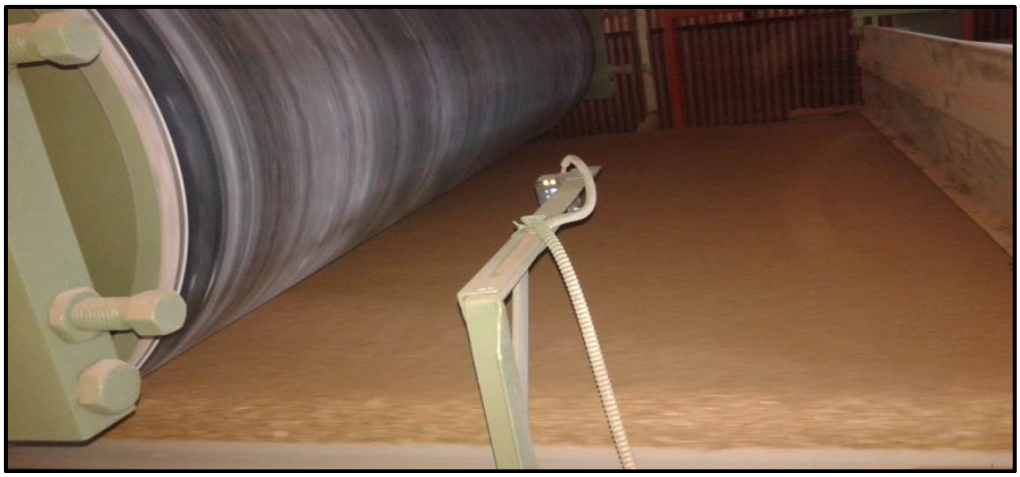
OT sermede merdaneler yardımıyla mekanik serme; ÜT sermede ise mekanik serme ve talaşların yüzey ağırlığına göre havalı serme şeklinde levha taslağı oluşturuldu. Serme çıkışında oluşan levha taslağı Fotoğraf 2. 11.'de görülmektedir.



Fotoğraf 2. 11. Serme çıkışı levha taslağı (Gözalan 2016).

Serme esnasında serme dozaj bant hızları ile levhanın yoğunluğu 600 kg/m³ ve OT talaş oranı %38, ÜT talaş oranı %62 olarak serme yapıldı.

Serilen taslak 210 bar basınç altında ön pres (soğuk presleme) işlemine tabi tutulduktan sonra, taslak yüksekliği %33 oranında sıkıştırılarak 32 mm'ye ve genişliği 2200 mm ebatlarına getirildi (Fotoğraf 2. 12.).



Fotoğraf 2. 12. Ön pres girişi levha taslağı(Gözalan 2016).

Soğuk pres sonrası taslak kenarları yan alma testereleri yardımıyla genişliği 2170 mm haline getirildi (Fotoğraf 2. 13.).



Fotoğraf 2. 13. Ön pres (Gözalan 2016).

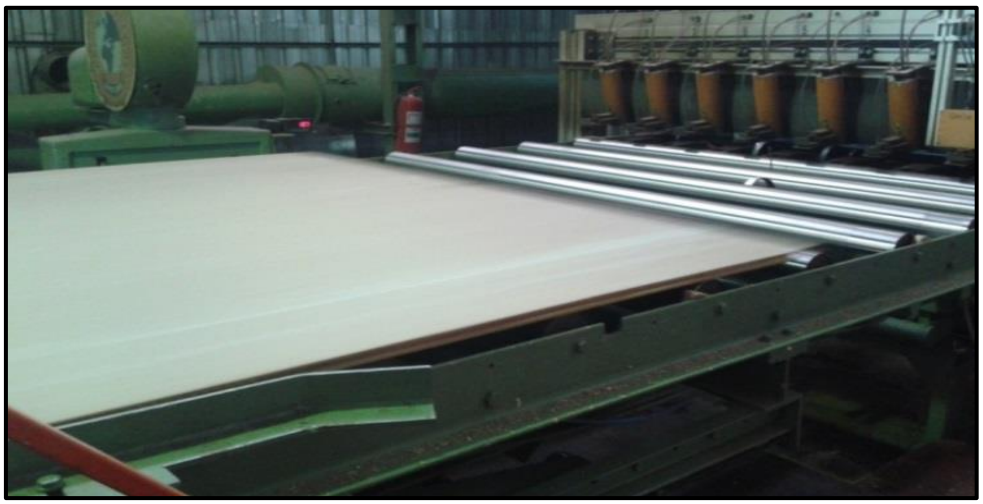
Bir sonraki aşamada levha taslakları Fotoğraf 2. 14.'te görülen katlı sıcak prese taşınmıştır.



Fotoğraf 2. 14. Katlı pres

Levha taslakları 7 katlı sıcak preste 165 sn. zaman boyunca 187°C sıcaklıkta basınç altında ham levha haline getirildi.

Bu ham levhalar (Fotoğraf 2.15.) 2170x5670±5 mm ebatlarında ham olarak üretilip klimatizasyon amacıyla yıldız soğutuculara taşındı.



Fotoğraf 2.15. Pres çıkışı ham levha (Gözalan 2016).

Fotoğraf 2. 16.'da gösterilen yıldız soğutuculara alınan levhalar klimatize edildi.



Fotoğraf 2. 16. Yıldız soğutucu (Fotoğraf: Ekrem ÇAKMAK, 2008).

Ebatlamada daire testere makineleri yardımıyla net boyutları olan 2100×2800 mm olacak şekilde ebatlandı. Fotoğraf 2. 17.'de ebatlama ünitesi görülmektedir.



Fotoğraf 2. 17. Ebatlama ünitesi (Gözalan 2016).

Üretimi gerçekleştiren deneme levhaları Fotoğraf 2. 18'de görülen zımpara makinalarından geçirildi. Bu amaçla K1–K2–K3–FS–İMEAS olarak adlandırılan ve 10 kafa zımpara makinasında, 40–50–60–80–100 kum zımpara bantları kullanılarak kalınlık kusurları ortadan kaldırıldı.



Fotoğraf 2.18. Zımpara makinası.

Zımpara çıkışında levha kalınlığı 17,9 mm olarak gerçekleşti. Sonraki süreç olarak mamul ambar depolama alanına taşındılar.

2.2 Fiziksel Özelliklerin Tayini

Fiziksel özellik olarak levhaların yoğunluk değerleri, rutubet, 2 saatte su alma ve kalınlığına şişme değerleri, yüzey absorbsiyonu (toluen) ve parlaklık tayini Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisi Laboratuvarında yapılmıştır

2.2.1 Yoğunluk (Özgül Kütle) Değerinin Belirlenmesi

TS EN 323 (1999)' de belirtilmiş olan kurallara göre; TS EN 325 (1999)' e göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve her bir levhadan 100×100 mm boyutlarında 6' şar adet olmak üzere örnekler kullanılmıştır. TS EN 326-1 (1999)' e göre deney numunelerinin kesilmiş, hazırlanan numuneler 103±2 °C deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan örneklerin ağırlıkları hassas terazide tartılmış ve boyutları ise ± 0,01 duyarlıktaki kumpasla ölçülmüştür.

Numunelerin yoğunluk değerleri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\delta = \frac{Mo}{V}$$

Burada:

δ : Yoğunluk (gr/cm³)

Mo : Deney örneğinin tam kuru ağırlığı (gr)

V : Deney örneğinin tam kuru hacmi (cm³)

2.2.2 Rutubet Miktarının Belirlenmesi

Rutubet tayini TS EN 322'de belirlenen esaslara göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 3'er adet olmak üzere örnekler kullanılmıştır. TS EN 326-1 (1999) örnekler hassas terazide tartılmış ve daha sonra 103 ±2 ^{o}C de değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir.

6 saat ara ile yapılan tartımlarda birbirini izleyen iki tartım arasında ağırlık farkının, deney parçası ağırlıklarının 0.01'den fazla olmaması durumuna geldiğinde, bu ağırlık değişmez ağırlık olarak kabul edilmiştir.

Her deney parçası etüvden çıkarılarak desikatörde soğutma yapıldıktan sonra 0.01 gram hassasiyetle terazide ve %0.1'den daha fazla rutubet artışını önleyecek çabuklukta tartılmıştır. TS EN 322'de belirtilen esaslara göre aşağıdaki formülle rutubet miktarı tayin edilmiştir.

$$r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100$$

Burada;

r : Rutubet (%)

M_r: Deney parçasının numunenin alınması sırasındaki ağırlığı (g)

M_0 : Deney parçasının kurutmadan sonraki ağırlığı (g)

2.2.3 Su Alma Miktarı ve Kalınlığına Şişme Oranının (2 Saat) Belirlenmesi

Su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranının belirlenmesinde TS EN 317 standardında belirtilen esaslara göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 5'er adet olmak üzere örnekler kullanılmıştır. Örneklerin ağırlıkları hassas terazide (±0.01) ve kalınlıkları ise dijital kumpasla (±0.1) ölçülmüştür ve deney örnekleri 20±2^{o}C sıcaklıkta temiz suya 2 saat süreyle su yüzeyinden 25 mm daha altta olmak üzere batırılmıştır. Deney örnekleri birbirlerine ve kaba değmeyecek şekilde üst taraftan suyun içine doğru batırılmıştır. 2 saat sonunda sudan dışarı alınıp bir bez ile fazla suyu alınmış ve bu durumdaki ağırlıkları hassas terazide (±0.01) ve kalınlıkları ise dijital kumpasla (±0.1) hassasiyetle ölçülmüştür. Buna göre kalınlık artışı ve su alma miktarı aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır.

$$KA = \frac{k_2 - k_1}{k_1} \times 100$$

KA : Kalınlık Artışı Oranı (%)
k_1 : İlk ölçülen kalınlık (mm)
k_2 : Suda bekletildikten sonra ölçülen kalınlık (mm)

$$SA = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

Su Alma Oranı (%)
m_1 : İlk ölçülen ağırlık (g)
m_2 : Suda bekletildikten sonra ölçülen ağırlık (g)

2.2.4 Yüzey Absorbsiyonu (Toluen) Değerinin Belirlenmesi

Deney Levhaları zımpara hattında zımparalanmıştır. Deney numunelerini her levhanın sol, orta ve sağından (125×700 ±3 mm. ebadında) kesilerek destek üzerine yerleştirilmiştir. Tutucunun üzerinde bulunan pipet, numune yüzeyinden 1 ±0,1 mm

uzaklıkta ve 90^o dik konumda bulundurularak pipetden 1 ml toluen deney numunesi yüzeyine zımparalama yönüne 90^o açıyla 4 ±1 sn içinde ve 20 ^oC ±2 sıcaklıktaki hava ortamında boşaltılmıştır. Toluenin eğimli deney parçası yüzeyinden serbestçe akmasını sağlanarak, İki düzgün yüzeyi bulunan levhaların, her iki yüzeyi içinde deneyi tekrarlanarak toluenin sebep olduğu izin azami boyu, deney numunesi kenarlarına paralel bir çizgi boyunca hassasiyetle ölçülmüştür.

2.3 Mekanik Özelliklerin Tayini

Mekanik özellik olarak levhaların Eğilme Direncinin Belirlenmesi, Eğilmede Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi, Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi, Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi ve Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisler Laboratuvarında yapılmıştır.

2.3.1 Eğilme Direncinin Belirlenmesi

Eğilme direnç değerlerinin tespit edilmesinde, TS EN 310 (1999)' a göre deneyler yapılmıştır. Numunelerin alınması ve deney parçalarının hazırlanması işlemi ise TS EN 326-1 (1999)' e göre; numuneler dikdörtgen biçim olup, 50 mm genişlik ve uzunluk ise deney parçasının anma kalınlığının 20 katı ± 50 mm en çok 1050 mm ve en az 150 mm olacak şekilde ve mm yaklaşımla hazırlanmıştır. Numuneler istenilen ebatlarda kesildikten sonra TS EN 325 (1999)' e uygun olacak şekilde; kalınlık, köşelerin kesişme noktasından, genişlik ise uzunluğun ortasından mikrometre ile ölçülmüştür. Eğilme direnci ölçüm aleti olarak ise; TS EN 325 (1999)' e uygun olan alet kullanılmıştır. Deney boyunca sabit hızla yük uygulanmış ve yükleme başlığının hızı en yüksek kuvvete saniyede ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Uygulanan kuvvetin değeri 0,01 hassasiyetle ölçülüp "yük deformasyon" diyagramı çizilmiştir. Uygulanan en büyük kuvvet %1 hassasiyetle ölçülerek kaydedilmiştir.

$$F = \frac{3 \times F_{max} \times L}{2a \times b^2}$$

Burada ;

F : Eğilme direnç değeri (N/mm²)

F_{Maks} : Kırılma anındaki maksimum yük (N)

L : Dayanak açıklığı (mm)

a : Numune genişliği (mm)

b : Numune kalınlığı (mm)

2.3.2 Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Eğilmede Elastikiyet Modülü TS EN 310 (1999)' a göre tayin edilmiştir. Eğilme direncindeki aynı numuneler üzerinden ölçme aletiyle eğilme direnci yapılırken eğilme miktarı deney parçasının ortasından 0,01 mm hassasiyette ölçüm yapılmıştır.

$$E = \frac{P \times L^3}{4a \times b^3 \times f}$$

Burada ;

E : Eğilmedeki Elastikiyet Modülü (N/mm²)

P : Elastikiyet sınırı altında tatbik edilen yük (N)

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

a : Numune genişliği (mm)

b : Numune kalınlığı (mm)

f : Elastik bölgede P yüküne karşı örnekte meydana gelen deformasyon (mm)

2.3.3 Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi

Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319 (1999)' a göre deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilmiş deney numunelerinin yüzeye dik yöndeki çekme kuvveti uygulayacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçecek özelliktedir. Örneklerin alınması ve deney için kullanılacak parçalarının kesilmesi, TS EN 326-1 (1999)' e uygun olarak yapılmış olup, kenar uzunluğu 50±1mm olan kare şeklinde,

kenarları dik uçları düzgün ve temiz olarak kesilir. Hazırlanan her bir numunenin ebatları alan belirlemek amacı ile; TS EN 325 (1999)'e uygun olarak 0,01 duyarlıklı mikrometre yardımı ile ölçülür. Ölçme işlemi tamamlandıktan sonra hazır olan örnekler standartlara uygun şekilde hazırlanmış olan alüminyum malzemeden hazırlanmış metal olan aparatlara sıcak silikon yardımı yapıştırılır. Yapıştırılan örnekler 45 dk. bekletilirler. Deney parçalarının yüzeye dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme direnci aşağıdaki eşitliğe göre;

$$F = \frac{F_{max}}{A}$$

Burada;

F : Yüzeye dik çekme direnci (N/mm²)

F_{Maks} : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

A : Örneğin enine kesit alanı (mm²)

2.3.4 Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi

Vida tutma kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla TS EN 13446 ve TS EN 320'de belirlenen esaslara göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve her bir levhadan 75×75 mm boyutlarında 3'er tane olmak üzere örnekler kullanılmıştır. Parçalar %65 ± 3 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında, değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kondisyonlanmış ve buradan çıkarıldıktan 1 saat içerisinde deneyi yapılmıştır. Deneylerde vida anma boyutu 4,2 × 38 mm düşük karbon çelikli vidalar kullanılmıştır. Deney örneklerinde kenarlara pilot delikleri açılarak vidalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnekler levhaların hem yüzeyinde hem de kenarlarında test edilmiştir. Kenarda vida girme derinliği 15 mm'dir. Deneylerde yükleme hızı 2-3 mm/dk uygulanmış olup ve vidanın geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (Ƒ) için;

$$Ƒ = \frac{F_{max}}{d \times l_p}$$

Eşitliğinden yararlanılır.

Ƒ : Vidanın geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (N/mm^2)

F_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N)

d :Vida çapı (mm)

lp : Levhaya girme mesafesi (mm)

Her gruptan alınan deney parçaları için bulunan değerin aritmetik ortalaması alınarak münferit grupların Fmax'ları, N/mm^2 cinsinden ifade edilmiştir.

2.3.5 Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi

Yüzey sağlamlığı direncinin belirlenmesi amacıyla TS EN 311'e göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve her bir levhadan 50×50 mm boyutlarında 6' şar tane olmak üzere bir gruptan minimum 18 adet örnek kullanılmıştır. Deney parçaları her bir levhadan toplamda 234 adet 50 x 50 x 18 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Parçalar % 65 ± 3 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında, değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kondisyonlamış ve buradan çıkarıldıktan 1 saat içerisinde deneye tabi tutulmuşlardır. Deneylerde Kesilen numuneler üzerine sıcak test aparatını ortalayarak, termoplastik tutkalını maksimum 0,3 gr. kullanarak yapıştırıldı. Numunelerin iyice soğuması beklenildi. Soğuyan numune üzerinde, yapışan aparatın etrafına budak matkabı ile 0,3 ±0,1 mm. derinliğinde freze açıldı. Test esnasında, kuvvet 60-90 saniye süreyle ve sabit bir hızla uygulandı. Test sonucu birimi N/mm^2 olarak ifade edilmiştir. Tablo 2. 4. Test numuneleri TS EN standart tablosu görülmektedir.

Tablo 2. 4. *Test numuneleri TS EN standart tablosu (Gözalan, 2016)*

TS EN NO	TS EN TANIMI	TEST ADI	NUMUNE EBATLARI (mm)	TEST PARÇA SAYISI (Adet)
TS EN 323-1 (1999)	Ahşap yonga levhalar-Özgül kütlenin tayini.	Yoğunluk (özgül kütle) tayini	100×100	6
TS EN 322 (1999)	Ahşap levhalar-Rutubet miktarının tayini.	Rutubet tayini	50×50	3
TS EN 317 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.	Su alma tayini	50×50	5
TS EN 317 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.	Şişme tayini	50×50	5
EN 382-1	Lif levhalar-Yüzey absorbsiyonu tayini-Bölüm 1:Kuru metotla üretilen lif levhalarda deney metodu	Yüzey abs. Tayini	125×700	3
TS EN 310 (1993)	Ahşap esaslı levhalar-Eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modülünün tayini.	Eğilme direnci tayini	50×410	6
TS EN 310 (1993)	Ahşap esaslı levhalar-Eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modülünün tayini.	Elastikiyet modülü tayini	50×410	6
TS EN 319 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini.	Yüzeye dik çekme direnci tayini	50×50	6
TS EN 320 (1999)	Lif Levhaların -Vida tutma kabiliyetinin (mukavemetinin) tayini.	Vida tutma direnci tayini	75×75	3
TS EN 311 (2005)	Ahşap esaslı levhalar-Yüzey sağlamlığı değerinin tayini.	Yüzey sağlamlığı tayini	50×50	6

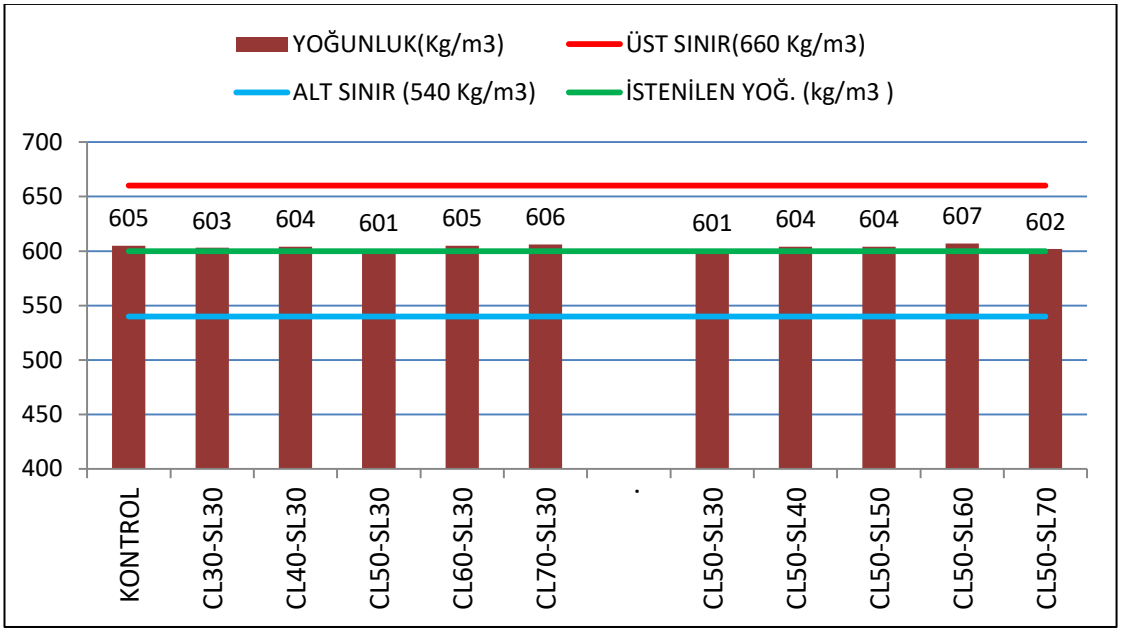
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1Bulgular

Yonga levhalarda orta tabaka ve üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin levhanın bazı fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri üzerine etkilerini gösteren sonuç bulguları aşağıda verilmiştir.

3.1.1 Yoğunluk

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha yoğunluk değerlerine etkisi Grafik 3. 1.'de görülmektedir.



Grafik 3. 1. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yoğunluk üzerine etkisi

Grafik 1 incelendiğinde en yüksek yoğunluk değerinin CL50-SL60 saniyede 607 kg/m^3 olarak gerçekleşirken, en düşük yoğunluk değerinin CL50-SL30 saniyesinde 601 kg/m^3 olarak gerçekleşmiştir. Deney levhalarının istenen sonuç yoğunluk değeri 600 kg/m^3'tür. Yongaların mikser içinde bekletilme süreleri sonuç yoğunluğuyla bağlantılı değildir.

Tablo 3. 1. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluğa ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	82,267	5	16,453	1,130	,372
Gruplar İçinde	349,600	24	14,567		
Toplam	431,867	29			

Tablo 3. 1.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluk üzerine %95 güven düzeyinde anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların yoğunluk üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Yoğunluk değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 2.'de verilmiştir.

Tablo 3. 2. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluğa ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05
Faktör	N	1
4,00	5	601,0000
2,00	5	602,6000
3,00	5	604,4000
5,00	5	604,6000
1,00	5	605,0000
6,00	5	606,0000
Önem Düzeyi		,078

Tablo 3. 3. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluğa ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	95,767	5	19,153	1,049	,413
Gruplar İçinde	438,400	24	18,267		
Toplam	534,167	29			

Tablo 3. 3.' te verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluk üzerine %95 güven

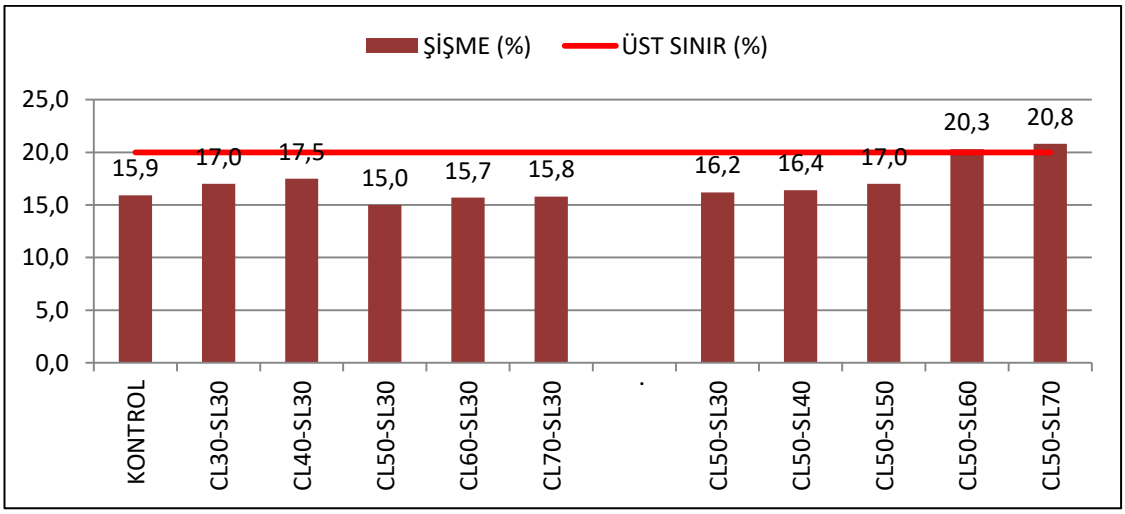
düzeyinde anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların yoğunluk üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Yoğunluk değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 4.'te verilmiştir.

Tablo 3. 4. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yoğunluğa ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05
		1
2,00	5	601,0000
6,00	5	602,4000
3,00	5	604,0000
4,00	5	604,0000
1,00	5	605,0000
5,00	5	606,6000
Önem Düzeyi		,078

3.1.2 Şişme

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha şişme değerlerine etkisi Grafik 3. 2.'de görülmektedir.



Grafik 3. 2. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin 2 saat kalınlığa şişme üzerine etkisi.

Grafik 2 incelendiğinde şişme miktarı en yüksek CL50-SL70 saniyesinde %20,8 olarak gerçekleşirken, en düşük şişme değeri ise CL50-SL30 saniyesinde %15,0 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. 5. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişmesine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	11,063	5	2,213	11,874	,000
Gruplar İçinde	4,472	24	,186		
Toplam	15,535	29			

Tablo 3.5.' te verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişme üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların şişme üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Şişme değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 6.'da verilmiştir.

Tablo 3. 6. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişmesine ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05		
Faktör	N	1	2	3
4,00	5	15,0400		
3,00	5	15,5200	15,5200	
5,00	5		15,7200	
6,00	5		15,8000	
1,00	5		15,9600	
2,00	5			17,0400
Önem Düzeyi		,091	,152	1,000

Tablo 3. 7. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişmesine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	150,703	5	30,141	66,584	,000
Guruplar İçinde	10,864	24	,453		
Toplam	161,567	29			

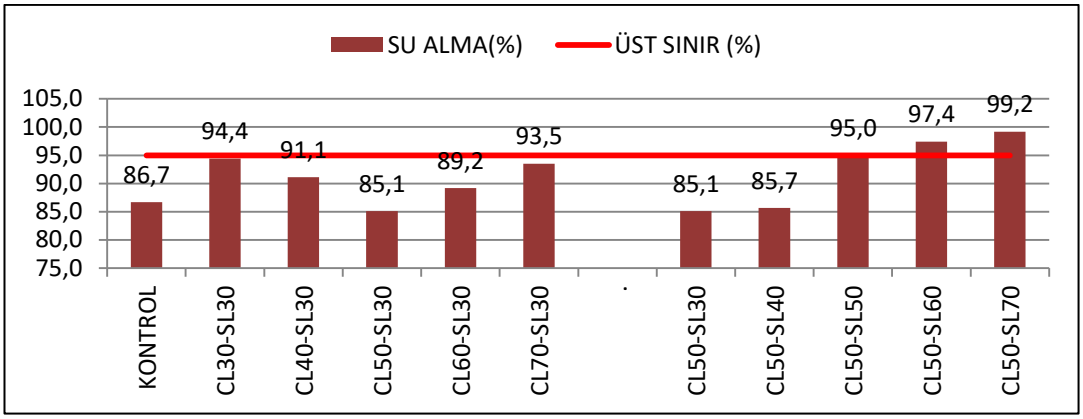
Tablo 3. 7.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişme üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Alt-Üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların şişme üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Şişme değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 8.'de verilmiştir.

Tablo 3.8. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin şişmesine ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05			
Faktör	N	1	2	3	4
1,00	5	15,9600			
2,00	5	16,2000	16,2000		
3,00	5	16,4000	16,4000		
4,00	5		17,0200		
5,00	5			20,2600	
6,00	5				21,7600
Önem Düzeyi		,339	,080	1,000	1,000

3.1.3 Su Alma

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha su alma değerlerine etkisi Grafik 3. 3.'te görülmektedir.



Grafik 3. 3. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin 2 saat su alma üzerine etkisi.

Grafik 3. 3. incelendiğinde orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek su alma değeri CL50-SL70 saniyesinde %99,2 olarak gerçekleşirken, düşük su alma değeri ise CL50-SL30 saniyesinde %85,1 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. 9. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su almasına ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	340,627	5	68,125	19,283	,000
Gruplar İçinde	84,792	24	3,533		
Toplam	425,419	29			

Tablo 3. 9.' da verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su alma değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların su alma değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Su alma değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 10.'da verilmiştir.

Tablo 3. 10. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su almasına ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05				
		1	2	3	4	5
4,00	5	85,0800				
1,00	5	86,7400	86,7400			
5,00	5		89,1600	89,1600		
3,00	5			91,1200	91,1200	
6,00	5				93,4600	93,4600
2,00	5					94,4000
Önem Düzeyi		,175	,053	,112	,061	,437

Tablo 3. 11. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su almasına ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	1015,351	5	203,070	75,500	,000
Gruplar İçinde	64,552	24	2,690		
Toplam	1079,903	29			

Tablo 3. 11.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su alma değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Alt-Üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların su alma değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Su alma değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 12.'de verilmiştir.

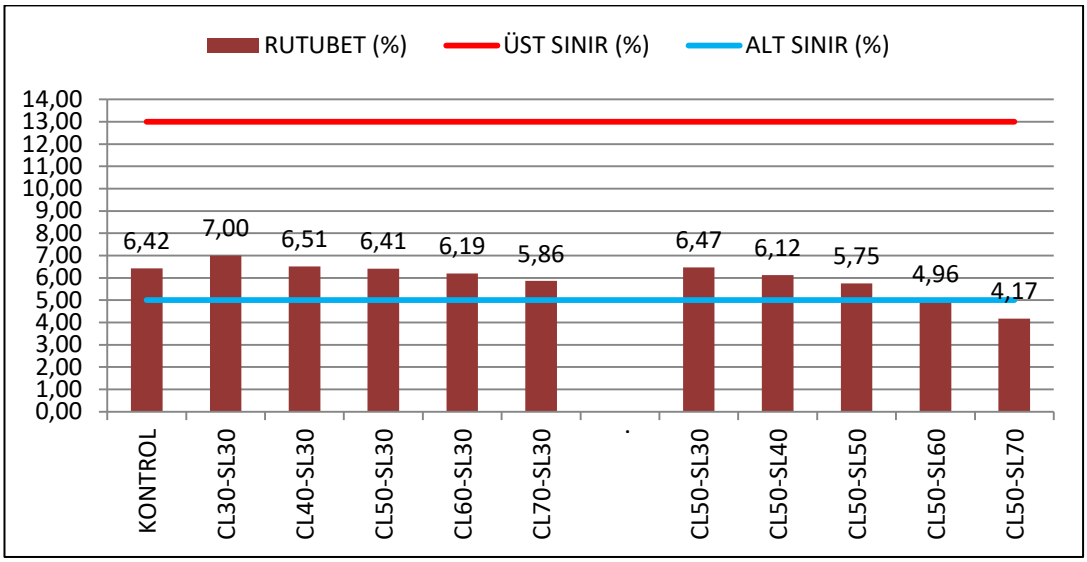
Tablo 3. 12. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin su almasına ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05		
		1	2	3
2,00	5	85,1400		
3,00	5	85,7000		
1,00	5	86,7400		
4,00	5		95,0200	
5,00	5			97,3600
6,00	5			99,2200
Önem Düzeyi		,157	1,000	,086

3.1.4 Rutubet

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha rutubet değerlerine etkisi Grafik 3. 4.'te görülmektedir.

Levhaların denge rutubetinin pres şartlarına bağlı olarak değiştiği ve değişimin taslak rutubetiyle ilişkisinin bilinmesi önemlidir.



Grafik 3. 4. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha rutubeti üzerine etkisi.

Grafik 3. 4. incelendiğinde orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek rutubet değeri CL30-SL30 saniyesinde %7,0 olarak gerçekleşirken, en düşük rutubet değeri ise CL50-SL70 saniyesinde %4,17 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. 13. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	3,505	5	,701	47,788	,000
Gruplar İçinde	,352	24	,015		
Toplam	3,857	29			

Tablo 3. 13.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların rutubet değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Rutubet değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 14.'te verilmiştir.

Tablo 3. 14. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değerine ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05			
Faktör	N	1	2	3	4
6,00	5	5,8640			
5,00	5		6,1880		
4,00	5			6,4140	
1,00	5			6,4180	
3,00	5			6,5140	
2,00	5				6,9960
Önem Düzeyi		1,000	1,000	,229	1,000

Tablo 3. 15. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	20,786	5	4,157	234,495	,000
Gruplar İçinde	,425	24	,018		
Toplam	21,212	29			

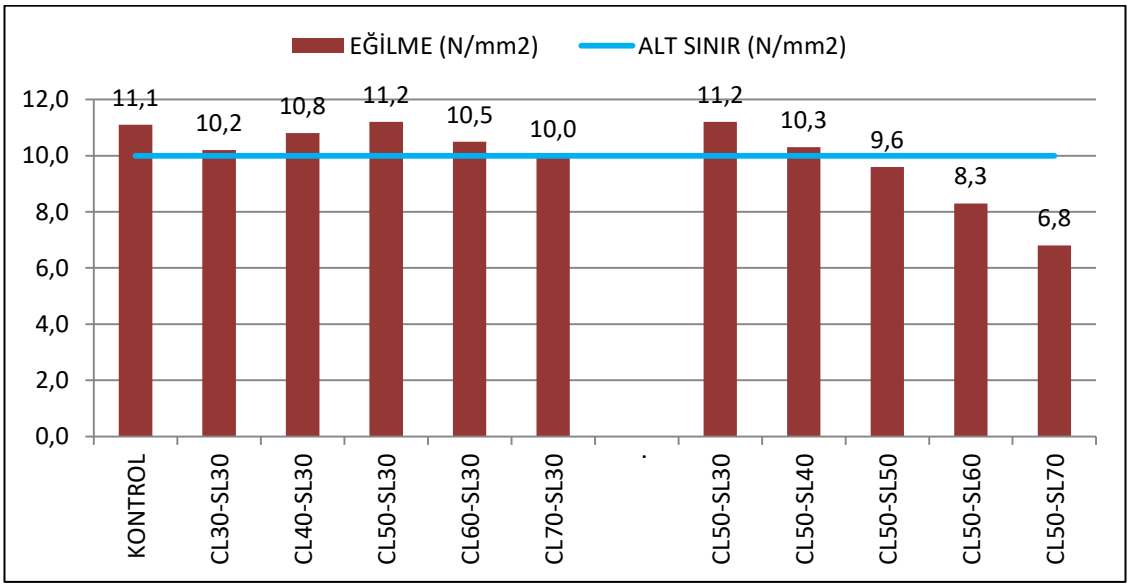
Tablo 3. 15.' te verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Alt-Üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların rutubet değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Rutubet değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 16.'da verilmiştir.

Tablo 3. 16. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin rutubet değerine ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05				
		1	2	3	4	5
6,00	5	4,1700				
5,00	5		4,9620			
4,00	5			5,7540		
3,00	5				6,1160	
1,00	5					6,4180
2,00	5					6,4720
Önem Düzeyi		1,000	1,000	1,000	1,000	,527

3.1.5 Eğilme Direnci

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha eğilme direnci değerlerine etkisi Grafik 3. 5.'te görülmektedir.



Grafik 3. 5. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha eğilme direnci üzerine etkisi.

Grafik 3. 5. incelendiğinde orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek eğilme direnci değeri CL50-SL30 saniyesinde 11,2 N/mm^2 olarak gerçekleşirken, en düşük eğilme direnci değeri ise CL50-SL70 saniyesinde 6,8 N/mm^2 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. 17. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	5,643	5	1,129	17,913	,000
Guruplar İçinde	1,512	24	,063		
Toplam	7,155	29			

Tablo 3. 17. ' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların eğilme direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Eğilme direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 18.'de verilmiştir.

Tablo 3. 18. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değerine ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05			
Faktör	N	1	2	3	4
6,00	5	10,0000			
2,00	5	10,1600			
5,00	5		10,5200		
3,00	5		10,7600	10,7600	
1,00	5			11,0800	11,0800
4,00	5				11,1600
Önem Düzeyi		,324	,144	,055	,619

Tablo 3. 19. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	74,759	5	14,952	407,775	,000
Guruplar İçinde	,880	24	,037		
Toplam	75,639	29			

Tablo 3. 19.' da verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değeri üzerine

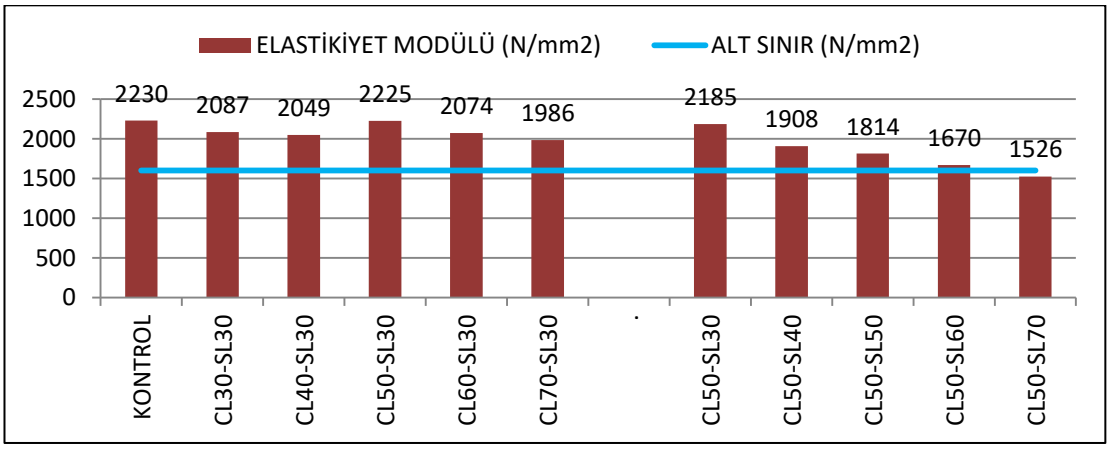
%95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Alt-Üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların eğilme direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Eğilme direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 20.'de verilmiştir.

Tablo 3. 20. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilme direnci değerine ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05				
		1	2	3	4	5
6,00	5	6,7600				
5,00	5		8,2600			
4,00	5			9,6200		
3,00	5				10,2600	
1,00	5					11,0800
2,00	5					11,1800
Önem Düzeyi		1,000	1,000	1,000	1,000	,417

3.1.6 Eğilmede Elastikiyet Modülü

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha eğilmede elastikiyet modülü değerlerine etkisi Grafik 3. 6.'da görülmektedir.



Grafik 3. 6. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi.

Grafik 3. 6. incelendiğinde orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri CL50-SL30 saniyesinde 2225 N/mm^2 olarak gerçekleşirken, en düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri ise CL50-SL70 saniyede 1526 N/mm^2 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. 21. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilmede elastikiyet modülü direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	242935,900	5	48587,180	34,245	,000
Gruplar İçinde	34051,600	24	1418,817		
Toplam	276987,500	29			

Tablo 3. 21.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilmede elastikiyet modülü direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların eğilmede elastikiyet modülü direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 22.'de verilmiştir.

Tablo 3. 22. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilmede elastikiyet modülü direnci değerine ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05		
Faktör	N	1	2	3
6,00	5	1985,6000		
3,00	5		2049,2000	
5,00	5		2074,4000	
2,00	5		2086,8000	
4,00	5			2225,2000
1,00	5			2229,8000
Önem Düzeyi		1,000	,148	,849

Tablo 3. 23. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilmede elastikiyet modülü direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	1946811,500	5	389362,300	117,350	,000
Gruplar İçinde	79631,200	24	3317,967		
Toplam	2026442,700	29			

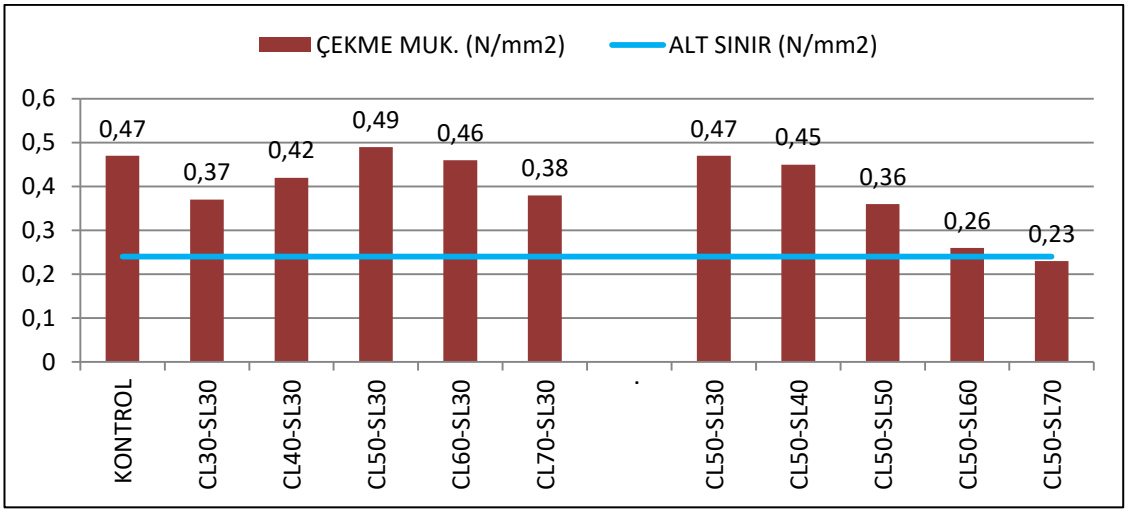
Tablo 3. 23.' te verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilmede elastikiyet modülü direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Alt-Üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların eğilmede elastikiyet modülü direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 24.'te verilmiştir.

Tablo 3. 24. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin eğilmede elastikiyet modülü direnci değerine ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05				
Faktör	N	1	2	3	4	5
6,00	5	1526,2000				
5,00	5		1670,2000			
4,00	5			1814,0000		
3,00	5				1908,0000	
2,00	5					2185,2000
1,00	5					2229,8000
Önem Düzeyi		1,000	1,000	1,000	1,000	,233

3.1.7 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha yüzeye dik çekme değerlerine etkisi Grafik 3. 7.'de görülmektedir.



Grafik 3. 7. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.

Grafik 3. 7. incelendiğinde orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri CL50-SL30 saniyesinde 0,49 N/mm^2 olarak gerçekleşirken, en düşük yüzeye dik çekme direnci değeri ise 0,23 N/mm^2 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. 25. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzeye dik çekme direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	,061	5	,012	104,257	,000
Guruplar İçinde	,003	24	,000		
Toplam	,064	29			

Tablo 3. 25. ' te verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Yüzeye dik çekme direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 26.'da verilmiştir.

Tablo 3. 26. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzeye dik çekme direnci değerine ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05			
		1	2	3	4
2,00	5	,3720			
6,00	5	,3760			
3,00	5		,4240		
5,00	5			,4600	
1,00	5			,4700	
4,00	5				,4880
Önem Düzeyi		,564	1,000	,156	1,000

Tablo 3. 27. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzeye dik çekme direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	,291	5	,058	591,193	,000
Gruplar İçinde	,002	24	,000		
Toplam	,293	29			

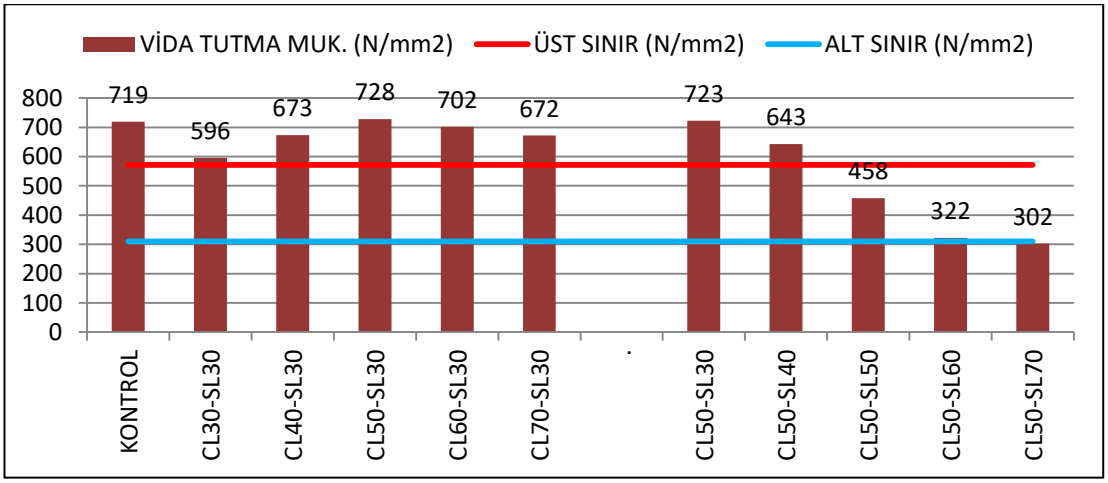
Tablo 3. 27.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Alt-Üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Yüzeye dik çekme direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 28.'de verilmiştir.

Tablo 3. 28. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzeye dik çekme direnci değerine ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05				
		1	2	3	4	5
6,00	5	,2320				
5,00	5		,2560			
4,00	5			,3620		
3,00	5				,4480	
1,00	5					,4700
2,00	5					,4700
Önem Düzeyi		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

3.1.8 Vida Tutma Direnci

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha vida tutma direnci değerlerine etkisi Grafik 3. 8.'de görülmektedir.



Grafik 3. 8. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha vida tutma direnci üzerine etkisi.

Grafik 3. 8. incelendiğinde orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek vida tutma direnci değeri CL50-SL30 saniyesinde 728 N/mm^2 olarak gerçekleşirken, en düşük vida tutma direnci değeri ise CL50-SL70 saniyesinde 376 N/mm^2 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. 29. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	57094,167	5	11418,833	53,160	,000
Gruplar İçinde	5155,200	24	214,800		
Toplam	62249,367	29			

Tablo 3. 29.' da verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların vida tutma direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Vida tutma direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 30.'da verilmiştir.

Tablo 3. 30. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değerine ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05			
Faktör	N	1	2	3	4
2,00	5	596,4000			
6,00	5		671,8000		
3,00	5		673,2000		
5,00	5			701,8000	
1,00	5			719,2000	719,2000
4,00	5				728,2000
Önem Düzeyi		1,000	,881	,073	,341

Tablo 3. 31. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	969548,567	5	193909,713	1500,462	,000
Gruplar İçinde	3101,600	24	129,233		
Toplam	972650,167	29			

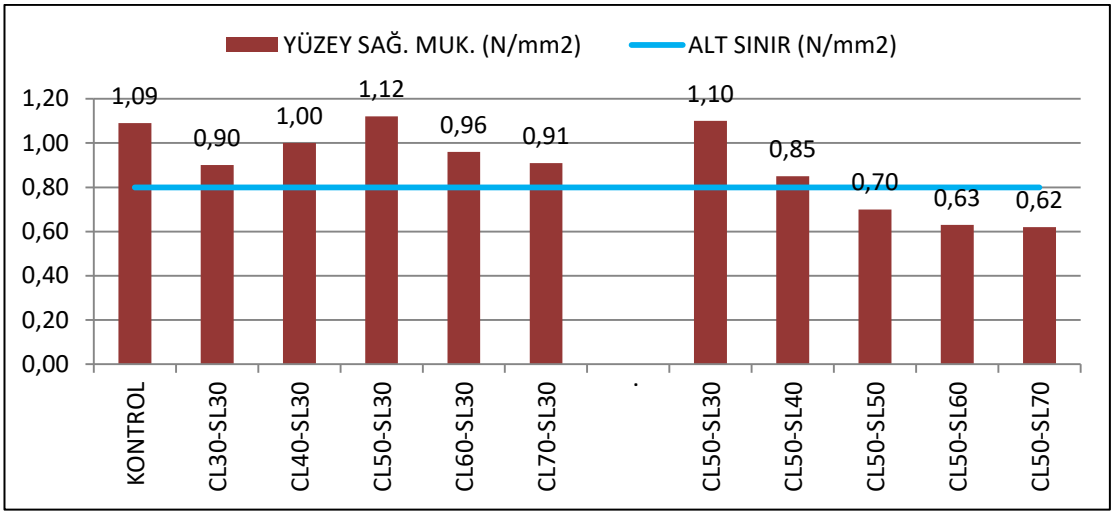
Tablo 3. 31.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların vida tutma direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Vida tutma direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 32.'de verilmiştir.

Tablo 3. 32. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin vida tutma direnci değerine ilişkin Duncan testi*

		Alt Gruplar = 0.05				
Faktör	N	1	2	3	4	5
6,00	5	302,4000				
5,00	5		322,2000			
4,00	5			499,2000		
3,00	5				691,0000	
1,00	5					719,2000
2,00	5					723,0000
Önem Düzeyi		1,000	1,000	1,000	1,000	,602

3.1.9 Yüzey Sağlamlığı Direnci

Orta tabaka ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresini 30-70 saniye arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha yüzey sağlamlığı direnci değerlerine etkisi Grafik 3. 9.'da görülmektedir.



Grafik 3. 9. Orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin 30-70 sn. arasında değişmesinin levha yüzey sağlamlığı direnci üzerine etkisi.

Grafik 3. 9. incelendiğinde orta ve alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek yüzey sağlamlığı direnci değeri CL50-SL30 saniyesinde 1,12 N/mm^2 olarak gerçekleşirken, en düşük yüzey sağlamlığı direnci değeri ise Cl50-SL70 saniyesinde 0,62 N/mm^2 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. 33. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	,217	5	,043	43,424	,000
Gruplar İçinde	,024	24	,001		
Toplam	,241	29			

Tablo 3. 33.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların yüzey sağlamlığı direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Yüzey sağlamlığı direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 34.'te verilmiştir.

Tablo 3. 34. *Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değerine ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05		
		1	2	3
2,00	5	,8980		
6,00	5	,9100		
5,00	5		,9580	
3,00	5		,9960	
1,00	5			1,0940
4,00	5			1,1200
Önem Düzeyi		,554	,070	,206

Tablo 3. 35. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değerine ilişkin varyans analizi*

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	1,228	5	,246	262,161	,000
Gruplar İçinde	,022	24	,001		
Toplam	1,250	29			

Tablo 3. 35.' te verilen Varyans analizi sonuçlarına göre yonga levha gruplarda alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değeri üzerine %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin yonga levhaların yüzey sağlamlığı direnci değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Yüzey sağlamlığı direnci değerlerinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3. 36.'da verilmiştir.

Tablo 3. 36. *Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin yüzey sağlamlığı direnci değerine ilişkin Duncan testi*

Faktör	N	Alt Gruplar = 0.05			
		1	2	3	4
6,00	5	,6220			
5,00	5	,6280			
4,00	5		,7020		
3,00	5			,8500	
1,00	5				1,0940
2,00	5				1,1040
Önem Düzeyi		,759	1,000	1,000	,610

3.2 TARTIŞMA

3.2.1 Yoğunluk

Yoğunluk ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde yongaların mikserde bekleme süresinin levha yoğunluğuna etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Deney levhalarının istenen sonuç yoğunluk değeri 600 kg/m^3'tür. Levha yoğunluğu serme makinalarında bulunan bantlı teraziler yardımıyla ayarlanmaktadır. Yongaların mikser içinde beklemesiyle birlikte yongaların boyutunun veya rutubetinin değişmesi bant terazinin isteyeceği miktarı (kg) değiştiremeyeceğinden yoğunluk üzerinde etkisi olmadığı düşünülmektedir. Bununla beraber TS EN 312 (2005) göre yoğunluk sapması ±%10 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucu ortaya çıkan maksimum ve minimum yoğunluk değerleri bu aralığın içerisinde yer almaktadır. Yapılan test sonuçları incelendiğinde yoğunluk değeri 601-607 kg/m^3 aralığında gerçekleşmiştir.

3.2.2 Şişme ve Su Alma

Şişme ve Su Alma ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin şişme ve su alma üzerinde etkisinin çok olmadığı üst sınırın altında kaldığı gözlenmektedir.

Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin artması levhada kalınlığa şişme ve su alma değerini olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin uzaması ile birlikte sürtünmeden kaynaklı yongaların boyutları küçülmeler ve yine sürtünmeden kaynaklı Alt-üst tabaka yongalarının rutubet değerinde düşüşler meydana gelmiştir. Yonga boyutlarının küçülmesi ile birlikte tutkallanması gereken yüzey alanı artacağından ve yongaların tutkal emiliminin artıp yüzeyde olması gereken tutkalın yonga içerisine emilimi sonucunda oluşan levhanın şişme ve su alma değerini arttırmış, yongaların mikserde bekleme süresi arttıkça yonga rutubetindeki düşüşler taslak rutubetini de düşürmüştür ve bu nedenle levha şişme ve su alma değerlerinde artış meydana geldiği düşünülmektedir.

Gündüz ve Masraf 2005 yılında yaptıkları çalışmada "Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde su alma (24 saat) en düşük %75,12 en yüksek %86,31 olarak bulunmuştur (Gündüz ve Masraf, 2005)." Yine benzer bir çalışmada benzer bir Lyhnam 1968 ve Huş 1978 "Yonga rutubetinin az olması halinde tutkal yongalar tarafından absorbe edilir ve yüzeylerde yapışma için gerekli tutkal kalmayabilir (Lynam, 1968; Huş 1978). Aynı şekilde levhaların yüzey tabakası yeterince sıkıştırılmaz ve bunun sonucunda gevşek ve zayıf levha yüzeyi elde edilir. Yüksek rutubet ise presleme sırasında veya preslemeden sonra levhanın patlamasına sebep olabilir (Lyman, 1968)."

3.2.3 Rutubet

Rutubet ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin levha rutubetinde düşüşler meydana getirdiği gözlenmiştir. TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre yonga levhanın rutubet miktarı %5-13 arasında olması istenmektedir. Yapılan tez çalışmasında orta tabaka yongalarının mikserde beklemesi süresinin artmasıyla birlikte en yüksek rutubet değeri %7,0 olarak ölçülürken, en düşük levha rutubet değeri %5,86 olarak ölçülmüştür. Levha rutubet değeri TS EN 312 (2005) standardına uygun olduğu görülmüştür. Levhadaki rutubet düşüşünün mikserde bekleme süresi uzadıkça yongaların birbirlerine sürtünmesi sonucunda levha taslağının rutubetini düşürdüğü ve levha rutubetinde düşüşler meydana getirdiği düşünülmektedir.

Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi arttıkça levha rutubet değerlerinde düşüşler meydana geldiği görülmüştür. TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre yonga levhanın rutubet miktarı %5-13 arasında olması istenmektedir. Yapılan tez çalışmasında Alt-üst yongaların mikserde bekleme süresinin artmasıyla en yüksek rutubet değeri %6,7 olarak ölçülürken, en düşük %4,17 olarak ölçülmüştür. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi 50 saniyeden sonrasında TS EN 312 (2005) no'lu standardına uygun olmadığı gözlenmiştir. Levhadaki rutubet düşüşünün mikserde bekleme süresi uzadıkça yongaların birbirlerine sürtünmesi sonucunda levha taslağının rutubetini düşürdüğü ve levha rutubetinde düşüşler meydana getirdiği düşünülmektedir.

3.2.4 Eğilme Direnci

Eğilme direnci ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla levha eğilme direncine etkisi olmadığı düşünülmektedir. TS-EN 312-1 (2005)' e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilme direnci $\geq$ 10 N/mm^2 olmalıdır. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süreleri 30-70 saniye arasında değiştiğinde levha eğilme dirençlerinin $\geq$ 10 N/mm^2 olduğu gözlenmiştir.

Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi arttıkça eğilme direncinde düşüş olduğu görülmüştür. Eğilme direncindeki bu düşüşler alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla birlikte levha taslak yüzey rutubetinde düşüşler meydana geldiği düşünülmektedir. Rutubetin düşmesi ile birlikte levha pişirme sürecinde gerekli olan ısı iletiminin yeterli olmamasından kaynaklı levha direnç değerlerinde düşüş olduğu düşünülmektedir.

Kalaycıoğlu, 'Yüzey rutubeti arttıkça, dış tabaka özgül ağırlığı, eğilme direnci, özgül ağırlık maksimumunun miktarı artar. Çekme direnci sabit kalır ve maksimum özgül ağırlığının yüzeyden olan uzaklığı azalır' (Kalaycıoğlu, 2007).

Ortalama taslak rutubeti %15 (yüzey tabakaları %20, orta tabaka %13) olan levhalarda en yüksek eğilme direnci gerçekleşmiştir(174,23 kp/cm^2). En düşük eğilme direnci ise taslak rutubetinin %10 (yüzey tabakalar %11, orta tabaka%9,5) olduğu levhalarda elde edilmiştir(135,99 kp/cm^2). Ortalama taslak rutubetinin 12,7 (yüzey tabakaları %15,5, orta tabaka %11,4) olduğu levhalarda eğilme direnci 138,07 kp/cm^2'dir. %10 ve %12,7 taslak rutubetleri arasında eğilme direnci bakımından önemli bir farklılık bulunmamaktadır (Akbulut, 1999).

Presleme işleminde önce yonga keçesinin toplam rutubeti %15-16' nın üzerinde olduğu takdirde özgül ağırlığı 650 kg/m^3 olan levhaların imalinde kısa bir presleme süresinde rutubet, yonga paketinin içerisinden buharlanmaz. Bu durum sadece direnç özelliğinin düşmesine değil aynı zamanda levhanın orta yerinden patlamasına neden olur (Huş, 1979).

Yonga levhaların direnç ve boyut stabilitesini arttırmak için narinlik oranı yüksek olan uniform kalınlıktaki yongalar idealdir. Örnek olarak 15-25 mm uzunluk ve 0,25-0,38 mm kalınlığa sahip yongalarla mükemmel levha üretilebilir (Haygrenn ve Bowyer, 1985).

Levha mekanik özelliklerinden eğilme direnci, orta tabaka tutkallı yonga rutubeti %6,0-6,5 aralığında ortalama 13 N/mm^2 ile en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Levha mekanik özelliklerinden eğilme direnci, alt ve üst tabaka tutkallı yonga rutubeti %14-16 aralığında ortalama 13 N/mm^2 ile maksimum değerler elde edilmiştir (Aydın, 2016).

3.2.5 Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet Modülü ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artması levha eğilmede elastikiyet modülü direncinin etkilemediği düşünülmektedir. TS-EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilmede elastikiyet direnci $\geq$ 1600 N/mm^2 olması istenmektedir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süreleri 30-70 saniye arasında değişmesinde levha eğilmede elastikiyet modülü değerleri $\geq$ 1600 N/mm^2 olduğu gözlenmiştir.

Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi arttıkça levha eğilmede elastikiyet modülü direnç değerinde düşüşler meydana getirmiştir. TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre eğilmede elastikiyet modülü direnci $\geq$ 1600 N/mm^2 olması istenirken 70'inci saniyede göre eğilmede elastikiyet direnci değeri < 1600 N/mm^2 olduğu gözlemlenmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü direncindeki bu düşüşler alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla birlikte levha taslak yüzey rutubetinde düşüşler meydana geldiği düşünülmektedir. Rutubetin düşmesi ile birlikte levha pişirme sürecinde gerekli olan ısı iletiminin yeterli olmamasından kaynaklı levha eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerinde düşüş olduğu düşünülmektedir.

Levha elastikiyet modülü, orta tabaka tutkallı yonga rutubeti %6,0-6,5 aralığında 2300-2400 N/mm^2 ile en iyi değerler elde edilmiştir. Levha eğilmede elastikiyet modülü, alt ve üst tabaka tutkallı yonga rutubeti %14-15 aralığında 2300-2400 N/mm^2 ile en iyi sonuçlar elde edilmiştir (Aydın, 2016).

3.2.6 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla yüzeye dik çekme direncini etkilemediği gözlemlenmiştir. EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda yüzeye dik çekme direnci $\geq$ 0,24 N/mm^2 olması istenmektedir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süreleri 30-70 saniye arasında değişmesinde levha yüzeye dik çekme direnci değerlerinin $\geq$ 0,24 N/mm^2 olduğu gözlemlenmiştir.

Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi arttıkça levha yüzeye dik çekme direnci değerinde düşüşler meydana geldiği gözlemlenmiştir. TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre yüzeye dik çekme direnci $\geq$ 0,24 N/mm^2 olması istenirken 70'inci saniyede göre yüzeye dik çekme direnci değeri < 0,24 N/mm^2 olduğu gözlemlenmiştir. Yüzeye dik çekme direncindeki bu düşüşler alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla birlikte levha taslak yüzey rutubetinde düşüşler meydana geldiği düşünülmektedir. Rutubetin düşmesi ile birlikte levha pişirme sürecinde gerekli olan ısı iletiminin yeterli olmamasından kaynaklı levha yüzeye dik çekme direnci değerlerinde düşüş olduğu düşünülmektedir.

Budak, "Levha Taslağı rutubeti belirli sınarlar içerisinde olmalıdır. Taslak rutubeti yüksek olursa; presleme sırasında levhalarda patlama meydana gelir. Taslak rutubetinin çok az olması durumunda ise preslemeden sonra levhalar gevrek kırılgan bir yapıda olur" (Budak, 2010).

Lynam ve Huş "Yonga rutubetinin az olması halinde tutkal yongalar tarafından absorbe edilir ve yüzeylerde yapışma için gerekli tutkal kalmayabilir" (Lynam, 1968; Huş 1978). Aynı şekilde levhaların yüzey tabakası yeterince sıkıştırılmaz ve bunun

sonucunda gevşek ve zayıf levha yüzeyi elde edilir. Yüksek rutubet ise presleme sırasında veya preslemeden sonra levhanın patlamasına sebep olabilir (Lyman, 1968).

Yüzeye dik çekme direnci optimum olarak orta tabaka rutubeti %6,5, alt ve üst tabaka rutubeti %14 iken ortalama 0,42-0,44 N/mm^2 elde edilmiştir. Orta tabakada %7,5 rutubetin üzerinde, alt-ve üst tabakada ise %16 rutubetin üzerinde yüzeye dik çekme dirençlerinde keskin düşüşler, hatta levhalarda patlaklar tespit edilmiştir (Aydın, 2016).

3.2.7 Vida Tutma Direnci

Vida tutma direnci ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla vida tutma direncini etkilemediği gözlemlenmiştir. TS-EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda vida tutma direnci $\geq$ 450 N/mm^2 olması istenmektedir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süreleri 30-70 saniye arasında değişmesinde levha vida tutma direnç değerlerinin $\geq$ 450 N/mm^2 olduğu gözlemlenmiştir.

Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi arttıkça levha vida tutma dirençleri değerinde düşüşler meydana geldiği gözlemlenmiştir. Vida tutma direncine ilişkin referans değeri olarak, bu konuda yapılmış bir araştırmada (Günsel, 2004) maksimum değer olarak 572 N/mm^2 ve minimum değer olarak 310 N/mm^2 sonuçları bulunmuştur. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi 60'den sonra <310 N/mm^2 olduğu gözlemlenmiştir. Vida tutma direncindeki bu düşüşler alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla birlikte levha taslak yüzey rutubetinde düşüşler meydana geldiği düşünülmektedir. Rutubetin düşmesi ile birlikte levha pişirme sürecinde gerekli olan ısı iletiminin yeterli olmamasından kaynaklı levha eğilme direnci değerlerinde düşüş olduğu düşünülmektedir.

Lynam ve Huş "Yonga rutubetinin az olması halinde tutkal yongalar tarafından absorbe edilir ve yüzeylerde yapışma için gerekli tutkal kalmayabilir (Lynam, 1968; Huş 1978). Aynı şekilde levhaların yüzey tabakası yeterince sıkıştırılmaz ve bunun

sonucunda gevşek ve zayıf levha yüzeyi elde edilir. Yüksek rutubet ise presleme sırasında veya preslemeden sonra levhanın patlamasına sebep olabilir. (Lyman, 1968)".

Levha Taslağı rutubeti belirli sınarlar içerisinde olmalıdır. Taslak rutubeti yüksek olursa; presleme sırasında levhalarda patlama meydana gelir. Taslak rutubetinin çok az olması durumunda ise preslemeden sonra levhalar gevrek kırılgan bir yapıda olur (Budak, 2010).

Orta tabaka rutubeti %6,0-7,0 aralığında levha vida tutma dirençleri 620 N/mm^2 ile en ideal değerlerdedir.%6,0 rutubetin altında ve %7,0 rutubetin üzerinde vida tutma dirençlerinde belirgin düşüş tespit edilmiştir. Alt ve üst tabaka rutubet aralığı %12-16 vida tutma direnci açısından uygun çalışma aralığıdır. En yüksek vida tutma direnci sonuçları %14 alt-üst tabaka rutubetinde elde edilmiştir (Aydın, 2016)

3.2.8 Yüzey Sağlamlığı Direnci

Yüzey sağlamlığı direnci ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla yüzey sağlamlığı direnci etkilemediği gözlemlenmiştir. Tüm sonuçlar TS EN 312-2 standardında belirtilen ve minimum değer olarak görülen 0,80 N/mm^2 değerinden yüksek olması istenmektedir. Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süreleri 30-70 saniye arasında değişmesinde levha yüzey sağlamlığı direnci değerlerinin $\geq$ 0,80 N/mm^2 olduğu gözlemlenmiştir.

Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi arttıkça levha yüzey sağlamlığı direnci değerinde düşüşler meydana geldiği gözlemlenmiştir. TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre yüzey sağlamlığı direnci $\geq$ 0,80 N/mm^2 olması istenirken 40'ıncı saniyeden sonra yüzey sağlamlığı direnci değeri < 0,80 N/mm^2 olduğu gözlemlenmiştir. Yüzey sağlamlığı direncindeki bu düşüşler alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresinin artmasıyla birlikte levha taslak yüzey rutubetinde düşüşler meydana geldiği düşünülmektedir. Rutubetin düşmesi ile birlikte levha pişirme sürecinde yüzey tabakanın kavrularak gevşek kaldığı düşünülmektedir.

Levha yüzey sağlamlığı direnci orta tabaka tutkallı yonga rutubeti %6,0-6,5 aralığında ortalama 1,10 N/mm^2 değeri ile en ideal çalışma aralığı olduğu görülmüştür. %6,0 orta tabaka rutubetinin altında ve %6,5 orta tabaka rutubetinin üzerinde yüzey sağlamlığı düşüş göstermektedir. Alt ve üst tabaka yongalarının rutubet değeri %12'den %15'e kadar artmasıyla yüzey sağlamlığı direnci 0,83 N/mm^2 değerinden 1,15 N/mm^2 değerine %38,5 artış göstermiştir.%17 rutubetten itibaren ise yüzey sağlamlığının düştüğü tespit edilmiştir (Aydın, 2016)

4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1 Sonuçlar

Tüm dünyada düşük maliyetle yüksek kalitede üretim prensipleri benimsenmiştir. Ülkemizde yonga levha üretimi tamamen özel kuruluşlar tarafından yürütülmektedir. Yüksek kalite prensipleri yüksek maliyetlerle yüksek kalitede ürün üretmekle değil en düşük maliyette müşterinin ihtiyacını en iyi şekilde karşılayan ürünler üretmek yoluyla sağlamaktadırlar.

Her geçen gün özel sektörün Ar–Ge birimleri farklı ürün bulma, ürün çeşitliğini artırma ve piyasada lider olma konusunda çalışmalar yapmaktadır. Son yıllarda yonga levha üretiminde kullanılan kimyasal maddelerde iyileştirme ve değişikler yapılarak suya karşı daha dayanıklı, üst yüzeyleri daha parlak, yanmaya karşı daha dayanıklı, fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek levhalar üretilmeye başlanmıştır.

Bu gelişmeler ışığında bu çalışmada yonga levha üretiminde kimyasallar yanında yongaların mikserde bekleme sürelerinin levhaların mekanik ve yüzey özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarla yonga levha üretiminde yongaların mikserde ideal bekleme sürelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Yoğunluk değerlerinin incelenmesi sonucunda maksimum değerinin 607 kg/m^3 ve minimm değerinin 601 kg/m^3 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Deney levhalarının istenen sonuç yoğunluk değeri 600 kg/m^3'tür. Yongaların mikserin içinde bekletilme süreleri sonuç yoğunluğuyla bağlantılı değildir. Bununla beraber TS EN 312 (2005) göre yoğunluk sapması ±%10 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucu ortaya çıkan maksimum ve minimum yoğunluk değerleri bu aralığın içerisinde yer almaktadır.

Şişme değerlerinin incelenmesi sonucunda en yüksek şişme değeri CL40-SL30 saniyede %17,5 olduğu görülürken, en düşük şişme değeri ise CL50-SL30 saniyede % 15,0 olduğu görülmektedir. Alt-Üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin değişmesi sonucunda ise en şişme değeri CL50-SL70 saniyede %20,8

olduğu görülürken, en düşük şişme değeri ise CL50-SL30 saniyede %16,2 olduğu görülmektedir.

Su Alma değerlerinin incelenmesi sonucunda en su alama değeri CL30-SL30 saniyede %94,4 olduğu görülürken, en düşük su alma değeri ise CL50-SL30 saniyede % 85,1 olduğu görülmektedir. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin değişmesi sonucunda ise en su alma değeri CL50-SL70 saniyede%99,2 olduğu görülürken, en düşük su alma değeri ise CL50-SL30 saniyede %85,1 olduğu görülmektedir.

Levha rutubeti değerlerinin incelenmesi sonucunda en rutubet değeri CL30-SL30 saniyede %7,0 olduğu görülürken, en düşük rutubet değeri ise CL70-SL30 saniyede %5,86 olduğu görülmektedir. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin değişmesi sonucunda ise rutubet değeri CL50-SL30 saniyede%6,47 olduğu görülürken, en düşük su alma değeri ise CL50-SL70 saniyede %4,17 olduğu görülmektedir.

Eğilme direnci değerlerinin incelenmesi sonucunda en yüksek eğilme direnci değeri CL50-SL30 saniyede 11,2 (N/mm^2), en düşük eğilme direnci değeri ise CL70-SL30 saniyede 10,0 (N/mm^2) olduğu görülmektedir. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme sürelerinin değişmesi sonucunda ise en yüksek eğilme direnci değeri CL50-SL30 saniyede 11,2 (N/mm^2), en düşük eğilme direnci değeri ise CL50-SL70 saniyede 6,8 (N/mm^2) olduğu görülmektedir. TS-EN 312-1 (2005)' e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilme direnci ≥ 10 N/mm^2 olmalıdır.

Orta tabaka yongalarının mikserde bekleme süreleri 30-70 saniye arasında değiştiğinde levha eğilme direnci ≥ 10 N/mm^2 olduğu gözlenmiştir. Alt-üst tabaka yongalarının mikserde bekleme süresi arttıkça eğilme direncinde düşüş olduğu görülmüştür. Orta ve alt-üst tabaka yongaların mikserde bekleme sürelerinin artmasıyla levha rutubetinde düşüşler meydana gelmiştir.

Elastikiyet Modülü değerlerinin incelenmesi sonucunda en yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri CL50-SL30 saniyede 2225 (N/mm^2), en düşük eğilmede

elastikiyet modülü değeri ise CL70-SL30 saniye beklemede 1986(N/mm^2) olduğu görülmektedir. Alt-üst tabakada ise en yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri CL50-SL30 saniye beklemede 2185 (N/mm^2), en düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri ise CL50-SL70 saniye beklemede 1526 (N/mm^2) olduğu görülmektedir. TS-EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilmede elastikiyet direnci $\geq$ 1600 N/mm^2 olmalıdır.

Yüzeye dik çekme direnci değerlerinin incelenmesi sonucunda en yüksek çekme direnci değeri CL50-SL30 saniyede 0,49 (N/mm^2), en düşük yüzeye dik çekme direnci değeri CL30-SL30 saniyede 0,37 (N/mm^2) olduğu görülmektedir. Alt-üst tabakanın mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek yüzeye dik çekme direnci değerinin CL50-SL30 saniyede 0,47 (N/mm^2), en düşük yüzeye dik çekme direnci değeri ise CL50-SL70 saniyede 0,23 (N/mm^2) olduğu görülmektedir. EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda yüzeye dik çekme direnci $\geq$ 0,24 N/mm^2 olmalıdır.

Vida Tutma direnci değerlerinin incelenmesi sonucunda en yüksek vida tutma direnci değeri CL50-SL30 saniyede 728 (N), en düşük vida tutma direnci değeri CL30-SL30 saniyede 596 (N) olduğu görülmektedir. Alt-üst tabakanın mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek vida tutma direnci değerinin CL50-SL30 saniyede 723 (N), en düşük vida tutma direnci değeri ise CL50-SL70 saniyede 376 (N) olduğu görülmektedir. TS-EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda vida tutma direnci $\geq$ 450 N/mm^2 olmalıdır.

Yüzey Sağlamlığı direnci değerlerinin incelenmesi sonucunda en yüksek yüzey sağlamlığı direnci değeri CL50-SL30 saniyede 1,12 (N/mm^2), en düşük yüzey sağlamlığı direnci değeri CL30-SL30 saniyede 0,90 (N/mm^2) olduğu görülmektedir. Alt-üst tabakanın mikserde bekleme süresinin değişmesi ile en yüksek yüzey sağlamlığı direnci değerinin CL50-SL30 saniyede 1,10 (N/mm^2), en düşük yüzey sağlamlığı direnci değeri ise CL50-SL70 saniyede 0,62 (N/mm^2) olduğu görülmektedir.

4.2 Öneriler

Yapılan bu çalışma sonucunda elde ettiğimiz verilere göre orta tabaka yongaların mikserde bekleme süresi ortalama 50 saniye; alt-üst tabaka yongaların bekleme süresinin 30 saniye olduğunda fiziksel ve mekanik özelliklerin optimum noktaya ulaştığı görülmüştür.

Bu şartları sağlamak amacıyla aşağıdaki işlemler veya uygulamalar yapılabilir.

1- Mikser çıkışlarında bulunan Blender Kontrol Sistemi (BCU) çalışır durumda tutulması. BCU sistemi yongaların mikserde bekleme süresini motor amperi yardımıyla ayarlayan istenilen amper değerine göre klape pozisyonunu ayarlayan sistemdir.

2- Orta tabaka mikserde yonganın ileri hareketini sağlayan ayak (boynuz) açıları tutkal enjektör karışışında bulunan ayaklarda 5-10^{o} aralığında, diğer ayaklardaki açılar ise 20-30^{o} olacak şekilde ayarlanması, Üst tabaka mikserinde ise mikser ayak açısı 5-10^{o} olacak şekilde ayarlanması. Ayak açıları ile yongaların mikserde bekleme süreleri ayarlanır. Mikser ayak arttıkça mikserde bekleme süresi kısalır azaldıkça artar. Periyodik olarak sürtünmeden dolayı aşınan ayakların değiştirilmesi ve ayak açılarının periyodik kontrolünün yapılması.

3- İşletme şartlarına göre mikser akımlarının sürekli kontrolünün yapılması ve akımlar yükseldiğinde mikser temizliğinin yapılması. BCU sisteminin çalışmadığı durumlarda otomasyon ekranında uyarı verilmesi ve gerekli müdahalenin yapılması.

4- Mikserde soğutma amacıyla kullanılan suyun giriş-çıkış sıcaklıklarının ve mikser gövde sıcaklığının sürekli kontrol altında tutulması. Soğutma suyu sıcaklığı 6-10 C^{o} arasında olmalıdır. Mikser gövde ve karıştırıcı ayaklar içerisinde dolaşan soğuk su mikser içinde çiğlenme etkisi oluşturarak tutkallı yonganın mikser gövdesine yapışmasını engeller.

5- Mikser girişine yongaların ileri hareketini rahatlıkla sağlaması amacıyla yönlendirici helezon kanadı konulması.

6- Tutkallanan yongaların mikser çıkışında sürekli rutubet kontrolü yapılması.

7- Tutkallanan yongaların mikser çıkışında sürekli sıcaklık kontrolünün yapılması.

KAYNAKLAR

Akbulut, T. (2000). Dünya'da ve Türkiye'de MDF endüstrisinin genel durumu, Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi, 3: 44-47.

Akkılıç, H. (1998). Farklı Yüzey Malzemeleri ile Kaplanmış Yonga Levhalarda Teknolojik Özelliklerin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programı, İstanbul, 142 s.

Akyüz, İ. (2004). Avrupa Birliğine giriş sürecinde Türkiye ile Avrupa Birliği üye ülkelerin yonga levha dış ticareti. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3 (4): 124-134.

Anon. (1975). *Adhesive Bonding of Wood*. US Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin, No: 1512, Washington.

Aslan, M. (2007). İçme Suyu Atık Çamurunun Çimentolu Yonga Levha Üretiminde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 135 s.

Atar, İ. (2012). Sertleştirici Türü, Üre Kullanımı ve Depolama Süresinin Yonga Levhanın Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 148 s.

Avcı, E. (2007). Türkiye'de Üretilen Yonga ve Lif Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin TS EN Standartlarına Uygunluğunun ve Tutarlılığının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 162 s.

Aydın, U. (2016).Yonga Geometrisi Ve Taslak Rutubet Değişimlerinin Yonga Levha Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.

Ayrılmış, N. (2000), MDF' nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bardak, S. (2010). Bazı faktörlerin yonga levhanın teknolojik özellikleri üzerine etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği

Baharoğlu, M. (2010). Ağaç Türü, Parafin Kullanım Miktarı ve Uygulama Şeklinin Yonga Levhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 155 s

Biçer, A. (2014). Sodyum Karboksimetilselüloz (Na-Cmc) Modifiyeli Yonga Levha Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Bilim Dalı, Bartın, 169 s.

Berkel, A. (1953). Deşelerden faydalanma imkanlarından talaş levhaları imali. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 3 (1-2): 3-17

Budak, S. (2010) III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010 Cilt: V Sayfa: 1887-1898

Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1985). Yonga Levha Endüstrisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, No: 3311/372, İstanbul, 263 s.

Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1986). Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1990). Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 3311/372, İstanbul, 263 s.

Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1990). Yongalevha Endüstrisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No:413, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Bozkurt, Y. (1992). Odun Anatomisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Conner, A.H. (2001). Urea Formaldehyde Adhesive Resins. Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501.

Çakmak, E. (2008). Bazı Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Yonga Levhaların Yanma Direncinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük, 92 s.

Çolakoğlu, G. (2004). Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi,

Dayanıklıoğlu, S. (2004), Türkiye'de Lif Levha ve Yonga Levha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programı, İstanbul.

Dayanıklıoğlu, S. (2009). Türkiye'de Yonga Levha ve Lif Levha (MDF) Sanayi, Yonga

Erdil, Y. Z. ve Avcı E. (2009). Türkiye'de Üretilen Yonga ve Lif Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin TS EN Standartlarına Uygunluğunun ve Tutarlılığının Belirlenmesi, Muğla Üniversitesi Yayınları Araştırma Projesi, Muğla.

Eroğlu, H. , Usta, M. (2000), Lif Levha Üretim Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 200, Fakülte Yayın No: 30, Trabzon.

Geçgel, A. (2010). Bağ Budama Artıklarından Elde Edilen Yonga Levhaların Çeşitli Malzemeler ile Güçlendirilerek Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 131 s.

Goncalves, F.G., Lelis, R.C.C. ve Oliveria, J.T.D. (2008). Influence of the composition of tannin-urea-formaldeyde resins the physieal and mechanics properties of particle board. Revista Arvore, 32 (4): 715-722.

Göker Y., Kantay R. ve Kurtoğlu A. (1984). Üç tabakalı ve okal tipi yonga levhaların teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Türkiye, İstanbul, 3: 243/367.

Göker, Y. (2000). Değişik yöntemlerle üretilmiş yonga levhaların kullanım yerleri. Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi, 7:128-133.

Güler, C. (2001). Pamuk (Gossypium hirsitum L.) Saplarından Kompozit Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 121 s.

Güler, C. , Özen, R., Kalaycıoğlu, H. (2001), Pamuk Saplarından Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 4, Sayı 1.

Han, J.S. (1998). Properties of Nonwood Fibers, In: Proceedings of The Korean Society of Wood Science and Technology Annual Meeting, Korea, pp. 3–12.

Hsy, C.Y. (2009). Development of Melamine Modified Urea Formaldehyde Resins Based on Strong Acidic pH Catalyzed Urea Formaldeyde Polymer. Forest Products Journal, 59 (5): 19-24.

Huş, S. (1979). Teknolojik faktörlerin yongalevhanın özellikleri üzerine etkisi. istanbul üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29-34, 2.

Işık, H. (2014). Alkil Keten Dimer Kimyasalının Yonga Levhada Parafine İkame Olarak Kullanımının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce, 93 s.

İstek, A. (1999), Buğday Saplarından (Triticum aestivum L.) Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 156 s.

İstek, A. (2010), Ders Notları, Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın

Kalaycıoğlu, H. (1991). Sahil Çamı (Pinus pinaster Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkânları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Trabzon 132 s.

Kalaycıoğlu, H. (2006). Yonga Levha Endüstrisi Basılmamış Ders Notları. KTÜ, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon

Kalaycıoğlu, H. ve Özen, R. (2009). Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları. KTÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

Karakuş, B. (2007). Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 147 s.

Kollmann, F.P., Kuenzi, E.W. ve Stamm, A.J. (1975). Principles of wood science andtechnology. Wood based materials. *Springer-Verlag,* New York Heidelberg Berlin. 2: 139-149.

LYNAM, F.C. 1969 : Factors Influencing the Properties of Wood Chipboard. in: L.Mitlin: Particleboard Manufacture and Aplica-tions.Pressmedia Books Ltd., U.K

Maminski, M.L., Borysiuk, P. ve Parzuchowski, P.G. (2008). *Improved Water Resistance of Particle Boards Bonded with Glutaraldehyde Blended UF Resin*. Holz Als Roh-Und Werkstoff, 66 (5): 381-383.

NACAR, M., 1997: Okaliptüs Odununun Yonga I^evha Üretiminde Kullanılması imkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Ndazi, B., Tesha, J. V. ve Bisanda E. T. N., (2006). Some opportunities and challenges of producing bio-composites from non-wood residues. Journal Material Science, 41: 6984–6990.

Nemli, G. (1995). Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 87 s.

Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H. (2000). Yonga Levha Teknolojisi. Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi, Sayı: 7.

Nemli, G. ve Çolak, S. (2002). Laminant Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları. Ağaç Makineleri Dergisi, 4: 46-48.

Nemli, G. ve Aytaç, A. (2002). Üre Formaldehit Tutkallar. Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47 (6): 218.

Öktem, E. (1979). *Ormangülü (Rhododendron ponticum L.) Odunundan Yonga Levha Yapılması Üzerine Araştırmalar*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:113.

Özdamar, İ.H. (2007.) Orman Ürünleri Endüstrisinde İstatiksel Kalite Kontrol: Yonga Levha Üretiminde Bir Çalışma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, ISSN: 1302-7085, 1: 79-91.

Özen, R. (1975). Dikey Yongalı Levhalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXV, Sayı 2.

Özen, R. (1980). Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları,Yayın No: 30, Trabzon.

Özen, R., Kalaycıoğlu, H. (2007). Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon

Pizzi, A. (1983). Wood Adhesives: Chemistry and Technology. Vol. 1, Marcel Dekker, New York, USA.

Roffael, E. (1987). Drying of pine particles and the effect on the strength of particleboard. In: Proceedings, 21st international particleboard/composite materials symposium; 1987 March 24–26; Pullman, WA. Pullman, WA: Washington State University.

Rowell, R.M. ve Simonson, R. (2000). A New Process for The Continuous Acetylation of Lignoceilulosic Fiber. In: Proceedings of the 5th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium; December 10-13, Canberra, Australia, Department of Forestry, The Australian Natlonai University, 190-196.

Sarı, B. (2011). Yonga Kurutma Sıcaklığının Yonga Levhanın Fiziksel, Mekanik ve Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 118 s.

Schmıdt, R.G. (1998). Aspect Of Wood Adhesion: Application Of 3C CP/MAS NMRA and Fracture Testing. Doctorate thesis Virginia Polytechnic Institute and State University January 30, 1998 Blacksburg, Virginia s.10.

Suchsland, O. ve Woodson, E.G. (1986). Fiberboard Manufacturing Practices in the United States. U.S. Department of Agriculture, Forest Service No:640, Lousiana,

Tunç, H. (2012). Silan Modifiyeli Fenol Formaldehit Tutkalı ile Üretilmiş Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 100 s.

TS 1617 (1974). Yongalevhaları (Yatık Yongalı, Yapıda Kullanılan), TSE, Ankara.

TS 180 (1978). Yongalevhaları (Yatık Yongalı, Genel Amaçlar için), TSE, Ankara.

TS EN 309 (1999). "Ahşap Yongalevhalar-Tarif ve Sınıflandırma", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara .

Tank, T. (1993). Tutkallar ve Yapıştırma Tekniği, İ.Ü Orman Fakültesi Yüksek Lisans Ders Notları (Basılmamıştır). İstanbul.

Taşkın, O. (1973). Kabukların Lif Levha Yapımında Kullanılması. Or. Ens. Der. 19 (1): 23-32.

TS-EN 309 (1999). Ahşap yonga levhalar tarif ve sınıflandırma, TSE, Ankara.

TS-EN 310 (1993). Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.

TS-EN 312-1 (2005). Yonga levhalar, Bölüm 1: Bütün Levhalar İçin Genel Özellikler, TSE, Ankara.

TS-EN 312-2 (2005). Yonga levhalar, Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri, TSE, Ankara.

TS-EN 312-3 (2005). Yonga levhalar, Bölüm 3: Kuru şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri, TSE, Ankara.

TS EN 317 (1999). Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, TSE, Ankara.

TS EN 319 (1999). Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.

TS-EN 322 (1999). Ahşap Levhalar, Rutubet Miktarının Tayini, TSE, Ankara.

TS-EN 323-1 (1999). Ahşap Yonga Levhalar, Özgül Kütlenin Tayin Edilmesi, TSE, Ankara.

TS-EN 323 (1999). Ahşap Esaslı Levhalar, Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini. TSE, Ankara.

TS-EN 326-1 (1999). Ahşap Esaslı Levhalar Numune Alma Kesme ve Muayene Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi, TSE, Ankara.

URL-1 http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2012/Orman%20Urunleri%20Rapor_2011.pdf, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 2012 Yılı Orman Ürünleri Raporu, 05 Ekim 2015.

URL-2 http://mobilyacitaner.com/mutfak-dolabi/

URL-3 (2013). http://www.hombak.com/Drum-chipper.35.0.html?L=2, Hombak Maschinen und Anlagenbau, Drum Chipper, 05 Ekim 2015.

URL-4 (2016). https://www.maschinensucher.de/dokumente/2328716.pdf, Maschinensucher, Pallmann PZKR, 14 Şubat 2016.

Usta, P. (2011). Çay Bitkisi Atıklarından Elde Edilen Kompozit Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Isparta, 123 s

Uysal, B. ve Kurt, Ş. (2005). Dimensional stability of laminated veneer lumbers manufactured from using diff erent adhesives aft er the steam test. GU J Sci 18: 681-691.

Yeniocak, M. (2008). Bağ Budama Artıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Muğla.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	:	Sinan METİN
Doğum Yeri ve Tarihi	:	Elazığ, 25.12.1990
Medeni Hali	:	Evli
Yabacı Dili	:	İngilizce
E-Posta Adresi	:	smetin@keas.com.tr sinan_metin23@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi	:	Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği
Yüksek Lisans Öğrenimi	:	Kastamonu Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

İş Deneyimi

Stajlar	:	Kastamonu Entegre MDF (2010), Kastamonu Entegre Yonga Levha (2011).
Çalıştığı Kurumlar	:	Kastamonu Entegre A.Ş. 2013-Devam ediyor. Glacier Park Lodge Hotel, Montana, USA (2015).