

38376

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MELAMİN EMDİRİLMİŞ KAĞITLARLA KAPLAMANIN
YONGALEVHA TEKNİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Y.Ü. FURKAN KÖĞRETTİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Orm. End. Müh. Gökay NEMLİ

38376

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Orman Endüstri Yüksek Mühendisi"

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19.07.1995

Tezin Savunma Tarihi : 24.08.1995

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir MALKOÇOĞLU

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Temmuz 1995

TRABZON

ÖNSÖZ

Özellikle son yıllarda kullanım sahası gelişen laminat ile kaplanmış yongalevhalar, mobilya ve dekorasyon sektörümüzün vazgeçilmez elemanlarından biri olmuştur. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yongalevha üreticileri artık, levhalarını mümkün olduğunca yarı işlenmiş bir halde pazara sunmaya çalışmaktadırlar. Bu yüzden, çok geniş desen imkanları sunan laminat malzemeler ön plana çıkmış ve piyasada hızlı bir şekilde yayılmaya başlamıştır.

Bu çalışmada; deneme levhalarının üretimi Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketine ait Yongalevha ve Melaminli Yongalevha Fabrikalarında, deneme levhalarının test edilmesi ise K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Yüksek Lisans Tez danışmanlığımı üstlenerek gerek konu seçimi ve gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında ilgisini esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU'na ve yapıcı eleştirilerinden faydalandığım çok değerli hocalarım Prf. Dr. Yalçın ÖRS ile Yrd. Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU'na teşekkür etmeyi zevkli bir görev bilirim.

Ayrıca, deneme levhalarının üretiminde yardımlarını esirgemeyen Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketi yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Temmuz 1995

Gökay NEMLİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİL LİSTESİ.....	IX
TABLO LİSTESİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması.....	2
1.3. Yongalevhanın Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	4
1.4. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	5
1.4.1. Odun.....	6
1.4.2. Yıllık Bitkiler.....	6
1.4.3. Organik Yapıştırıcılar.....	7
1.4.3.1. Üre Formaldehid.....	7
1.4.3.2. Fenol Formaldehid.....	8
1.4.3.3. Melamin Formaldehid.....	8
1.4.3.4. İzosiyanat Reçinesi.....	9
1.4.3.5. Resorsin Formaldehid.....	9
1.4.3.6. Termoplastik Reçineler.....	9
1.4.4. Doğal Yapıştırıcılar.....	9
1.4.5. Anorganik Yapıştırıcı Maddeler.....	10
1.4.6. Katkı Maddeleri.....	10
1.4.6.1. Sertleştirici Maddeler.....	10
1.4.6.2. Hidrofobik Maddeler.....	11
1.4.6.3. Koruyucu Maddeler.....	11
1.5. Yongalevha Üretim Tekniği.....	12
1.5.1. Odunun Depolanması.....	12
1.5.2. Kabuk Soyma.....	12
1.5.3. Yongaların Hazırlanması.....	12
1.5.3.1. Kaba Yongalama.....	12
1.5.3.2. Normal Yongalama.....	13

1.5.4. Yongaların Kurutulması.....	13
1.5.5. Yongaların Tasnifi.....	13
1.5.6. Yongaların Depolanması.....	14
1.5.7. Yongaların Taşınması.....	14
1.5.8. Yongaların Tutkallanması.....	14
1.5.8.1. Tutkal Çözeltisinin Hazırlanması.....	14
1.5.8.2. Homojenleştirme Depoları.....	15
1.5.9 Yonga Serme İşlemi.....	15
1.5.10. Presleme.....	15
1.5.10.1. Soğuk Presleme.....	16
1.5.10.2. Sıcak Presleme.....	16
1.5.11. Pres Sonrası İşlemler.....	16
1.6. Yongalevhanın Özelliklerini Etkileyen Faktörler.....	17
1.6.1. Ağaç Türü.....	17
1.6.2. Ekstraktif Maddeler.....	17
1.6.3. Permeabilite.....	17
1.6.4. Kabuk.....	18
1.6.5. Odunun Rutubet Miktarı.....	18
1.6.6. Yonga Tipi ve Geometrisi.....	18
1.6.7. Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı.....	18
1.6.8. Katkı Maddeleri.....	19
1.6.9. Yongalevhanın Özgül Ağırlığı.....	19
1.6.10. Özgül Ağırlık Profili.....	19
1.6.11. Presleme Şartları.....	19
1.7. Yongalevhada Formaldehid Ayrışması	20
1.7.1. Formaldehidin Genel Özellikleri.....	20
1.7.2. Formaldehidin İnsan ve Hayvanlar Üzerine Etkileri	20
1.7.2.1. Koku-Tahriş ve Dayanabilme Sınırları.....	20
1.7.2.2. İnsan Vücudunda ve Hayvanlarda Formaldehidin Parçalanması.....	21
1.7.3. Formaldehid Konsantrasyonu Değişmeleri.....	21
1.7.4. Formaldehid Emisyonuna Göre Yongalevhaların Sınıflandırılması.....	22
1.7.5. Yongalevhaların Kullanım Yönergeleri.....	23
1.7.6. Formaldehid Miktarının Azaltılması.....	23
1.7.6.1. Üretim Sırasında Formaldehid Emisyonunun Azaltılması.....	24
1.7.6.2. Kullanım Sırasında Ortaya Çıkan Formaldehid Miktarının Azaltılması.....	24
1.7.6.2.1. Havalandırma.....	24
1.7.6.2.2. Amonyak ile Gazlandırma.....	24

1.7.6.2.3. Formaldehid Bağlayıcı Yüzey İşlemleri.....	25
1.8. Lamineli Yongalevha Üretimi.....	25
1.8.1. Laminat Malzemenin Tarihi Gelişimi.....	25
1.8.2. Yongalevha Endüstrisinde Kullanılan Lamine Türleri.....	25
1.8.2.1. Yüksek Basınç Laminatları.....	26
1.8.2.2. Rulo (Bobin) Laminatları.....	27
1.8.2.3. Reçine Emdirilmiş Kağıtlar.....	27
1.8.2.4. Polivinil Klorür Esaslı Kağıtlar.....	28
1.8.2.5. İnce Kağıtlar.....	28
1.8.2.6. Folyolar.....	28
1.8.2.7. Sıcak Transfer Filmleri.....	28
1.8.2.8. Ahşap Kaplamalar.....	28
1.8.3. Lamine Levhaların Üretimi.....	29
1.8.4. Yongalevha Endüstrisinde Kullanılan Kenar Kaplama Malzemeleri.....	29
1.8.4.1. Ahşap Kaplama.....	29
1.8.4.2. Masif Çıta.....	30
1.8.4.3. Polivinil Klorür (PVC) Kenar Bantları.....	30
1.8.4.4. Lamine Levhalar.....	30
1.8.5. Lamine Levhaların Kullanım Alanları.....	30
2. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	32
2.1. Deneme Materyali.....	32
2.1.1. Ağaç Malzeme ve Tutkal.....	32
2.1.2. Hidrofobik Madde.....	33
2.2. Deneme Levhalarının Üretimi.....	33
2.2.1. Kaba Yongalama.....	33
2.2.2. İnce Yongalama.....	33
2.2.3. Kurutma.....	33
2.2.4. Eleme.....	34
2.2.5. Dozaj ve Tutkallama.....	34
2.2.6. Serme.....	34
2.2.7. Presleme.....	34
2.2.8. Pres Sonrası İşlemler.....	35
2.2.9. Yongalevha Yüzeylerinin Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplanması.....	35
2.3. Araştırma Yöntemi.....	35
2.3.1. Fiziksel Özellikler.....	36
2.3.1.1. Özgül Ağırlık.....	36
2.3.1.2. Rutubet Miktarı.....	36
2.3.1.3. Su Alma.....	36

2.3.1.4. Kalınlık Artımı (Şişme).....	37
2.3.2. Mekanik Özellikler.....	38
2.3.2.1. Eğilme Direnci.....	38
2.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	39
2.3.2.3. Yüze Dik Çekme Direnci.....	40
2.3.2.4. Vida Tutma Gücü.....	41
2.3.3. Lamine Kalitesine Yönelik Deneyler.....	42
2.3.3.1. Sigara Ateşine Dayanıklılık	42
2.3.3.2. Lekelenmeye Karşı Dayanıklılık	42
2.3.4. Deneme Levhalarından Ayrışan Formaldehid Miktarının Saptanması.....	42
2.3.4.1. WKI Şişe Metodu.....	43
2.3.4.2. Perferatör Metodu.....	44
2.4. İstatistik Yöntemler.....	45
3. BULGULAR.....	46
3.1. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular.....	46
3.1.1. Özgül Ağırlık.....	46
3.1.2. Rutubet Miktarı.....	47
3.1.3. Su Alma ve Kalınlık Artımı.....	49
3.2. Mekanik Özelliklere Ait Bulgular.....	52
3.2.1. Eğilme Direnci.....	52
3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	53
3.2.3. Yüze Dik Çekme Direnci.....	54
3.2.4. Vida Tutma Gücü.....	56
3.3. Yüze Kalitesine Yönelik Deneylere Ait Bulgular.....	58
3.3.1. Sigara Ateşine Karşı Dayanıklılığa Ait Bulgular.....	58
3.3.2. Lekelenmeye Karşı Dayanıklılığa Ait Bulgular.....	58
3.4. Formaldehid Ayrışmasına Ait Bulgular.....	60
3.4.1. WKI Şişe Metodu.....	60
3.4.2. Perferatör Metodu.....	61
4. İRDELEME.....	64
5. SONUÇLAR.....	67
6. ÖNERİLER.....	68
7. KAYNAKLAR.....	70
8. ÖZGEÇMİŞ.....	75

ÖZET

Bu çalışmada; deneme levhaları 18 ve 12 mm kalınlıklarda, 280 x 210 cm boyutlarında, 0.70 gr/cm³ özgül ağırlıkta ve yarısı melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanarak üretilmiştir.

Levhaların üretiminde tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakada % 9.5, orta tabakada % 8.5 üre formaldehid tutkallı, sertleştirici madde olarak katı tutkalla oranla orta tabakada % 2.5 amonyum klorür, hidrofobik madde olarak ise katı tutkalla oranla dış tabakada % 5 oranında parafin kullanılmıştır.

18 mm kalınlığındaki yongalevhaların üretiminde; pres süresi 145 sn, pres sıcaklığı 200 °C ve pres basıncı 34.5 kg/cm², 12 mm kalınlığındaki yongalevhaların üretiminde ise; pres süresi 130 sn, pres sıcaklığı 200 °C ve pres basıncı 34.5 kg/cm² olarak ayarlanmıştır.

Levhalar melaminli kağıtla kaplanırken, pres sıcaklığı 205-207 °C, pres süresi 35 sn ve pres basıncı 21 kg/cm² olarak uygulanmıştır. Üretilen levhalar üç hafta süre ile 18-22 °C sıcaklık ve % 60-70 bağıl nem şartlarındaki klima odasında denge rutubetine ulaşmaya kadar bekletildikten sonra deneyler için standartlarda öngörülen boyutlarda kesilerek tekrar iklim odasına konulmuştur. Deneylerde; rutubet miktarı, 2 ve 24 saatte su alma ve kalınlık artımı, özgül ağırlık, eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, vida tutma gücü ile üretimden sonra 1 gün, 1 hafta, 1 ay ve 3 ay süreyle depolanan yongalevhalarından ayrılan formaldehid miktarları belirlenmiştir.

Sonuç olarak; melamin emdirilmiş kağıtlar ile kaplamanın yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirdiği ve ayrılan formaldehid miktarını belirgin bir şekilde azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, levha kalınlığının eğilme direnci, denge rutubet miktarı ve ayrılan formaldehid miktarı hariç yongalevhaların diğer bütün fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Formaldehid, melamin emdirilmiş kağıtlar, yongalevha.

The Effect of Coating with Melamine Impregnated Papers on the Technical Properties of Particleboard

SUMMARY

Specific properties of the boards used in this study were as follows: 280x210 cm; 18 and 12 mm in thickness; 0.70 gr/cm³ in specific gravity. Half of these boards were coated with melamine impregnated papers. In the production of the boards, urea formaldehyde which was 9.5 and 8.5 % of the oven dry weight of the chips was used as adhesive in the outer and middle layers respectively; as the hardener, ammonium chloride which was 2.5 % of the hard adhesive was used in the middle layer; as the hydrophobic substance paraffin which was 5 % of the hard adhesive was used in the outer layer. In the production of the 18 mm particleboards, press time, press temperature and pressure were 145 sec., 200 °C and 34.5 kg/cm² respectively. In the case of 12 mm particleboards these values were; 130 sec., 200 °C and 34.5 kg/cm² for the press time, press temperature and pressure, respectively.

While coating the boards; press temperature, press time and pressure were maintained at 205-207 °C, 35 sec. and 21 kg/cm², respectively. Boards were conditioned in a conditioning room for three weeks at 18-22 °C and 60-70 % relative humidity until all the boards reached an equilibrium moisture content. After that, boards were recut at the specified dimensions and were replaced in the conditioning room. The following was recorded during the experiments: moisture content, water absorption and thickness swelling at 2 and 24 hours after soaking in the water, specific gravity, bending strength, modulus of elasticity, bonding strength, screw holding and the amount of formaldehyde emission from boards stored, in turn, for one day, one week, one month and three months. As a result, it was concluded that coating with melamine impregnated papers improved the physical and mechanical properties of particleboards and that formaldehyde emission was remarkably reduced. In addition, except for the bending strength, equilibrium moisture content and formaldehyde emission, the board thickness was found to be effective on all other physical and mechanical properties of particleboards.

Key Words: Formaldehyde, melamine impregnated papers, particleboard.

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. Özgül ağırlık ve rutubet miktarı deney örnekleri ve ölçüm noktaları.....	37
Şekil 2. Su alma ve kalınlık artımı deney örnekleri ve ölçüm noktaları.....	37
Şekil 3. Eğilme direnci deney düzeneği.....	39
Şekil 4. Yüzeye dik çekme direnci deney düzeneği.....	40
Şekil 5. Vida tutma gücü deney düzeneği.....	41
Şekil 6. WKI şişe metodu deney düzeneği.....	43
Şekil 7. Perferatör metodu deney düzeneği.....	45
Şekil 8. Levha türü ve kalınlığının özgül ağırlık üzerine etkisi.....	47
Şekil 9. Levha türü ve kalınlığının denge rutubeti miktarına etkisi.....	48
Şekil 10. Levha türü, levha kalınlığı ve suda bekletme süresinin su alma özellikleri üzerine etkisi.....	50
Şekil 11. Levha türü, levha kalınlığı ve suda bekletme süresinin kalınlık artımı özellikleri üzerine etkisi.....	51
Şekil 12. Levha türü ve kalınlığının eğilme direnci üzerine etkisi.....	53
Şekil 13. Levha türü ve kalınlığının elastikiyet modülüne etkisi.....	54
Şekil 14. Levha türü ve kalınlığının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	55
Şekil 15. Levha türü ve kalınlığının vida tutma gücüne etkisi.....	57
Şekil 16. Sigara ateşine tabi tutulan deney örnekleri.....	59

Şekil 17. Lekelenmeye karşı dayanıklılık tayininde kullanılan deney örneği.....	59
Şekil 18. WKI şişe metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisi.....	61
Şekil 19. Perferatör metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarına levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisi.....	63



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1. Deneme levhaları tipleri.....	34
Tablo 2. Gerçekleşen havakurusu özgül ağırlık değerleri.....	46
Tablo 3. Levha türü ve kalınlığının özgül ağırlık üzerine etkisine ait çoğul varyans analizi.....	47
Tablo 4. Deneme levhalarının denge rutubeti miktarları.....	48
Tablo 5. Levha türü ve kalınlığının denge rutubeti miktarı üzerine etkisine ait varyans analizi.....	48
Tablo 6. Deneme levhalarının su alma ve kalınlık artımı değerleri.....	49
Tablo 7. Deneme levhalarında levha türü, suda bekletme süresi ve levha kalınlığının su alma özelliklerine etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	49
Tablo 8. Deneme levhalarında levha türü, suda bekletme süresi ve levha kalınlığının kalınlık artımı özellikleri üzerine etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	51
Tablo 9. Deneme levhalarının fiziksel özelliklerine ait DUNCAN-testi sonuçları.....	52
Tablo 10. Deneme levhalarına ait eğilme direnci değerleri.....	52
Tablo 11. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine levha kalınlığı ve türünün etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	53
Tablo 12. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri.....	53
Tablo 13. Deneme levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine levha kalınlığı ve türünün etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	54
Tablo 14. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri.....	54

Tablo 15. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine levha kalınlığı ve türünün etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	55
Tablo 16. Deneme levhalarının vida tutma gücü değerleri.....	56
Tablo 17. Deneme levhalarının yüzeye dik vida tutma gücü değerlerine levha türü ve kalınlığının etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	56
Tablo 18. Deneme levhalarının kenara dik vida tutma gücü değerleri üzerine levha türü ve kalınlığının etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	57
Tablo 19. Deneme levhalarının mekanik özelliklerine ait DUNCAN-testi sonuçları.....	58
Tablo 20. Deneme levhalarından ayrışan formaldehid miktarları (WKI Şişe metodu).....	60
Tablo 21. WKI şişe metoduna göre deneme levhalarından ayrışan formaldehid miktarı üzerine levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	61
Tablo 22. Deneme levhalarından ayrışan formaldehid miktarları (Perferatör metodu).....	62
Tablo 23. Perferatör metoduna göre deneme levhalarından ayrışan formaldehid miktarı üzerine levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	62
Tablo 24. WKI şişe metoduna göre deneme levhalarından ayrışan formaldehid miktarlarına ait DUNCAN-testi sonuçları.....	63
Tablo 25. Perferatör metoduna göre deneme levhalarından ayrışan formaldehid miktarlarına ait DUNCAN-testi sonuçları.....	63

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Avrupa'da yongalevha üreticileri artık ürünlerini mümkün olduğunca yarı işlenmiş bir halde pazara sunmaya çalışmaktadırlar. Bu maksatla, tesislerinde bir dizi ek yatırım yapan üreticiler, levhalarını işlenmiş (Örneğin; melamin kaplı, postforming veya softforming yapılmış) olarak pazara sunmakta ve özellikle son yıllarda yüzey laminelene ve kenar kaplama işlemleri gündeme gelmektedir. Gelişen teknolojiye ayak uyduran levha endüstrisi, uygun makina ve tesislerle daha seri ve kaliteli mamuller üretmektedir.

Türkiye'de de laminat malzeme belirli bir pazar payına sahiptir. Ayrıca mobilya türü anlayışında da büyük gelişmeler olmuş, daha estetik ve ekonomik özelliklere sahip mobilya türlerine olan talep artmıştır.

Tasarımda sonsuz seçenek sağlayan üstün nitelikli ve çağdaş bir malzeme olan laminatlar, ülkemizde gerek mimarlar ve tasarımcıların ve gerekse bu ürünlerden yapılan malzemeleri kullananların gittikçe artan ölçülerde ilgi ve beğenisini çeken bir konuma gelmektedir.

Laminatlar; renk ve tekstür çeşidinin çokluğu yanında estetik ve ekonomiklik yönünden de bazı avantajlara sahiptir. Uygulandıkları ürüne estetik özellik kazandırdığı gibi, ürünün fiziksel ve mekanik özelliklerini de iyileştirmektedir.

Mobilya endüstrisi son yıllarda, ideal bir ürün olarak yongalevhayı tercih etmektedir. Bunun sebebi; yongalevhaldaki üniform yoğunluk ve yüzey düzgünlüğüdür. Diğer taraftan; boyutsal stabilite, direnç, sertlik ve vida tutma kabiliyeti gibi uygun özellikleride tercih edilmesinde etkili olan özelliklerdir.

Son yıllarda mobilya endüstrisinde en çok kullanılan malzemelerden biri olan lamine levhalar konusunda üretici ve tüketicilere yardımcı olmak amacıyla yapılan bu çalışmada lamine levhaların tarihi gelişimi, çeşitleri, üretim teknolojileri ve kullanım yerleri hakkında genel bilgi sunulmuştur.

Ayrıca, 18 ve 12 mm kalınlıklarda üretilen normal ve melaminli deneme levhalarında; rutubet miktarı, özgül ağırlık, su alma ve kalınlık artımı, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, yüzeye ve kenara dik vida tutma gücü ile yongalevhaldan ayrılan formaldehid miktarının belirlenmesi deneyleri yapılmıştır.

1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Yongalevha standartlarda farklı tanımlanmıştır. TS 180 (1978)'e göre; odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan levhadır [1].

BS 1811 (1969)'e göre ise; Odun veya diğer lignoselülozik lifli materyal parçacıklarından bir tutkal ilavesi veya tutkalsız olarak basınç altında üretilen levha şeklindeki malzemedir [2].

Bu iki standartta yapılan tanımlardan yararlanarak; yongalevha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları veya uygun bir yapıştırıcı ile sıcaklık ve basınç altında geniş yüzeyli levhalar haline dönüştürüldüğü bir malzeme olarak tanımlanabilir.

Yongalevhalar değişik kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

1. Özgül Ağırlıklarına Göre;

Özgül ağırlıklarına göre yongalevhaları üç kategoride toplamak mümkündür.

a. Düşük Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.590 gr/cm^3 'ten daha düşük olan levhalardır.

b. Orta Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları $0.590-0.800 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen levhalardır.

c. Yüksek Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.800 gr/cm^3 'ten daha fazla olan levhalardır [3].

2. Presleme Yöntemlerine Göre;

Yongalevhalar presleme yöntemlerine göre iki grupta toplanmaktadır.

a. Yatay Yongalı Levhalar: Bu tip levhalarda yongalar levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır [4].

b. Dik Yongalı Levhalar (Okal): Bu tip levhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongaların yönü levha yüzeyine dik durumdadır.

TS 3482 (1980)'e göre okal tipi levhalar; odun yonga ve/veya talaşlarının sentetik reçine tutkalı ile karıştırılıp sıcaklık etkisi altında preslenmesi ile elde edilen ve yongaları levha yüzlerine dik olan deliksiz veya delikli, kaplanmamış bir levhadır [5].

Dik yongalı levhalar; mobilyacılıkta, masa, duvar, raf, radyo, televizyon ve müzik dolabı yapımı ile diğer inşaat işlerinde kullanılmaktadır [6].

3. Tabaka Sayılarına Göre;

Yongalevhalar, ince yongalar yüzey tabakalarında, nispeten kaba yongalar ise orta tabakada kullanılmak suretiyle üç veya beş tabakalı olarak üretilmektedirler. Tabaka sayılarına göre yongalevhaları dört gruba ayırmak mümkündür.

- a. Tek Tabakalı (Homojen) Yongalevhalar
- b. Üç Tabakalı Yongalevhalar
- c. Beş Tabakalı Yongalevhalar
- d. Tabakaları Belirsiz Yongalevhalar

4. Yonga Büyüklüğü ve Geometrisine Göre;

Yonga büyüklüklerine göre yongalevhalar aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

a. Normal Yongalevhalar (Particleboard): Bu tip yongalevhalar genel olarak yonga kalınlıkları 0.25-0.40 mm, yonga genişlikleri 2-6 mm ve yonga uzunlukları 10-25 mm kadardır.

b. Etiket Yongalı Levhalar (Waferboard): Etiket yongalevha, halen ülkemizde ve Avrupa'da üretilmemekle birlikte Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesidir. Yongaların kalınlıkları 0.5-0.7 mm, genişlikleri 25-40 mm ve uzunlukları 35-75 mm kadardır. Etiket yongalevha; çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme veya döşeme altı olarak kullanılmaktadır [7].

c. Yönlendirilmiş Yongalı Levha (Oriented Structural Board:OSB): Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları 0.4-0.8 mm, yonga genişlikleri 6-25 mm ve yonga uzunlukları 38-63 mm kadardır [8].

Yönlendirilmiş yongalı levha, kullanım yerine göre arzu edilen dirençte üretilebilir. Masif oduna göre daha stabil olup çatlak, budak gibi odun kusurları içermez. Bu tip yongalevhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikler nedeniyle kontrplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemelerin kullanıldıkları yerlerde kullanılabilirler.

Özellikle yapıların içinde özel döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrik ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları ve inşaat için kalıp tahtası olarak tercih edilmektedir [9].

d. Şerit Yongalı Levha (Flakeboard): Bu tip levhalarda yonga kalınlık ve uzunlukları etiket yongalı levhalarla aynı, genişlik ise 9-10 mm'dir

5. Üretimde Kullanılan Bağlayıcı Madde Türüne Göre;

Kullanılan bağlayıcı madde türüne bağlı olarak yongalevhalar, sentetik reçineli ve çimentolu yongalevhalar olarak ikiye ayrılır.

Çimentolu yongalevhalar hammadde olarak; çimento, odun yongası veya bitkisel atıklar ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu tip yongalevhalar mantar ve böcekler tarafından tahrip edilememektedir [10].

6. Kalıplanmış Yongalevhalar;

Uygun yapıştırıcı maddeler ile tutkalanmış odun yongalarının, özel kalıp preslerde, sıcaklık ve basınç etkisi altında tek kademede biçimlendirilmesi ve uygun malzeme ile kaplanmasıyla imal edilen mamüllerdir [11]. Ürünler; çivi, vida veya metal birleştiriciler ile yanyana getirilmeksizin komple üretilirler.

7. Kaplanmış Yongalevhalar;

Yongalevha üzerine uygun bir yapıştırıcı madde ile çeşitli türdeki lamine ve ince kaplama levhalarının yapıştırılması ile üretilen mamüllerdir. Ahşap kaplamalar yongalevhanın her iki yüzüne kaplanabilirler. Bu kaplamaların lif doğrultusu levhanın uzun kenarına paralel olduğu gibi, kısa kenarına paralel doğrultuda da olabilir [12].

Lamine levhalar ise değişik renk ve tekstürdeki ürünlerdir. Bu ürünler yongalevhanın her iki yüzüne yapıştırılabildikleri gibi levhanın tek yüzüne de uygulanabilirler. Bu amaçla kullanılan lamine levhalar şunlardır [13];

- a. Polyester filmler
- b. Fenolik kraft kağıtları
- c. Polivinil asetat + üre esaslı dekoratif kağıtlar
- d. Amonyum klorür ve üre esaslı dekoratif kağıtlar
- e. Polivinil klorür kağıtları
- f. Polietilen veya vinil esaslı kağıtlar
- g. Melamin Emdirilmiş Kağıtlar
- h. Amonyum sülfomat emdirilmiş kağıtlar

Yongalevha yüzeyinin kaplanma amaçları ise [3];

- a. Levha yüzeyinin fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek,
- b. Levhanın eğilme direncini veya elastikiyet modülünü artırmak,
- c. Kimyasal etkenlere karşı yüksek direnç sağlamak,
- d. Dekoratif bir görünüş meydana getirmek,
- e. Eskimeye karşı direnç elde etmek.

Kaplanmış yongalevhalar genellikle mobilya üretimi veya prefabrik evlerin bölmele-
rinde kullanılmaktadır.

1.3. Yongalevhanın Özellikleri ve Kullanım Alanları

Yongalevhalar birçok kullanım yeri için yeterli fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olduklarından geniş bir kullanım alanına sahiptir. Yüzeyleri düzgün olup, istenilen kalınlıkta üretilmekte, diğer malzemelerle çivi, vida veya tutkalanmak sureti ile birleştirilebilmektedir.

Yongalevhalar Orta Sert Lif Levhalar (MDF) ile karşılaştırıldıklarında; eğilme direnci daha düşük olup, su tutma ve kalınlıkça şişme yüzdeleri daha büyük olmasına rağmen, yapışma direnci ve vida tutma kabiliyetleri bakımından belirgin bir fark yoktur [14].

Yongalevhaların kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

A. Kat Döşemeleri:

Kat döşemelerinde kullanılan yongalevhalar; halı veya diğer örtücü malzemelerin altında, konutlarda ve çift katlı daire konstrüksiyonlarında tercih edilmektedir. Bu maksatla kullanılan yongalevhalarda, yüksek mekanik direnç, düzgünlük ve kenar kalitesi dikkate alınmaz.

B. Prefabrik Ev Yapımı:

Tek katlı olarak üretilen prefabrik ev yapımında kullanılacak yongalevhaların eğilme ve çarpmaya karşı dirençleri yüksek olmalıdır.

C. Kapı Göbeği İmali:

Yongalevhaların, özgül ağırlıklarının düşük, yüzeylerinin düzgün ve çarpmaya karşı dirençlerinin yüksek olması, kapı göbeği üretiminde kullanılmalarına olanak sağlar.

D. Merdiven Basamakları:

Yongalevhalar; İç mekanlarda üstleri halıyla kaplanarak merdiven basamağı olarak kullanılabilirler.

E. Endüstriyel Yongalevhalar:

Bu tür yongalevhalar; mobilya sektöründe, antika eşya yapımında dekoratif kaplamalar ile kaplanarak kullanılmaktadırlar. Bu levhalarda; üniform yoğunluk ve kalınlık, düzgün yüzey, yüksek vida tutma kabiliyeti ve mekanik özellikler istenir.

Endüstriyel yongalevhaların kullanım alanları;

- a. Yüksek basınç laminatları ile kaplanarak masa yapımı,
- b. Sert masif kaplamalar, dekoratif plastik film ve kağıtlar ile kaplanarak büro mobilyaları ve dolap yapımı,
- c. Kaplanmış paneller, kapı göbekleri, sürgülü kapılar ve raflar,
- d. Masa tenisi ve bilardo masası üretimi,
- e. Koltuk, kanepeler, karyola, mutfak dolabı, televizyon ve müzik seti kabinleri, duvar bölmeleri, reklam panoları, vagon ve gemi yapımı.

Gelişmiş ülkelerde, inşaat ve taşıma, yongalevhaların kullanım yerleri içinde önemli bir yer tutarken, ülkemizde bu alanlarda yongalevha tüketimi düşük seviyede olup, % 73.5 oranında mobilya üretiminde, % 11.2 oranında inşaat sektöründe, % 13.0 oranında dekorasyonda, % 0.2 oranında prefabrik ev yapımında, % 1.9 oranında ise ambalaj sandığı imalinde kullanılmaktadır [15].

1.4. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Yongalevha üretiminde kullanılan başlıca hammadde odun olup, bu bakımdan yongalevhanın % 95'ini odun oluşturmaktadır. Ayrıca; saman, yer fıstığı kabukları, keten ve

kenevir sapsarı, saz ve şeker kamışı ile çay fabrikası atıkları yongalevha üretiminde kullanılabilir.

1.4.1. Odun

Genellikle, bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları yongalevha üretiminde kullanılmaktadır [4].

TS 1351 (1973)'e göre; boyu 0.5-2 m, ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan yuvarlak ve yarma odun, kalınlığı 20 cm'den küçük artık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşı, yonga ve lif odunu olarak kullanılabilir [16].

Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi gerekir [17]. Fakat, yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir [18].

Yongalevha üretiminde genellikle iğne yapraklı ağaç odunları kullanılmaktadır. Yapraklı ağaç odunlarının kullanılması durumunda, tutkal sarfiyatı artmakta ve üretilen levhaların mekanik özellikleri düşmektedir [3]. Yongalevha üretiminde kullanılacak odunlarda; budaklar, böcek yeniği, eğrilik ve çatlaklara müsaade edilmektedir. Öz çürüklüğü, enine kesitin yarısına kadar olabilmekte fakat, çürüklük kabul edilmemektedir [6].

Yongalevha üretiminde bir çok ağaç türü kullanılabilir. Batı Avrupa'da başlangıçta iğne yapraklı ağaç odunları (Ladin, Çam, Gökmar ve Sotka Ladini) tercih edilirken, daha sonraları ekonomik ve kolay temin edilmelerinden dolayı Kayın, Huş, Kavak, Kızılağaç ve Söğüt gibi yapraklı ağaç türleri de kullanılmaya başlanmıştır.

Yongalevha üretiminde kullanılan diğer bir hammadde ise, Ormangülü (Rhododendron ponticum L.) odunudur. Yapılan denemelerde bu türün yalnız ve diğer türlerle karışık olarak kullanılabilmesi mümkündür [19].

Son yıllarda hızlı büyüyen ağaç türlerinin yongalevha üretimine uygunluğu konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre; özellikle Robinia pseudoacacia odunlarının yongalevha üretimi için yeni bir hammadde olabileceği saptanmıştır. Cryptomeria japonica ve Populus tremuloides odunlarının ise diğer odun türleri ile karışık olarak kullanılabilmesi kanıtlanmıştır [20], [21]. Ülkemizde yapılan araştırmalarda ise, Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait) odunlarının yongalevha üretiminde kullanılabilmesi belirlenmiştir.

1.4.2. Yıllık Bitkiler

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

Yapılan araştırmalar, bir çok yıllık bitki artığının başarı ile kullanılabileceğini kanıtlamıştır. Fakat, yıllık bitkilerin levha üretimine uygun olması yanında, miktarının yeterli, toplanma, taşıma, depolama ve işlenmesinin kolay ve ucuz olması gerekmektedir.

Bu amaçla kullanılan yıllık bitkilerin en önemlisi şeker kamışıdır. Halen dünyada 22 ülkede 30 fabrikada şeker kamışından yongalevha üretilmektedir. Ülkemizde ise saman, gl kamışları, pamuk sapı, keten ve kenevir saptarı ve ayçiçeği sapı yongalevha üretiminde kullanılabilir özellik taşımaktadır [22].

Yongalevha retiminde kullanılabilir bir diğer hammadde ise çay fabrikası artıklarıdır. Yıllık bitkilerin yongalevha üretiminde değerlendirilebilmesinde en büyük problem hammaddenin toplanma ve taşınmasındaki zorluklardır. ay fabrikaları, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. Bu nedenle, artıkların toplanması sorun olmadığı gibi bunların boş alanlarda depolanması ya da denize dökülmesi sonucu ortaya çıkan evre kirliliğinin önlenmesi mümkündür [23].

1.4.3. Organik Yapıştırıcılar

Yongalevha endüstrisinde genellikle duroplastik reçineler (Aminoplastlar = re Formaldehid, Melamin Formaldehid ve Fenoplastlar = Fenol Formaldehid ve Resorsin Formaldehid) ile az miktarda termoplastik reçineler kullanılmaktadır. Duroplastik reçineler ısıtıldıklarında önce yumuşamakta fakat daha fazla ısıtıldıklarında yeniden yumuşamamak üzere sertleşmektedirler [24].

1.4.3.1. Üre Formaldehid

Dünya'da yongalevha üretiminde yaklaşık % 90 veya daha yüksek oranda üre formaldehid reçinesi kullanılmaktadır. Üre formaldehid reçinesinin kullanımı kolay, sıcak preslemede sertleşme süresi kısa ve fiyatı ucuzdur. Bunun yanısıra, rengi beyaz veya renksizdir. Ancak, dış hava şartlarına dayanıklı levhaların üretiminde kullanılmadığı gibi serbest formaldehid ayrışması söz konusudur. Öyleki; formaldehid kokusu bazı kullanım yerlerinde önemli problemler ortaya çıkartmaktadır.

Üre formaldehid reçinesi; üre ile formaldehidin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Formaldehid metanolden, metanol ise maden kömürü oksijen ve hidrojeninden üretilmektedir. Formaldehid ise, metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile elde edilmektedir.

Üre, suda kolaylıkla znebilen kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkarmaktadır. Ara madde olarak, amonyum karbominat meydana gelmekte ve buna amonyak ilave edildiği takdirde, su ve üre maddeleri

oluşmaktadır. Üre ile formaldehid arasındaki mol oranı 1:1.2 ile 1:2 arasında değişmektedir [3].

Tutkalın katılaşmasını hızlandırmak için sertleştirici olarak genellikle amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılmaktadır [25].

1.4.3.2. Fenol Formaldehid

Fenol formaldehid reçinesi, fenol ile formaldehidin katalizörler mevcudiyetindeki kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Ancak, fenol formaldehid, reaksiyona giren fenol ile formaldehidin oranları ve katalizör ortamının alkali veya asidik olmasına göre, Novalak ve Resol olmak üzere iki çeşittir.

Fenolik reçineler, oldukça yüksek molekül ağırlığa sahip reçinelerdir. Dayanıklı, sert ve yongalar arasında kuvvetli ve suya karşı dirençli yapışmalar sağlamaktadırlar. Sıcaklık etkisi ile sertleştiği zaman, odunu dirençli kılmakta ve mükemmel bir boyut stabilitesi sağlamaktadırlar.

Fenol formaldehid reçinelerinde, fenol ile formaldehid arasındaki oran; 1:1.8 ile 1:3 arasında değişmekte ve hatta daha fazla formaldehid oranında görülebilmektedir. Buna rağmen; fenol formaldehid reçineleri kullanılarak üretilen levhalarda, üre formaldehid ile üretilenlere orana daha az miktarda formaldehid ayrışması meydana gelmektedir [26].

Fenol formaldehid: rutubete, suya ve dış hava koşullarına karşı dayanıklı tutkallama sağlar, ancak koyu renklidir. Levha üretiminde % 12-15 oranında tam kuru tutkal miktarı suya karşı yeterli direnç sağlar. Tutkala mum, parafin gibi su iticiler ilave edilebilir. Tutkallama sırasında yonga rutubetinin % 4-8 olması istenmektedir. Tutkalın sertleşme sıcaklığı üre formaldehid için uygulanan sıcaklıklardan daha fazla olup, yonga rutubetinin % 6'nın altında olması durumunda 150 °C'den yüksek olmamalıdır. Sertleştirici içeren tutkallar kullanıldığında ise sıcaklık 135 °C'nin üstünde olmalıdır [4].

1.4.3.3. Melamin Formaldehid

Melamin formaldehid, melamin ile formaldehidin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Bu tutkal, 90-140 °C'de herhangi bir sertleştirici madde katılmaksızın sertleşebilmektedir. Pahalı bir tutkal türü olduğu için, genellikle üre formaldehide ilave edilerek kullanılmaktadır. Melamin formaldehid, fenol formaldehide parlaklık, açık renklilik ve dayanıklılık bakımından üstünlük sağlar.

Melamin formaldehid reçinesinde, % 50'ye yakın oranda dolgu maddesi kullanılabilir. Bu amaçla; en çok kaolen, nişasta, Hindistan cevizi kabuğu unu gibi dolgu maddeleri kullanılabilir. Saf tutkal konsantre edilmiş haldede çok akıcıdır. Katı madde oranının artması suya karşı direnç üzerine etki yapmaktadır. Piyasada genellikle toz halinde

bulunmakta olup, kullanılacağı zaman suda çözülmekte ve sertleştirici madde karıştırılmaktadır. Melamin reçinesi soğuk tutkalamaya elverişli değildir. Genellikle tabakalı ağaç malzeme üretiminde ve yüzeylerin kaplanmasında kullanılan çeşitli kağıt türlerinin emprenye edilmesinde kullanılır [3].

1.4.3.4. İzosiyanat Reçinesi

İzosiyanat reçinesi, pahalı olup, su ihtiva etmemekte ve tutkalın tümü yapıştırıcı madde olarak kullanılabilir. Rutubete dayanıklılığı bakımından, fenol formaldehid ile eşdeğer, yapışma direnci ise daha yüksektir. Alüminyum ve çelik malzemeye yapışması, preslerde sorun oluşturur [4].

1.4.3.5. Resorsin Formaldehid

Resorsin formaldehid pahalı olması sebebiyle çok kullanılmaz, ancak her türlü açık hava koşullarına, kaynar suya, asitlere ve çözücülere karşı dayanıklıdır. Daha çok diğer tutkallara, özellikle fenol formaldehide ilave edilerek kullanılır. Kullanılırken dolgu maddesi ilave edilmemekle birlikte gerekirse en fazla % 10 oranında kullanılabilir. Bu amaçla; bitkisel unlar, özellikle Hindistan cevizi kabuğu unu tercih edilir. Protein ihtiva ettiği için % 40-45 oranında kullanılabilen mısır glutini, tutkalın mekanik özellikleri ve dış hava şartlarına dayanıklılığını etkilememekte, buna karşılık suya, rutubete ve mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını azaltmaktadır [4].

1.4.3.6. Termoplastik Reçineler

Termoplastik reçineler (polivinil asetat, polivinil klorür), ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen ve soğutulduklarında yeniden sertleşen tutkallardır. Bu tür tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk serleşmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, odunu lekeleme kusuru yoktur ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi özellikleri yanında, 70 °C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncalı özellikleri vardır [4].

1.4.4. Doğal Yapıştırıcılar

Doğal yapıştırıcılar, yongalevha endüstrisinde son derece düşük bir oranda kullanılmaktadırlar. Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup, sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır.

Bitkisel tutkalların, gelecekte yongalevha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. Özellikle tanen tutkalı; Güney Afrika, Güney Amerika ve Avustralya'da yongalevha üretiminde kullanılmaktadır [4]. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yongalevha üretiminde kullanılabilme imkanları araştırılmış ve bu sanayii dalında kullanılabileceği saptanmıştır [27].

1.4.5. Anorganik Yapıştırıcı Maddeler

Çimento, alçı ve magnezit olup çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretilmesinde kullanılmaktadır. Magnezyum ve Portland çimentosu kullanılarak çimentolu yongalevha üretilmektedir [4].

1.4.6. Katkı Maddeleri

Yongalevha endüstrisinde, sentetik reçinelere ilave edilmek sureti ile kullanılan katkı maddeleri; stabilite sağlama, yanmayı geciktirme, sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme ve bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler [28].

1.4.6.1. Sertleştirici Maddeler

Yongalevha üretiminde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişiklik göstermektedirler. Üre formaldehid, fenol formaldehid ve melamin formaldehid reçinelerinin sertleştirilmesinde kullanılanlar ve kullanma şartları aşağıda verilmiştir.

Üre formaldehid reçinesi;

Üre formaldehidin kullanımında, mutlaka bir sertleştirici maddeye ihtiyaç vardır. Bu maksatla genellikle amonyum klorür veya amonyum sülfat ilave edilmektedir.

Fenol formaldehid reçinesi;

Suda çözünebilen fenol formaldehid tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135-155 °C arasında olması gerekmektedir. Fakat, sertleştirici kullanmak sureti ile sertleşme hızlandırılabilir gibi sıcaklığın düşürülmeside mümkün olmaktadır. Bu maksatla, paraformaldehid veya potasyum karbonat karıştırılabilir. Özellikle, paraformaldehid kullanılarak üretilen levhaların yüzeye dik çekme dirençlerinde % 50'lere varan oranlarda bir artış olduğu, su alma ve kalınlık artımı değerlerinde ise belirgin bir azalma olduğu gözlenmiştir [29].

Melamin formaldehid reçinesi;

Melamin formaldehid, 90-140 °C'deki sıcaklıklarda sertleştirici karıştırılmaksızın sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir.

1.4.6.2. Hidrofobik Maddeler

Yongalevhelerde, boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0.3-0.5, yapraklı ağaçlarda ise % 0.5-1 oranında parafin kullanılmaktadır. Özellikle, % 0.2-0.3 oranında parafin kullanılması durumunda, levhanın şişme özelliklerinde dikkate değer bir azalış olduğu ve mekanik özelliklerde bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir [30].

Yongalevhelerde boyut stabilitesini sağlamak için uygulanan yöntemler aşağıda verilmiştir:

- a) Kullanılan tutkal oranını yükseltmek.
- b) Odun yongalarını, hidrofobik özellik kazanması için, asetik anhidrit ile asetillen-dirmek [31].
- c) Yongaları, kurutma işleminden önce, su buharı etkisinde bırakmak. Özellikle, buharlama süresinin uzamasıyla, su alma ve kalınlık artımı değerlerinde belirgin bir azalma olduğu saptanmıştır [32].
- d) Yongalevha yüzeylerini, lamine levhalar ile kaplamak.
- e) Polietilen glikol kullanmak; Üre formaldehid reçinesine polietilen glikol ilave edilerek üretilen levhalarda, su alma ve kalınlık artımı değerlerinde azalma, mekanik özelliklerde ise gözle görülebilir bir artış olduğu belirlenmiştir [33].
- f) Hidrojen peroksit kullanmak; Amonyum lignosülfonat, furfurol alkol ve hidrojen peroksit karışımı kullanılarak üretilen levhalarda, hidrojen peroksit kullanım oranı arttıkça, su alma ve kalınlık artımı değerlerinde azalma, yüzeye dik çekme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinde ise belirgin bir artış olduğu gözlenmiştir [34].

1.4.6.3. Koruyucu Maddeler

Yongalevhelerde, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklor fenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır.

Yanmayı önleyici madde olarak ise; borat, çinko, arsenik, bakır, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır [4].

1.5. Yongalevha Üretim Tekniği

1.5.1. Odunun Depolanması

Odunların çürümesini önlemek için, 30 cm yükseklikteki beton ayaklar üzerine yerleştirilmeli ve rutubeti lif doygunluğu noktasının üzerinde tutulmalıdır. Depolarda, yangına karşı gereken önlemler alınmalıdır [35].

1.5.2. Kabuk Soyma

Yongaların hazırlanmasında ilk işlem kabuk soymadır. Bu işlem, elle veya makina ile yapılır. Özellikle dış tabakalarda kullanılacak yongalar için kabuk soyma zorunludur. Kabuk soyma, işi son zamanlarda makina ile yapılmaktadır.

Elle kabuk soyma pahalı, yavaş ve yetersiz olduğu için nadiren kullanılmaktadır.

1.5.3. Yongaların Hazırlanması

Yongalevha, yonga ve yapıştırıcılardan oluşur. Elde edilen yongaların boyutları (yonga geometrisi), levhanın kalitesini ve yüzey düzgünlüğünü etkileyen faktörlerden biridir [3].

Levhaların, dış ve orta tabakalarında kullanılan yongalar farklı fiziksel yapıdadırlar. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinalarda elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise, kalın olup çekiçli değirmenlerde üretilirler.

Yongalevha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesmek sureti ile elde edilmektedir. Bunlara, kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve az meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denmektedir.

Levha için uygun yonganın üretilmesi iki ayrı sistemle olmaktadır. Birincisinde, önce kaba yongalar üretilir, daha sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinalarında üretime uygun hale getirilirler. Bu yongalar, genellikle orta tabakada kullanılmaktadır. İkincisinde, yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun incelikte ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir. Bu yongalar, ince yongalama makinalarında isteğe bağlı olarak küçültülebilirler [36].

1.5.3.1. Kaba Yongalama

Kaba yongalama makinaları, genellikle kereste endüstrisi artıklarının yongalanmasında kullanılmaktadır. Bu makinalardan elde edilen yongaların boyları 10-60 mm arasında

değişmektedir. Bu amaçla, silindir veya diskli kaba yongalama makinaları kullanılmaktadır. Odunlar, ya liflere dik olarak ya da 45° 'lik açı yapacak şekilde kesilirler [37].

1.5.3.2. Normal Yongalama

Yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga hazırlanmasıdır. Genişlik sınıflandırması yoktur. Normal yongalama için, diskli ve silindirik yongalama makinaları kullanılmaktadır.

Kaliteli levha üretimi için yonganın her iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması şarttır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0.15-0.25 mm, orta tabakada kullanılacakların ise 0.3-0.5 mm kalınlıkta olması istenir [4].

1.5.4. Yongaların Kurutulması

Yongalevha üretiminde, levhanın presten çıktıktan sonraki rutubetine bağlı olarak, yongaların % 3 - % 6 rutubete kadar kurutulması gerekir. Kurutma makinalarına sevkedilen yongaların rutubetleri, genellikle % 35 - % 120 arasında değişmektedir. Presleme tekniği bakımından, orta ve dış tabaka yonga rutubetinin farklı olması istenmektedir.

Yongaların kurutulması konusunda yapılan bir çalışmada, kurutucudan çıkan yonga rutubeti arttıkça eğilme ve yüzeye dik çekme direnci değerlerinin arttığı, 2 ve 24 saatlik su alma ve kalınlık artımı değerlerinin ise azaldığı belirlenmiş ve odun yongalarının % 5-6 rutubet derecelerine kadar kurutulması gerektiği saptanmıştır [38].

Yongalevha endüstrisinde, kurutucu olarak; döner silindirik, borulu, tamburlu, tablalı, çok bantlı, kontakt, türbülö, girdaplı, yanık gaz kullanan ve süspansiyon tipi kurutucular kullanılmaktadır.

1.5.5. Yongaların Tasnifi

Yongalama makinasında, heterojen boyutlarda yonga üretimi önlenememektedir. Yongalevha üretiminde, heterojen yongalar kullanıldığında, levhanın yüzey düzgünlüğü önemli miktarda bozulmaktadır.

Çok kaba yongaların levhanın orta kısmında aşırı şekilde kullanılması, levhaların daha sonraki kullanım yerlerinde kenarlarının kaplanmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, yongaların homojen duruma getirilmesi gerekmektedir. Bunun için iki sistem mevcuttur:

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

1.5.6. Yongaların Depolanması

Yongalevha fabrikalarında; yaş, kuru ve tutkallanmış yongaları depolamak için silolar kullanılmaktadır. Bu silolar, kendilerinden sonra gelen makinaların aksamadan çalışmasını ve yongaların dozajlanarak gönderilmesini sağlamaktadırlar. Yonga siloları, yongaların hareket yönüne göre; yatay, düşey ve rotasyon siloları olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

1.5.7. Yongaların Taşınması

Yongalevha üretimi sırasında, yongaların kademeler arasında taşınması gerekmektedir. Taşınırken yonga kalitesi bozulmamalıdır. Bu sebeple, transport seçiminde yongaların ağırlık, hacim ve rutubet gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu maksatla kullanılan yonga transportörleri mekanik ve pnömatik olmak üzere iki çeşittir [3].

1.5.8. Yongaların Tutkallanması

Yongalevha üretiminde, m²'ye 2 gr kuru tutkal kullanılması öngörülmektedir. Bu bakımdan en uygun tutkallama metodu noktasal tutkallamadır. Bunun için tutkal çözeltisi aynı büyüklükte çok küçük taneciklere ayrılmakta ve yongalar üzerine eşit şekilde dağıtılmaktadır. Tanecikler küçüldükçe yonga yüzeyinin tutkalla örtülme olasılığı artar.

Yapışma direncini etkileyen en önemli faktörlerden birisi tutkal taneciklerinin yonga yüzeyine homojen dağılması, diğeri ise yonga boyutlarının tüm yongalarda aynı olmasıdır. Fakat tutkalın tam olarak homojen dağılması sağlanamadığı gibi boyutlar istenilen ölçüden saparlar.

Tutkallamada ağır yongalara az, ince ve hafif yongalar ile odun tozlarına daha çok tutkal isabet eder. Bu sebeple yongalar tasnif edilerek ayrı ayrı tutkallanır. Boyutlar yanında yonganın yüzey düzgünlüğü de önemlidir. Yüzey düzgün değilse tutkal tanecikleri çukurlara isabet edebileceğinden yapışma direncine etkisi olmaz [17].

Tutkallama için hava girdaplı enjektörler, yüksek basınçlı enjektörler, merkezkaç enjektörü, tutkallama silindirleri ve vantilatörler kullanılmaktadır [4].

1.5.8.1. Tutkal Çözeltisinin Hazırlanması

Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, parafin ve zararlılara karşı koruyucu maddelerin karışımı ile elde edilir. Tutkal çözeltisi hazırlanırken, üretici firmanın önerilerine uyulmalıdır. Tutkal karışımının hazırlanmasında; cam, fayans, ağaç, emaye, demir ve alüminyum kaplar kullanılmaktadır.

1.5.8.2. Homojenleştirme Depoları

Tutkallama makinalarından çıkan yongaların homojenleştirme depolarında iyice karıştırılması gerekir. Bunların sayıları iki olup, birincisi alt ve üst tabakada kullanılacak yongaların, diğeri ise orta tabakada kullanılacak yongaların homojenleştirilmesinde kullanılmaktadır.

Tutkallama makinalarından çıkan tutkallanmış yongalar, homojenleştirme depolarına alınmakta ve burada bir elektrik motoru yardımı ile karıştırılmaktadır. Bu depoların iki fonksiyonu olup, birincisi tutkallama makinaları ile dozaj makinaları arasında depo görevi yapmak, diğeri ise depoda bekleyen tutkallı yongayı karıştırarak homojen hale getirmektir.

Homojenleştirme depolarından tutkallı yongalar lastik band ve tırmıklı taşıyıcılar vasıtası ile serme makinalarının ilgili silosuna taşınmaktadır [4].

1.5.9. Yonga Serme İşlemi

Tutkallama makinalarından çıkan yongaların yeknesak bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazırlanması yongalevha üretiminin en önemli aşamasıdır. Çünkü; bu kademedeki yapılacak hatalar levha içerisindeki yonga dağılışı yanında, levhaların uygun bir şekilde preslenmesini de etkileyecektir. Ayrıca; yongaların uygun bir şekilde serilmemesi sonucu meydana gelen özgül ağırlık değişimleri, levhada eğrilme ve çarpılmaların oluşmasına neden olur.

Bu nedenle; yongalar serilirken hata yapmamaya özen gösterilmeli, serme işlemi levhanın tam ortasından geçen yatay düzleme göre simetrik olmalıdır.

Serme işlemi; dökme, rüzgarlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Levha taslağı, serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir [4].

1.5.10. Presleme

Tutkallanmış yongalar çeşitli serme sistemlerinden biri ile serilerek kalınlığı levha kalınlığının yirmi katı kadar olan gevşek bir keçe oluşturulur. Yonga serilirken gevşek haldeki keçenin herhangi bir şekilde sarsılması, ince yonga parçacıklarının alt kısımda toplanmasına neden olur. Bu durum mekanik özelliklerde değişikliklere sebep olduğu gibi levhaların görünüşlerinde de farklılıklar meydana getirmektedir.

Yongalevha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir.

1.5.10.1. Soğuk Presleme

Serme işleminde yonga keçesi oluşturulurken kenarların düzgün bir şekilde korunması, yan alma işlemlerinde zayıflığı azaltır. Bu amaçla şekillendirme kalıpları veya kenar çerçeveleri içerisine serilen yonga keçesinin ön preslerde sıkıştırılması gerekmektedir. Böylece, yüzey ve orta tabakalar birbirleri ile daha iyi bir şekilde kenetlenir.

Serme sırasında bazı yongalar keçe içerisinde eğimli konumda yer almakta olup, bu durum sıcak pres için zararlıdır. Ön preste düşük basınç altında bunlar kısmen yatay duruma getirilir.

Yonga keçesinde ısı transferini arttırmak, levhanın yüzey kalitesini ve başta eğilme direnci olmak üzere diğer direnç değerlerini yükseltmek üzere levhanın her iki yüzeyine su püskürtülür. Bu işlem, ya yonga keçesinin dış yüzeylerine ya da keçeyi taşıyan plakalar üzerine su püskürtülerek yapılabilir.

Yongalevha taslağı ön preslenmeye tabi tutulmayıp doğrudan doğruya sıcak preste sıkıştırılırsa presin kapanması esnasında yüzey düzgünlüğünü sağlayan küçük boyutlu yongalar uçuşarak yer değiştirir. Bunun sonucu üretilen levhada yüzey düzgünlüğü bozulur.

Soğuk preslenmiş yonga keçelerinin sıcak prese verilmesinde transport ve pres saçlarına gerek yoktur. Bunun için ön pres basıncı 15-20 kp/cm² olmalıdır [17].

1.5.10.2. Sıcak Presleme

Yongalevha taslağı, levha özelliğini sıcak preslerde kazanır. Tesisin kapasitesi sıcak prese bağlıdır. Sıcak presleme esnasında, basınç ve sıcaklığın etkisi ile yongalar plastikleşir ve stabil bir malzeme oluşur. Presleme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır.

Pres sıcaklığı ve basıncı yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkiler. Sıcaklık arttıkça mekanik özelliklerde iyileşme, su alma ve kalınlık artımı değerlerinde ise azalma olmaktadır [39]. Pres basıncının artması halinde ise, özellikle eğilme direnci artmaktadır [40].

Yongalevha endüstrisinde; tek ve çok katlı olmak üzere iki çeşit pres kullanılmaktadır.

1.5.11. Pres Sonrası İşlemler

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

edilir. Daha sonra, zımparalama makinaları kullanılarak yongalevha yüzeylerindeki kalınlık hataları giderilir. Bundan sonra, levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınırlar. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen levhalar depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı 18-24 °C, bağıl nemi % 60-65 olmalıdır [4].

1.6. Yongalevhanın Özelliklerini Etkileyen Faktörler

1.6.1. Ağaç Türü

Levha ağırlığının yaklaşık % 90'ından fazlasını odun oluşturmaktadır. Bu nedenle ağaç türü, levha özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle, odun türünün düzgün ve ince uzun yongalar verebilme kabiliyeti çok önemlidir. Aynı şartlar altında değişik ağaç türlerinden elde edilen yongaların boyutları arasında farklılıklar olmaktadır [41].

Yongalevha endüstrisinde, yumuşak odunlu ağaçlar tercih edilmekte ve özellikle özgül ağırlığı 400-700 kg/m³ olan odunların kullanılması önerilmektedir [4].

Genel bir kural olarak; özgül ağırlığı düşük olan türler tercih edilmekte, orta özgül ağırlıktaki türler kolaylıkla ve uygun fiyatla bulunabiliyorsa kullanılmakta, fakat çok yüksek özgül ağırlığa sahip olan türler istenilmemektedir [41].

Düşük özgül ağırlığa sahip türleri levhanın dış tabakalarında, daha ağır olanları ise orta tabakada kullanmak hammadde kullanımını bakımından en ekonomik çözüm olarak önerilmektedir [41].

1.6.2. Ekstraktif Maddeler

Ekstraktif maddeler, tutkal tüketimi ve tutkalın sertleşmesi üzerine etkilidir. Özellikle bazı iğne yapraklı ağaç ekstraktifleri, üretilen levhanın suya karşı direnç özellikleri bakımından önemlidir. Ayrıca, fazla uçucu ekstraktifler presleme aşamasında, levhada yerel kabarıklara sebep olabilirler. Bazı ağaç türleri doğal reçine ya da mum benzeri ekstraktiflere sahiptirler. Bu tür maddeler bir dereceye kadar levhaya su itici özellik kazandırır [41].

1.6.3. Permeabilite

Yongalar tutkalandıktan sonra tutkal yonga yüzeylerinde tutulmalıdır. Özellikle yonga uçlarında emilen tutkal, telafi edilemez bir kayıptır. Kullanılan tutkal miktarı sınırlı olduğundan ve ürün maliyetini önemli ölçüde kullanılan tutkal miktarı belirlemekte olduğundan tutkal kaybı arzu edilmeyen bir durumdur [41]. Odunun permeabilitesi kullanılan tutkalın yeterli olması veya olmaması bakımından fark yapabilir. Tutkalın yeterliliği ile ilgili tüm sonuçlar levhanın direnç değerlerini ve stabilitesini etkiler.

1.6.4. Kabuk

Yongalara kabuk karıştırılması halinde levhanın direnç özellikleri olumsuz etkilenir. Kabuk oranının % 10-12 olması halinde direnç değerlerinde tek katlı levhalarda % 9-16, üç katlı levhaların orta tabakasına katıldığı takdirde ise % 5-10 oranında azalma olmaktadır. Kabuk levhanın dış tabakalarına karıştırıldığında ise, yüzeyde lekeler oluşturduğundan görünüş özellikleri bozulur.

1.6.5. Odunun Rutubet Miktarı

Çok rutubetli ve rutubeti % 30'dan az olan yongalar verimi düşürmektedir [3]. Presten çıkan levhalarda rutubet % 10'dan az iken mekanik özelliklerde herhangi bir değişiklik olmamakta, % 10-22 rutubet derecelerinde bir miktar azalma, % 22-50 rutubet dereceleri arasında ise levhanın eğilme direncinde önemli miktarda azalma olmaktadır [42]. Düzgün yüzeyli yongalar elde edebilmek için hammadde odun rutubetinin %30-60 arasında olması gerekir. Rutubet miktarı çok yüksekse; tutkallama zorlaşır ve kurutma masrafları artar. Rutubet miktarının az olması durumunda ise düzgün yüzeyli yongalar elde edilemez.

1.6.6. Yonga Tipi ve Geometrisi

Yonga geometrisi, yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri ile yüzey kalitesi ve işleme özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Yonga kalınlığının artması ile suda bekletme sonucu kalınlık artımı oranı ve yüzeye dik çekme direnci artmaktadır. Yongalarla birlikte, küçük yonga ve toz kullanılması halinde, su alma ve kalınlık artımı oranları azalmaktadır. Toz ve küçük yonga parçacıklarının yüzeye dik yöndeki çekme direnci üzerine etkisi yoktur [41].

1.6.7. Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı

Fenolik tutkallar ile izosiyanat tutkalı rutubete ve suya karşı dayanıklıdır. Bu tutkallar dış hava şartlarına maruz kalan yerlerde kullanılacak yongalevhalar için uygundur. Üre formaldehid tutkalı açık hava şartlarına dayanıklı değildir. Bu yüzden iç kısımlarda ve kapalı yerlerde kullanılacak yongalevhalar tercih edilmektedir.

Levhanın özelliklerini etkileyen diğer faktörler sabit tutulduğu takdirde, kullanılan tutkal miktarının artması ile levhanın bütün direnç özellikleri ve boyut stabilitesi iyileşmektedir.

Tutkalın yongalar üzerine uygulanma şekli de levhanın direnç özelliklerini etkileyen bir faktördür. Tutkal tanacıklarının büyüklüğü ve yongalar üzerine üniform bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı önemi ölçüde etkilemektedir [41].

1.6.8. Katkı Maddeleri

Yongalevhaya hidrofobik özellik kazandırmak için kullanılan parafin, levhanın bazı direnç özelliklerini olumsuz etkileyebilir.

Kullanılan mum miktarı % 1 veya daha az iken levhanın direnç özelliklerini etkilememekte, daha yüksek oranda kullanıldığında azalma olmaktadır. Mantar ve böceklere karşı koruyucu madde olarak yonga karışımına % 2 oranında pentaklorfenol ilave edilirse yeterli koruma sağlanmakta fakat, pentaklorfenol miktarı arttıkça, yüzeye dik çekme direnci azalmaktadır [41].

1.6.9. Yongalevhanın Özgül Ağırlığı

Levhanın özgül ağırlığı, fiziksel ve mekanik özellikleri en çok etkileyen faktörlerden biridir. Özgül ağırlığın artması ile kalınlık artımı ve boyut stabilitesi hariç, diğer bütün özellikler iyileşmektedir [17].

1.6.10. Özgül Ağırlık Profili

Levha kalınlığınca özgül ağırlık değişimi, özgül ağırlık profili olarak adlandırılmaktadır. Homojen özgül ağırlık profiline sahip levha üretmek çok zordur. Özgül ağırlık homojenliği, levhanın eğilme direnci ve elastikiyet modülünün artması yanında, yüzey işlemleri sırasında düzgün yüzey oluşmasına katkı sağlar.

1.6.11. Presleme Şartları

Sıcaklık, sertleşme süresi, basınç ve tutkal miktarının yeterli olmayışı sonucu levhada ayrılmalar olabilir. Levhalar prestren zamanında çıkarılmadığı takdirde 170 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda direncin önemli ölçüde azalmasına sebep olan termik bozulmalar meydana gelebilir [41].

Yongalevhanın hemen hemen bütün özellikleri, özellikle yüzeye dik çekme direnci, presleme süresinin artması ile iyileşmektedir.

1.7. Yongalevhada Formaldehid Ayrışması

Formaldehid; orman ürünleri endüstrisinde yongalevha, lif levha, kontrtabla ve kontrplak üretiminde kullanılan tutkalda, yanmayı geciktirme işlemlerinde, kağıdın ıslak dayanıklılığı, buruşma direnci ve diğer bazı özelliklerini iyileştirici madde olarak geniş kullanım yeri bulmaktadır. Bununla beraber gerek üretim esnasında ve gerekse kullanım sırasında bütün formaldehid ürünleri çevreye düşük düzeyde fakat sürekli olarak insan ve diğer canlıların sağlığı için tehlike oluşturan gazlar yaymaktadır. Formaldehid emisyonunu azaltmaya yönelik üretim şartları ve bağlayıcı maddede formaldehid oranı üzerinde 20 yılı aşkın bir süredir yoğun bir şekilde araştırmalar sürdürülmektedir [41].

1.7.1. Formaldehidin Genel Özellikleri

Formaldehid kimya endüstrisinin en önemli maddelerindendir. Karbon, hidrojen ve oksijen elementlerinden oluşan formaldehid; şampuan, diş macunu, dudak boyası, aşı ve antiseptik üretimi yanında yapısında bulunan karbon molekülü dolayısıyla polimer tutkalları üretiminde de kullanılmaktadır.

Üre formaldehid reçinesi, dünya yongalevha üretiminde önemli bir yer teşkil etmekte olup temini kolay, kullanımı ekonomik ve yapışma özelliği yüksektir. Formaldehid, üre formaldehid reçinelerinde bağlayıcı madde olarak kullanılmaktadır. Bağlayıcı miktarının artırılması, odun yongaları ve liflerinin yapışma özelliklerini iyileştirmektedir.

1.7.2. Formaldehidin İnsan ve Hayvanlar Üzerine Etkileri

Formaldehidin belirli konsantrasyonlarda merkezi sinir sistemi üzerine uyuşturucu ve solunum sistemini tahriş edici etkisi bulunmaktadır. Uzun zincirli aldehidlerde uyuşturucu etkisi ağırlıkta olmasına rağmen, kısa zincirlerde tahriş edici etki ağır basmaktadır. Formaldehidin tahriş etkisi daha çok üst solunum yollarında görülmektedir [43].

1.7.2.1. Koku-Tahriş ve Dayanabilme Sınırları

Formaldehid ile ilgili literatür verileri koku-tahriş ve dayanabilme sınırları arasında farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Buna göre formaldehidin hangi konsantrasyonda koku vermeye başladığı, artışı ve tahriş sınırının başlaması hakkında birçok farklı görüşler bulunmaktadır. ROFFAEL (1982)'e göre gözler için tahriş sınırı 0.01...5.0 ppm konsantrasyon bölgesinde bulunmasına rağmen, koku başlangıcı 0.05...1.6 ppm olarak verilmektedir [42]. RADER (1974)'ün çalışmasına göre formaldehid, 0.1 ppm'lik konsantrasyonda farkedilememesine rağmen, 0.2 ppm'lik konsantrasyonda kokusu vasıtasıyla normal havadan

belirgin olarak ayırt edilebilmektedir. Bu koku sınırında burun, boğaz ve sümük zarlarında tahriş belirtileri başlamaktadır. Solunum yoluyla düşük konsantrasyonlu formaldehidin dokular tarafından emilmesi sonucu belirgin bir zarar görülmemekte ve oturma odalarında yaklaşık 0.2 ppm'lik konsantrasyon farkedilebilirlik sınırında bulunmaktadır [43].

Bu sonuçlar geniş ölçüde NEUSSER ve ZENTNER (1968)'in koku-tahriş ve dayanabilme sınırı için belirlediği değerler ile uyum sağlamaktadır.

Genel olarak;

Koku sınırı	0.15-0.3 (mg/m ³ hava)
Tahriş sınırı	0.3-0.9 (mg/m ³ hava)
Dayanabilme	0.9-6 (mg/m ³ hava)

olarak belirlemişlerdir.

Formaldehid ile gaz zehirlenmeleri olasılığı düşüktür. Zira formaldehid keskin kokusu vasıtasıyla hemen farkedilmektedir. Ağız yoluyla % 35'lik formaldehid çözeltisinden 10-15 ml alınması genellikle bir insanı öldürmeye yeterlidir [43].

1.7.2.2. İnsan Vücudunda ve Hayvanlarda Formaldehidin Parçalanması

Formaldehid özellikle kan ve karaciğerde formik aside okside olmakta, kısmen idrar ile dışarı atılmaktadır. İdrardaki formik asit miktarı formaldehide maruz kalınmışlığın saptanmasında bir ölçü olarak alınabilmektedir. Kanda formik asitin biyolojik yarılanma süresi 81.5 dakikayı bulmaktadır ve 6 günlük ayrışma zamanından sonra normal seviyeye düşmektedir.

ABD Formaldehid Enstitüsü sürekli formaldehid etkisine maruz kalan maymun ve fareler üstüne formaldehidin etkilerini araştırmıştır. Altı ay boyunca hayvanlar günde 22 saat formaldehid konsantrasyonu 0.2-3 ppm olan hava ile dolu bir odada tutulmuştur. Burada, formaldehidin negatif bir etkisi belirlenememiştir. Bununla beraber, maymunlarda 3 (ppm) formaldehid konsantrasyonunda burun zarlarında tahrişler gözlenmiştir [43].

CIIT (Chemical Industry Institute of Toxicology) endüstrisinin fareler üzerinde yaptığı araştırmalarda 15 ppm formaldehid ile günde 6 saat, haftada 5 gün gazlama yapılmıştır. Yirmi dört aylık deneme sonrasında 200 fareden 37'sinde 24 aylık denemeden sonra burun kanseri meydana geldiği belirlenmiştir. Düşük konsantrasyonların ise (2-6 ppm) benzer bir etkisi görülmemiştir [43].

1.7.3. Formaldehid Konsantrasyonu Değişimleri

Formaldehid için kabul edilen maksimum işyeri konsantrasyonu 0.1 ppm olarak belirlenmiştir. Daha önce bu değer 5 ppm idi. ABD de maksimum değer 3 ppm'dir. Dikkati çeken nokta işyeri maksimum konsantrasyonu değerinin ülkeden ülkeye farklılık

göstermesidir. Almanya, Hollanda, Avusturya için bu değer 0.1 ppm, Norveç ve İsveç'te 0.13 ppm, İsviçre'de 0.2 ppm, İspanya'da 0.15 ppm, Belçika, Finlandiya ve Danimarka'da 0.12 ppm olarak bildirilmiştir [44].

Formaldehid havayı kirleten maddelerden olup, eksoz gazları ve sigara dumanında da bulunmaktadır. Bir sigaranın dumanı yaklaşık 0.4 mg formaldehid içermektedir. Formaldehid havaya yakıt motorlu araçlardan da karıştığından trafik yoğunluğu yüksek olan büyük şehirlerde, özellikle yerleşimin yoğun olduğu bölgelerde zararlı olacağı söylenebilir [43].

Günümüze kadar konutlarda, formaldehid yoluyla oluşan hava kirliliği konusunda az sayıda araştırma yayınlanmıştır. Oturulan yerlerde formaldehidi konsantrasyonu çeşitli şekillerde yükselebilmektedir. Örneğin; sigara dumanı arttırıcı etki yapmakta, orta büyüklükteki oturma odalarında 20 sigara içildikten sonra formaldehid konsantrasyonu 0.6 ppm'e yükselebilmektedir. Bunun yanında sigara dumanında bazı aromatik aldehytler, karbonmonoksit ve azotoksit gibi sağlığa zararlı maddeler mevcuttur.

ABD'de ideal ısı yalıtımı için üre formaldehid köpüğünün kullanılması, formaldehid ayrışması sebebiyle ciddi şikayetlere konu olmuştur. Bu köpüğün kullanıldığı konutlarda formaldehid konsantrasyonu 1 ppm ve daha yüksek miktarlarda ölçülmüştür. Danimarka'da yongalevha kullanılan evlerde yapılan ölçmelerde formaldehid konsantrasyonu 0.4 ile 0.7 ppm arasında belirlenmiştir.

İnsanlar birçok endüstri dalında formaldehid ile doğrudan temas halinde bulunmaktadır. Örneğin; yongalevha endüstrisinde üre formaldehid tutkalı ile yapılan yongalevhaların üretiminde preslerin açılmasında ve sıcak haldeki yongalevhaların taşınmasında formaldehid buharı havaya uçmaktadır. Bu buhar özellikle çalışan işçilere etki etmektedir. Yongalevha fabrikalarında yapılan ölçmelerde presleme sırasında formaldehid konsantrasyonu 0.6-3.2 mg/m³ arasında ölçülmüştür. Havalandırma tesislerinin çalışmasından sonra presin çalışması sırasında açığa çıkan formaldehid konsantrasyonu düşmektedir. İşyerinde kabul edilebilen formaldehid konsantrasyonu 1 ppm veya 1.2 mg/m³ in altındadır [44].

1.7.4. Formaldehid Emisyonuna Göre Yongalevhaların Sınıflandırılması

Deneme koşulları;

Deneme odası (gaz kaçırmaz)	: 35-40 m ³
Oda sıcaklığı	: 22-24 °C
Deneme odasındaki bağıl nem	: % 42-48
Deneme odasındaki doldurma oranı	: 1 m ² /m ³

Bu şartlarda denemeye alınan levhaların bulunduğu odadaki formaldehid konsantrasyonu 0.1 ppm ve daha düşük ise emisyon sınıfı E1, 0.1-1 ppm arasında ise E2, 1.0 ile 2.3 ppm arasında iken ise E3'tür.

Standartlarda konu ile ilgili yazılım örnekleri;

a. DIN 68763 V 20 E2

DIN 68763'e göre üretilen V 20 yapı yongalevhasının emisyon sınıfının E2 olduğu anlaşılır. Bu yongalevhalar taşıyıcı ve destekleme amacı ile kullanılabilir. Ancak, işlenmemiş halde oturan yerlerde kullanılamazlar.

b. DIN 68763 V 20 E1

DIN 68763'e göre üretilen V 20 yongalevhasının emisyon sınıfı E1'dir. İşlenmemiş olarak veya herhangi bir şekilde yüzey işleminden sonra oturan yerlerde kullanılabilir.

c. DIN 68763 V 20 E2-1

Yüzey işlemi görmüş V 20 yapı yongalevhası söz konusudur. Kullanılacak olan levha DIN 68763'e göre üretilmiş olup, emisyon sınıfı E2'dir. Talimatla izin verilen yüzey işlemi vasıtasıyla formaldehid emisyon potansiyeli sınırlandırılarak E1 emisyon sınıfına uyması sağlanmıştır [43].

1.7.5. Yongalevhaların Kullanım Yönergeleri

E1 emisyon sınıfı, fenol formaldehid reçinesi (V 100), diizosiyonat ve üre formaldehid reçinesiyle üretilmiş yongalevhaları kapsamaktadır. Yongalevhalar tabakalar halinde kaplanmamış veya örtülmemiş olmalıdır.

E2 ve E3 emisyon sınıfı üre formaldehid reçinesi ile üretilen yongalevhalar için kullanılmaktadır.

Emisyon sınıfı E2 olan levhaların üretildiği veya kullanıldığı yerlerde her iki yüzeyi, emisyon sınıfı E3 olanların ise yüzeyleri ve yanları uygun malzemelerle kaplanmalıdır (Örneğin, melamin reçinesi ile emprenye edilmiş kağıtlar, yüksek basınç laminatları, rulo laminatları).

1.7.6. Formaldehid Miktarının Azaltılması

Formaldehid emisyonlarını oluşumlarına göre;

a. Levha üretimi sırasında,

b. Yongalevha gibi ürünlerin kullanımı sırasında havaya yayılan formaldehid olarak ikiye ayırmak mümkündür.

1.7.6.1. Üretim Sırasında Formaldehid Emisyonunun Azaltılması

Levha üretimi için kullanılan tutkal miktarı ve pres sıcaklığı formaldehid emisyonunu etkilemektedir. Özellikle üre formaldehid gibi reçineler ile hazırlanan tutkallarda formaldehid/üre mol oranı formaldehid lehine değiştirilmektedir. Bu da gerek malzemenin preslenmesi ve gerekse kullanımı sırasında çevreye fazla miktarda formaldehid ayrışmasına neden olmaktadır. Formaldehid/üre mol oranının pratikte uygulanan 1.8 oranından 1.2-1.3 civarına düşürülmesi ile formaldehid emisyonu önemli ölçüde azalmaktadır.

Formaldehid emisyonunu azaltıcı bir diğer önlem ise üre formaldehid ile fenol formaldehid ve izosiyanat bileşiklerini karışım halinde kullanmaktır [43].

Üretim sırasında açığa çıkan formaldehid miktarını azaltmak için uygulanan diğer yöntemler şunlardır:

- Kullanılan tutkal miktarını azaltmak.
- En uygun sertleştirici madde miktarı olarak % 1.5 oranında amonyum klorür kullanmak [45].
- Odun yongalarını kurutma işleminden önce nitrik asit ile emprenye etmek [46].

1.7.6.2. Kullanım Sırasında Ortaya Çıkan Formaldehid Miktarının Azaltılması

Yongalevhaların kullanımı sırasında ayrışan formaldehid miktarının azaltılmasında, havalandırma, amonyak ile gazlandırma ve yongalevhanın formaldehid bağlayan yüzey işlemleri ile muamelesi etkili olmaktadır.

1.7.6.2.1. Havalandırma

Oturulan yerlerdeki formaldehid konsantrasyonu, havalandırma ile azaltılabilmektedir. Ancak, aralıklarla havalandırma genellikle yeterli değildir. Zira havalandırmanın bitiminden sonra formaldehid konsantrasyonu tekrar yükselmektedir.

Havalandırmadan hemen sonra odalardaki formaldehid konsantrasyonu % 90'dan % 50'lere kadar düşmekte, daha sonra tekrar başlangıç değerinin % 60-% 70'ine kadar yükselmekte, 3 saat sonra başlangıç değerine ulaşmaktadır [43].

1.7.6.2.2. Amonyak ile Gazlandırma

Yongalevha kullanılan odaların amonyak ile gazlandırılması formaldehid konsantrasyonunu azaltmaktadır. 10 günlük bir sürede azalma oranı % 60-% 80 kadardır. 6 hafta sonra, formaldehid konsantrasyonu tekrar yükselmekle birlikte başlangıç değerine oranla % 45-50'ye ulaşabilmektedir [43].

1.7.6.2.3. Formaldehid Bağlayıcı Yüzey İşlemleri

Yongalevha kullanılan odalardaki formaldehid konsantrasyonunu azaltmak için uygulanan diğer etkili bir önlem ise, yongalevhanın formaldehidi bağlayıcı özellikte aktif maddeler içeren yüzey işleme malzemeleri ile muamelesidir. Bu konuda yapılan bir araştırma, dekoratif vinil kaplama malzemesi kullanılarak, dış yüzeylerdeki tüm gözeneklerin tikanabileceğini ve bunun sonucu olarak formaldehid emisyonunun önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir [43].

Diğer taraftan, yongalevha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlar ve % 60'lık üre ile emprenye edilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu ayrışan formaldehid miktarında önemli bir azalma kaydedilmiştir. Bu azalma, özellikle kenarların tek katlı lake filmleri ile kaplanması sonucu daha belirgin olmaktadır [47], [48].

1.8. Lamineli Yongalevha Üretimi

1.8.1. Laminat Malzemenin Tarihi Gelişimi

Yapay reçine çözültisi emdirilmiş kağıtların üst üste konulması ve sıcak preslerde sıkıştırılması ile elde edilen laminat malzemesinin ilk üreticisi, 1913 yılında Amerika Birleşik Devletleri Cincinnati'de kurulan "Formika Firması" olmuştur. Daha sonra bu firma 1945 yılında Avrupa'daki ilk tesisini İngiltere'de kurmuştur. 1948 yılında Türkiye'ye getirilen bu malzeme "Formika" olarak tanınmaktadır. Türkiye'nin ilk lamine levha tesisi olan Seka Bolu Fabrikası, 1966 yılında işletmeye açılmış ve üretilen lamine levhalar "Süermika" ticari adı ile piyasaya arz edilmiştir.

Her geçen gün özelliklerini biraz daha iyileştirme çalışmaları sonucu yerli ve yabancı yeni üretici firmalar özel adlarıyla laminatlarını piyasaya sürmektedirler. Piyasaya çok çeşitli adlar altında sürülen laminatlar kavram kargaşasının doğmasına neden olmaktadır. Örneğin; Formika, Resopal, Duropal ve Getalit birer laminat üreticisi firma markalarıdır [49]. Bütün dünyada gitgide artan formika satışları, yongalevha üreticilerinin "Melamin Yüzeyli Yongalevha (Suntalam)" diye adlandırdıkları ürünü piyasaya sürmelerinden sonra önemli miktarda azalmıştır. Bu durum formika üreticilerini yeni ürünler geliştirmeye yönlendirmiştir.

1.8.2. Yongalevha Endüstrisinde Kullanılan Lamine Türleri

Yongalevha endüstrisinde yüzey kaplama malzemeleri olarak; yüksek basınç laminatları, rulo (bobin) laminatları, reçine ile doyurulmuş kağıtlar, vinil filmleri, sıcak transfer filmleri ve ahşap kaplamalar kullanılmaktadır [49].

1.8.2.1. Yüksek Basınç Laminatları

Yüksek basınç laminatı, sıcaklıkta sertleşen reçine ile doyurulmuş ve 5 N/mm²'den daha az olmamak üzere basınç ve sıcaklık uygulanarak üretilmiş, tek veya iki yüzeyi üzerinde dekoratif renk ve görüntüler oluşturulmuş lifli levhalardır.

Yüksek basınç laminatlarının orta tabakaları fenolik reçineyle, yüzeyleri ise amino-plastik reçineler ile doyurulmuştur. Bu tabakalar, 170 °C sıcaklık ve 100-120 kg/cm²lik basınç altında 60-90 dakika süreyle preslenirler.

Yüksek basınç laminatının yapısı şöyledir:

- a. Üst Tabaka: Melamin formaldehid reçinesi ile doyurulmuş alfa selüloz esaslı kağıt
- b. Orta Tabaka: Melamin formaldehid reçinesi ile doyurulmuş dekoratif baskılı kağıt
- c. Alt Tabaka: Fenolik reçine ile doyurulmuş kraft kağıdı

Yüksek basınç laminatları, masa üstleri, lavabo üstleri, mobilya, dolap ve antika eşya üretiminde kullanılmaktadır.

Yüksek basınç laminatları ile kaplanmış yongalevhalar, normal yongalevhalara oranla daha sert ve dayanıklıdır [50]. Bu laminat türlerinin yongalevha üzerine yapıştırılmasında kullanılan tutkallar şunlardır:

A. Isı Etkisi ile Sertleşen Tutkallar:

Oda sıcaklığında veya sıcak presleme esnasında kimyasal bir reaksiyon sonucu sertleşmektedirler. Bunlar;

- a. Üre Formaldehid Reçinesi: Rutubete karşı direnci düşüktür.
- b. Resorsin ve Fenol Resorsin Reçineleri: Rutubete karşı oldukça dayanıklıdır.
- c. Kazein Tutkalı: Rutubete karşı direnci düşüktür.

d. Epoksit Reçinesi: İyi bir dolgu maddesi özelliği vardır. Rutubete karşı direnci yüksektir.

e. Katalizlenmiş Polivinil Asetatlar: Rutubete karşı direncin yüksek olması gereken yerlerde su geçirmez bağlantı elemanı olarak kullanılabilirler.

B. Termoplastik Tutkallar:

Termoplastik tutkallar oda sıcaklığında sertleşebilirler. Yongalevha yüzeylerinin kaplanmasında polivinil asetat tutkalı bu amaçla kullanılabilir.

C. Bağlantı Tutkalları:

Bu tutkallar bir çok kullanım yeri için uygun olup, lamineleme işlemi oda sıcaklığında gerçekleştirilebilir.

Bağlantı tutkalları, rutubete karşı yüksek direnç göstermekte ve lamine ile yongalevha arasında mükemmel bir bağlantı sağlamaktadırlar [51].

Yüksek basınç laminatları ile kaplanmış malzemelerin diğer malzemelere göre üstünlükleri aşağıda sıralanmıştır [49].

- a. Renk, doku, dizayn ve estetik açısından sağladığı seçenekler sonsuzdur.
- b. Renk değiştirme, solma, leke tutma problemi yoktur.
- c. Asit ve bazlara karşı dayanıklıdır.
- d. Suya ve rutubete karşı dayanıklıdır.
- e. Yüzey aşınmasına karşı dayanıklıdır.
- f. Kaynar suya ve ısıya karşı dayanıklıdır.
- g. Darbelere karşı dayanıklıdır.
- h. Sigara ateşine dayanıklıdır.
- ı. Ekonomiktir.
- i. Özel aletlere gerek kalmaksızın kolaylıkla işlenebilir.

1.8.2.2. Rulo (Bobin) Laminatları

Rulo laminatı, reçine emdirilmiş kağıtların üstte ve altta karşılıklı iki silindir arasında gerili olarak çalışan çelik bantlar arasından 170 °C sıcaklık ve 25-50 kg/cm²lik basınç altından 60 (saniye)'lik bir sürede geçirilerek, soğutma operasyonundan sonra bobinlere rulo şeklinde sarılması suretiyle üretilmektedir. Piyasaya genellikle 120 cm genişlik, 50 m uzunluk ve 0.6-0.8 mm kalınlıklarda silindir biçiminde sarılmış levhalar halinde arz edilir. Aynı zamanda, tablaların kenarlarına yapıştırılmak üzere hazırlanmış dar bant şeklinde olan çeşitleri de vardır [50]. Rulo laminatları üretimden sonra bir soğutma operasyonundan geçirilerek bobinlere sarılmaktadır. Bu ürünler doyurulmuş yüzey kaplama malzemeleri olarak tanımlanmakta, Amerikan Laminatörler Derneği tarafından PERMALAM olarak adlandırılmaktadırlar [51]. Rulo laminatları; melamin, polyester ve fenolik reçineler ile emprenye edilmektedirler. Laminelenmiş levha konstrüksiyonları; mobilya, dolap üreticileri için ideal malzemelerdir [52].

1.8.2.3. Reçine Emdirilmiş Kağıtlar

Bu kağıtların özelliklerini reçine miktarı ve reçine çeşidi etkilemekte olup, melamin ve polyester reçineleri ile emprenye edilmektedirler. Melamin emdirilmiş kağıtlarda, stabil renk ve çizilmeye karşı dayanıklılık söz konusudur. Polyester reçinesi emdirilmiş kağıtlar ise eskimeye karşı dayanıklı fakat daha kolay kırılabilme özelliği taşımaktadırlar. Melamin ve polyester reçinelerine üre formaldehid reçinesi karıştırılarak kağıtların dayanma süreleri uzatılabilmektedir.

Bu tür kağıtlara, toplam kağıt ağırlığının % 50-% 60'ı oranında reçine emdirilmektedir. Kağıtların gramajları, 80-150 gr/m² arasında değişmektedir. Yongalevha yüzeyi için kaplama malzemesi olarak en çok alfa selüloz esaslı kağıtlar kullanılmaktadır [52].

1.8.2.4. Polivinil Klorür Esaslı Kağıtlar

Polivinil klorür reçinesi kullanılarak üretilmekte olup, açık veya koyu renkli olabilmekte ve dekoratif yüzey kaplaması olarak oldukça sık kullanılmaktadır. Bunlar, dekoratif görünümleri yanında aşağıdaki özelliklere sahiptirler [36].

- a. Su ve rutubet geçirmezler,
- b. Aşınmaya karşı yüksek direnç gösterirler,
- c. Kimyasal etkenlere karşı dirençleri yüksektir,
- d. Çizilmeye dayanıklıdırlar,
- e. Eskime ve ışığa karşı çok dayanıklıdırlar,
- f. 80 °C 'nin üzerindeki ısıya direnci az olup, sigara ateşi ile yanmaları mümkündür.

1.8.2.5. İnce Kağıtlar

Gramajları 23-30 gr/m² arasında değişen kağıtlardır. Kağıdın yapışma özelliğini arttırmak için üretim sırasında akrilik veya polyester reçinelerine daldırılırlar. Bu işlemten geçirildikten sonra yongalevha yüzeylerine üre formaldehid veya poliüretan tutkalları kullanılarak yapıştırılmaktadırlar. İnce kağıtlar, standart ve endüstriyel kağıtlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Endüstriyel kağıtlar daha yüksek oranda reçine içerirler ve yapışma dirençleri yüksektir [52].

1.8.2.6. Folyolar

Bu kağıtlar, alfa selüloz esaslı olup, gramajları 40-140 gr/m² arasında değişmekte ve melamin reçinesi ile emprenye edilmektedirler. Lekelenmeye karşı dayanıklı olup yongalevha yüzeyine uygun bir tutkal yardımıyla yapıştırılırlar [51].

1.8.2.7. Sıcak Transfer Filmleri

Kuru baskı filmleri olarak bilinen sıcak transfer filmleri, birkaç tabakadan oluşan plastik filmler içermektedirler. Bu malzemelerin yongalevha endüstrisinde geniş bir kullanım alanları yoktur [51].

1.8.2.8. Ahşap Kaplamalar

Yongalevha yüzeyinin kaplanmasında ahşap kaplama levhaları da kullanılır. Bunlar, yüksek kalitede mobilya üretiminde tercih edilirler. Üretim sırasında, yüzey kaplama materyali olarak kullanılan kaplama levhası ile yongalevha rutubetinin aynı olması

istenmektedir. En uygun rutubet % 6-7'dir. Kaplamalar levha yüzeyine sıcak presleme esnasında, üre formaldehid tutkalı kullanılarak yapıştırılmaktadır.

Ahşap kaplamaların yongalevha yüzeyine uygulanmasında kullanılan presleme şartları aşağıda verilmiştir:

Tutkal miktarı: 0.3 kg/m²

Pres sıcaklığı : 115-121 °C

Pres süresi : 2.5-3 dakika

Pres basıncı : 1.034-1.207 N/mm²

Ahşap kaplamalar, yongalevha yüzeylerine soğuk presler kullanılarak da yapıştırılabilirler. Bu durumda, polivinil asetat tutkalları kullanılmaktadır. Ahşap kaplamalar, yongalevhanın direnç özelliklerini iyileştirmektedir [51].

1.8.3. Lamine Levhaların Üretimi

Lamine levhaların üretimi başlıca üç aşamada gerçekleştirilmektedir.

- Dekoratif kağıtların hazırlanması
- Kağıtların reçine ile doyurulması
- Presleme

Dekoratif kağıtlar üzerine genellikle basımevlerinde, baskı teknikleri ile istenilen renk ve desende baskı işlemleri uygulanır. Uzun bantlar halindeki kağıtlar silindir biçiminde sarılır.

Kağıtlara daha önce belirtilen reçine sıvıları emdirilir. Bu maksatla, kağıtlardan daha geniş olan kaplar kullanılarak reçine sıvısının yeterince emdirilmesi sağlanır. Daha sonra kurutulan kağıtlar yeniden silindir biçiminde sarılır.

Reçine emdirilmiş ve kurutulmuş kağıtlar plaka veya levha boyutlarında kesilerek üst üste konulur. Dekor katmanı veya üst katman üzerine konulan metal pres levhası çok düzgün ve parlaktır. Mat veya gözenekli lamine levhaların üzerlerine konulacak pres saçının yüzü ise mat veya gözeneklidir. Metal pres levhasının lamine levha üst yüzeyinin parlaklık ve yapısal görünüşünün belirleyicisidir.

Pres sıcaklığı, basıncı ve süresinin belirlenmesinde, üretilen lamine levhasının kalınlığı ve kullanılan reçinenin kimyasal yapısı etkili olmaktadır [49].

1.8.4. Yongalevha Endüstrisinde Kullanılan Kenar Kaplama Malzemeleri

1.8.4.1. Ahşap Kaplama

Kesme kaplama levhalarının dilimlenmesi sonucu elde edilen bu kaplamalar ülkemizde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüzeyi ahşap kaplanmış yongalevhaların

kenar kaplamaları da buna uygun şekilde ahşap kaplamadan yapılmaktadır. Bu kaplamalar, parça veya rulo halindedir.

a. Kullanılacak yongalevhanın kalınlığına göre ahşap kenar kaplama malzemesi 12, 15, 25, 30 mm gibi istenilen genişlik ve uzunlukta parçalar halinde hazırlanır. Kenar kaplama makinalarına yerleştirilen bu parçalar otomatik olarak yongalevhaların kenarlarına uygulanır.

b. Muhtelif genişliklerde hazırlanan ahşap kaplama bandı rulo halinde sarılarak da kullanılabilir. Ahşap kaplama ile işlenen kenarların kaliteli bir görünüme sahip olması için kaplama makinalarında band zımpara ve fırçalama sistemleri bulunur [53].

1.8.4.2. Masif Çıta

Levha kalınlığına uygun olarak hazırlanan masif çıta malzemeler, makina tiplerine göre 6, 8, 12, 20 mm kalınlıklarda kenar kaplama malzemesi olarak kullanılır. Ahşap kaplamada olduğu gibi, temiz bir kenar elde etmek için masif çitanın da temiz olması gerekir [53].

1.8.4.3. Polivinil Klörür (PVC) Kenar Bantları

Avrupa'da kullanımı yaygınlaşan ve memleketimizde de gitgide dikkati çeken PVC kenar bantları 0.4 ile 3.5 mm kalınlıklarda ve rulolar halindedir.

Özellikle estetik görünümünün ön plana çıktığı mutfak, banyo ve büro mobilyalarında kullanılan PVC kenar bantları değişik renklerde olabildiği gibi, kalın tipleri çift renkli de olabilmektedir. Bunlarla, düz veya soft profiller kaplanabilmekte, kenar kaplama makinalarındaki "sıyırıcı" ve "fırçalama" sistemleri temiz bir görünüm elde edilmesini sağlamaktadır [53].

1.8.4.4. Lamine Levhalar

Sonsuz bir bant halinde elde edilen ve arka yüzeyleri ham veya tutkallı olan lamine levhalar da kenar kaplama malzemesi olarak kullanılabilir. Kurutma işleminden sonra, istenilirse lamine levhalara cilalama işlemide uygulanabilir [53].

1.8.5. Lamine Levhaların Kullanım Alanları

Tasarımda sonsuz seçenek sağlayan üstün nitelikli çağdaş bir malzeme olan lamine levhalar, ülkemizde gerek mimar ve tasarımcıların, gerekse bu ürünlerden yapılan

malzemelerin kullanıcılarının gittikçe artan ölçülerde ilgi ve beğenisini çeken bir konuma gelmektedir.

Özellikle, melamin emdirilmiş kağıtlar ve yüksek basınç laminatları ile üretilen ürünlerin günlük yaşamımızdaki kullanım alanları sayılmayacak kadar çoktur. Örneğin; ofis mobilyaları, masa, dolap, sehpa, radyatör önü ve üstü banka ve ofis dekorasyonları, mutfak tezgahları, mutfak ve banyo dolap kapakları, laboratuvar masa ve tezgahları, hastahane mobilya ve dekorasyonları, otel, pansiyon ve misafirhane mobilya ve dekorasyonları, satış reyonları tezgah ve rafları, kapılar, okul sıraları, lambri ve benzeri yüzey kaplamalar, tuvalet ve duş kabinleri, nakil vasıtalarının tavan ve duvar kaplamalarında kullanılabilirler [50].



2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri ile yongalevhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha kalınlığı ve melamin emdirilmiş kağıtlarla yongalevha yüzeylerinin kaplanması etkisi incelenmiştir.

Bu amaçla; Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketine ait Yongalevha Fabrikasında 18 ve 12 mm kalınlıklarda genel amaçlı yatık yongalı levhalar ile 18 ve 12 mm kalınlıklarda melamin kaplanmış yongalevhalar, 280x210 cm boyutlarında ve 0.70 gr/cm³ özgül ağırlıkta üretilmişlerdir.

Her levha tipinden TS 180'e uygun olarak 4'er adet deneme levhası alınarak tüm deneyler 16 adet levha üzerinden yürütülmüştür. Fabrika'dan alınan deneme levhaları hava sızdırmayacak şekilde paketlenenler sonra denemelerin yapıldığı laboratuvara nakledilmiştir.

Denemelerin yapılacağı standart boyutlardaki örneklerin seçiminde tesadüf metodu uygulanmıştır. Bu amaçla her deney için levhanın değişik yerlerinden 30 adet örnek kesilmiştir. Standartlarda belirtilen boyutlarda hazırlanan örnekler, numaralandırılmış ve TS 642 (1968)'e göre 18-22 °C sıcaklık ve % 60-70 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar iklimlendirme odasında bekletilmişlerdir [54].

2.1.1. Ağaç Malzeme ve Tutkal

Deneme levhalarının üretiminde fabrikanın üretim şartlarına bağlı kalınarak % 50 oranında Kayın, % 40 oranında Çam, % 10 oranında ise Kavak odunları ile tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakalarda % 9.5, orta tabakalarda ise % 8.5 oranında üretilen formaldehid tutkalı kullanılmıştır.

Bu amaçla üretici firmadan sağlanan tutkalın özelliği aşağıda verilmiştir.

Üretilen formaldehid tutkalı:

Katı madde oranı (%)	64-66
Yoğunluk (20 °C)	1.285 gr/cm ³
Viskozite (20 °C)	545 cps
pH (20 C)	7.5-8.5
Serbest formaldehid (%)	0.30 max.
Jelleşme zamanı (100 °C)	30-35 sn
Depolama zamanı (25 °C)	90 gün

2.1.2. Hidrofobik Madde

Deneme levhalarının üretiminde üretici firma tarafından sağlanan, katı madde oranı % 40, 20 °C sıcaklıktaki yoğunluğu 0.96 gr/cm³ ve pH'ı 7.5 olan beyaz renkli parafin emülsiyonu kullanılmıştır.

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

2.2.1. Kaba Yongalama

Odonlar kaba yongalama makinasına bant sistemi ile taşınmıştır. Bantın girişinden yapraklı ağaçlar verilirken, yan taraftan iğne yapraklı ağaç odunları bantın üzerine gönderilmiştir.

Kaba yongalama makinasının kullanma talimatına uygun olarak çapları 40 cm'den düşük olan odunlar yongalamaya alınmıştır. Daha büyük çaplı odunlar ise önce yarmaya gönderilmiş daha sonra yongalamaya alınmıştır.

Makina girişinde, üstte ve altta bulunan dişli rulolar odunları basınç yaparak sabitlemekte ve bıçaklara doğru bastırmaktadır. Kaba yongalama makinasında elde edilen yongalar önce kaba yonga silosuna, sonra ince yongalama işlemi için Pallman değirmenlerine taşınmıştır.

2.2.2. İnce Yongalama

Deneme levhalarının üretiminde ince yongalayıcı olarak Pallman değirmenleri kullanılmıştır.

Pallman girişinde, miknatis ve hava püskürten enjektörler yardımıyla metal parçacıklar, taş ve kum gibi yabancı maddeler uzaklaştırılmıştır.

Pallman içerisinde döner bir sepet ile bunun iç kısmında ve ters yönde dönen rotor bulunmaktadır. Sepetin üzerinde 49 adet kesici bıçak, rotorda ise 21 adet kör bıçak bulunmaktadır.

Kaba yongalar Pallman değirmenlerinde 0.8 mm kalınlığa kadar ufalanmışlardır. Yongalar, istenilen kalınlığa gelince, bıçaklar arasından aşağıya düşerek Pallmanların altındaki zincirli taşıyıcı ile kurutma silosuna taşınmıştır.

2.2.3. Kurutma

Yongalar kurutucuya gönderilerek, 125 °C sıcaklıkta % 2 rutubet derecesine kadar kurutulmuşlardır.

2.2.4. Eleme

Yongaların tasnif edilmesi için iki sistem kullanılmıştır. İlk işlem olarak yonga ve talaşlar sallantılı eleğe getirilmiş ve burada ilk eleme işlemi gerçekleştirilmiştir. 1 mm²'den büyük boyutlu yongalar pnömatik sisteme, boyutları 1-0.25 mm² arasındaki yongalar dış tabaka yonga silosuna, 0.25 mm²'den küçük olanlar ise yakıt olarak kullanılmak üzere kurutma bölümüne gönderilmiştir. Pnömatik sisteme gelen yongalar ağırlık esasına göre tasnif edilmişlerdir.

2.2.5. Dozaj ve Tutkallama

Dozajlama makinası içerisinde bulunan tırmıklar vasıtasıyla yongalar geriye doğru itilerek bant üzerinden geçen yonga miktarı teraziyle tartılmıştır. Dozajlama ve tutkallama işlemleri dış ve orta tabaka yongaları için ayrı ayrı yapılmıştır.

Dozajlamadan gelen yongalar tutkallama makinasına verilerek tutkal çözeltisi 6 adet enjektör vasıtasıyla makina içerisinde dönen yongalara püskürtülmüştür.

Tutkal çözeltisi olarak; tam kuru yongaya oranla dış tabaka yongaları için % 9.5, orta tabaka yongaları için ise % 8.5 oranında üre formaldehid, katı tutkala oranla orta tabakada % 2.5 oranında amonyum klorür ve katı tutkala oranla dış tabakada % 5 oranında parafin kullanılmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi 4 tip levha üretilmiştir.

Tablo 1. Deneme levhaları tipleri.

Levha Tipi	Kalınlık (mm)	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)
Normal Yongalevha	18	0.70
Melaminli Yongalevha	18	0.70
Normal Yongalevha	12	0.70
Melaminli Yongalevha	12	0.70

2.2.6. Serme

Tutkallanan yongalar taslak istasyonuna getirilerek serme işlemi gerçekleştirilmiştir. Taslak bandının ilerlemesi sırasında serbest düşmeye bırakılan yongalara hava püskürtülerek orta ve dış tabaka yongaları serilmiştir.

2.2.7. Presleme

Levha taslakları, 2210 x 11375 mm boyutlarındaki tek katlı hidrolik sıcak preste preslenmişlerdir. 18 mm kalınlığındaki levhalar için pres süresi 145 saniye, pres basıncı 34.5

kg/cm², pres sıcaklığı 200 °C, 12 mm kalınlığındaki levhalar için ise pres süresi 130 saniye, pres basıncı 34.5 kg/cm² ve pres sıcaklığı 200 °C tutulmuştur.

2.2.8. Pres Sonrası İşlemler

Presten çıkan levhalar yıldız soğutucuya taşınmıştır. Bu kısma yerleştirilen levhalar burada bir tur attıktan sonra ebatlamaya gönderilmiştir. Burada daire testere makinaları yardımıyla istenilen boyutlara ayrılmışlardır. Ebatlama sonrası elde edilen artıklar yaş yonga silosuna gönderilmiştir.

Ebatlama ünitesinden çıkan yongalevhalar forkliftlerle zımpara makinasına taşınmıştır. Deneme levhalarının zımparalanmasında, 40, 60 ve 80 nolu zımparalar kullanılmıştır. Zımparalama makinasından geçirilen yongalevhalar, 1. Kalite, 2. Kalite ve ıskarta mal olarak sınıflandırılmıştır. Tasnif edilen levhalar forkliftler kullanılarak istif edilmiştir. Daha sonra, zımparalama işleminde 1. Kalite diye sınıflandırılan yongalevhaların bir kısmı forkliftlerle melamin kaplama ünitesine taşınmıştır.

2.2.9. Yongalevha Yüzeylerinin Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplanması

Deneme levhalarında yüzey kaplama malzemesi olarak kullanılan alfa selüloz esaslı kağıtlar, fabrikanın emprenye bölümünde emprenye edilmişlerdir.

Bu amaçla, kağıtlar, içerisinde melamin reçinesi bulunan havuzdan sonsuz bantlar halinde geçirilmiş ve yine sonsuz bantlar halinde I ve II nolu fırınlarda kurutulmuştur. I nolu fırında uygulanan sıcaklık 120-130 °C, II nolu fırında uygulanan sıcaklık ise 140-160 °C'dir. Fırınlardan % 5-6 rutu-bette çıkan lamineler istenen boyutlarda kesilerek istiflenmiştir.

Yongalevhalar, ayarlanabilir emiş gücüne sahip vakum yardımı ile toz ve yabancı maddelerden arındırıldıktan sonra üst ve alt yüzeylerine melamin kağıdı serilerek presleme ünitesine gönderilmişlerdir. Yongalevhaların lamine emdirilmiş kağıtla kaplanmasında; pres sıcaklığı 205-207 °C, pres basıncı 21 kg/cm² ve pres süresi 35 sn olarak tutulmuştur.

Presten çıkan melaminli yongalevhalar, kendi kendilerine soğumaya bırakılmışlardır. Soğuyan levha kenarlarından dışarıya taşan melaminler temizlenmiş ve daha sonra levhalar fabrikanın kalite kontrol bölümünde sınıflandırılmışlardır.

2.3. Araştırma Yöntemi

Deneme levhalarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler, lamine kağıdın kalitesine yönelik testler ve formaldehit ayrışmasına ilişkin yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

2.3.1. Fiziksel Özellikler

2.3.1.1. Özgül Ağırlık

Bu çalışmada, özgül ağırlık olarak yaygın olarak kullanılan hava kurusu özgül ağırlık değerleri esas alınmıştır.

Özgül ağırlığın saptanması için ayrı örnek hazırlanmamış, eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, eğilmede elastikiyet modülü için hazırlanan örneklerden yararlanılmıştır. Klimatize edilen örneklerin ağırlıkları gr, boyutları mm olarak ± 0.01 duyarlıkla ölçülmüştür.

2.3.1.2. Rutubet Miktarı

Herbir levha grubu için BS 1811 standardına uyularak 50x50 mm boyutlarında hazırlanan örnekler klima odasında ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar bekletildikten sonra ağırlıkları ± 0.01 gr duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiş ve 101-105 °C sıcaklıkta tam kuru hale ulaşmaya kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları saptanmıştır (Şekil 1).

Örneklerin rutubet miktarları;

$$r = ((m1-mo)/mo) \times 100 \text{ eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır (1).}$$

Burada;

$m1$ = Klimatize edilmiş haldeki ağırlıklar gr

mo = Tam kuru haldeki ağırlıklar gr

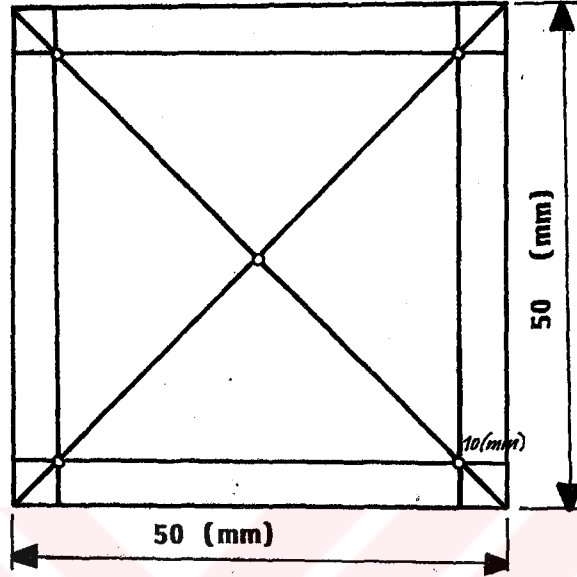
2.3.1.3. Su Alma

2 ve 24 saatte su alma miktarlarının belirlenmesinde 25x25 mm boyutlarında ve levha kalınlığında kesilen klimatize edilmiş örnekler kullanılmıştır.

Her deney parçasının ağırlığı ± 0.01 gr duyarlıkla tartılmış ve deney parçaları 19-21 °C sıcaklıktaki temiz suya 2 ve 24 saatlik süreyle su yüzeyinden 25 mm daha altta olmak üzere batırılmıştır. Bunun için deney parçaları birbirine ve kaba değmeyecek şekilde üst taraftan bir ağırlıkla bastırılarak 2 ve 24 saat sonra sudan dışarı alınıp ve bir bez ile fazla suyu alınarak bu durumdaki ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre su alma miktarı: suda bekletilen örnek ağırlığı m_y , klimatize edilmiş durumdaki ağırlık m_1 olmak üzere ;

Su alma oranı (%) = $((m_y - m_1) / m_1) \times 100$, eşitliğinden hesaplanmıştır (2).

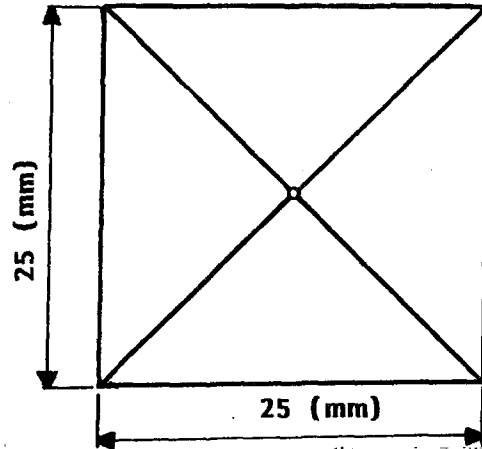
2 ve 24 saatte su alma değerlerinin belirlenmesi ASTM-D 1037 standardında belirlenen esaslara uyularak gerçekleştirilmiştir [55].



Şekil 1. Özgül ağırlık ve rutubet miktarı deney örnekleri ve ölçüm noktaları.

2.3.1.4. Kalınlık Artımı (Şişme)

2 ve 24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artımlarının belirlenmesi için, su alma deneylerinde kullanılan örnekler, ASTM-D 1037 'de belirtilen esaslara göre, kalınlıkları tam orta noktasından ± 0.01 mm duyarlıkla ölçülmüş ve 20 ± 1 °C sıcaklıktaki temiz suda 2 ve 24 saatlik süre ile su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur [55]. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile alınmış, ve ilk ölçülen noktadan kalınlıklar tekrar ölçülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Su alma ve kalınlık artımı deney örnekleri ve ölçüm noktaları.

Suda bekletilen örneklerin kalınlığı ey, klimatize edilmiş örnek kalınlığı ek olmak üzere:

$$\text{Kalınlık artımı (\%)} = ((ey-ek)/ ek) \times 100, \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır (3).}$$

2.3.2. Mekanik Özellikler

Yongalevhaların, kullanım yerlerinde mekanik zorlamalara karşı yeterli dirence sahip olmaları gerekir. Kullanım yerlerinde genellikle eğilme direnci önem kazanır. Ayrıca levhalarda normal koşullarda yapışma direncini belirlemek için yüzeye dik çekme direnci deneylerinin yapılması gerekir.

Bu sebeple deneme levhaları üzerinde; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve vida tutma gücü deneyleri yapılmıştır.

2.3.2.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi ASTM-D 1037, BS 5669, DIN 52362 ve TS 180 nolu standartlara uygun olarak yapılmıştır [55], [56], [57], [1].

Örnek boyutları 250x50xlevha kalınlığı (mm) olarak alınmıştır. Klimatize işlemleri tamamlandıktan sonra boyutlar birer, kalınlıkları ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde iki noktadan ölçülerek ortalaması alınmıştır (Şekil 3).

Deneme makinasında yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 1-2 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dak. hızla çalıştırılmıştır.

Eğilme direncinin hesaplanmasında ;

$$\sigma_e = (3 \times F \times L) / (2 \times b \times d^2) \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır (4).}$$

Burada;

$$\sigma_e = \text{Eğilme direnci N/mm}^2$$

$$F = \text{Kırılma anındaki max kuvvet N}$$

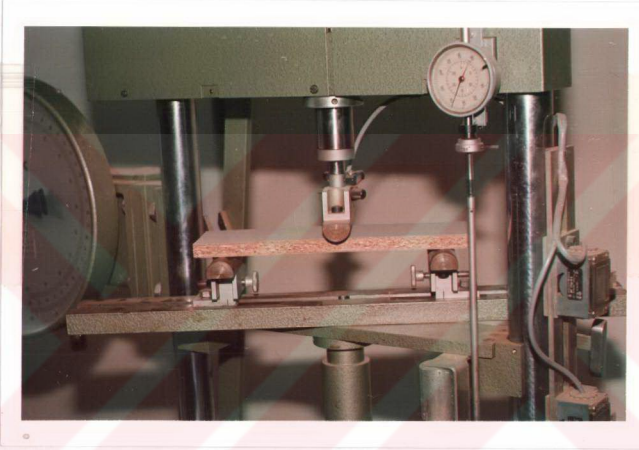
$$L = \text{Dayanak noktaları arasındaki açıklık mm}$$

$$d = \text{Örnek kalınlığı mm}$$

$$b = \text{Örnek genişliği mm}$$

2.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü deneyi BS 5669 standardına uygun olarak yapılmıştır [56]. Örnek boyutları 18 mm kalınlıktaki numuneler için 70x300xlevha kalınlığı mm, 12 mm kalınlığındaki numuneler için ise 70x250xlevha kalınlığı mm alınmıştır.



Şekil 3. Eğilme direnci deney düzeneği.

Klimatize edilmiş örneklerin eğilme miktarı ölçülmüş ve kuvvet deformasyon eğrisi çizildikten sonra elastik deformasyon bölgesi içinde kalan kısımdan yararlanılarak eğilmede elastikiyet modülü aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$E = (FxL^3)/(4x\Delta e bxd^3) \text{ N/mm}^2$$

Burada;

- E= Eğilmedeki elastikiyet modülü N/mm²
- L= Dayanak noktaları arasındaki açıklık mm
- b= Örnek genişliği mm
- d= Örnek kalınlığı mm
- Δe = Eğilme miktarı mm
- F= Deformasyonu sağlayan kuvvet N

2.3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci deneyi DIN 52365 ve DIN 68765'de verilen esaslara göre yapılmıştır [58], [59]. Her levha grubundan 50x50xlevha kalınlığı mm boyutlarında örnek hazırlanmıştır. Örnekler klimatize edildikten sonra boyutları 0.01 mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillerde kayın takozlar yapıştırılmıştır. Bu amaçla genel amaçlı yatık yongalevha örnekleri için polivinil asetat tutkalı, melamin kaplanmış yongalevhalar için ise polimerin tutkalı kullanılmıştır. Klima odasında üç hafta bekletilen örnekler Universal deneme makinasında denenmiştir.

Yüzeye dik çekme direncinin hesaplanmasında;

$Q_{cd} = F_{max} / A$ N/mm² eşitliğinden yararlanılmıştır (6).

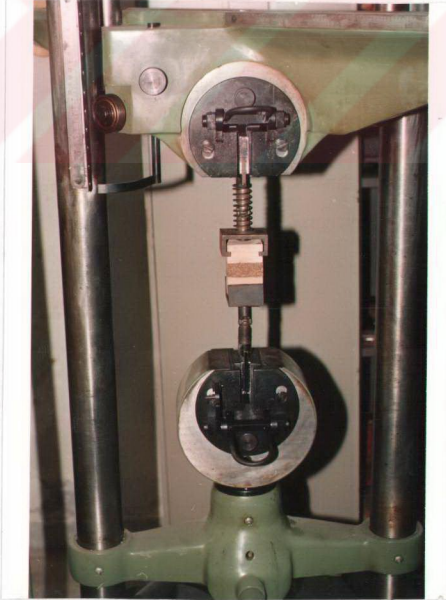
Burada:

Q_{cd} = Yüzeye dik çekme direnci N/mm²

F_{max} = Kırılma anındaki max kuvvet N

A = Deney parçasının enine kesit alanı mm²

Şekil 4'de yüzeye dik çekme direnci deney düzeneği görülmektedir.



Şekil 4. Yüzeye dik çekme direnci deney düzeneği.

2.3.2.4. Vida Tutma Gücü

Deneme levhalarının vida tutma gücünün belirlenmesinde BS 1811 (1969) ve B.S. 2604 (1970) standartlarından yararlanılmıştır [2], [60].

Örnek boyutları 75x75xlevha kalınlığı mm olarak alınmıştır. Örneklerin denemelere hazırlanması için her örneğin birer yüzü ve birer kenarına köşegenler çizilerek orta noktaları belirlenmiştir.

Bunu takiben çizilen köşegenlerin kesişme noktasına matkapla 1.6 mm çapında, 6 mm derinliğinde 2 delik açılarak buraya BS 1210 standardında öngörülen ve özellikleri 6 numara ile belirtilmiş bulunan iki adet vida yüzeylere tamamen dik gelecek şekilde 18 mm kalınlıktaki levhalarda 13 mm derinliğe kadar, 12 mm kalınlıktaki levhalarda ise yaklaşık 12 mm derinliğe kadar vidalanmıştır. Çıkma anında makina göstergesinden okunan kuvvet kp olarak doğrudan kaydedilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Vida tutma gücü deney düzeneği.

2.3.3. Lamine Kalitesine Yönelik Deneyler

2.3.3.1. Sigara Ateşine Dayanıklılık

Melaminli yongalevhaların sigara ateşine dayanıklılığı TS 1770 (1974)'e uygun olarak belirlenmiştir [61]. Levha gruplarından 100x100 mm boyutlarında 4 adet deney örneği kesilmiştir. Örnekler ve deneyde kullanılacak sigaralar 24 saat süreyle klimatize odasında bekletilmişlerdir. Deney numuneleri, kaplanmış yüzeyleri yukarıya gelecek şekilde ve yatay halde, yongalevha üzerine sıkıştırma düzeni ile karşılıklı iki kenarından tespit edilmiştir. Sigaralar 10 mm kadar içilerek, bu halde her örnek üzerine boylu boyuna bir sigara konulmuş ve sigaranın 20 mm'lik kısmı tamamen yanuncaya kadar örnekler iklim odasında bırakılmışlardır.

Yanan kısmın bıraktığı iz, % 30 saflıkta etil alkolle batırılmış bir bezle silindikten sonra kaybolup kaybolmadığı ve çıplak bir gözle bakıldığında farkedilebilir herhangi bir değişiklik (Örneğin; çatlaklar veya hava kabarcıkları gibi) olup olmadığı gözlenmiştir.

2.3.3.2. Lekelenmeye Karşı Dayanıklılık

Levha gruplarından 700x140 mm boyutunda birer adet deney örneği kesilmiştir. Örneklerin kaplanmış yüzleri kir ve lekelerden temizlendikten sonra 70x 70 mm'lik alanlar oluşturacak şekilde üzerleri mumlu kalemle çizilmiştir. Deneyler, aseton, alkol, süt, çay, kahve ve benzen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu maddeler 70x70 mm olarak çizilmiş alanların ortasına konularak 16 gün süreyle bekletilmiştir. Bu süre sonunda su ve piyasada satılan temizleme maddeleriyle leke ve işaretlerin giderilip giderilmediğine bakılmıştır [61].

2.3.4. Deneme Levhalarından Ayrışan Formaldehid Miktarının Saptanması

Odun levhalarından ayrışan formaldehid miktarının belirlenmesi için bir çok metot geliştirilmiş ve bunların bazıları çeşitli ülke standartlarında yer almıştır. Bu amaçla kullanılan metotlar şunlardır:

- a. Perferatör metodu
- b. WKI şişe metodu
- c. Desikatör metodu
- d. Gaz analizi metodu
- e. Asetil-aseton metodu
- f. Kabin metodu
- g. Deney odası metodu

2.3.4.1. WKI Şişe Metodu

Bu metoda göre yongalevhlerden 25x25xlevha kalınlığı mm boyutlarındaki örnekler; üretimden bir gün, bir hafta, bir ay ve üç ay sonra kesilmiş ve deney yapılanaya kadar hava sızdırmayacak şekilde ambalajlanmıştır. Deney düzeni Şekil 6'da gösterilmiştir. Yaklaşık 17 gr ağırlığında 2-3 parça deney örneği içinde 50 ml destile su bulunan 500 ml'lik polietilen şişenin kapağına lastik bantlarla içten asılmıştır. Kapağı hava sızdırmayacak şekilde kapatılan şişeler 40 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra kurutma dolabından çıkarılan şişeler 1 saat süreyle buzdolabında bekletilmişlerdir. 500 ml'lik şişede bulunan 50 ml formaldehit içeren çözeltiden pipetle 10 ml alınarak 300 ml'lik erlenmayere konulmuştur. Hemen arkasından 25 ml 0.01 N iyot çözeltisi ve 10 ml 1 N sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilmiştir. Üzeri kapatılan erlenmayer 15 dakika süreyle karanlık bir yerde bekletildikten sonra 10 ml 1 M sülfirik asit ilave edilmiştir. Fazla iyot 0.01 N tiosülfat çözeltisiyle ve aynı zamanda nişasta çözeltisi indikatör olarak kullanılarak beyaz bir renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir.

Daha sonra aynı işlemler tekrarlanarak kör bir deneme yapılmıştır. Her levha tipi için 3'er deney yapılmıştır [26].



Şekil 6. WKI şişe metodu deney düzeneği.

Formaldehid ayrışması aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak belirlenmiştir.

WKI Değeri= $(0.15 \times 100 \times 5 \times (b-a) \times (100+u)) / (E_u \times 100) = (\text{mg CH}_2\text{O} / 100 \text{gr tam kuru levha})$ (7)

Burada;

b= Kör denemede kullanılan 0.01 N'lik tiosülfat çözeltisi miktarı ml

a= Denemede kullanılan 0.01 N tiosülfat çözeltisi ml

u= Dene örneklerinin rutubeti

E_u = Örneklerin deney öncesi rutubetli ağırlıkları

2.3.4.2. Perferatör Metodu

Perferatör metodunun esası, toluol içerisinde kaynatılan levha örneklerinden ayrılan formaldehidin destile suya geçmesini sağlamaktır. Çözeltideki formaldehid miktarı iyodometrik yöntemle saptanarak levha ağırlığına oranlanmaktadır.

Bu metoda göre önce yongalevhadan 25x25xlevha kalınlığı mm boyutlarında örnekler hazırlanır ve deney yapılana kadar hava sızdırmayacak bir şekilde ambalajlanır.

Dene parçaları yaklaşık 110 gr ağırlık 0.01 gr duyarlılıkla tartularak cihazın cam balonu içine konulmuş ve 600 ml toluol ilave edilmiştir. Daha sonra yuvarlak imbik perferatöre bağlanmıştır. Perferatöre yaklaşık 1000 ml destile su ilave edildikten sonra soğutucu ve gaz absorpsiyonu cihazı birbirine bağlanmıştır. 150 ml su erlenmayer içerisine konularak ısıtma işlemine başlanılmıştır. Yaklaşık iki saat sonra ısıtıcı kapatılmıştır. Perferatörün içerisindeki su, 20°C'ye kadar soğutulduktan sonra çıkış musluğundan 2000 ml'lik balon jojeye aktılmıştır. Daha sonra balon joje içerisindeki çözelti destile su ile 2000 ml'ye tamamlanmıştır. Dene, örnekler konulmadan toluol ile aynı cihazda tekrarlanmıştır (kör deneme).

2000 ml'lik balon jojede bulunan çözeltiden 100 ml alınarak erlenmayere konulmuştur. Üzerine 25 ml 0.01 N iyot çözeltisi ve 10 ml 1 N sodyum hidroksit çözeltisi ilâve edilmiştir. Üzeri kapatılan erlenmayer 15 dakika süreyle karanlık bir yerde bekletilmiştir. Bundan sonra 10 ml 1 M sülfirik asit ilave edilmiştir. Fazla iyot 0.01 N tiosülfat çözeltisiyle ve nişasta çözeltisi indikatör olarak kullanılarak titre edilmiştir (Şekil 7).

Perferatör değeri aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak saptanmıştır [26];

Perferatör değeri = $(0.003 \times (b-a) \times (100+u)) / (E_u)$ (8)

Burada;

b= Kör deneme için sarfedilen 0.01 N'lik tiosülfat çözeltisi ml

a= Sarfedilen 0.01 N'lik tiosülfat çözeltisi ml

E_u = Dene parçalarının denemeden önceki ağırlığı gr

u= Denemede kullanılan örneklerin rutubeti %



Şekil 7. Perferatör metodu deney düzeneği.

2.4. İSTATİSTİK YÖNTEMLER

Bu çalışmada 2 farklı kalınlık ve 2 farklı üretim yöntemi ile üretilen yongalevhaların su alma, kalınlık artımı, özgül ağırlık, rutubet, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, levha yüzeyine ve kenarına dik vida tutma gücü, sigara ateşine dayanıklılık, lekelenmeye dayanıklılık ve formaldehid emisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için, 2 kalınlık ve 2 üretim yöntemi etkisinde oluşan 2×2 , uzun süreli su alma ve kalınlık artımı için 2 bekleme süresi dikkate alınarak $2 \times 2 \times 2$, formaldehid ayrışması için 4 farklı depolama süresi dikkate alınarak $2 \times 2 \times 4$ faktöriyel terkinbine göre çoğul varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizleri sonucunda, örnek kalınlığı ve üretim yöntemleri arasındaki etkinin anlamlı bulunması halinde bu farklılığın hangi şartın etkisinden kaynaklandığını belirlemek için DUNCAN-testi kullanılmıştır [62].

3. BULGULAR

Melamin emdirilmiş kağıtlar ile kaplanarak veya kaplanmadan üretilen yongalevhaların özgül ağırlıkları, rutubet miktarları, su alma ve kalınlık artımı miktarları, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, vida tutma gücü değerleri ile deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarları tablolar halinde verilmiştir.

Ayrıca, levha türü ve levha kalınlığının fiziksel ve mekanik özellikler ile deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarına etkisi şekillerle gösterilmiştir.

3.1. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular

3.1.1. Özgül Ağırlık

Üretim sırasında levhaların öngörülen özgül ağırlıklarının 0.700 g/cm^3 olması olmakla birlikte üretim hattında meydana gelen ve önlenemeyen aksaklıklar nedeniyle özgül ağırlıklar öngörülen değerlerden sapmaktadır. Bundan dolayı deneme levhalarının hava kurusu özgül ağırlıkları belirlenerek gerçek değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Gerçekleşen havakurusu özgül ağırlık değerleri.

Levha Tipi	x	x	S	V	n
Normal (18mm)	20656	0.688	18.89	19.21	30
Melaminli (18mm)	21217	0.707	11.97	12.17	30
Normal (12mm)	21381	0.712	9.86	10.03	30
Melaminli (12mm)	22547	0.751	11.97	12.17	30
Açıklama	$\sum x = x$ 'lerin Toplamı	\bar{x} =Aritmetik Ortalama (g/cm^3)	S = Standart Sapma	V=Varyans Katsayısı (%)	n=Örnek Sayısı

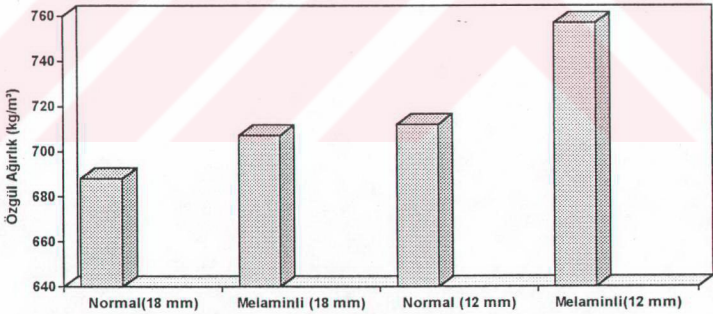
Levha türü ve kalınlığının özgül ağırlığa etkisini incelemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve buna ait değerler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Levha türü ve kalınlığının özgül ağırlık üzerine etkisine ait çoğul varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Türünün Etkisi	0.248	1	0.248	129.720	***
Levha Kalınlığının Etkisi	0.351	1	0.351	183.683	***
İnteraksiyon A*B	0.003	1	0.003	15.920	***
Hata	0.222	116	1.915		
Genel	0.853				

Buna göre; tüm faktörlerin karşılıklı etkileri, F-Hesap değerleri F-Tablo değerlerinden büyük olduğu için istatistiksel anlamda %1 yanılma payı ile önemli bulunmuştur. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testleri sonucundan, levha türü ve levha kalınlığının % 1 yanılma olasılığı için özgül ağırlığı önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır.

Şekil 8'de levha türü ve levha kalınlığının özgül ağırlık üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 8. Levha türü ve kalınlığının özgül ağırlık üzerine etkisi.

3.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının denge rutubeti miktarları Tablo 4'de verilmiştir. Levha türü ve kalınlığının denge rutubeti miktarına etkisi yapılan çoğul varyans analizi sonucu belirlenmiş ve Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Deneme levhalarının denge rutubeti değerleri.

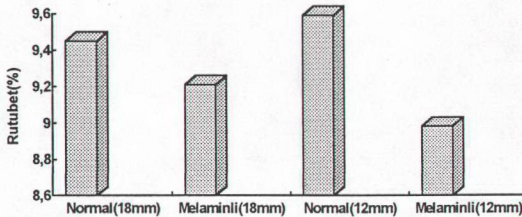
Levha Tipi	Σx	x %	S %	V %	n
Normal (18mm)	283.58	9.45	0.153	0.156	30
Melaminli (18mm)	276.34	9.21	0.110	0.112	30
Normal (12mm)	287.85	9.59	0.578	0.588	30
Melaminli (12mm)	269.65	8.98	0.156	0.159	30

Tablo 5. Levha türü ve kalınlığının denge rutubeti miktarı üzerine etkisine ait varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Türünün Etkisi	4.271	1	4.271	41.654	***
Levha Kalınlığının Etkisi	0.0001	1	0.0001	.002	Ö.D
İnteraksiyon A*B	1.523	1	1.523	14.851	**
Hata	11.897	116	.102		
Genel	17.692	119			

Buna göre; levha türü ve levha kalınlığının denge rutubet miktarı üzerine etkisi, F-Hesap >F-Tablo olduğundan % 1 yanılma olasılığı için istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testi sonucunda denge rutubet miktarı üzerine levha kalınlığının belirgin bir etkisi bulunmamış, levha türünün etkisi ise % 1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Şekil 9'da levha türü ve kalınlığının denge rutubeti miktarına olan etkisi gösterilmiştir.



Şekil 9. Levha türü ve kalınlığının denge rutubeti miktarına etkisi.

3.1.3. Su Alma ve Kalınlık Artımı

Deneme levhalarının su alma ve kalınlık artımı değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Deneme levhalarının su alma ve kalınlık artımı değerleri.

Levha Tipi	Bekletme Süresi	Σx	x %	S %	V %	n
Normal (18 mm)	Su Alma(2 saat)	1411.24	47.04	3.772	3.836	30
	Su Alma(24 saat)	2038.01	67.93	3.135	3.188	30
	Kalınlık Artımı (2saat)	262.03	8.73	0.700	0.710	30
	Kalınlık Artımı (24 saat)	472.11	15.73	1.040	1.060	30
Melamin (18mm)	Su alma (2 saat)	1811.90	43.73	1.564	1.591	30
	Su alma (24 saat)	1900.60	63.35	1.501	1.526	30
	Kalınlık Artımı (2 saat)	202.71	6.75	0.414	0.421	30
	Kalınlık Artımı (24 saat)	347.44	11.58	0.449	0.457	30
Normal (12 mm)	Su alma (2 saat)	1181.56	39.38	2.640	2.686	30
	Su alma (24 saat)	1860.92	62.03	1.112	1.832	30
	Kalınlık Artımı (2 saat)	238.59	7.95	0.441	0.448	30
	Kalınlık Artımı (24 saat)	465.29	15.50	0.447	0.455	30
Melamin (12 mm)	Su alma (2 saat)	1032.94	34.43	2.455	2.497	30
	Su Alma (24 saat)	1649.42	54.98	1.611	1.638	30
	Kalınlık Artımı (2 saat)	174.21	5.87	0.350	0.417	30
	Kalınlık Artımı (24 saat)	361.21	12.04	0.356	0.415	30

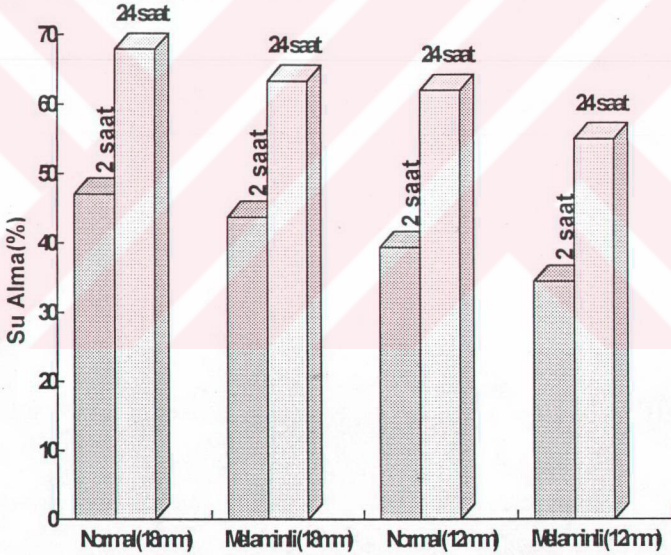
Deneme levhalarının su alma özellikleri üzerine levha türü, suda bekleme süresi ve levha kalınlığının etkisi çoğul varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Deneme levhalarında levha türü, suda bekleme süresi ve levha kalınlığının su alma özelliklerine etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Türünün Etkisi	1465.698	1	1465.698	236.414	***
Bekletme Süresinin Etkisi	26314.880	1	26314.880	4244.529	***
Levha Kalınlığının Etkisi	3629.215	1	3629.215	585.384	***
İnteraksiyon A*B	44.358	1	44.358	7.155	**
İnteraksiyon A*C	67.989	1	67.989	10.967	**
İnteraksiyon B*C	25.350	1	25.350	4.089	*
İnteraksiyon A*B*C	2.238	1	2.238	.361	Ö.D
Hata	1438.334	232	6.199		
Genel	32988.064	239			

Buna göre; tüm faktörlerin karşılıklı etkileri, F-Hesap değerleri > F-Tablo olduğundan % 1 yanılma olasılığı için önemlidir. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testine göre, su alma miktarı üzerine levha kalınlığı, suda bekleme süresi ve levha türünün etkileri % 1 yanılma payı ile belirgin çıkmıştır.

Bunlara göre; tüm faktörlerin karşılıklı etkileri, F-Hesap değerleri>F-Tablo olduğundan % 1 yanılma olasılığı için önemlidir. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testi sonucuna göre, kalınlık artımı değerleri üzerine levha kalınlığı, suda bekleme süresi ve levha türünün etkisi % 1 yanılma payı ile belirgin çıkmıştır.

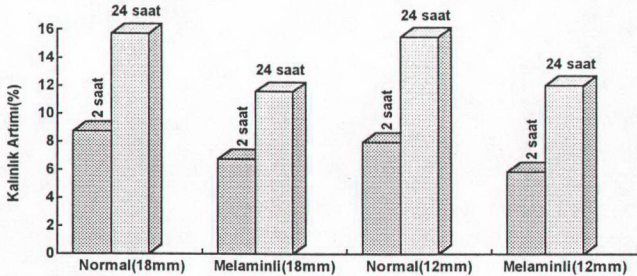


Şekil 10. Levha türü, levha kalınlığı ve suda bekleme süresinin su alma özellikleri üzerine etkisi.

Tablo 8. Deneme levhalarında levha türü, suda bekletme süresi ve levha kalınlığının kalınlık artımı özellikleri üzerine etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Türünün Etkisi	514.742	1	514.742	1483.850	***
Bekletme Süresinin Etkisi	2454.273	1	2454.273	7074.941	***
Levha Kalınlığının Etkisi	8.052	1	8.052	23.212	***
İnteraksiyon A*B	46.887	1	46.887	135.162	***
İnteraksiyon A*C	1.142	1	1.142	3.294	Ö.D
İnteraksiyon B*C	13.978	1	13.978	40.295	***
İnteraksiyon A*B*C	2.537	1	2.537	7.316	**
Hata	80.480	232	.346		
Genel	3122.093	239			

Şekil 10'da levha türü, levha kalınlığı ve suda bekletme süresinin su alma özellikleri üzerine etkisi gösterilmiştir. Deneme levhalarının kalınlık artımı özellikleri üzerine levha türü, suda bekletme süresi ve levha kalınlığının etkili olup olmadığı yapılan çoğul varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 8). Şekil 11'de levha kalınlığı, levha türü ve suda bekletme süresinin kalınlık artımı özellikleri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 11. Levha türü, levha kalınlığı ve suda bekletme süresinin kalınlık artımı özellikleri üzerine etkisi.

Deneme levhalarının fiziksel özelliklerine ait DUNCAN-testi sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Deneme levhalarının fiziksel özelliklerine ait DUNCAN-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Rutubet(%)
2 (Melaminli Yongalevhalar)	60	9.099 (a)
1 (Normal Yongalevhalar)	60	9.477 (b)
3 (18 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	60	9.287 (c)
4 (12mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	60	9.289 (c)
Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Özgül Ağırlık(gr/cm ³)
1 (Melaminli Yongalevhalar)	60	0.700 (d)
2 (Normal Yongalevhalar)	60	0.729 (e)
3 (18mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	60	0.697 (f)
4 (12 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	60	0.732 (g)
Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Su Alma(%)
2 (Melaminli Yongalevhalar)	120	49.120 (h)
1 (Normal Yongalevhalar)	120	54.064 (i)
3 (2 Saat Suda Bekletme)	120	41.122 (i)
4 (24 Saat Suda Bekletme)	120	62.064 (j)
6 (12mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	120	47.704 (k)
5 (18 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	120	55.481 (l)
Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Kalınlık Artımı(%)
2 (Melaminli Yongalevhalar)	120	9.054 (m)
1 (Normal Yongalevhalar)	120	11.983 (n)
3 (2 Saat Suda Bekletme)	120	7.321 (o)
4 (24 Saat Suda Bekletme)	120	13.716 (ö)
6 (12 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	120	10.335 (p)
5 (18 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	120	10.702 (r)

3.2. Mekanik Özelliklere Ait Bulgular

3.2.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait eğilme direnci değerleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Deneme levhalarına ait eğilme direnci değerleri.

Levha Türü	Σx	X N/mm ²	S	V %	n
Normal (18mm)	548.923	18.29	1.605	1.628	30
Melaminli (18mm)	598.819	19.96	1.198	1.218	30
Normal (12mm)	547.977	18.26	1.205	1.225	30
Melaminli (12mm)	665.750	22.19	0.718	0.730	30

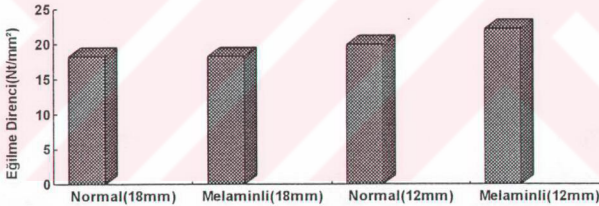
Deneme levhalarının eğilme direnci değerlerine levha kalınlığı ve levha türünün etkisi yapılan çoğul varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 11).

Buna göre; tüm faktörlerin karşılıklı etkileri, F-Hesap değerleri F-Tablo olduğundan % 1 yanılma olasılığı için önemli bulunmuştur. Bunun takiben yapılan DUNCAN-testi sonucuna göre, eğilme direnci değerleri üzerine levha kalınlığı etkisinin önemli olmadığı, levha türünün ise % 1 yanılma payı ile önemli etki yaptığı söylenebilir.

Tablo 11. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine levha kalınlığı ve türünün etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Kalınlığının Etkisi	38.5616	1	38.5616	25.537	***
Levha Türünün Etkisi	228.6080	1	228.6080	151.394	***
İnteraksiyon A*B	36.1209	1	36.1209	23.921	***
Hata	175.1624	116	1.5100		
Genel	478.4531	119			

Levha türü ve levha kalınlığının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. Levha türü ve kalınlığının eğilme direnci üzerine etkisi.

3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarının elastikiyet modülüne ait değerler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri.

Levha Türü	x	x N/mm²	S	V %	n
Normal (18mm)	730015.91	24333.86	2212.88	2250.70	30
Melaminli (18mm)	870294.05	29009.80	2043.67	2078.60	30
Normal (12mm)	945572.98	18185.760	746.22	758.98	30
Melaminli (12mm)	672590.97	22419.699	785.84	799.27	30

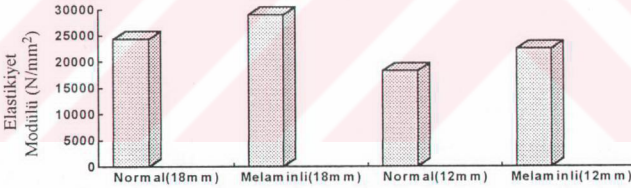
Deneme levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine levha kalınlığı ve levha türünün etkisi yapılan çoğul varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 13).

Tablo 13. Deneme levhalarının elastikiyet modülü değerleri üzerine levha kalınlığı ve türünün etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Kalınlığının Etkisi	1.2048	1	1.2048	459.003	***
Levha Türünün Etkisi	6.0447	1	6.0447	230.285	***
İnteraksiyon A*B	1813094.6	1	1813094.6	.691	Ö.D
Hata	3.0449	116	2624892.1		
Genel	2.1156	119			

Bunlara göre; tüm faktörlerin karşılıklı etkileri, F-Hesap değerleri > F-tablo olduğundan % 1 yanılma payı ile önemlidir. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testi sonucuna göre, elastikiyet modülü değerleri üzerine levha kalınlığı ve türünün etkisi % 1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır.

Şekil 13'de levha türü ve kalınlığının elastikiyet modülü üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 13. Levha türü ve kalınlığının elastikiyet modülüne etkisi.

3.2.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarının yüze dik çekme direnci değerleri Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. Deneme levhalarının yüze dik çekme direnci değerleri.

Levha Türü	Σx	\bar{x} N/mm ²	S	V (%)	n
Normal (18mm)	14.76	0.492	0.0411	0.0418	30
Melaminli (18mm)	14.93	0.497	0.0200	0.0210	30
Normal (12mm)	18.82	0.627	0.0550	0.0560	30
Melaminli (12mm)	21.26	0.708	0.0240	0.0240	30

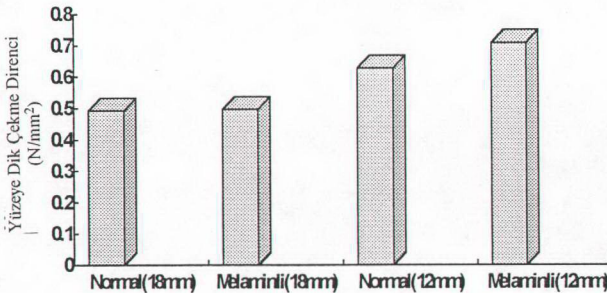
Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine levha türü ve kalınlığının etkisi yapılan çoğul varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 15).

Tablo 15. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine levha kalınlığı ve türünün etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Kalınlığının Etkisi	0.8971	1	.8971	600.109	***
Levha Türünün Etkisi	0.0567	1	.0567	37.971	***
İnteraksiyon A*B	0.0429	1	.0429	28.722	***
Hata	0.1734	116	.0014		
Genel	1.1703	119			

Bunlara göre; tüm faktörlerle bunların karşılıklı etkileri, F-Hesap değerleri>F-Tablo olduğundan % 1 yanılma payı ile anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testi sonuçlarına göre, yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine levha kalınlığı ve levha türünün etkisi % 1 yanılma payı ile anlamlıdır.

Şekil 14'de levha türü ve kalınlığının yüzeye dik yöndeki çekme direnci üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 14. Levha türü ve kalınlığının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.

3.2.4. Vida Tutma Gücü

Deneme levhalarının vida tutma gücü değerleri Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Deneme levhalarının vida tutma gücü değerleri.

Levha Tipi	Uygulama Şekli	Σx	\bar{x} Kgf	S	V %	n
Normal (18 mm)	Yüzeye Dik	2013	66.96	8.94	9.09	30
	Kenara Dik	1285	42.83	5.67	5.77	30
Melaminli (18 mm)	Yüzeye Dik	2246	74.86	4.94	5.02	30
	Kenara Dik	1354	45.13	2.64	2.68	30
Normal (12 mm)	Yüzeye Dik	1736	57.86	8.24	8.38	30
	Kenara Dik	1152	38.40	5.87	5.98	30
Melaminli (12 mm)	Yüzeye Dik	2221	74.03	9.18	9.34	30
	Kenara Dik	1352	44.66	3.96	4.03	30

Deneme levhalarının yüzeye dik vida tutma gücü değerleri üzerine levha kalınlığı ve türünün etkisi yapılan çoğul varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. Deneme levhalarının yüzeye dik vida tutma gücü özellikleri üzerine levha türü ve kalınlığının etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Kalınlığının Etkisi	760.033	1	760.033	11.443	***
Levha Türünün Etkisi	4296.033	1	4296.033	64.681	***
İnteraksiyon A*B	529.200	1	529.200	7.968	**
Hata	7704.600	116	66.418		
Genel	13289.867	119			

Bunlara göre; tüm faktörler ve bunların karşılıklı etkileri, F-Hesap değerleri>F-Tablo olduğundan % 1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testi sonuna göre, yüzeye dik vida tutma gücü değerleri üzerine levha türü ve kalınlığının etkisi % 1 yanılma payı ile belirgin bulunmuştur.

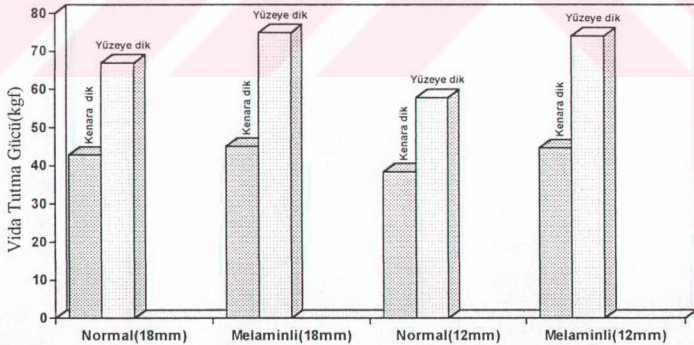
Deneme levhalarının kenara dik vida tutma gücü değerleri üzerine levha türü ve kalınlığının etkisi Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Deneme levhalarının kenara dik vida tutma gücü değerleri üzerine levha türü ve kalınlığının etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Kalınlığının Etkisi	151.875	1	151.875	6.562	**
Levha Türünün Etkisi	603.008	1	603.008	26.055	***
İnteraksiyon	143.008	1	143.008	6.179	*
A*B					
Hata	2684.700	116	23.143		
Genel	3582.591	119			

Bunlara göre; tüm faktörler, F-Hesap değerleri > F-Tablo olduğundan % 1 yanılma olasılığı için istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testine göre, kenara dik vida tutma gücü değerleri üzerine levha türü ve kalınlığının etkisi % 1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Levha türü ve kalınlığının vida tutma gücü üzerine etkisi Şekil 15'de gösterilmiştir.



Şekil 15. Levha türü ve kalınlığının vida tutma gücüne etkisi.

Deneme levhalarının mekanik özelliklerine ait DUNCAN-testi sonuçları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Deneme levhalarının mekanik özelliklerine ait DUNCAN-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Eğilme Direnci (N/mm ²)
1 (18 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	19.129 (a)
2 (12 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	20.262 (a)
3 (Normal Yongalevhalar)	60	18.315 (b)
4 (Melaminli Yongalevhalar)	60	21.076 (c)
Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
2 (12 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	20307.183 (d)
1 (18 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	26644.462 (e)
3 (Normal Yongalevhalar)	60	21231.437 (f)
4 (Melaminli Yongalevhalar)	60	25720.208 (g)
Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
1 (18 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	.495 (h)
2 (12 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	.668 (i)
3 (Normal Yongalevhalar)	60	.559 (i)
4 (Melaminli Yongalevhalar)	60	.603 (j)
Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Yüzeye Dik Vida Tutma Gücü (kgf)
2 (12 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	65.950 (k)
1 (18 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	70.983 (l)
3 (Normal Yongalevhalar)	60	62.483 (m)
4 (Melaminli Yongalevhalar)	60	74.450 (n)
Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Kenara Dik Vida Tutma Gücü (kgf)
2 (12 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	41.733 (o)
1 (18 mm Kalınlığında Yongalevhalar)	60	43.983 (ö)
3 (Normal Yongalevhalar)	60	40.616 (p)
4 (Melaminli Yongalevhalar)	60	45.100 (r)

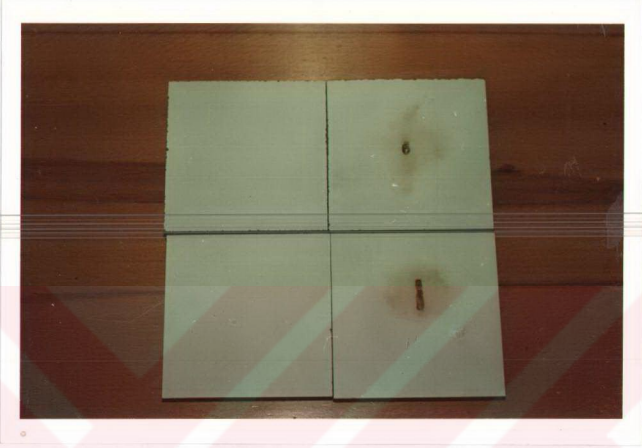
3.3. Yüzeye Kalitesine Yönelik Deneylere Ait Bulgular

3.3.1. Sigara Ateşine Karşı Dayanıklılığa Ait Bulgular

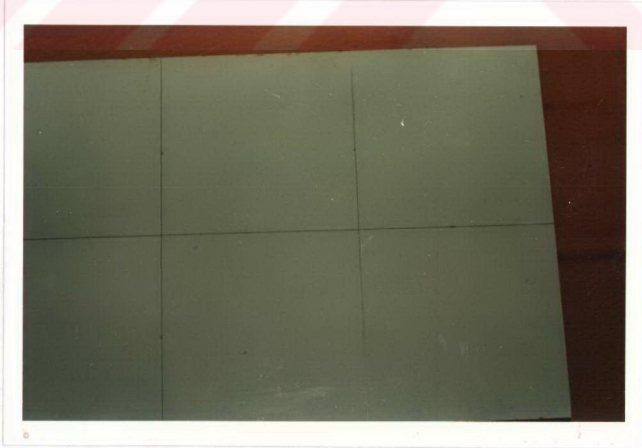
Sigara ateşine dayanıklılık deneyine tabi tutulan deney örnekleri Şekil 16'da gösterilmiştir. Deneme levhalarının sigara ateşine karşı dayanıklı olmadıkları belirlenmiştir.

3.3.2. Lekelenmeye Karşı Dayanıklılığa Ait Bulgular

Deneme levhalarının aseton, alkol, süt, çay, kahve ve benzen lekelerine karşı dayanıklı olduğu saptanmıştır. Şekil 17'de lekelenmeye karşı dayanıklılık deneyinde kullanılan örnekler gösterilmiştir.



Şekil 16. Sigara ateşine tabi tutulan deney örnekleri.



Şekil 17. Lekelenmeye karşı dayanıklılık tayininde kullanılan deney örneği.

3.4. Formaldehid Ayrışmasına Ait Bulgular

3.4.1. WKI Şişe Metodu

Deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarına ait bulgular Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20. Deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarları (WKI Şişe Metodu).

Levha Türü	Depolama Süresi	Σx	x mg CH ₂ O	S	V	n
Normal (18 mm)	1 gün	151.34	50.44	0.91	1.11	3
	1 Hafta	144.54	48.18	0.71	0.88	3
	1 Ay	127.18	42.39	0.96	1.18	3
	3 Ay	112.74	37.68	0.70	0.86	3
Melaminli (18 mm)	1 Gün	133.90	44.63	1.04	1.27	3
	1Hafta	128.71	42.90	1.28	1.57	3
	1 Ay	117.84	39.28	1.79	2.20	3
	3 Ay	104.65	34.88	1.61	1.97	3
Normal (12 mm)	1 Gün	158.88	52.96	0.58	0.71	3
	1 Hafta	146.19	48.73	0.74	0.90	3
	1 Ay	127.51	42.50	0.18	0.22	3
	3 Ay	114.84	39.28	0.04	0.05	3
Melaminli (12mm)	1 Gün	125.71	41.90	0.44	0.55	3
	1 Hafta	123.57	41.19	0.53	0.66	3
	1 Ay	103.24	34.41	0.47	0.57	3
	3 Ay	87.61	29.20	0.84	1.03	3

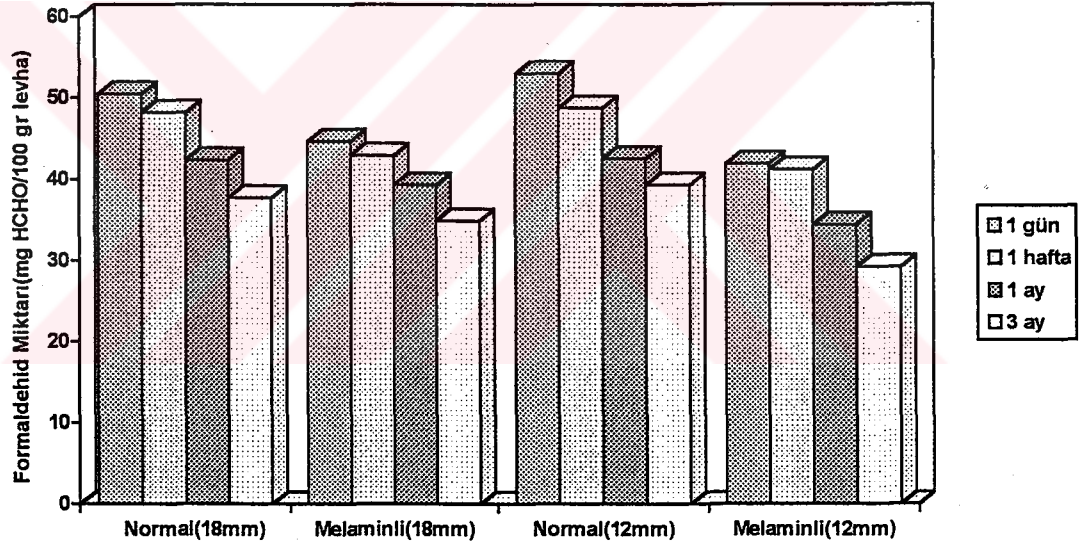
Deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha kalınlığı, depolama süresi ve levha türünün etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 21'de verilmiştir.

Bunlara göre; tüm faktörler, F-Hesap değerleri > F-Tablo olduğundan % 1 yanılma olasılığı için istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testine göre, deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarları üzerine levha kalınlığının etkisi önemsiz çıkmış, levha türü ve depolama süresinin etkileri ise % 1 yanılma payı ile önemli çıkmıştır.

Şekil 18'de WKI şişe metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkileri gösterilmiştir.

Tablo 21. WKI şişe metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Kalınlığının Etkisi	23.126	1	23.126	18.009	***
Depolama Süresinin Etkisi	1143.282	3	381.094	296.752	***
Levha Türünün Etkisi	520.017	1	520.017	404.929	***
İnteraksiyon A*B	13.453	3	4.484	3.492	*
İnteraksiyon A*C	66.688	1	66.688	51.930	***
İnteraksiyon B*C	14.704	3	4.901	3.817	*
İnteraksiyon A*B*C	6.845	3	2.281	1.777	Ö.D
Hata	41.094	32	1.284		
Genel	1829.215	47			



Şekil 18. WKI şişe metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisi.

3.4.2. Perferatör Metodu

Perferatör metodu sonuçlarına göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarları Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarları (Perferatör Metodu).

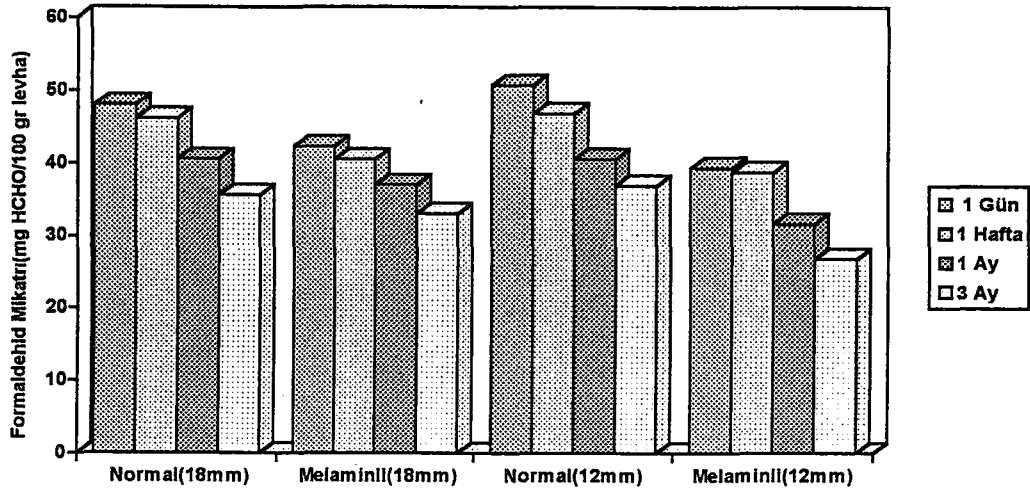
Levha Türü	Depolama Süresi	Σx	x mg CH ₂ O	S	V (%)	n
Normal (18mm)	1 Gün	144.040	48.014	0.380	1.047	3
	1 Hafta	138.474	46.158	0.513	0.628	3
	1 Ay	121.460	40.489	1.010	1.241	3
	3 Ay	106.606	35.535	0.617	0.756	3
Melaminli (18mm)	1 Gün	126.860	42.289	0.684	0.837	3
	1 Hafta	121.366	40.455	0.898	1.100	3
	1 Ay	110.870	36.956	1.312	1.607	3
	3 Ay	98.796	32.932	1.793	2.196	3
Normal (12mm)	1 Gün	152.284	50.761	0.111	0.136	3
	1 Hafta	140.548	46.849	0.734	0.899	3
	1 Ay	121.545	40.515	0.477	0.585	3
	3 Ay	110.526	36.842	0.415	0.509	3
Melaminli(12mm)	1 Gün	112.930	39.312	1.579	1.934	3
	1 Hafta	116.080	38.695	0.966	1.183	3
	1 Ay	94.650	31.551	0.666	0.815	3
	3 Ay	80.331	26.777	1.080	1.320	3

Deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha kalınlığı, depolama süresi ve levha türünün etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 23'de verilmiştir. Bunlara göre; tüm faktörlerin karşılıklı etkileri F-Hesap değerleri > F-Tablo olduğundan % 1 yanılma olasılığı için önemli bulunmuştur. Bunu takiben yapılan DUNCAN-testi sonuçlarına göre, deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha kalınlığının etkisi önemsiz, levha türü ve depolama süresinin etkilerinin ise % 1 yanılma payı ile önemli çıkmıştır.

Tablo 23. Perferatör metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Levha Kalınlığının Etkisi	32.632	1	32.632	24.788	***
Depolama Süresinin Etkisi	1029.679	3	343.226	260.723	***
Levha Türünün Etkisi	627.730	1	627.730	476.839	***
İnteraksiyon A*B	10.255	3	3.418	2.597	Ö.D
İnteraksiyon A*C	96.915	1	96.915	73.619	***
İnteraksiyon B*C	19.961	3	6.653	5.054	**
İnteraksiyon A*B*C	12.441	3	4.147	3.150	*
Hata	42.126	32	1.316		
Genel	1871.740	47			

Şekil 19'da perferatör metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 19. Perferatör metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarına levha türü, levha kalınlığı ve depolama süresinin etkisi.

WKI şişe metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarlarına ait DUNCAN-testi sonuçları Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. WKI şişe metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarlarına ait DUNCAN-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Formaldehid Miktarı
4 (12 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	24	41.150 (a)
3 (18 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	24	42.538 (a)
8 (3 Aylık Depolama)	12	34.988 (b)
7 (1 Aylık Depolama)	12	39.649 (c)
6 (1 Haftalık Depolama)	12	45.252 (d)
5 (1 Günlük Depolama)	12	47.487 (e)
2 (Melaminli Yongalevhalar)	24	38.553 (f)
1 (Normal Yongalevhalar)	24	45.135 (g)

Perferatör metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarlarına ait DUNCAN-testi sonuçları Tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 25. Perferatör metoduna göre deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarlarına ait DUNCAN-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Örnek Sayısı	Formaldehid Miktarı
4 (12 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	24	38.704 (a)
3 (18 mm Kalınlığındaki Yongalevhalar)	24	40.353 (a)
8 (3 Aylık Depolama)	12	33.021 (b)
7 (1 Aylık Depolama)	12	37.377 (c)
6 (1 Haftalık Depolama)	12	43.039 (d)
5 (1 Günlük Depolama)	12	44.677 (e)
2 (Melaminli Yongalevhalar)	24	35.912 (f)
1 (Normal Yongalevhalar)	24	43.145 (g)

4. İRDELEME

Yapılan laboratuvar deneyleri ve bu deneylerden elde edilen değerlerin istatistiksel analizleri sonucunda; levha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması ve levha kalınlığının azalması ile, özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir artış kaydedilmiştir. Levha kalınlığı ve levha türü özgül ağırlık değerlerini etkilemektedir. Levha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu özgül ağırlık değerlerinde % 4'lük bir artış, levha kalınlığı azaldıkça aynı değerlerde %5'lik bir artış kaydedilmiştir. İnce levhaların özgül ağırlıkları kalın levhalardan fazladır. Bu farklılık, ince levhaların sıkıştırma faktörünün büyük olmasından kaynaklanabilir. Kaplanmış levhaların özgül ağırlıklarındaki artışta ise, kaplama malzemesinin ve kaplama yapıştırırken uygulanan presin etkisi olabilir.

Diğer taraftan, levha kalınlığının denge rutubeti miktarını etkilemediği, melaminli kağıtlar ile yongalevha yüzeylerinin kaplanmasının ise denge rutubeti miktarını azalttığı belirlenmiştir. Yongalevha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu denge rutubeti miktarlarında % 4'lük bir azalma kaydedilmiştir. Melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanmış yongalevhaların rutubeti normal yongalevhalarından azdır. Bu farklılık, yongalevha yüzeylerinin melaminli kağıtlar ile kaplanması sırasında uygulanan 205 °C gibi yüksek pres sıcaklığından kaynaklanabilir.

Levha kalınlığı azaldıkça ve yongalevha yüzeylerinin melaminli kağıtlar ile kaplanması sonucu, su alma ve kalınlık artımı oranları azalmıştır. Bu azalma; melaminli yongalevhaların sadece levha kenarlarından su almasından kaynaklanmış olabilir. İnce levhaların su alma ve kalınlık artımı oranlarının kalın levhalara göre daha düşük olmasının sebebi ise, levha kalınlığı azaldıkça özgül ağırlık değerlerinin artması ile açıklanabilir [3]. Levha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması ile su alma miktarlarında % 9'luk bir azalma, suda bekletme süresi uzadıkça % 50'lik, levha kalınlığı artıkça ise % 16'lık bir artış kaydedilmiştir. Levha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu kalınlık artımı oranlarında % 24'lük bir azalma, suda bekletme süresi uzadıkça % 87'lik bir artış ve levha kalınlığı azaldıkça % 3'lük bir azalma belirlenmiştir.

Elde edilen değerlerin istatistik analizleri sonucunda; levha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu, eğilme direnci değerlerinde % 16 oranında bir artış kaydedilmiştir. Bu artışın yongalevha yüzeylerinin melaminli kağıtlar ile kaplanması sonucu özgül ağırlık değerlerinin artmış olmasından ve kaplama malzemesinin olumlu etkisinden kaynaklanabilir. Levha kalınlığının eğilme direnci üzerinde belirgin bir etki yapmadığı saptanmıştır.

Levha kalınlığı arttıkça ve yongalevha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlar ile kaplanması sonucu, elastikiyet modülü değerlerinde belirgin bir artış saptanmıştır.

Levha kalınlığı arttıkça elastikiyet modülü % 31 oranında, yüzeylerin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu ise % 21 oranında bir artmıştır. Levha kalınlığı arttıkça elastikiyet modülü değerlerinin arttığı bildirilmektedir. Çalışmada kalın levhaların elastikiyet modülü değerleri ince levhalara oranla daha yüksek bulunmuştur. Yongalevha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu özgül ağırlık değerlerinin artması elastikiyet modülü değerlerinin yükselmesine neden olabilir [17]. Diğer bir etken olarak yüzey kaplama malzemesinin katkısı sayılabilir.

Levha kalınlığı azaldıkça ve yongalevha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlar ile kaplanması sonucu, yüzeye dik çekme direnci değerlerinde artış olmuştur. Bu durum, özgül ağırlığın ince ve melamin kaplanmış yongalevhelerde daha yüksek değerlere sahip olmasından kaynaklanabilir. Levha kalınlığı azaldıkça yüzeye dik çekme direnci değerlerinde % 3.5 oranında, yüzeylerin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucunda ise % 8 oranında bir artış kaydedilmiştir.

Yüzeye ve kenara dik vida tutma gücünü levha kalınlığı ve levha türünün belirgin bir şekilde etkilediği saptanmıştır. Levha kalınlığı arttıkça yüzeye dik vida tutma gücünün % 8, kenara dik vida tutma gücünün ise %5 oranında artış gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, yüzeylerin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu; yüzeye dik vida tutma gücünde %19, kenara dik vida tutma gücünde ise % 11 oranında bir artış kaydedilmiştir. Kalın levhaların daha yüksek vida tutma gücüne sahip olması; 18 mm kalınlığındaki yongalevhaların üretiminde, fabrikanın üretim koşullarına bağlı kalınarak, orta tabaka oranının yüksek tutulmasından kaynaklanabilir. Özgül ağırlık arttıkça vida tutma gücü artmaktadır [3]. Yongalevha yüzeylerinin melaminli kağıtlarla kaplanması sonucu özgül ağırlığın artması vida tutma gücünü olumlu yönde etkilemektedir.

Yüzey kalitesine yönelik deneyler sonucu; melamin kaplı yongalevhaların sigara ateşine karşı dayanıklı olmadıkları, lekelenmeye karşı ise dayanıklı oldukları belirlenmiştir. Lamine kaplı yongalevhaların yüzey kalitesini; lamine türü, lamine kalınlığı ve lamine levhaların empenyesinde kullanılan reçine türü etkilemektedir.

Levha kalınlığının deneme levhalarından ayrılan formaldehid miktarı üzerine belirgin bir etki yapmadığı, levha türü ve depolama süresinin ise levhalardan ayrılan formaldehid miktarını belirgin bir şekilde etkilediği belirlenmiştir. WKI şişe metodu sonuçlarına göre; levha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu formaldehid emisyonlarında % 14, üç aylık bir depolama sonunda ise % 27 oranında bir azalma kaydedilmiştir.

Aynı şekilde, perferatör metodunda da levha kalınlığının formaldehid ayrışmasını etkilemediği, levha türü ve depolama süresinin ise deneme levhalarından ayrılan formaldehid üzerine belirgin bir etki yaptığı belirlenmiştir. Levha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla

kaplanması sonucu formaldehid emisyonunda % 16, üç aylık bir depolama sonunda ise % 26 oranında bir azalma kaydedilmiştir.

Yongalevha yüzeylerinin melaminli kağıtlarla kaplanması sonucu formaldehid miktarlarındaki azalma iki şekilde açıklanabilir. Birincisi, levha yüzeylerinin melaminli kağıtlar ile kaplanması sırasında uygulanan ikinci bir preslemedir. İkincisi, melamin kaplı yongalevhelerde formaldehid ayrışmasının sadece levha kenarlarından gerçekleşmesidir.

Depolama süresi uzadıkça yongalevhelerden ayrılan formaldehid miktarı azalmaktadır. Bu azalmanın sebebi, yongalevhelerin depolandığı yerdeki ortam şartlarına bağlı olarak presleme işleminden sonra formaldehid ayrışmasının kısmen de olsa devam etmesi olabilir.



5. SONUÇLAR

1. Yapılan denemeler sonucu; 12 mm kalınlığındaki melaminli yongalevhelerde en yüksek, 18 mm kalınlığındaki normal yongalevhelerde ise en düşük özgül ağırlık değerleri belirlenmiştir.

2. Deneme levhalarının içerdiği rutubet miktarları genel amaçlar için kullanım yerlerinde bulunması gereken denge rutubeti miktarına uygundur.

3. En düşük su alma ve kalınlık artırma oranları 12 mm kalınlığındaki melaminli yonga levhalarda bulunmuştur. Melaminli yongalevhelerin özellikle mutfak ve banyo mobilyası olarak kullanımı, melamin kaplanmamış yongalevhelere göre daha avantajlıdır.

4. Yongalevha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması sonucu; eğilme direnci yükselmiş, en yüksek eğilme direnci değerine 12 mm kalınlığındaki melaminli yonga levhalarda ulaşılmıştır.

5. Eğilmeye elastikiyet modülü değerleri 18 mm kalınlığındaki melaminli yongalevhelerde en yüksek, 12 mm kalınlığındaki normal yongalevhelerde ise en düşüktür.

6. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değerini 12 mm kalınlığındaki melaminli yongalevheler en düşük değeri ise 18 mm kalınlığındaki normal yongalevheler vermiştir.

7. En yüksek vida tutma gücü değerine 18 mm kalınlığındaki melaminli yongalevhelerde, en düşük değere ise 12 mm kalınlığındaki normal yongalevhelerde ulaşılmıştır. Tüm levha gruplarında, yüzeye dik yöndeki vida tutma gücü, kenara dik yöndeki vida tutma gücünden yüksek bulunmuştur.

8. Melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanmış yongalevhelerin sigara ateşine karşı dayanıksız, lekelenmeye karşı ise dayanıklı oldukları belirlenmiştir.

9. Deneme levhalarından ayrılan en düşük formaldehid emisyonu 12 mm kalınlığındaki melaminli yongalevhelerde belirlenmiştir. Depolama süresi dikkate alındığında ise 3 aylık bir depolama sonucu, en düşük oranda formaldehid ayrışmasının meydana geldiği saptanmıştır.

Tüm levha gruplarından ayrılan formaldehid emisyonu E3 sınıfındadır ve bu levhaların özellikle iç mekanlarda kullanılması sakıncalıdır.

6. ÖNERİLER

1. Özgül ağırlık yongalevhanın fiziksel, mekanik ve işleme özelliklerini etkilemektedir. Özgül ağırlığın artması ile uzun süreli suda bekletme sonucu şişme oranı hariç diğer bütün fiziksel ve mekanik özellikler yükselmekte ve levhanın işlenmesi zorlaşmaktadır.

2. Yongalevhaların rutubeti belli sınırlar içinde bulunmalıdır. Çünkü, masif ağaç malzemede olduğu gibi yongalevhada rutubetten etkilenmekte ve boyutlarında daralma ve genişleme olmaktadır. Bu nedenle, yongalevhanın içerdiği rutubet miktarı kullanım yerindeki denge rutubet miktarına uygun olmalıdır.

3. Yongalevhadaki kalınlık artımı oranı masif ağaç malzemeye ve kontrplağa göre daha fazladır. Bu yüzden dış hava şartlarına maruz kalan yerlerde kullanılması sakıncalıdır. Yongalevhalarda şişme oranını azaltmak için tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0.5-1 oranında parafin kullanılmalıdır. Kalın yongalar kalınlık artımı oranını artırmaktadır. Bu yüzden yonga kalınlıklarını makul seviyeye indirmek gerekir. Tutkal miktarının artırılması da kalınlık artımı oranını azaltmaktadır. Fakat tutkal miktarının gereğinden fazla artırılması ekonomik yönden uygun değildir. Bunların dışında, kullanılan tutkal çözeltisine paraformaldehid, polietilen glikol veya hidrojen peroksit gibi maddelerin belirli oranlarda eklenmesinin de kalınlık artımı oranına azaltıcı etki yaptığı bildirilmektedir.

4. Levhaların çeşitli kullanım yerlerinde eğilmeye karşı yeterli dirence sahip olması istenmektedir. Eğilme direncinin artırılması için, levha özgül ağırlığının artırılması gerekir. Ancak, özgül ağırlığın arttırılmasında aşağıdaki hususların dikkate alınması istenir.

a. Orta ve yüzey tabakalarında kullanılan yonga boyutlarının normal sınırlar içerisinde bulunması.

b. Orta tabakada kullanılan kaba yonga ile yüzey tabakalarında kullanılan ince yonga oranlarının uygun ölçüde ayarlanması.

c. Tutkal miktarının artırılması.

d. Levha yüzeylerinin lamine levhalarla kaplanması.

5. Yongalevhanın elastikiyet modülü masif ağaç malzemeye göre oldukça düşüktür. Bu bakımdan kullanılan tutkal miktarının artırılması ve levha yüzeylerinin yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanması önerilebilir.

6. Yüzeye dik çekme direnci kalite kontrolü bakımından önemli olup, yongalar arasındaki yapışmanın sağlamlığı bu direnç değerine bağlıdır. Levha özgül ağırlığının arttırılması, levha yüzeylerinin melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanması ve üre formaldehid tutkalına paraformaldehid eklenmesi yüzeye dik çekme direncini olumlu yönde etkilemektedir.

7. Bağlantı elemanlarındaki gelişmelerle birlikte vida ile birleştirme önemini yitirmektedir. Fakat, marangozlukta, prefabrik konutlarda, yapı elemanlarında ve panellerde yongalevhaların

çivi ve vida ile tutturulması halen yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Levha yüzeylerinin lamine levhalarla kaplanması, levha özgül ağırlığının ve yonga kalınlığının makul seviyeye kadar artırılması vida tutma gücüne olumlu yönde etki yapmaktadır.

8. Yongalevha üretiminde kullanılan yüzey kaplama materyallerinin sigara ateşi ve lekelenmeye karşı olan dayanıklılıkları, lamine levha üretiminde kullanılan reçine türü ve miktarı ile kullanılan lamine kağıtlarının kalınlıklarına bağlıdır. Sigara ateşine karşı dayanıklılığın artırılması için; lamine levhaların emprenyesinde kullanılan reçine miktarının artırılması ve daha kalın lamine levhaların yüzey kaplama malzemesi olarak kullanılması önerilebilir. Ayrıca; lamine levhaların emprenyesinde kullanılan reçine içerisine yanmayı önleyici katkı maddelerinin karıştırılmasında etkileyici bir önlem olabilir.

9. Yongalevhalarından ayrılan formaldehid miktarını; ağaç türü, reçinelerdeki formaldehid oranı, sertleştirici türü, presleme şartları, tutkal türü ve miktarı etkilemektedir.

Odon levhalarından ayrılan formaldehidi azaltmak için aşağıdaki hususların dikkate alınması önerilebilir;

- a. Reçinelerdeki formaldehid oranının azaltılması.
- b. Levha yüzeylerinin ve kenarlarının lamine levhalarla kaplanması.
- c. Pres süresinin uzatılması.
- d. Yongaların formaldehid tutucularla muamele edilmesi.
- e. Levhaların depolama süresinin uzun tutulması.

10. Melamin emdirilmiş kağıtlar ile kaplanmış yongalevhaların özgül ağırlık, rutubet, su alma ve kalınlık artımı, elastikiyet modülü ve vida tutma gücü hakkında bilgiler eksiktir. Bu nedenle, çeşitli lamine türleri kullanılarak kaplanan yongalevhaların teknolojik özellikleri hakkında bir standart geliştirilmesi önerilebilir.

7. KAYNAKLAR

1. TS 180, Yongalevhaları (Yatık Yongalı - Genel Amaçlar İçin), Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, 1978.
2. BS 1811, Methods of Test for Wood Chipboards and Other Particle Boards, British Standards Institution, London, 1969.
3. Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3311/372, İstanbul, 1985.
4. Kalaycıoğlu, H., Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1991.
5. TS 3482, Yongalevhaları (Dik Yongalı), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
6. Göker, Y., Kantay, R. ve Kurtoğlu, A., Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3243/367, İstanbul, 1984.
7. Özen, R., Waferboard-Etiket Yongalı Levha Üretimi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 5, 1 (1982), 135-150.
8. Sellers, T., Mc Sween, J.R. ve Nearn, W.T., Gluing of Eastern Hardwoods SO-71, United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Louisiana, 1988.
9. Çehreli, H.T., Yönderilmiş Yongalı Levhaların (Oriented Structural Board) Üretimi, Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 4, 1 (1981), 98-120.
10. Bozkurt, A.Y., Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, 32, 2 (1982), 30-34.
11. TS 4616, Yongalevhaları-Kalıp Preste Biçimlendirilmiş ve Kaplanmış Elemanlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1988.
12. TS 3462, Yongalevhaları (Yatık Yongalı - Ahşap Kaplama Levhası ile Kaplanmış), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
13. Myers, E.G., Effects of Post Manufacture Board Treatments on Formaldehyde Emission, A Literature Review, Forest Products Journal, 36, 6 (1986), 41-51.

14. Grigoriou, A., Vergleichende Untersuchungen an Mittelharten Faserplatten (MDF) und Spanplatten, Holz als Roh-und Werkstoff, 41, 5 (1983), 183-186.
15. Gümüşkaya, İ., Dünya'da ve Türkiye'de Yongalevha Tüketim Yerleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 5, 2 (1982), 257-268.
16. TS 1351, Lif-Yonga Odunu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1973.
17. Özen, R., Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon, 1980.
18. Maloney, T.M., Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing, Miller Freeman Publications, Inc., San Francisco, 1977.
19. Karacalıoğlu, T., Ormangülü (Rhododendron sp.) Odunlarının Bazı Özellikleri ile Bu Odunların Yongalevha Yapımında Kullanılma Olanaklarının Laboratuvar Koşullarında Araştırılması, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:60, Ankara, 1974.
20. Malları, V.C., Kawai, S., Hara, S., Sakuno, T., Furukowa, I. ve Kishimoto, J., The Manufacturing of Particleboard II, Board Qualities of Sugi and Niseakashia, Mokuzai Gakkaishi, 35, 1 (1989), 1-7.
21. Kamdem, D.P., The Durability of Phenolic-Bonded Particleboards Made of Decay Resistant, Black Lotust and Nondurable Aspen, Forest Products Journal, 44, 2 (1994), 65-68.
22. Deppe, H.J. ve Ernst, K., Taschenbuch der Spanplattentechnik, 2. überarbeitete und weiterte Auflage, Stuttgart, 1981.
23. Kalaycıoğlu, H., Yongalevha Üretiminde Yeni Bir Hammadde: Çay Fabrikası Atıkları, Orman Ürünleri Ahşap Araştırma Teknoloji Tasarım ve Dekorasyon Dergisi, 7, 2 (1993), 54-56.
24. Örs, Y., Kama Dişli Birleştirmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler, Yardımcı Ders Kitabı, K.T.Ü. Orman Fak.Yay. No:112/11, K.Ü. Basımevi, Trabzon, 1987.
25. Huş, S., Ağaç Malzeme Tutkalları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2337/242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1977.
26. Çehreli, H.T. ve Kalaycıoğlu, H., Yongalevha ve Diğer Malzemelerden Formaldehid Ayrışması ve Formaldehid Miktarının Saptanması, Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Eylül 1985, Trabzon, Bildiri Metinleri, 169-186.
27. Özen, R., Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yongalevha (Waferboard) Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilme Olanakları, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 1981.

28. Laval, G., Colles et Collages dans L'industrie du bois, Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (CTBA), Paris, 1968.
29. Roffael, E. ve Schneider, A., Versuche zur Verringerung der Dickenquellung von Spanplatten bei der Wasserlagerung und in feuchter Luft, Holz als Roh-und Werkstoff, 41, 6 (1983), 221-226.
30. Maku, T. ve Sasaki, H., Effect of Paraffin Emulsion on the Hygroscopic, Swelling and Mechanical Properties of Chipboard, J. Jap. Wood Res. Soc., 2, 3 (1956), 130-132.
31. Yoshida, Y., Satou, T. ve Nakaji, M., Production Technology for Acetylated Low Density Particleboard I., Mechanical Properties and Dimensional Stability, Mokuzai Gakkaishi, 32, 12 (1986), 965-971.
32. Hsu, W.E., Steam Pretreatment for Dimensionally Stabilizing UF-Bonded Particleboard, International Particleboard Composite Materials Symposium, April 1989, Washington, 37-53.
33. Sakuno, T. ve Canadido, L.S., Effect of Polyethylene Glycol Added to Urea Resin Adhesive on the Properties of Particleboard, J. Fac. Agric., 24, 13 (1988), 13-24.
34. Philippou, J.L., Johns, W.E. ve Nguyen, T., Bonding Wood by Graft Polymerization, the Effect of Hydrogen Peroxide Concentration on the Bonding and Properties of Particleboard, Holzforschung, 36, 1 (1982), 37-42.
35. Örs, Y., Kurutma ve Buharlama Tekniği, K.Ü. Ders Teksirleri Serisi No:15, K.Ü. Basımevi, Trabzon, 1986.
36. Kollman, F., Holzsporwerkstoffe, Holzpanplatten und Holzspanformlinge Rohstoffe, Herstellung, Plankosten Qualitätskontrolle usw., Berlin, Heidelberg, New York, 1966.
37. Kalaycıoğlu, H., Amonyum Ligno Sülfonat ve Fenol Formaldehid Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1987.
38. Roffael, E., Wie wirkt sich die Trocknung von Kiefernholzspanen auf die Festigkeit von Spanplatten aus?, Teil 1: Bindung von Holzspanen mit PMDI-Klebstoffen, Adhasion, 31, 5 (1987), 37-41.
39. Lee, W. ve Chung, G., Effect of Press Temperature and Time on Physical Properties of Larch Particleboard, Journal of Korean Forestry Society, 63, 5 (1984), 12-20.

40. Kehr, E. ve Schulzel, S., Investigations on the Pressing Schedule for the Manufacture of Particleboards. II. Effect of Chip Moisture, Closure Rate and Pressure on the Compression Characteristics of Hot-Pressed Particleboards, Holztechnologie, 8, 3 (1967), 177-181.
41. Göker, Y. ve Akbulut, T., Yongalevha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler, 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Eylül 1992, Trabzon, Bildiri Metinleri, I. Cilt, 269-287.
42. Pozgaj, A., Moisture Content as a Significant Factor in Evaluating Particleboard Strength, Drevarsky Vyskum, 2, 4 (1979), 23-45.
43. Kurtoğlu, A. ve Uçar, H., Orman Ürünleri Sanayiinde Formaldehid Ayrışması ve Çevre Sağlığına Etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 35, 3 (1985), 27-36.
44. Çolakoğlu, G., Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehid Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1993.
45. Mari, E.L., Sakuno, T. ve Iwashita, M., Effects of Some Manufacturing Variables on the Formaldehyde Emission and the Mechanical and Physical Properties of Particleboard, J. Fac. Agric., 23, 6 (1987), 1-8.
46. Wu, K.T. ve Wu, Y.B., Effect of Nitric Acid Pretreatment on the Properties of Particleboard, Part II. Free Formaldehyde Emission, Journal of Agriculture and Forestry, 36, 2 (1987), 139-144.
47. Schnee, K., What does the West German Dangerous Materials Low Signify for the Use of Melamine-Overlay Particleboard in the Furniture Industry and for Building Interiors?, Holz-Zentralblatt, 111: 130/131, 1985, 1911-1912.
48. Morze, Z. ve Lecka, J., Method for Reduction of Formaldehyde Release from Wood Particleboard, Pokroky Vyroby Pouziti Lepidiel Drevopriem., Symp. (Strazske) 7 th, May 1985, Zvolen, 39-46.
49. Dilik, T., Lamine Levhalar (Laminatlar), Orman Ürünleri Ahşap Araştırma Teknoloji Tasarım ve Dekorasyon Dergisi, 7, 2 (1993), 45-47.
50. Anonim, Modern Mutfaklarda Laminat, Orman Ürünleri Ahşap Araştırma Teknoloji ve Tasarım ve Dekorasyon Dergisi, 6, 3 (1994), 15-17.
51. Ettore, H., Bassett, K., Borchgreving, G., Wilson, J. ve Anderson, M., From Start to Finish Particleboard, National Particleboard Association, Gaithersburg, 1988.
52. Anonim, Decorative Overlays, Wood and Wood Products, 6, 5 (1990), 78-84.
53. Anonim, Levhayı İşlemek için: Kenar Kaplama Makinaları, Ahşap Araştırma Teknoloji Tasarım ve Dekorasyon Dergisi, 5, 1 (1993), 22-27.

54. TS 642, Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standart Atmosferler ve Standart Referans Atmosferleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1968.
55. ASTM-D 1037, Evaluating the Properties of Wood Base Fiber and Particle Panel Materials, Philadelphia Pa., 1978.
56. BS 5669, Wood Chipboard and Methods of Test for Particleboard, British Standarts Institution, London, 1979.
57. DIN 52362 Biegeversuch Bestimmung der Biegefestigkeit, Berlin 15 und Köln, 1965.
58. DIN 52365, Bestimmung der Zugfestigkeit Senkrecht zur Plattanebene, Berlin 15 und Köln, 1965.
59. DIN 68765, Kunststoffbeschichtete Dekorative Flachpressplatten, Anforderungen, 1987.
60. BS 2604, Resin-Bonded Wood Chipboard, British Standarts Institution, 1970.
61. TS 1770, Odun Lifi ve Yonga Levhaları (Sentetik Reçinelerle Kaplanmış), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1974.
62. Batu, F., Varyans Analizi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2 (1978), 234-255.

8. ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Trabzon'da doğdu. 1988 yılında Trabzon Fatih Lisesi'ni bitirdi. 1988-1989 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve bu bölümden 1992 yılında mezun oldu. 1992 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne, 1993 yılında da K.T.Ü. Orman Fakültesi'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 1992 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans çalışmalarına başladı. Yabancı dil olarak İngilizce bilen Gökay Nemli halen aynı üniversitedeki görevine devam etmektedir.

