

**T.C.**  
**BARTIN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**ORMAN ÜRÜNLERİ KİMYASI VE TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI**

**SODYUM KARBOKSİMETİLSELÜLOZ (Na-CMC) MODİFİYELİ YONGA**  
**LEVHA ÜRETİMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**



**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Abdullah İSTEK**

**BARTIN-2014**

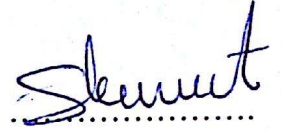
## KABUL VE ONAY

Aziz BİÇER tarafından hazırlanan “SODYUM KARBOKSİMETİLSELÜLOZ (Na-CMC) MODİFİYELİ YONGA LEVHA ÜRETİMİ” başlıklı bu çalışma, 27.08.2014 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy çokluğu/oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

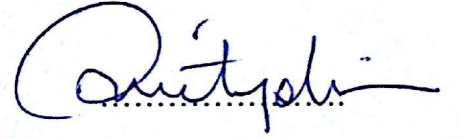
Başkan : Doç. Dr. Abdullah İSTEK (Danışman)



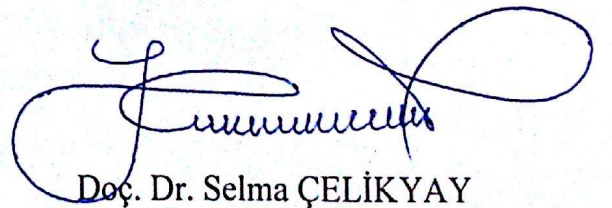
Üye : Doç. Dr. Şeref KURT



Üye : Yrd. Doç. Dr. Deniz AYDEMİR



Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..../..../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Doç. Dr. Selma ÇELİKAY

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Abdullah İSTEK danışmanlığında hazırlamış olduğum " SODYUM KARBOKSİMETİLSELÜLOZ (Na-CMC) MODİFİYELİ YONGA LEVHA ÜRETİMİ " adlı Yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

... / ... / ...

Aziz BİÇER



## ÖN SÖZ

“Sodyum Karboksimetilselüloz (Na-CMC) Modifiyeli Yonga Levha Üretimi” isimli bu çalışma, Bartın 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 Doç. Dr. Abdullah İSTEK’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm öğrenim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen kıymetli babam Mehmet BİÇER ve annem Suzan BİÇER ve çok değerli ablam Rahime BİÇER’e ve hayat arkadaşım Emel BEDEL’e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Aziz BİÇER

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### SODYUM KARBOKSİMETİLSELÜLOZ (NA-CMC) MODİFİYELİ YONGA LEVHA ÜRETİMİ

Aziz BİÇER

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Abdullah İSTEK

BARTIN-2014, Sayfa: XIX+149

Bu çalışmada, sodyum karboksimetilselüloz (Na-CMC) modifiyeli üre formaldehit tutkalı (UF) ile yonga levhalar üretilmiştir. UF modifikasyonunda kullanılan Na-CMC' nin oranının yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada %55 iğne yapraklı, %45 yapraklı odun yongaları kullanılmıştır. UF/Na-CMC modifiyeli tutkallar %100/0, 95/5, 90/10, 85/15, 80/20, 75/25, 70/30, 65/35, 60/40, 55/45, 50/50 oranlarında kullanılarak deney levhaları üretilmiştir. Na-CMC' nin levha özelliklerine etkisini belirlemek için deney levhalarının fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre %5–20 arasında Na-CMC ilavesinin yonga levhaların mekaniksel özelliklerinden iç yapışma direncini %6-40 arasında değişen oranlarda iyileştirdiği belirlenmiştir. En yüksek iç yapışma direnci %20 Na-CMC ilaveli levhalarda  $0,63 \text{ N/mm}^2$  olarak bulunmuştur. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü Na-CMC kullanımının artması ile azaldığı tespit edilmiştir. Kontrol levhasında eğilmede elastikiyet modülü ortalama  $2920 \text{ N/mm}^2$  iken bu değer %50 Na-CMC kullanılan test levhalarında  $1451 \text{ N/mm}^2$  bulunmuştur. Na-CMC kullanımı deney levhaların fiziksel özelliklerden su alma ve şişme miktarlarını olumsuz olarak etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler**

Odun esaslı levhalar, Yonga levha, Üre formaldehit (UF), Sodyum Karboksimetilselüloz (Na-CMC)

**Bilim Kodu**

502.06.01.

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **SODIUM CARBOXYMETHYLCELLULOSE (NA-CMC) MODIFIED PARTICLEBOARD PRODUCTION**

**Aziz BİÇER**

**Bartın University**

**Graduate School of Applied Sciences**

**Forest Industry Engineering**

**Department of Chemistry and Technology of Forest Products**

**Thesis Advisor: Assoc. Prof. Abdullah İSTEK**

**Bartın-2014, Pp: XIX+149**

In this study, particleboards are produced with sodium carboxymethylcellulose (Na-CMC) modified urea formaldehyde glue (UF). The effect of the ratio of Na-CMC used in UF modification over the physical and mechanical properties of particleboards was analyzed. In the study 55% softwood and 45% hardwood chips were used. UF/Na-CMC modified glue with the ratios of 100/0%, 95/5, 90/10, 85/15, 80/20, 75/25, 70/30, 65/35, 60/40, 55/45, 50/50 were used to manufacture test boards. The physical and mechanical properties of the sample boards were determined to find out the effect of Na-CMC over the boards properties. According to the derived results it was determined that addition of Na-CMC within 5-20% ratio increased internal bonding strength between the range of 6-40%. The highest IB strength with the value of 0,63 N/mm<sup>2</sup> was determined at 20% Na-CMC added boards. It was determined that bending strength and the modulus of elasticity (MOE) were decreased by increasing of the Na-CMC. While the modulus of elasticity value 2920 N/mm<sup>2</sup> on the control board, it was found 1451 N/mm<sup>2</sup> on the test boards produced with 50% Na-CMC. It was also found that using Na-CMC affected negatively over the swelling and water absorption values of the physical properties of sample boards.



**Key Words**

Wood based panels, Particleboard, Urea Formaldehyde (UF), Sodium carboxymethylcellulose (Na-CMC)

**Science Code**

502.06.01.

# İÇİNDEKİLER

|   | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| KABUL VE ONAY .....   | ii           |
| BEYANNAME .....   | iii          |
| ÖN SÖZ.....   | iv           |
| ÖZET .....  | v            |
| ABSTRACT .....  | vii          |
| İÇİNDEKİLER.....  | ix           |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....   | xiv          |
| TABLolar DİZİNİ.....  | xvii         |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                              | xviii        |
| <br>  |              |
| BÖLÜM I GİRİŞ.....  | 1            |
| <br>  |              |
| 1.1 Kompozit ve Ahşap Esaslı Kompozit Malzemeler.....             | 2            |
| 1.1.1 Kompozit Malzemelerin Sağladığı Bazı Avantajlar .....       | 2            |
| 1.1.2 Kompozit Malzemelerin Neden Olduğu Dezavantajlar .....      | 3            |
| 1.1.3 Ahşap Esaslı Kompozit Levhaların Sınıflandırılması .....    | 4            |
| 1.2 Yonga Levha Endüstrisi.....                                   | 5            |
| 1.2.1 Yonga Levhanın Tanımı.....                                  | 5            |
| 1.2.2 Yonga Levhaların Sınıflandırılması.....                     | 6            |
| 1.2.2.1 Yonga Levhaların Genel Sınıflandırılması .....            | 6            |
| 1.2.2.2 Yonga Levhaların TS EN 309'a Göre Sınıflandırılması.....  | 7            |
| 1.2.3 Yonga Levhaların Genel Özellikleri .....                    | 9            |
| 1.2.4 Yonga Levhanın Kullanım Alanları .....                      | 10           |
| 1.2.4.1 Yatay Preslenmiş Yonga Levhaların Kullanım Alanları ..... | 10           |
| 1.2.4.2 Çimentolu Yonga Levhaların Kullanım Alanları.....         | 12           |
| 1.2.4.3 Etiketli Yonga Levhaların Kullanım Alanları .....         | 13           |

|   |    |
|---|----|
| 1.2.4.4 Odun ve Ziraai Atıklarından Elde Edilen Yonga Levhaların<br>Kullanım Alanları ..... | 13 |
| 1.2.4.5 Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (OSB) Kullanım Alanları.....                        | 13 |
| 1.2.4.6 Kalıplanmış Yonga Levhaların (Werzalit) Kullanım Alanları.....                      | 14 |
| 1.2.4.7 Okal Tipi Yonga Levhaların Kullanım Alanları .....                                  | 15 |
| 1.2.5 Yonga Levha Üretiminin Tarihsel Gelişimi .....  | 15 |
| 1.2.5.1 Dünyada Yonga Levha Üretiminin Tarihsel Gelişimi .....                              | 15 |
| 1.2.5.2 Türkiye’de Yonga Levha Üretiminin Tarihsel Gelişimi.....                            | 16 |
| 1.2.5.3 Türkiye’de Yonga Levha Üretim Teknolojisi .....                                     | 17 |
| 1.2.6 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler .....                                   | 18 |
| 1.2.6.1 Odun Hammaddesi.....  | 20 |
| 1.2.6.2 Diğer Ligno-selülozik Hammaddeler.....  | 28 |
| 1.2.6.3 Yapıştırıcı Maddeler (Tutkallar).....   | 29 |
| 1.2.6.4 Katkı Maddeleri .....   | 41 |
| 1.2.7 Yonga Levha Üretim Teknolojisi.....   | 49 |
| 1.2.7.1 Odun Hammaddesinin Depolanması.....   | 50 |
| 1.2.7.2 Kabuk Soyma .....   | 52 |
| 1.2.7.3 Yongalama.....  | 54 |
| 1.2.7.4 Kurutma .....   | 60 |
| 1.2.7.5 Yongaların Sınıflandırılması (Eleme).....   | 64 |
| 1.2.7.6 Yongaların Taşınması .....  | 66 |
| 1.2.7.7 Yongaların Depolanması .....  | 68 |
| 1.2.7.8 Yongaların Tutkallanması.....   | 70 |
| 1.2.7.9 Tutkal Hazırlanması ve Diğer Kimyasalların İlavesi .....                            | 71 |
| 1.2.7.10 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme).....  | 73 |
| 1.2.7.11 Presleme .....   | 76 |
| 1.2.7.12 Sıcak Presleme Sonrası İşlemler .....  | 80 |

|   |            |
|---|------------|
| 1.2.7.13 Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları.....                       | 82         |
| 1.2.7.14 Bazı Faktörleri Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri<br>Üzerine Etkileri..... | 85         |
| 1.3 Selüloz ve Türevleri.....   | 96         |
| 1.3.1 Selüloz Eterleri .....  | 98         |
| 1.3.1.1 CMC Tarihçesi .....   | 99         |
| 1.3.1.2 CMC Kimyasal Yapısı.....  | 99         |
| 1.3.1.3 CMC Kullanım Yerleri.....   | 100        |
| <b>BÖLÜM II MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>   | <b>103</b> |
| 2.1 Materyal.....   | 103        |
| 2.1.1 Odun Hammaddesi .....   | 103        |
| 2.1.2 Yapıştırıcı Madde.....  | 103        |
| 2.1.3 Sertleştirici Madde.....  | 104        |
| 2.1.4 Sodium Carboxymethyl Cellulose (Na-CMC) .....                                       | 104        |
| 2.2 Yöntem .....  | 106        |
| 2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi .....  | 106        |
| 2.2.2 Yongaların Elenmesi.....  | 106        |
| 2.2.3 Yongaların Kurutulması.....   | 106        |
| 2.2.4 Na CMC Çözeltisi Hazırlanması .....   | 107        |
| 2.2.5 UF tutkalının Na-CMC ile Modifiye Edilmesi ve Yongaların Tutkalanması.....          | 108        |
| 2.2.6 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) ve Ön Presleme.....                          | 109        |
| 2.2.7 Sıcak Pres .....  | 110        |
| 2.2.8 Presleme Sonrası İşlemler .....   | 111        |
| 2.2.9 Zımparalama.....  | 112        |
| 2.2.10 Numaralandırma ve Boyutlandırma .....  | 112        |

|  | <b><u>Sayfa</u></b> |
|--|---------------------|
| 2.2.11 Numunelerin Kondisyonlanması .....                    | 113                 |
| 2.3 Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini .....       | 113                 |
| 2.3.1 Fiziksel Özellikler .....                              | 113                 |
| 2.3.1.1 Yoğunluk .....                                       | 113                 |
| 2.3.1.2 Su Alma ve Kalınlığa Şişme Deneyi .....              | 114                 |
| 2.3.2 Mekanik Özellikler .....                               | 115                 |
| 2.3.2.1 Eğilme Direnci .....                                 | 115                 |
| 2.3.2.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü .....                    | 116                 |
| 2.3.2.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci .....                       | 116                 |
| <br>   |                     |
| BÖLÜM III BULGULAR VE İRDELEME .....                         | 118                 |
| <br>   |                     |
| 3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular ..... | 118                 |
| 3.1.1 Özgül Kütle .....                                      | 118                 |
| 3.1.2 Su Alma ve Kalınlığına Şişme .....                     | 119                 |
| 3.1.2.1 Su Alma Oranı (2 saat) .....                         | 120                 |
| 3.1.2.2 Su Alma Oranı (24 saat) .....                        | 121                 |
| 3.1.2.3 Kalınlığa Şişme Oranı (2 saat) .....                 | 122                 |
| 3.1.2.4 Kalınlığa Şişme Oranı (24 saat) .....                | 124                 |
| 3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular .....  | 125                 |
| 3.2.1 Yüzeye Dik Çekme Direnci .....                         | 125                 |
| 3.2.2 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü .....    | 127                 |
| 3.2.2.1 Eğilme Direnci .....                                 | 128                 |
| 3.2.2.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü .....                    | 130                 |
| <br>   |                     |
| BÖLÜM IV SONUÇ VE ÖNERİLER .....                             | 132                 |

|                    | <b><u>Sayfa</u></b> |
|--------------------|---------------------|
| 4.1 Sonuçlar ..... | 133                 |
| 4.2 Öneriler ..... | 138                 |
| <br>               |                     |
| KAYNAKLAR .....    | 140                 |
| ÖZ GEÇMİŞ .....    | 149                 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

| Şekil<br>No  | Sayfa<br>No |
|--|-------------|
| 1. Ahşap plastik kompozit malzemeler.....  | 2           |
| 2. Ahşap kompozit malzemelerin sınıflandırılması .....   | 4           |
| 3. Farklı kalınlıklarda yonga levla panelleri.....   | 5           |
| 4. Yonga levhaların mobilya üretiminde kullanılması .....  | 11          |
| 5. Çimentolu yonga levha.....  | 12          |
| 6. Yönlendirilmiş yonga levha kulübe yapımında kullanımı.. ..  | 13          |
| 7. Werzalit metodu ile üretilen masa tablaları .....   | 14          |
| 8. Yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanılan ağaçlardan bazıları a:Sarıçam<br>( <i>Pinus silvestris</i> L ), b:Kayın ( <i>Fagus sp.L.</i> ), c:Kavak ( <i>Populus sp.</i> ), d:Gökmar (Abies<br>sp.Mill.)..... | 21          |
| 9. Odunun kimyasal bileşenleri. ....   | 22          |
| 10. Selüloz molekülünün kimyasal yapısı .....  | 24          |
| 11. Selülozun bağ yapısı. ....   | 24          |
| 12. Meyer ve Misch'e göre doğal selülozdaki hidrojen bağları .....   | 24          |
| 13. Ligninin aromatik yapı birimleri .....   | 27          |
| 14. Monometil üre oluşumu .....  | 32          |
| 15. Monometil ürenin üre formaldehite dönüşmesi.....   | 32          |
| 16. Üre/Formaldehit mol oranı .....  | 34          |
| 17. Üre/Formaldehit mol oranına bağlı sertleşme süresi .....   | 35          |
| 18. Fenol ve formaldehidin birleşmesi sonucu Trimetilol-Fenol oluşması. ....   | 36          |
| 19. Fenol formaldehit oluşumu.....   | 36          |
| 20. İzosiyanat gruplarıyla odun arası etkileşimler.....  | 40          |
| 21. Parafin.....   | 42          |
| 22. a. Amonyum Klorür ( $NH_4Cl$ ), b. Amonyum Sülfat ( $(NH_4)_2SO_4$ ).....  | 44          |
| 23. Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi .....   | 46          |
| 24. Yatık yongalı levhalarda üretim şeması.....  | 48          |
| 25. Odun hammadde sahası.....  | 51          |
| 26. Döner tamburlu kabuk soyucu.....   | 53          |
| 27. Hombak typ HMT tamburlu yongalama makinesi .....   | 55          |
| 28. Odundan ve diğer sanayi atıklarından elde edilen yongalar.....   | 55          |
| 29. Normal yongalayıcı makro değirmen .....  | 56          |

| <b>Şekil</b>   | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| <b>No</b>  | <b>No</b>    |
| 30. Pallmann ince yongalayıcı mikro değirmen.....  | 57           |
| 31 İnce yongalayıcı mikro değirmen.....  | 58           |
| 32. Büttner tamburlu kurutucu.....   | 62           |
| 33. Yongaların kurutulması. ....   | 62           |
| 34. Yongaların sarsıntılı elekte elenmesi.....   | 65           |
| 35. Yongaların Pallmann <i>DYNASCREEN</i> elekte elenmesi.....   | 65           |
| 36. a. Zincirli taşıyıcı, b. Bantlı taşıyıcı, c. Kovalı taşıyıcı, d. Vidalı taşıyıcı.....  | 67           |
| 37. Havalı (Pnömatik) taşıyıcı.....  | 67           |
| 38. Döner silolar.....   | 69           |
| 39 a. Yongaların tutkallama hattına gönderilmesi, b. Tutkal dozajlama ünitesi, c.<br>Tutkallama makinesi, d. Yongaların tutkallanması..... | 72           |
| 40. a. Diğer ilave kimyasalların dozajlanması, b. Parafin ilavesi.....   | 73           |
| 41. Siempelkamp serme taslağı oluşturma sistemi.....   | 75           |
| 42. Dökme, Rüzgarlama, Savurma yöntemi ile serme taslağı oluşturma prensibi.....   | 76           |
| 43. Ön pres.....   | 77           |
| 44. Çok katlı pres.....  | 78           |
| 45. Sürekli ve Katlı preslerde yonga levha üretimi.....  | 79           |
| 46. Yonga levhaların yıldız soğutucularda dinlendirilmesi.....   | 81           |
| 47. Selüloz molekülünün kimyasal yapısı.....   | 96           |
| 48. Selülozun eterleşme reaksiyonu.....  | 98           |
| 49. Karboksimetil selüloz yapısı.....  | 100          |
| 50. Yongaların elenmesi.....   | 106          |
| 51. Yongaların 120° C' de kurutulması.....   | 107          |
| 52. a. Yongaların tutkallanması, b. Tutkallanmış yongalar.....   | 109          |
| 53. Yongaların serilmesi ve levha taslağı.....   | 110          |
| 54. Levha taslağının pres plakaları arasına yerleştirilmesi ve preslenmesi.....  | 110          |
| 55. Üretilmiş levha grupları.....  | 112          |
| 56. a. Deney levhalarının numaralandırması, b. Deney numunelerinin standartlara uygun<br>olarak boyutlandırılması.....                     | 112          |
| 57. Test numunelerinin kondisyonlama işlemi.....   | 113          |
| 58. Yonga levhaların yüzeye dik çekme direnç değerleri.....  | 127          |
| 59. Yonga levhaların eğilme direnci değerleri.....   | 130          |



| <b>Şekil</b>   | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| <b>No</b>  | <b>No</b>    |
| 60. Yonga levhalara ait eğilmede elastikiyet modülü değerleri .....          | 132          |
| 61. Deney levhalarının 2, 24 saat su alma ve kalınlığa şişme değerleri ..... | 134          |
| 62. Deney levhalarının çekme direnci değerleri .....                         | 135          |
| 63. Deney levhalarının eğilme direnci değerleri .....                        | 136          |
| 64. Deney levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri .....           | 137          |

## TABLolar DİZİNİ

| <b>Tablo</b>   | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| <b>No</b>  | <b>No</b>    |
| 1. Odunsu hücre çeperi kimyasal bileşiklerinin yaklaşık değeri .....                     | 23           |
| 2. Çözünebilir selülozların son kullanımı.....   | 97           |
| 3. Yongaların yapıştırılmasında kullanılan UF tutkalının özellikleri. ....               | 104          |
| 4. UF tutkalı için sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum klorürün özellikleri. . | 104          |
| 5. UF tutkalını modifiye etmek için kullanılan Na-CMC özellikleri. ....                  | 105          |
| 6. Deneme levha grupları ve tutkal ve Na-CMC kullanım oranları. ....                     | 111          |
| 7. Deneme levhalarının üretim şartları. ....   | 111          |
| 8. Levhaların özgül kütlelerine ilişkin bulgular.....                                    | 118          |
| 9. Levhaların su alma ve kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin değerler .....            | 119          |
| 10. Levhaların 2 saat su alma sonuçlarına ilişkin ANOVA testi.....                       | 120          |
| 11. Levhaların 2 saat su alma sonuçlarına ilişkin Duncan testi. ....                     | 121          |
| 12. Levhaların 24 saat su alma sonuçlarına ilişkin ANOVA testi.....                      | 121          |
| 13. Levhaların 24 saat su alma sonuçlarına ilişkin Duncan testi.....                     | 122          |
| 14. Levhaların 2 saat kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin ANOVA testi.....             | 123          |
| 15. Levhaların 2 saat kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin Duncan testi.....            | 123          |
| 16. Levhaların 24 saat kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin ANOVA testi.....            | 124          |
| 17. Levhaların 24 saat kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin Duncan testi.....           | 124          |
| 18. Levhaların yüzeye dik çekme özelliklerine ait sonuçlar .....                         | 125          |
| 19. Levhaların yüzeye dik çekme direncine ilişkin ANOVA testi.....                       | 126          |
| 20. Levhaların yüzeye dik çekme direncine ilişkin Duncan testi .....                     | 126          |
| 21. Levhaların eğilme direnci ve elastikiyet modülü özelliklerine ait sonuçlar .....     | 128          |
| 22. Levhaların eğilme direncine ilişkin ANOVA testi.....                                 | 128          |
| 23. Levhaların eğilme direncine ilişkin Duncan testi .....                               | 129          |
| 24. Levhaların elastikiyet modülüne ilişkin ANOVA testi .....                            | 130          |
| 25. Levhaların eğilimde elastikiyet modülüne ilişkin Duncan testi .....                  | 131          |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>%</b>  | : | Statistical Package for Social Sciences |
| <b>°</b>  | : | Derece (Açı)                            |
| <b>°C</b>   | : | Santigrat Derece (Sıcaklık)             |
| <b>mμ</b>   | : | Mikrometre                              |
| <b>pH</b>   | : | Asitlik Bazlık Derecesi                 |
| <b>K</b>  | : | Potasyum                                |
| <b>Mg</b>   | : | Magnezyum                               |
| <b>NH<sub>4</sub>Cl</b>                           | : | Amonyum Klorür                          |
| <b>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | : | Amonyum Sülfat                          |
| <b>HCl</b>  | : | Hidroklorik Asit                        |
| <b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>                | : | Sülfürik Asit                           |
| <b>NaOH</b>                                       | : | Soyum hidroksit                         |
| <b>β</b>  | : | Beta                                    |
| <b>α</b>  | : | Alfa                                    |
| <b>m<sup>2</sup></b>                              | : | Metrekare                               |
| <b>gr/cm<sup>3</sup></b>                          | : | Gram/santimetreküp                      |
| <b>kg/cm<sup>2</sup></b>                          | : | Kilogram/santimetrekare                 |
| <b>N/mm<sup>2</sup></b>                           | : | Newton/milimetrekare                    |
| <b>kp/cm<sup>2</sup></b>                          | : | Kilopaskal/santimetrekare               |

## KISALTMALAR

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| <b>SPSS</b>   | : | Statistical Package for Social Sciences |
| <b>MDF</b>    | : | Medium Density Fiberboard               |
| <b>HDF</b>    | : | High Density Fiberboard                 |
| <b>OSB</b>    | : | Oriented Strand Board                   |
| <b>PSL</b>    | : | Parallel Strand Lumber                  |
| <b>LSL</b>    | : | Laminated Strand Lumber                 |
| <b>OSL</b>    | : | Oriented Strand Lumber                  |
| <b>LVL</b>    | : | Laminated Veneer Lumber                 |
| <b>GLULAM</b> | : | Glued Laminated Timber                  |

|               |   |                                      |
|---------------|---|--------------------------------------|
| <b>TSE</b>    | : | Türk Standartları Entitüsü           |
| <b>EN</b>     | : | European Standards                   |
| <b>DP</b>     | : | Polimerleşme Derecesi                |
| <b>UF</b>     | : | Üre Formaldehit                      |
| <b>MUF</b>    | : | Melamain Üre Formaldehit             |
| <b>FF</b>     | : | Fenol Formaldehit                    |
| <b>PMDI</b>   | : | Polimerik Difenilmetan               |
| <b>Na-CMC</b> | : | Sodium Carboxy Methyl Cellulose      |
| <b>GLULAM</b> | : | Glued Laminated Timber               |
| <b>MCA</b>    | : | Mono Klor Asetik Asit                |
| <b>SMCA</b>   | : | Sodyum Mono Klor Asetat              |
| <b>ORMA</b>   | : | Orman Mahsulleri Entegre Sanayi A.Ş. |
| <b>GLULAM</b> | : | Glued Laminated Timber               |
| <b>vd.</b>    | : | Ve de                                |
| <b>cps</b>    | : | Centipoise                           |
| <b>kg</b>     | : | Kilogram                             |
| <b>lt</b>     | : | Litre                                |
| <b>dk</b>     | : | Dakika                               |
| <b>m</b>      | : | Metre                                |
| <b>cm</b>     | : | Santimetre                           |

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Ağaç malzeme, insanlık tarihinin başlangıcından itibaren yakacak, silah ve barınak olarak insanlara hizmet vermeye başlamış, günümüzde ise gelişen teknolojilerle kullanım alanı sayısı çok artmıştır (Bozkurt ve Erdin, 1997). Yapacak ve yakacak maksatlı kullanılmakta olan ağaç malzeme geniş bir kullanım alanı ile insan hayatında önemli bir yer oluşturmaktadır. Günümüzde hem masif halde hem de masif odundan elde edilen ürünler çok değişik kullanım alanlarında değerlendirilmektedir.

Şekil ve boyut bakımından yetersiz olan ve yeterli miktarda bulunmayan masif ağaç malzeme yerine, değeri düşük odun hammaddesinin teknik yollarla şekli değiştirilerek ve istenen kalıba sokularak kullanılması dünyada odun hammaddesi temininde yaşanan sıkıntıyı gidermesi yanında odunun ekonomik kullanımını da sağlamıştır. Ayrıca, masif odunun anizotrop yapısı nedeniyle lif yönü, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde farklı çalışma oranları yanında fiziksel ve mekanik özellikleri her 3 yönde değişmektedir.

Orman ürünlerine olan ihtiyacı karşılayabilmek için kesilen her ağacın %100' e yakın değerlendirilmesi gerekmektedir (Kalaycıoğlu, 1991). Masif ağaç malzemeye alternatif olması düşüncesiyle geliştirilen ve genel olarak odun kompozit malzemeleri adını verdiğimiz ürünler içerisinde kaplama-kontrplak, yonga levha ve lif levha en fazla dikkat çeken ürünler olmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000).

Yonga levha ve lif levha gibi odun esaslı malzemelerin üretiminde ham petrol artıklarından elde edilen sentetik kimyasal maddelerden üretilen üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit gibi reçineler kullanılmaktadır. Bu tip tutkalların yaygın kullanımlarına paralel olarak fiyatlarında büyük artış olması, yakın gelecekte kıtlıklarının söz konusu olması ve ekolojik olarak da olumsuz etkileri ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada yonga levha üretiminde sentetik tutkal kullanımını azaltmak ve istenmeyen yönlerinden kurtulmak için alternatif olabilecek hem doğada kolaylıkla bulunan hem de kullanıma elverişli bir malzeme olan selülozun türevi olan karboksimetil selüloz (Na-CMC) kullanılmıştır.

## 1.1 Kompozit ve Ahşap Esaslı Kompozit Malzemeler

İki veya daha fazla sayıda aynı veya farklı özellikteki malzemelerin, istenilen özelliklerini bir araya getirmek ya da alternatif bir özellik elde etmek amacıyla malzemelerin makro seviyede bir araya getirilmesi sonucu elde edilen malzemelerdir. Kompozit üretimi sayesinde malzemelerin zayıf yönleri düzeltilerek daha üstün ya da istenilen özellikte malzeme elde edilebilmektedir.

Kompozit malzeme ifadesi sadece levha ürünlerinin değil aynı zamanda kullanım amacına uygun kalıplarla şekillendirilmiş ürünleri, ya da odun ve diğer malzemelerin kombinasyonu sonucu oluşturulan ürünleri de ifade etmektedir.



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

Ahşap esaslı kompozit malzeme ise; odun veya odunlaşmış diğer ligno-selülozik hammaddelerden üretilmiş olan ve en az iki malzemenin karışımıyla oluşturulan malzemedir.

### 1.1.1 Kompozit Malzemelerin Sağladığı Bazı Avantajlar

1. *Yüksek Mukavemet* : Kompozitler yüksek mukavemet değerleri sağlayan malzemeler arasında en etkin olanlardan birisidir.
2. *Hafiflik* : Kompozitler birim alan ağırlığında hem takviyesiz plastıklere, hem de metallerle göre daha yüksek mukavemet değerleri sunmaktadır.
3. *Tasarım Esnekliği* : Kompozitler bir tasarımcının aklına gelebilecek her türlü karmaşık, basit, geniş, küçük, yapısal, estetik, dekoratif ya da fonksiyonel amaçlı olarak tasarlanabilir.
4. *Boyutsal Stabilite* : Çeşitli mekanik, çevresel baskılar altında termoset kompozit ürünler şekillerini ve işlevselliklerini korumaktadır.

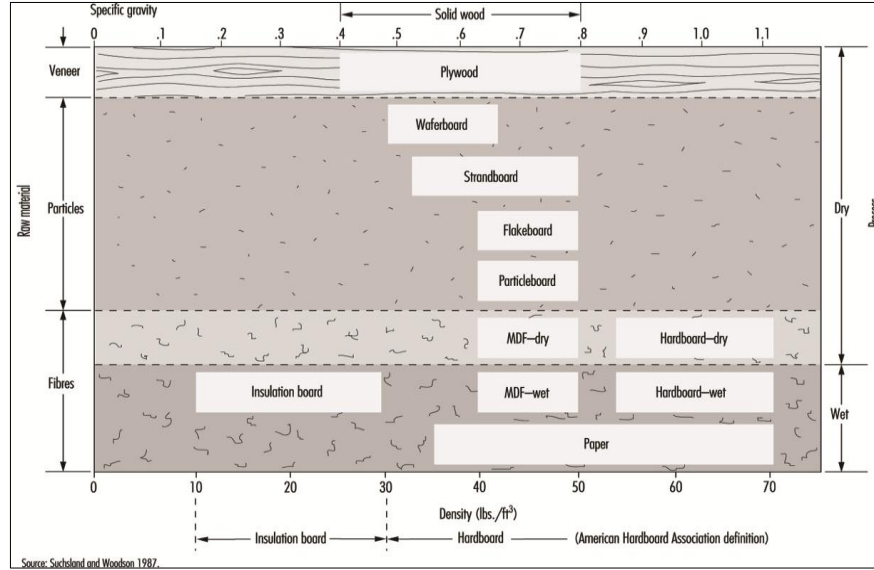
5. *Yüksek Di-Elektrik Direnimi* : Kompozitlerin göze çarpan elektrik yalıtım özellikleri, birçok komponent 'in üretimi konusunda açık bir tercih nedenidir.
6. *Korozyon Dayanımı* : Kompozitlerin antikorozi özelliği, diğer üretim malzemelerinden üstün olan niteliklerinden biridir.
7. *Kalıplama Kolaylığı* : Kompozit ürünler, çelik türündeki geleneksel malzemelerde karşılaşılan birçok parçanın birleştirilmesi ve sonradan monte edilmesi işlemini tek parçada kalıplama olanağı ile ortadan kaldırmaktadır.
8. *Yüzey Uygulamaları* : Kompozit ürünlerde kullanılan polyester reçine, özel pigment katkıları ile renklendirilmek suretiyle, amaca uygun kendinden renkli olarak da üretilebilir.
9. *Beton Yüzeyle Uygulama İmkânı* : Beton yüzeyle, kompozitler mükemmel yapıştır. Özellikle, betonun gözenekli olması nedeniyle, kompoziti oluşturan ana malzemelerden polyester reçinenin beton gözeneklerinden sızması ve beton kütle içinde sertleşmesinden dolayı mükemmel bir yapışma sağlanır.
10. *Ahşap Yüzeyle Uygulama İmkânı* : Kompozitler ahşap yüzeyle yapışma özelliğine sahiptir. Ancak ahşabın kuru olması ve polyester reçine ile iyi bir şekilde emdirilmesi gerekir.
11. *Demir Yüzeyle Uygulama İmkânı* : Demir yüzeydeki pas ve yağ kalıntıları temizlendikten sonra kompozitlerle kaplanabilir. Bu sayede demir ve çelik yüzeyler, kompozitlerle kaplanarak korozyon etkilerinden korunmaktadır.
12. *Yanmazlık Özelliği* : Kompozitlerin alev dayanımı, kullanılan polyesterin özelliğine bağlıdır. Alev dayanım özelliğinin arandığı yerlerde “Alev dayanımlı” polyester kullanılmalıdır.
13. *Kompozitler İçine Farklı Malzemeler Görülebilir* : Kompozitler içine, demir, ahşap, halat, tel, mukavva, poliüretan sert köpük gibi malzemeler gömülerek mekanik özellikleri farklılaştırılabilir.
14. *Tamir Edilebilirlik Özelliği* : Tamir izlerinin görünmemesi için, onarım işleminin bir kalıp üzerinde yapılması, ya da onarımdan sonra zımpara veya boya yapılması gerekir.
15. *Kompozitler Kesilip Delinebilir* : Kompozitler, tahta gibi kolayca kesilir, delinir, zımparalanır. Bu amaçla kullanılan aletlerin sert çelik veya elmas uçlu olması halinde daha iyi sonuç alınmaktadır.

### **1.1.2 Kompozit Malzemelerin Neden Olduğu Dezavantajlar**

1. Direnci yüksek olması istenen elemanlarda teknolojik özellikleri yüksek tutkalların kullanılması gerektiğinden, ek bir tutkal maliyeti getirmektedir.
2. Yüksek kalitede üretim için, imalatın bütün aşamalarında yapılan işlemlerin özenle ve dikkatli bir şekilde uygulanması gerekir.
3. Delik delme ve kesme türü işlemler liflerde açılmaya yol açmaktadır.
4. Metallere yapışmazlar.
5. Nem ve hava zerrecikleri, kompozitlerin mekanik ve yorulma özelliklerini olumsuz yönde etkiler.

### 1.1.3 Ahşap Esaslı Kompozit Levhaların Sınıflandırılması

Literatürde ahşap kompozit malzemeleri ile ilgili değişik sınıflandırmalar yapılmıştır. Genel olarak ahşap kompozit malzemeler, üretiminde kullanılan yonga boyutu, üretim tipi ve levha yoğunluğuna göre Şekil 2' deki gibi sınıflandırılmaktadır (Suchsland ve Woodson, 1986).



Şekil 2: Ahşap kompozit malzemelerin sınıflandırılması (Suchsland ve Woodson, 1986).

Başka bir sınıflandırma şekli ise;

1. *Levha Ürünleri:* Kontrplak, Kontrtabla, Yonga Levha [Yongalevha (particleboard), Etiket Yonga Levha (Waferboard), Şerit Yongalı Levha (Flakeboard), OSB (Oriented Strand Board)], Lif Levha (MDF, HDF, İzolasyon levhası)
2. *Yapısal Kompozitler:* Yapısal Kompozit Keresteler [PSL (Parallel Strand Lumber), LSL (Laminated Strand Lumber), OSL (Oriented Strand Lumber), LVL (Laminated Veneer Lumber), GLULAM (Glued Laminated Timber)], Yapısal Levha Ürünleri [ Yapısal Kontrplaklar, Yapısal Flakeboardlar (Waferboard, OSB)], Ahşap I Kirişler, COM-PLY Keresteler
3. *Mekanik Olarak Lamine Edilmiş Elemanlar*
4. *Kalıplanmış Ürünler (Molded Products)*
5. *Odun-Odun Dışı Ürün Kompozitleri:* Bağlayıcı olarak inorganik maddelerin kullanıldığı kompozitler (Alçılı levhalar, Magnezyum çimentolu levhalar, Portland çimentolu levhalar), Odun lifi-termoplastik kompozitleri (Yüksek termoplastik içerikli kompozitler, düşük termoplastik içerikli kompozitler, dokunmamış tekstil tipi kompozitler) dir (Bilgin, 2001).



## 1.2 Yonga Levha Endüstrisi

### 1.2.1 Yonga Levhanın Tanımı

Orman ürünleri sanayinin önemli sektörlerinden birisini lif levha, yonga levha, kontrplak, OSB gibi kompozit panel levha üretimi oluşturmaktadır. Kompozit materyal iki veya daha fazla, farklı özellikteki maddenin (örneğin tutkal ve odun yongası), bir araya gelerek matris yapıda oluşturduğu yeni bir malzeme olarak tanımlanabilir. Kompozit malzemeler çoğunlukla kendisini oluşturan maddelerin özelliklerinden farklı özellikler taşımaktadırlar. Biyolojik esaslı hammaddelerden oluşan kompozit malzemelere ise biyo-kompozit (biyolojik esaslı kompozit) adı verilmektedir (Fowler vd., 2006).

Yonga levha genellikle odun hammaddesinden elde edilen yonga ve küçük parçacıkların sentetik bir reçine ya da uygun bir yapıştırıcı yardımı ile ısı ve basınç altında geniş ve büyük yüzeyli levhalar haline getirilmesi ile oluşan bir malzemedir. Levhaların özgül ağırlıkları kullanılan yapıştırıcı ve üretimde tatbik edilen sıcaklık ve basınç miktarına göre farklı olmakta ve 0,5-0,65 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir (Alıcı, 2004).

TS 180 (1978) ve TS 1617 (1974)' ye göre yongalevha; odun veya odunlaşmış diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonunda elde edilen levhalardır (TS 180, 1978; 1974 TSE). EN 309 (1992)' ye göre yongalevha; odun (odun yongası, testere talaşı vb.) ve/veya diğer lignoselülozik lifli materyalin (keten, kenevir, şekerkamışı vb.) uygun bir yapıştırıcı yardımı ile ısı ve basınç etkisi altında şekillendirilmesi ile oluşan levhalardır (EN 309, 1992).



Şekil 3: Farklı kalınlıklarda yonga levla panelleri (URL-2, 2012).

## 1.2.2 Yonga Levhaların Sınıflandırılması

Göker (2000), yonga levhaları üretim sistemlerine ve değişik parametrelere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırır;

### 1.2.2.1 Yonga Levhaların Genel Sınıflandırılması

#### 1. Kullanılan Hammadde Türüne Göre Yonga Levhalar

- Odun yongaları kullanılarak üretilen levhalar
- Bitkisel artıklar kullanılarak üretilen levhalar
- Tetrapak kutuları kullanılarak üretilen levhalar

#### 2. Levhanın Emprenye Edilmesine Göre Yonga Levhalar

- Emprenye edilmiş levhalar
- Emprenye edilmemiş levhalar

#### 3. Özgül Ağırlıkları Bakımından Yonga Levhalar

- Düşük özgül ağırlıktaki (Hafif) yonga levhalar  $0,59 \text{ gr/cm}^3$ ' ten daha düşük olanlar.
- Orta derecedeki özgül ağırlıktaki yonga levhalar  $0,59-0,80 \text{ gr/cm}^3$  olanlar.
- Yüksek (Ağır) özgül ağırlıktaki yonga levhalar  $0,80 \text{ gr/cm}^3$  den yukarı olanlar.

#### 4. Presleme Yöntemlerine Göre Yonga Levhalar

- Yatay yongalı levhalar: Bu tür yonga levhalarda yongalar genellikle levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.
- Dik yongalı levhalar (Okal): Bu tür yonga levhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongalar ise levha yüzeyine dik olarak yer almaktadır.

#### 5. Tabaka Sayılarına Göre Yonga Levhalar

- Tek tabakalı (Homojen) yonga levhalar.
- Üç tabakalı yonga levhalar.
- Beş tabakalı yonga levhalar
- Tabakaları belirsiz yonga levhalar

#### 6. Yonga Büyüklüğü ve Geometrisine Göre Yonga Levhalar

- Normal Yonga Levhalar (Particleboard): Yonga kalınlıkları 0,25-0,40 mm, genişlikleri 2-6 mm ve uzunlukları 10-25 mm. kadar olan yongalardan üretilen levhalardır.
- Etiket Yongalı Levhalar (Waferboard): Yonga kalınlıkları 0,5-0,7 mm, genişlikleri 25-40 mm. ve uzunlukları 35-75 mm. kadar olan yongalardan üretilen yonga levhalardır. Bunlar ülkemizde ve Avrupa'da üretilmemekle birlikte Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesi olarak üretilmektedir.
- Şerit Yongalı Levha (Flakeboard): Yonga kalınlığı 0,5-0,7 mm, uzunluğu 35-75 mm. (etiket yongalı levha ile aynı), ancak genişliği 9-10 mm. kadar olan yongalara sahip levhadır.
- Yönlendirilmiş Yongalı Levha (Oriented Structural Board–OSB): Yonga kalınlıkları 0,4-0,8 mm, genişlikleri 6-25 mm ve uzunlukları 38-63 mm kadardır.

#### 7. Üretimde Kullanılan Bağlayıcı Türüne Göre Yonga Levhalar

- Sentetik reçine kullanılarak üretilenler (üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit ve izosiyanat tutkalı gibi),
- Anorganik bağlayıcı kullanılarak üretilenler (çimento ve alçı).

#### 8. Üretimde Kullanılan Metoda Göre Yonga Levhalar (Kalıplaşmış Yonga levhalar)

- Thermodyn yöntemi ile üretilenler
- Collipres yöntemi ile üretilenler
- Werzalit yöntemi ile üretilenler.

#### 9. Kaplanmış Yonga Levhalar

- Sıvı yüzey Kaplama malzemeleri ile kaplanmış olanlar.
- Katı Yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış olanlar, Ahşap kaplama levhası ile kaplanmış yonga levhalar: Her iki yüzü ahşap kaplama levhası ile kaplanmış orta yoğunluktaki yatık yongalı levhalardır.

### 1.2.2.2 Yonga Levhaların TS EN 309' a Göre Sınıflandırılması

#### 1. Üretim İşlemlerine Göre;

- Yatık preslenmiş,

- Dik preslenmiş,
- Kalıplanmış (Şekillendirilmiş),

2. *Yüzey Durumlarına Göre;*

- Preslenmiş (zımparalanmamış),
- Zımparalanmış veya planyalanmış,
- Kaplanmış (sıvı kaplama, örneğin boya ile),
- Basınç altında, katı bir malzeme ile yüzeylendirilmiş.(Örneğin, dekoratif lamine kaplama, emprenye edilmiş dekoratif kağıt vb.)

3. *Şekil ve Formlarına Göre;*

- Düz,
- Yüzeyi profilli,
- Kenarı profilli.

4. *Parçaların Şekil ve Ölçülerine Göre;*

- Talaş levha,
- Yaprak levha,
- Şekillendirilmiş levha,
- Odunlaşmış diğer bitkilerden (Örneğin, keten, kenevir ipliği vb.) üretilen panolar.

5. *Yapılarına Göre;*

- Tek tabakalı,
- Çok tabakalı,
- Sınıflandırılmış,
- Kalıplanmış (Şekillendirilmiş) delikli levhalar.

6. *Kullanımlarına Göre;*

- Genel amaçlı levhalar,
- Kuru şartlarda, kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) levhalar,
- Konstrüksiyonlarda taşıma amaçlı kullanılan levhalar,
  - Aşırı yüklenebilen levhalar,
  - Biyolojik tehlikelere karşı dayanıklılığı geliştirilmiş levhalar,
  - Ateşe dayanıklı levhalar,
  - Ses adsorbe eden levhalar,
  - Diğerleri.

Yukarıda TS EN 309' a göre yapılan sınıflandırma, aşağıda adı liste halinde verilen standartlar için kullanılmaktadır (TSE 1999).

- TS EN 312-2 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-3 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-4 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 4: Kuru Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-5 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 5: Nemli Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-6 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 6: Kuru Şartlarda Aşırı Yüklenebilen Taşıma Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-7 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 6: Nemli Şartlarda Aşırı Yüklenebilen Taşıma Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri (Dayanıklıoğlu, 2004).

### **1.2.3 Yonga Levhaların Genel Özellikleri**

1. Odun tamamı ile yongaya dönüştürülerek hiç fire vermeden istenilen boyutta levha üretilebilir.
2. Yongaların boyutu ve pozisyon açısından istenilen şekilde yönlendirilmesi ile elde edilecek levhanın istenilen yönde dayanımı artırılabilir.
3. Presleme sırasında veya öncesinde yongalara hidrofobik özellik kazandırılabilir.
4. Yongalar yangın böcek ve mantarlara karşı koruyucu maddelerle emprenye edilebilir.

5. Çok geniş yüzeyli, istenilen kalınlıkta ve özel amaçlı levha üretilebilir.
6. Kalıp içerisinde taslak oluşturmayla form verilmiş levhalar üretilebilir.
7. Ağaç malzeme tutkalları ile kaplanma levhaları kullanmak (Lamine edilmek) suretiyle oldukça iyi özellikler gösterir.
8. Basınçla preslenmiş plastik malzemeler ve ağaç kaplama levhaları ile örtülmüş yonga levhaların yüzey işlemleri oldukça kolaydır.
9. Makinelerle işlenme özelliklerinin iyi olması, frezelerle lamba zıvana, matkap ile kolayca işlenebilmesi.
10. Yüksek devirli şerit ve daire testerelele işlenme esnasında düzgün kesit yüzeyleri verir.
11. Akustik özellikleri iyidir.
12. Levhaların işlenmesi esnasında zayıtı düşük, işi verimi yüksektir.
13. Yüzeyleri çeşitli ağaç kaplamalar ve laminatlarla katlanmak suretiyle atraktif görünüş elde edilebilir. Aynı zamanda fiziksel özelliklerde ıslah edilebilir (Dayanıklıoğlu, 2004).

#### **1.2.4 Yonga Levhaların Kullanım Alanları**

##### **1.2.4.1 Yatay Preslenmiş Yonga Levhaların Kullanım Alanları**

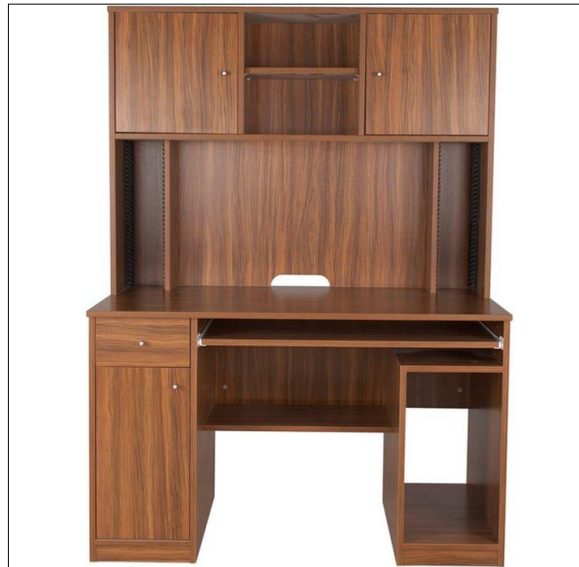
Yonga levhaların ülkemizde yaklaşık ; %73,5 Mobilya, %13 Dekarasyon, %0,2 Prefabrik ev yapımında tüketilmektedir. Ülkemizde en çok 550-600 kg/m<sup>3</sup> yoğunluktaki yatay preslenmiş yongalevhalar kullanılmaktadır. Bunlar zımparalanmış ve lamine edilmiş olarak kullanılmaktadır. Mobilyacılıkta genel olarak 13-22 mm arasında çok tabakalı levhalar mobilyanın alt, yan ve ön cephelerinde, 4-8 mm kalınlıktaki levhalar ise mobilyanın arka kısımlarında arkalık veya çekmecelerde çekmece altı olarak kullanılmaktadır (Göker, 2000).

Yonga levhaların işlenme kolaylığı, iş veriminin yüksekliği, zayıtın az ve işçilik giderlerinin düşük olması ağaç malzeme tutkalları ile kaplama levhaları ile kaplanmaları halinde iyi özellik göstermesi nedenleri ile tercih edilmektedir. Levhalar şekil 4'deki gibi marangozlar tarafından dolaplarda, dekorasyonda ve çeşitli işlerde kullanılmaktadır. Radyo, televizyon ve müzik seti endüstrisinde bu aparatların mobilya kısımlarının aparatlarında kullanılır. Binaların iç kısımlarında bölmeler, kapı, duvar levhaları, sabit dolaplar yapımında, özellikle konser, sinema ve tiyatro salonlarında duvar kaplama

levhaları hem dekoratif hem de akustik özellikleri bakımından çok elverişlidir (Dayanıklıoğlu, 2004).

Linalyum ve parke yerine döşeme olarak özel şekilde üretilmiş sentetik reçine miktarı fazla yüksek basınçlarda preslenmiş ve sertleştirilmiş yonga levhalar değerlendirilebilir. Açık hava koşullarında özel üretilmiş ve emprenye edilmiş yonga levhalar konutların dış cephelerinde veya çiftlik binalarının dış cephelerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Özel kullanım ortamları için yonga levhaya istenilen özelliği kazandırabilecek değişik tutkallar kullanılarak üretilmiş yonga levhalar kullanılabilir. Örneğin rutubet ve bağıl nemin fazla ve boyut stabilizesinin önemli olduğu yerlerde polizosiyonat tutkalları ile üretilmiş levhaların kullanılması uygun olmaktadır (Dayanıklıoğlu, 2004).

Yonga levhaların özgül ağırlıkları dikkate alındığında ağır levhalar genelde yapı maksatları için özellikle prefabrike konut üretiminde kullanılmaktadır. Yatay preslenmiş yonga levhaların yüzeyleri masif ağaç malzemenin çekici renk, motif ve tekstürüne sahip değildir. Bu nedenle, yüzeyleri ve kenarları çeşitli malzeme ile kaplanmış yonga levhalar iç dekorasyonda ve mobilya üretiminde kullanılmaktadır. Böylece, dekoratif bir yüzey kazandırılıp, levhaların çalışmaları en aza indirildiği gibi insan sağlığına zararlı olan formaldehit emisyonu kısıtlanmaktadır (Göker, 2000).



Şekil 4: Yonga levhaların mobilya üretiminde kullanılması (URL-3, 2013).

#### 1.2.4.2 Çimentolu Yonga Levhaların Kullanım Alanları

Odun hammaddesinden elde edilen yongaların çimento Alüminyum Sülfat, Sodyum Silikat ile karıştırılıp basınç altında preslenerek sertleştirme, olgunlaştırma ve kurutma işlemine tabi tutularak elde edilmektedir (Dayanıklıoğlu, 2004).

Çimentolu yonga levhaların yangına dayanıklılığı ve rutubet karşısında boyut stabilitesinin yüksek olması nedeni ile prefabrik ev, okul, işletme ve yönetim binaları, kırsal alan konutları, danışma ve kamp binaları gibi tek ve çift katlı binalarda özellikle dış cephe kaplamalarında kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Şekil 5’ de ki çimentolu yonga levha yanmaz, su emmez, dış şartlardan etkilenmez, aletlerle işlenir, üst yüzeyleri ıslah edilir, çivi, vida ve benzeri gereçlerle birleştirilir, dona, çürümeye, mantar, böcek ve termitlere dayanıklıdır (Dayanıklıoğlu, 2004).

Bunun yanında büro inşaatı, hastaneler, okullar, çocuk yuvaları, endüstriyel yapılar, kantinler, ambar ve sergi halleri, geçici binalar, şantiye binaları, otoyollarda gürültü koruma duvarları, konteynır gibi kullanım yerleri de mevcuttur. Ayrıca, çöp kovaları ve havalandırma kanallarında, çatılarda kiremit altlığı olarak, yer döşemelerinde parke yerine, depo, sahne, spor salonlarında duvar, ev ara bölmelerinde, iç dekorasyonda, yat ve tekne dekorasyonunda, fayans altında, yükseltilmiş taban ve dekoratif tavan yapımlarında da kullanılmaktadır (Göker, 2000).

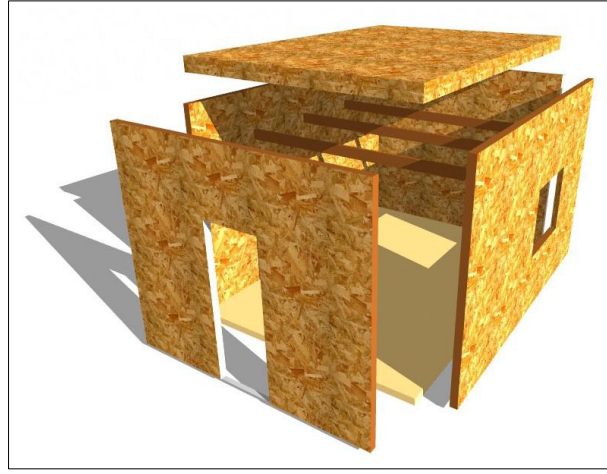


Şekil 5: Çimentolu yonga levha (URL-8, 2014).



#### 1.2.4.3 Etiketli Yonga Levhaların (Wafer Board) Kullanım Alanları

Etiket yongalı levhalar genellikle kontrplağın kullanıldığı her yerde değerlendirilebilmektedir (Şekil 6). Tutkal türüne bağlı olarak açık hava koşullarında çatı kaplamaları, iç ve dış duvar kaplamaları, döşeme ve döşeme altı materyali olarak da değerlendirilebilmektedir. Bunlar daha çok 6-8 mm, 9-11 mm ve 15 mm olarak üç kalınlık sınıfında üretilmektedir. İnce olanlar duvar kaplamaları, kalın olanlar ise döşeme ve çatı malzemesi olarak tüketilmektedir (Göker, 2000).



Şekil 6: Yönlendirilmiş yonga levha kulübe yapımında kullanımı (URL-4, 2012).

#### 1.2.4.4 Odun Talaşı ve Zirai Atıklardan Üretilen Levhaların Kullanım Alanları

Bu tip levhalar binalarda ses ve ısı yalıtımı için kullanılabilirdiği gibi yatay preslenmiş levhaların özelliklerine yakındır (Dayanıklıoğlu, 2004).

#### 1.2.4.5 Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (OSB) Kullanım Alanları

Yönlendirilmiş yonga levhalar; delgi, rendeleme, zımparalama gibi işlemlere de uygun oldukları için normal yonga levhaların kullanılmadığı fazla direnç gerektiren tüketim yerlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş ürünlerdir (Anon., 1998).

Kusursuz, budaksız ve iyi bir yüzey kalitesine sahip olan OSB levhalar kontrplak yerine kullanılabilirler. Yönlendirilmiş yongalı levhaların en önemli avantajı kullanım yerleri

isteklerine uygun şekilde üretilme imkanlarının olmasıdır. Üre formaldehit reçinesi ile üretilen yönlendirilmiş yongalı levhalar özellikle döşeme malzemesi, yük taşıyıcı elemanlar ve mobilya üretiminde kullanılırlar. Üre, melamin ve formaldehit tutkalı ile üretilenler ise özellikle deprem riski olan bölgelerde prefabrik ve Amerikan tarzı binalarda; özellikle ısı iletgenlik katsayılarının düşük olması nedeniyle iç ve dış duvar, kaplama, döşeme ve çatı malzemesi olarak kullanım alanı bulmuştur. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilenlerde ise genellikle gemi taşımacılığı için ambalaj sandığı üretiminde kullanılır. Ayrıca yüzeyleri kaplanmış levhalar ise kontrplak ve kontrtabla'nın kullanıldığı tüm alanlarda kullanılabilirler (Kalaycıoğlu, 2000).

#### 1.2.4.6 Kalıplanmış Yonga Levhaların (Werzalit) Kullanım Alanları

Kalıplanmış yonga levhalar, eşyanın son kullanılış yerine uygun şekilde üretilmiş ürünlerdir (Şekil 7). Yüzeyleri genelde bir laminat ile kaplıdır. Üretim metotlarına göre kullanım yerleri farklılık arz etmektedir. Ülkemizde Werzalit metodu ile üretim yapılmakta ve ürünler Werzalit olarak piyasada bilinmektedir. Bunlar; depolamada kullanılan paletler, beton kalıp elemanları, dış hava koşullarına dayanıklı bina elemanları, yüzey kaplamaları, balkon korkulukları, merdiven küpeşterleri, masa tablaları, mutfak dolabı kapakları, lambri vb. ürünlerdir (Göker, 2000).



Şekil 7: Werzalit metodu ile üretilen masa tablaları (URL-5, 2014).

#### **1.2.4.7 Okal Tipi Yonga Levhaların Kullanım Alanları**

Dikey preslenmiş yonga levhalardır. Bu okal adı verilen delikli ve deliksiz dikey preslenmiş yonga levhalar özellikle prefabrike yapılarda yaygın şekilde kullanılır. Prefabrike yapılarda özellikle delikli levhalar kullanılır. Bu yapıların ana inşaat materyali masif kereste ve okal tipi levhalardır. Okal tipi yonga levhaların delikli olanları ısı ve ses yalıtımı için uygun malzemelerdir. Delikler su ve elektrik borularının döşenmesinde de işe yaramaktadır. Okal tipi delikli levhalar hazır kapıların iç kısımlarında dolgu malzemesi olarak da kullanılmaktadır (Göker, 2000).

#### **1.2.5 Yonga Levha Üretiminin Tarihsel Gelişimi**

##### **1.2.5.1 Dünyada Yonga Levha Üretiminin Tarihsel Gelişimi**

Yonga levha buluşu fikri uzun bir tarihe sahiptir. Ancak yonga levha teriminin kullanımı daha yakın bir geçmişte söz konusu olmuştur. Son 100 yıl içerisinde yapay levhalar adı altında çok sayıda patent alınmıştır. 1887 yılında Ernst Hubbard odun artıklarının değerlendirilmesi adlı yayınında ilk olarak testere talaşı ve kan albumininden yararlanarak basınç ve sıcaklık tatbiki ile yonga levha üretiminin ilk fikirlerini ortaya atmıştır. 1905' te Amerikalı Watson ince odun parçacıklarını presleyerek levha haline getirmek suretiyle bugün talaş levha adı verilen materyale çok benzeyen bir levha elde etmek suretiyle patent almıştır. 1918 yılında Almanya'da Beckmann orta kısmı yonga veya odun tozlarından oluşan, alt ve üst yüzeyler ise kaplama levhadan ibaret bir levha yapımında öncü olmuştur. Bu özel tip, halen bugün yapılarda taşıyıcı materyal olarak kullanılan levhalara paralel karakterde bulunmaktadır (Erdil ve Avcı, 2009).

Bir başka Alman, Freudenberg 1926 yılında planya talaşlarını tutkalla muamele ederek bir levha üretilebileceğini ileri sürmüştür. Bu metotta tutkal miktarı %3-10 arasında değişmektedir. Halen imal edilen yonga levhalarda kullanılan tutkal miktarı da bu oranda bulunmaktadır. 1933' te Amerikalı Nevin kaba testere talaşı ve artık talaşların bir tutkal maddesi ile karıştırılmasını ve daha sonra ısı uygulamak suretiyle basınçlı bir sistemde levha üretme tavsiyesinde bulunmuştur. Yine 1933 yılında Fransız Antoni, fenollü veya üre tutkalları ile yapıştırılmış odun lifleri, yongaları ve büyük talaş parçacıklarına, hatta metal ağlar da karıştırarak bir levha yapılmasını öne sürmüştür.

İlk defa 1932' de uygulanan fakat yonga levhalarda muntazam üretim programı öngören patent, 1936 yılında Amerikalı Carsen tarafından alınmıştır. Buna göre %12 rutubetteki iri testere talaşları boyutlarına ayrıldıktan sonra mantarlara ve yanmaya karşı empenye edilmekte daha sonra suda çözülmüş yoğun üre formaldehit reçinesi, odun parçacıkları üzerine dönen bir silindir içerisinde pülverize edilmektedir. Bu metotta sıcak preslemeden önce bir ön presleme işlemi kullanılmakta ve üretilen levhanın üzeri sentetik reçineden ibaret termoplastik bir örtü ile kaplanmaktadır.

Her ne kadar yonga levha üretimi fikri 1880' li yıllara dayansa da, gerek hammadde olan yonganın elde edilmesinde kullanılan teknolojinin yetersizliği, gerekse yapıştırıcı teknolojisindeki yetersizliklerden dolayı ticari amaçla yonga levha üretimi yapan ilk fabrika 1941 yılında Almanya'da Torfit-Werke AG firması tarafından Bremen' de kurulmuştur. Bu fabrikada tutkal olarak fenolik reçine kullanılmış ve ladin yongalarından günde 10 ton levha üretilmiştir. Preslerde kullanılan basınç 80-100 kp/cm<sup>2</sup>, sıcaklık ise 50°C kadar yüksekti. Bunda dolayı ve küçük yongacıkların kullanılması sebebiyle üretilen yonga levhaların özgül ağırlığı 0,9-1,1 gr/cm<sup>3</sup> tür (Bozkurt, 1992).

İkinci Dünya Savaşından sonra gerek Avrupa'da gerekse Amerika'da yonga levha üretimi büyük bir gelişme göstermiştir. Fenolik reçineler yerine daha ucuz ve düşük sıcaklıklarda sertleşen üre formaldehit reçineleri kullanılmaya başlanmıştır. Yine bu yıllarda büyük gelişmeler gösteren makine ve üretim metotları sayesinde yonga levha üretimi hızla ilerleme kaydetmiştir. Bütün bu gelişmelerin yanı sıra, levha kalitesini etkileyen faktörler üzerine yapılan araştırmalar artırılmış, yonga levha üretiminde kullanılan yongaların biçim ve büyüklükleri, ağaç türleri, levhaların özgül ağırlıkları üzerinde durularak, yonga kalınlığının levha kalitesi üzerinde büyük etkisinin olduğu Kluditz tarafından belirlenmiştir. Buna göre yonga kalınlığı arttıkça, eğilme direncinde azalma meydana gelmektedir (Erdil ve Avcı, 2009).

#### **1.2.5.2 Türkiye'de Yonga Levha Üretiminin Tarihsel Gelişimi**

Türkiye'de ilk yonga levha fabrikası 1955 yılında SUNTA T.A.Ş. tarafından İstanbul Kartal'da kurulmuştur. Başlangıçta yılda 3000 m<sup>3</sup> olan üretim kapasitesi daha sonraki yıllarda 90000 m<sup>3</sup> e kadar çıkmıştır. 1960 yılında ise MODERN Kontrplak ve Suni Tahta Sanayi Ltd. Şirketi tarafından İstanbul Halkalı'da kurulan kontrplak fabrikasına ilave

olarak 1967 yılında yonga levha fabrikası kurularak üretime geçmiştir. Kartal ve Halkalı'da kurulan bu iki yonga levha fabrikası ülkemizde yonga levha üretiminde öncü olmuşlardır (Bozkurt 1992 ).Daha sonra Isparta Eğridir yolu üzerinde ORMA Orman Mahsulleri Entegre Sanayi T.A.Ş. 1972 yılında 3 yonga levha fabrikasını kurmuştur. Bu fabrikada üretilen yonga levhalar 3 tabakalı olup, her 3 tabakada çam yongalar kullanılmıştır.

II. Beş yıllık Kalkınma Planının getirdiği teşvik tedbirlerinden yararlanılarak Bursa İnegöl'de İstaş, İnegöl Sanayi Tesisleri T.A.Ş., Kastamonu' da Ağaç Sanayi ve T.A.Ş. tarafından iki yonga levha fabrikası daha kurulmuştur. Kastamonu yonga levha fabrikasında üretilen YONGAPAN adlı levhalarda odun hammaddesi yanında kenevir artıkları da değerlendirilmiştir. Bugün ise ülkemizde 20' nin üzerinde yonga levha üretim tesisi mevcuttur. Bununla birlikte yonga levha üretimine yapılan yatırımlar gün geçtikçe artmaktadır (Bozkurt, 1992).

Türkiye'de 1970-80'li yıllarda yonga levha fabrikalarının kapasitelerinin geliştiği gözlenmekte olup 26 tane yonga levha üretim tesisi bulunmakta, bufabrikalarda bir fabrika kalıplanmış yonga levha (Werzalit), 2 fabrika çimentolu yonga levha üretim, 23 fabrika ise çeşitli ebatlarda yonga levha üretmektedir. Yonga levha üreten 26 fabrikadan 1' i sürekli presle üretim yaparken, diğer 25' i kesintili olarak tek veya çok katlı preslerde üretim gerçekleştirmektedir. 26 yonga levha üretim tesisi bulunan fabrikalardan 6'sında (%23) melamin kaplama hattı bulunmazken, 20' sinde (%77) mevcuttur. Buna göre; fabrikalardan %23' ü ürünlerini çıplak olarak, %77' si hem çıplak hem de büyük bir kısmını melamin emdirilmiş dekorlu kağıtlarla kaplayarak piyasaya sunmaktadır. Fabrikalar ürünlerinin büyük bir kısmını kapladıktan sonra pazarlamaktadır (Dayanıklıoğlu, 2004).

Sektördeki yonga levha kuruluşlarının 11' i (%42,3) Karadeniz, 6' sı (%23) Marmara, 4' ü (%15,3) Ege, 3' ü (%11,5) İç Anadolu ve 2' si (%7,6) Akdeniz bölgesinde, lif levha kuruluşlarının ise 6' sı (%54,5) Marmara, 4' ü (%36,3) Karadeniz ve 1' i (%9) Ege bölgesinde yer almaktadır (Dayanıklıoğlu, 2004).

### **1.2.5.3 Türkiye' de Yonga Levha Üretim Teknolojisi**

Ülkemizde yonga levha sektöründe faaliyet gösteren fabrikalarda tek ve çok katlı sıcak presler yanında sürekli preslerle de üretim yapılmaktadır. Serme sistemlerinde havalı ve

mekanik serme ayrı ayrı kullanıldığı gibi kombine olarak da kullanılmakta olup, dökme sisteminin kullanıldığı fabrikalar da mevcuttur (Akyıldız, 2003).

Ülkemizde bulunan tesislerdeki üretim hatları genelde Almanya yapımı olup genellikle aşağıda ismi geçen firmaların ürettiği pres tipleri bulunmaktadır. SO, C/Siemp, M/Bison, MO/Siemp, MO/Dieff , SO/Dieff , C/Küsters, Multiple Lines , MO/Siemps, MO/Pagnoni, SO/Dolavets, SO/Motala, C/Metso.

Üretim hat ölçüleri pres tiplerine göre değişmektedir. Türkiye’de genelde kullanılan üç tip pres boyu vardır. Bunlar (1830\*3660 mm), (2100\*2800 mm), (2100\*2750 mm)’ dir. Avrupa’daki ölçüler ise (1830\*5680 mm), (2150\*28500 mm), (2530\*5560 mm), (2200\*43000 mm), (2050\*11000 mm), (2100\*76500 mm) olarak değişmektedir (Dayanıklıoğlu, 2004).

### **1.2.6 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler**

Yonga levha endüstrisinde hammadde olarak odun veya diğer ligno-selülozik lifli maddeler, yapıştırıcılar ve katkı maddeleri kullanılmaktadır. Yonga levha ağırlığının yaklaşık %90’ indan fazlasını odun veya diğer ligno-selülozik maddeler oluşturmaktadır. Geçmişte olduğu gibi günümüzde de en önemli hammadde odundur. Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddeler genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

#### *1. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Ligno-selülozik Hammaddeler*

- Odun
- Yapacak maksatlarda Kullanılmayan Odun
- Lif ve Yonga Odunu
- Kereste Fabrikası Atıkları
- Kaplama Levha Üretim Atıkları
- Planyadan Elde Edilen Atıklar
- Orman Bakım Atıkları
- Diğer Ligno-selülozik Hammaddeler (kendir, kenevir, şeker kamışı, tahıl, bambu, saz, pamuk, ayçiçeği, tütün sapı, vb. )

## 2. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Kimyasal Maddeler

- Sentetik Reçineler
  - Üreformaldehit Tutkalı
  - Fenolformaldehit Tutkalı
  - Melaminformaldehit Tutkalı
  - İzosiyanat Tutkalı
  - Epoksi Tutkalı
- Doğal Yapıştırıcılar
  - Kazein
  - Soya ve Kan Tutkalı
  - Sülfat ve Sülfat Atık Suyu
  - Çeşitli Tanenler
- Katkı Maddeleri
  - Hidrofobik Maddeler
  - Yangın Geciktirici Maddeler
  - Koruyucu Maddeler
  - Sertleştirici Maddeler (İstek, 1999).

### 1.2.6.1 Odun Hammaddesi

Yonga levha üretimi ve fabrikasyonu orman ürünleri sanayinde çok önemli bir yere sahip olup, teknik ve mühendislik bilgisi gerektirmektedir. Her şeyden önce kullanılan odun hammaddesinin anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri ile odun-su ilişkisinin çok iyi bilinmesi gerekir (İstek, 1999).

Ağaçlar temelde iğne yapraklı ve yapraklı olmak üzere iki ana grup altında incelenmektedir. Bu esas gruplar ise binlerce tür ve çeşit ağacı kapsamaktadır. Ahşap kompozit levha üretiminde çok çeşitli ağaç türleri kullanılmaktadır (Şekil 8). Bunların basında iğne yapraklı ağaç türlerinden çam, ladin, göknar, geniş yapraklı ağaç türlerinden ise kavak, kızılbaş, söğüt, kayın, huş yaygın olarak kullanılmaktadır (Güler, 2001).

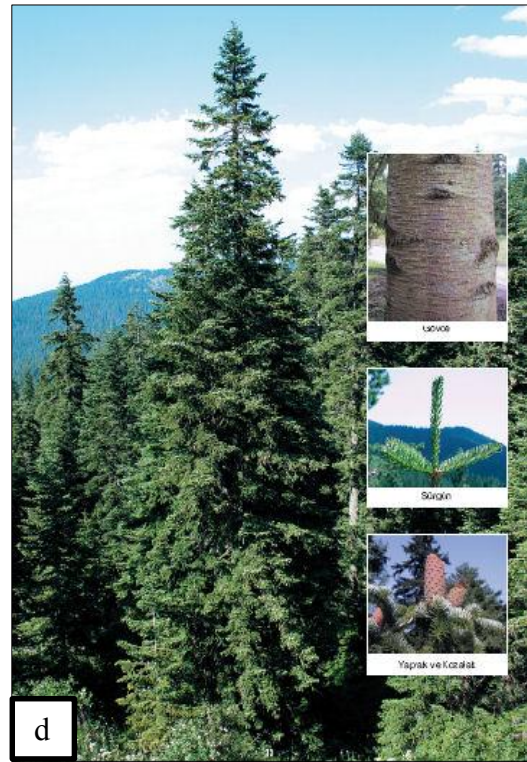
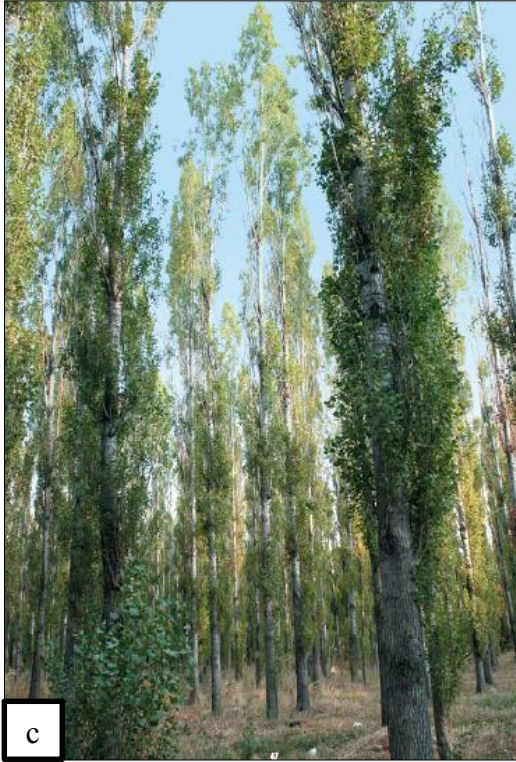
Farklı ağaç türlerinin yonga levha üretiminde değerlendirilmesi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Kalaycıoğlu (1991) Sahil çamı (*Pinus pinaster*), Baştürk (1993) Boylu ardıç

odununun (*Juniperrus excelsa* Bieb), Nacar (1997) Okalıptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

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

Fabrikaların buldukları bölgeler itibariyle mevcut doğal yapıya göre de hammadde özellikleri değişebilmektedir. İbrelili ve yapraklı ağaç türleri değişik miktarlarda kullanılmaktadır. Ayrıca; yapacak maksatlarında kullanılan odunun dışında kalan tüm odun hammaddesi yonga levha yapımında kullanılabilir. Buna yakacak odun da dâhildir. Bundan başka kapak tahtaları, çıtalar, tahta ve tomrukların uç kısımlarından elde olunan artıklar ve testere talaşı, kaplama levha üretimi artıkları kullanılabilir.





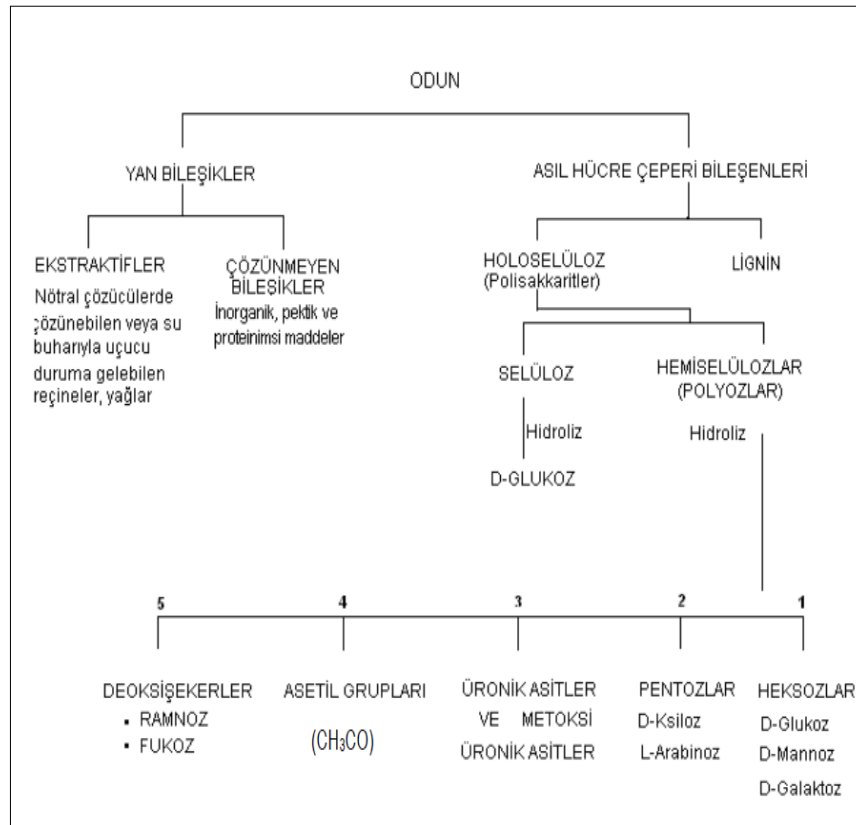
Şekil 8: Yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanılan ağaçlardan bazıları a: Sarıçam (*Pinus silvestris* L. ), b: Kayın (*Fagus sp.L.*), c: Kavak (*Populus sp.* ), d: Gökmar (*Abies sp.Mill.*), (URL-6, 2013).

Yonga levha ve MDF fabrikaları, yurdumuz ormanlarında yetişen ibrelili ve yapraklı ağaçların odunları ile özel kavaklıklarda yetiştirilen odunu işleyebilmektedir. Ayrıca yardımcı olarak endüstriyel atık, talaş da kullanılmaktadırlar. Hammade sıkıntısı çekildiği dönemlerde de ithalat yaparak açıklarını kapatmaktadırlar (Dayanıklıoğlu 2004).

İşlenmesinin kolay ve ucuz temin edilebilmesinden dolayı, dünya genelinde kompozit levha ve kâğıt endüstrisinde kullanılan hammaddenin yaklaşık %90' dan fazlasını ormanlardan elde edilen odunlardan karşılanmaktadır.

### ***Odunun Kimyasal Bileşimi***

İğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarının kimyasal içerikleri benzer bileşiklerden oluşmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9: Odunun kimyasal bileşenleri (Deniz, 2012).

Esas kimyasal bileşik olarak selüloz, hemiselüloz, lignin, ekstraktif maddeler bulunmaktadır. Bu bileşiklerin oranı ağaç türüne hatta aynı tür içinde dahi yetiştirme yerine göre belli oranlarda farklılıklar göstermektedir.

Odunsu bir hücre çeperinin kimyasal bileşikleri ve bunların yaklaşık değerleri Tablo 1'deki şekildedir:

Tablo 1: Odunsu hücre çeperi kimyasal bileşiklerinin yaklaşık değeri (Bozkurt ve Göker, 1990).

|  |          |
|--|----------|
| 1. Selüloz                             | %50      |
| 2. Hemiselüloz                         | %20 – 35 |
| 3. Lignin                              | %15 – 25 |
| 4. Yabancı Maddeler ( Ekstraktif vb. ) | %0 - 25  |

### ***Selüloz***

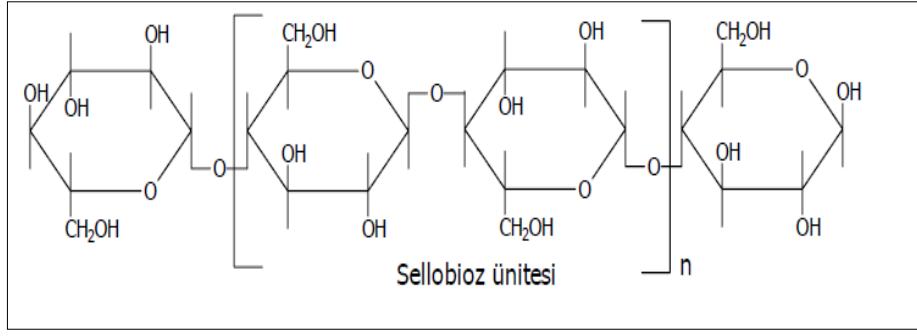
Selüloz, hücre çeperinin en önemli maddesi olup, çeperindeki maddelerin yaklaşık yarısı oranındadır. Aynı zamanda ağacın da en önemli hammaddesidir. Hem iğne yapraklı hem de yapraklı ağaçlardaki selüloz oranı  $42 \pm 2$  kadar bulunmaktadır (Bozkurt, 1992).

Selüloz, genellikle lifsel yapı oluşturan bileşiklerde olduğu gibi, molekül yapısı bakımından lineer bir polimerdir. Zincir biçimindeki moleküllerden oluşmaktadır. Selüloz molekülünün yapı taşları glukoz anhidrit birimleridir. Bu birimler birbirlerine 1,4 –  $\beta$  – glikozidik bağlarla birleşmiştir (Şekil 10).

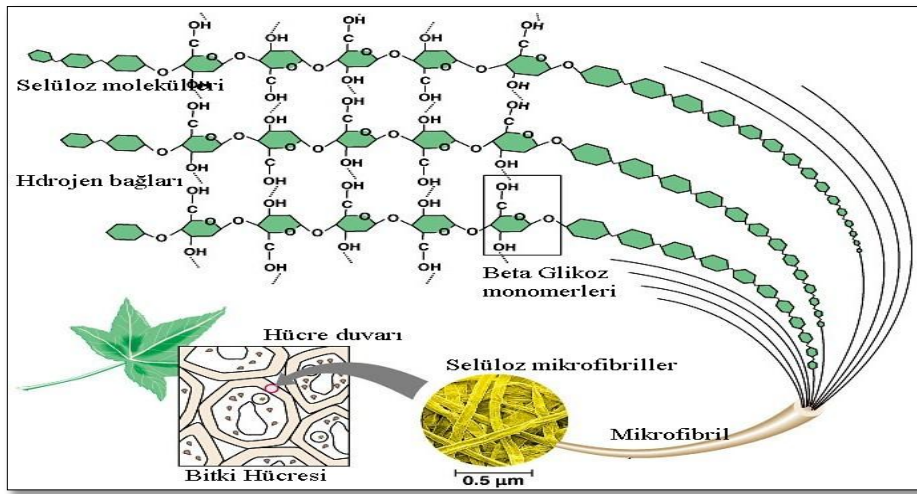
Doğal selüloz (Şekil 11) molekülünde yapı taşlarının sayısı (Polimerleşme Derecesi – DP) 10.000' e kadar ulaşmakta ve böylece doğal selülozun molekül ağırlığı da 1.500.000'i aşmaktadır. Bir anhidro glukoz biriminin uzunluğu 0,515 mμ olduğu için doğal selüloz molekülünün uzunluğu 5 mikronu geçecektir (Deniz, 2012).

Selülozu oluşturan her anhidrit glukoz 180° dönmüş diğer bir anhidrit glukoz ile bağlıdır (Şekil 12). Bunların her birinde primer ve sekonder hidroksil grupları vardır. Su, hidroksil gruplarına hidrojen köprüleri ile bağlanmakta, bitişik zincirler arasına girerek onları birbirinden ayırmaktadır. Böylece hücre çeperinde daralma ve genişlemeler meydana gelmektedir (Bozkurt, 1992).

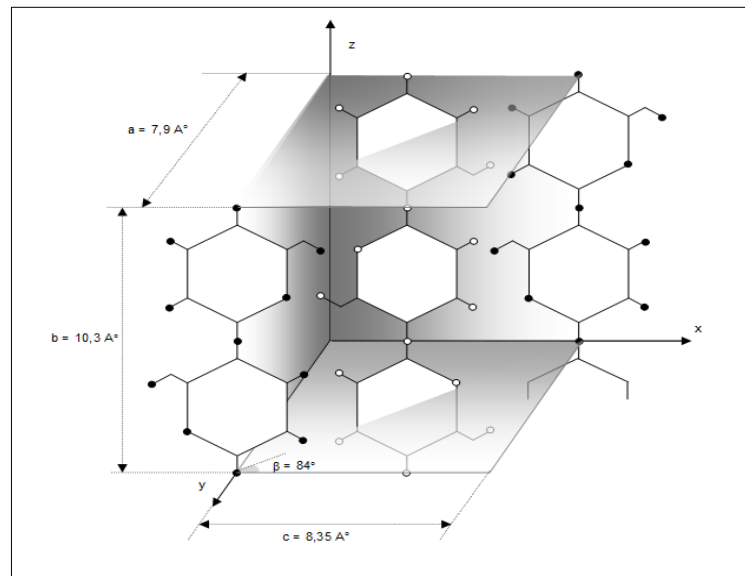




Şekil 10: Selüloz molekülünün kimyasal yapısı (Kırcı vd., 2001).



Şekil 11: Selülozun bağ yapısı (URL-7, 2012).



Şekil 12: Meyer ve Misch'e göre doğal selülozdaki hidrojen bağları (Deniz, 2012).

## ***Hemiselülozlar***

Odun hammaddesi ve diğer bitki türleri selülozdan başka polyoz veya hemiselüloz denen farklı polisakkaritler içerir. Polisakkaritler, hem aynı monosakkarit birimlerinin oluşturduğu homo-polisakkaritlerden hem de farklı monosakkaritlerin oluşturduğu hetero polisakkaritlerden olabilir. Geleneksel olarak polisakkaritler selüloz ve hemiselüloza bölünmektedir. Polyozlar ve kısa zincirli selülozları içeren kimyasal hamurlardan çözünerek alkali çözeltide bulunan ekstraktiflere hemiselülozlar denir. Yani, hemiselülozlar düşük molekül ağırlığındaki selülozu ve polyozları içerir. Polyozlar ise, tanım olarak hücre çeperinde ve alkali çözeltide bulunan selülozik olmayan polisakkaritlerdir (Deniz, 2012).

Beş ve altı karbonlu şekerlerin birbirleriyle değişik tip ve şekillerde bağ yapmasıyla oluşan, selüloza göre daha kısa, dallanmış zincir yapısındaki hemiselülozlar, heterojen doğal polimerlerdir. Genel olarak iğne yapraklı ağaçların esas hemiselüloz bileşeni galaktaglukomannan ile az oranda arabinoglukoksilan ve arabinogalaktan oluşmaktadır. Yapraklı ağaçlarda ise esas hemiselüloz ksilandır ve az oranda glukomannan bulunmaktadır. Hemiselülozların bir kısmı suda dahi çözünebilmektedir (Fengel vd., 1993).

İğne yapraklı ve yapraklı odunlar sadece toplam hemiselüloz yüzdesinde değil aynı zamanda her bir hemiselülozun oranları bakımından da farklılık gösterir. İğne yapraklı ağaçlar yapraklı ağaçlardan daha fazla mannoz ve glaktoz üniteleri içerirken, yapraklı ağaçlar daha fazla ksiloz ve asetil grupları içerirler. Odun polisakkaritleri hücrelerin yapısal maddesini meydana getirdiği gibi, hemiselülozların birçoğu da nişasta gibi rezerv maddesi olarak odunda yer alır.

Hemiselülozlar tüm odun türlerinde odun kuru ağırlığının %20–30'unu meydana getirir. İğne yapraklı ağaçların hemiselüloz bileşimi yapraklı ağaç hemiselülozlarının bileşiminden oldukça farklıdır. Önemli farklar ağacın gövdesi, dalları, kökleri veya kabuğu söz konusu olduğunda da ortaya çıkmaktadır (Deniz, 2012).

## ***Lignin***

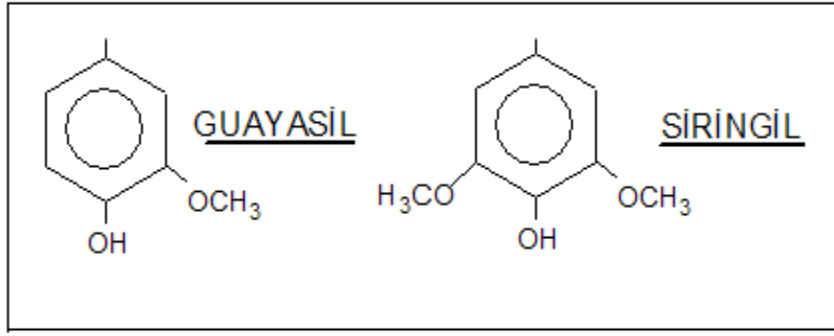
Ligninler üç boyutlu fenilpropan ünitelerinden oluşmuş polimerlerdir. İğne yapraklı ağaçlarda %30 ± 4, yapraklı ağaçlarda ise %25 ± 3 lignin vardır. Ligninler p – coumarly (p – kumaril), coniferyl (koniferil) ve snapyl (sinapil) alkollerinin polimerizasyon ürünleridir (Bozkurt, 1992).

Odunun diğer esas bileşenlerin olan lignin, üç boyutlu, oldukça karmaşık fenolik doğal polimeridir. Yapıştırıcı etkisinden dolayı, hücre çeperinde selüloz liflerini bir arada tutarak, sert ve dayanıklı olmasını sağlar (Arslan, 2008).

İğne yapraklı ağaçların hepsi guaiacyl lignini, yapraklı ağaçlar ise hem guaiacyl hem de syringyl lignini ünitelerini ihtiva ederler (Şekil 13). Ligninde higrokopisite azdır. Çünkü hidroksil gruplarının tümü su ile bağ teşkil etmemektedir. Esas itibariyle selüloz ve özellikle hemiselülozlar ligninden çok daha fazla higroskopiktirler (Bozkurt, 1992).

Her ne kadar, ligninin polimerik yapısını oluşturan yapıtaşları, fonksiyonel grupları ve bağlanma şekilleri büyük ölçüde açıklanabilmiş olsa de, tüm odunsu ve otsu bitkilerdeki lignini kapsayacak kimyasal formül henüz tam olarak yazılamamaktadır (Fengel ve Wegener, 1984; Sjoström, 1993).

Lignin genellikle bitki dünyasında yaygın bir maddedir. İğne yapraklı ağaçlarda lignin %24-33 ( Klason Lignini ) oranında yer alır. Bu bir guayasil lignini olup metoksil oranı %15-16 'dır. Bir fenilpropan birimine 0,9-1,0 metoksil karşılık gelmektedir. Yapraklı ağaçlarda guayasil siringil lignini yer alır. Lignin oranı ibrelili ağaçlardakinden daha az olup %16-24 arasında değişir (tiyoglikolik asit lignini ). Metoksil oranı %17-22 kadardır. Bir fenilpropan birimine karşılık olan metoksil oranı 1,2-1,5 kadardır. Guayasilsiringil lignini kamışimsı bitkilerde de yer alır (Deniz, 2012).



Şekil 13: Ligninin aromatik yapı birimleri (Deniz, 2012).

### ***Yabancı Maddeler***

Odundaki yabancı maddeler inorganik maddeler, suda çözünen maddeler ve ekstraktif maddeler olarak 3 başlık altında incelenebilir;

- **İnorganik Maddeler**

Odun hammaddesinde bulunan mineral maddelerin tamamı organik maddenin yakılmasından geri kalan kül içerisinde bulunur. Mineral maddelerin miktarı ılıman kuşakta yetişen odunlarda %0,1-1,0, tropikal ve tropikal altı kuşakta %5' e kadar çıkabilir. Tüm ağaçta en fazla inorganik bileşen içeriği iğne yapraklarda veya yapraklardadır. Kül içeriğinde azalan miktarıyla kabuk, ince kökler, ince dallar, kökler, dallar ve gövde gelmektedir. Külün ana içeriği kalsiyum, potasyum ve magnezyumdur. Odun küllerindeki toplam elementlerin %50' den fazlası kalsiyumdur. Potasyum (K) ve magnezyum (Mg) ikinci ve üçüncü sırada gelir.

- **Suda Çözünen Maddeler ve pH**

pH, çözeltildeki hidrojen veya hidroksil iyonları konsantrasyonu olarak ölçülür ve çözeltinin asidik, nötral veya alkali özelliği belirlenir. Rutubetli odun bünyesindeki sulu çözeltinin pH'sı odunun pek çok yerde kullanımı açısından önemlidir. Odunla metallerin temasında korozyon, tutkalların yapıştırma gücü, odun koruyucuların tutunması etkilenebilir. Odunun pH'sı kağıt hamuru, lif, yonga levha üretimi ve plastikleştirme açısından da önemlidir.

Öz odun ve diri odun farklılığı, ayrıca kesim sezonuna değişikliği, pH değerinde sadece küçük bir etkide bulunmaktadır. Yüksek sıcaklıkta ve rutubetli ortamda odunun depolanması sırasında pH değerinde artış görülmektedir. Odunun pH' sı 5,5 – 8 arasında değişmektedir.

- **Ekstraktif Maddeler**

Bu maddeler hücre çeperinde ve hücre lümeninde bulunan, fakat hücre yapısının esas kısmını teşkil etmeyen maddelerdir. Ekstraktif maddeler, ya hücre çeperine tamamen nüfuz etmişlerdir, ya da yüzeysel olarak yerleşmiş veya hücre lümenini doldurmuşlardır. En önemlileri ve ekonomik bakımdan değerli olanları polifenoller ve reçinelerdir. Reçineler iğne yapraklı ağaçlarda bulunurlar ve odunun su buharı ile destilasyonu sonucu terebantın yağı, tall oil ve kolofan elde edilmesinde kullanılır.

Ekstraktif maddeler odunun birçok özelliğine etki yaparlar. Öz odununun koku ve rengini ekstraktif maddeler oluşturmaktadır. Mantar ve böceklere karşı koruyucu etki yapan zehirli organik maddeler yine ekstraktif maddelerdir.

### **1.2.6.2 Diğer Lignoselülozik Hammaddeler**

Odun hammaddesine dayalı endüstri sayısının zamanla artması, yonga ve lif odunu bulmakta ortaya çıkan güçlükler ve buna bağlı olarak artan hammadde fiyatları yonga levha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması imkânlarının araştırılmasına sebep olmuştur.

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Ancak keten, kenevir, pamuk sapları, şeker kamışı, bambu, saz, yer fıstığı kabuğu, saman, ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifi gibi bitkisel madde veya artıklardan da yonga levha üretimi mümkün olduğu belirtilmektedir. Ancak yeterli miktarlarda olması, toplama, taşıma, depolama ve hazırlamanın kolay, ucuz ve materyalin mantarlar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir. Yıllık bitkilerin kullanılmasının da en büyük sorun materyalin homojen olmayışıdır (Özen, 1980).



Odunsu ve otsu bitkisel kaynaklardan, oduna alternatif olarak benzer performans özelliklere sahip malzeme üretilebilmesi, temel olarak kimyasal yapılarının, hücrelerin morfolojik ve fiziksel özelliklerinin odunlara benzer olması ile mümkündür.

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

Bitkisel materyalin, kompozit panel ürünleri üretilebilmesi için diğer önemli kriter ise hücre boyutlarıdır. Hücre boyutları, hücre çeper kalınlığı, uzunluğu, lümen açıklığı gibi özellikler, nihai ürünün (kompozit) performans özelliklerini direkt olarak etkilemektedir (Arslan 2008).

### **1.2.6.3 Yapıştırıcı Maddeler ( Tutkallar )**

1930 yılından önce odun endüstrisinde kullanılan tutkallar, bitkisel ve hayvansal olup aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktaydı (Göker, 1978) ;

1. *Hayvan ve Jelâtin Tutkalları:* Deri, kemik ve balık atıklarından elde edilir.
2. *Kan ve Kan Albümini:* Hammaddesi olan kan mezbahalarından temin edilir.  
Bazı zamanlar kazein ile karıştırılmaktadır.
3. *Kazein:* Sütten elde edilen bir hayvansal proteindir.
4. *Soya:* Soya fasulyesi ve yer fıstığından elde edilen bitkisel proteindir.
5. *Nişasta veya Bitkisel Tutkallar:* Meyveler, tohumlar veya köklerden elde edilirler.

Kan albümini, kan serumu içinde çözülmüş durumda bulunan bir proteindir. Bu tutkalın hammadde kaynağı mezbahalardır. Açık, esmer ve siyah renkte olmak üzere üç çeşit kan albümini vardır. Bunlardan açık ve esmer renkte olanı gıda, deri ve kâğıt endüstrisinde, siyah renkte olanı ise kontrplak endüstrisinde yapıştırıcı olarak değerlendirilmektedir.

Kazein tutkalı, sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Kazein tutkalına küf ve mikroorganizmalar meydana getirdiği bozulmayı önlemek için %3 Thymol katılır ve özellikle kaplama levhaların yapıştırılmasında kullanılır.

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından elde edilmektedir. Kontrplak endüstrisinde yapılan bir araştırmada pirinç çeltiğinden elde edilen tutkalın polimerik metilen difenildiizosiyanat ile birlikte yonga levha üretiminde kullanılabilir bir özellik taşıdığı saptanmıştır (Baharoğlu, 2010).

Yapıştırıcı madde, malzemelerin yüzeylerini birleştirerek bir arada tutabilme yeteneğine sahip madde olarak tanımlanmaktadır (Vick, 1999). Yapıştırıcılar, yonga levha ve kontrplak gibi levha ürünlerinin üretiminde ve çeşitli konstrüksiyonların birleştirilmesinde oldukça önemlidir. Orman ürünleri sanayisinin gelişmesinde yapıştırıcıların büyük etkisi olmuştur (Aydın vd., 2010). Üretilen ahşap kompozit malzemelerin kalitesi ve tutkallı birleştirmelerin performansı oluşan tutkal bağına bağlıdır (Chen, 1970).

Yonga levha endüstrisinde 3 ana sentetik reçine tipi kullanılmaktadır. En çok kullanılan üre formaldehit reçinesi olup, bunu fenol formaldehit ve melamin formaldehit reçineleri takip etmektedir. Başkaca enteresan fakat az miktarda kullanılan bir başka sentetik yapıştırıcı ise polyzosiyanattır. Üre ve melamin reçineleri Amino reçineler olarak bilinmektedir. Amino ve Amido gruplarının aldehitlerle meydana getirdiği reaksiyon ürünleridir, ki buna Formaldehit girmektedir. Bu reçineler ve fenol formaldehit reçinesi ısı etkisi ile katalizörler yardımıyla kısa süre içerisinde sertleşebilmektedir. Böylece reçineler kondenzasyon polimerizasyonu vasıtası ile vazifelerini görmektedirler (Bozkurt ve Göker, 1990).

Dünyada yonga levha üretiminde yaklaşık %90 ve daha yüksek oranda üre formaldehit reçineleri kullanılmaktadır. Üre formaldehit reçineleri ucuz, ancak preslemede sertleşme süresi kısa ve kullanımı kolay olan tutkallardır. Ayrıca, bu tutkal beyaz veya renksizdir. Ancak, dış maksatlar için dirençli yonga levhaların üretiminde bu tutkal kullanılmamaktadır.

Fenol formaldehit reçineleri bugün dış cephelerde kullanılan levhalar için en elverişli bir tutkal olarak kabul edilmektedir. Melamin reçineleri ise, bazı levha üretim metodlarında

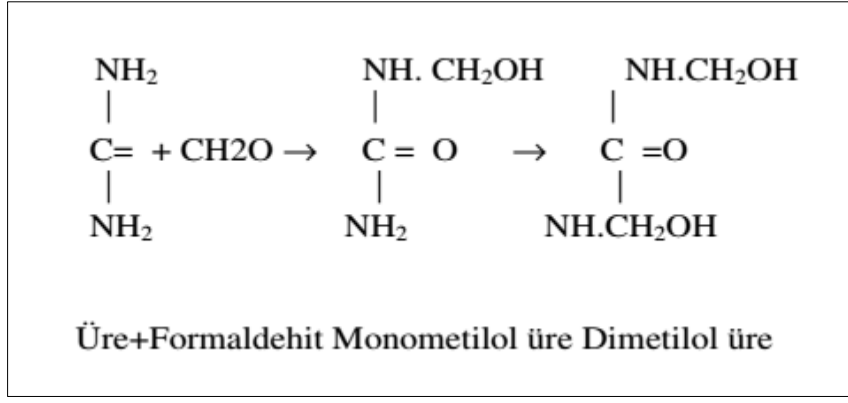
özellikle üre formaldehit reçinesi ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Böylece rutubete karşı yüksek bir direnç sağlanabilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1990).

### ***Üre Formaldehit Tutkalı***

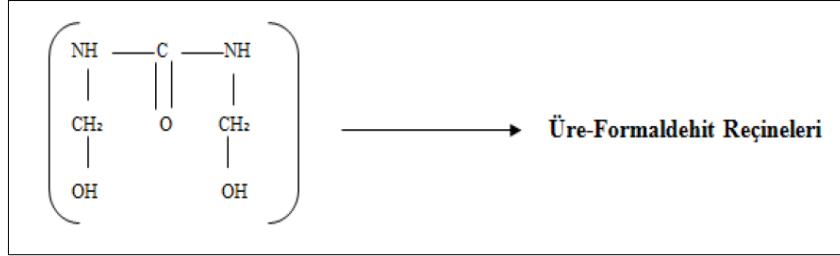
Üre formaldehit tutkalı nispeten ucuzluğu nedeniyle, özellikle kaplamalı işler, prese kapı, yonga levha ve kontrplak üretimi olmak üzere, ağaç işlerinde en çok kullanılan yapıştırıcıdan biridir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü, oksijen ve hidrojenle elde olunmaktadır. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile elde olunmaktadır.

Üre renksiz, kokusuz ve suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, Amonyak ve Karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak Amonyum Karbaminat meydana gelmekte, buna amonyak ilave edildiği takdirde su ve üre maddeleri oluşmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Üre formaldehit tutkalı, üre ile formaldehitin sulu bir çözeltide kondenze olmasıyla elde olunur. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilmektedir. Her iki bileşen dimetil ve monometilol ürenin teşekkülü altında, hafif alkali ortamda reaksiyona girer, oluşan monometilol ve dimetilol üre bünyelerinden su kaybederek metilen köprüleri oluşturmak suretiyle kondenze olurlar (Şekil 14). Bu ön kondenzasyon ürünleri henüz suda çözülebilen bileşikler olup reaksiyona 3 boyutlu ağlar oluşturacak şekilde devam ederler. Arzu edilen kondenzasyon derecesine ulaşmasından sonra reaksiyon hafif asidik olan çözeltinin soğutulması ve nötralleşme ile kesilir (Şekil 15). Elde edilecek tutkalın özelliklerini; sıcaklık, reaksiyon süresi, pH değeri, katalizör konsantrasyonu ve üre formaldehitin molar oranı etkilemektedir (Çolakoğlu, 2004).



Şekil 14: Monometil üre oluşumu.



Şekil 15: Monometil ürenin üre formaldehite dönüşmesi.

Farklı yollarla üretilebilen üre formaldehit tutkalının örnek bir üretim akışı aşağıda belirtildiği gibi özetlenebilir;

1. Formaldehitin reaktöre verilmesi
2. pH'nın nötr veya alkali olacak şekilde ayarlanması (pH 8 – 8,6)
3. Motife edici maddelerin ilavesi
4. Arzu edilen reaksiyon mol oranına göre üre ilave edilmesi
5. Reaksiyonun başlaması ve hızlandırılması için sıcaklığın artırılması (90 °C)
6. Alkali ortamda sıcaklığın 90 °C de tutulması
7. pH'nın asidik ortama ayarlanması
8. İstenilen molekül ağırlığını elde etmek üzere kondenzasyon reaksiyonu için asidik pH'nın korunması ve artırılması
9. Reaksiyonu durdurmak için pH'ın 7 üzerine çıkartılarak nötralize edilmesi
10. Gerekirse fazla suyun vakum ile uzaklaştırılması
11. Arzu edilirse üre ilavesi
12. İlave kimyasal maddelerin katılması
13. 25 °C ye kadar soğutma

Daha önceleri ürenin formaldehite mol oranı 1, 1,5-2 iken, günümüzde bu oran 1, 1,25-1,15'e kadar düşürülmüştür. Formaldehit oranının azaltılması, serbest formaldehit ayrışmasını düşürmekte fakat sertleşme süresinin uzamasına neden olmaktadır. Amaca uygun olarak alkali ortamda başlatılan kondenzasyon reaksiyonu ile Monometilol-Üre, daha sonra dimetilol üreye dönüşmektedir (Alvur, 2001).

Üre- formaldehit reçineleri, termosetting bir yapıya sahiptir. Yani sadece bir kere sertleşir. Sertleştikten sonra ısıtılarak veya kimyasal bir çözücü kullanılarak yeniden yumuşatılamaz (Alvur, 2001). Daha hızlı bir sertleşme sağlayabilmek için ise bir katalizöre ihtiyaç vardır. Sıcak preslemede sertleştirici madde olarak Amonyum klorür ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) veya Amonyum sülfat kullanılır. Üre formaldehit piyasada %55' lik veya %65' lik sıvı halde yada toz olarak satılmaktadır. Toz halde olanı, depoda 1 yıl bozulmadan saklanabildiği halde sıvı haldeki tutkal birkaç ay dayanabilir. Ancak piyasada sıvı halde bulunmaktadır. Sulu haldeki katı madde miktarı genellikle %65 dir. Viskozite tutkalın kullanım amacına göre 200-300 cps dür. Pres basıncı levhanın özgül ağırlığına bağlı olarak 1,0-3,0 N/mm<sup>2</sup> arasında değişir. Presleme süresi ise kullanılan katalizörün tepkisi, presleme sıcaklığı ve levha kalınlığına bağlıdır (Güler, 2001).

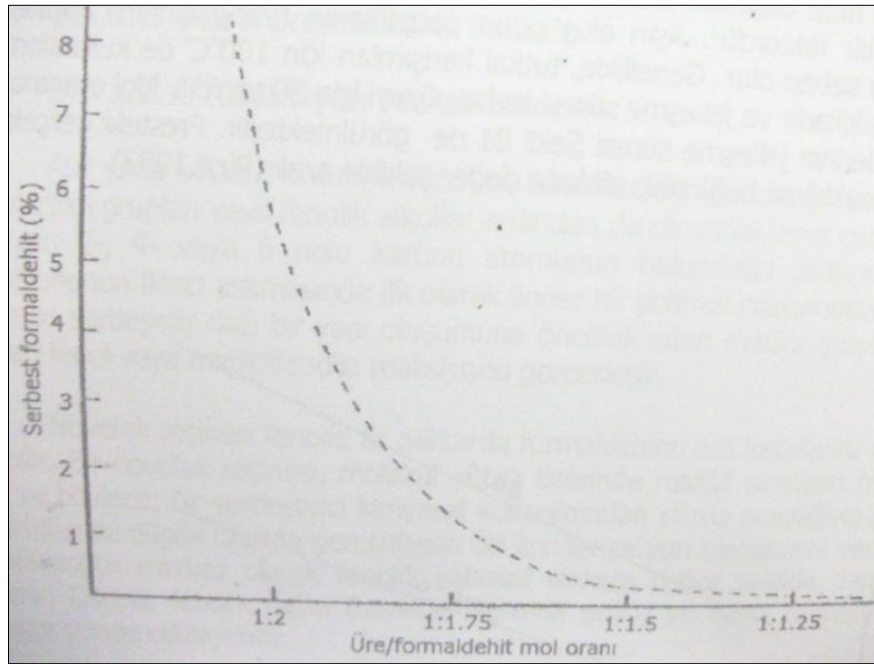
Üre formaldehit tutkalı reçetesinin hazırlanması veya kullanımdan hemen önce sertleştirici olarak çoğunlukla amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir (Dinwoodie, 1983). Bu sayede tutkalın dayanma süresi kısalmış ve sertleşme hızlanır. Bu tutkalın kısa sürede sertleşmesi için bu katalizörlerden bir tanesi mutlaka kullanılmalıdır.

Ağaç türüne bağlı olarak pH' ın 4,2-5,5 aralığında olması gerekir. pH arttıkça sertleşme süresi uzamaktadır. Üre formaldehit reçinelerinin kullanıldığı levhalarda son sertleşme derecesi olarak alt ve üst tabakalarda sıcaklık 150-190°C, orta tabakalarda sıcaklık en az 100 °C olmalıdır. (İstek, 2010).

UF tutkalı kullanılarak üretilen panel ürünler, dış hava koşullarına, neme, rutubete, sıcaklığa, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı diğer sentetik tutkallar kadar dirençli değildir (Gillespie vd., 1978; Dinwoodie, 1983; Bozkurt ve Göker, 1986; Bozkurt ve Göker, 1990; Tank, 1993).

Üre formaldehit tutkalında karşılaşılan sıkıntılardan en önemlisi formaldehit emüsyonudur. Formaldehitin açığa çıkış şekillerinden ilki yonga levha ve MDF üretildikten sonra kısa bir süre içerisinde söz konusu olurken, ikinci tip formaldehit açığa çıkması levhaların kullanıldığı yerlerde kullanım süresi boyunca söz konusu olabilir. UF tutkalı kullanılarak üretilen yonga levha ve MDF'lerde formaldehit emisyonunu birçok faktör etkilemektedir. Bunlardan en önemlileri üre ile formaldehitin mol oranı, pres sıcaklığı, çevre sıcaklığı ve kullanım yerindeki rutubet içeriğidir. (Pizzi, 1983).

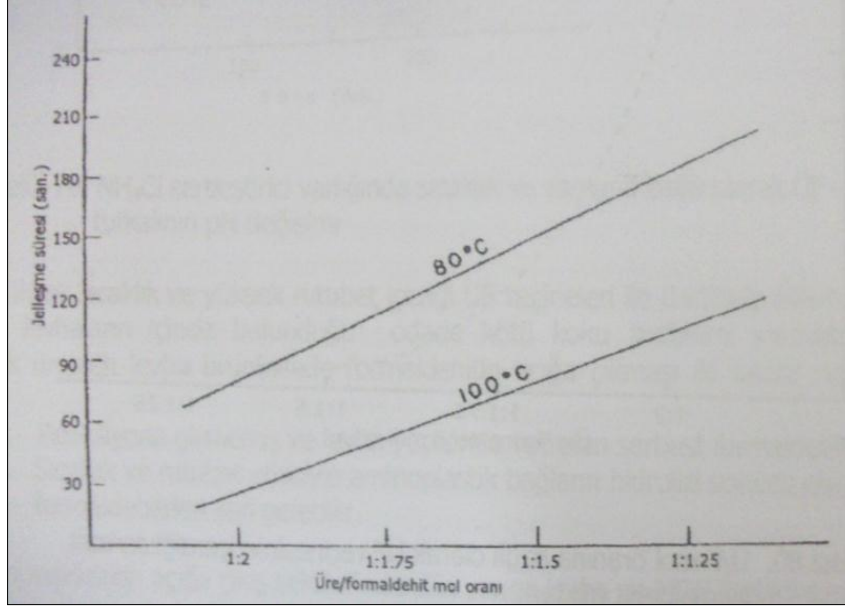
Yapılan araştırmalara göre üre formaldehitin mol oranı 1:1,45 iken serbest formaldehit oranı %0,8, 1:1,32 iken %0,3 ve 1:1,25 iken %0,2' den azdır. Üre formaldehit mol oranı 1:1,3 ve daha az olan üre formaldehit reçinelerinin kullanımı konusunda uluslararası bir eğilim olmasına rağmen bu tip reçineler yonga levha üretiminde çok iyi sonuç vermezler (Şekil 16). Ayrıca, daha yüksek formaldehit/üre mol oranlı reçineler yonga levha ve MDF üretiminde daha fazla esnekliğe müsaade etmez (Eroğlu ve Usta, 2000).



Şekil 16: Üre/Formaldehit mol oranı (Eroğlu ve Usta, 2000).

Daha düşük formaldehit/üre mol oranlı UF reçineleri ile çalışırken daha fazla sertleştirici kullanmak gereklidir (Şekil 17). Çünkü reçinenin jelleşme süresi kısaldır. Üretimden hemen sonra bitmiş levhadaki serbest formaldehitin başlangıç miktarı ile presleme sırasında açığa çıkan formaldehitin miktarını azaltmak için tutkal karışımı içerisinde bazen %5' e kadar üre

ilave edilebilir. Daha yeni bir gelişme ise üretimden sonra hem levhada var olan serbest formaldehitin miktarını azaltmak hem de üretim sırasında levhadan açığa çıkan formaldehitin miktarını azaltmak için %1-2 kadar tanen ekstraktı kullanılmasıdır (Eroğlu ve Usta, 2000).



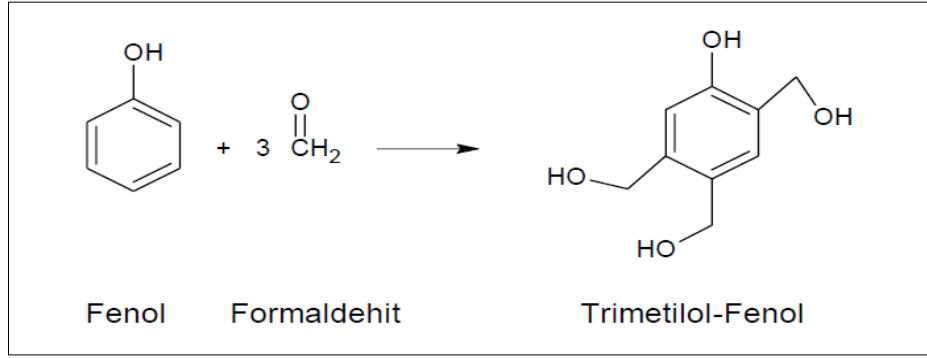
Şekil 17: Üre/Formaldehit mol oranına bağlı sertleşme süresi (Eroğlu ve Usta, 2000).

Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır:

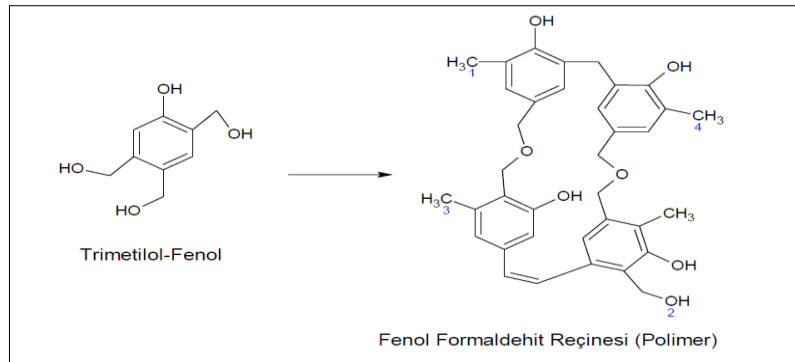
1. Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
2. Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir.
3. Suda çözünebilir.
4. Kokusuzdur.
5. Tutuşmaz.
6. Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
7. Fiyatı ucuzdur.
8. Çok iyi termal özelliklere sahiptir.
9. Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
10. Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
11. Formaldehit emisyonu yüksektir.

### ***Fenol Formaldehit Tutkalı***

Fenol formaldehitin (FF) temel bileşenleri, fenol ve formaldehittir (Şekil 18). Fenol ham petrolden elde edilir. Fenol'ün temel bileşenleri tolüen ve benzendir. Tolüen, benzoik asitten dönüştürülür, benzen ise propilen ve cumenin karışımıdır. Benzoik asit ile birlikte fenolü oluşturur. Fenol ve formaldehit, FF reçinesi içinde bir karıştırıcı yardımıyla birleştirilir (Şekil 19). Bu sıvı, kokusuz, koyu kahverengi ve kesinlikle yanmazdır. İşlem esnasında FF reçinesi, üre formaldehit reçinesi gibi bağlarını güçlendirmiş ve polimerize edilmiştir. FF çözeltisi, fenol ve formaldehitin 2,2 mol oranlarında formaldehitin çoğu FF yapısı içinde üç boyutlu kuvvetli bağlar ile sürekli bir şekilde yapıştırılır. Serbest formaldehit, üre formaldehitin pres esnasında bırakılması gibi, aynı şekilde pres esnasında bırakılır (Uysal ve Kurt, 2005).



Şekil 18: Fenol ve formaldehidin birleşmesi sonucu Trimetilol-Fenol oluşması (Polisan A.Ş., 2005).



Şekil 19: Fenol formaldehit oluşumu (Polisan A.Ş., 2005).

Fenol formaldehit reçineleri de diğer formaldehit reçineleri gibi termoset bir yapıdadır.



Dolayısıyla kullanıldığı yerde sertleştikten sonra yeniden yumuşayıp (reaksiyonun geri dönmesi ile) bozunması durumu olmamaktadır. Suya ve diğer dış etmenlere karşı (basınç, sıcaklık) oldukça dayanıklıdır. Bu bakımdan üre formaldehit reçinelerine göre üstün özellikler taşır. Diğer reçinelerden daha pahalıdır. İçerdiği fenol miktarı azaltılarak, fenol yerine alternatif başka bileşikler kullanarak ya da farklı kimyasal katkıları eklenerek üretimde ekonomi sağlanmaya çalışılır. En tehlikeli polimerizasyon reaksiyonu fenol formaldehit reçinelerinde görülür. Fenol çok aktif bir bileşik olduğu için reaksiyon hızı kontrol edilemeyip reaktörde patlamalara yol açabilir.

Fenol yapay reçinesinden üretilir. Fenol yapay reçine ise, taşkömürü, su ve havadan kimyasal yollarla üretilir. Toz şeklinde olanı, çoğunlukla alkol ve su ile karıştırılır. Oda sıcaklığında uygulanır. Sıvı şeklinde olanlara, bazı kimyasal maddeler ve dolgu maddeleri katılabilir (Yeniocak, 2008).

Fenol reçineler üreden daha yavaş ve daha yüksek sıcaklıklarda sertleşirler. Fenol reçineler oldukça yüksek molekül ağırlıklıdır. Dayanıklı ve serttir. Yongalar arasında güçlü ve suya karşı dirençli yapışmalar sağlamaktadır (Huş, 1977). Aynı zamanda FF tutkalı yüksek moleküler ağırlığa sahip olduğundan; rutubet, yağ, organik çözücüler, birçok asit, mantar ve bakterilere karşı çok dayanıklı bir tutkal çeşididir.

Fenol formaldehit tutkalı rutubete, suya, atmosferik koşullara karşı dayanıklı yapışma sağladığı için açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhaların üretimi için uygun bulunmaktadır. Ancak, koyu renkli oldukları için levhalarda koyu renk söz konusu olmakta veya küçük kırmızı lekeler şeklinde görüntüler oluşturmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Fenol formaldehitin sertleşmesi için gerekli olan sıcaklık üre formaldehit tutkalından daha fazladır. Levhanın orta kısmındaki pres sıcaklığı 120-150 °C olmalı ve pres levhalarının sıcaklığı ise 200 °C' ye ulaşmalıdır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Genel olarak fenolik tutkallar her türlü koşullar altında yüksek mukavemet özelliğine sahip bulunmaktadır. Uzun zaman açık hava şartlarına maruz kalmaları halinde dahi gözle görülen herhangi bir bozulma ve değişiklik meydana gelmemektedir (Güler, 2001).

Fenol formaldehit tutkalı 2 farklı metotla üretilmektedir. Bunlar novalak ve resoldür.

*RESOL*: a. A durumunda Resol b.B durumunda Resol (Resitol) c.C durumunda Resol (Resit) olmak üzere üç durumda bulunur. Resol alkali şartlar altında üretilen fenolik bir reçinedir. (pH 7 den büyük) formaldehit mol oranı fenole göre daha çoktur. Resol novalaktan oldukça farklıdır. Yüksek sıcaklıkta bir sertleştirici ilave edilmeden geri dönüşü olmayan sertleşme sağlanır. Bu nedenle bu tür yapıştırıcılar termosetting olarak adlandırılır. Resollerde fenolün formaldehite oranı; 1:1,8-1:2,2 arasında değişmektedir. Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Düşük sıcaklıklarda depolanması tavsiye edilir. Yüksek alkali miktarı, kullanım yerinde daha fazla su absorbe etmesine neden olur (Çolakoğlu, 2004).

*NOVALAK*: Asit ortamda (PH 7 den daha az) fenol ve formaldehitden üretilir. Bu tür reçinede fenol mol oranı formaldehite göre daha fazladır. Bunlarda ise fenolün formaldehite oranı; 1:0,8-1:1 arasında değişmektedir (Çolakoğlu, 2004). Hava şartlarına karşı dayanıklı oluşu nedeniyle daha çok açık hava ve klimatize edilemeyecek yerlerde kullanılacak levhaların üretiminde kullanılır. Tutkalın kırmızımtırak kahverengi oluşu nedeniyle, bazen levha yüzeyinde lekelenmeler görülebilir. %12-15 oranında tam kuru tutkal miktarı suya karşı yeterli direnç sağlayabilmektedir. Yonga rutubetinin ise tutkallama sırasında %4-8 olması gerekir (Karakuş, 2007).

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 paraformaldehit ilavesine ihtiyaç duyulur.

Dış ortamlarda kullanılacak yonga levha ve MDF üretiminde fenolik yapıştırıcıların tercih edilmesi durumunda en büyük dikkat tutkalın formülasyonundan çok tutkalın uygulanmasına verilmelidir. Levhanın presleme süresi; tutkalın tipine, reaktifliğine ve rutubet içeriğine 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).

Melamin formaldehit tutkalı, melaminin formaldehit ile kondenzasyonu sonucu elde olunmaktadır. Melamin formaldehit üretiminde; reaksiyon pH' ı 5-6 ortamında, 1 mol melaminin 6 mol formaldehit ile karıştırılmasıyla başlar ve kademeli olarak ilerler. Reaksiyonun sonu beklenmeden, kondenzasyon ürünleri henüz suda çözülebilir durumda iken, çözeltinin nötrleştirilmesi ve soğutulması ile yarıda durdurulur. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edildiği takdirde toz halindeki reçine bir yıl dayanabilmektedir (Huş, 1979).

Melamin formaldehit tutkalı, UF tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajlı yanları vardır. Bu avantajlar; suya karşı daha dirençlidir, ısı stabilitesi daha yüksektir, düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmektedirler (Huş, 1979).

Melamin reçinesi çözeltisi üre reçinesi kadar depolamaya elverişli değildir. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edildiği takdirde toz halindeki tutkal bir yıl dayanabilmektedir. %50 oranında üre formaldehit katılmak suretiyle elde edilen melamin + üre formaldehit reçinesi yeterli fiziksel ve sertleştirme özelliklerine sahip olup, bu karışımdaki bir tutkal üç haftalık bir süre içerisinde bozulmadan kalabilmektedir

Melamin reçinesinin imalatında en önemli nokta, karışımın en kısa süre sonunda 90 °C' ye gelmesi ve renginin saydamlaşmasıdır. Bu süre yaklaşık olarak bir saattir. İmalat süresince istenilen reçine cinsine göre katkı maddeleri verilmektedir. Boraks, kaprolaktam, dietilen glikol, polietilen glikol, belirtilen katkı maddeleri arasındadır. Reaksiyonun tamamlanma süresi, su toleransı miktarına göre yapılmaktadır ve ayarlanmaktadır. İmalatı gerçekleşen melamin reçinesi sevk edilmeden önce yoğunluk, pH, katı madde yüzdesi, su toleransı tayinleri yapılmaktadır.

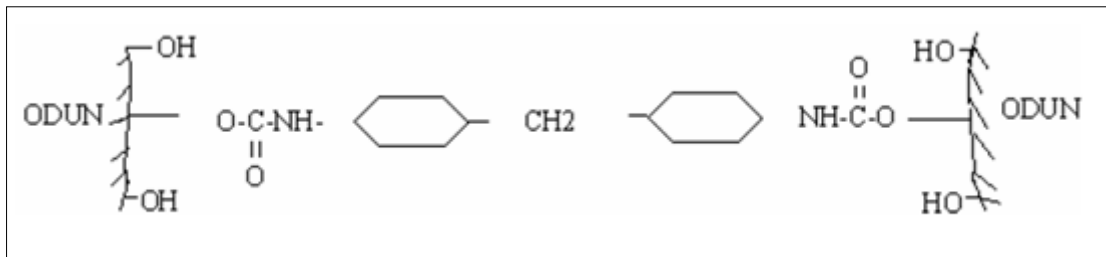
Melamin reçinesi maliyeti pahalı olduğu için üre formaldehit kadar kullanılmaz. Ancak melamin reçinesine üre katılıp ucuzlatabilir. Sulu çözeltinin ömrü çok az olup 3 hafta dayanabilir. Melamin reçinesi daha çok kat ve tabakalar halinde yapıştırılan ve kaynatmaya karşı dayanıklılık isteyen ağaç malzemenin yapıştırılmasında kullanılır (Güler, 2001).

## İzosiyanat Tutkalı

İzosiyanat tutkallar, polimerik difenilmetan (PMDİ) diizosiyanat tutkalı ve emülsiyon polimer izosiyanat tutkalı olmak üzere iki grupta incelenebilirler. Polimerik difenilmetan diizosiyanat tutkalı, II. Dünya savaşı boyunca geliştirilmiştir. Ancak ilk kullanımı 1960'lı yıllarda, yaygın kullanımını ise 1980' li yıllarda olmuştur. Bu tutkal rutubete karşı yüksek direnç göstermesi, düşük presleme süresi ve FF tutkalının çok üstünde direnç özelliklerine sahip olması gibi bir çok avantajının yanı sıra kullanımının ilk yıllarında özellikle yonga levhanın pres plakalarına yapışması, fiyatının yüksek olması gibi dezavantajları da vardır (Schmidt, 1998).

Diizosiyanat tutkalında gerçek bir kimyasal bağ oluşmaktadır. Tutkal su ihtiva etmemektedir. Rutubete dayanıklılığı bakımından FF tutkalı ile eşdeğerdir. Normal hava şartlarında ise yapışma direnci FF tutkalından daha fazladır. İçerisinde su ve organik çözücü olmadığından tutkallama yonga rutubetini arttırmaz. Difenilmetan diizosiyanat odunun (OH) gruplarıyla birleştiği için higroskopisitesini azaltır. Bu nedenle aynı iklim koşullarında, izosiyanat ile yapıştırılmış odun levhanın denge rutubeti, masif odunun denge rutubetinden daha azdır (Özen, 1980).

İzosiyanat tutkalı olarak bilinen difenilmetan-diizosiyanatın özelliği her iki ucunda bulunan izosiyanat grupları vasıtasıyla odundaki hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) grupları ile reaksiyona girerek üretan zincirleri oluşturmasıdır (Şekil 20). Amino ve fenoplast tutkallarda yapışma spesifik adezyonla gerçekleşirken, izosiyanat tutkalında gerçek kimyasal bağ oluşmaktadır. İzosiyanat tutkalı su içermediğinden ve kullanılan tutkalın tümü bağlayıcılık görevini yapmasından dolayı iyi bir yapışma sağlar. Tutkallamada yonga rutubeti artmaz ve presleme süresini olumlu yönde etkiler. İzosiyanat tutkalı sulu çözelti halinde de kullanılabilir (Özen, 1980).



Şekil 20: İzosiyanat gruplarıyla odun arası etkileşimler (Özen, 1980).

### ***Resorsin Formaldehit Tutkalı***

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

Fenol formaldehit reçinesine göre 5-6 kat daha pahalı olup, her türlü açık hava şartlarına, asitlere, alkalilere ve diğer çözücülere karşı dayanıklı bir tutkal türüdür. Resorsin tutkalı özellikle sıcakta yapıştırma imkânı bulunmayan hallerde fenol formaldehit ile yeterli derecede direnç elde edilemeyen örneğin, kayık, gemi ve uçakların ağaç malzeme kullanılan kısımların tutkalanmasında kullanılır. Resorsin formaldehit sıvı halde olup kırmızımsı erguvani renktedir. %50-60 katı madde ihtiva eden sıvı halde piyasada bulunur. 20 °C sıcaklıkta 9-12 ay depolanabilir. Resorsin reçinesi +20 °C' de, 3-6 saatlik bir süre içerisinde sertleşir ve yapışma özelliğini kazanır (Güler, 2001).

#### **1.2.6.4 Katkı Maddeleri**

Levhaların suya ve rutubete karşı dayanımını arttırmak ve mantar ve böceklere karşı korumak için, yongalara katkı maddeleri ilave edilir. Yonga levhanın özelliklerini iyileştirmek amacıyla sentetik tutkala ilaveten bazı katkı maddeleri ilave edilmektedir. Bu katkı maddelerinin görevleri şöyle sıralanabilir;

- Plastikleştirme,
- Stabilité sağlanması,
- Tutkal sürme niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilmesi,
- Tutkal dağılma özelliğinin iyileştirilmesi,
- Yanmayı geciktirmesi,
- Koku gidermesi,
- Malzeme yüzeyine toz birikmesini önleme,
- Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengeleme,
- Bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilmesidir (Karakuş, 2007).

### ***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 hemen hemen görülmemektedir. Özellikle mobilya endüstrisinde kullanılan yonga levhalarda hidrofobik maddelerin kullanılması ile bu sakıncalar ortadan kaldırılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levhanın su alarak şişmesini önlemek amacıyla hidrofobik maddeler kullanılır. Bunlar levhanın su almasını tamamen önleyemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha, kısa süre su veya yüksek miktarda rutubete maruz kalırsa, bundan etkilenmez.

Yonga levhalarda tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır (Şekil 21). En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir (Baharoğlu, 2010).



Şekil 21: Parafin (URL-8, 2014).

Mumlar, nispeten düşük molekül ağırlığında, basit yapıda, kristalleri iğne şeklinde ve yassı olan maddelerdir. Ticari parafin mumları  $C_n H_{2n+2}$  formülünde düz zincirli hidrokarbonlar olup, erime dereceleri 50–100 °C arasında değişmektedir. Parafin ve mumlar polar olmadıklarından kimyasal yönden aktif değildir. Hidrofobik etkileri, liflerin kılcal boşluklarına girerek su moleküllerinin bu boşluklara girmelerini engelleme şeklindedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Parafinin genellikle iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla %0,3–0,5, yapraklı ağaçlarda ise %0,5–1 oranında uygulanmaktadır. Ancak, parafinin %1-2' nin üzerinde kullanılması halinde tutkallamayı olumsuz etkilemekte ve levhanın direnç özelliklerini düşürmektedir (Özen, 1980; Eroğlu ve Usta, 2000).

Ticarette kullanılan parafinin ergime derecesi 48 – 56 °C arasında değişmektedir. Yonga levha endüstrisinde hidrofobik maddelerin kullanılış nedenleri:

1. Yüksek derecede su itici etkiye sahip olma
2. Ergime noktasının uygun bulunması
3. Diğer hidrofobik maddelerle karşılaştırıldığında ekonomik olması

Parafinler, emülsiyon halinde hazırlanarak süspansiyona katılırlar. Parafinler önce eritilir, sonra içerisinde emülsiyon yapıcı maddeler bulunan su ile karıştırılır. Ayrıca, su fazına sodyum veya potasyum hidroksit katılarak şiddetli karıştırmaya tabii tutulur. Parafin emülsiyonunun hazırlanma aşamaları aşağıda gösterilmektedir;

1. Tanka en fazla 65 °C sıcaklıkta 500 litre kadar su dökülür. Ardından, üzerine 10 litre olein, %25 konsantrasyonlu 10 litre amonyaklı su eklenir ve daha sonra 5 dakika iyice karıştırılır.
2. 100 kg. parafin kazana ilave edilerek 60 - 65 °C de 2 saat süre ile karıştırılır ve karışım emülsiyona hazır hale getirilir.
3. Hazırlanan emülsiyona 60 °C sıcaklıktaki sudan tank doluncaya kadar ilave edilerek 20 – 30 dk. daha karıştırılır.
4. Emülsiyon depolama tankına pompalanır.

Parafin emülsiyonunda maksimum katı parafin miktarı ağırlık bakımından %65' dir. Emülsiyonların homojen olması halinde parafin parçacıklarının çapı takriben 1,5 mikrondur. Yonga levha yapımında kullanılan parafin homojen olmalı, tutkal, sertleştirici, su ve emprenye maddeleri ile uyumlu bulunmalı, dozajı elverişli olmalıdır.

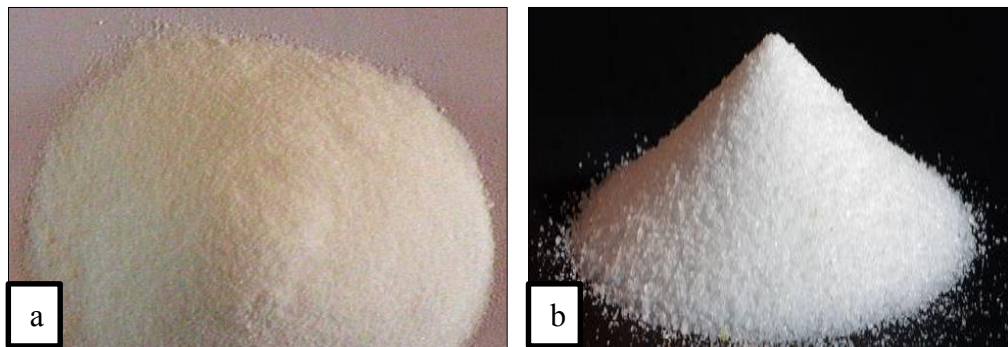
Yusuf (1996), odun yongalarının su buharı ile muamelesi sonucu yonga levhanın boyutsal stabilizasyonunun arttığını bildirmiştir. Unchi (1996)' e göre ise odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde pozitif etki meydana getirmektedir.

### *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 arzu edilir. 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 değişmektedir. Bazı tutkallarla birlikte sertleştirici kullanılması zorunlu olmasına rağmen bazı tutkallarda ise sertleştiriciye ihtiyaç duyulmamaktadır.

Yonga levha üretiminde tutkal hazırlama işleminden presleme zamanına kadar herhangi bir sertleşme göstermemelidir. Ancak presleme sırasında tutkalın kısa süre içerisinde sertleşmesi gerekmektedir. Bunun için de üre formaldehit tutkalında sertleştirici olarak amonyum klorür ve amonyum sülfattan yararlanılmaktadır (Şekil 22). Ancak amonyum klorür, amonyum sülfata göre daha çok tercih edilir, bunun tercih sebebi ise; Amonyum klorür kullanıldığında meydana gelen tuz asidi (HCl) uçucu olmasından dolayı levha taslağının her tarafında homojen bir şekilde yayılır. Amonyum sülfat kullanılması halinde ortaya çıkan sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) uçucu olmadığı için levhaya homojen olarak yayılmaz ve sertleşmede düzensizlikler olur (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 22: a. Amonyum Klorür ( $NH_4Cl$ ), b. Amonyum Sülfat ( $(NH_4)_2SO_4$ ) (URL-9, 2012).

Presleme sırasında sıcaklık etkisi ile amonyum klorür ve formaldehit reaksiyona girerek, hidroklorik asit, heksametilentetraamin ve su açığa çıkar. Ortaya çıkan hidroklorik asit sayesinde tutkal hızlı bir şekilde sertleşir. Fakat daha presleme işlemine geçmeden düşük



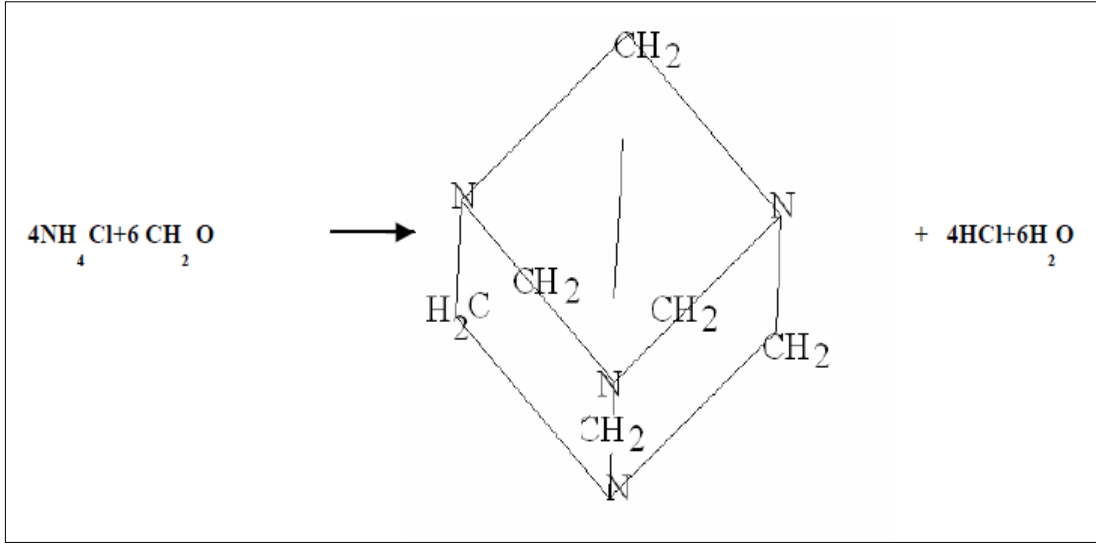
sıcaklıkta sertleşmenin olmaması için, tutkal çözeltisinin içerisine amonyak veya üre ilavesi yapılmalıdır. Amonyak düşük sıcaklıklarda hidroklorik asidi nötrleştirerek, pres sıcaklığına kadar sertleşmeyi durdurur. Pres sıcaklığında amonyağın buharlaşmasıyla asit tekrar ortaya çıkarak sertleşmeyi gerçekleştirir (Şekil 23). Düşük maliyeti nedeni ile üreden çok amonyak kullanılmaktadır (Günsel, 2004).

Sertleştirici olarak hekzametilentedramin de kullanılabilir. Hekzametilentedramin sıcak preste sıcaklığın etkisiyle amonyak ve formaldehite ayrışır. Amonyak buharlaşarak levhayı terk eder. Formaldehit ise amonyum klorür ile reaksiyona girerek sertleştirici asidi oluşturur. Hekzametilentedramin oldukça pahalıdır. Bu sebeple şu durumda kullanılır;

1. Amonyum tuzları ile optimal sonuç alınmaması halinde,
2. Tutkallanmış yonga levhaların nispeten daha sıcak bir ortamda bekletilmesi zorunlu ise.
3. Levhanın dış tabakalarının ışıma yoluyla ön sertleşmesi söz konusu ise,
4. Sıcak pres plakalarının basınç uygulamadan levha taslağı ile teması halinde sertleşme oluyorsa,

Fenol formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135–155 °C arasında olması gerekmektedir. Fakat sertleştirici kullanılarak sertleşme hızlandırılabilir gibi, sıcaklığın düşürülmesi de mümkün olmaktadır. Bu maksatla, paraformaldehit veya potasyum karbonat kullanılabilir (Baharoğlu, 2010).

Paraformaldehit kullanılması ile sertleşme sıcaklığı 110-125 °C' ye indirilebilmektedir. Daha düşük sıcaklıklara ise rezorsin kullanılmak suretiyle ulaşılabilir. Paraformaldehit ile birlikte rezorsin kullanılması halinde 90-110 °C' de iyi bir sertleşme elde edilebilir. Sertleştirici olarak ayrıca potasyum karbonat da tutkal katı maddesinin %5' i kadar kullanılabilir. Ancak, potasyum karbonat daha sonra levha yüzeylerinde lekeler oluşmasına neden olabilir (Ayrılmış, 2000). Melamin formaldehit, herhangi bir sertleştirici katılmaksızın 90–140 °C' de ki sıcaklıklarda sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir.



Şekil 23: Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi (Alvur, 2001).

### ***Koruyucu Maddeler***

Böcek, mantar ve diğer biyotik zararlılar tabakalı ağaç malzemelere de zarar verirler. Rutubet %18' den fazla ise mantarların derhal yonga levhaya arız olduklarını araştırmalar göstermiştir. Buna karşılık her levha türünün mantarlara karşı dayanıklılığı farklıdır. Fenol formaldehit ile üretilen yonga levhalar için, özgül ağırlık arttıkça, kabuk miktarı azaldıkça ve yapıştırıcı miktarı %12' den başlayarak arttıkça levhanın zararlılara karşı dayanıklılığı artar. Aminoplastik tutkalarla yapıştırılmış levhalarda ise daha levhanın odun kısmı tahrip olmadan tutkal tabakası zarar görür ve yapışma direnci zayıflar. İzosiyanat ve sülfid tutkalı ile yapıştırılmış levhalarda mantara karşı hassastır (Baharoğlu, 2010).

Odun kökenli levha ürünleri tropik bölgeler gibi Mantar ve böcek saldırısı tehlikesinin yüksek olduğu yerlerde kullanılmadan önce koruyucu maddelerle korunması önem arz etmektedir. Koruyucu madde olarak; pentaklorfenol başta olmak üzere, bakır-pentaklorfenol, kromlu bakır arsenat, amonyaklı bakır arsenik, soydum florür veya sodyum sliksilikat kullanılmaktadır (Karakuş, 2007).

Koruyucu maddeler, levhaların içerisinde homojen bir dağılım yapabilmeleri için tutkal çözeltisine karıştırılarak veya orta ve dış tabaka yongalarına püskürtülerek ya da levhanın dış tabakalarına ayrı ayrı sürülmek yoluyla uygulanmaktadır. Koruyucu maddeler kuru yonga miktarının yaklaşık %10' u kadar kullanılmalıdır çünkü fazla miktardaki koruyucu

madde, hem levhanın makinelerde işlenmesini zorlaştırır hem de yüksek sıcaklıkta levhanın rengini koyulaştırır. Ayrıca direnci de azaltır (Özen, 1980).

Koruyucu maddeler aşağıdaki şartları gerçekleştirmelidir;

1. Koruyucu madde, tutkalın sertleşmesini engelleyecek ve çok hızlı sertleşmesine neden olacak kadar pH değerini değiştirmemelidir.
2. Sıcak preslemede sertleşme süresi ve dolayısıyla presleme süresi uzamamalıdır.
3. Levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini düşürmemelidir.
4. Üretilen levhalar koruyucu madde nedeniyle pis kokmamalıdır.
5. Pres daha sonra başka maksatlar için kullanılabilirdir.

### ***Yangın Geciktirici Maddeler***

Yonga levhalar ağaç materyalden üretildikleri için oldukça yanıcı malzemelerdir. Yanmayı geciktirici maddeler bazı levha tiplerinde kullanılmakta olup, yaygın değildirler. Yonga levhanın yanma süresi yanma kalınlığına, özgül ağırlığına, levhanın rutubetine ve direncine, kullanılan yapıştırıcının türüne ve kullanılan odun içerisindeki kimyasal bileşenlere bağlıdır.

Yonga levhaların yanıcılık özelliğinin minimuma indirilmesi için bazı kimyasal maddelerle muamele edilmesi gerekir. Bu maksatla; çinko, arsenik ve bakır tuzları kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılabilir.

Yanmayı geciktiren maddeler; özellikle çocuk bakım evleri, hastane ve toplu konutlar gibi insan sayısının fazla olduğu yerlerde kullanılan levhalar için büyük önem arz etmektedir. Çünkü odun ve oduna dayalı levha ürünleri yüksek sıcaklıklara maruz kaldıklarında yanıcı gazlar meydana getirmektedirler. Bu gazlar yangının büyümesine neden olduğu gibi yangın sırasında insanların etrafını görmesi ve yangın yerinden uzaklaşmasına engel olmaktadır. Ayrıca solunum sisteminde tahrişe sebebiyet vermektedir. Yanmayı geciktiren maddelerin fazla katılması durumunda ise levhaların hem makinelerde işlenmesi güçleştirilmesi hem de yüksek sıcaklıklarda levha renginin koyulaşması gibi problemleri ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, levhaların direnç değerlerinde de azalma meydana gelmektedir (Ayrılmış, 2000).

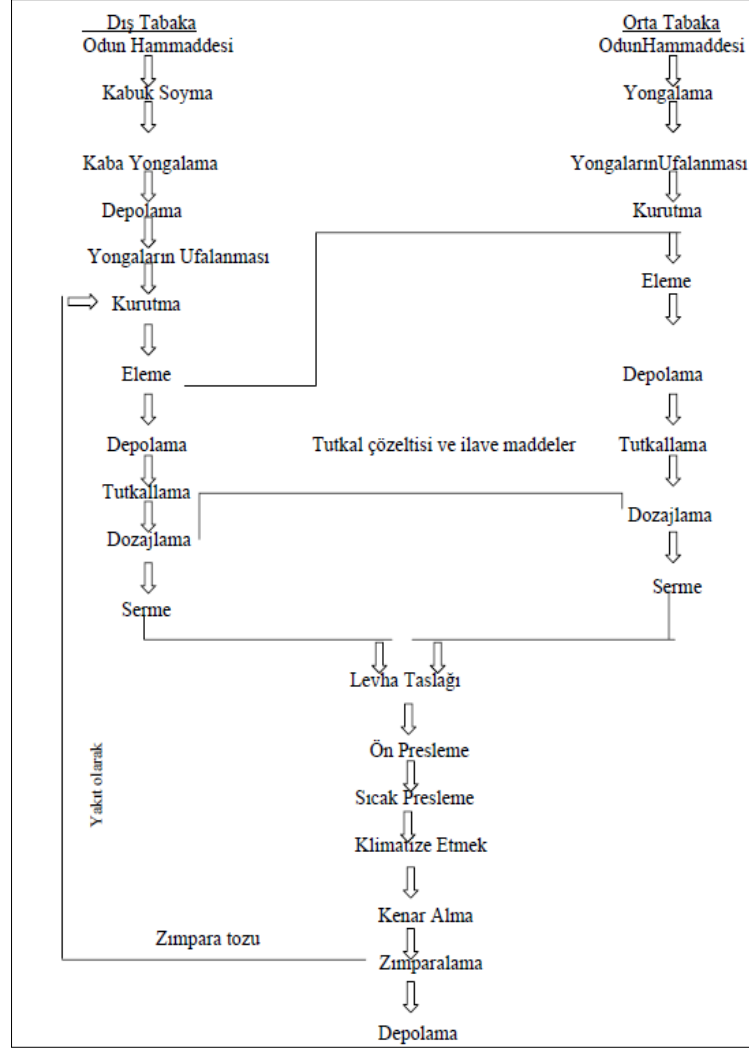
Avrupa ülkelerinde üre formaldehit tutkalı kullanılan levhalarda amonyum sülfat, fenol formaldehit tutkalı kullanılan levhalarda ise amonyum fosfat yanmayı önleyici madde olarak daha çok kullanılmaktadır. Amonyum bileşikleri kullanıldığı durumunda sıcaklık etkisiyle amonyum açığa çıkmakta, koruyucu bir gaz tabakası oluşmakta ve odunsu materyalde yüzeysel yangınların içeriye nüfuz etmesini önlemektedir. Böylece malzeme yangın esnasında daha uzun süre dayanım göstermektedir. Bor asitlerinin kullanılmasında ise ergime ısısı çok yüksek olduğundan yangın esnasında fazla enerji absorbe ederek sıcaklığın yükselmesi önlenmektedir (Ayrılmış, 2000). Her iki sonuçta yangın anında zaman kazandırmaktadır.

Yangın geciktirici maddeler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

1. Yangında malzeme yüzeyinde koruyucu bir gaz oluşturan maddeler (amonyum bileşikleri)
2. Aşırı sıcaklık karşısında levhanın ısınmasına ve sıcaklığının yükselmesini önleyen maddeler (kristal sulu maddeler)
3. Yangın sırasında köpürmek veya kömür tabakası oluşturmak suretiyle oksijenin malzemeye ulaşmasını önleyen maddeler
4. Levhanın yanan yüzeyini azaltan maddeler (alüminyum oksit).

## 1.2.7 Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Şekil 24’ de yonga levha üretim şeması gösterilmiştir.



Şekil 24: Yatık yonga levhalarda üretim şeması.

Yonga levha üretiminde temel olarak üç üretim teknolojisinden söz edilebilir. Bunlar yatık yongalı levha üretimi, dik yongalı levha üretimi (OKAL TİPİ) ve kalıplanmış yonga levha üretimidir. Bunların dışında Termodin Metodu, Collipres Metodu, Werzalit Metodu da bilinmektedir. Bütün üretim metodlarının da temel olarak işlemler aynıdır.

Farklılık presleme tekniği, serme işlemi veya kullanılan bağlayıcıdan kaynaklanmaktadır. Presleme metoduna göre, levhalar yatık yongalı levha ve dik yongalı levha olarak adlandırılırken, presleme metodu hepsinde yatık olarak uygulandığı halde, serme işleminin farklılığından dolayı tek katlı ve çok katlı levhalar ile yönlendirilmiş levhalar elde

edilebilmektedir. Kalıplanmış levhalarda yonga levhalarda ise elde edilecek ürünün nihai şekline göre özel kalıplar kullanılarak presleme yapılmaktadır. Kullanılan bağlayıcılar çimento ve alçı olunca, üretilen levhalarda buna uygun olarak çimentolu veya alçılı yonga levha olarak isimlendirilmektedir. Kısaca yukarıda belirtilen farklılıklar dışında diğer üretim safhaları hemen hemen aynıdır (Dayanıklıoğlu, 2009).

Yonga levhalar, presleme öncesi mekanik veya havalı sermenin kullanıldığı kuru yöntemle ve genellikle üç tabakalı üretilirler. Levha üst yüzeyleri ince yongalardan, orta tabaka ise kaba yongalardan oluşur.

Sıcak preslemeden sonra levhaların uygun bir şekilde soğutulması gerekmektedir. Bu amaçla yıldız soğutucular kullanılmaktadır. Soğutma işlemi uygulanmadan istiflenen üretilen formaldehit ile yapıştırılmış yonga levhalar rutubetin de etkisi ile bozulmakta ve yapışma direnci azalmaktadır. Fenol formaldehit tutkalı kullanılan levhalarda ise soğutma uygulanmaksızın istifleme yapmanın bir sakıncası olmamaktadır. Levhalar soğutulduktan sonra daire testerele standart boyutlara veya müşteri isteği doğrultusunda istenilen boyutlara getirilirler. Boyutlandırılan levhalar yüzey düzgünlüğünü artırmak, kalınlık hatalarını gidermek, sonradan uygulanacak yüzey işlemlerine hazır hale getirmek için zımparalanmaktadır. Zımparalama için genellikle 2-4 (fabrika büyüklüğüne göre değişebilmektedir) silindirik zımparalama makineleri kullanılmaktadır. Zımparalamadan sonra yonga levhalar yüzey görünümlerine göre sınıflandırılmakta ve düz altlıklar üzerine istiflenmektedirler (Dayanıklıoğlu, 2009).

### **1.2.7.1 Odun Hammaddesinin Depolanması**

Ülkemizde odun üretimi yılın her ayında ve her mevsiminde olmadığı için, fabrikalar yıllık hammadde gereksinimini depo etmek zorundadırlar. Fabrikaların depolama kapasitesi fabrikanın yıllık hammadde gereksinimine denk olmalıdır. Depoda tomruklar, kapak tahtaları, çiteler, iğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunları, yerli ve yabancı ağaç odunları, levhanın dış ve orta tabakaları için yongalar elde edilmek üzere ayrı ayrı istif edilmelidir. Depolamada; çürüklük ve mantar tahribatına karşı hava sirkülasyonunun iyi bir şekilde sağlanmasının yanında kabukları iyice soyulmuş olması ve odunun toprak zeminin üzerinden yaklaşık 50 cm lik mesafede depolanması gerekmektedir. Fakat depolamak yerine en uygun yöntem malzemenin hemen üretime verilmesidir çünkü depolama

esnasında hammadde çürüme, oksidasyon lekesi, lif ayrılması gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal etkilere maruz kalır (Karakuş, 2007).

Hammadde sahasında genellikle 3–6 aylık odun hammaddesi depolanmalıdır. Gereğinden fazla depolama sonucunda aşağıdaki sorunlar ortaya çıkabilmektedir:

1. Odun hammaddesine mantar ve böcek zararlıları bulaşabilir.
2. Bakteri saldırısı sonucu porozite artar.
3. Çürüme ile hammadde kaybı olur ve renk değişikliği artar.
4. Odunun rutubeti çok azalır.
5. Verimi azaltan çatlaklar ortaya çıkabileceğinden yonga kalitesi olumsuz etkilenir.
6. İstif masrafları ve işçi çalıştırma maliyeti artar.
7. Odunda mavi renklenme ve hoş olmayan koku meydana gelebilir.
8. Donma ve ısınmadan dolayı lif ayrılması oluşabilir.
9. Oksidasyon lekesi oluşabilir.
10. Yangın çıkması durumunda müdahale zorlaşır.
11. Hammadde satın alınmasında fiyat elastikiyeti sınırlandırılmış olur.

1 m<sup>2</sup> depo alanına yaklaşık olarak 1,5 – 2 ster odun istiflenebilmektedir (Şekil 25). İstiflere hammaddenin taşınmasında çeşitli alet ve tesislerden yararlanılmakta, dekovil hatları veya dizel lokomotiflerle çekilen lastik tekerlekli arabalar ile asma köprülü vinçler kullanılmaktadır. Çoğunlukla yonga levha fabrikalarında taşımada zincirli veya bantlı konveyörler kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 25: Odun hammadde sahası (Aziz BİÇER 2010).

İyi bir deponun aşağıdaki özelliklere sahip olması beklenmektedir;

1. Depoların zeminleri beton olmalı
2. Zemin belirli dönemlerde temizlenerek organik atıklardan arındırılmalı
3. Depo yeterli büyüklükte olmalı
4. Araçlar aralardan kolaylıkla geçebilmeli
5. İstif yüksekliği 10 m yi geçmemeli
6. Depo yangını önlemeye elverişli olmalı
7. Depoda istifler 30–60 m uzunlukta olmalıdır.

### **1.2.7.2 Kabuk Soyma**

Kabuk, vasküler kambium tarafından üretilen floem (iç kabuk) ile fellogen tarafından üretilen dış kabuktan oluşmaktadır. Kabuk, genç ağaçlarda kambiumdan dışa doğru sekonder floem, primer floem, korteks ve epidermisten oluşur. Yaşlı ağaçlarda ise, sekonder floem ve peridermden meydana gelmektedir. Kabuğun anatomik yapısı, odununkinden daha karmaşıktır. Ağaçtaki kabuk miktarı, ağaç cins ve türüne, yaşına, yetiştirme muhiti koşullarına ve diğer etkenlere bağlı olarak; ağaç hacminin %8-14' ünü kapsar ve genellikle kalın kabuklu ağaç türlerinde, odun miktarının %10' u kadardır. İnce kabuklu ağaçlarda ise bu oran daha düşüktür (Taşkın, 1973; Öktem, 1979).

Kabuk düşük yoğunlukta, kısa lifli ve mukavemeti az olmasından dolayı levha üretiminde istenmemektedir. Üretimde kullanılacak tomruklar, kabukları ormanda kesimden sonra soyularak ya da nadiren de olsa ormanda yongalama yapılarak fabrikaya getirilebilir. Ancak, genellikle odunlar fabrikaya kabuklu olarak geldiğinden kabuklarının soyulması gereklidir (Eroğlu, 1988; İstek, 1999). Odunda kabuğun soyulması halinde %10–15 oranında organik madde uzaklaşmakta, dolayısı ile verim düşmektedir. Kabuğu tamamen uzaklaştırmak her zaman ekonomik olmadığı gibi çoğu zaman mümkünde olmaz (Suchland ve Woodson, 1986).

Odunda kabuğun soyulması halinde %10–15 oranında organik madde uzaklaşmakta, dolayısı ile verim düşmektedir. Kabuğu tamamen uzaklaştırmak her zaman ekonomik olmadığı gibi çoğu zaman mümkünde olmaz (Suchland ve Woodson, 1986). Kabuk soymadaki kayıplar, kullanılan makine, yöntem, operatörün dikkat ve bilgisine bağlı olarak



değişmektedir. Genellikle kabuk soyma ile ağırlık olarak %7–10, hacim olarak ise %10–15 oranında hammadde kaybı olmaktadır (Bostancı, 1987).

Kabuk soyma işlemi genellikle sürtünme, kesme, koparma ve ezme yoluyla olur. Mekanik, hidrolik ve kimyasal yöntemlerle kabuk soyma işlemleri yapılır. Yonga levha üretiminde üst tabakada kullanılacak yongaların kabuklarının soyulmuş olması önemlidir. Çünkü kabuklar normalden daha fazla tutkal absorbe eder ve üst yüzeyde tutkal yığılması meydana gelir. Bu tutkal tabakası ise zımparalama işlemi sırasında üst yüzeyden uzaklaştırılır. Bu durumda ise hammadde kaybı meydana gelmektedir. Ancak orta tabakada kullanılacak yongaların kabuklarının soyulması zorunlu değildir. Kullanılacak hammadde kabuk miktarının %12-15 den fazla olmamasına dikkat edilmelidir (İstek, 2010).

Kabuk soymada kullanılan yöntem ve makineleri şu şekilde sıralayabiliriz (Bostancı, 1987; Eroğlu, 1988). Bunlar;

#### *1. Mekanik Kabuk Soyma Makineleri*

- Bıçaklı Kabuk Soyucular.
- Sürtünme ve Aşındırıcılı Kabuk Soyucular
- Döner Başlıklı Kabuk Soyucular
- Silindir Boşluklu Kabuk Soyucular
- Depolu ya da Cepli Kabuk Soyucular

#### *2. Hidrolik Tipi Kabuk Soyucular*

#### *3. Buhar Patlaması ve Kimyasal Olarak Kabuk Soyma*



Şekil 26: Döner tamburlu kabuk soyucu (Aziz BİÇER 2013).

Kabuk soymada dikkat edilecek hususlar Şu Şekilde sıralanabilir (Kollmann vd., 1975).

1. Enerji kullanımını etkili olmalıdır.
2. Soyma iŐlemi sŪrekli olmalıdır.
3. Yatırım maliyeti az olmalıdır.
4. Mevsime ve ıslatma miktarına bakılmaksızın kabuk soyma işleminde odun kaybı olmamalıdır.

### **1.2.7.3 Yongalama**

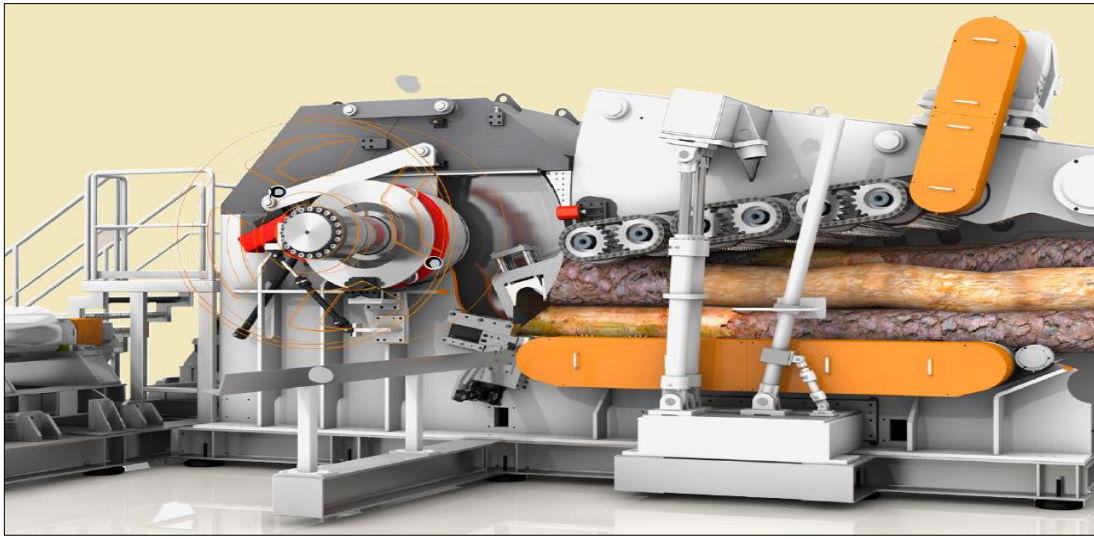
Elde edilen yongaların boyutları ve özellikle kalınlık ve uzunluđu diđer bir deyimle yonga geometrisi levhanın kalitesini ve yŪzey dŪzgŪnlŪđŪnŪ sađlayan en 3nemli fakt3rlerden biridir. Yonga kalınlıđı arttıka eđilme direnci deđerlerinde azalma fakat yŪzeye dik y3nde 4ekme direnci deđerlerinde artıŐ g3rŪlmektedir. Yonga uzunluđu arttıka eđilme direnci artmasına rađmen yŪzeye dik y3nde 4ekme direncinde bir azalma g3rŪlŪr. Yonga i4erisindeki toz miktarının artıŐı eđilme ve yŪzeye dik 4ekme direncinin azalmasına neden olur (KarakuŐ, 2007).

Yongalar, orman artıklarından deđiŐik kesme y3ntemleri ile elde edilir. Dolayısıyla elde edilen yongaların bi4im ve boyutları kullanılan makineye g3re deđerriŐir. Odun yongalanması sırasında dŪzgŪn yŪzeyli ve kaliteli yongaların elde edilebilmesi i4in rutubetin % 30-60 olması gerekir. Rutubetin az olması durumunda fazla miktarda toz oluŐur ve yonga verimi dŪŐer. Rutubetin fazla olması durumunda ise yongaların kurutma masrafları artar ve elde edilen yongaların yŪzeyleri lifli hale gelir. Lifli yongalar yapıŐmanın hatalı olmasına neden olur. Bu nedenle uygulama halindeki odun rutubeti %30' dan az ve %60' dan fazla olmamalıdır (GŪler, 2001).

Yongalar kesme, kırma ve ezme y3ntemleri ile elde edilir. Yongaların kalitesi genel olarak levha kalitesini de etkilediđi i4in, kesme Őeklinde Ūretilen yongalar dıŐ tabakalarda, kırma Őeklinde Ūretilen yongalar orta tabakalarda kullanılırlar. Yonga hazırlama 2 sistemle yapılır. Birincisinde kaba yongalar elde edildikten sonra deđerirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde iŐlenerek kullanıma uygun hale getirilir. İkinci y3ntemde yuvarlak odunlardan, levha yapımına uygun uzunluk ve kalınlıkta fakat geniŐ yongalar elde edilir. Bu yongalama tŪrŪne normal yongalama denir (Bozkurt ve G3ker, 1986).

## ***Kaba Yongalama***

Bu tip yongalayıcılarla büyük yongalar elde edilir. Değirmenlerde ufalanacak olan kaba yongaların boyları 10-30 mm, ince yongalama makinelerinde inceltilecek, ufalanacak olan kaba yongaların boyları ise 30-60 mm arasında değişir(Şekil 28). Odunlar ya liflere dik olarak yada liflere 45 ° lik açı yapacak şekilde kesilirler. Kaba yongalama makineleri (Şekil 27), ince dallardan, kereste endüstrisi atıklarından olan kırıntılardan, kontrplak ve kaplama fabrikaları atıklarından, çalı ve yıllık bitki demetlerinden kaba yongalar kesmeye yararlar (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 27: Hombak typ HMT tamburlu yongalama makinesi (URL-10, 2014).



Şekil 28: Odundan ve diğer sanayi atıklarından elde edilen yongalar (URL-10, 2014).

## ***Normal Yongalama***

Normal yongalama, yuvarlak odundan doğrudan doğruya levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga kesilmesine denir. Yonga levha için en uygun bıçak yönü lif yönüne dik olan liflere paralel yöndeki kesiştir. Ayrıca bıçak yönü lif yönüne meyilli olan kesişte aynı şekilde uygundur. Her iki kesişte makinede bulunan kenar bıçakları tarafından yongalar uzunluğuna kesilmiş olur. Yonganın eni ise önemli değildir. Çok ince olması nedeni ile kolayca lif yönünde kırılarak kendiliğinden daha dar yongalar oluşur. Normal yongalama için diskli ve silindirik yongalama makineleri kullanılır (Şekil 29) (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 29: Normal yongalayıcı makro değirmen (Aziz BİÇER 2013).

## ***İnce Yongalama***

Levha üretiminde uygun olan yongaları değişik durumlarda ilk olarak elde etmek mümkün olmadığından, kaba ve normal yongalar bir defa daha özel makinelerden ve değirmenlerden geçirilerek boyutları küçültülmektedir. Düzgün yüzeyli bir yonga levha üretimi için normal yongalama makinelerinden gelen materyalin ince yongalama makinelerinde işleme tabi tutulması gerekmektedir. Genellikle ince materyalin üretilmesinde elekli değirmenler tercih edilir (Şekil 30). Her türlü yonga elekli değirmenlerde inceltilir (Bozkurt ve Göker, 1990).



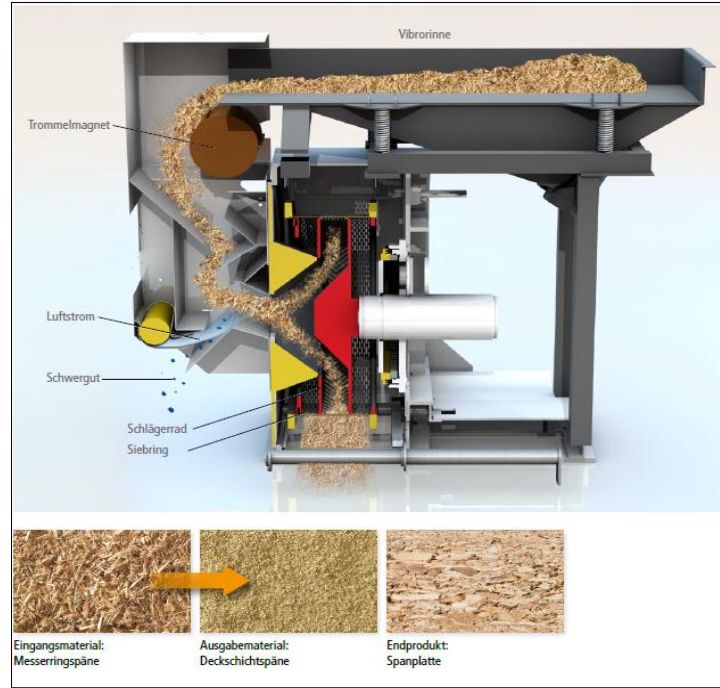
Şekil 30: Pallmann ince yongalayıcı mikro değirmen (Aziz BİÇER 2013).

Yongalama işlemleri için aşağıdaki bilgiler önemlidir;

1. Yonga boyutları levhanın kalitesini ve yüzey düzgünlüğünü sağlayan en önemli faktörlerin başında gelir.
2. Bir yongalama makinesinde yongalama işlemi kesme, itme ve kırma hareketlerinin uygulanması ile ortaya çıkar.
3. Yongalama makinesinde en fazla mekanik enerji bıçakların itme hareketinin temin edilmesinde harcanmaktadır.
4. Makinenin oduna uyguladığı kesme kuvveti liflere paralel yönde, liflere dik yöndekine oranla 1/3 oranında daha azdır. Bu nedenle, liflere dik yönde kesmenin hakim olduğu geleneksel diskli yongalayıcılarda kullanılan enerji, liflere paralel kesme yapan diğer makinelerden dikkate değer ölçüde yüksektir.
5. Kesme suretiyle elde olunan yongalar yonga levhaların yüzeyinde, kırma ve ezme suretiyle elde edilen yongalar ise orta kısımda kullanılmaktadır.
6. Yonga levhaların dış tabakalarında kullanılacak yongaların 0,1-0,25 mm, orta tabakada kullanılacak yongaların ise 0,25-0,6 mm kalınlığında olması gerekmektedir. Yonga uzunlukları ise kalınlığın 5-10 katı kadar olması istenmektedir.
7. Kesme yöntemiyle elde edilen yonga kırma ve ezmeden daha kalitelidir. Yonga yüzeyi kırma ve ezmede düzgün olmadığından tutkal boşluklara girer ve yapışma etkisi düşer.



8. Kesme yöntemiyle yonga üretimi daha fazla enerji ve para gerektirir.
9. Odunların biçilmesi sırasında elde edilen partiküllere talaş denir. Talaş belirli oranlarda yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Ancak, yonga levha üretimi için en uygun yonga kesme yöntemiyle elde edilen ince yongalardır (Şekil 31).
10. Toz ve ince partikül halindeki yongaların miktarının artması tutkal miktarını artıracığından üretim maliyetlerini artırır.
11. Yongalama makinesinin kapasitesini belirleyen faktörler yongalayıcının faal kesme bölgesiyle ilgilidir (İstek, 2010).



Şekil 31: İnce yongalayıcı mikro değirmen (URL-10, 2014).

Yongalama makineleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

#### 1. Kaba Yongalama Makineleri

- Silindirli (Çevresel veya Tamburlu) Kaba Yongalama Makinesi
- Diskli Kaba Yongalama Makinesi

#### 2. Normal Yongalama Makineleri

- Silindirli Yongalama Makinesi
- Diskli Yongalama Makinesi
  - Yatay Diskli
  - Düşey Diskli

### 3. İnce Yongalama Makineleri

- Diskli Değirmen
- Elekli Değirmen
  - Hammaddenin Makineye Verilişine Göre (Çevreden veya Merkezden Beslenenler)
  - Bıçakların Özelliklerine Göre (Harçlı değirmenler, Çok Çekiçli Değirmenler, Çekiçli Değirmenler, Kesici Değirmenler)

#### ***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 yonganın 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 eleklerle 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).

#### **1.2.7.4 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 yangın tehlikesinin artmasına, pres kapanırken hafif yongaların yüzeyden uzaklaşmasına, yanlar alınmadan önce kopma ve kırılmanın meydana gelmesi gibi sorunlara neden olabilmektedir. Bunu önlemek için, levhanın presten çıkış rutubetine göre, yongaların %3–6 arasında değişen rutubete kadar kurutulması gerekmektedir. Bu maksatla döner silindirli, borulu, tamburlu, tablalı, çok bantlı, kontakt, türbülö, girdaplı ve süspansiyon tipi kurutucular kullanılmaktadır. Bu makinelerde yüksek sıcaklık uygulanarak kurutma yapılmaktadır (Özen, 1980).



Ağaç türü, yoğunluğu, yonga boyutları, yonganın başlangıç rutubeti, kurutma makinesinin tipi ve çalışma sistemi gibi faktörlerin kurutma üzerine önemli etkisi vardır. Artan yonga rutubeti ile birlikte eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci artarken, kalınlık artımı değeri azalmaktadır (Roffael, 1987).

Aynı kurutma şartları altında kurutma süresi yonga kalınlığı ve ağaç türüne bağlıdır. Sonuç rutubeti normal kurutma şartları altında ve yonga kalınlığına bağlı olarak, iğne yapraklı ağaç yongaları için yaklaşık 100 saniye, yapraklı ağaç yongaları ise 200 saniye kurutma süresine ihtiyaç duyarlar (Kollmann vd., 1975).

Genelde, yonga rutubetinin tutkallama öncesi %2-3 olması gerekir. Tutkallanmış yonga rutubetinin ise %10-18 arasında olması istenmektedir. Yongaların rutubet miktarları kullanılan tutkal tipine, miktarına ve pres öncesi yüzey tabakalarının nemlendirme derecesine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (İstek, 2010).

Presleme tekniği bakımından dış ve orta tabaka yongalarının rutubetlerinin farklı olması faydalıdır. Bunun için; her iki tabakanın yongası da ayrı rutubete kadar kurutulur ve levha taslağı hazırlanırken ve hazırlandıktan sonra pres saçlarına su püskürtülür. Ya da dış tabaka yongaları daha az kurutulur.

Yongaların rutubetleri normalden fazla ise çok rutubetli yongalar sıcak presleme esnasında yonga levhanın orta kısmında buhar kabarcıklarının oluşmasına neden olurlar. Bunlar levha preste iken uzaklaşmazlarsa levha yüzeyinin bozulmasına ve tutkalın serleşmemesine neden olurlar. Bundan dolayı presten çıkan levhalarda da patlamalar oluşur (Bozkurt ve Göker, 1990).

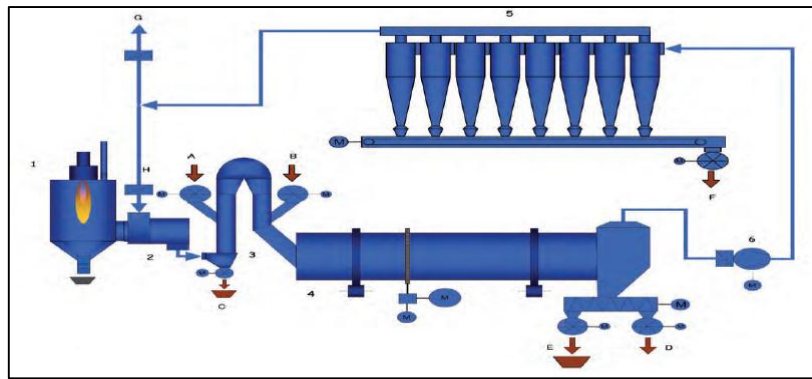
Yongaların kurutulmasında ısı transferi doğrudan doğruya temas, konveksiyon ve radyasyon yoluyla ve bunların kombinasyonu şeklinde olur (Şekil 32). Temas yoluyla kurutma; uzun bir işlemdir, buna karşılık en basit yöntemdir. Işımayla tüm yüzeyde kurutma sağlanırken, temas yöntemiyle ise sadece temas eden yüzey kurutulabilir. Konveksiyon yoluyla kurutma; temas yoluyla kurutmaya göre daha kısa olup yongaların başlangıç rutubeti, yonga büyüklüğüne, kalınlığına ve kullanılan havanın sıcaklığı ve hızına bağlıdır. Radyasyon yoluyla kurutmada ise; kurutma süresi daha uzundur ve pahalı bir yöntemdir. Yongaların kurutulması konveksiyon kurutma kurallarına uygun olarak 2

kademede gerçekleşir; birinci kademede lümenlerdeki serbest su (kapiler) uzaklaşmakta, ikinci kademede ise higroskopik yani bağlı su uzaklaşmaktadır (İstek, 2010).



Şekil 32: Büttner tamburlu kurutucu (URL-10, 2014).

Kurutma makinelerinde yakıt olarak doğalgaz, propan, fuel-oil kullanıldığı gibi zımpara tozu da kullanılabilir. Kurutucularda sıcaklık  $600-800^{\circ}\text{C}$ ' ye kadar çıkabilmektedir. Yongaların kurutulma süresi kısa olduğu için yongalar kurutucu içinden çabuk geçirilirler. Eğer kurutucu içerisinde herhangi bir tıkanıklık olursa yangın çıkar ve ciddi problemlere sebep olur. Kurutucular yangın ve patlama tehlikelerinden dolayı yonga levha fabrikalarında en tehlikeli kısımlarından birini oluştururlar (Şekil 33). Yongalanacak hammaddeler arasında rutubet miktarları bakımından büyük farklılık varsa bunlardan elde edilen yongaların ayrı ayrı kurutulması tavsiye edilmektedir. Yongalar yaklaşık %2-5 rutubete kadar kurutulur (Akbulut, 2000).



Şekil 33: Yongaların kurutulması (URL-10, 2014).

Dış tabakada kullanılan yongaların rutubetinin fazla olmasının faydaları;

1. Pres yüzeyi ile beraber temas eden dış tabakanın suyu hızla buharlaşır ve bu buhar pres ısısının orta tabakaya doğru transferini kolaylaştırır ve çabuklaştırır.
2. Sıcak buharın ve basıncın etkisiyle daha düzgün levha yüzeyi elde edilir.
3. Sıcak buharın etkisiyle yumuşayan dış tabaka yongaları daha fazla sıkışarak dış tabakanın özgül ağırlığının yüksek olmasına, eğilme direncinin artmasını sağlar.
4. Dış tabakanın rutubetli oluşu pres süresini uzatmaz. Isı transferi sağladığı için presleme süresini kısaltır. Böylece tesisin kapasitesini artırır.

### ***Yonga Kurutucularını Sınıflandırılması***

1. Döner silindirik kurutucular, döner jet kurutucular, borulu kurutucular
2. Çok bandlı kurutucular
3. Kontakt kurutucular
4. Türbülent kurutucular
5. Yanık gaz kullanan kurutucular
6. Süspansiyon tipi kurutucular

### ***Yongaların Çok Kuru Olmasının Sakıncaları***

1. Kurutma fırınlarında yanma tehlikesi artar ve tesis içinde toz miktarı artar.
2. Yongalar pnömatik olarak taşınıyorsa tehlikeli elektrostatik yüklemeler olur.
3. Levhaların yanlarının alınmasından önce kenarlarda kopmalar ve kırılmalar olur.
4. Presin kapanması sırasında hafif ve fazla kuru yongalar yüzeyden uçarak uzaklaşır. Dolayısıyla yüzey kalitesi bozulur (İstek, 2010).

### ***Kurutma Makinelerinde Meydana Gelen Yangınlar ve Nedenleri***

Yonga levha tesisinde en tehlikeli kısım kurutmadır. Kurutma hızı ve kalitesi bakımından odunun tutuşma noktasının üzerinde bir sıcaklıkta çalıştığından bu noktalarda yongaların yanmasını önlemek için, kuruyan yongaların makineyi bir an önce terk etmesi gerekir. Odunun tutuşma sıcaklığı 200°C dir. Ancak ekzotermik reaksiyonlar ise 100-150°C' ler arasında başlamakta olup fazla reçine içerenlerde 80°C dir. Kurutma makinelerinde 500-600°C de yanık gazlar kullanılır. Ancak yongaların kurumasıyla beraber buharlaşma

olduğundan yongaların sıcaklığının 100 °C nin üstüne çıkmadığı bilinmektedir. Yonga, kurutucuların hareketsiz kısımlarında uzun süre kalarak, fazla kuruyan yongaların yanması tehlikesini ortaya çıkarır (İstek, 2010).

### ***Yangın Tehlikesine Karşı Alınması Gereken Önlemler***

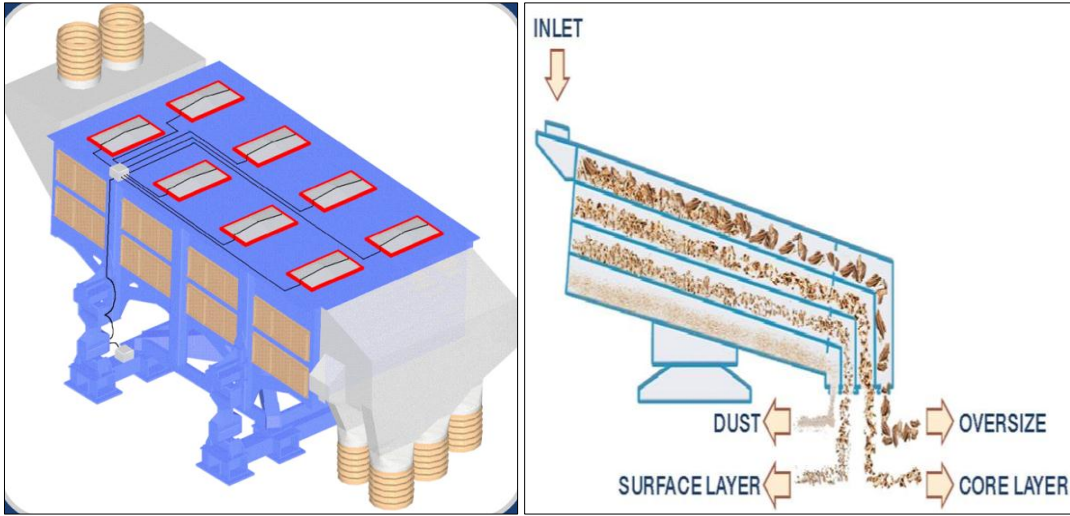
1. Makineyi yapan firmanın önerilerine uymak
2. Kurutucuyu terk eden yongaların hemen soğutulması
3. Arıza anında öncelikle yonga girişinin durdurulması
4. Yanık gaz kullanılan kurutucularda gazın dönüş yolunun kısa olması ve kurutucuda çok az yonga bulunması
5. Kurutma sıcaklığının hızlı olarak ayarlanabilmesi
6. Kurutma odasıyla yanma odası arasındaki güvenliğin sağlanması
7. Makinelerin iyi temizlenmesi
8. Yanık gazla çalışan kurutucularda az oksijen bulunması
9. Makinenin durdurulmadan önce sıcaklığın kesilmesi ve yavaş yavaş düşürülmesi
10. Makineye giren yongaların ön görülen süre içinde makineyi terk etmesi sağlanmalıdır (İstek, 2010).

### **1.2.7.5 Yongaların Sınıflandırılması (Eleme)**

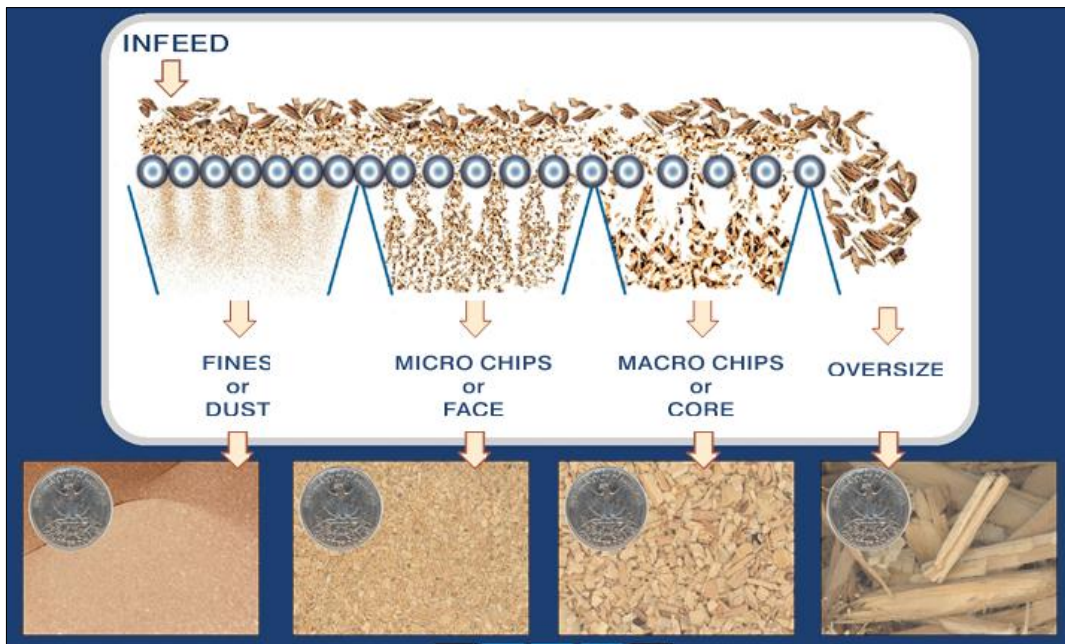
Yongalama makinelerinde heterojen olarak üretilen yongaların bu haliyle kullanılması elde edilecek levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Yongalama makineleri ve teknolojisi ne kadar gelişmiş olursa olsun homojen boyutlara sahip yongalar elde etmek oldukça zordur.

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 Kaba ve İnce Kısımların Uzaklaştırılması:* 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 (Şekil 35).



Şekil 34: Yongaların sarsıntılı elekte elenmesi (URL-10, 2014).



Şekil 35: Yongaların Pallmann DYNASCREEN elekten elenmesi (URL-10, 2014).

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 işlemidir. 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 ilişkiyi 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;

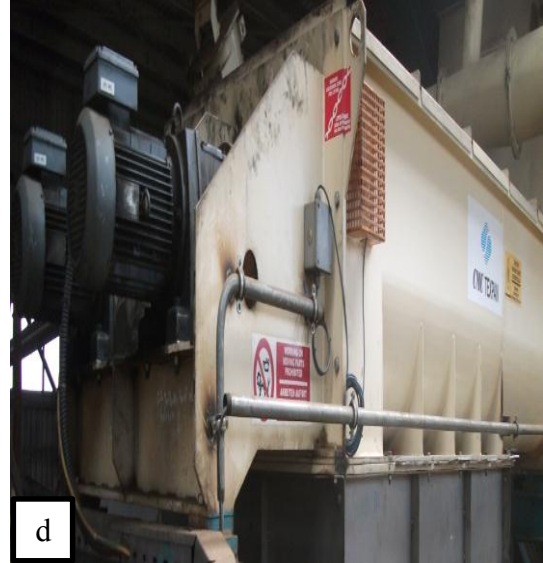
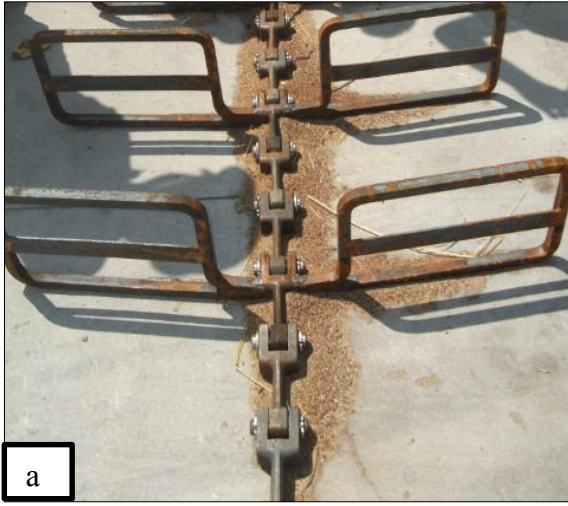
1. Üstten veya Yandan Emişli Pnömatik Tasnif
2. Yandan Püskürtmeli Pnömatik Tasnif
3. Emişli ve Savurmalı Pnömatik Tasnif

#### **1.2.7.6 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 (Şekil 36)
  - Bantlı Taşıyıcı
  - Vidalı Taşıyıcı
  - Kazıyıcı Taşıyıcı
  - Zincirli Taşıyıcı
  - Sarsıntılı Taşıyıcı





Şekil 36: Taşıyıcılar, a. Zincirli Taşıyıcı, b. Bantlı Taşıyıcı, c. Kovalı Taşıyıcı, d. Vidalı Taşıyıcı (Aziz BİÇER 2013).

## 2. Havalı (Pnömatik) Taşıyıcı (Şekil 37)



Şekil 37: Havalı (Pnömatik) taşıyıcı (Aziz BİÇER 2013).

Pnömatik taşıyıcının yararları;

1. Yapıları çok basittir.
2. Maliyeti ucuzdur.
3. Vantilatörü, kepçeli çarkı, siklonu ve borularıyla az yer kaplar. Bunlar içinde en fazla yer gereksinimi olan siklonlar makine parkının dışı olan ve başka bir işe yaramayan çatıya yerleştirilir.
4. Az yer işgal etmeleri nedeniyle bunlar da yapım giderleri çok azdır.
5. Taşıma yönü ve uzunluğunun seçilmesinde bağlayıcı hiçbir koşul yoktur.
6. Her türlü yonga türü kolaylıkla taşınabilir.

Pnömatik taşıyıcıların sakıncaları;

1. Az bir yonganın taşınması için çok fazla hava kullanılır.
2. Hava sirkülasyonu için gerekli enerji oldukça fazladır.
3. Islak, ince ve geniş yüzeyli yongalar girişte, köşelerde ve vantilatörde tıkanmalara neden olabilir.
4. Tutkallanmış yongalar giriş kısmını ve vantilatörü kirletir (İstek, 2010).

### **1.2.7.7 Yongaların Depolanması**

Yonga levha fabrikalarında farklı işlemlerle muamele edilmiş yongaların depolanması için silolar kullanılmaktadır. Siloları yaş, kuru yonga ve talaş tozu için kullanılan silolar olarak sınıflandırmak mümkündür. Silolar yongalama makinelerinden gelen düzensiz olan yongaları toplamaya ve aynı zamanda kurutmaya öğütmeye veya tutkallamaya verilen yongaları toplayıp düzenli şekilde serme makinelerine vermektedirler. Silolar yongaların hareket yönüne göre üçe ayrılmaktadırlar (Karakuş, 2007). Bunlar;

1. Horizontal silo
2. Vertikal silo
3. Döner silo (Şekil 38)

Siloların görevlerini şu şekilde sıralamak mümkündür;

1. Yongaların bir işlemten diğer işleme akışını kontrol etmek, istenilen miktarda hammadde akışını sağlamak.
2. Tutkallanmış yongaların toplanıp düzenli olarak serme makinesine verilmesi



3. Yongalama işleminden başlayarak levha üretim aşamasına kadar çeşitli aşamalarda meydana gelebilecek kısa süreli arızalarda fabrikasyon akışı devamını sağlayabilme
4. İşçi masraflarını azaltmak.
5. Çeşitli üretim aşamalarında meydana gelebilecek kapasite değişikliklerinin üretim kapasitesini etkilemeyecek şekilde devamını sağlamak.
6. Doldurma hızını eşit hale getirmek.
7. Depolara giren ilk yongaların ilk olarak çıkışını sağlamak.
8. Arzu edilen yonga karışımlarını elde etmek.

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).



Şekil 38: Döner silolar (Aziz BİÇER 2013).

### 1.2.7.8 Yongaların Tutkallanması

Levha kalitesini, ağaç türünün yanı sıra, büyük ölçüde yapıştırıcı madde de etkilemektedir. Levhalarda yapıştırıcının kaliteli ve yapışma direncinin yeterli olmasından başka, tutkallamanın da kusursuz olması gerekmektedir (Usta, 2011).

Yonga levhanın yapımında yongaların hassas bir şekilde tutkallanması levha kalitesi açısından önemlidir. Yongaların tutkallanmasında yonga yüzeyi ile sıvı tutkal arasındaki oran önemli olup, genellikle 1 m<sup>2</sup> yonga yüzeyi için 8-12 gr gerekmektedir. Tutkallamanın uniform bir şekilde yapılması levhanın direnç özelliklerini arttırmaktadır. Bunun için değişik sistemler geliştirilmiş olup en uygun olan tutkallama noktasal tutkallamadır. Bu tutkallamada ise tutkal çözeltisini aynı büyüklükte çok küçük taneciklere ayırmak ve bunları yonga üzerine eşit şekilde dağıtmaktır. Tutkal zerrecilerinin boyutları küçüldükçe, birim ağırlıktaki tutkaldan üretilen tane sayısı ve dolayısıyla yonga yüzeylerinin tutkalla örtülme imkânı artmaktadır. Yonga kalınlığı arttıkça ve tutkal zerresinin çapı küçüldükçe her ne kadar yongada meydana gelen noktasal yapışma artarsa da yonga boyutlarının çok fazla büyümesi levhanın fiziksel ve mekaniksel özelliklerini kötüleştirir. Eğer tutkal zerresinin çapı çok küçülürse havaya dağılır ve yonga yüzeyine gelen oranı tespit etmek güçleşir (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 hareketleri
  - Serbest düşme
  - Mekanik itme ve aktarma
  - Havaya fırlatma
  - Vibrasyon
  - Pnömatik püskürtme
  - Kombine edilmiş yonga hareketleri

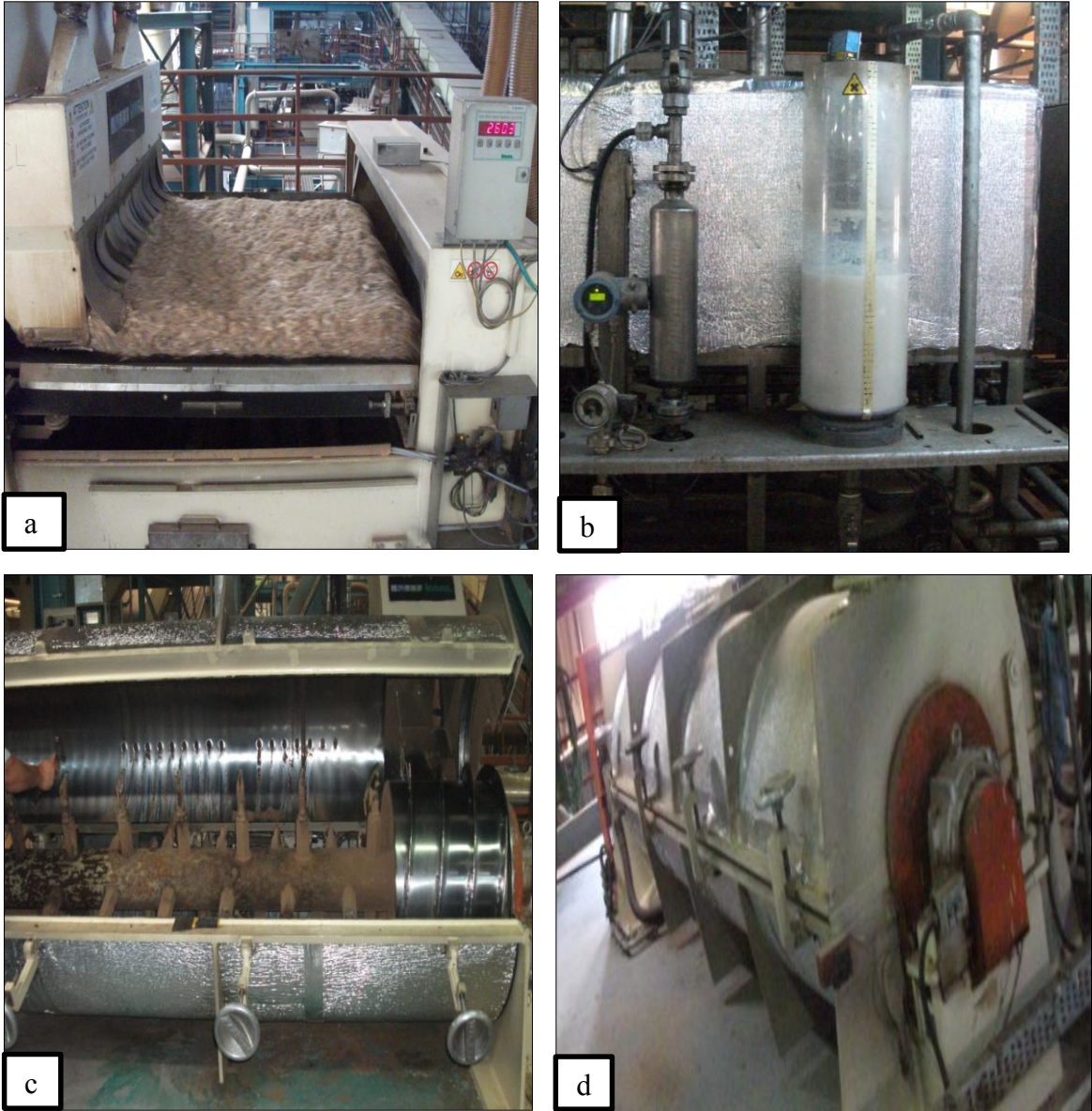
Tutkalın yonga levha üretiminde yüzeye verimli bir şekilde yapışmasında öncelikli olarak önemli olan üç faktör vardır. Bunlar;

1. Yongalar ile tutkal arasındaki kimyasal ilişki,
2. Yongaların yüzey koşulları,
3. Yonga levhaların üretim koşullarındaki basınç ve sıcaklık değerleridir (Ndazi vd., 2006).

Tutkallamada yonga geometrisi önemlidir. Yongaların aynı boyutlarda olması istenir ancak bu imkânsızdır. Yongaların boyutları yongalama makinesine, ağaç cinsine, rutubetine ve benzeri faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterirler. Tutkallamada ağır yongalara az, ince ve hafif yongalar ile odun tozlarına daha fazla tutkal isabet eder. İnce yongalar ve tutkallı tozlar levhanın dış yüzeyinde yer almakta olup, zımparalama işlemi ile bir kısmı uzaklaştırılmaktadır. Yonga boyutlarının yanı sıra yüzey düzgünlüğü de son derece önemlidir. Yüzey düzgün değilse taneciklerin büyük çoğunluğu çukurluklara isabet edebilir. Yapıştırma direncinin oluşmasına hiçbir katkısı olmaz. Bu nedenle kesme yöntemiyle üretilen yongalar diğerlerinden daha değerlidir. Tutkallamada tutkallama makinesindeki yonganın hareketi de önemlidir. Yongaların hareketiyle püskürtülen tutkal uyum içerisinde olmazsa diğer koşullar en iyi şekilde gerçekleşse dahi tutkallama hatalı olur (Karakuş, 2007).

#### **1.2.7.9 Tutkal Hazırlanması ve Diğer Kimyasalların İlavesi**

Yonga levha endüstrisinde üre formaldehit tutkalı yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde her tesis kendi imkânları ölçüsünde farklı stratejiler uygulamaktadır. Bazıları tutkalı hazır olarak satın alırken bir çok tesis de üre formaldehit tutkalını kendi imkanları ile üretmektedir. Üre formaldehit tutkalı genellikle %60-65 katı madde miktarında sulu çözelti halinde satılmaktadır. Tutkallama sırasında homojen bir dağılım sağlamak için %45-55 konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkalı beyaz renkte olup, özgül ağırlığı 1,27-1,29 g/cm<sup>3</sup> tür. Tutkal çözeltisinin pH' sı 8-9 arasında değişmekte olup depolama süresi 25°C de 1 ay veya 20°C de 2 ay kadardır. Şekil 39' da yongaların tutkallama hattına gönderilmesi, tutkalın dozajlanması ve yongalara uygulanması görülmektedir.



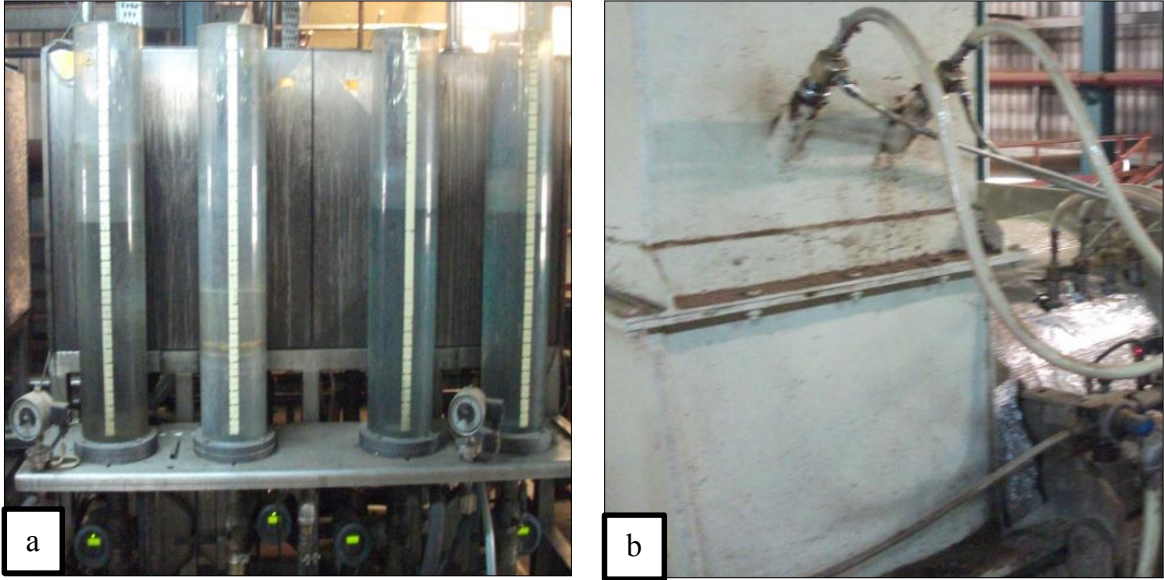
Şekil 39: a. Yongaların tutkallama hattına gönderilmesi, b. Tutkal dozajlama ünitesi, c. Tutkallama makinesi, d. Yongaların tutkallanması (Aziz BİÇER 2013).

Tutkal hazırlamada dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir:

1. Tutkal karışımının oksidasyona karşı ve pirinç, bakır gibi kaplar dışında cam, ağaç gibi kaplarda hazırlanması,
2. Tutkallama sırasında oluşabilecek zararlı maddelerin ortamdan uzaklaşmasını sağlayan sistemlerin bulunması,
3. Tutkalın sertleşme süresi pres sıcaklığına, süresine, pres plakası boyutlarına, yonga rutubetine, tutkalın ve yongaların pH derecesine bağlı olarak değişir.

4. Tutkallama öncesi odun rutubetinin %1-3, tutkallama sonrası ise %17-18' i geçmemesi,
5. Tutkalın kullanılan ortamda 1 m<sup>3</sup> hava içinde 5 cm<sup>3</sup> ten fazla formaldehit bulunmaması,
6. Tutkal serin yerlerde ve hava sızdırmaz kaplarda saklanmalıdır.
7. Toz halde bulunan sertleştiriciler rutubetli ortamlarda topaklanmaktadır.

Katkı maddelerinden sertleştirici ve parafin tutkala karıştırılırlar. Yanmayı geciktiren maddeler ile koruyucu maddeler ise tutkal-yonga karıştırıcısında veya üretim hattının başka bir yerinde ilave edilebilir (Şekil 40) (Usta, 2011). Günümüzde parafin ayrı bir hat üzerinden kuru yongalar üzerine püskürtülmektedir.



Şekil 40: a. Diğer ilave kimyasalların dozajlanması, b. Parafin ilavesi (Aziz BİÇER 2013).

#### 1.2.7. 10 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme)

Tutkallama makinelerinden çıkan yonga levhaların homojen bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazır hale getirilmesi yonga levha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işleminin uygun bir şekilde yapılmaması sonucu meydana gelebilecek hata, levhanın fiziksel özelliklerinin ve özellikle özgül ağırlığının değişmesine, buna bağlı olarak da uygun preslemenin yapılmamasına neden olacaktır. Özgül ağırlıktaki değişiklikler, levhanın mekanik özelliklerinin değişmesine neden olmakla birlikte, bundan daha çok çarpılma ve eğilmeler meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır.

serme işleminde amaç mümkün olduğunca uniform bir taslak elde etmektir. Yonga levhalarda özgül ağırlık levhanın bütününde aynı olmalıdır. ( Bozkurt ve Göker, 1986)

Serilen yonga keçesinin kalınlığı, levha kalınlığının 3-20 misli olmaktadır. Bu kalınlığın oluşturulmasında yongaların tipleri ve kullanılan ağaç türleri rol oynar. Çünkü keçe kalınlığı ile levha kalınlığı arasındaki ilişki yonga büyüklüklerine ve ağacın veya ağaç türleri karışımının özgül ağırlıklarına geniş çapta bağlı bulunmaktadır.

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 serme başlıkları;

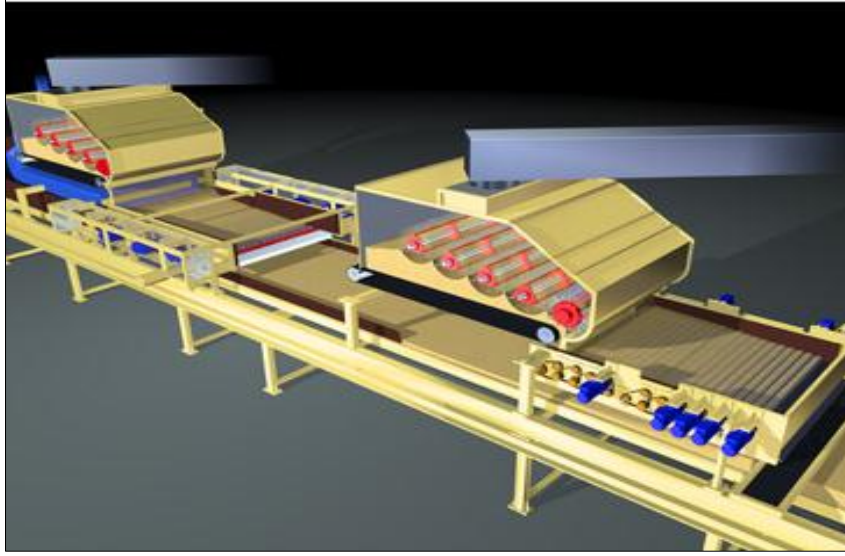
- Atma veya fırlatma çarkı
- Çift yıldız çarkı
- Üç yıldız çarkı

Bu başlıkların verimli bir şekilde çalışması ise dozajlama ünitelerinin çalışmasına bağlıdır. Dozajlama ünitelerinin görevi ise; serme başlıklarına sürekli aynı miktarda yongaların gönderilmesini sağlamaktır. Dozajlama hacim, ağırlık ve hacim-ağırlık olarak üç esasa göre yapılır. Serme makineleri ağırlık ve hacim itibariyle dozaj yapan sistemlerle kombine edilerek çalıştırılırlar (Şekil 41).

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

Mekanik aletlerle atma ve rüzgarlama yoluyla yongaların serilmesi 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).

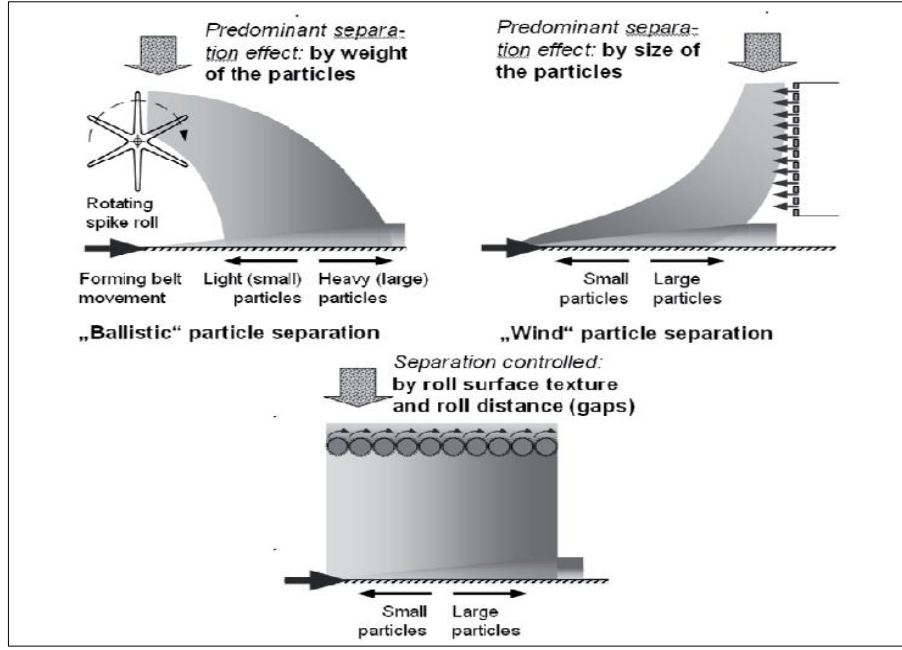




Şekil 41: Siempelkamp serme taslağı oluşturma sistemi (URL-10, 2014).

Serme makineleri genel olarak 3 sisteme göre çalışmaktadır (Şekil 42);

- 1. Dökme Sistemi:** Novapan olarak bilinen bu sistemde, 3 tabakalı bir levha için en az 3 serme başlığı kullanılır. Bunlardan ikisi dış tabakalarda, diğer orta tabakada kullanılacak olan yongaların serilmesinde kullanılır.
- 2. Rüzgarlama Sistemi:** Düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek çalışan bu sistemde, ağırlığı fazla olan yongalar daha yakına, az olanlar ise daha uzağa olmak üzere, serme başlıklarının altında bulunan sonsuz banda veya transport saçlarına dşrlrlenir. Bu Şekilde taslağın enine kesitinde, taslağın ortasına kadar inceden kalına doğru kademesiz geçiş sağlanır. Taslağın diğer yanının oluşması için de birincinin aksi yönde hava püskürtülerek taslak tamamlanır. Bison sistemi olarak da bilinmektedir.
- 3. Savurma Sistemi:** bu sistemde de yongalar Bison sistemine benzer Şekilde bant üzerine düşmektedirler, fakat burada hava yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması söz konusudur. Yongalar kinetik enerjilerine göre az veya çok yol alarak, bant üzerine dşerler. (Bozkurt ve Göker 1986).



Şekil 42: Dökme, Rüzgarlama, Savurma yöntemi ile serme taslağı oluşturma prensibi (Ressel, 2008).

### 1.2.7.11 Presleme

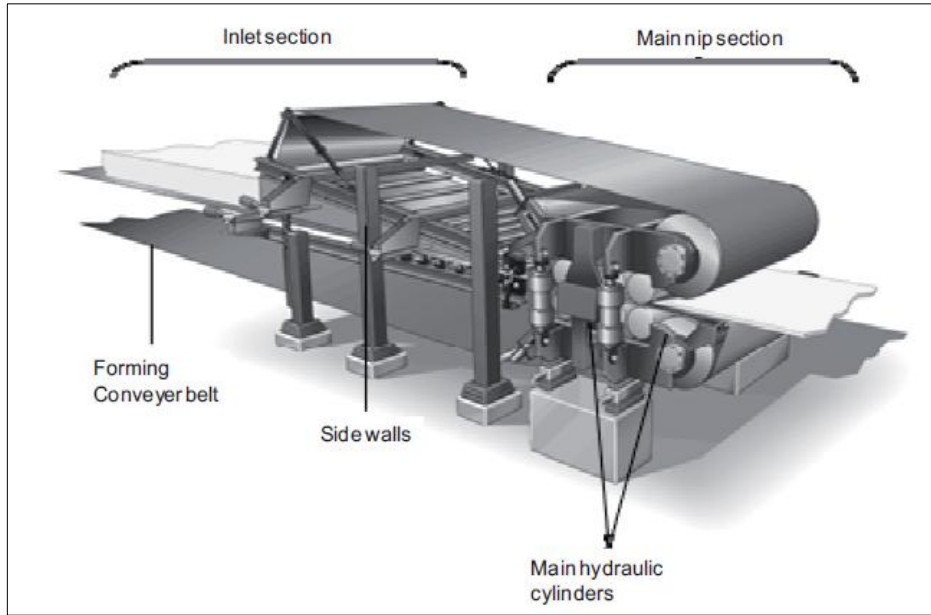
Yongalar çeşitli serme sistemlerinden biriyle serilerek çok gevşek ve kalın bir keçe oluşturulur. Keçe kalınlığı levha kalınlığının 20 katı kadar olmaktadır. Bu gevşek haldeki keçenin herhangi bir şekilde sarsılması durumunda ince yonga parçacıklarının alt kısımda toplanmasına neden olmaktadır. Bu durum levhaların görünüşlerinde bozukluklar meydana getirdiği gibi mekanik özelliklerde de farklılıklar yaratırlar (Karakuş, 2007).

Yonga levha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Levha taslağı, doğrudan sıcak prese verilirse, pres katları arasındaki açıklık artmakta, dolayısıyla, presin kapanma süresi uzamakta ve ısı kaybı olmaktadır. Ayrıca, yüzey düzgünlüğü bozulmakta, yüzey ve orta tabaka iyice kenetlenmemekte, ince yongalar sarsıntı ile alt tabakaya kayarak levha simetrisi bozulmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir ve basıncı  $15-20 \text{ kg/cm}^2$  arasında değişmektedir (Bozkurt ve Göker, 1986).



### ***Ön Presleme (Soğuk Pres)***

Şekillendirme kalıpları veya kenar çerçeveleri içerisine serilen yonga taslağı soğuk preste sıkıştırılır. Soğuk pres sadece levhanın sıkıştırılmasını sağlamakla kalmaz, ayrıca hava çıkışını sağlar (Şekil 43). Üretim akışının kesintisiz olmasını sağlamak için sürekli ön presler kullanılmaktadır. Soğuk presten çıkan taslağın kalınlığı 1/3' üne düşmektedir. Serme işleminde bazı yongalar taslak içerisinde meyilli olarak yer almaktadır. Bunlar sıcak pres için zararlıdır. Düşük basınçta soğuk pres uygulanarak bunlar düz duruma getirilir. Yonga levha taslağı soğuk presleme ye tabi tutulmayıp doğrudan sıcak preslemeyle tabi tutulursa presin kapanması esnasında yüzey düzgünlüğünü sağlayan küçük boyutlu yongalar uçarak yer değiştirirler. Bunun sonucunda üretilen levhalar da yüzey düzgünlüğü bozulmuş olur. Soğuk preslenmiş taslağın sıcak prese verilmesinde transport saçlarına ve pres saçlarına gerek kalmaz. Bunun için ön preste basıncın 15-20 kp/cm<sup>2</sup> olması gerekir (Güler, 2001).



Şekil 43: Ön pres (Metso Panelboard, 2010).

Soğuk presler fasıllı ve fasılsız olmak üzere ikiye ayrılırlar. Ön presler tek açıklıklı hidrolik preslerden oluşabileceği gibi, basınçlı silindirlere 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;

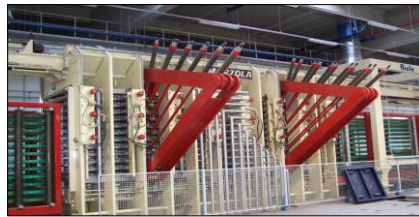
1. Yonga keçesi oluştururken kenarları düzgün bir şekilde korumak,
2. Yan alma işlemlerinde zayıtı azaltmak,
3. Yüzey ve orta tabakaların birbiriyle daha iyi kenetlenmesini sağlamak,
4. Levha keçesinin sıcak preslere taşınması sırasında sarsıntı sonucu meydana gelebilecek yonga kaymalarını önlemek ve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

### ***Sıcak Presleme***

Levha taslağı, yonga levha özelliğini ancak sıcak preslerde kazanır. Taslak, sıcak preste istenilen levha kalınlığına kadar sıcaklık altında sıkıştırılır. Bu sırada, sıcaklık etkisiyle tutkal sertleşir ve stabil bir malzemenin elde edilmesi sağlanır (Usta, 2011).

Sıcak presleme; taslağın ön görülen levha kalınlığında sıkıştırılması, yapıştırma için gerekli basıncın sağlanması, tutkalın sertleşmesi için gerekli sıcaklığa kadar ısıtılması, yongaların levha oluşturacak şekilde yapıştırılması gibi aşamalardan oluşturulur. Yonga levha yapımında tek katlı ve çok katlı presler kullanılmaktadır. Bu presler arasında önemli farklar oluşmaktadır. Ancak bu farkların sebepleri teknik olmayıp ekonomiktir.

Tek katlı preslerde her presleme periyodunda sadece bir tane levha preslenirken çok katlı preslerde pres katlarının sayısı 4-22 arasında değişir (Şekil 44). 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).



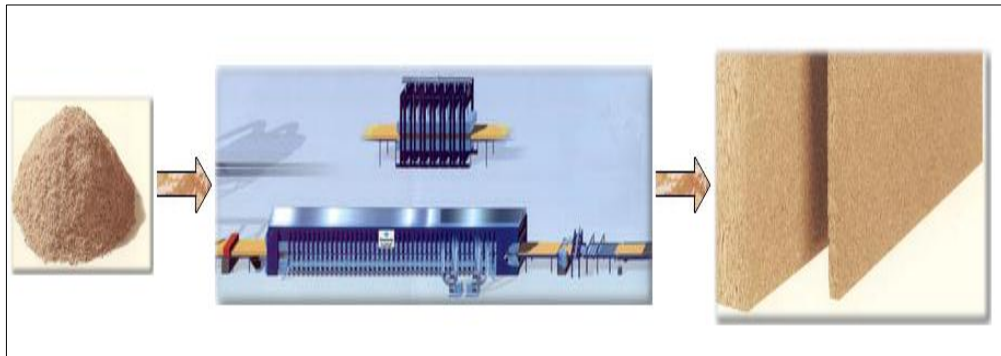
Şekil 44: Çok katlı pres (URL-11, 2011).

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

Preslemede kullanılan pres tabakalarının ise termik ve mekanik olmak üzere iki görevi bulunmaktadır. Termik görevi; levha taslağını ısıtarak tutkalın sertleşmesini sağlamaktır. Mekanik görevi ise ön görülen sıcaklığa kadar sıkıştırmaktır (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. Fasilasız 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(Şekil 45) (Akbulut, 2000).

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



Şekil 45: Sürekli ve Katlı preslerde yonga levha üretimi (URL-10, 2014).

Pres süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma hızına bağlıdır. Presleme süresi ve rutubetine bağlı olarak pres basınç ve sıcaklığının etkisiyle tutkal sertleşir ve stabil bir malzeme oluşur. Kullanılan tutkal cinsinde pres süresini etkilemektedir. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalara göre aha uzun pres süresine ihtiyaç duyulur (Güler, 2001).

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

#### **1.2.7.12 Sıcak Presleme Sonrası İşlemler**

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

#### ***Levhaların Klimatize Edilmesi***

Presten çıkan levhaların sıcaklığının 70 °C'nin üzerinde üst üste istiflenmesi halinde üre formaldehit tutkalı rutubetin etkisiyle hidroliz olmakta ve direnç değerlerinde düşüş

görülmektedir. Bu nedenle üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalar 70°C altında sıcaklık değerlerine kadar soğutulduktan sonra üst üste istiflenmelidir (Şekil 46). Fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda sıcak istiflemeye dolaylı bir sakınca oluşmamaktadır (Güler, 2001).

Klimatizasyon işlemi ile meydana gelen olaylar;

1. Levhanın sıcaklığının dengelenmesi sağlanır.
2. Levhanın denge rutubetine ulaştırılması sağlanır.
3. Levhadan atmosfere ısı transferi meydana gelir.
4. Sertleşme işlemi devam ettiğinden fiziksel ve mekanik özelliklerde değişimler meydana gelir.



Şekil 46: Yonga levhaların yıldız soğutucularda dinlendirilmesi (URL-10, 2014).

Pres sonrası levhaların dış yüzey sıcaklığı pres plakasının sıcaklığına yakın olduğu halde orta kısımların rutubet nedeniyle 100°C civarındadır. Levhalar soğurken dış yüzeyler hızlı, orta tabakalarda ise yavaş ısı kaybı meydana gelmektedir. Ayrıca, soğuma ile birlikte orta tabakanın rutubet kaybı dış tabakaya doğru ilerlemektedir. Bu olaylar levhaların iç kısmında bir daralmaya, dış kısımlarda ise rutubet alarak genişlemeye neden olabilmektedir. Bu nedenle presten çıkan levhalar yıldız soğutucularda 60-70°C ye kadar soğutulur.

## ***Boyutlandırma***

Boyutlandırma işlemi preslemeden sonra veya klimatize işleminden sonra yapılabilir. Yonga levhalar sıcak bir durumda iseler çok erken yapılan boyutlara ayırma işlemi elverişli değildir. Yan alma işlemi soğutma işleminden önce yapılırsa kenarların görünümü kaba olur. Yongalar kesilmeden koparak çıkar. Bunun için çoğunlukla soğutma işleminden sonra yapılır. Yan alma işlemi sırasında levha köşeleri birbirine dik olmalıdır. Yan alma işlemi için ise daire testere makineleri kullanılmaktadır.

## ***Zımparalama***

Presten çıkan yonga levhalar, özellikle mobilya endüstrisinde kullanılacak olanlar, doğrudan kullanıma hazır değildir. Yüzeyleri pürüzlü ve kalınlıkları homojen değildir. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta olabilecek hataları gidermek için genellikle 2-4 silindirik zımparalama makineleri ile zımparalanır. Zımparalama makinelerinde kalınlık ayarı yapıldıktan sonra levha tek geçişte her iki yüzü de zımparalanmış olarak çıkar (Bozkurt ve Göker, 1985).

## ***Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırılması***

Preslemeden hemen sonra veya zımparalama işleminden önce levhanın kalınlığı ölçülür. Bu ölçüm sonucunda kalınlık sapmaları  $\pm 0,3$  mm' den fazla olanlar 2. Sınıf olarak işlem görürler. Sınıflandırılan levhalar 18-24 °C sıcaklıkta %60-65 rutubet de olan depolarda zımparalandıktan sonra düz bir altlığın üzerine üst üste konarak istiflenir.

### **1.2.7.13 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 seçimi, kesimi, 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°C olduğu bir ortam) kapalı ortamlarda 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, anama kalınlığı 3 mm ye eşit ve 3mm de daha büyük olan ahşap esaslı levhaların eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayin edilmesi metodunu kapsar. İki mesnet üzerine serbest şekilde yerleştirilen bir deney parçasına, orta yerinden bir kuvvet uygulanarak, eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü tayin edilir. Elastikiyet modülü, 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 İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini:* Bu standart, yatık yongalı veya dik yongalı yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, su emme 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 dayanımının tayini metodunu kapsar. Deney parçalarının yüzeyine, dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeyine dik yöndeki çekme dayanımı 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 panels*



## 1.2.7.14 Bazı Faktörlerin Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkileri

### *Dış Tabaka Yonga Kullanım Oranı*

Ağırlık olarak dış tabaka yonga kullanım oranının arttırılmasıyla; hem levhaların yüzey düzgünlüğü hem de fiziksel ve mekanik özellikleri iyileşir (Akbulut, 1991). Yapılan bir çalışmada dış tabaka yonga kullanım oranının %30' dan %45' e yükselmesi eğilme direnci ve elastikiyet modülünü arttırmıştır. Fakat yüzeye dik çekme direnci üzerinde bir etkiye sahip değildir. Bu iyileşmenin nedeni yüzey tabakalarında daha fazla yonga kullanılması sonucu daha sıkı bir yapı oluşmasındandır. Yüzeye dik çekme direnci orta tabaka yongaları arasındaki yapışma direncine bağlı olduğu için dış tabaka yonga kullanım oranının artması yüzeye dik çekme direncini etkilememiştir (Nemli vd., 2003).

### *Hammadde Odun ve Yongaların Rutubet Miktarı*

Düzgün yüzeyli yongalar üretmek için hammadde odun rutubetinin %30-60 arasında olması öngörülmektedir. Rutubet miktarı %30' un altında olursa yongalama ve elemelerde toz miktarı artar ve çok kuru yongalar çok tutkal emer ve yapışma zayıf olur. %60' ın üzerinde olması durumunda ise, yongaların yüzeyleri pürüzlü olur, kurutma sırasında enerji sarfıyatı artar ve bu pürüzlü yüzeyler çok fazla tutkal emilmesine neden olduğundan yüzeylere tutkal kalmaz ve yapışma zayıf olur.

Tutkallama öncesi yonga rutubetinin %1-5 olması öngörülmektedir. Tutkallama öncesi yonga rutubetinin çok düşük olması durumunda yongalar çok tutkal emer bu durum tutkallama direncini ve bunun sonucu olarak ta levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini düşürücü bir etki yapar. Diğer taraftan yongaların rutubeti tutkal karıştırılmadan önce yüksek tutulursa yongalar yeteri kadar tutkal emmez ve yine levhanın özellikleri olumsuz yönde etkilenir (Huş, 1979).

Levha Taslağı rutubeti belirli sınırlar içerisinde olmalıdır. Taslak rutubeti yüksek olursa; presleme sırasında levhalarda patlama meydana gelir. Taslak rutubetinin çok az olması durumunda ise preslemeden sonra levhalar gevrek kırılğan bir yapıda olur. Yüzey tabakalarındaki yonga rutubetinin %18-20 olması halinde maximum eğilme direncine ulaşılmaktadır (Kollmann vd., 1975).

### ***Emprenye İşlemi***

Yongaların emprenye edilmesi yonga levhanın mekanik özellikleri üzerinde olumlu bir etki meydana getirmektedir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülündeki iyileşmenin nedeni emprenye işleminden sonra levha yoğunluğunun artmasıdır, yüzeye dik çekme direncindeki artışın nedeni ise; emprenye maddesinin yongaları yumuşatması sonucu yongaların daha fazla tutkal emmesidir (Var vd., 2002).

### ***Yonga Serme İşlemi***

Yonga levha endüstrisinde Serme işlemi rüzgarla serme ve dökme olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Rüzgârlı serme işlemi sırasında orta tabaka yongaları içerisindeki ince yongalar rüzgârın etkisi ile dış tabaka yongalarına karışmaktadır. Böylece rüzgârlı sermede yüzey tabakalarının ağırlığı artmış dolayısıyla özgül ağırlığı da yükselmiştir. Orta tabaka yonga ağırlığı ise azalmış dolayısıyla yoğunluğu düşmüştür. Kalınlığa şişme miktarı rüzgârla serme işleminde daha yüksektir. Bunun nedeni; orta tabaka yongaları içerisindeki ince yongaların dış tabakaya karışması sonucu orta tabaka yongaları arasında boşluk miktarının artması ve suyun difüzyonunun kolaylaşmasıdır. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü rüzgârla sermede daha yüksektir. Bu durum eğilme direnci ve elastikiyet modülünün yüzey özgül ağırlığına bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzeye dik çekme direnci ise orta tabaka özgül ağırlığına bağlıdır. Bundan dolayı yongaların dökülerek serilmesinde yüzeye dik çekme direnci daha yüksek olmaktadır (Demirel, 2006).

### ***Yonga Geometrisi***

Yonga geometrisi; yonga levhaların teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Yonga kalınlığı belirli bir seviyede tutulmalıdır. Çok ince yongalar çok çabuk kırıldığından levha direnci azalır. Çok kalın yongalar kullanılması durumunda ise yongalar arasında boşluk fazla olmakta ve dirençler azalmaktadır. Narinlik oranı (yonga uzunluğu/yonga kalınlığı) 100-150 civarında olan yongalar en iyi üretim sonuçlarını vermektedir. Levhanın direnç değerlerinin yüksek ve boyut stabilitesinin iyi olması için; ince, üniform kalınlıkta, düzgün yüzeyli ve narinlik derecesi yüksek olan yongaların kullanılması gerekir (Göker ve Akbulut, 1992).

### ***Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı***

Fenolik tutkallar ve izosiyanat tutkalı dış hava koşullarına dayanıklıdır. Dış mekanlarda kullanılacak yonga levhalar da bu tutkallar uygundur. Bununla birlikte izosiyanat yapıştırıcısının pahalı oluşu ve proses tekniği bakımından meydana gelen bazı sorunlar nedeniyle halen geniş ölçüde endüstriyel bir uygulaması yapılamamaktadır (Deppe ve Ernst, 1973). Üre formaldehit tutkalı ise suya ve rutubete karşı dayanıksızdır bu yüzden bu tutkal kapalı mekânlarda kullanılmalıdır (Göker ve Akbulut, 1992). Melamin formaldehit tutkalı ise üre formaldehit tutkalına benzer fakat suya karşı daha dirençli olması, ısı stabilitesinin daha yüksek olması ve düşük sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmesi gibi bazı avantajları mevcuttur. Melamin formaldehit tutkalının en önemli kullanım alanı üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Üre formaldehit tutkalına %25-75 oranında karıştırıldığında suya karşı yeterince dayanıklı olabilmektedir (Huş, 1997).

Kullanılan tutkal miktarına gelince belirli bir sınırdan fazla olmak koşulu ile yongalara ne kadar çok tutkal karıştırılırsa levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri o derecede iyileşir. Ancak levhanın maliyetinde tutkalın katkısı %25-30 oranında olduğundan fazla tutkal kullanmanın maliyeti arttırıcı bir etkisi görülür (Huş, 1979). Yapılan bir çalışmada ayçiçeği saplarından üretilen yonga levhalarda tutkal kullanım oranının artmasıyla mekanik ve fiziksel özellikler olumlu yönde etkilenmektedir (Bektaş vd., 2002). Yapılan bir başka çalışmada tutkal içeriğinin %9' dan %10' a çıkarılmasıyla yonga levhanın direnç özelliklerinin arttığı ve kalınlığın şişme miktarının azaldığı görülmüştür (Ashori ve Nourbakhsh, 2008).

Tutkalın yongalar üzerine uygulanma şeklide direnç özelliklerine etki etmektedir. Yongaların tutkalanması sırasında, tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine uniform bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Küçük tanecikler daha iyi yapışma alanı oluştururlar ve bunun sonucunda direnç özellikleri artar (Göker ve Akbulut, 1992). Tutkal miktarının artmasıyla formaldehit emisyonu olumsuz yönde etkilenmektedir. Yapılan bir çalışmada çam kabuğu kullanımının artması ve yapıştırıcı miktarının azalmasıyla serbest formaldehit emisyonu azaldığı görülmüştür (Chen vd., 2006). Tutkal miktarının artmasıyla yüzey pürüzlülüğü azalır.

### ***Permeabilite***

Orta permeabil ağaç türleri tercih edilir. Kullanılan tutkal miktarı sınırlı olduğu için en ekonomik şekilde kullanılmalıdır. Fazla permeabil ağaç türleri tutkal absorpsiyonunu arttırdığından bu ağaç türleri fazla miktarda tutkal emer yonga yüzeylerinde yeterince tutkal kalmaz ve levha özellikleri olumsuz yönde etkilenir. Fakat yonga kurutma süresi kısılacığı için kapasite artacaktır (Lyman, 1969). Permeabilitesi az olan türlerde tercih edilmez. Çünkü iyi bir yapışma sağlamak için yongaların biraz tutkal emmesi gerekmektedir.

### ***Kabuk Kullanımı***

Kabuk kullanımı yonga levhanın görünüş özelliklerini bozar, direnç özelliklerini düşürür, yüzey pürüzlülüğünü artırır. Buna rağmen orta tabakanın %5- 10' u oranında kabuk kullanılması durumunda levhanın direnç özellikleri üzerinde fazla kötü etki yapmamaktadır (Haygreen ve Bowyer, 1985). Dış tabaka yongalarına kabuk karıştırılması durumunda ise, levhanın yüzeylerinde lekeler meydana gelmesi nedeniyle görünüş özellikleri bozulur (Huş, 1979). Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat yongalar kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir (Özen, 1980).

Yapılan çalışmalarda; ağaç kabuğunun dış tabaka yongalarına değil de, orta tabaka yongalarına belirli oranda karıştırılması veya kabuk ekstraktı hazırlanması suretiyle üretilen yonga levhaların standartlarda öngörülen mekanik özellikleri karşıladığı, kalınlığına şişme ve formaldehit emisyonunun iyileştiği belirlenmiştir ( Chow ve Pickles, 1972; Maloney, 1973; Wellons ve Kralimer, 1973; Place ve Maloney, 1975; Pasillias ve Voulgaridis, 1999; Blanchet vd., 2000; Nemli vd., 2002; Nemli vd., 2004; Yemele vd., 2008). Yapılan bir başka çalışmada yonga levhaya %12 kara ladin kabuğu karıştırılması durumunda şişmenin %54 azaldığı; %37 oranında kabuk karıştırılması durumunda ise; şişmenin %45 arttığı görülmüştür (Yemele vd., 2008).

### ***Ph***

Ağaç türünün pH değeri tutkalın sertleşme süresini etkiler. Bu nedenle hazırlanacak tutkal reçetesi ağaç türünün pH değerine göre ayarlanmalıdır. Üretimde mümkün olduğu kadar

aynı hammadde türünün veya pH değerleri birbirine yakın türlerin kullanılması tercih edilir. Eğer farklı pH değerlerine sahip ağaç türleri kullanılırsa normal olarak tutkala katılacak sertleştirici miktarı; en yüksek pH değerine göre ayarlanmalıdır. Yonga levha üretiminde en iyi yapışma pH'ın 4-5 olduğu aralıkta gerçekleşir (Göker ve Akbulut, 1992). PH 4-5 olduğu aralıkta sertleştirici kullanılmazken, ph 4-5' ten küçükse sodyum hidroksit kullanılarak pH 4-5' e çekilir. PH'ın 4-5' ten büyük olması durumunda ise amonyum hidroksit gibi bir sertleştirici kullanılarak pH 4-5' e düşürülür.

### ***Yonga Elde Edilme Şekli***

Kesme suretiyle elde edilen yongaların kullanılmasıyla üretilen yonga levhaların direnci, testere talaşı ve planya artıkları kullanmak suretiyle üretilen yonga levhalardan aynı yoğunluk ve aynı miktarda tutkal kullanılmasına rağmen daha yüksektir (Akbulut, 1995).

### ***Levha Yoğunluğu***

Masif Ağaç malzemedeki olduğu gibi yonga levhada da yoğunluk; levhanın fiziksel, mekanik ve işleme özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Levha yoğunluğunun artmasıyla kalınlığına şişme ve boyut stabilitesi hariç olmak üzere diğer bütün özellikleri iyileşmektedir. Özgül ağırlığın artması sonucu yongalar arasındaki temas çok daha güçlü olur (Gündüz ve Masraf, 2005). Levha yoğunluğunun fazla miktarda artırılması sonucu; daha fazla çarpılma olur, taşıma maliyetleri artar ve levhanın işlenmesi zorlaşır (Maloney, 1977). Levha yoğunluğunun artmasıyla daha fazla tutkal kullanıldığından formaldehit emisyonu yükselmektedir.

### ***Odun Özgül Ağırlığı***

Özgül ağırlığı yüksek olan odunlar sert olduğundan yongalama güçlüklerine ve makine bıçaklarının sık sık keskinliğini kaybetmesine sebep olmaktadır. Başkaca, preslemede problemler meydana getirmektedir. Özgül ağırlığı çok düşük olan odun, pahalı bir hammadde olan tutkalı fazla emmesi dolayısıyla maliyeti arttırması ve istenilen boyutlarda (ufalanması nedeni ile) yongalanamamasından dolayı arzu edilmemektedir. Bu nedenlerle yonga levha yapımında kullanılan odunun özgül ağırlığı  $400 \text{ kg/m}^3$  ten az ve  $700 \text{ kg/m}^3$  ten fazla olmamalıdır (Göker, 1978).

### ***Katkı Maddeleri***

Levhaların preslenmesi sırasında tutkalın sertleşme süresinin azaltılması, levhaya su itici özellik kazandırılması ve mantara, böceğe karşı dayanım sağlamak için levhaya bazı kimyasal katkı maddeleri katılmaktadır.

Yonga levhalarda tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Kullanılan parafin miktarı %0,5-1 arasında olmalıdır (Maloney, 1977). Daha yüksek oranda kullanılması durumunda levhanın direnç değerleri azalmaktadır.

Yonga levhalarda, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Kartal ve Clausen, 2001). %1 oranında pentaklorfenol kullanıldığında mantar ve böceklere karşı yeterli koruma sağlanmakta, oran arttırıldığında ise; tutkalın yapışması engellendiğinden yüzeye dik çekme direnci azalmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Levhalarda yanmayı önleyici madde olarak borat, bakır, arsenik, çinko, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır. Yonga levha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir (Grexa ve Lübke, 2001). Levhaların içerisine ilave edilen yanmayı geciktirici maddelerin miktarının fazla olması durumunda; levhanın işlenmesi zorlaşmada, levha rengi koyulaşmakta ve dirençler azalmaktadır (Deppe ve Ernst, 1964). Parafin kullanılması levhadaki yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde azaltmaktadır.

### ***Levha Yüzeylerinin Kaplanması***

Yonga levha yüzeyinin lamine ve ahşap kaplama levhalarla kaplanması, levhanın direnç özelliklerine olumlu etki yapacaktır (Bektaş vd., 2002). Yonga levhanın kaplama levhalar ile kaplanması durumunda eğilme direncinin arttığı belirtilmektedir (Chow vd., 1996). Levha yüzeylerinin kaplanmasıyla aşağıdaki avantajlar sağlanabilir (Nemli, 2003).

- Levhaya dekoratif bir görüntü sağlanır.
- Fiziksel ve mekanik özellikler iyileştirilir, su absorpsiyonu engellenir.
- Formaldehit emisyonu azaltılır.

### ***Ağaç Türü***

İğne yapraklı ağaçlar düzgün, ince ve uzun lifler ihtiva ettiklerinden dolayı iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen yonga levhaların dirençleri yapraklı ağaçlardan elde edilenlere göre daha yüksektir. Ayrıca iğne yapraklı ağaçlar ekstraktif madde ve doğal reçine ihtiva ettiklerinden dolayı levhaya su iticilik kazandırır, şişme miktarını ve tutkal kullanımını azaltır. Levha yoğunluğu aynı olması durumunda hafif ağaç türlerinden elde edilen yonga levhaların direnç değerleri ağır ağaç türlerinden elde edilenlere göre daha yüksektir.

Yonga levha endüstrisinde amaç düzgün yüzeyli, direnç değerleri yüksek ve özgül ağırlığı düşük levha üretmektir. Bu bakımdan hammadde kullanımı olarak en ekonomik çare; hafif ağaç türlerinin dış tabakalarda ağır ağaç türlerinin ise orta tabaka da kullanılmasıdır (Göker vd., 1984).

### ***Soğuk Pres Basıncı***

Soğuk pres basıncı yonga levha üretiminde ki önemli ön işlemlerden biridir. Burada amaçlanan levhanın sıcak pres kademesine gidene kadar dağılmadan düzgün bir pasta haline gelmesini sağlamaktır. Nemli ve Demirel'in (2007) yapmış oldukları çalışmada soğuk pres basıncının levhanın fiziksel, mekaniksel özellikleri üzerine etkisi araştırılmış  $7,5 \text{ kg/cm}^2$ ' den  $15 \text{ kg/cm}^2$ ' ye çıkarılmasının levhanın eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve kalınlığa şişme özelliklerini olumlu yönde etkilediği,  $15 \text{ kg/cm}^2$ ' den  $20 \text{ kg/cm}^2$ ' ye çıkarılmasının ise yonga levhanın özellikleri üzerinde etkili olmadığını ve  $15 \text{ kg/cm}^2$ ' lik soğuk pres basıncının yeterli olduğu sonucuna ulaşımlardır. Bunun nedeni; levhanın yüzey ve orta tabakalarının daha iyi kenetlenmesi, dik durumdaki yongaların yatay duruma gelmesi ve ince yongaların alt tabakalara hareketinin önlenmesidir (Kalaycıoğlu, 1991).

### ***Sıcak Pres Değişkenleri***

Preslemede en önemli değişkenler; pres basıncı, Pres süresi, pres sıcaklığıdır. Sıcaklık, basınç ve presleme süresinin yeterli olması gerekmektedir. Pres sıcaklığı, pres süresi ve pres basıncının artırılmasıyla yonga levhaların teknolojik özellikleri iyileşmektedir. Yapılan bir çalışmada; pres süresinin 4 dakikadan 5 dakikaya çıkarılması sonucu; yonga levhanın mekanik özellikleri ve kalınlığa şişmesi olumlu yönde etkilenmiştir. Dört dakika pres süresi uygulandığında orta tabakaya yeterli derecede sıcaklık transfer edilememiş bunun sonucunda da orta tabakada tutkal yeterince sertleşmemiştir. Beş dakika pres süresi uygulandığında ise orta tabakada tutkal yeteri derecede sertleştiği görülmüştür (Ashori ve Nourbakhsh, 2008).

### ***Odunun Anatomik Yapısı***

İlkbahar odunundan elde edilen yonga levhaların direnç değerleri yaz odunundan elde edilenlere göre daha yüksektir. Bunun nedeni; ilkbahar odununun daha düzgün yüzeyli, ince ve uzun yonga vermesidir. Yaz odunu ise kaba yonga verdiği için direnç değerleri ilkbahar odununa göre düşük çıkmaktadır. Aynı zamanda ilkbahar odunu ince çeperli geniş lümenli hücrelerden oluşur. Yaz odunu ise kalın çeperli dar lümenli hücrelerden oluşur (Örs ve Keskin, 2001). Bundan dolayı ilkbahar odunundan üretilen yonga levhalar daha az çalışır.

Öz odunu yongalama sırasında kaba yonga vermektedir. Diri odun bunun tersine ince ve düzgün yonga vermektedir. Bundan dolayı diri odundan üretilen yongalar daha iyi sıkışır ve bu yongalardan üretilen levhalarında direnç değerleri daha yüksek olmaktadır. Ayrıca öz odun kısmında ekstraktif maddelerin biriktiği belirtilmektedir. Ekstraktif maddeler tutkal tüketimi ve tutkalın sertleşmesi üzerine önemli bir rol oynamakta ve yapışmayı güçleştirmektedir. Buda eğilme direncini düşürmektedir (Merev, 2003; Aydın, 2005; Sivrikaya, 2008). Fakat öz odunu ekstraktif maddelerce yoğun olduğu için bu oduna su iticilik kazandırmakta, bundan dolayı öz odundan üretilen levhalar diri odundan üretilenlere göre daha az çalışır. Yapılan bir çalışmada diri odundan imal edilen yonga levhaların daha yüksek değerde eğilme direncine sahip oldukları ortaya konulmuştur (Roffael ve Dix, 1994).



Dağınık traheli ağaçlarda traheler homojen boyutta ve yıllık halka içerisinde düzenli dizilmişlerdir. Halkalı traheli ağaçlarda ise trahe hücreleri farklı boyutlarda ve düzensiz dizilmiştir (Örs ve Keskin, 2001). Bu yüzden dağınık traheli ağaçlardan üretilen levhaların dirençleri daha yüksektir.

### ***Sertleştirici Türü***

Yonga levha üretiminde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişmektedir. Üre formaldehitin kullanımında, mutlaka bir katalizör maddeye ihtiyaç vardır. Yonga levha üretiminde; (üre formaldehit tutkalı için) en uygun sertleştirici amonyum klorürüdür. Nadiren de olsa amonyum sülfatta kullanılır. Ancak, bu durumda meydana gelen asit ( $H_2SO_4$ ) uçucu olmadığından levha taslağına eşit olarak dağılmaz ve yeknesak bir sertleşme meydana gelmez (Gündüz ve Masraf, 2005).

### ***Odunun Kimyasal Yapısı***

Odunun kimyasal bileşiklerinden selüloz eğilme ve çekmeye, lignin ise basınca karşı dirençlidir. Lignin iğne yapraklı ağaçlarda %20, yapraklı ağaçlarda %30 oranında bulunur (Örs ve Keskin, 2001). Yapılan bir çalışmada okaliptüs ve çim kesme artıklarından yapılan yonga levhaların mekanik özellikleri karşılaştırılmış. Lignin oranı yüksek fakat holoselüloz oranı düşük çim kesme artıklarından yapılan yonga levhaların mekanik özelliklerinin holosülüloz oranı yüksek okaliptüs odunundan yapılan yonga levhalardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Nemli vd., 2009).

### ***Odun Tozu Kullanımı***

Yonga levhada hem dış hem de orta tabakada normal yongalar arasına %5-10 oranında toz karıştırılması durumunda; yongalar arasındaki temas arttığından levha özellikleri iyileşmektedir. Daha yüksek oranda kullanılması durumunda ise levha özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir ( Akbulut, 1995).

## ***Odun Kusurları***

Levha üretiminde kullanılacak odun çürüklük içermemelidir. Lif ve yonga odununda budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir (Özen, 1980). Odunda çürüklük bulunması yonga elde edilirken çok miktarda toz oluşumuna neden olmaktadır (Huş, 1979). Bu durum levha içerisindeki tozların çok ince olmasından dolayı çabuk kırılmasına ve levhanın mekanik özelliklerinin düşmesi sonucunu doğurmaktadır.

## ***Özgül Ağırlık Profili***

Levha kalınlığı içerisindeki özgül ağırlıktaki değişim, özgül ağırlık profili olarak adlandırılmaktadır. Özgül ağırlık profilinin olması levhanın eğilme direnci ve elastikiyet modülünün artması, daha sonra uygulanacak yüzey işlemleri için düzgün yüzey oluşturması ve sertliği artırması gibi iyileştirici özelliklere sahiptir.

Yüksek özgül ağırlık profilinin olması yani dış tabakaların yoğunluğunun çok orta tabaka yoğunluğunun çok düşük olması halinde yüzeye dik çekme direnci azalmakta ve levhanın kenar düzgünlüğü bozulmaktadır (Göker ve Akbulut, 1992).

Yonga levhanın mekanik özelliklerini iyileştirmek için aşağıdakiler yapılabilir;

- Hammadde odun rutubeti %30-60 arasında olmalıdır.
- Narinlik oranı 100-150 civarında olan yongalar kullanılmalıdır.
- Tutkal tanecik çapı küçük olmalıdır.
- Orta permeabil türler kullanılmalıdır.
- Üre formaldehit tutkalı için ph değeri 4-5 olmalıdır.
- Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici olarak amonyum klorür kullanılmalıdır.
- Kesme suretiyle elde edilen yongalar kullanılmalıdır.
- Levha yoğunluğu yüksek olmalıdır.
- Dış tabaka yonga kullanım oranı arttırılabilir.
- Levha yüzeyleri kaplanabilir.
- Daha çok iğne yapraklı ağaçlar tercih edilmelidir.
- Presleme sırasında gereği kadar sıcaklık, süre ve basınç uygulanmalıdır.
- Kullanılan parafin miktarı %0,5-1, pentaklorfenol %1' i geçmemelidir.

- Yongalar emprenye edilebilir.
- Odun özgül ağırlığı belirli sınırlar arasında olmalıdır.
- Yongalara %5-10 oranında ince materyal karıştırılabilir.
- Yongalık odun çürüklük içermemelidir.
- Soğuk pres basıncı arttırılabilir.

Yonga levhanın fiziksel özelliklerini iyileştirmek için aşağıdaki maddeler uygulanabilir.

- Hammadde odun rutubeti %30-60 arasında olmalıdır.
- Narinlik oranı 100-150 civarında olana yongalar kullanılmalıdır.
- Tutkal tanecik çapı küçük olmalıdır.
- Orta permeabil türler tercih edilmelidir.
- Üre formaldehit tutkalı için ph değeri 4-5 olmalıdır.
- Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici olarak amonyum klorür kullanılmalıdır.
- Dış tabaka yonga kullanım oranı arttırılabilir.
- Levha yüzeyleri kaplanabilir.
- İğne yapraklı ağaç türleri tercih edilmelidir.
- Presleme sırasında gereği kadar sıcaklık, süre ve basınç uygulanmalıdır.
- Dış hava koşullarında fenol formaldehit iç mekanlarda ise üre formaldehit tutkalı kullanılmalıdır.
- Orta tabakada %5-10 oranında kabuk kullanılabilir.
- Odun özgül ağırlığı belirli sınırlar arasında olmalıdır.
- Yongalara %5-10 oranında ince materyal karıştırılabilir.
- Soğuk pres basıncı arttırılabilir.

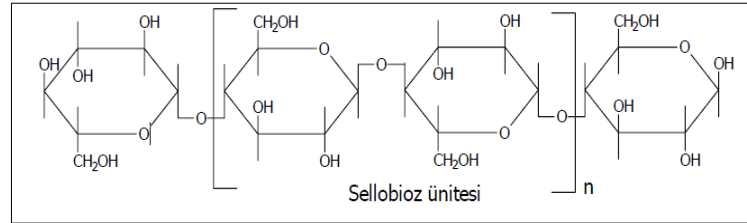
Yukarıdaki maddelere ek olarak yonga levhanın fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için; odun yongalarının su buharı etkisinde bırakılması, yongaların asitlendirilmesi, levha üretiminde hidrojen peroksit, liginosülfonat ve furfurol alkol kullanımı, üre formaldehit tutkalına melamin formaldehit ilave edilmesi, melamin modifiyeli üre formaldehit, fenol formaldehit veya izosiyanat tutkallarının kullanılması ve yongaların kabuk ekstraktlarıyla muamele edilmesi önerilebilir (Nemli, 2000; Nemli vd., 2004; Esmeralda vd., 2004; Aydın, 2005; Nemli vd., 2008; Demirel, 2006).

### 1.3 Selüloz ve Türevleri

Selüloz türevlerinin üretiminde hammadde olarak odundan izole edilen çok veya az saflığa sahip selülozlar kullanılmaktadır. Selüloz türevlerinden üretilecek pek çok son ürünün elde edilebilmesi için üründe aranan bazı özellikler vardır.

Polimerler, tekrar eden monomerlerden oluşan zincir halindeki moleküllerdir. Moleküller bir arada bir takım çekim kuvvetleri sayesinde dururlar. Selüloz molekülleri  $(C_6H_{10}O_5)_n$  formülüne sahip anhidroglukoz birimlerinin uç uca eklenmesiyle oluşmuştur (Şekil 47). Bu birimlerin sayısına polimerizasyon derecesi (DP) denir ve birbirlerine 1,4- $\beta$ -glukozidik bağlarla bağlanmış olup, her iki birimden birisi diğerine göre  $180^\circ$  lik bir dönüşle bağlanmıştır. Bunun sonucu olarak da gerilimsiz lineer bir yapı ortaya çıkmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000).

Selüloz molekülü doğrusal ve doğal bir polimer olup, üç adet hidroksil grubu bulunur. Bu OH gruplarının bir başka selüloz zincirinin OH grubuyla bağlanma özelliği vardır. Hidrojen bağları denilen bu bağlar selüloz moleküllerinin hidrofil (suyu seven) özellik kazanmasını sağlarlar (Eroğlu ve Usta, 2000; Fengel ve Wegener, 1984).



Şekil 47: Selüloz molekülünün kimyasal yapısı (Kırcı vd., 2001).

Selülozun kimyasal değişikliklere uğraması sonucu oluşturduğu ürünlere selüloz türevleri denir. Selüloz, türevlerine dönüşürken hidroksil grupları reaksiyona girer. Böylelikle inorganik ve organik asitlerle esterleri, bazı alkollerle eterleri, bazılar ile alkolatları ve asitlerle oksidasyon ürünlerini oluşturdukları gibi halojenürler, aminler ve bazı komplekslerle de reaksiyona girerler (Fengel ve Wegener, 1984). Selüloz esterleri ve eterleri meydana gelmeden önce alkali selüloz oluşturulması, uygulanması gereken bir başlangıç işlemidir (Akgül, 2001).

Tablo 2: Çözünebilir selülozların son kullanım yerleri (Kırcı vd., 2001).

| Selüloz Türevleri                        | Son Kullanım Yerleri   |
|--|--|
| Viskoz – Rayon                           |  |
| Tekerlek Lastiği Lifleri (Tire Cord)     | Tel ve Kuvvetlendirilmiş Kayışlar  |
| Yüksek Islaklık Lif Modülleri            | Giyim Eşyası, Mobilya Teçhizatı  |
| Normal Flament (Regular Staple)          | Giyim Eşyası   |
| Sellopon (Cellophane)                    | Paketleme  |
| Kesintisiz Flament (Continious Flament)  | Giysiler   |
| <b>Çeşitli Ürünler</b>                   |  |
| <i>Esterler</i>                          |  |
| Asetat                                   | Film   |
| Flament                                  | Giyim Eşyası, Mobilya Teçhizatı  |
| Tow                                      | Sigara Filtresi  |
| Plastikler                               | Film, Levha, Preslenmiş (Kalıplanmış), Eşya                                  |
| Karışık Esterler (Plastikler)            | Levha Ve Preslenmiş Eşyalar  |
| Nitratlar                                | Vernik, Cila, Film ve patlayıcılar   |
| <b>Eterler</b>                           |  |
| CMC (Karboksümetilselüloz)               | Deterjan, Kozmetikler, Gıda, Tekstil, Kağıt Yapıştırma, Sondaj Kuyusu Sıvısı |
| HEC (Hidroksietilselüloz)                | Kauçuk, Boyalar, Polimerizasyon, Emülsiyonları, Petrol Kuyularında           |
| MC (Metilselüloz)                        | Gıda, Boyalar, İlaç Endüstrisi   |
| EC (Etilselüloz)                         | Kaplama, Mürekkepler   |
| HPC (Hidroksipropilselüloz)              | Gıda, İlaç Endüstrisi  |
| HMHEC(Karboksümetil- Hidroksietilselloz) | Sıvı Deterjanlar   |

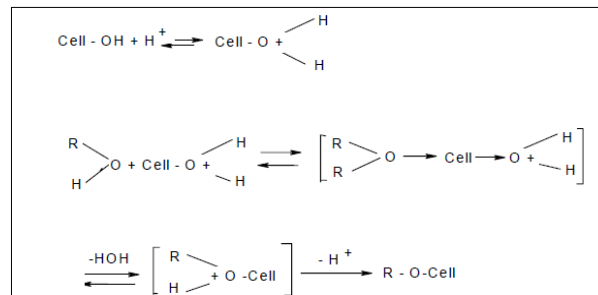
Viskoz rayon, selüloz esterleri (asetatlar, propiyonatlar, butiratlar, nitratlar) ve selüloz eterleri (karboksümetil, etil, metil) üretimi için genellikle ön hidrolizli kraft ve asit sülfite yöntemiyle elde edilen, alfa-selüloz oranı yüksek çözünebilir hamurlar kullanılmaktadır. Selüloz sıradan çözücülerde çözünmediğinden türev oluşturmanın amacı, selüloz bileşiğinin genel çözeltiler içerisinde çözünmesini sağlamaktır. Böylece bu çözünürlük lif, film ve plastiklerin uygun bir teknoloji ile oluşumunu mümkün kılar. Tablo 2’ de selüloz türevlerinin son kullanım yerlerinden bazıları gösterilmektedir (Hinck vd., 1985).

Selüloz türevlerinin hazırlanması sırasında selüloz molekülü içerisindeki sübsitasyon grupları ortaya çıkarılır. Bu işlem fiziksel özelliklerde değişikliklere sebebiyet verir. Bu da selüloz türevlerinin endüstriyel açıdan kullanılabilirliğini belirler. Bu etki hem doğal sübsitüasyon grupları tarafından hem de sübsitüasyon derecesi tarafından ortaya çıkarılır. Gerek selülozun gerekse de selüloz türevlerinin mekanik ve fiziksel özellikleri ortalama molekül ağırlıklarına göre değişim gösterir. Molekül ağırlığındaki herhangi bir artış direnç değerlerinin artması yönünde bir etki yapmaktadır. Fakat bu etkinin derecesi belli bir seviyeden sonra azalmaktadır (Ott, 1954).

### 1.3.1 Selüloz Eterleri

Selüloz eterleri, etilselüloz, metilselüloz, karboksimetilselüloz, hidroksietilselüloz ve benzilselüloz gibi türevlerle endüstriyel önem kazanır. Selüloz eterleri ticari olarak, alkali ortamda (genellikle NaOH) uygun bir alkolün sülfat veya klor tuzlarıyla etkileşimi sonucu hazırlanır. Eterleşme derecesi reaksiyon sıcaklığının yanı sıra, selüloz, alkali, su ve diğer değişkenlerin de oransal özelliklerine bağlıdır (Ott, 1954).

Selüloz eterleri, alkali tüketimli proseslerden üretilenler ve alkali tüketimsiz proseslerden üretilenler olarak iki grupta incelenmektedir. İlk proseste selüloz eterleştirilmeden önce alkil halojenürle alkalileştirilir ve sonuçta metilselüloz, etilselüloz, karboksimetilselüloz, propilselüloz ve benzilselüloz. İkinci proses ise alkali tüketimsiz proses olup, selüloz molekülleri, iç kısımlarında da eterleşmenin homojen bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olmak amacıyla, moleküllerin şişmesini ve kafes yapısının genişlemesini sağlamak için başlangıçta az bir miktar NaOH ile muamele edilir (Şekil 47). Bu reaksiyon sonucunda hidroksialkilselüloz, siyanoetilselüloz, karboksietilselüloz, hidroksietilselüloz ve hidroksibütilselüloz elde edilir (Kırcı vd., 2001).



Şekil 48: Selülozun eterleşme reaksiyonu (Kırcı vd., 2001).

Selüloz içerisindeki eter grupları selüloza soğuk suda dahi şişebilme ve çözünbilme özellikleri kazandırmaktadır. Bu özelliği selüloz eterlerinin süstitüsyon derecesini belirlemektedir. Düşük, alkali ve su içerisinde hidrofobik davranış gösterirler. Aynı şekilde süstitüsyon derecesindeki artışla birlikte organik çözücüler içerisindeki çözünürlükleri artmaktadır (Fengel ve Wegener, 1984).

Selülozun eteri olan karboksimetilselülozun ve onun sodyum tuzunun (Na-CMC) çok fazla kullanım alanına sahip olması diğer ticari selüloz eterlere göre daha fazla üretilmesine yol açmıştır. Karboksimetilselüloz (CMC) üretimi alkali selüloz ile monokloroasetik asit veya Na-monokloroasetat'ın reaksiyonu sonucu üretilmektedir (Fengel ve Wegener, 1984).

### **1.3.1.1 Na-CMC Tarihçesi**

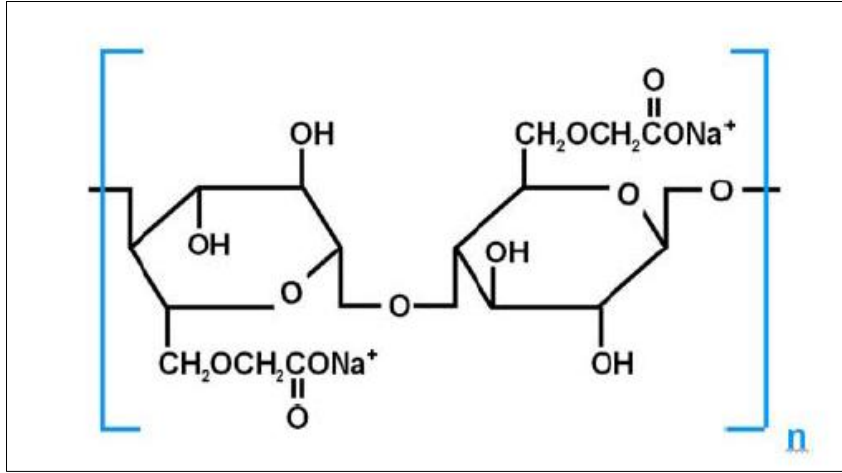
Literatürde selüloz glukolat olarak adı geçen "Sodium Carboxy Methyl Cellulose" günümüzde genellikle CMC olarak tanınmakta ve bu terim, ticari değeri çok az olan serbest asit "Carboxy Methyl Cellulose" yerine onun "Sodium" tuzu anlamında kullanılmaktadır.

CMC suda çözülebilen selüloz türevleri içerisinde en çok kullanılanıdır. Bu selüloz etkisi ilk defa I. Dünya Savaşı sonlarında Almanya'da, Jansen tarafından yapılmıştır. CMC' nin deterjanlarda temizleme gücünü artırdığının anlaşılması ve II. Dünya Savaşında yağ asitlerinin yetersizliği, CMC üretiminin giderek artmasına ve yaygınlaşmasına neden olmuştur (URL-12, 2005).

### **1.3.1.2 CMC Kimyasal Yapısı**

Selüloz lineer yapıda yüksek bir polimer olup "Cellobios" ünitelerinin yan yana birleşmesinden meydana gelir. Her "Cellobios" ünitesi ise iki "anhidroglukoz" ünitesinden oluşur. Tekrarlanan anhidroglukoz üniteleri  $\beta$ -1-4 glikosid bağı ile bağlıdır. Selüloz molekülünün yapısındaki (n) birbirine oksijen bağı ile bağlı anhidro glukoz ünitelerinin sayısıdır. Bu sayı selülozun Polimerizasyon Derecesine eşdeğerdir. Polimerizasyon Derecesi elde edilecek CMC' nin viskozitesinin oluşumunda en önemli etkidir. Anhidroglukoz ünitesinde 3 hidroksil grubu olup, selüloz bu tip kimyasal aktivitesini bu hidroksil grupları ile kazanır.

NaOH (soyum hidroksit) ile alkali hale gelen selülozun MCA (Mono Klor Asetik Asit) veya SMCA (Sodyum Mono Klor Asetat) ile kontrollü bir reaksiyonda eterlenmesi ile CMC elde edilir. Hidroksil grubunun reaksiyona girme dereceleri, polymer zincirinin uzunluğu gibi faktörlerle değişik tipte CMC' ler elde edilebilir (Şekil 49). Çeşitli değişik teknikler kullanılmasına rağmen CMC üretimi için prensip olan eterleme reaksiyonu, ilk CMC yapımından günümüze önemli bir değişikliğe uğramamıştır (URL-12, 2005).



Şekil 49: Karboksimetil selüloz yapısı (URL-12, 2005).

### 1.3.1.3 CMC Kullanıldığı Yerler

Bilindiği üzere CMC suda çözülebilen bir selüloz türevidir. Ticari değerini arttıran özellikleri şöyle sıralanabilir; suyun akışkanlığını azaltması, sulu ortamda katıları süspansiyon halinde tutması, nem tutucu olması, film yapması ve yapıştırıcı bağlayıcı olmasıdır. Bu özellikleri çerçevesinde CMC' nin bazı önemli kullanım alanları şu şekilde belirtilebilir;

- 1. Tekstil Sanayiinde:** Soğuk suda çabuk ve kolay çözünmesi, film yapıcı özelliği ve yapıştırma gücü nedeniyle ipliklerinin haşılmasında ve baskı patı hazırlanmasında büyük ölçüde kullanılmaktadır. Dokuma randımanını artırması, dokuma sonrası enzimlerle uzaklaştırılma zorunluluğunun bulunmaması suya ve buhara olan ihtiyacın azalması.



- 2. Sondaj Sanayiinde:** Özellikle petrol endüstrisinde kil, barit, bentonit malzemelerinin sudaki dispersiyonlar halinde hazırlanan çamurun süspansiyonunun devamlılığını sağlamak, gözenekler yolu ile su kaybını önlemek, CMC' nin kaygan özelliği nedeniyle kazılan toprağı dışarı atılmak için büyük oranda kullanılır.
- 3. Yapıştırıcı Olarak CMC:** Suda kolay çözünmesi ve bağlayıcı özelliği nedeniyle duvar kağıdı, deri ve tahta yapıştırmada kullanılır.
- 4. Kağıt Sanayiinde:** Başlangıcı ve film yapma özelliği nedeni ile kağıt hamuruna ilâve edildiğinde mukavemeti artırır, baskı kalitesini yükseltir, baskı verimi artar ve baskı netleşir. Kağıda daha çok dolgu maddesi ilavesine imkan verir.
- 5. Boya Sanayiinde:** Normal kireç boyalara ilave edilecek bir miktar CMC boyayı kıvamlştırır, film yapıcı özelliği nedeniyle boya leke bırakmaz çok daha ekonomik bir hale gelir.
- 6. İnşaat Sanayiinde:** Alçı ve çimentoya ilave edilecek bir miktar CMC, hazırlanan harcın uzun süre donmadan kalmasını sağlar. Donma geciktirici bu özelliği nedeniyle inşaat harçlarında da kullanılır.
- 7. Gıda Sanayiinde:** Saf CMC' nin su tutma özelliği, suyun buharlaşmasını ve donma sırasında buz kristalleri oluşmasını engeller. Bu nedenle reçellerde, dondurmalarda kullanılır. Yaş meyve ve sebzelerin koruyucu film ile kaplanarak uzun süre taze kalmasını sağlar. Saf CMC, mide asitlerinde çözünmediği halde bazik bağırsak salgılarında çözüldüğünden ilaç tabletlerinin yapımında kullanılır. Gıda sanayiinde kullanılacak CMC' nin mutlaka %99 saflıkta olması gereklidir.

**8. Deterjan Sanayiinde:** Laboratuvar alışmaları CMC' nin pamuklu dokumalarda pamuk lifleri ile (H) bağı teşkil ettiklerini ortaya koymuştur. Kir tutma özelliği, negatif (-) yüklü toz parçaları ile negatif (-) Karboksimetil grupları arasında meydana gelir. Krem deterjanlarda daha çok su tutma istendiğinden daha yüksek vizkoziteye sahip CMC tercih edilir (URL-12, 2005).

## BÖLÜM II

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 2.1 MATERYAL

##### 2.1.1 Odun Hammaddesi

Ahşap esaslı levhalarının üretiminde kullanılacak hammaddelerin teknik ve ekonomik yönden uygun olması bir zorunluluktur. Kullanılacak hammadde üretim şartlarına ve kullanım amacına uygun olarak seçilmelidir. Ülkemizde yonga levha üretiminde yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlar belirli oranlarda karıştırılmak suretiyle üretim hattına verilmektedir.

Bu çalışmada hammadde olarak kullanılan yapraklı ve iğne yapraklı yonga karışımı Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu Yonga Levha fabrikası tarafından Palmann yongalama makinası PHT 520 - 1050 model yongalayıcıdan elde edilen yongalar, Palmann PZRK 14-450/60 makro ve mikro değirmenlerde de elde edilen orta ve üst tabaka yongaları hazır olarak tesisten alınmıştır. Çünkü üretimde kullanılacak olan hammaddeleri laboratuvar ortamında homojen bir şekilde elde etmek mümkün değildir. Bu tesisten temin edilen yongaların karışım oranı; %55 iğne yapraklı ağaç yongaları, %45 yapraklı ağaç yongaları şeklindedir.

Yukarıda değinilen ve yonga levha üretiminde kullanılacak olan yonga karışımı Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarında bazı işlemlerden geçirilerek üretime hazır hale getirilmiştir.

##### 2.1.2 Yapıştırıcı Madde

Yonga levha üretiminde öncelikli olarak Üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Üre formaldehit Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tutkal fabrikasından temin edilmiştir. Bu tutkalların çözeltileri alınan firma tarafından hazırlanmış olup levha üretimi için uygulanmaları ise firmadan alınan bilgiler doğrultusunda yapılmıştır. Kullanılan üre

formaldehit tutkallarının özellikleri aşağıda Tablo 3' de gösterilmiştir.

Tablo 3: Yongaların yapıştırılmasında kullanılan UF tutkalının özellikleri.

| Özellikler                         | Değerler  |
|------------------------------------|-----------|
| Çözelti (%)                        | 62±1      |
| Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,26-1,28 |
| pH ( 25 °C)                        | 7,5-8,5   |
| Viskozite ( Dın/cPs 25° )          | 150-200   |
| Jelleşme süresi (s, 100 °C)        | 28-33     |
| Kullanma süresi (gün)              | 60        |
| Akışkanlık süresi (s, 25 °C)       | 25-32     |
| Serbest CH <sub>2</sub> O (max.) % | 0,22      |

### 2.1.3 Sertleştirici Maddeler

Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici madde olarak %20' lik Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş' den temin edilen amonyum klorür (NH<sub>4</sub>Cl) çözeltisi kullanılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: UF tutkalı için sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum klorürün özellikleri.

| Özellikler                    | Değerler |
|-------------------------------|----------|
| Çözelti (%)                   | 20±1     |
| Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,90     |
| pH (25 °C)                    | 6,30     |

### 2.1.4 Sodium Carboxymethyl Cellulose Sodium (Na-CMC)

Yapılan çalışmada UF tutkalını modifiye etmek üzere Sodyum karboksimetilselüloz (Na-CMC) Denizli Kimya ve Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından üretilen ticari adı DENCELL T - 30 selüloz eteri kullanılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5: UF tutkalını modifiye etmek için kullanılan Na-CMC özellikleri.

| <b>FİZİKSEL ÖZELLİKLER</b>                     | Kremsi beyaz, Serbest halde tanecikli yapıda |                   |                          |
|--|--|-------------------|--------------------------|
| <b>KİMYASAL ÖZELLİKLER</b>                     | <b>Standart</b>                              | <b>Özellikler</b> | <b>Method</b>            |
| Rutubet (%)                                    | max. 7,0                                     | 6,0               | IS 3220-1966             |
| Aktif Maddesi (%)                              | min. 55,0                                    | 56,5              | IS 3220-1966             |
| Bağlanma Derecesi<br>Degree of Substituon (DS) | 0,85–1.00                                    | 0,85              | IS 3220-1966             |
| Toplam tuz (%)<br>Kuru halde                   | Max. 45,0                                    | 43,5              | IS 3220-1966             |
| pH (25 °C % 1 çözeltilde)                      | 8,0–10,0                                     | 9,4               | WTW inoLab<br>pH Level 1 |
| Viskozite<br>(cps 25° % 2 çözeltilde)          | 450-650                                      | 570               | BROOKFIELD<br>LV DV-I    |

## 2.2 YÖNTEM

### 2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi

Levha üretiminde kullanılan yongaların laboratuvar şartlarında üretilmesi uzun bir süre gerektirdiğinden Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. hazır olarak alınan yongalar %55 ibrelî, %45 yapraklı odun yongası olarak karışık halde bulunmaktaydı. Üretimde kullanılacak yongalardaki kabuk oranı %12'yi aşmamaktadır. Karışık haldeki bu yongaların boyutları farklı olup, tam olarak 3 tabakalı levha üretimine uygun bulunmamaktadır. Bu amaçla yongalar bir eleme işlemine tabii tutulmuştur.

### 2.2.2 Yongaların Elenmesi

Karışık halde bulunan yongalar 20x20 mm boyutuna sahip bir elek yardımıyla elenmiştir (Şekil 50). Eleme sonucunda elek üzerinde kalan büyük yongalar levha taslağının orta tabakasında, elekten geçen ince yongalar ise levha taslağının alt ve üst tabakalarında kullanılmak üzere tasnif edilmiştir. Levha taslağının %60'ını orta tabaka yongaları, %20'sini alt tabaka, geri kalan %20'lik kısmı ise üst tabaka yongaları oluşturmaktadır.



Şekil 50: Yongaların elenmesi (Aziz BİÇER 2013).

### 2.2.3 Yongaların Kurutulması

Hazır olarak alınan yongalar belirli rutubete sahip olup, levha üretimine uygun değildir. Yongaların kurutma öncesi rutubeti yaklaşık %12 - 15 kadardır. Yongaların bu rutubette kullanılması durumunda, tutkallama ile yonga rutubeti daha da yükselecek ve presleme sırasında yapışma tam olarak sağlanamayacağından levhalar patlak çıkacaktır. Bu

sakıncaları önlemek ve istenilen direnç değerlerinde yonga levhalar üretebilmek için yongalar alt - üst ve orta tabakalar ayrı ayrı olmak üzere etüv içerisinde 120° C de bekletilmiştir (Şekil 51). Etüv içerisindeki yongaların rutubeti yaklaşık 4 saat içerisinde istenilen rutubet derecesine kadar düşürülmüştür. Yonga levha üretiminde tutkallama öncesi rutubet %1-3' e kadar kurutulması gerekmektedir. Sıcaklığın düşürülmesi durumunda kurutma süresi daha da uzamaktadır. Bu durumda süreyi kısaltmak için yongalar mümkün olduğunca ince tabaka halinde serilmelidir. İstenilen rutubet içeriğine kadar kurutulan yongalar belirli bir süre soğuması için bekletilmelidir. Aksi durumda, sıcak haldeki yongalar içerisine tutkal fazla nüfus etmekte ve serme sırasında topaklanmalar sonucunda ise homojen bir sermeye engel olmaktadır.



Şekil 51: Yongaların 120 °C' de kurutulması (BİÇER 2013).

#### 2.2.4 Na-CMC Çözeltisi Hazırlanması

UF tutkalına ilave edilmek üzere yaklaşık olarak tutkal viskozitesini yakın olması için %7' lik Na-CMC çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltiyi elde edebilmek için levha üretiminde kullanılmak üzere 93 gr su (20 °C) içerisine 7 gr Na-CMC laboratuvar tipi karıştırıcı mikserde 900 devirde 3 dakika, 1100 devirde 5 dk, 1300 devirde 5 dk, 1500 devirde 5 dk, 1700 devirde 2 dk karıştırılarak kademeli olarak yavaş yavaş su içerisine ilave edilmiş, karışımın topaklanmaması sağlanmış homojen bir çözelti elde edilmiştir. Bu şekilde %7' lik Na-CMC çözeltisi her levha üretimi için ayrı ayrı yapılmıştır.

### 2.2.5 UF tutkalın Na-CMC Çözeltisi ile Modifiye Edilmesi ve Yongaların Tutkallanması

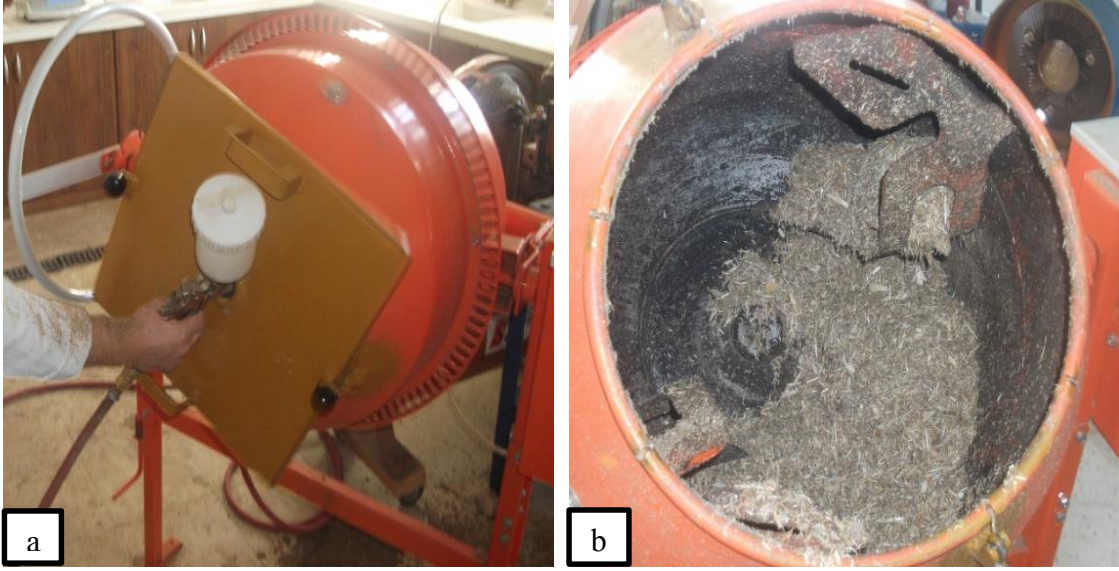
Yongaların tutkallanması amacıyla %62' lik üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. UF tutkalını modifiye etmek için hazırlanan %7' lik Na CMC çözeltisi UF tutkalı içerisine bir levha yapmak için gerekli olan UF tutkalından %0-5-10-15-20-25-30-35-40-45-50 oranlarında kesilerek yerine %7' lik Na CMC çözeltisi ilave edilmiştir ve %20' lik amonyum klorür (NH<sub>4</sub>Cl) eklenmiştir.

Levhaların üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalının miktarı tam kuru yonga ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. Bu amaçla, bir levha üretiminde alt-üst tabaka için hesaplanan tam kuru yonga miktarının %10' u, orta tabaka için hesaplanan tam kuru yonga miktarının ise %8' i kadar Na-CMC ile modifiye edilmiş UF tutkalı hazırlanarak orta ve alt-üst tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallama işlemine tabii tutulmuşlardır.

Tutkallama işlemi 2 karıştırma koluna sahip beton mixer içerisinde yapılmıştır. Bu makinede motora bağlı milin dönmesi ile birlikte dönme hareketi karıştırıcı kazanın kenarındaki dişlilere iletilmektedir. Bu sayede kazanın dönmesi ile birlikte karıştırıcı kollar yongaları sürekli olarak karıştırmaktadır. Kullanılan karıştırıcı 50 dev/dk dönüş hızına ve 220 volt 50 Hz- 0,60 kW özelliklerine sahiptir.

Tutkal püskürtme işlemi 1,7 µm gözenek çapına sahip boya tabancası ile yapılmaktadır. Boya tabancasının alt kısmındaki aparat kompresör hortumuna takılmaktadır. Kompresörden tabancaya 6 kg/cm<sup>2</sup> lik bir basınç uygulanmakta olup, bu basınç tutkal çözeltisinin yoğunluğuna ve tutkallama hızına bağlı olarak ayarlanmaktadır. Tutkallamanın homojen bir şekilde yapılabilmesi için tutkallama süresi uzun tutulmalıdır. Tutkallama süresi kullanılan tutkalın özelliğine ve basınca bağlı olarak 5-10 dk. arasında değişmektedir. Tutkallama işleminin sonunda tutkalı yongaların rutubetleri ayrı ayrı belirlenerek alt-üst ve orta tabaka için serme ağırlığı saptanır (Şekil 52). Tutkallama sonrası yonga rutubeti yaklaşık %5-9 arasındadır.





Şekil 52: a. Yongaların tutkalllanması, b. Tutkallanmış yongalar (Aziz BİÇER 2013).

### 2.2.6 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) ve Ön Presleme

Levha taslağının hazırlanmasında 40x40 cm boyutlarında ahşap şekillendirme kalıbı kullanılmıştır. Üretilen levhaların dış tabakaları, levha kalınlığının %40' sini, orta tabaka ise, levha kalınlığının %60' ını oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. Levha taslağının hazırlanmasında 2 mm kalınlığa sahip pres sacı kullanılmıştır. Levha taslağının saclara yapışmasını önlemek amacıyla sacın yüzeyi yanmaz özelliğe sahip kağıt yardımıyla kapatılmıştır. Alt ve üst kısımları açık olan kare biçimindeki çerçeve (kalıp) üzerinde yanmaz kağıt bulunan pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra, önce tutkallanmış dış tabaka yongaları el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde serilmiş, ardından tutkallanmış orta tabaka yongaları ve son olarak dış tabaka yongaları serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılır. Sıkıştırma işlemi el ile ya da ayak ile bastırma şeklinde yapılmış olup, bu işlem ön pres adını almaktadır (Şekil 53). Daha sonra çerçeve kenarlarından tutularak yavaşça taslağı hareket ettirmemek koşulu ile kaldırılmıştır. Bu işlemden sonra sıkıştırma tablası yavaşça kaldırılarak taslağı üst yüzeyine yanmaz kağıtlar yerleştirilmiştir. Tüm bu işlemlerden sonra taslağın üst kısmına diğer pres sacı yerleştirilmiş ve taslak düzgün bir şekilde, sarsıntı olmadan pres plakaları arasına preslenmek üzere elle konulmuştur.



Şekil 53: Yongaların serilmesi ve levha taslağı (Aziz BİÇER 2013).

### 2.2.7 Sıcak Pres

Hazırlanan levha taslağının preslenmesinde laboratuvar tipi elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik pres kullanılmıştır. Pres pistonu altta olup, 180 bar kapasiteli ve 60x60 cm ebatlarında tablolara sahiptir. Deneme levhalarının üretimde; pres basıncı 35-40-45 kg/cm<sup>2</sup>, pres süresi 5 dakika ve pres sıcaklığı 180±3 °C olarak uygulanmıştır. Pres koşulları ile ilgili değişimler preste bulunan kumanda paneli ile yapılmıştır (Şekil 54).

Pres plakaları arasında plakaların her bir kenarında toplam 4 adet olmak üzere 16,18 mm. kalınlığında kalınlık çıtası kullanılmıştır. Kalınlık çıtaları arasında boşluklar bırakılarak presleme sırasında gaz çıkışı kolaylaştırılmıştır.



Şekil 54: Levha taslağının pres plakaları arasına yerleştirilmesi ve preslenmesi (Aziz BİÇER 2013).

Deneme levhalarının üretim şartları Tablo 6’ da özetlenmiştir. Her bir üretim şartlarından da 2’ şer adet olmak üzere toplam 22 adet deneme levhası üretilmiştir.

Tablo 6: Deneme levha grupları ve tutkal ve Na-CMC kullanım oranları.

| Levha Grubu | Levha sayısı | Yoğunluk (gr / cm <sup>3</sup> ) | Tutkal Türü | Tutkal Kullanım Oranı (%) |                | Na CMC Çözeltisi Kullanma (%) |
|-------------|--------------|----------------------------------|-------------|---------------------------|----------------|-------------------------------|
|             |              |                                  |             | Orta Tabaka               | Alt-Üst tabaka |                               |
| A           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 0                             |
| B           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 5                             |
| C           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 10                            |
| D           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 15                            |
| E           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 20                            |
| F           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 25                            |
| G           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 30                            |
| H           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 35                            |
| I           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 40                            |
| J           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 45                            |
| K           | 2            | 0,68                             | UF          | 8                         | 10             | 50                            |

Tablo 7: Deneme levhalarının üretim şartları.

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| Kalınlık (mm)                     | 16      |
| Levha boyutları (mm)              | 400x400 |
| Orta tabaka (%)                   | 60      |
| Alt-Üst tabaka (%)                | 20-20   |
| Pres basıncı(N/mm <sup>2</sup> )  | 2,5–3,5 |
| Pres sıcaklığı (°C)               | 170–180 |
| Pres zamanı (dakika)              | 5       |
| Gruplardan üretilen levha miktarı | 2       |

## 2.2.8 Presleme Sonrası İşlemler

Presleme işlemi sonucunda elde edilen levha pres sacı arasından alınarak soğumak üzere, yerden 12-18 mm yükseklikteki 4 adet çita üzerine yerleştirilmiştir. Her presleme işlemi sonunda ortaya çıkan levhalar aynı şekilde çitalar kullanılarak üst üste istif yapılmıştır. Levhalar soğuyuncaya kadar bu şekilde istifte bekletilmiştir. Daha sonra tamamen soğuyan levhalar, sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi %65±5 olan iklimlendirme dolabında bir hafta süre ile TS 642- ISO 554 (1997)’ de belirtilen esaslara göre klimatize edilmiştir. Klimatize edilen levhalar yapılacak olan testler için gerekli örnek boyutlarında kesilmiştir (Şekil 55).



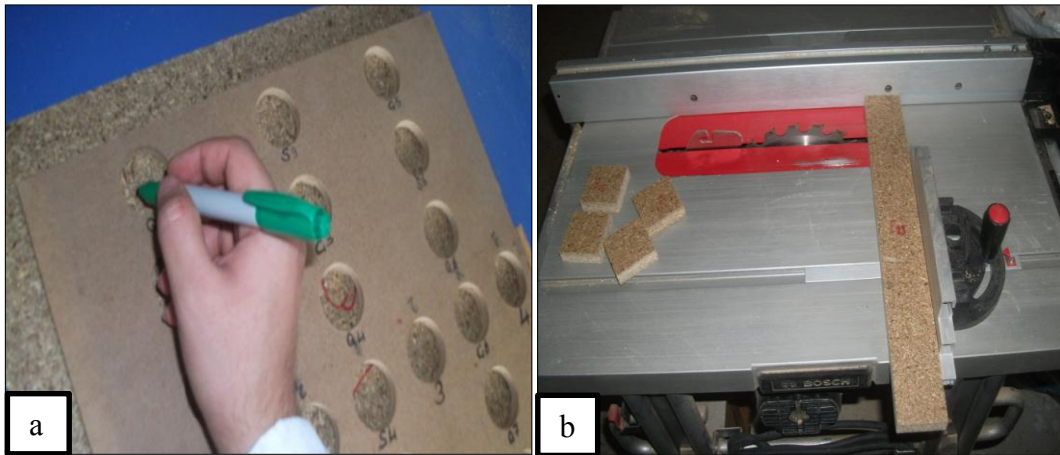
Şekil 55: Üretilmiş levha grupları (Aziz BİÇER 2013).

### 2.2.9 Zımparalama

Presleme sonrası elde ettiğimiz levhaların yüzey düzgünlüğünü sağlamak ve deneyler sırasında özellikle yüzeye dik çekme deneyinde, yüzeyin iyi yapışmasını sağlamak için levhalar Bosh GSS 230 AE Professionalince marka zımpara makinası ile elle 120 numara zımparadan geçirilmiştir.

### 2.2.10 Numaralandırma ve Boyutlandırma

Üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit edebilmek için boyutlandırma işlemi yapılmıştır. Boyutlandırmadan önce daha verimli ve homojen değerler alabilmek amacıyla levhalar numaralandırılmış ve numaralara göre kesilip deneylere tabi tutulmuştur. Eğilme elastikiyet deneyi, çekme direnci deneyi, su alma ve kalınlığa şişme deneyi ve yoğunluk tayininde kullanılmak üzere levhalardan örnekler kesilmiştir (Şekil 56).



Şekil 56: a. Deney levhalarının numaralandırması, b. Deney numunelerinin standartlara uygun olarak boyutlandırılması (Aziz BİÇER 2013).



## 2.2.11 Numunelerin Kondisyonlanması

TS EN 326-1’de belirtilen esaslara göre, sıcaklığı  $20\pm 2$  °C ve  $\%65\pm 5$  bağıl nemde denge rutubetine ulaşmaya kadar kondisyonlanmış ve 4 saat ara ile yapılan tartılarda, birbirini izleyen iki ölçme arasındaki ağırlık farkının, deney parçası ağırlığının  $\%0,1$ ’ inden fazla olmaması durumunda bu ağırlık değişmez kabul edilmiştir (Şekil 57). Bu sayede tüm numunelerin rutubet dağılımında homojenlik sağlanmıştır.



Şekil 57: Test numunelerinin kondisyonlama işlemi (Aziz BİÇER 2013).

## 2.3 Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini

### 2.3.1 Fiziksel Özellikler

Fiziksel özellik olarak levhaların yoğunluk değerleri ve kalınlık artış değerleri Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Laboratuvarında yapılmıştır.

#### 2.3.1.1 Yoğunluk

TS EN 323 (1999)’ de belirtilen esaslara göre; TS EN 325 (1999)’ e göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve 50x50 mm boyutlarında her bir levhadan 5’ er tane olmak üzere bir gruptan minimum 10 adet örnek kullanılmıştır. TS EN 326-1 (1999)’ e göre deney numunelerinin kesilmiş, hazırlanan örnekler  $103\pm 2$  °C deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Etüvden alınan Örneklerin ağırlıkları hassas

terazide tartılmıştır ve boyutları ise  $\pm 0,01$  duyarlıktaki kumpasla ölçülmüştür. Örneklerin yoğunlukları Eşitlik 1' e göre hesaplanmıştır.

$$\delta = \frac{M_o}{V} \quad (1)$$

Burada:

$\delta$  : Yoğunluk ( gr/cm<sup>3</sup> )

$M_o$  : Deney örneğinin tam kuru ağırlığı (gr)

$V$  : Deney örneğinin tam kuru hacmi (cm<sup>3</sup>)

### 2.3.1.2 Su Alma ve Kalınlığa Şişme Deneyi

TS EN 317 (1999)' de belirtilen esaslardan yararlanılarak her bir gruptan minimum 10 adet örnek hazırlanmış ve standarda uygun şekilde hazırlanan örnekler, TS EN 325 (1999)' e uygun olan mikrometre ile örneğin köşelerinin kesişme noktasından 0.01 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Ölçme işlemi tamamlanan örnekler birbirine ve konulan su kabının tabanına ve kenarlarına dokunmayacak şekilde dikine olarak her yeni deney başlangıcında temiz ve durgun, pH değeri  $7\pm 1$  ve sıcaklığı  $20\pm 1$  °C olan suyun içerisinde üst kısımları su yüzeyinden yaklaşık  $25\pm 5$  mm lik aşağıda olacak şekilde su içerisine daldırılmıştır. Deney düzeneği bu şekli ile hazırlanmış ve 2 saat ve 24 saat süre sonunda ölçümler yapılmıştır. Ölçümler esnasında, su tankından çıkarılan örnekler, üzerindeki fazla sulardan arındırıldıktan sonra örneklerin su banyosunda bekletilmeden önce kalınlık ölçümlerinin yapıldığı yerlerden yeniden ölçümler yapılmıştır. Numunelerin kalınlığına artım miktarları Eşitlik 2' ye göre hesaplanmıştır.

$$M = \frac{M_s - M_o}{M_o} * 100 \quad (2)$$

Burada;

$M$  : Deney örneklerinin kalınlık artım miktarı ( % )

$M_s$  : Deney örneğinin su almış haldeki kalınlığı (mm)

$M_o$  : Deney örneğinin tam kuru haldeki kalınlığı (mm)

### 2.3.2. Mekanik Özellikler

Yonga levhaların kullanım yerlerinde kullanım yerlerine göre mekanik zorlamalara karşı yeterli dirençlere sahip olmaları istendiğinden dolayı üretilen deneme levhalarında mekanik özellikleri belirten bazı deneyler yapılmıştır. Bu çalışmada, mekanik olarak eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci hesaplanmıştır. mekanik özelliklerin tayininde Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tesisinin mekanik test laboratuvarlarından faydalanılmıştır. Levha gruplarından hazırlanan test numuneleri standartlara uygun olarak çalışan “İMAL” isimli mekanik test cihazı kullanılarak elde edilmiştir.

#### 2.3.2.1 Eğilme Direnci

Eğilme direnç değerlerinin tespit edilmesinde, TS EN 310 (1999)’ a göre deneyler yapılmıştır. Numunenin alınması ve deney parçalarının kesilmesi işlemi ise TS EN 326-1 (1999)’ e göre; deney parçaları dikdörtgen biçiminde olup, 50 mm genişliğinde ve uzunluk ise deney parçasının en kalınlığının 20 katı  $\pm 50$  mm en çok 1050 mm ve en az 150 mm olacak şekilde ve mm yaklaşımla ayarlanır. Örnekler istenilen boyutlarda kesildikten sonra TS EN 325 (1999)’ e uygun olarak; kalınlık, köşelerin kesişme noktasından, genişlik ise uzunluğun ortasından mikrometre ile ölçülür. Eğilme direnci aleti olarak ise; TS EN 325 (1999)’ e uygun olan alet kullanılmıştır. Yük deney boyunca sabit hızla uygulanmış ve yükleme başlığının hızı en büyük kuvvete saniyede ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Uygulanan kuvvetin değeri 0,01 hassasiyetle ölçülerek “yük deformasyon” diyagramı çizilir. Uygulanan en büyük kuvvet %1 hassasiyetle ölçülerek kaydedilir.

Her bir deney parçasının eğilme dayanımı, en büyük kuvvet “F Maks” anındaki momentin “M” en kesit alanına oranı yoluyla hesaplanır (Eşitlik 3).

$$F = \frac{3 \cdot F_{\text{Max}} \cdot L}{2a \cdot b^2} \quad (3)$$

Burada ;

F : Örneğin eğilme direnç değeri (N/mm<sup>2</sup>)

F Maks : Kırılma anındaki maksimum yük (N)

L : Dayanak açıklığı (mm)

a : Örnek genişliği (mm)

b: Örnek kalınlığı (mm)

### 2.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede Elastikiyet modülü TS EN 310 (1999)' a göre belirlenmiştir. Eğilme direncindeki aynı örnekler üzerinden ölçme aletiyle eğilme direnci yapılırken eğilme miktarı deney parçasının ortasından 0,01 mm hassasiyette ölçülür (Eşitlik 4).

$$E = \frac{P * L^3}{4a * b^3 * f} \quad (4)$$

Burada ;

E : Eğilmedeki elastikiyet modülü (N/mm<sup>2</sup>)

P : Elastikiyet sınırı altında tatbik edilen yük (N)

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

a : Örnek genişliği (mm)

b : Örnek kalınlığı (mm)

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

### 2.3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319 (1999)' a göre deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilen deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme kuvveti uygulayacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçecek özelliktedir. Numunelerin alınması ve deney 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 örneğin boyutları alan belirlemek için; TS EN 325 (1999)'e uygun olarak 0,01 duyarlıklı mikrometre ile ölçülür. Ölçme işlemi tamamlandıktan sonra hazır olan örnekler standartlara uygun şekilde hazırlanmış olan



alüminyumdan hazırlanmış metal olan aparatlara sıcak siliko ile yapıştırılır. Yapıştırılan örnekler 45 dk bekletilir, tamamen yapışma gerçekleştirildikten sonra numune deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilir. 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 Eşitlik 5' e göre;

$$F = \frac{F Maks}{A} \quad (5)$$

Burada;

F : Yüzeye dik çekme direnci (N/mm<sup>2</sup>)

FMaks : Kırılma anındaki maksimum kuvvet ( N)

A : Örneğin enine kesit alanı (mm<sup>2</sup>)

## BÖLÜM III

### BULGULAR VE İRDELEME

#### 3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

##### 3.1.1 Özgül Kütle

Yapmış olduğumuz bu araştırmada üretilen levhaların özgül ağırlığı ortalama olarak Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 8: Levhaların özgül kütlelerine ilişkin bulgular.

|   |                | Uzunluk<br>(mm) | Genişlik<br>(mm) | Kalınlık<br>(mm) | Ağırlık<br>(g) | Özgül<br>Kütle<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|---|----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|--|
| A | Ortalama       | 50,38           | 50,58            | 16,33            | 28,47          | 0,68                                   |
|   | Standart Sapma | 0,26            | 0,27             | 0,20             | 0,39           | 0,01                                   |
| B | Ortalama       | 50,37           | 50,49            | 16,54            | 28,70          | 0,68                                   |
|   | Standart Sapma | 0,17            | 0,24             | 0,22             | 0,36           | 0,01                                   |
| C | Ortalama       | 50,34           | 50,36            | 16,22            | 28,18          | 0,69                                   |
|   | Standart Sapma | 0,27            | 0,25             | 0,24             | 0,52           | 0,02                                   |
| D | Ortalama       | 50,26           | 50,43            | 16,21            | 27,93          | 0,68                                   |
|   | Standart Sapma | 0,11            | 0,34             | 0,26             | 0,17           | 0,01                                   |
| E | Ortalama       | 50,37           | 50,29            | 16,19            | 28,09          | 0,69                                   |
|   | Standart Sapma | 0,19            | 0,28             | 0,28             | 0,45           | 0,01                                   |
| F | Ortalama       | 50,43           | 50,41            | 16,32            | 28,41          | 0,69                                   |
|   | Standart Sapma | 0,25            | 0,23             | 0,28             | 0,51           | 0,01                                   |
| G | Ortalama       | 50,08           | 50,35            | 16,22            | 28,22          | 0,69                                   |
|   | Standart Sapma | 0,27            | 0,36             | 0,21             | 0,46           | 0,01                                   |
| H | Ortalama       | 50,18           | 50,37            | 16,24            | 27,64          | 0,67                                   |
|   | Standart Sapma | 0,18            | 0,33             | 0,36             | 0,39           | 0,02                                   |
| I | Ortalama       | 50,40           | 50,32            | 16,25            | 28,29          | 0,68                                   |
|   | Standart Sapma | 0,10            | 0,28             | 0,22             | 0,51           | 0,01                                   |
| J | Ortalama       | 50,53           | 50,41            | 16,22            | 27,85          | 0,67                                   |
|   | Standart Sapma | 0,25            | 0,21             | 0,33             | 0,67           | 0,01                                   |
| K | Ortalama       | 50,42           | 50,24            | 16,31            | 27,81          | 0,67                                   |
|   | Standart Sapma | 0,33            | 0,19             | 0,24             | 0,43           | 0,02                                   |

Levhaların yoğunluklarına ilişkin tablo incelendiğinde çalışmamızda kullanmış olduğumuz levhaların uzunluk (mm), genişlik (mm), kalınlık (mm), ağırlık (g), özgül kütle (g/cm<sup>3</sup>) değerleri grup içinde ve gruplar arasında bir birine yakın değerler izlemektedir ve standart sapmaları çok düşüktür. Levha üretiminde hedeflenen 0,68 g/cm<sup>3</sup> yoğunluk değişiminin

standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir.

TS EN 312 standartlarına göre yoğunluk değişiminin  $\pm$  %10 olması levha özellikleri açısından ihmal edilebilecek kadar değiştiği belirtilmektedir (TS EN 312, 1999). İstek ve Sıradağ (2013) yapmış oldukları çalışmada yonga levhaların yoğunluk değişiminin %10' dan fazla olması levha özelliklerini istatistiksel olarak önemli olarak etkilediği belirtilmektedir .

### 3.1.2 Su Alma ve Kalınlığına Şişme

Farklı oranlarda Na-CMC kullanılarak elde edilen deney levhaları ve kontrol levhasına ait 2 ve 24 saat sonrasında su alma ve kalınlığa şişme oranları belirlenmiştir. Su alma oranının belirlenmesinde 50x50 mm boyutlarındaki deney örnekleri  $20\pm 2$  °C sıcaklıkta ve %65 $\pm$ 5 nispi rutubet ortamında klimatize edilmiştir. Sıcaklığı  $20\pm 2$  °C su içerisine asılı olarak batırılan örnekler  $20\pm 2$  °C olan dolapta 2 ve 24 saat sonra su alma ve kalınlığına şişme oranlarının değişimleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların ortalaması, standart sapma verileri Tablo 9' de gösterilmektedir.

Tablo 9: Levhaların su alma ve kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin değerler.

|           | 2 Saat Su Alma Miktarı (%) |                | 24 Saat Su Alma Miktarı (%) |                | 2 Saat K. Şişme Miktarı (%) |                | 24 Saat K. Şişme Miktarı (%) |                |
|-----------|----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
|           | $\bar{x}$                  | Standart Sapma | $\bar{x}$                   | Standart Sapma | $\bar{x}$                   | Standart Sapma | $\bar{x}$                    | Standart Sapma |
| A Levhası | 87,68                      | 3,52           | 103,37                      | 4,06           | 27,71                       | 2,94           | 31,11                        | 3,33           |
| B Levhası | 86,49                      | 6,72           | 103,92                      | 8,09           | 29,41                       | 4,98           | 33,14                        | 5,85           |
| C Levhası | 84,46                      | 6,01           | 104,20                      | 9,23           | 30,20                       | 3,64           | 33,39                        | 4,81           |
| D Levhası | 93,39                      | 7,88           | 108,56                      | 7,63           | 31,00                       | 3,17           | 35,15                        | 3,82           |
| E Levhası | 95,76                      | 5,49           | 111,72                      | 6,98           | 31,69                       | 3,53           | 35,30                        | 3,97           |
| F Levhası | 98,85                      | 6,75           | 111,94                      | 6,25           | 34,85                       | 4,95           | 38,46                        | 5,09           |
| G Levhası | 10,03                      | 7,08           | 115,86                      | 8,17           | 37,45                       | 5,19           | 42,36                        | 6,50           |
| H Levhası | 110,47                     | 10,38          | 126,02                      | 11,09          | 41,88                       | 4,72           | 50,81                        | 6,86           |
| I Levhası | 122,38                     | 8,16           | 134,81                      | 5,38           | 51,54                       | 6,19           | 65,56                        | 8,50           |
| J Levhası | 127,81                     | 5,57           | 135,38                      | 5,52           | 55,33                       | 7,02           | 65,77                        | 5,00           |
| K Levhası | 129,26                     | 6,09           | 134,10                      | 6,76           | 55,90                       | 5,63           | 63,47                        | 3,54           |

Tablo 9’ da görüldüğü gibi su alma ve kalınlığa şişme oranının değişimi oldukça farklılık göstermektedir. Bu farklılıkların gruplar arası ve gruplar içi değişimlerini belirleyebilmek için ayrı ayrı ANOVA ve DUNCAN Post-Hoc testleri yapılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

### 3.1.2.1 Su Alma Oranı (2 saat)

Deney levhalarının 2 saat suda bekletilmesi ile elde edilen verilerin varyans analizi sonuçları Tablo 10’ da verilmiştir.

Tablo 10: Levhaların 2 saat su alma sonuçlarına ilişkin ANOVA testi.

|               | Kareler<br>Toplamı | Serbestlik<br>Derecesi | Kareler<br>Ortalaması | F      | Önem<br>Seviyesi<br>(p) |
|---------------|--------------------|------------------------|-----------------------|--------|-------------------------|
| Gruplar Arası | 27572,885          | 10                     | 2757,288              | 57,872 | ,000                    |
| Grup İçinde   | 4716,812           | 99                     | 47,645                |        |                         |
| Toplam        | 32289,697          | 109                    |                       |        |                         |

Farklı levha grupları arasında 2 saatlik süre içerisinde su alma düzeylerinde anlamlı farklılık olup olmadığını incelemek üzere yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $F=57,872$ ,  $p=,000$ ,  $p<,05$ )

Levhalar arasında ANOVA testi sonucunda bulunan anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek üzere yapılan Duncan Post-Hoc testi sonuçlarına göre oluşturulan homojen gruplar Tablo 11’ de verilmiştir. Tablo 11’ e göre A, B ve C levhası dışındaki tüm levhalar %95 güvenle anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir.

Tablo 11: Levhaların 2 saat su alma sonuçlarına ilişkin Duncan testi.

| Levha Grup Elemanları | n  | Homojenlik Grupları |       |        |        |        |        |
|-----------------------|----|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                       |    | 1                   | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      |
| C Levhası             | 10 | 84,46               |       |        |        |        |        |
| B Levhası             | 10 | 86,49               |       |        |        |        |        |
| A Levhası             | 10 | 87,68               | 87,68 |        |        |        |        |
| D Levhası             | 10 |                     | 93,39 | 93,39  |        |        |        |
| E Levhası             | 10 |                     |       | 95,76  |        |        |        |
| F Levhası             | 10 |                     |       | 98,85  |        |        |        |
| G Levhası             | 10 |                     |       | 100,03 |        |        |        |
| H Levhası             | 10 |                     |       |        | 110,47 |        |        |
| I Levhası             | 10 |                     |       |        |        | 122,38 |        |
| J Levhası             | 10 |                     |       |        |        | 127,82 | 127,82 |
| K Levhası             | 10 |                     |       |        |        |        | 129,26 |
| Önem Düzeyi (p)       |    | ,331                | ,067  | ,051   | 1,000  | ,081   | ,641   |

$\alpha = ,05$  ve  $p > ,05$

2 saat su alma değeri Na-CMC kullanım oranının artması ile arttığı bulunmuştur. Kontrol levhası olan A grubu levhalarda %87,68 ölçülen 2 saat su alma değeri, %50 Na-CMC kullanımı ile %129,26 değerini almıştır.

### 3.1.2.2 Su Alma Oranı (24 saat)

Deney levhalarının 24 saat suda bekletilmesi ile elde edilen verilerin varyans analizi sonuçları Tablo 12' de verilmiştir.

Tablo 12: Levhaların 24 saat su alma sonuçlarına ilişkin ANOVA testi.

|               | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Kareler Ortalaması | F      | Önem Seviyesi (p) |
|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------|-------------------|
| Gruplar Arası | 16748,565       | 10                  | 1674,856           | 30,304 | ,000              |
| Grup İçinde   | 5471,524        | 99                  | 55,268             |        |                   |
| Toplam        | 22220,089       | 109                 |                    |        |                   |

Levhalar arasında 24 saatlik süre içerisinde su alma düzeylerinde anlamlı farklılık olup olmadığını incelemek üzere yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $F=30,304$ ,  $p=,000$ ,  $p<,05$ ).

Tablo 13: Levhaların 24 saat su alma sonuçlarına ilişkin Duncan testi.

| Levha Grup Elemanları | n  | Homojenlik Grupları |        |        |        |        |
|-----------------------|----|---------------------|--------|--------|--------|--------|
|                       |    | 1                   | 2      | 3      | 4      | 5      |
| A Levhası             | 10 | 103,37              |        |        |        |        |
| B Levhası             | 10 | 103,92              |        |        |        |        |
| C Levhası             | 10 | 104,20              |        |        |        |        |
| D Levhası             | 10 | 108,56              | 108,56 |        |        |        |
| E Levhası             | 10 |                     | 111,72 | 111,72 |        |        |
| F Levhası             | 10 |                     | 111,94 | 111,94 |        |        |
| G Levhası             | 10 |                     |        | 115,86 |        |        |
| H Levhası             | 10 |                     |        |        | 126,02 |        |
| K Levhası             | 10 |                     |        |        |        | 134,10 |
| I Levhası             | 10 |                     |        |        |        | 134,8  |
| J Levhası             | 10 |                     |        |        |        | 135,38 |
| Önem Düzeyi (p)       |    | ,159                | ,343   | ,245   | 1,000  | ,720   |

$\alpha = ,05$  ve  $p > ,05$

Levhalar arasında ANOVA testi sonucunda bulunan anlamlı farkın kaynağını tespit edebilmek ve hangi levhalar arasında 24 saatlik su alma düzeylerindeki değişmelerde anlamlı fark olduğunu belirlemek üzere yapılan Duncan Post-Hoc testi sonuçlarına göre oluşturulan homojen gruplar tabloda yer almaktadır. Tablo 13 incelendiğinde kontrol levhası olan A, B, C ve D levhaları dışındaki tüm levhalar %95 güvenle anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir. Agrubu levhalarında %103,37 ölçülen 24 saat su alma sonucu K grubu levhalarında %104 artış göstermiştir.

### 3.1.2.3 Kalınlığa Şişme Oranı (2 saat)

Deney levhalarında 2 saat sonunda meydana gelen kalınlığına şişme oranlarının varyans analiz sonuçları Tablo 14’ de verilmiştir.

Tablo 14: Levhaların 2 saat kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin ANOVA testi.

|               | Kareler<br>Toplamı | Serbestlik<br>Derecesi | Kareler<br>Ortalaması | F      | Önem<br>Seviyesi (p) |
|---------------|--------------------|------------------------|-----------------------|--------|----------------------|
| Gruplar Arası | 11515,640          | 10                     | 1151,564              | 48,319 | ,000                 |
| Grup İçinde   | 2359,426           | 99                     | 23,833                |        |                      |
| Toplam        | 13875,066          | 109                    |                       |        |                      |

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre levhalar arasında 2 saatlik süre içerisindeki kalınlığına şişme düzeylerindeki değişimler arasında anlamlı farklılık olup olmadığını incelemek için yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (F=48,319, p=,000, p<,05).

Tablo 15: Levhaların 2 saat kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin Duncan testi.

| Levha Grup Elemanları | n  | Homojenlik Grupları |       |       |       |       |
|-----------------------|----|---------------------|-------|-------|-------|-------|
|                       |    | 1                   | 2     | 3     | 4     | 5     |
| A Levhası             | 10 | 27,71               |       |       |       |       |
| B Levhası             | 10 | 29,41               |       |       |       |       |
| C Levhası             | 10 | 30,20               | 30,20 |       |       |       |
| D Levhası             | 10 | 31,00               | 31,00 |       |       |       |
| E Levhası             | 10 | 31,69               | 31,69 |       |       |       |
| F Levhası             | 10 |                     | 34,85 | 34,85 |       |       |
| G Levhası             | 10 |                     |       | 37,45 |       |       |
| H Levhası             | 10 |                     |       |       | 41,88 |       |
| I Levhası             | 10 |                     |       |       |       | 51,54 |
| J Levhası             | 10 |                     |       |       |       | 55,33 |
| K Levhası             | 10 |                     |       |       |       | 55,90 |
| Önem Düzeyi (p)       |    | ,108                | ,053  | ,237  | 1,000 | ,061  |

$\alpha = ,05$  ve  $p > ,05$

Levhalar arasında 2 saatlik kalınlığına şişme düzeyleri arasındaki anlamlı farklılıkların tespiti için ANOVA testi sonucunda bulunan anlamlı farkın kaynağını tespit edebilmek ve hangi levhalar arasında 2 saatlik kalınlığına şişme düzeylerindeki değişmelerde anlamlı fark olduğunu belirlemek üzere yapılan Duncan Post-Hoc testi sonuçlarına göre oluşturulan homojen gruplar tabloda yer almaktadır. Tablo 15 incelendiğinde A,B, C, D ve E levhaları dışındaki tüm levhalar %95 güvenle anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir.

### 3.1.2.4 Kalınlığa Şişme Oranı (24 saat)

Deney levhalarında 24 saat sonunda meydana gelen kalınlığına şişme oranlarının varyans analiz sonuçları Tablo 16’ da verilmiştir. Levhalar arasında 24 saatlik süre içerisinde kalınlığına şişme düzeylerinde anlamlı farklılık olup olmadığını incelemek üzere yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $F=30,304$ ,  $p=,000$ ,  $p<,05$ ). Bu farkın kaynağını tespit edebilmek için yapılan Duncan Test sonuçları Tablo 17’ de yer almaktadır.

Tablo 16: Levhaların 24 saat kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin ANOVA testi.

|               | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Kareler Ortalaması | F      | Önem Seviyesi (p) |
|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------|-------------------|
| Gruplar Arası | 19383,579       | 10                  | 1938,358           | 65,814 | ,000              |
| Grup İçinde   | 2915,742        | 99                  | 29,452             |        |                   |
| Toplam        | 22299,321       | 109                 |                    |        |                   |

Tablo 17: Levhaların 24 saat kalınlığına şişme sonuçlarına ilişkin Duncan testi.

| Levha Grup Elemanları | n  | Homojenlik Grupları |       |       |       |       |
|-----------------------|----|---------------------|-------|-------|-------|-------|
|                       |    | 1                   | 2     | 3     | 4     | 5     |
| A Levhası             | 10 | 31,11               |       |       |       |       |
| B Levhası             | 10 | 33,14               | 33,14 |       |       |       |
| C Levhası             | 10 | 33,39               | 33,39 |       |       |       |
| D Levhası             | 10 | 35,15               | 35,15 |       |       |       |
| E Levhası             | 10 | 35,30               | 35,30 |       |       |       |
| F Levhası             | 10 |                     | 38,46 | 38,46 |       |       |
| G Levhası             | 10 |                     |       | 42,37 |       |       |
| H Levhası             | 10 |                     |       |       | 50,81 |       |
| K Levhası             | 10 |                     |       |       |       | 63,47 |
| I Levhası             | 10 |                     |       |       |       | 65,56 |
| J Levhası             | 10 |                     |       |       |       | 65,77 |
| Önem Düzeyi (p)       |    | ,129                | ,052  | ,111  | 1,000 | ,375  |

$\alpha = ,05$  ve  $p > ,05$



Levhalar arasında ANOVA testi sonucunda bulunan anlamlı farkın kaynağını tespit edebilmek ve hangi levhalar arasında 24 saatlik kalınlığına şişme düzeylerindeki değişimlerde anlamlı fark olduğunu belirlemek üzere yapılan Duncan Post-Hoc testi sonuçlarına göre oluşturulan homojen gruplar tabloda yer almaktadır. Tablo 17’ de A , B, C, D ve E levhaları dışındaki tüm levhalar %95 güvenle anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir.

### 3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular

#### 3.2.1 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Na-CMC ilavesinin yonga levhaların yüzeye dik çekme direncine olan etkisi belirlenmiştir. Levha gruplarının ortalama ve standart sapmaları Tablo 18’ de verilmiştir.

Tablo 18: Levhaların yüzeye dik çekme özelliklerine ait sonuçlar.

|           | Yüzeye Dik Çekme (N/mm <sup>2</sup> ) |           |                |
|-----------|---------------------------------------|-----------|----------------|
|           | n                                     | $\bar{x}$ | Standart Sapma |
| A Levhası | 10                                    | ,45       | ,03            |
| B Levhası | 10                                    | ,48       | ,05            |
| C Levhası | 10                                    | ,53       | ,03            |
| D Levhası | 10                                    | ,57       | ,06            |
| E Levhası | 10                                    | ,63       | ,06            |
| F Levhası | 10                                    | ,56       | ,05            |
| G Levhası | 10                                    | ,50       | ,05            |
| H Levhası | 10                                    | ,42       | ,06            |
| I Levhası | 10                                    | ,38       | ,04            |
| J Levhası | 10                                    | ,33       | ,04            |
| K Levhası | 10                                    | ,28       | ,03            |

Yukarıda yer alan yüzeye dik çekme özelliklerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri incelendiğinde A levhasından K levhasına doğru yapılan sıralamada ortalama değerlerin H levhasına kadar bir artış sergilediği görülürken H levhasından sonra ise I, J, ve K levhalarında düşüş olduğu tespit edilmiştir. Levhaların standart sapmaları

incelendiğinde ise çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bilgilerden hareketle levhalarımızdan alınan parçaların homojen bir dağılım sergilediği söylenebilir. Elde edilen değerlere ait ANOVA testi sonuçları Tablo 19’ da verilmiştir.

Tablo 19: Levhaların yüzeye dik çekme direncine ilişkin ANOVA testi.

|               | Kareler<br>Toplamı | Serbestlik<br>Derecesi | Kareler<br>Ortalaması | F      | Önem<br>Seviyesi (p) |
|---------------|--------------------|------------------------|-----------------------|--------|----------------------|
| Gruplar Arası | 1,126              | 10                     | ,113                  | 51,795 | ,000                 |
| Grup İçinde   | ,215               | 99                     | ,002                  |        |                      |
| Toplam        | 1,341              | 109                    |                       |        |                      |

Levhaların yüzeye dik çekme direnç değerleri arasında anlamlı fark olup olmadığını tespit etmek için yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (F=51,795, p=,000, p<,05)

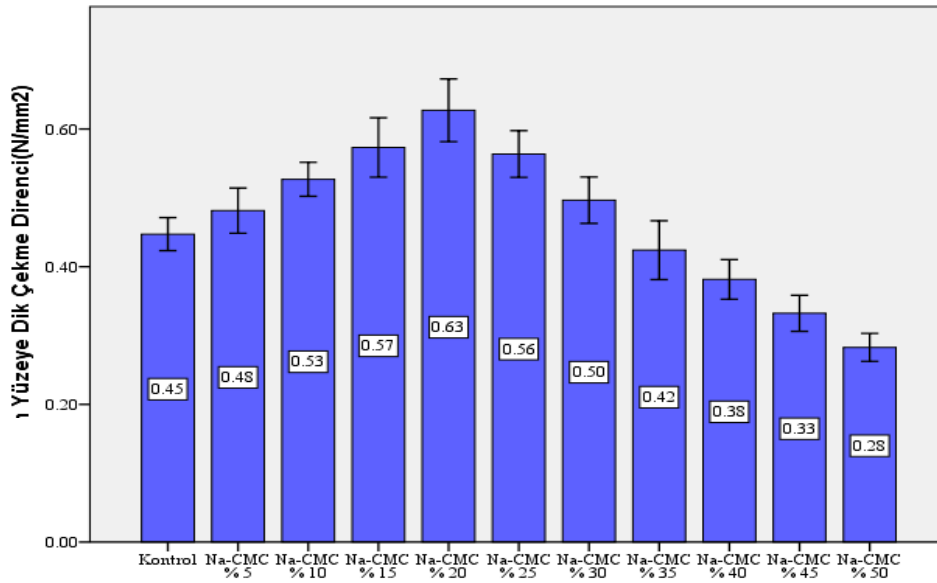
Levhaların yüzeye dik çekme direncine ilişkin DUNCAN testi sonuçları Tablo 20’ de verilmiştir.

Tablo 20: Levhaların yüzeye dik çekme direncine ilişkin Duncan testi.

| Levha Grup<br>Elemanları | N  | Homojenlik Grupları |           |           |      |      |      |      |      |      |           |
|--------------------------|----|---------------------|-----------|-----------|------|------|------|------|------|------|-----------|
|                          |    | 1                   | 2         | 3         | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10        |
| K Levhası                | 10 | ,28                 |           |           |      |      |      |      |      |      |           |
| J Levhası                | 10 |                     | ,33       |           |      |      |      |      |      |      |           |
| I Levhası                | 10 |                     |           | ,38       |      |      |      |      |      |      |           |
| H Levhası                | 10 |                     |           |           | ,42  |      |      |      |      |      |           |
| A Levhası                | 10 |                     |           |           | ,45  | ,45  |      |      |      |      |           |
| B Levhası                | 10 |                     |           |           |      | ,48  | ,48  |      |      |      |           |
| G Levhası                | 10 |                     |           |           |      |      | ,50  | ,50  |      |      |           |
| C Levhası                | 10 |                     |           |           |      |      |      | ,53  | ,53  |      |           |
| F Levhası                | 10 |                     |           |           |      |      |      |      | ,56  | ,56  |           |
| D Levhası                | 10 |                     |           |           |      |      |      |      |      | ,57  |           |
| E Levhası                | 10 |                     |           |           |      |      |      |      |      |      | ,63       |
| Önem Düzeyi<br>(p)       |    | 1,000               | 1,00<br>0 | 1,00<br>0 | ,268 | ,104 | ,470 | ,148 | ,082 | ,648 | 1,00<br>0 |

$\alpha = ,05$  ve  $p > ,05$

Levhalar arasında ANOVA testi sonucunda bulunan anlamlı farkın kaynağını tespit edebilmek ve hangi levhalar arasında yüzeye dik çekme direnç düzeylerindeki değişimlerde anlamlı fark olduğunu belirlemek üzere yapılan Duncan Post-Hoc testi sonuçlarına göre oluşturulan homojen gruplar tabloda yer almaktadır. Tablo incelendiğinde Kontrol levhası olan A dan B levhası dışında kalan diğer tüm levhalar %95 güvenle anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir. Yukarıdaki tablodan ortalamalar incelendiğinde Kontrol grubu olan A levhasından, G, C, F, D, E levhalarının ortalamaları anlamlı düzeyde yüksek tespit edilirken K, J, I, H levhalarının ortalamaları kontrol grubu A levhasından anlamlı düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 58: Yonga levhaların yüzeye dik çekme direnç değerleri.

yüzeye dik çekme direnç değeri en yüksek UF/Na-CMC oranının 80/20 olduğu grup levhalarında (E) 0,63 N/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda (A) 0,45 N/mm<sup>2</sup> olan yüzeye dik çekme değerinden yaklaşık %40 bir artma tespit edilmiştir.

### 3.2.2 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Na-CMC ilavesinin yonga levhara ait eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin sonuçları Tablo 21’ de verilmiştir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülüne ilişkin ortalama değerler incelendiğinde ise Kontrol levhası Olan A’ dan başlayarak K levhasına göre yapılan sıralamada ortalama değerlerin eğilme direnci ve elastikiyet modülünde bir düşüş yaşadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 21: Levhaların eğilme direnci ve elastikiyet modülü özelliklerine ait sonuçlar.

|           | n | Eğilme Direnci<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |                | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |                |
|-----------|---|--|----------------|---|----------------|
|           |   | $\bar{x}$                              | Standart Sapma | $\bar{x}$                               | Standart Sapma |
| A Levhası | 6 | 16,26                                  | ,41            | 2.920,67                                | 52,39          |
| B Levhası | 6 | 16,34                                  | ,96            | 2.721,68                                | 129,72         |
| C Levhası | 6 | 18,27                                  | 3,62           | 2.601,67                                | 53,41          |
| D Levhası | 6 | 14,61                                  | ,58            | 2.604,91                                | 106,28         |
| E Levhası | 6 | 13,71                                  | ,73            | 2.331,33                                | 93,88          |
| F Levhası | 6 | 13,06                                  | ,95            | 2.107,17                                | 105,60         |
| G Levhası | 6 | 11,71                                  | ,73            | 1.933,42                                | 123,76         |
| H Levhası | 6 | 10,77                                  | ,66            | 1.900,09                                | 113,62         |
| I Levhası | 6 | 10,77                                  | ,34            | 1.749,93                                | 121,12         |
| J Levhası | 6 | 10,28                                  | ,36            | 1.618,84                                | 145,79         |
| K Levhası | 6 | 10,33                                  | ,46            | 1.451,71                                | 167,65         |

### 3.2.2.1 Eğilme Direnci

Deney levhalarının eğilme direnci değerlerinin ANOVA test sonuçları Tablo 22’ de verilmiştir.

Tablo 22: Levhaların eğilme direncine ilişkinin Anova testi.

|               | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Kareler Ortalaması | F      | Önem Seviyesi (p) |
|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------|-------------------|
| Gruplar Arası | 467,484         | 10                  | 46,748             | 29,615 | ,000              |
| Grup İçinde   | 86,819          | 55                  | 1,579              |        |                   |
| Toplam        | 554,302         | 65                  |                    |        |                   |

Levhaların eğilme dirençleri arasında anlamlı fark olup olmadığını tespit etmek için yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (F=29,615, p=,000, p<,05)

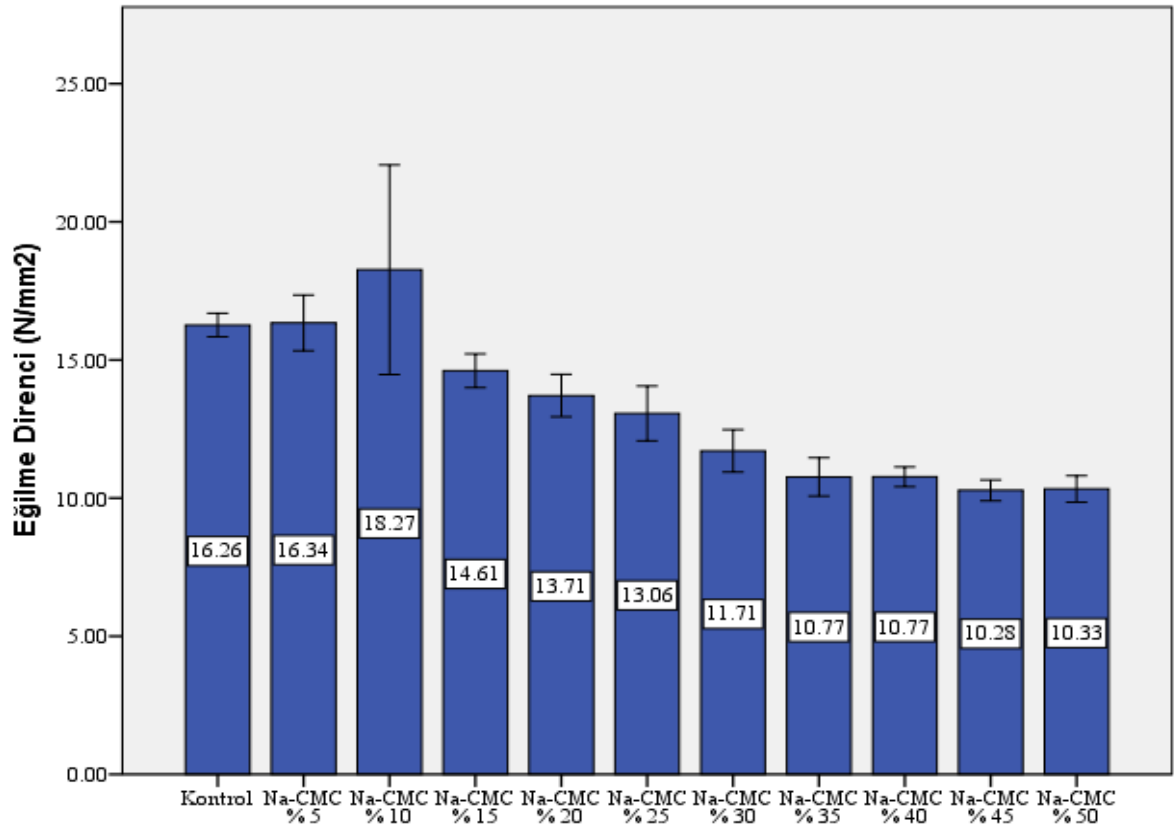
Levhalar arasında ANOVA testi sonucunda bulunan anlamlı farkın kaynağını tespit edebilmek ve hangi levhalar arasında eğilme direnç düzeylerindeki değişmelerde anlamlı fark olduğunu belirlemek üzere yapılan Duncan Post-Hoc testi sonuçlarına göre oluşturulan homojen gruplar Tablo 23’ de yer almaktadır. Tablo 23 incelendiğinde A ve B levhası dışındaki tüm levhalar %95 güvenle anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir. Yukarıdaki tablodan ortalamalar incelendiğinde sadece C levhası ortalaması kontrol grubu olan A levhasından anlamlı düzeyde yüksek çıkarken diğer anlamlı farklılıkların hepsinde kontrol grubu A levhası ortalaması düşük çıkmıştır.

Tablo 23: Levhaların eğilme direncine ilişkin Duncan testi.

| Levha Grup Elemanları | n | Homojenlik Grupları |       |       |       |       |       |
|-----------------------|---|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       |   | 1                   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| J Levhası             | 6 | 10,28               |       |       |       |       |       |
| K Levhası             | 6 | 10,33               |       |       |       |       |       |
| H Levhası             | 6 | 10,77               |       |       |       |       |       |
| I Levhası             | 6 | 10,77               |       |       |       |       |       |
| G Levhası             | 6 | 11,71               | 11,71 |       |       |       |       |
| F Levhası             | 6 |                     | 13,06 | 13,06 |       |       |       |
| E Levhası             | 6 |                     |       | 13,71 | 13,71 |       |       |
| D Levhası             | 6 |                     |       |       | 14,61 |       |       |
| A Levhası             | 6 |                     |       |       |       | 16,26 |       |
| B Levhası             | 6 |                     |       |       |       | 16,34 |       |
| C Levhası             | 6 |                     |       |       |       |       | 18,27 |
| Önem Düzeyi (p)       |   | ,083                | ,067  | ,377  | ,221  | ,912  | 1,000 |

$\alpha = ,05$  ve  $p > ,05$

Kontrol grubu levhalarında eğilme direnci değeri ortalama 16,26 N/mm<sup>2</sup>, bu değer % 50 Na-CMC kullanılması ile 10,33 N/mm<sup>2</sup> ‘ ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Yapılan testler sonucu %50 Na-CMC kullanılması eğilme direncini %60 azaltmıştır.



Şekil 59: Yonga levhaların eğilme direnci değerleri.

### 3.2.2.2 Eğilmelerde Elastikiyet Modülü

Levhaların elastikiyet modülü değerleri arasında anlamlı fark olup olmadığını tespit etmek için yapılan ANOVA testi sonuçları Tablo 24’ de verilmiştir. Tablo 24’ e göre levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ( $F=108,437$ ,  $p=,000$ ,  $p<,05$ ).

Tablo 24: Levhaların elastikiyet modülüne ilişkin ANOVA testi.

|               | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Kareler Ortalaması | F       | Önem Seviyesi (p) |
|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------|-------------------|
| Gruplar Arası | 14387113,485    | 10                  | 1438711,349        | 108,437 | ,000              |
| Grup İçinde   | 729721,628      | 55                  | 13267,666          |         |                   |
| Toplam        | 15116835,113    | 65                  |                    |         |                   |

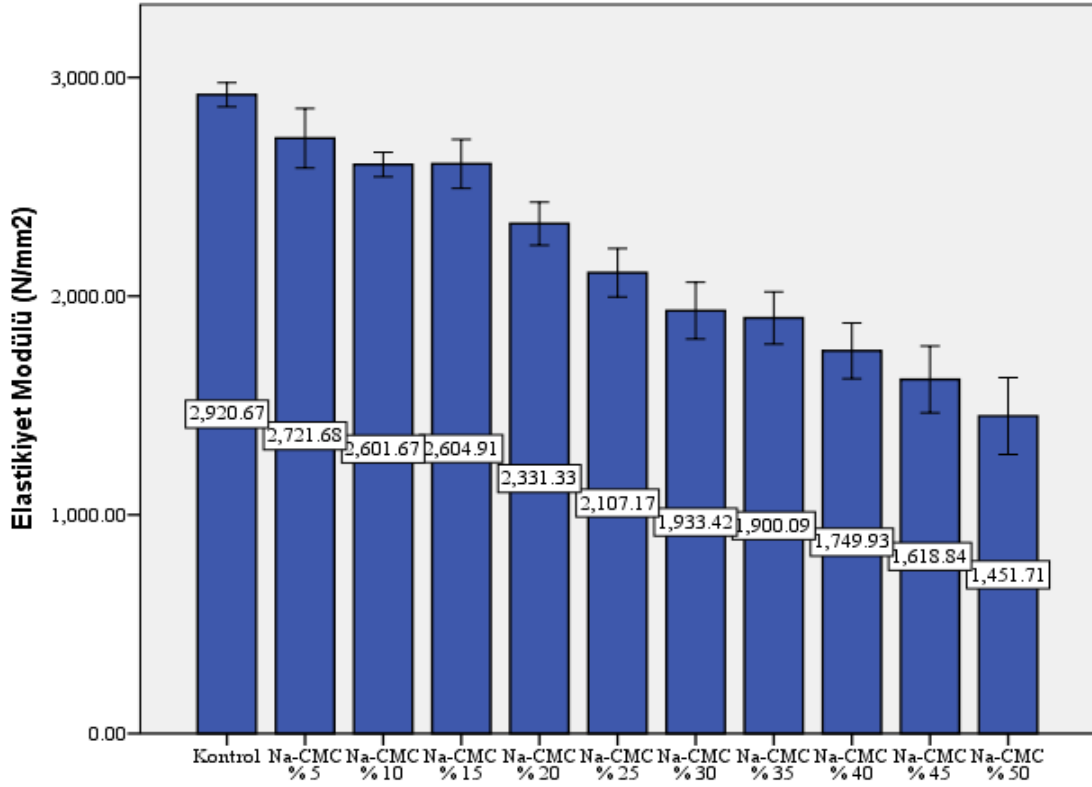
Deney levhalarının eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin Duncan Post-Hoc test sonuçları Tablo 25’ de verilmiştir.

Tablo 25: Levhaların eğilimde elastikiyet modülüne ilişkin Duncan testi.

| Levha Grup Elemanları | n | Homojenlik Grupları |         |         |         |         |         |         |
|-----------------------|---|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                       |   | 1                   | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       |
| K Levhası             | 6 | 1451,71             |         |         |         |         |         |         |
| J Levhası             | 6 |                     | 1618,84 |         |         |         |         |         |
| I Levhası             | 6 |                     | 1749,93 |         |         |         |         |         |
| H Levhası             | 6 |                     |         | 1900,08 |         |         |         |         |
| G Levhası             | 6 |                     |         | 1933,42 |         |         |         |         |
| F Levhası             | 6 |                     |         |         | 2107,17 |         |         |         |
| E Levhası             | 6 |                     |         |         |         | 2331,33 |         |         |
| C Levhası             | 6 |                     |         |         |         |         | 2601,67 |         |
| D Levhası             | 6 |                     |         |         |         |         | 2604,9  |         |
| B Levhası             | 6 |                     |         |         |         |         | 2721,68 |         |
| A Levhası             | 6 |                     |         |         |         |         |         | 2920,67 |
| Önem Düzeyi (p)       |   | 1,000               | ,054    | ,618    | 1,000   | 1,000   | ,093    | 1,000   |

$\alpha = ,05$  ve  $p > ,05$

Levhalar arasında ANOVA testi sonucunda bulunan anlamlı farkın kaynağını tespit edebilmek ve hangi levhalar arasında elastikiyet modülü düzeylerindeki değişmelerde anlamlı fark olduğunu belirlemek üzere yapılan Duncan Post-Hoc testi sonuçlarına göre oluşturulan homojen gruplar tabloda yer almaktadır. Tablo 25’ e göre A dışındaki diğer tüm levha grupları %95 güvenle anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir. Dolayısıyla ortalamalar incelendiğinde diğer tüm levhaların ortalamalarının kontrol grubu olan A levhasından anlamlı düzeyde düşük çıkmıştır.



Şekil 60: Yonga levhalara ait eğilmede elastikiyet modülü değerleri.

Kontrol grubu levhalarında  $2920 \text{ N/mm}^2$  olan test sonucu Na-CMC kullanım oranının artması ile giderek düşmüştür. Eğilmede elastikiyet modülündeki bu düşme yaklaşık %50'dir. Yonga levha üretiminde Na-CMC kullanımı test ve değerlendirmeler eğilmede elastikiyet modülünü olumsuz etkilediği görülmektedir.



## BÖLÜM IV

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

#### 4.1 Sonuçlar

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de düşük maliyetle yüksek kalitede üretim prensipleri benimsenmiştir. Ülkemizde yongalevha üretimi tamamen özel kuruluşlar tarafından yürütülmektedir. Özel kuruluşlar yüksek karlılık elde edebilmek ve serbest piyasa koşullarında rekabet güçlerini artırabilmek için maliyetler ve yüksek kalite üzerinde yoğunlaşmışlardır. Yüksek kalite prensiplerini ise yüksek maliyetlerle yüksek kalitede ürün üretmekle değil en düşük maliyette müşterinin ihtiyacını en iyi şekilde karşılayan ürünler üretmek yoluyla sağlamaktadırlar. En düşük maliyetle yüksek kaliteyi ise müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda farklı ürünler üretmek yolu ile gerçekleştirmektedirler.

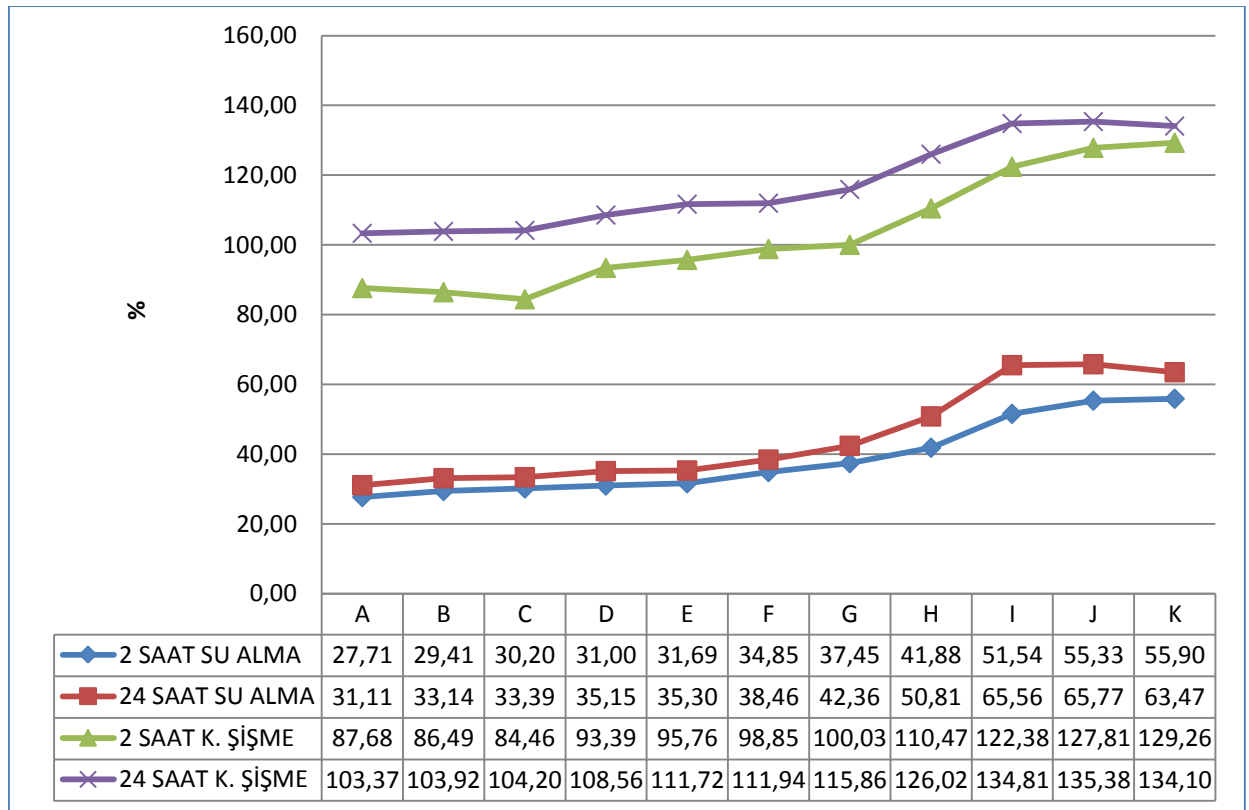
Her geçen gün özel sektörün Ar-Ge birimleri farklı ürün bulma, ürün çeşitliliğini artırma ve piyasada lider olma konusunda çalışmalar yapmaktadır. Son yıllarda yongalevha üretiminde kullanılan kimyasal maddelerde iyileştirme ve değişiklikler yapılarak suya karşı daha dayanıklı, üst yüzeyleri daha parlak,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

Bu gelişmeler ışığında bu çalışmada yongalevha üretiminde selülozun bir türevi olan Na-CMC' nin yongalevha üretiminde yapıştırıcı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarla yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda Na-CMC' nin UF tutkalına farklı oranlarda katılarak deneme levhaları üretilmiştir. Kuru yonga ağırlığına oranla orta tabakada %8 ve üst tabakada %10 tutkal kullanılmıştır. Na-CMC ise % 7' lik çözelti ile hazırlanıp UF içerisine, UF/Na-CMC 100/0, 95/5, 90/10, 85/15, 80/20, 75/25, 70/30, 65/35, 60/40, 55/45, 50/50 oranlarında modifiye edilerek deney levhaları üretilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular SPSS 22.0 istatistik programıyla değerlendirilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir.

Levha üretiminde kullanılan yonga ve diğer kimyasallara bağlı olarak levha yoğunluğu hesaplanmaktadır. Levha üretiminde kullanılacak kimyasal madde miktarı yoğunluğu değiştirmemesi için diğer kullanılan hammaddelerden düşülmektedir. Dolayısıyla bu

çalışmada farklı oranlarda Na-CMC ilave edilerek ve levha üretiminde yoğunluk değişmeyecek şekilde diğer kullanılan hammaddelerden düştüğü için Na-CMC ilavesinin yoğunluk üzerine etkisi bulunmamaktadır.

Deney levhalarına ait 2, 24 saat sonunda su alma ve kalınlığına şişme miktarları Şekil 61’ de verilmiştir. Levha üretiminde Na-CMC kullanımı su alma ve kalınlığına şişme oranlarını arttırdığı belirlenmiştir. Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda gruplar arasında da farklılıkların olduğu görülmüştür.

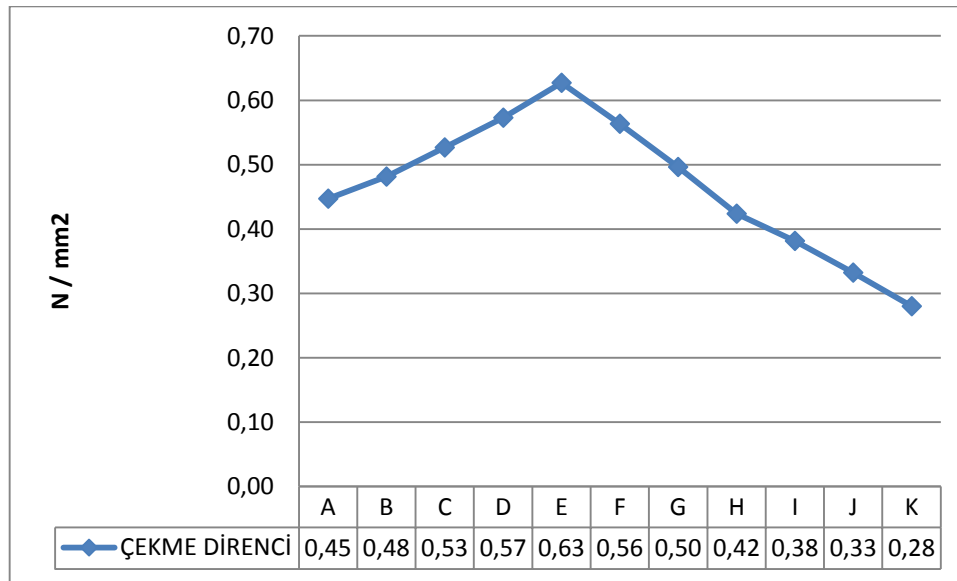


Şekil 61: Deney levhalarının 2, 24 saat su alma ve kalınlığa şişme değerleri.

Su alma ve kalınlığına şişme miktarı en az kontrol levhasında görülmüştür. 2 saat su alma değeri %5 Na-CMC kullanımı ile %6 , %25 Na-CMC ile %25 ve %50 Na-CMC ile % 100 artmıştır. Bu değer 24 saat su alma değeri %5 Na-CMC kullanımı ile %6 , %25 Na-CMC ile %24 ve %50 Na-CMC ile %104 değerleri ile olumsuz olarak artmıştır. 2 saat kalınlığa şişme %5,10 Na-CMC kullanımı ile %2-4 bir iyileşme göstermiş olsada, %25 Na-CMC ile %12 ve %50 Na-CMC ile % 47 oranlarında olumsuz etkilemiştir. Bu değer 24 saat kalınlığa şişmede Na-CMC kullanımının artması ile %1-30 arasında değişen oranlarda etkilemiştir.

Tüm levha gruplarında 2, 24 saatlik su alma ve kalınlığına şişme miktarları Na-CMC oranı arttıkça arttığı tespit edilmiştir. Na-CMC kullanım oranının artmasıyla levhaların su alma ve kalınlığa şişme değerlerinin Na-CMC' nin suyu seven selülozik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla yonga levha üretiminde Na-CMC' nin kullanılması su alma ve kalınlığına şişme miktarını olumsuz etkilediği ortaya koyulmuştur.

Deneme levhalarının arasında yüzeye dik çekme direnç özellikleri Şekil 62' de verilmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnç değeri UF/Na-CMC oranın 80/20 olduğu grup levhalarında (E) 0,63 N/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda (A) 0,45 N/mm<sup>2</sup> olan yüzeye dik çekme değerinden yaklaşık %40 bir artma tespit edilmiştir. UF/Na-CMC modifiye oranının 70/30 oranından sonra kontrol örneğine göre azaldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla UF tutkalının Na-CMC ile modifikasyonunun %30' dan daha fazla kullanılmasının uygun olmadığı görülmüştür. En uygun Na-CMC kullanım oranının %20 olduğu tespit edilmiştir.

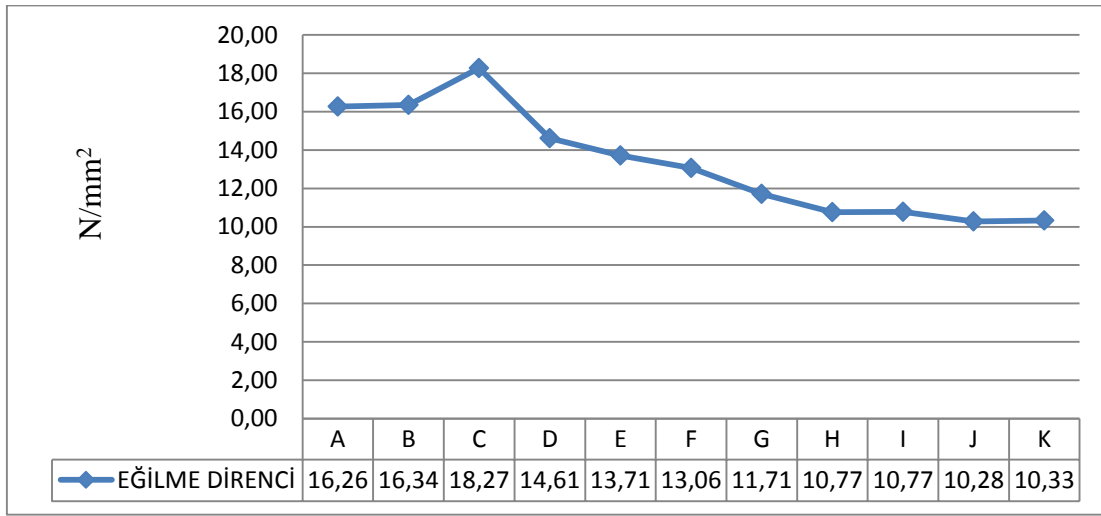


Şekil 62: Deney levhalarının çekme direnci değerleri.

Levhaların yüzeye dik çekme direnç değerleri için yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre levhalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ve bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Duncan Post-Hoc testi sonuçlarına göre A ve B levhası dışında kalan diğer tüm levhalar %95 güvenle anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol grubu olan A levhasından C, D, E, F, G levhalarının ortalamaları anlamlı düzeyde yüksek tespit edilirken H, I, J, K levhalarının ortalamaları kontrol grubu A

levhasından anlamlı düzeyde düşük olduğu istatistiksel olarak da tespit edilmiştir.

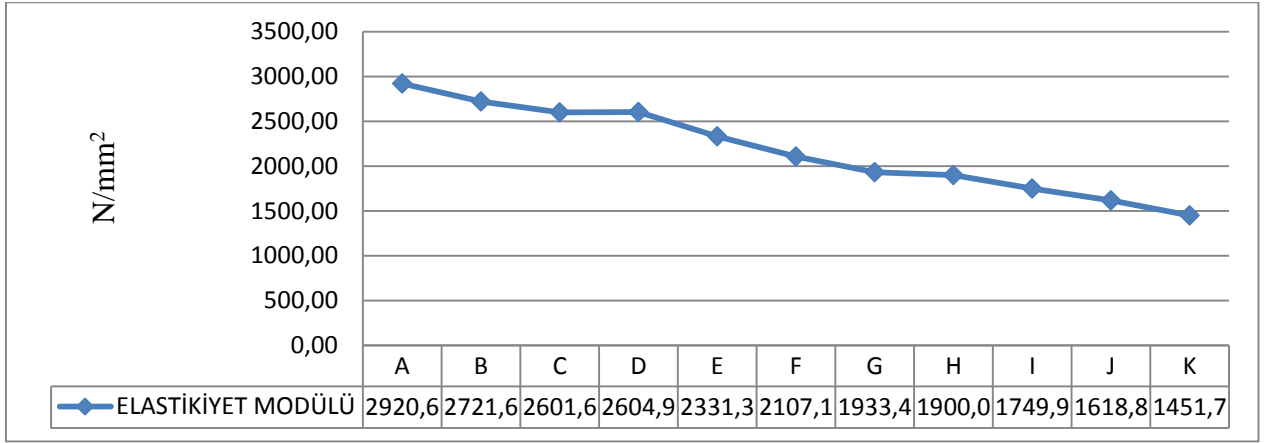
Şekil 63’ de görüldüğü gibi çalışmada üretilen A, B, C, D, E, F grubu levhalarının eğilme direnci TS EN 310 standardına uygun bulunmuştur. Buna karşın G, H, I, J, K grubu levhalarda ise istenilen standart değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek eğilme direnci C grubunda 18,27 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değer kontrol levhasında (A) 16,26 N/mm<sup>2</sup> hesaplanmıştır. UF’ nin Na-CMC ile modifikasyonunda maksimum %25 oranında Na-CMC kullanılabileceği tespit edilmiştir. En yüksek eğilme direnci değeri %10 Na-CMC ile modifikasyonunda elde edilmiştir.



Şekil 63: Deney levhalarının eğilme direnci değerleri.

13-20 mm kalınlığında yonga levhalarda eğilme direnci 13 N/mm<sup>2</sup>’ dir. Elde edilen eğilme direnci A, B, C, D, E, F gruplarında istenilen değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu levhalarında eğilme direnci değeri ortalama 16,26 N/mm<sup>2</sup>, bu değer % 50 Na-CMC kullanılması ile 10,33 N/mm<sup>2</sup>’ ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Yapılan testler sonucu %50 Na-CMC kullanılması eğilme direncini %60 azaltmıştır.

Şekil 64’ de verilen grafikte TS EN 310 standardı ile yapılan eğilmede elastikiyet modülü test sonuçlarına göre kontrol grubu levhalarında 2920 N/mm<sup>2</sup> olan test sonucu Na-CMC kullanım oranının artması ile giderek düşmüştür. Eğilmede elastikiyet modülündeki bu düşme yaklaşık %50’ dir. Yonga levha üretiminde Na-CMC kullanımı test ve değerlendirmeler eğilmede elastikiyet modülünü olumsuz etkilediği görülmektedir.



Şekil 64: Deney levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri

Bu çalışmada, yonga levha üretiminde kullanılan sentetik tutkallardan üre formaldehit tutkalını, sodyumkarboksimetil selüloz (Na-CMC) ile çeşitli oranlarda modifiye ederek kullanılabilirliğini araştırılmıştır. Yonga levhaların özelliklerine, Na-CMC modifikasyonunun etkisi belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada yonga levha üretiminde kullanılan UF tutkalının Na-CMC ile modifikasyonun uygunluğu doğrultusunda farklı oranlarda Na-CMC ilave edilerek ve levha üretiminde yoğunluk değişmeyecek şekilde diğer kullanılan hammaddelerden düdüdüğü için Na-CMC ilavesinin yoğunluk üzerine etkisi bulunmamaktadır.

Tüm levha gruplarında 2, 24 saatlik su alma ve kalınlığına şişme miktarları Na-CMC oranı arttıkça arttığı tespit edilmiştir. Yonga levha üretiminde Na-CMC' nin kullanılması su alma ve kalınlığına şişme miktarını olumsuz etkilediği ortaya koyulmuştur.

En yüksek yüzeye dik çekme direnç değeri UF/Na-CMC oranının 80/20 olduğu grup levhalarında (E) 0,63 N/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda (A) 0,45 N/mm<sup>2</sup> olan yüzeye dik çekme değerinden yaklaşık %40 bir artma tespit edilmiştir. En uygun Na-CMC kullanım oranının %20 olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek eğilme direnci C grubunda 18,27 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değer kontrol levhasında (A) 16,26 N/mm<sup>2</sup> hesaplanmıştır. UF' nin Na-CMC ile modifikasyonunda maksimum %25 oranında Na-CMC kullanılabileceği tespit edilmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü test sonuçlarına göre kontrol grubu levhalarında 2920 N/mm<sup>2</sup> olan test sonucu Na-CMC kullanım oranının artması ile giderek düşmüştür. Eğilmede elastikiyet modülündeki

bu düşme yaklaşık %50' dir. Yonga levha üretiminde Na-CMC kullanımı test ve değerlendirmeler eğilmede elastikiyet modülünü olumsuz etkilediği görülmektedir.

## 4.2 Öneriler

Selüloz eterlerinden olan sodyum karboksimetilselülozun (Na-CMC) yonga levha üretiminde bağlayıcı olarak kullanılması durumunda aşağıdaki maddelere dikkat edilmesi önerilir.

1. UF ile Na-CMC modifikasyonunda kullanım oranı levhaların su alma ve kalınlığa şişme özelliklerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Dolayısıyla fiziksel özelliklerin önemli olduğu durumlarda Na-CMC kullanım oranının düşük tutulması veya üretiminde kullanılmaması önerilir. Eğer üretim aşamasında kullanılmak istenirse su itici kimyasal kullanımı artırılabilir. Ayrıca Na-CMC kullanımının yongalevha üretiminde dolgu görevinde yaptığı gözlenmiştir.
2. Na-CMC %20-30 oranlarında UF tutkalı ile karıştırılarak kullanıldığında levhaların mekanik özelliklerinden yüzeye dik çekme direncini arttırdığı belirlenmiştir. %30' dan daha fazla kullanım oranı arttıkça mekanik özelliklerin azalmaya başladığı görülmüştür. Mekanik özelliklerin önemli olduğu kullanım alanlarında UF tutkalı Na-CMC ile %0-30 oranında modifiye edilerek kullanılabilir.
3. Na-CMC ile modifiye edilen UF tutkalı kullanımı levhaların mekanik özelliklerinden eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü özelliklerini modifikasyon oranının artmasıyla azalttığı ortaya çıkmıştır. Bu sebeple, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün önemli olduğu levha üretimlerinde UF/Na-CMC modifikasyon oranına dikkat edilmelidir.
4. Na-CMC ile modifiye edilen UF tutkalı levha sanayinde diğer ahşap esaslı kompozit malzemelerde ( MDF, OSB vb.) kullanılabilceği ve bu konuda araştırmaların yapılması önerilir.

5. Yonga levhaların üretiminde bağlayıcı olarak kullanım oranının ölçüsünde azaltılabileceği görülmüştür. Ayrıca Na-CMC kullanım miktarına bağlı olarak levhaların formaldehit emisyonları üzerine etkisi incelenebilir.
6. Yonga levha üretiminde genellikle kullanılan UF tutkalı Na-CMC' ye göre pahalı olduğundan üretim sırasında Na-CMC kullanım miktarları ölçüsünde maliyetler düşürülebilir.

## KAYNAKLAR

- Akbulut, T. (1995). Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yonga Levhaların Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 78 s.
- Akbulut, T. (2000). Dünya’da ve Türkiye’de MDF endüstrisinin genel durumu, *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, 3: 44-47.
- Akgül, M. (2001). Kavak Odunundan Organosolv Yöntemle Çözünebilir Selüloz Elde Edebilme Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, 102 s.
- Akyıldız, M.H. (2003). Türkiye’ de Yongalevha ve Liflevha Endüstrisinin Yapısı ve Sorunları. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 102 s.
- Alıcı, Y. (2004). Atık ve Çimento Kullanarak Üretilen Levhaların Mekaniksel Özellikleri. Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 35 s.
- Alvur, F. (2001). Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Üretimi Özellikleri ve Kullanım Yerleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 130 s.
- Anonim, (1998). *OSB Performance by Design, OSB In Wood Frame Construction SBA*, U.S. Editional, Canada.
- Arslan, B. (2008). Orman ve Tarımsal Atıklardan Üretilen Kompozit Levhalarda Yüzey Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 78 s.
- Ashori A. ve Nourbakhsh A. (2008). Effect of pres cycle and resin content on physical and mechanical properties of particleboard panels made from the underutilized low-quality materials. *Industrial Crops And Products*, 28: 225-230.
- Aydın, A. (2005). Sahil Çamı İbrelerinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi İmkanları. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 126 s.
- Ayrılmış, N. (2000). MDF’ nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 96 s.
- 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, İstanbul, 123 s.



- Bektaş, İ., Güler, C. ve Kalaycıoğlu, H. (2002). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) saplarından üre- formaldehit tutkalı ile yongalevha üretimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2: 49-55.
- Bilgin, G. (2001). Odun kompozitleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, A(2) : 135-160.
- Blanchet, P., Clastier, A. ve Riedl, B. (2000). Particleboard made from hammermilled black spruce bark residues. *Wood Science and Technology*, 34: 11-19.
- Bostancı, Ş. (1987). *Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları No: 114/13, Trabzon.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1986). *Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- 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.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (1997), *Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Chen, C.M. (1970). Effect of extractive removal on adhesion and wettability of some tropical woods. *Forest Products Journal*, 20 (1): 36-41.
- Chen, T.T., Soong, H.D. ve Tsai, C.T. (2006). Effects of radiata pine bark on properties of particleboard. *Forest Products Industries*, 25 (2): 133-142.
- Chow, S. ve Pickles, K. J. (1972). Thermal softening and degradation of wood and bark. *wood fiber*, 3 (3): 166-178.
- Chow, P., Janoviak, J.J. ve Price, E.W. (1996). The internal bond and shear strength of hardwood veneered particleboard composites. *Wood and Fiber Science*, 18 (1): 99-106.
- Çolakoğlu, G. (2004). *Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- 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 Levha Sanayicileri Derneği.
- Demirel, S. (2006). Özgül Ağırlık Profili İle Yongalevhanın Bazı Teknolojik Özellikleri

Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon 112 s.

Deniz, İ. (2012). *Odun Kimyası Ders Kitabı*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.

Deppe, E. ve Ernst, K. (1964). Technologie der Spanplatten. *Holz-Zentralblatt Verlag-GmbH*, Stuttgart.

Dinwoodie, J.M. (1983). Chemistry and technology, In: Wood adhesives: *Properties and performance of wood adhesive*. (Pizzi, A.-eds.) Marcel Dekker, pp. 4- 10 New York.

Deppe, E. ve Ernst, K. (1973). Fortschritte in der Spanplatten Technik. Stuttgart. DRW. Verlags-GmbH.

EN 309 (1992). Wood Particleboards-Definition and Classification. *European Committee Standardisation*, Brussell. 6: 32-1273.

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. ve Usta, M. (2000). *Lif Levha Üretim Teknolojisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 200, Fakülte Yayın No: 30, Trabzon.

Eroğlu, H. (1988). *Lif Levha Endüstrisi Ders Notu*, Trabzon.

Esmeralda, Y.A., Okino, M.R.S., Marcos, A.E.S., Marcus, V.S.A., Maria, E.S. ve Divino, E.T. (2004). Evaluation of the physical and biological properties of particleboard and flakeboard made from *Cupressus spp.* *International Biodeterioration and Biodegradation*, 53 (1): 1-5.

Göker, Y. (2000). Değişik yöntemlerle üretilmiş yongalevhaların kullanım yerleri, *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, Sayı:7, İstanbul.

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

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. (1978). *Türkiye’ de kontrplak, kontrtabla yongalevhaları sanayi, gelişme olanakları, bu malzemelerin teknolojik özellikleri hakkında araştırmalar*, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 2489, Orman Fakültesi Yayın No: 267, İstanbul.

Göker, Y. ve Akbulut, T. (1992). Yongalevha ve kontrplağın özelliklerini etkileyen

- faktörler. “Orenko 92” I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Bildiri Metinleri 1. Cilt, Trabzon 269-287.
- Gillespie, R.H., Countryman, D. ve Blomquist, R. (1978). *Adhesives in Building Construction*. USDA Agriculture Handbook No. 516. 60p. Washington.
- Günsel, U. (2004). Türkiye Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Bazı Yonga Levhaların Temel Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Muğla, 112 s.
- Gündüz, G. ve Masraf, Y. (2005). Üç tabakalı yatık yongalı yongalevha üretiminde üretim şartlarının değiştirilmesinin levhaların mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7 (8): 58-69.
- Grexa, O., ve Lübke, H. (2001). Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter. *Polymer Degradation and Stability*, 74(3): 183-191.
- Fowler, P.A., Hughes, J.M. ve Elias, R.M., (2006). Review Biocomposites: technology, environmental credentials and market forces. *Journal Science Food Agriculture*, 86: 1781–1789.
- Fengel, D. ve Wegener, G. (1984). *Wood; Chemistry, Ultrastructure, Reaction*. Walter de Gruyter. Berlin.
- Frihart, C.R. (2005). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites USDA*, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, s.215-259.
- 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.
- Haygreen, J.G. ve Bowyer, J.L. (1985). Forest Products and Wood Science on Introduction. *The Lawa Satate University Pres/Ames*.
- Huş, S. (1979). Teknolojik faktörlerin yongalevhanın özellikleri üzerine etkisi. İstanbul üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29-34, 2.
- Huş, S. (1997). *Ağaç Malzeme Tutkalları*, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kurtulmuş Matbaası, İstanbul.
- Hinck, J.F., Casabier, R.L. ve Hamilton, J.K. (1985). Dissolving Pulp Manufacture, in: Pulp and Paper Manufacture Vol. 4, *Sulfite Science & Tech., Joint Textbook Committee of Paper Industry*, Atlanta.
- 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. (2000). Neden OSB, *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, Sayı:12.
- Kalaycıoğlu, H. (1991). Sahil amı (*Pinus pinaster* Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkânları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Trabzon 132 s.
- Kırcı, H., Ateş, S. ve Akgöl, M. (2001). Selölöz türevleri ve kullanım yerleri. *Fen ve Mühendislik Dergisi* 2001, 4 (2): 45-55.
- 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 and technology. Wood based materials. *Springer-Verlag*, New York Heidelberg Berlin. 2: 139-149.
- Lynam, F.C. (1969). *Particleboard Manufacture and Applications*. Presmedia Books LTD., U.K.
- Maloney, T.M. (1977). *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications, San Francisco-California.
- Maloney, T.M. (1973). Bark boards from four west coast softwood species. *Forest Products Journal*, 23 (8): 30-38.
- Merev N. (2003). *Odun Anatomisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Yayın No:209, 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., Kırcı, H., Serdar, B. ve Ay, N. (2003). Suitability of kiwi (*Actinidia sinensis* planch.) prunings for particleboard manufacturing. *Industrial Crops and Products* 17: 39-46.
- Nemli, G., Kırcı, H. ve Temiz, A. (2004). Influence of impregnating wood partieles with mimosa bark extraction some properties of particleboard. *Industrial Crops and Products*, 20 (3): 339-344.
- Nemli, G., olakoğlu, G., olak, S. ve Aydın, İ. (2002). Yalancı akasya odunundan üretilen yonga levhalarda tomruk depolama süresi ve kabuk oranının formaldehid oranına etkisi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 52 (2): 73-83.
- Nemli, G. ve Demirel, S. (2007). Relationship between the density profile and the technological properties of the particleboard composite. *Journal of Composite Materials*, 41 (15): 1793-1802.

- Nemli, G., Demirel, S., Gümüşkaya, E., Aslan, M. ve Acar, C. (2009). Feasibility of incorporating waste grass clippings (*Lolium perene* L.) in particleboard composites. *Waste Management*, 29: 1129-1131.
- Nemli, G. (2000). Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 148 s.
- Nemli G., Yıldız S. ve Gezer E.D. (2008). The potential for using the needle litter of scotch pine (*Pinus Sylvestris* L.) as a raw material for particleboard manufacturing. *Bioresource Technology*, 99 (14): 6054-6058.
- Ott, E. (1954). *Cellulose and Cellulose Derivatives*, Part 2, p: 1075. NY.
- Özen, R. (1980). *Yongalevha Endüstrisi Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 30, Trabzon.
- Öktem, E. (1979). *Ormangülü (Rhododendron ponticum L.) Odunundan Yonga Levha Yapılması Üzerine Araştırmalar*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:113.
- Örs, Y. ve Keskin, H. (2001), *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Pizzi, A. (1983). *Wood Adhesives; Chemistry and Technology*, Vol.1., Marcel Dekker, New York.
- Place, T.A. ve Maloney, T.M. (1975). Thermal properties of dry wood bark multilayer boards. *Forest Products Journal*, 25(1): 33-39.
- Pasillias, C.N. ve Voulgaridis, E.V. (1999). Water repellent efficiency of organic solvent extractives from aleppo pine leaves and bark applied to wood. *Holzforschung*, 53: 151-155.
- 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.
- 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.
- Roffael, E. ve Dix, B. (1994). Influence of the wood properties of some poplar clones on 1898 utilization. *Forstarchiv*, 65(2): 43-53.
- Ressel, J. (2008). *Mat formation*. Presentation during the 3rd International Wood Academy, University of Hamburg.
- Suchsland, O. ve Woodson, E.G. (1986). *Fiberboard Manufacturing Practices in the United States*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service No:640, Lousiana,

USA.

Sjöström, E. (1993). *Wood Chemistry, Fundamentals and Applications*, Second edition, Academic Press, Inc., San Diego.

Schmidt, R.G. (1998). Aspect Of Wood Adhesion: Application Of <sup>13</sup>C CP/MAS NMR and Fracture Testing. Doctorate thesis Virginia Polytechnic Institute and State University January 30, 1998 Blacksburg, Virginia s.10.

Sivrikaya, H. (2008). Odunda doğal dayanımı etkileyen faktörler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10-13, 66-70.

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 İşleminde 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 Kütleinin 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.

Vick, C. (1999). *Wood Handbook—Wood as an Engineering Material*. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. p. 463.

Var, A.A., Yıldız, Ü.C. ve Kalaycıoğlu, H. (2002). Çeşitli emprenye maddelerinin yongalevhanın mekanik özelliklerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 3 (4): 19-38.

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

Unchi, S. (1996) Acetylation of *Acacia Magnun* Wood Fibers And Its Application In The MDF Manufacturing, PhD Thesis, University Pertanian, Faculty of Forestry, Pertanian, Malaysia.

URL-1 (2011).<http://www.mobilyadergisi.com.tr/images/genelresimler/kompozitEYG4UNC.jpg>

URL-2 (2012). <http://www.sfc.com.tr/yonga-levha.asp>

URL-3 (2013). <http://www.tepehome.com.tr/yatak-odaları/genc-ve-bebek-odaları/calisma-ve-bilgisayar-masalari>

URL-4 (2012). <http://www.ejderinsaat.com.tr/osb-kaplama.html>

URL-5 (2014). <http://www.idfdesign.com/tops-for-bar-tables/werzalit-standard-round-top.htm>

URL-6 (2013). <http://web.ogm.gov.tr/BilgiServisleri/agacturleri/agac.htm>

URL-7 (2012). <http://okulsel.net/docs/index-7749.html?page=5>

URL-8 (2014). <http://kandlekaz.com.au/>

URL-9 (2012). <http://cayaskimya.com/>

URL-10 (2014).<http://www.siempelkamp.com/>

URL-11 (2011). <http://www.biele.com/>

URL-12 (2005). <http://www.denkim.com.tr>

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,

- Wellons, J.D. ve Kralimer, R.L. (1973). Selfbonding in bark composites. *Wood Science*, 6(2): 112-122.
- Thoemen, H., Irle, M. ve Sernek, M. (2010). *Wood-Based Panels - An Introduction for Specialists*, Published by Brunel University Press, London, UB8 3PH. England.
- 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.
- Yusuf, S. (1996). Properties Enhancement Of Wood By Cross Linking Formation And Its Application To The Reconstituted Wood Products, PhD Thesis, Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Yemele M.C.N., Blanchet P. ve Cloutier, A. (2008). Effect of bark content and particle geometry on the physical and mechanical properties of particleboard made from black spruce and trembling aspen bark. *Forest Products Journal*, 58 (11): 48-56.
- Yemele M.C.N., Koubaa A. ve Diouf, P.N. (2008). Effect of hot-water treatment of black spruce and trembling aspen bark raw material on the physical and mechanical properties of bark particleboard. *Wood and Fiber Science*, 40(3): 339-350.



## ÖZ GEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Aziz BİÇER  
Doğum Yeri ve Tarihi : FATİH/1988

### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Bilim Dalı  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

### İş Deneyimi

Stajlar : 2009 Kastamonu Entegre A.Ş. Yonga Levha Tesisi (Kastamonu).  
2010 Hayat Kağıt Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (Çorum)  
Çalıştığı Kurumlar : Kastamonu Entegre A.Ş. (2013- ....)

### İletişim

E-Posta Adresi : aziz\_bicer@hotmail.com