

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇÖP POŞETİ KULLANIMININ YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meltem ÇELİK

**HAZİRAN 2019
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Meltem ÇELİK Tarafından Hazırlanan**

**ÇÖP POŞETİ KULLANIMININ YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof.Dr.Gökay NEMLİ

Üye : Prof.Dr.Nurgül AY

Üye : Prof.Dr.Hüseyin PEKER





Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Çöp poşeti kullanımının yonga levhanın kalite özellikleri üzerine etkileri isimli bu çalışmada KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Gökay NEMLİ hocama, Öğr. Gör. Uğur ARAS'a ve maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bu çalışmanın, yongalevha üretimi konusunda araştırma yapanlara ve uygulayıcılara faydalı olmasını temennisi ederim.

Meltem ÇELİK
Trabzon,2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Çöp Poşeti Kullanımının Yonga Levhanın Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof.Dr.Gökay NEMLİ’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, deneyleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 13/06/2019

Meltem ÇELİK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNEMESİ	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması.....	2
1.3. Yongalevha Üretimin Nedenleri.....	2
1.4. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	6
1.4.1. Ağaç Malzeme	6
1.4.2. Yıllık Bitkiler.....	7
1.4.3. Tutkal.....	8
1.4.3.1. Organik Tutkallar.....	8
1.4.3.1.1. Üre Formaldehit.....	9
1.4.3.1.2. Fenol Formaldehit.....	12
1.4.3.1.3. Melamin Formaldehit	13
1.4.3.1.4. Resorsin Formaldehit.....	15
1.4.3.2. Doğal Tutkallar	15

1.4.3.3.	Anorganik Tutkallar.....	16
1.4.3.4.	Termoplastik Tutkallar	17
1.4.4.	Katkı Maddeleri	18
1.4.4.1.	Koruyucu Maddeler	18
1.4.4.2.	Sertleştirici Maddeler.....	19
1.4.4.3.	Hidrofobik Maddeler	20
1.5.	Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği	20
1.6.	Formaldehit Emisyonu.....	24
1.7.	Yüzey Özellikleri.....	27
1.7.1.	Yüzey Pürüzlülüğü	27
1.7.2.	Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri.....	29
1.7.2.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra).....	29
1.7.2.2.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Rmax /Ry).....	29
1.7.2.3.	Profil Sapmasının Ortalama Karekökü(Rq).....	30
1.7.2.4.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz).....	30
1.7.3.	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri	30
1.7.4.	Islanma Olayı ve Temas Açısı.....	31
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	32
2.1.	Deneme Materyali	32
2.1.1.	Ağaç Malzeme	32
2.1.2.	Hidrofobik Madde	32
2.1.3.	Sertleştirici Madde.....	32
2.1.4.	Tutkal.....	33
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi	33
2.3.	Araştırma yöntemi	34

2.3.1.	Mekanik Özellikler	34
2.3.1.1.	Eğilme Direnci.....	34
2.3.1.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	35
2.3.1.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	35
2.3.2.	Formaldehit Emisyonu.....	36
2.3.3.	Fiziksel Özellikler.....	37
2.3.3.1.	Özgül Ağırlık.....	37
2.3.3.2.	Rutubet Miktarı.....	38
2.3.3.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	38
2.4.	İstatistik Yöntemler	39
3.	BULGULAR.....	40
3.1.	Mekanik Özellikler	40
3.1.1.	Eğilme Direnci.....	40
3.1.2.	Eğilme Elastikiyet Modülü	41
3.1.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	42
3.2.	Formaldehit Emisyonu.....	44
3.3.	Fiziksel Özellikler.....	45
3.3.1.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	45
3.3.2.	Özgül Ağırlık.....	47
3.3.3.	Rutubet Miktarı.....	48
3.4.	Çöp poşeti ve Tutkal Kullanım Oranları	50
4.	TARTIŞMA.....	51
4.1.	Mekanik Özellikler	51
4.1.1.	Eğilme Direnci.....	51

4.1.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	52
4.1.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	53
4.2.	Formaldehit Emisyonu.....	54
4.3.	Fiziksel Özellikler.....	55
4.3.1.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	55
4.3.2.	Özgül Ağırlık	56
4.3.3.	Rutubet Miktarı.....	57
5.	SONUÇLAR.....	58
5.1.	Mekanik Özellikler	58
5.1.1.	Eğilme Direnci.....	58
5.1.2.	Eğilme Elastikiyet Modülü	58
5.1.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	58
5.2.	Formaldehit Emisyonu	59
5.3.	Fiziksel Özellikler	59
5.3.1.	Özgül Ağırlık	59
5.3.2.	Rutubet Miktarı.....	59
5.3.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	60
6.	ÖNERİLER.....	61
7.	KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ÇÖP POŞETİ KULLANIMININ YONGALEVHANININ
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜSTÜNE ETKİSİ

Meltem ÇELİK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Gökay NEMLİ

2019.69 sayfa

Bu çalışmada; çöp poşeti kullanımının yongalevhanın kalite özelliklerine etkileri incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda; yongalevha tabakaları arasına çöp poşetleri konularak pres sıcaklığının etkisiyle ertilip tutkal vazifesi almasının sonucunda kalite özelliklerinin iyileşmesi durumunda tutkal miktarı azaltılarak yongalevhanın maliyeti düşülmesi planlanarak kalite özellikleri üzerinde etkileri incelenmiş ve kullanım alanlarına göre yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından kullanma alanlarına göre iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Yongalevha üretiminde tutkal vazifesi görmesi için kullanılan çöp poşeti kullanım alanlarına göre rutubet miktarı, eğilme direnci, kalınlık artışı, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve formaldehit emisyonu üzerindeki etkilerin olumlu olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Mekanik özellikler, Fiziksel özellikler, Formaldehit Emisyonu

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECTS OF RUBBISH BAG PERIOD ON THE
QUALITY PROPERTIES OF PARTICLEBOARD

Meltem ÇELİK

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industry Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Gökay NEMLİ

2019.69 page

In this study, the effects of rubbish bsg period on the quality properties of particleboard were investigated.

Better thickness swelling, by putting rubbish bags between the layers of particleboard in the case of improvement of the quality properties as a result of the deformation of the press By reducing the amount of glue, it was planned to reduce the cost of the chip and its effects on the quality characteristics were examined and according to the application areas, good results were obtained in terms of physical and mechanical properties of particleboard

The rubbish bag used for glue production in chipboard production had a positive effect on moisture content, thickness increase, bending resistance, elasticity module of elasticity in bending, vertical tensile strength and formaldehyde emission.

Key Words: Particleboard, Mechanical properties, Physical properties, Formaldehyde emission

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Avrupa’da odun esaslı levha üretimi.....	3
Şekil 2. Eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisi.....	51
Şekil 3. Elastikiyet modülü üzerine çöp poşeti kullanım etkisi.....	52
Şekil 4. Yüzeğe dik çekme kuvveti üzerine çöp poşeti kullanım etkisi	53
Şekil 5. Formaldehit emilsiyonu üzerine çöp poşeti kullanım etkisi.....	54
Şekil 6. Kalınlık artışı üzerine çöp poşeti kullanım etkisi.....	55
Şekil 7. Özgül ağırlık üzereneçöp poşeti kullanım etkisi	56
Şekil 8. Rutubet miktarı üzerine çöp poşeti kullanım etkisi.....	57

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması.....	26
Tablo 2. Deneme Levha Tipleri	34
Tablo 3. Deneme levhalarını ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm ²).....	40
Tablo 4. Eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanımın etkisini belirtmek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları.....	40
Tablo 5. Eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları	41
Tablo 6. Deneme levhalarını ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²)	41
Tablo 7. Elastikiyet eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanımın etkisini belirtmek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları	42
Tablo 8. Eğilme Elastikiyet Modülü direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları.....	42
Tablo 9. Deneme levhalarını ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm ²).....	43
Tablo 10. Yüzeye dik çekme direnci üzerine çöp poşeti kullanımın etkisini belirtmek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları	43
Tablo 11. Yüzeye dik çekme direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları	44
Tablo 12. Deneme levhalarını ortalama formaldehit emisyonu değerleri (N/mm ²).....	44
Tablo 13. Formaldehit emisyonu üzerine çöp poşeti kullanımın etkisini belirtmek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları.....	45
Tablo 14. Yüzeye dik çekme direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları	45
Tablo15. Deneme levhalarını ortalama kalınlık artışı (şişme) oranı değerleri (N/mm ²)	46
Tablo 16. Kalınlık artışı üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları.....	46

Tablo 17. Kalınlık (şışme) oranı üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları.....	47
Tablo 18. Deneme levhalarını ortalama özgül ağırlık değerleri (N/mm ²)	47
Tablo 19. Özgül ağırlık değerleri üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları	48
Tablo 20. Özgül ağırlık üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları	48
Tablo 21. Deneme levhalarını ortalama rutubet değerleri (N/mm ²)	49
Tablo 22. Rutubet miktarı üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları	49
Tablo 23. Rutubet miktarı üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları.....	50
Tablo 24. Çöp poşeti ve tutkal kullanım oranları.....	50

1.GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Dünyada ve ülkemizde gelişen teknolojiyle ormanlara ve ürünlerine karşı duyulan talep artmış, ormanların kontrolsüz ve aşırı kullanılması sonucu ormanlar ihtiyaç duyulan talebi karşılayamayacak hale gelmiş ve mevcut kaynakların daha planlı ve rasyonel kullanım zorunluluğu doğmuştur.

Günümüzde, ihtiyaç duyulan talebi karşılamak için ormanlardan elde edilen lignoselülozik hammaddenin tamamının orman ürünleri sanayinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bundan dolayıdır ki, masif ağaç malzemenin direkt kullanımı yanında, yongalevha, tabakalı ağaç ve liflevha malzeme sanayi gibi alternatif sanayi kolları meydana çıkmıştır. Bu sanayi dallarında çeşitli endüstri atıkları ve bitkisel atıklar değerlendirilebildiği gibi masif oduna göre daha az kusurlu ürünlerde kullanılabilir. Türkiye’de orman kaynakları ve ormanlardan faydalanma sınırlı olup üretim, tüketimi karşılayacak durumda değildir. Bu amaçla odun hammaddesi dışındaki yıllık bitkilerden yararlanma durumuna gidilmiş ve yapılan araştırmalar sonucunda bunların yongalevha endüstrisinde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Ancak kullanılacak bitkilerin yeterli miktarda bulunamaması ve özellikle sürekliliğinin olmaması, taşıma, mevsimlik olması, depolama ve üretime hazırlama gibi zorlukların olması problem teşkil etmektedir.

Yongalevha endüstrisinin ülkemizde ve dünyamızdaki gelişimi, odun hammaddesi yanında alternatif hammaddelerin bu sanayide kullanılabilmesi ve üretilen ürünlerin kullanım çeşitliliğinin artmasına ve performansına bağlı bulunmaktadır. Bu şekilde, ucuz, kaliteli ve farklı amaçlar için üretilecek yeni tip yongalevhalar bu endüstrisinin gelişimine ve çeşitli alanlarda ki talebin olanak sağlayacaktır.

Bu çalışmada; yongalevha tabakalarının arasına çöp poşetleri konularak pres sıcaklığının etkisiyle eritilip, tutkal vazifesi olması sağlanacaktır. Üretilen levhalarda kalite

özelliklerinin ileşmesi durumunda tutkal miktarları azaltılarak yongalevhanın maliyeti düşürülecektir.

1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

EN 309 (192)'e göre yongalevhalar; odun parçalarından (odun parçaları, yonga, testere talaşı, rende talaşı vb.) ve/veya lignoselülozik malzemelerden (keten, kenevir ipliği, suyu çıkarılmış şeker kamışı posası vb. odunlaşmış bitkilerden) elde edilen yongaların tutkallandıktan sonra, sıcak preslenmesiyle elde edilen levhadır.

TS 2129 (1975 Kasım)'a göre; “yongalevha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması, biçimlendirilmesi sonucunda oluşan levhadır”.

BS 1811 (1969)'e göre; “Odun veya diğer lignoselünozik lifli materyalin (odun yongası, testere talaşı, keten lifi vb) bir tutkal ilavesi veya tutkal ilavesi olmaksızın (hidrolik bağlayıcıların meydana getirdiği yapışma ile) şekillendirilmesi sonucu oluşan levhalardır”.

BS 5669 (1979)'a göre, “Odun ve diğer lignoselülozik lifli malzemenin tutkal ilavesi olmaksızın (hidrolik bağlayıcı) meydana geldiği levhalardır”.

Yukarıda belirtilen tanımlardan da yararlanılarak; yongalevha odun hammaddesinin kabuğu ve dalı gövdesinden farklı öğütücüler tarafından küçük parçalara ayrıştırılarak yani yonga haline getirilerek, sentetik tutkallar veya uygun bir yapıştırıcı ile katman katman serilerek sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle elde edilen geniş yüzeyli levhalardır.

1.3. Yongalevha Üretimin Nedenleri

1. Düşük nitelikli odun hammaddesi (endüstriyel atıklar, ince çaplı odunlar, testere talaşı vb.) rasyonel bir biçimde değerlendirilmektir.

2. Yongalevha üretimi birçok kullanım yeri için mekanik ve fiziksel özellikleri bakımından uygundur. Örneğin; inşaat endüstrisi, döşeme, mutfak, banyo yapımında ve mobilya sanayinde

3. Düzgün yüzeyli olması sebebiyle, üst düzey işlemlerine uygundur.

4. İstenilen kalınlık ve özgül ağırlıkta üretilebilir.

5. Tek tür görünüme sahip oldukları için, homojen yapıdadırlar.

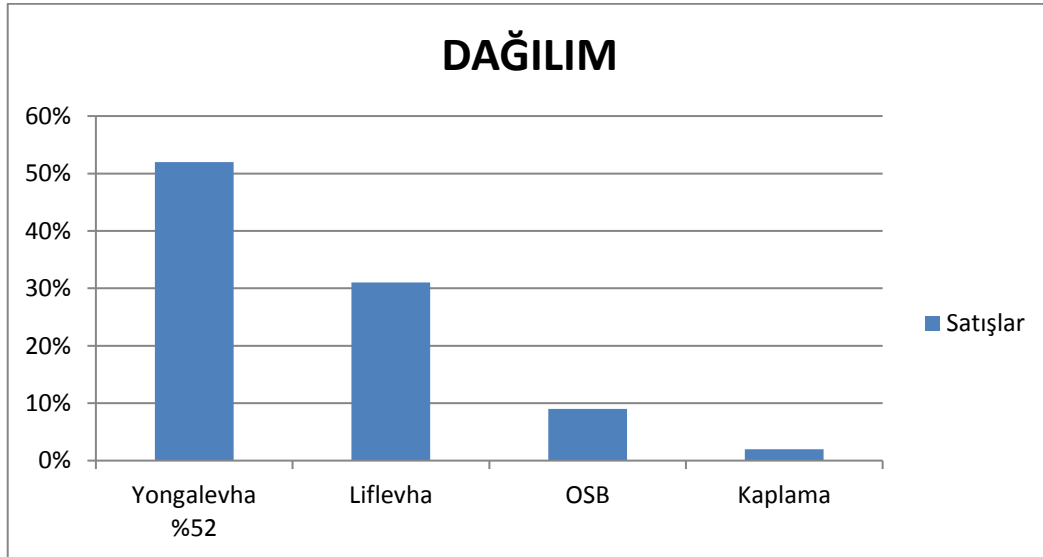
6. Çivi ve vida tutma kabiliyeti yüksek olduğundan dolayı birçok sektörde kullanılabilir.

7. Üretim ve hammadde kullanım oranı olarak; yongalevha, liflevha ile kontraplak arasında yer alan bir malzemelerdir. Liflevha üretiminde enerji giderleri, yongalevhaya oranla çok fazladır. Kontraplak üretiminde ise hammadde bakımından, odun hammaddesi gideri yongalevhaya oranla daha fazladır.

8. İşlenmesi kolaydır.

9. Levha özelliklerini etkileyen faktörlerin kontrol edilebilmesi bakımından istenilen kalitede levha üretme olanağı sağlar.

Avrupa'da odun esaslı levha üretimi dağılım grafiği aşağıda şekil1'de verilmiştir.



Şekil 1. Avrupa'da odun esaslı levha üretimi

Yongalevhaların sınıflandırılması;

1.Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar üç kategoride toplanmaktadır.(Bozkurt ve Göker,1985)

a. Düşük özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Yongalevhaların özgül ağırlıkları 0,590 g/cm³ ‘ten daha düşük levhalardır.

b. Orta özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Yongalevhaların özgül ağırlıkları 0,590-0,800 g/cm³ arasında olan levhalardır.

c. Yüksek özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Yongalevhaların özgül ağırlıkları 0,800 g/cm³’ten daha fazla olan levhalardır.

2.Tabaka sayılarına göre yongalevhaları üç gruba ayırmak mümkündür. (Kalaycıoğlu ve Özen,2009)

a. Tek tabakalı (Homojen) yongalevhalar

b. Üç tabakalı yongalevhalar

c. Çok tabakalı yongalevhalar

3. Serme sistemine göre yongalevhaları iki ayrı gruba ayırmak mümkündür.

a. Yatık yongalı yongalevhalar: Yongalar yongalevhanın geniş yüzeyine paralel 1,3,5 veya daha çok tabakalardan oluşur. Preslemede basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

b. Dik yongalı (Okal Tipi) yongalevhalar: Preslemede basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanır. Tek tabakalı olup yongalar levha yüzeyine diktir.

4.Yonga büyüklüğü ve geometrisine göre yongalevhaları dört grupta toplamak mümkündür. (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009)

a. Normal yongalevhalar (Particleboard): Genellikle bu tip yongalevhalarda genel olarak kalınlıkları 0,25-0,40mm, genişlikleri 2-6mm ve uzunlukları 10-25mm’ye kadar olan yongalar kullanılmaktadır.

b.Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Yaklaşık değer olarak 0,5-0,7mm kalınlığında, 35-75 mm uzunluğunda ve 25-40mm genişliğindeki yongalara ise Waferboard denilmektedir. Bu tip levhalar Kuzey Amerika’da önemli bir yapı malzemesidir. Genellikle çatı kaplaması, döşeme ve döşeme altı olarak kullanılmaktadır.

c. Şerit yongalı levha (Flakeboard): Şerit yongalı levhalara aynı zamanda Flakeboard denilmektedir. Kalınlık ve uzunlukları Wafer ile aynı, fakat genişlikleri 9-10mm olan yongalardır .

d. Yönlendirilmiş yongalı levha (Oriented Structural Board, OSB): Levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları 0,4-0,8mm, genişlikleri 6-25mm ve uzunlukları 38-63mm kadardır. Yönlendirilmiş yongalı levha, kullanım yerine göre arzu edilen direç değerinde üretilebilir. Masif oduna oranla daha stabil olup çatlak, budak gibi kusurları içermez. Bu tip yongalevhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikleri nedeniyle kontrplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemenin kullanıldıkları yerlerde kullanılabilirler.

5. Yongalevhalar preslenme yöntemlerine göre iki grupta toplanmaktadır. (Bozkurt ve Göker,1985)

a. Yatay yongalı levhalar: Genel olarak yongaların levha yüzeyine paralel olduğu bu levhalarda presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

b. Dik yongalı levhalar (Okal):
Yongaların yönü levha yüzeyine dik durumdadır.

6. Kullanılan madde türüne bağlı olarak yongalevhalar, sentetik reçineli ve çimentolu yongalevhalar olarak ikiye ayrılır. Anorganik yapıştırıcı ile üretilenlerde hammadde olarak; çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO_3 , SiO_2 , AlO_3 gibi) kullanılmaktadır. Bu tip yongalevhalar mantar ve böcekler tarafından tahrip edilmemektedir. (Bozkurt, 1982) Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre, melamin, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları kullanılmaktadır.

7. Yongalevhalar yüzey kaplama malzemelesi çeşidine göre (Nemli, 2000)

a. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulamaktadır. (Soine, 1973)

b. Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Yongalevha endüstrisinde kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri; melamin, diallyl phthalate , polyester emdirilmiş kağıtlar, yüksek basınç (HPL) ve rulo-bobin laminatları (CPL), folyolar, ahşap kaplama levhaları, fenolik kraft kağıtları, polivinit klorür (PVC), lignin dolgulu laminatlar, polietilen kağıtlar, ısı transfer filimleri, vulkanize lifler, PVA(polivinil asetat) + üre ve üre+ amonyum klorür esaslı kağıtlardır. (Anonim, 1972)

8. Kullanım yerlerine göre yongalevhalar :

a. Kapalı mekanlarda kullanılanlar

b. Hava etkisine açık mekanlarda kullanılanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar.

1.4. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.4.1. Ağaç Malzeme

Yongalevha endüstrisinde, levha ağırlığının yaklaşık % 90'ından fazlasını odun oluşturmaktadır. Bu bakımdan ağaç türü, levhanın fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Odun türünün ince uzun ve düzgün yongalar verebilme kabiliyeti çok önemlidir. Bakım kesimleri ve budanma sonunda elde edilen odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları kullanılmaktadır. Levha üretimi için çürüklük içermeyen odun kullanılmalıdır. Lif ve yonga odununda budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir.

Yapılan bir çalışmada, tek tabakalı yongalevha üretiminde atık çöp poşeti kullanılmış ve yapılan testlerden elde edilen sonuçlar standartlara uygun çıkmıştır. (Nourbakhsh, 2010; Kim vd.,2009)

Iskenderani'e (2009) göre, hurma ağacı dallarından elde edilen yongaların üre form aldehit tutkalı kullanılarak yapıştırılmasıyla üretilen yongalevhalar standartlara uygun sonuçlar vermiştir. Nemli ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada levhaların orta tabakalarına %12,5-25 oranında yalancı akasya kabuğu ilave edilmesi sonucu yongalevhaların emisyonunda belirgin bir azalma görülmüştür (Nemli vd., 2002) . Bunun sebebinin kabuktaki fenolik ekstraktifler ile formaldehit arasında ki bir tür reaksiyondan kaynaklanabileceği öngörülmüştür.

Yapılan bir çalışmada, fındık kabuğunun yongalevha üretimi için uygun bir hammadde olduğu belirlenmiştir (Guru vd., 2009). Ayrılmış ve arkadaşları(2009), fıstık çamı kozalağının yongalevha üretimine uygun bir hammadde olduğunu tespit etmiştir. Fıstık çamı kozalağında bulunan ekstratif maddelerden dolayı levhaların su alma miktarı, kalınlığına şişme ve formaldehit emiliminde azalma görülmüştür. Mendes ve arkadaşlarının çalışmalarında ise okaliptus (*Eucalyptus urophyllas*) ağacının yongalevha üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Mendes vd., 2009). Bir diğer araştırmada ise, (*Betulapapyrifera*) ağacından elde edilen yongaların yonga levhaların tam orta tabakasında kullanılmasına uygun olduğu saptanmıştır (Pedieu vd., 2009)

Güler ve arkadaşlarına (2008) göre, yerfistiğinin kabuğunun yongalevha üretime uygun bir hammadde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Guru ve arkadaşlarına (2008) göre, ceviz kabuğunun yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Hashim ve arkadaşlarını yaptığı çalışmada, palmiye kabuğu, yaprağı ve gövdesi levha yapımında kullanılmış ve sonuçlar standartlara uygun bulunmuştur (Hasim vd., 2011)

Büyüksarı ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, karaçam reaksiyon odununun plastik odun kompozit malzemelerde dolgu maddesi olarak kullanılabilme imkanı araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, reaksiyon odunun kalıtım oranındaki artış eğilme direnci ve elastikiyet modülünde iyileşme meydana getirirken, su alma oranını negatif olarak etkilemiştir (Büyüksarı vd., 2012).

Yapılan çalışmalar sonucunda; kayın (Hızıroğlu ve Holcomb, 2005), kavak (Kamdem, 1994), kızılâğaç (Nemli, 2003), söğüt (Nemli vd., 2001), orman gülü (Öktem,1979), Japon criptomeryası (Malları vd., 1989), ardıç (Baştürk, 1993), sahil çamı (Cabral vd., 2007; Nemli vd., 2002), dal odunu (Nemli vd., 2004), badem kabuğu (Guru vd., 2005), kahve kabuğu (Bekalo ve Reinhardt, 2010) ve sahil çamı ibrelerinin (Aydın, 2005)yongalevha üretimine uygun hammadde olduğu saptanmıştır.

Azizi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, buğday sapı ve kayın kaplama atıklarının yongalevha üretiminde hammadde olarak kullanılma olanağı araştırılmış ve elde edilen sonuçlar ışığında buğday sapı ve kayın kaplama artıkları alternatif bir hammadde kağınağı olarak tespit edilmiştir. Bu hammaddelerden üretilen yongalevhaların iç mekanda kullanımı standartlara uygun çıkmıştır (Azizi vd., 2011)

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 imkanlarını araştırılmasına sebep olmuştur.

Gültekin ve Karakuş (2008), tarafından yapılan çalışmada patlıcan saplarının, Nemli ve arkadaşlarının (2009), yaptığı çalışmada ise çimen artıklarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada, domates saplarından üretilen yongalevhaların kuru ortamlarda genel kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir (Güntekin vd., 2009).

Ayrıca yapılan çalışmalarda, ayçiçeği sapsarı (Grigoriou ve Ntalos, 2001), kenevir, keten (Tröger vd., 1998; Papadapulas ve Hague, 2003), prinç çeltiği (Gerardi vd., 1998), pamuk sapı (Güler ve Özen, 2004; Alma vd., 2005; Thole ve Weiss, 1992), çay fabrikası atıkları (Örs ve Kalaycıoğlu, 1991; Nemli vd., 1998), kenaf (Jianying ve Guenping, 2003), bambu (Papadapulas vd., 2004; Almeida vd., 2002), kamış (Deppe ve Ernst, 1997), Hindistan cevizi meyve kabuğu ve lifleri (Papadapulos vd., 2002; Khedari vd., 2003; Khedari vd., 2004), şeker kamışı (Ghalehno vd., 2011; Turreda, 1983), buğday sapı (Azizi vd., 2011; Wong vd., 2002; Mo vd., 2003), kivibudama atıkları (Nemli vd., 2003), asma sapı (Ntalos ve Grigoriu, 2002), şili biberi sapı (Oh ve Yoo, 2011) ve mısır saplarının (Heller, 1980; Yang vd., 2003) yongalevha üretimine uygun hammaddeler olduğu saptanmıştır.

1.4.3. Tutkal

1.4.3.1. Organik Tutkallar

Yongalevha üretiminde tutkal en önemli etkidir. Yonga parçalarının bir arada tutulmasını sağlayan yapıştırıcıdır. Tutkal; organik yapıştırıcılar sentetik, bitkisel ve hayvansal tutkallar olmak üzere üçe ayrılırlar. Bunlardan sentetik tutkallar bu endüstride kullanılmaktadır. Çözelti halindeki tutkallar yaklaşık üç ay içinde kullanılmayacak kadar bozulurlar. Dayanım süresi yaklaşık 6 ay olan toz halinde ki tutkallar ithal edilebilirler (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009)

Yongalevha endüstrisinde kullanılan sentetik tutkallar genellikle duroplastik tutkallar (Aminoplastlar = Üre formaldehit, Melamin formaldehit ve Fenoplastlar = Fenol formaldehit ve Resorsin formaldehit) 'dır. Duroplastik tutkallar ısındıklarında önce yumuşamakta fakat daha fazla ısındıklarında yeniden yumuşamamak üzere

sertleşmektedirler. Bunlar arasında teknik ve ekonomik açıdan en önemlisi üre formaldehit tutkalıdır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009). Beyaz renkli veya şeffaf olduğundan genel amaçlar için üretilen yongalevhelerde kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları ise açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhalar için uygundur.

1.4.3.1.1. Üre Formaldehit

Bir kimyasal madde olması bakımından ucuzluğu, kullanım teknolojisinin kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeniyle yongalevha sanayisinde üretimi % 90'nın da üre formaldehit tutkalı kullanılır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009. Sulu ortam da dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek moleküllü ağır polimerleridir. Üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilmektedir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü oksijen ve hidrojenle elde edilmektedir. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözülebilen kristal halinde bir maddedir (Huş, 1997).

Yongalevha üretimi için kullanılan tutkalın üretimi esnasında pH 5-5' da bir reaksiyon vuku bulunmaktadır. Aksi takdirde pH'ın 7 veya 8'e çıkarılması ve soğutma, reaksiyonu durdurabilmektedir. Reçinenin %40 -60'ı uygun olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi suretiyle katı reçine miktarı %60-65'e çıkartılır. Hızlı bir sertleşme için katalizöre ihtiyaç vardır. Bu amaçla üre form aldehit tutkalında katalizör olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir.

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında, ısıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, yapışma direncinin yüksek ve renginin açık olduğunu belirtmek mümkündür(Anonim, 1975). Üre formaldehit, yongalevha ve MDF üretiminde en çok kullanılan tutkal çeşididir. Tün dünyada, üre formaldehit kullanımının % 70'den fazlası orman ürünleri sanayisinde olmaktadır. Yapılan uygulamalara göre bu tutkal; %61 oranda yongalevha, % 5 oranında kontrplak, % 27 oranında da MDF ve % 7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde değerlendirilmektedir. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır (Nemli ve Aytaç, 2002; Pizzi, 1983; Goncalves vd., 2008):

- a. Fiyatı ucuzdur..
- b. Kokusuzdur..
- c. Suda çözünebilir.
- d. Tutuşmaz.

Üre formaldehit tutkalı lif veya yongalara sulu çözelti halinde uygulanmaktadır. Isı etkisi altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakta, üre ve formaldehitin kondezasyonu ile üretilmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal almaktadır. Bu aşamada; mono, di ve tri metilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetra metinol üre fazla miktarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilavesi belirli bir ph değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı ; ph Değeri, reaksiyon koşulları ve katkı maddelerine bağlıdır (Conner, 2001)

İkinci kademe, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondezasyonunu kapsamaktadır. Kondezasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla birlikte asidik koşullarda üre formaldehit tutkallının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir (Nemli ve Çolak,2002)

a.Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması

b.İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması

c.Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi

d.Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen köprülerinin oluşması

Genel olarak birinci aşama, üre formaldehitin reaksiyonu (pH:8-9) ile metilol ürenin formasyonunu içermektedir. İkinci aşamada (Ph: 5), asidik koşullarda kondenzasyon reaksiyonları arzu edilen viskoziteye ulaşmaya kadar devam etmekte,reaksiyon karışımı soğutulularak nötralleşmektedir. Tutkalın katı madde oranı (% 60-65)ayarlamak için vakum destilasyonu ile su uzaklaştırılmaktadır.Üre iki veya daha fazla kademe ilave edilmektedir. Ürenin ilk ilavesi metillendirme işlemi sırasında gerçekleştirilmektedir (F/Ü= 1,6-2). İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/Ü oranını istenilen seviyeye düşürmektedir.

Günümüzde, laminat üretiminde melamin tutkalları önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte bazı durumlarda, üre veya üre+melamin karışımı tutkallarda kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkallarının laminat endüstrisinde kullanılması bazı problemleri beraberinde getirmektedir.

Üre formaldehit tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60° C ve % 60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına yol açabilirler. Bu sakıncalı durumu ortan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtmeli veya malzeme yüzeyine dha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria!a (2008) göre, üre formaldehit tutkalına %10, %15, ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir.

Üre fomaldehit tutkalının önemli problemlerinden olan formaldehit emisyonunu azalmak için aşağıdaki önlemler alınabilir:

- a. Üre formaldehit tutkalına üre veya melamin ilavesi
- b. Ağaç levha ürünlerinin direkt olarak amonyak gazına maruz bırakılması
- c. Yongaların preslenmesi sırasında ek bir yüksek frekansla ısıtma uygulanması
- d. Levha yüzey ve kenarlarının kaplanması

Son yıllarda formaldehit emisyonunun azaltılması için yeni araştırmalara yapılmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre formaldehit emisyonunun azaltılması için yeni araştırmalar yapılmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre formaldehit emisyonunun iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

- a. Üre formaldehit reçine kimyasının modifikasyonu
- b. Formaldehit yerine daha az uçucu aldehit bileşiklerinin kullanımı

Üre formaldehit tutkalının modifikasyonu aşağıdaki işlemlerle sağlanabilir:

- a. Tutkal sentezi sırasında direkt olarak polyamin karıştırılması
- b. Amonyum klorürü yerine sertleştirici olarak polyamin hidreklorürün kullanımı
- c. İlk iki koşulun birlikte uygulanması(Nemli ve Aytaç,2002)

Maminski ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, üre formaldehit tutkalına glutarik aldehit ilavesiyle üretilen levhalarda su alma ve kalınlık artış miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Aminski vd.,2008).Başka bir çalışmada ise üre formaldehit tutkalına melamin ilavesiyle formaldehit emisyonunun azaldığı belirlenmiştir.(Hsy,2009). Abdullah ve Park'a (2009) göre, yapılan araştırmada üre formaldehit tutkalına katılan hidrosülfid, sodyum bisülfid, akrilamid ve polimerik 4,4- difenil-metan dizosiynat gibi katkı maddelerinin üre formaldehit tutkalının rutubet direncinin artırdığı tespit edilmiştir.

1.4.3.1.2. Fenol Formaldehit

Bir Katalizör yardımıyla formaldehit ve fenolün kondastasyonu suretiyle elde edilmektedir. Fenol formaldehit tutkalı sıcaklıkta sertleşen reçineler grubuna girmektedir. Fenol formaldehit tutkalları novalak ve resol tipi olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır(Anonim, 1975).

Novalak tipli fenol formaldehit tutkalları, formaldehit/fenol < (1:1.6-1:2.5) olmak üzere fenol ile formaldehitin asidik katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine verilmekte olup alkali çözücülerde çözünmektedir. Paraformaldehit novalağa sertleştirici olarak katılmaktadır.

Resol tipli fenol formaldehit tutkalları, formaldehit/fenol >1 (1.5-2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondase edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir.(Sellers,1985).

Fenol formaldehit tutkalı düşük sıcaklıklarda depolanmalı ve ph değeri değişmemelidir. Düşük sıcaklıklarda depolanmalı ve ph değeri değişmemelidir. Üre tutkallarına göre daha yüksek pres sıcaklığına ihtiyaç duarken daha yavaş sertleşmektedir. Preslenme süresini katalizör kısaltmaktadır. Suya karşı dayanıklı ve güçlü yapışmalar sağlamaktadır.

Özel kullanım yerleri için "İmpreg ve Compreg" olarak adlandırılan malzemelerin üretiminde de kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin fenol formaldehit reçinesi empenye edilmesi ve liflere nüfuz eden reçinenin basınç kullanılmadan sertleştirilmesi esasına

dayanan “İmpreg” çok kullanışlı bir malzemedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu %60-70’dir. İmpreg, normal ağaç malzemeye göre, kimyasal maddelere karşı direnci, biyolojik zararlılara ısı etkisine dayanımı ve su iticiliği daha yüksektir. Fenol formaldehit bu özelliklerinden dolayı elektronik kontrol donanımlarda ve kalıp üretiminde kullanılmaktadır . Emprenye edilen kaplama levhalarının sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmasıyla “Compreg” adı verilen malzeme üretilmektedir. Bu malzememin boyut stabilizasyonu %8-85 civarındandır. Bu malzemenin kimyasala maddelere ve yangına karşı direnci ve biyolojik zararlılara dayanımı, kimyasala maddelere ve yangına karşı direnci normal odundan daha yüksektir. Bu özelliklere sahip olmasından dolayı fenol formaldehit ; civata, kalıp ve somun, dişli, uçak parçası, mekik, bobin, müzik aletleri ve bıçak sapları yapımında kullanılmaktadır.(Yıldız, 1994).

Çam kabuğu kullanımının artırılması ve kullanılan fenol formaldehit tutkalının miktarının azaltılmasıyla serbest formaldehit emisyonunun azaldığı yapılan bir çalışmada belirlenmiştir (Chen vd. 2006)

1.4.3.1.3. Melamin Formaldehit

Yongalevha ve kontrplak üretimi için kullanılan melamin formaldehit tutkalı, dekoratif kâğıtların emprenyesinde kullanılanlardan oldukça farklı desen ve karakteristiklerde hazırlanmaktadır. Kâğıt emprenyesinde kullanılan melamin formaldehit reçinesinin hazırlanmasında melamin formaldehit önemli bir rol oynamaktadır. Emprenye edilecek kâğıt ilk olarak melamin emdirilerek hat yardımıyla fırınlama ünitesine geçmektedir. Belli bir süre birkaç fırından geçtikten sonra gravür adı verilen yine tutkallama yani melamin emdirme işlemi yapılarak fırınlanıp kâğıtta emprenye ilemi yapılmıştır.

Melamin tutkalı üre tutkalı kadar depolamaya elverişli değildir. Serin ve kuru bir yerde muhafazz edilmesi durumunda toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir.Melamin formaldehit tutkalı ile üre formaldehit tutkalına kıyaslandığında ortak özellikleriyle beraber avantajları vardır. (Pizzi, 1983; Nemli ve Çolak, 2002):

- a. Isı stabilitesi daha yüksektir.
- b. Suya karşı daha dirençlidir,
- c. Düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilirler.

Melamin tutkalı ve fenol tutkalı karşılaştırıldığında da

- a. Parlaklık,
- b. Açık renklilik ve dayanıklılık bakımından üstünlük sağlar.

Yukarıdaki avantajlara rağmen en büyük dezavantajı melamin formaldehiti fiyatının, üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından yüksek olmasıdır. Melamin formaldehit tutkalı ahşap levhalara resorsin kullanıldığında metal yapıştırılabilir. Melamin formaldehit tutkalı kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada da kullanılabilir. Üre formaldehit tutkalına göre melamin tutkalı suya karşı daha dayanıklıdır. Melamin veya resorsin formaldehit tutkallarına göre melamin üre formaldehit daha ucuzdur. Melamin formaldehit fenol formaldehit tutkalına göre daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmektedir(Anonim,1975).

Melamin üre formaldehit tutkalının yongalevha üretiminde kullanılmak üzere iyi bir hazırlanması için en uygun üretim metotları hakkında üç tip formülasyondan bahsedilmektedir(Çolakoğlu vd., 2002):

1. Önce birinci üre, sonra ikinci üre katılmakta en sona melamin ilave edilmektedir(ÜÜM)
 - 2 Reaktörde önce üre ve formaldehit reaksiyonu bunu takiben melamin ve daha sonra ikinci üre ilavesi gerçekleşmektedir.(ÜMÜ).
 3. Önce birinci üre, sonra ikinci üre katılmakta en sona melamin ilave edilmektedir(ÜÜM)
- Önce birinci üre, sonra ikinci üre katılmakta en sona melamin ilave edilmektedir(ÜÜM)

Düşük oranlarda melamin varsa ÜMÜ ve MÜÜ şeklinde üretilenler arasında performans bakımından belirgin bir fark yoktur. Ancak, melamin oranı %50 kadar ise ÜMÜ formülasyonunun performansı MÜÜ formülasyonundan daha iyidir. Daha yüksek melamin oranında (%60) MÜÜ formülasyonu ÜMÜ formülasyonundan daha iyi performansa sahiptir.

1.4.3.1.4. Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, reaksiyona katılma gücü çok yüksektir. Düşük sıcaklıklarda dahi iyi reaksiyona girmekte olan resorsin formaldehit tutkalı , kullanılmaya elverişli bir tutkalın elde edilebilmesi için kondenzasyon reaksiyonu 3.5-4.5 pH'lık bir ortamda yavaş, fakat gerek daha asidik gerekse alkali ortamda hızlı bir şekilde oluşmaktadır. Nötr ortamda ise resorsin en stabil durumdadır.

Oldukça pahalı olmasına rağmen resorsin tutkalı, bu yüzden %50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş soya fasulyesi unu odun ,talaşı, fındikkabuğu ve nişasta gibi maddeler ilave edilerek kullanılmaktadır. Resorsin tutkal kullanımında formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir. Resorsin kaynamış suya ve açık hava koşullarına dayanıklıdır. Uçak ve gemilerin ağaç malzeme kısımlarının tutkallanmasında kullanılır. (Huş,1997)

1.4.3.2. Doğal Tutkallar

Doğal tutkallar da; hayvansal tutkallar, yapışma ile soğuma sağlayan sıcakta sertleşen kan albümini, iç kimyasal reaksiyon sağlayan kazein, tanen, sülfat atık suyu ve soya fasulyesi gibi bitkisel yapıştırıcılar yer almaktadır.(Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. Bitkisel tutkalların, gelecekte yongalevha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. Yongalevha endüstrisinde doğal tutkalların kullanımı oldukça düşük orandadır. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yonga levha üretiminde kullanılabilme imkânları araştırılmış ve bu sanayi dalında kullanılabilmesi saptanmıştır. (Kalaycıoğlu,1987;Çetin ve Özmen,2002)

Soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından sonra geriye kalan atıktan elde edilen soya fasulyesi tutkalıdır. Yapılan bir araştırmada; Kontraplak

endüstrisinde izosiyanat ile birlikte yongalevha üretimin de doğal tutkalların üretiminde kullanılabilir bir özellik olduğu belirtilmiştir. (Pan,vd., 2005).

Prinç kabuğu ve soya reçinesi kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada, üretilen levhaların mekaniksel ve fiziksel özellikleri karşıladığı ayrıca formaldehit emisyonu olmayan, iç kullanıma uygun levhaların üretilebileceği belirlenmiştir.(Ciannanea vd. 2010).

Üzüm posasından ve çam ağacından elde edilen tanenin, yonga levhalar üretiminde yapıştırıcı madde olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir.(Ping vd., 2011; Senado-Mendoza vd., 2010).

Glutin tutkalı; tabakalı ağaç malzemelerde ve el sanatlarında kullanılmaktadır. Bu tutkalın ana bileşenini albümin maddesi oluşturmaktadır.(Kalaycıoğlu ve Özen, 2009)

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

Buğdaydan elde edilen gluten tutkalı yonga levha üretiminde kullanılmış ve üretilen levhalar standartlara uygun bulunmuştur.(Khosravi,2011)

1.4.3.3. Anorganik Tutkallar

Anorganik tutkallar; çoğunlukla inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Çimento, magnezit ve alçı olup çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle ambalajlık kapların üretilmesinde kullanılmaktadır. Magnezyum ve portland çimentosu kullanılarak çimentolu yonga levha üretilmektedir. Yapılan bir çalışmada; Erakhrumen ve arkadaşlarına göre ; yonga levhada yapıştırıcı olarak kullanılan portland çimentosuna farklı oranlarda Hindistan cevizi lifi ve Karayip çamı talaşı katılarak levhaların özellikleri standartlara uygun çıkmıştır.(Erakhrumen vd.,2008)

Akçaağaç(*Acer platanaoides* L.) ve gürgen (*Carpinus betulus* L.) ağaçlarından elde edilen yongalar ve çimentoyla üretilen yonga levhaların standartlara uygun olduğu yapılan bir çalışmada görülmüştür.(Papadopoulos,2008). Böcek tasallutu sonucu ise kuruyan ağaçlardan elde edilen yongalar ve çimentoyla üretilen levhalardan olumlu sonuçlar alınmıştır.(Chang ve Lam,2009).

Hindistan cevizi kabuğu ve çimento kullanılarak üretilen yonga levhaların mekanik ve fiziksel özellikleri bakımından standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir.(Olorunnisolo,2009)

Yonga levhaların tutuşma direnci ve ısı izolasyonu açısından geleneksel olarak, odun yongaları ve alçı karıştırılarak üretilen yonga levhalara göre daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir.(Lee vd.,2011;Espinoza-Herrerave Cloutier,2011)

Farklı bir çalışmada, okaliptüs(*Eucalyptus urophylla*) ağacından elde edilen yongalar ve portland çimentosu kullanılarak üretilen yonga levhaların döşeme paneli olarak kullanılması uygun görülmüştür.Üretilen bu levhalarda yapılan testler sonucunda üretilen levhaların mekanik dirençlere ve iyi boyutsal stabilite sahip olduğu belirlenmiş ayrıca, yüksek bağıl nem şartlarında kullanıma uygun olduğu saptanmıştır.(Latorraca vd.,2009)

1.4.3.4. Termoplastik Tutkallar

Termoplastik tutkallar yongalevha üretiminde tek başınakullanılmazlar.Teorik olarak termoplastik tutkallar yonga levha üretiminde yalnız veya içerisine fenol formaldehit ya da üre formaldehit ilave edilerek kullanılabilir. Termoplastik tutkalların içerisinde üre yada fenol formaldehit bulundurarak yapıştırılmış levhalar yüksek sıcaklıklarda kolayca deforme olurlar. Bu yüzden yonglevha üretiminde tremoplastik tutkalının kullanımı bu tutkallar içerisin de herhangi bir etkeni yoktur.(Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Termoplastik tutkalların avantajları arasında; ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen, soğutulduklarında ise sertleşen tutkallar olması,. bu tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması ve odunu lekeleme kusurunun olmaması gibi avantajlı özellikleri yanında,

termoplastik tutkalların 70°C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğinin yitirmesi gibi sakıncalı dezavantajlı özelliği de vardır.

1.4.4. Katkı Maddeleri

Yonga levha endüstrisinde kullanılan katkı maddeleri; sentetik reçinelere ilave edilerek ; sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, , preste sertleşmeyi hızlandırma, yanmayı geciktirme ,stabilite sağlama, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler.

1.4.4.1.Koruyucu Maddeler

Ham levha ağırlıklı kullanılan sanayi endüstrisi malzemelerin; böcek, mantar ve diğer biyotik zararlılar tabakalı ağaç malzemelere de zarar verirler. Mantarların rutubet miktarının %18'den fazla ise yonga levhaya arız olduklarını göstermiştir. Her levha türünün mantarlara karşı dayanıklılığı farklıdır. Fenol formaldehit ile üretilen yongalevhalar için, kabuk miktarı azaldıkça ve yapıştırıcı miktarı %12'den başlayarak arttıkça ve levhanın zararlılara ve özgül ağırlık arttıkça karşı dayanıklılığı artar. Yongalevha üretiminde kullanılan izosiyanat ve sülfid tutkalı ile yapıştırılmış levhalar mantara karşı hassaslık özelliği gösterir.

Borat, bakır, arsenik, çinko, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler , yanmayı önleyici madde olarak tercih edilmektedir.

Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

1. Koruyucu madde tutkal çözeltisine karıştırılır.
2. Yonga levhalar koruyucu çözelti ile emprenye edilir veya çözelti yonga üzerine tutkallama veya kurutma işleminden önce püskürtülür.
- 3.Koruyucu madde çözeltisi tutkallanmış yonga üzerine püskürtülür.
- 4.Toz haldeki koruyucu tutkallamadan önce, sonra veya tutkallama sırasında yonga ile karıştırılır.

5.Levha üretildikten sonra emprenye işlemi, püskürtme veya sürme yöntemlerinden biri ile koruyucu önlem alınır.

Yapılan bir çalışmada ;yonga levha üretiminde kullanılan yongalar propionik anhidrit ile muamele edilmiş ve mantar çürüklük deneyi denenmiş ,yapılan uzun süreli testler sonucunda(6 yıl) propionik anhidritle emprenye edilmiş yongalardan üretilmiş yongalevhaların mantar çürüklüğüne karşı etkili olduğu tespit edilmiştir.(Papadopoulos,2010)

1.4.4.2. Sertleştirici Maddeler

Tutkal çözeltisi, hazırlanışından preslenme işlemine kadar sertleşmemelidir ancak presleme işleminde sertleşme gerçekleşmelidir. Bu durum ancak çözelti içine sertleştirici ve engelleyici maddeleri karıştırmakla önlenebilir. Yongalevha üretiminde kullanılan sertleştirici maddeler tutkal türlerine göre değişmektedir.

Üretimde üre formaldehit tutkalı kullanılıyorsa sertleşebilmesi için,mutlaka bir katalizör madde kullanımına ihtiyacı vardır. Genellikle sertleştirici türü olarak, amonyum klorür ve amonyum sülfat kullanılır.

Amonyum sülfat kullanımı serbest formaldehit ile tepkimeye girerek sülfürik asit oluşturur ve böylece pH değeri azalır. Oluşan asidik durum kondasyon reaksiyonuna sebep olur. Böylece reaksiyondevam eder ve böylece sertleşmiş tutkal bağı oluşur.

Amonyum klorür kullanılması durumunda, serbest formaldehit ile tepkimeye giren amonyum klorür asit, heksametilentetramin ve su oluşmasına neden olur. Tepkime sonunda hidroklorik asit tutkalın asitliğini artırarak sertleşmeyi gerçekleştirir. (Akbulu, 1991).

Fenol formaldehit tutkalı hiçbir sertleştiriciye ihtiyaç duymadan, sıcaklık etkisiyle sertleşebilir. Kendiliğinden sertleşebilmesi için sıcaklığın 135-155 °C olması gerekmektedir. Bu yüzden üretimlerde fenol formaldehit kullanılıyorsa ortam sıcaklığı istenilen sıcaklıkta olması gerekmektedir.

Melamin formaldehitin sertleşebilmesi için herhangi bir katalizör maddeye ihtiyacı yoktur. 90-140 °C’ de sahip ortamda sertleşme gerçekleşir. Fakat sertleşmenin daha hızlı olması isteniyorsa, amonyum klorür ve potasyum gibi tuzlar kullanılabilir

1.4.4.3.Hidrofobik Maddeler

Yongalevhanın su alarak şişmesini önlemek için, yongalevha üretiminde hidrofobik maddeler kullanılır. Bu maddeler tamamen su almasını ve şişmesini önleyemez. Fakat levhanın su almasını ve şişmesini geiktirebilir. (Kalaycıoğlu ve Özen,2009)

Yongalevhanın su alarak şişmesini önlemek ve stabilitesini sabitlemek içinparafin ve çeşitli mumlar kullanılır. Levha üretiminde en çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Kullanımını oranlarsak tam kuru yonga ağırlığına oranla %3-5, yapralı ağaçlarda ise % 0,5-1 oranında parafin kullanılmaktadır.

1.5. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği

Yongalevha üretimin de kullanılan yatay preslenmiş üretim tekniği; ilk olarak odunlar, çürümeleri önlemek için 30 cm yükseklikte bulunan beton ayaklar üzerine yerleştirilmeli ve rutubeti lif doygunluğu noktasının üzerinde tutulmalıdır.. Depo zemininin temiz ve bakımlı olması gerekmektedir. Depolarda, yangına karşı gereken önlemler alınmalıdır.

Yongalevhanın üretimi aşamasında yapılan ilk işlem; kabuk soymadır. Dış tabakalarda

kullanılacak yongalar için kabuk soyma önemli ve zorunludur. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için elle yada makine ile kabuk soyma yapılır. Yonga levha üretimine uygun ince yongalar, kesici aletlerle liflere paralel yönde kesmek sureti ile elde edilmektedir. Bu türlere, kesme yongası denilmektedir. Kaba yongalam ise; liflere dik ve az meyilli kesilen daha kalın odun parçalarıdır. Levha için uygun yonganın üretilmesi iki ayrı sistemle olmaktadır. Birincisinde, önce kaba yongalar üretilir, üretilen bu kaba yongalar,değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde üretime uygun hale getirilirler. Kaba yongalar genellikle orta tabakada kullanılmaktadır. İkincisinde, yuvarlak

odundan doğrudan levha üretimine uygun incelikte ve uzunlukta geniş yongalar üretilir. İsteğe bağlı olarak bu yongalar, ince yongalama makinelerinde küçültülebilirler.

Kereste endüstrisi artıklarının yonganmasında, kaba yongalama makineleri kullanılmaktadır. Kaba yongalama makinelerden elde edilen yongaların boyları 10-60 mm arasında değişmektedir. Bu nedenle, silindir veya diskli kaba yongalama makineleri kullanılmaktadır. Odunlar, 45 °C açıyla yada liflere dik olarak yapacak şekilde kesilirler.

Normal yongalama; yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga hazırlanma işlemidir. Genişlik sınıflandırması yoktur. Silindirli ve diskli yongalama makineleri normal yongalama için kullanılmaktadır. Üretilen yongalevhalar da kaliteli olarak sınıflandırıldığı da; kalınlığın homojen, yonganın her iki yüzünün birbirine paralel ve ince olması şarttır. Genellikle 0.15-0.25 mm, boyutlarındaki yongalar, dış tabakalarda kullanılanlardır. 0.3-0.5 mm kalınlıkta olması yongaların genellikle orta tabakada kullanılması için istenmektedir.

Presten çıktıktan sonraki yongalevhanın rutubetine bağlı olarak, yongaların %3-%6 rutubete kadar kurutulması gerekir. Üretilen yongalevhaların kurutma makinelerine sevk edildikten sonra rutubetleri, genellikle %35-%120 arasında değişmektedir. Yongalevha üretiminde presleme tekniği bakımından, orta ve dış tabaka yonga rutubetinin farklı olması gerekmektedir. Ağaç türü, yonga boyutları, özellikle yonga kalınlığı, özgül ağırlığı ve yongaların başlangıç rutubetine bağlı olarak presleme tekniği değişmektedir. Ağaç türü de kurutma süresini etkilemektedir. Kalınlığının artmasına bağlı olarak kurutma süresi uzamakta, yapraklı ağaç yongaları, iğne yapraklı ağaç yongalarına oranla daha uzun kurutma süresine ihtiyaç duymaktadır. Bunlar arasında döner silindirli kurutucular, boru demetli kurutucular, kontak kurutucular ve çok bantlı kurutucular önemli bir yer tutmaktadır. Kurutma makinelerinde yakıt olarak propan, doğal gaz, fuel-oil ve zımpara tozu kullanılmaktadır. Yongaların kurutulma süresi çok kısa olduğu için, kurutucu içinden çok çabuk geçirilmelidir. Yongaların rutubet miktarı bakımından kurutulacak hammaddeler arasında büyük olanlar, bunlardan elde edilen yongalar için ayrı kurutulmalıdır (Akbulut,2000)

Yongalevha üretiminde yonga boyutları, yongalama makinesinde, heterojen boyutlarda yonga üretimi önlenememektedir. Kurutulma işleminden sonra, toz ve küçük parçacıkların yongalardan uzaklaştırılması gerekir. Bu materyaller ayrılmazsa, liflerin kısa ve zayıf olmasından dolayı levhanın direnci düşecektir. Yongalar kaba olarak kalmışsa yongaların tekrar ufalanmak üzere ayrılması gerekir. Kaba yongaların dış tabakalarda kullanılması yüzey düzgünlüğü azaltır, orta tabakada kullanılması durumunda ise porozite artacağından ,kenar kaplama işlemini olumsuz yönde etkileyecektir.

Yongalar toz ve çok kaba yongalardan ayrıldıktan sonra geriye kalan kullanılabilir olanlar tekrar ince ve kalın yongalar olmak üzere ikiye ayrılırlar. İnce yongalar levhanın yüzey tabakalarında, kalın yongalar ise orta tabakada kullanılmaktadır.

Yongalevha fabrikalarında silolar kullanılmaktadır. Bunun amacı yaş, kuru ve tutkallanmış yongaların depolanması için kullanılır.

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

Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, parafin ve zararlılara karşı koruyucu maddelerin karışımı ile elde edilir. Tutkal çözeltisi hazırlanırken, üretici firmanın önerilerine dikkate alınmalıdır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallanmaktadır. Normal olarak yüzey tabakalarında daha fazla tutkal uygulanır. Çünkü, yüzey tabakalarında kullanılan yongalar incedir ve bundan dolayı spesifik yüzey alanları daha fazladır. Tutkalın mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması ve böylece bütün yonga yüzeylerinin tutkalla kaplanması levhanın direnç özelliklerinin iyileştirilmesi bakımından şarttır. Orta ve yüzey tabakalarında kullanılan tutkalın reçetesi farklılık göstermektedir. Orta tabakanın sıcak preste iyi bir şekilde sertleşmesinin sağlamak için daha fazla sertleştirici ilave edilirken, yüzey tabakalarından sıcak prese varmadan önce ön setreleşme olmaması için daha az miktarda sertleştirici katılmalıdır. Yüzey tabakalarındaki rutubet miktarının orta tabakadan yüksek olması için, yüzey tabakalarında kullanılacak tutkala

daha fazla su ilave edilebilir. Bu şekilde, daha öce %2-5 rutubete kadar kurutulmuş olan yüzey tabaka yongalarının rutubeti %17-18'e, orta tabaka yongalarının rutubeti ise yaklaşık %10-12'ye yükselmektedir.

Serme işlemi; dökme, rüzgârlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Dökme sistemi Novopan sitemi olarak bilinmektedir. Üç tabakalı yonga levha üretimi için en az üç adet serme başlığına gerek vardır. Bunlardan ikisi alt ve üst tabakaları, diğeri ise orta tabakanı serilmesinde kullanılmaktadır.

Rüzgârlama sisteminde düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek, yüzey ağırlığı az olan yongalar daha uzağa, çok olanlar ise daha yakına olacak şekilde serme başlığının altındaki sonsuz bant veya transport saclarının üzerine düşerler. Taslağın diğeri yanının oluşması için birincisine aksi yönde hava püskürtülür. Böylece elde edilen levhanın enine kesitinde ortadan yüzeylere doğru kalın yongadan daha ince yongalara doğru kademesiz sürekli bir geçiş vardır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı tutkalandıktan sonra uygun ortamlarda dozajlanarak birlikte serme başlığına verilir. Bu sistem, Bison serme sistemi olarak adlandırılır. Savurma sistemi BehrHimmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bison sisteminden tek farkı hava akımı yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması ve savrulmasıdır. Kalın olan yongalar uzağa düşerken, hafif yongalar yakına düşmektedir. Levhanın diğeri yanının oluşması için birincinin aksi yönde savurma yapılmaktadır.

Yonga levha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Soğuk Prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir ve basıncı 15-20 kg/cm² arasında değişmektedir. Okal tipi yonga levha üretiminde soğuk presleme uygulanmamaktadır. Yongaların soğuk preslenmesinin amaçları aşağıda açıklanmıştır:

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

Yonga levha taslağı, sıcak presleme ile özelliklerini kazanmaktadır. sıcak pres tesisin kapasitesini belirlemektedir. Sıcak preslemede basınç ve sıcaklığın etkisiyle yongalar plastikleşir stabil ve istenilen kalınlıkta levhalar oluşur. Preslenme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Sıcak presler fasıllı ve fasıllı olmak üzere ikiye ayrılır. Fasıllı presler tek katlı ve çok katlı olabilirler. Tek katlı preslerde presleme periyodunda bir adet levha preslenirken çok katlı preslerde bu sayı 4-22 arasında değişmektedir. Pres sacları kullanılan presleme sistemlerinde taslak metal saclar, elekli bantlar veya çelik bantlar ile sıcak prese taşınmaktadır. Pres sacı kullanılmayanlarda ise taslak sonsuz bant üzerinde taşınarak prese iletilmektedir. Sıcak preslemede uygulanan basınç levha özgül ağırlığı ve taslak kalınlığına bağlı olarak 20-35 kg/cm²dir. Pres sıcaklığı ise tutkal türüne bağlı olarak 150-220 oC arasında değişmektedir. Presin kapanma süresinin kısa olması yüzey tabakalarının normalden daha yüksek orta tabakanın ise daha düşük özgül ağırlıkta olmasına neden olur. Presleme koşullarının yetersiz olması levhalarda patlamaya sebep olmaktadır.

Presten çıkarılan levhalar soğutma kanalları veya soğutma yıldızları kullanılarak soğutulurlar. Üre formaldehit ile üretilen levhalar aralarına lata konularak, fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalar ise latasız üst üste istif edilmektedir. Soğutulan levhaların dört yanı birbirine dik olarak kesilip belli genişlik ve uzunlukta yonga levhalar elde edilir. Daha sonra, zımparalama makineleri kullanılarak yonga levha yüzeylerindeki kalınlık hataları giderilerek mobilya üretiminde üst yüzey işlemlerinden önce düzgün ve en az pürüzlü yüzeyler elde edilir. Bu amaçla genellikle 2-4 silindri zımparalama makineleri kullanılmaktadır. Zımparalama makinelerinde kalınlık ayarı yapıldıktan sonra, levha bir geçişle her iki yüzü zımparalanmış olarak çıkar. Zımparalamadan sonra levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınırlar. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen levhalar depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı 20± 2o ve bağıl nemi% 65±5 olmalıdır.

1.6. Formaldehit Emisyonu

Yonga levha, kontra plak ve lifl evha gibi odun esaslı levhaların yapıştırılmasında çok fazla miktarda kullanılan üre-formaldehit tutkalının iç serbest formaldehit bulunmaktadır. Serbest formaldehit tutkalın çapraz bağ oluşturmasına yardımcı olur ve

sıcak pres sertleşmeyi hızlandırır.Sıcak preslenme sırasında formaldehitin büyük bir kısmı kimyasal reaksiyona girer ve/veya dağılır, reaksiyona girmeyen gaz halindeki bir miktardaki formaldehit ise levha içerisinde kalır ve yavaş yavaş dışarı çıkarak havaya karışır.(Sellers vd., 1990)

Özellikle ucuz oluşu, kullanım kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeni ile kontrplak, yonga levha ve lif levha üretiminde önemli ölçüde kullanılan üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda gerek üretim gerekse kullanımları sırasında odun türü, reçine tipi ve miktarı, presleme şartları, sertleştirici ve ilave maddelerin miktarı ve türleri ile odun rutubeti gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak farklı miktarlarda formaldehit açığa çıkmaktadır.(Çolakoğlu, 1993)

Özellikle ucuz oluşu, kullanım kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeni ile kontrplak, yonga levha ve lif levha üretiminde önemli ölçüde kullanılan üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda gerek üretim gerekse kullanımları sırasında farklı miktarlarda formaldehit açığa çıkmaktadır (Çolakoğlu, 1993).

Yapılan çalışmalara göre, insanların çoğu genellikle 0.4 ppm formaldehit konsantrasyonunun altındaki değerlerden rahatsız olmaktadır. Alerjik insanlar için bu sınır 0.25 ppm olarak belirtilmektedir. Düşük konsantrasyonlarda gözlerde hafif tahrişe neden olurken artan konsantrasyonlarda göz yanması, boğazlarda yanma ve tahriş oluşumu ortaya çıkmaktadır. (Kalaycıoğlu ve Çolakoğlu, 1994)

Levha ürünlerinden ayrılan formaldehit miktarlarının belirlenmesi için 20 yılı aşkın bir süredir pek çok metod geliştirilmiştir. Bunlar;

- 1.Perforatör Metodu
- 2.Desikatör Metodu
- 3.Gaz Analizi Metodu
- 4.Kabin Metodu
- 5.Deney Odası Metodu
- 6.WKI Şişe Metodu
- 7.Kâğıt Sorpsiyon Metodu

Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1.Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması

Emisyon Sınıfı	Perferatör Değeri(mg/100 g)
E1	<8
E2	8<

Üretim sırasındaki formaldehit emisyonunu azaltmak için;

1.Formaldehit/üre mol oranı düşük tutkalla kullanılmasıyla formaldehit emisyonu azaltılabilir.(Myers, 1984).

2.NH₃ ile formaldehitin reaksiyonu; levhaların direkt olarak amonyak gazına maruz bırakılması veya amonyak tuzları ile muamele edilmesi şeklinde uygulanır. Amonyak tuzlarının çeşitleri ile muamele edilen kontrplaklarda kullanılan tuz çözeltisinin artan pH'ı ile formaldehit emisyonunun azaldığı gözlenmektedir.(Myers,1986).

3.Oksijenli sülfür bileşikleri ile formaldehitin reaksiyonu; bu amaçla pek çok oksijenli sülfür asitlerinin alkali tuzları kullanılmaktadır.Ayrıca SO₂ kullanımı da formaldehit emisyonunun azaltıcı etki yapmaktadır.(Çolak ve Nemli.,2001)

4.Organik NH grupları ile formaldehitin reaksiyona tabi tutulması: Bu amaçla amin ve amidler kullanılmasına rağmen esas madde üredir(Çolak ve Nemli.,2001).

5.pH ayarlama: pH'ın nötrale yakın ayarlanması ile formaldehit emisyonunu azaltılabilir(Çolak ve Nemli.,2001).

6.Odun yongalarının nitrik asit ile muamele edilmesi ayrışan formaldehit miktarını azaltmaktadır(Çolak ve Nemli.,2001)

Yonga levhaların kaplanması ve yonga levha kalınlığındaki azalma formaldehit emisyonunu azaltmaktadır (Salem vd.,2011).

Yapılan çalışmalarda, yongalevha üretiminde polycarbamate-formaldehit ve akrilik tutkalı kullanılmıştır.Sonuç olarak üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalardan daha az formaldehit emisyonu olduğu görülmüştür (Kim, 2011; Amazio vd., 2011).

Boran ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; üre, propilamin, metilamin, etilamin ve siklopentilamin çözeltileri lif levha üretiminde formaldehit emisyonunu düşürmek için kullanılmış ve başarılı sonuç elde edilmiştir(Boran vd., 2011)

1.7. Yüzey Özellikleri

1.7.1.Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülük bir maddenin yüzeyindeki küçük düzensizliklerin ölçümüdür. Bu düzensizliklerin genişliği yüksekliği ve şekli bir ürünün yüzey kalitesini belirler (Hiziroğlu, 1996). Yongalevhelerde yüzey tekstürü üç boyutlu bir yüzey topografyası oluşacak gelişigüzel sapsmalar ve biçimde nominal yüzeyden tekrarlamalı şekilde tanımlanabilir. Oluşan bu sapsmalar pürüzlülüğü, yüzey dalgalanmalarını ve küçük çatlakları kapsamaktadır (ANSI, 1995).

Yongalevha endüstrisinde levhaların yüzeylerini dekoratif bir görüntü elde etmek, su emilimini ve formaldehit yayılımını azaltmak ve de rutubeti dengelemek için için kaplanır (Nemli vd.,2005). Yongalevhalar da yüzey kaplama malzemeleri reçine emdirilmiş kağıtlar, emprenye edilmiş kağıtlar ,ahşap kaplamalar, dekoratif laminantlar gibi katı yüzey kaplama malzemeleri ve lake boya sıvı yüzey kaplama malzemelerinden oluşur (Nemli, 2000)

Levha yüzeyi düzgün olduğunda ince bir film şeklinde olan yüzey kaplama malzemelerinin yonga levhanın yüzeyine etkili bir şekilde uygulanır.Ürünün derecesinin, kalitesinin, yüzeyinin işlenmesinin ve tutkallanmasını etkilenmesi levha yüzeyindeki en ufak bir pürüzlülük kaplama malzemesinde kendini gösterir. Yüzey pürüzlülüğünün derecesi, hem üretim işlemlerinin hem de ham madde özelliğini gösteren bir fonksiyondur. Yonga boyut ve geometrisi hammaddenin; presleme, reçine miktarı ve zımparalama ise üretim işleminin pürüzlülüğü etkileyen başlıca örneklerdir (Hiziroğlu, 1996). Zayıf bir tutkal hattına ve düşük bağ direncine neden olanü pürüzlü yüzeyle, kaplamalar ile yonga levha arasındaki teması azalttığı için zayıf bir tutkal hattına ve düşük bağ direncine neden olur.(Nemli vd.,2007)

Yapılan bir çalışmada; odun tozu kullanımı, levha taslak rutubeti, reçine miktarı ve pres süresi yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olmuştur. Bu yüzden, levha taslak rutubeti %9'dan %13'e, reçine miktarı %8-10'dan %10-12'ye, pres süresi 125 sn.den 165 sn.ye ve odun tozu oranı en fazla %20'ye çıkarıldığında yüzey pürüzlülüğü azaltılmaya gidilmiştir. (Nemli vd.,2007).

Yüzeyi daha düzgün levhalar elde edilebilmesi için yüzey tabakasında kullanılan yonga miktarının artırılmasıyla durum ortadan kalkar. (Maloney, 1977; Hiziroğlu ve Holcomb, 2005). Yongalevha pürüzlülük azaltılabilmesi için yüzey tabakasında ince yongaların kullanılması ve yüksek sıkıştırmasına gidilerek pürüzlük azaltılmıştır.(Hiziroğlu, 1993).

Yapılan bir çalışmada, Yongalevha üretiminde kullanılan hammadde türü, dış tabaka kullanım oranı, pres basıncının artması ve yoğunluk yüzey pürüzlülüğünü azaltmıştır. (Nemli vd., 2005)

Sıcaklığının artırılması durumun dak kaplama ve kurutma sıcaklığının artırılması yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkiler. 200 C'de kurutulan kaplamalar en düzgün yüzeyi verirken 180 C'de kurutulan kaplamalar en pürüzlü yüzeyi vermiştir(Aydın ve Çolakoğlu, 2005).Dünder ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, 120 ve 140 C' sıcaklıklarda kurutulan kaplamalara yüzey pürüzlülüğünün etkilenmediği, 160 ve 180 C'de kurutulan kaplamaların pürüzlülüğünün arttığı gözlenmiştir (Dünder vd., 2008).

Yonga levhalar MDF'ye kıyasla daha fazla yüzey pürüzlülüğüne sahiptir.Hem yonga levhada hem de MDF'de zımpara yönüne paralel ve dik yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur.(Hiziroğlu vd.,2004).

Yongaların yüzey özellikleri kesici aletin geometrisine, kesme anındaki kırılma durumuna ve odunun anatomik yapısına bağlıdır. Anatomik yapıdan kaynaklanan pürüzlülükler traheit ve liflerin boşluklarıdır(Nemli vd.2007).

Yonga levha üretiminde kullanılan tutkal miktarının artırılması ve pres süresinin uzatılması yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmiştir (Hiziroğlu ve Holcomb, 2005; Kalaycıoğlu vd.,2005).

Tabarsa ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmaya göre, şeker kamışı yongalarından üretilen yonga levhaların yüzey pürüzlülüğü, kavak ve yapraklı ağaç türü karışımından üretilen yonga levhalara göre daha az çıkmıştır (Tabarsa vd., 2011).

1.7.2.Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri

Yüzey pürüzlülük parametreleri profil ortalama çizgisine göre yüzeyin iki boyutlu profilinin belirlenmesinde kullanılır. Pürüzlülükler profil yükseklik yönünde veya yüzey düzlemine dik girinti ve çıkıntılardan oluşmaktadır (Aydın, 2003).

1.7.2.1.Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)

Ra, örnek pürüzlülük mesafesi boyunca profil ortalama çizgisinden sapmalara ait tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır.(Şekil 1).Ortalama pürüzlülük değeri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L y(x) dx$$

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde en yaygın kullanılan ölçüt olmasına rağmen yüzeyin yapısı hakkında kesin bir bilgi vermek için yeterli değildir.

1.7.2.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri (Rmax /Ry)

Örnek pürüzlülük mesafesi ortalama profil çizgisine göre en yüksek tepe ile en derin çukurun toplamına en büyük pürüzlülük değeri denir.

1.7.2.3. Profil Sapmasının Ortalama Karekökü (Rq)

Rq örnek pürüzlülük mesafesi boyunca ortalama profil çizgisinden sapmaların ortalamasının karekökü değeridir.

1.7.2.4. On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)

Rz, örnek pürüzlülük mesafesi boyunca yer alan en yüksek beş tepe ve en derin beş çukurun ortalama değerlerinin toplamıdır.

1.7.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Yongalevha yüzeyindeki pürüzlerin bazıları çıplak gözle görülebilirken bazıları görülemez veya görülmesi oldukça zordur. Tutkal lekeleri, küçük delikler, kırılmış köşeler, çizik izleri gibi kusurlar gözle görülebilirken, iğne ucu küçüklüğündeki delikler, zımpara izleri ve oyukları görmek oldukça zordur (Radziszewski vd., 2005) Yüzey pürüzlülüğünü ve kalitesinin ölçmek için kullanılan geleneksel yöntemler görme ve dokunma yaklaşımlarını içermektedir. Fakat bu yöntemlerle sadece bariz kıyaslamalar mümkündür ve yüzey hakkında detaylı bilgi elde edilemez. Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi için çok çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Bunlar: iğne taramalı, pinomatik, akustik, optik, ultrasonik yüzey ölçerler ve video kamera ile resim analizi şeklinde sıralanabilir. Bu makineler çoğunlukla plastik ve metal gibi endüstriyel malzemelerin ölçülmesi geliştirilmiştir (Aydın, 2003; Hendarto vd., 2006).

Odon kompozitlerinin yüzey pürüzlülüğünü belirlemek için oldukça çok çalışma yapılmasına rağmen henüz objektif bir şekilde analiz yapabilecek pratik bir kılavuz veya reçete ortaya konulamamıştır (Hiziroğlu, 1996).

Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde iğne taramalı ölçüm yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknik pratik, tekrarlanabilir bir yöntemdir. Bununla birlikte, yüzey parametrelerinin sayısal değerleri tam olarak hesaplanabilir (Hiziroğlu, 1996; Aydın, 2003).

İğne taramalı yöntemde sonuçlar üzerinde iğne uç çapı, iğneye karşı oluşan yüzey mukavemeti ve profil uzunlu gibi kıstaslar etkilidir. Ayrıca uygun olmayan tarama iğnesinin kullanılması, tarayıcı iğnesinin fazla baskıya maruz kalması, sürtünme nedeniyle yatay direnç oluşması ve sıçraması sebebiyle dikey hareketlerin meydana gelmesi ölçümün hatalı olmasına neden olabilir.(Hiziroğlu, 1996;Aydın,2003)

1.7.4.Islanma Olayı ve Temas Açısı

Islanma, sıvının katı bir yüzey ile temas kurabilmesidir. Bu temas, katı ile sıvı bir araya geldiğinde oluşan moleküller arası etkileşimin bir sonucudur. Katı/sıvı arasındaki temas açısıdır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; yongalevha tabakaları arasına çöp poşeti konularak ve pres sıcaklığının etkisiyle eritilip tutkal vazifesi sağlanarak, üretilen levhalarda kalite özelliklerinin üzerine etkileri incelenmiş olup, tutkal miktarı azaltılarak yongalevhanın maliyeti düşürülmesi planlanmıştır.

KTÜ Orman Fakültesi labovatuvarlarında standartlara uygun olarak örnek gruplarla numaralandırılmış, %3 rutubetli kondisyon odasında bekletilmiştir.

2.1.1. Ağaç Malzeme

Levhalarının üretiminde; Kara Kavak (*Populus nigra*) 20-22 yaşlarında odunundan elde edilen yongalar kullanılmıştır.

2.1.2.Hidrofofik Madde

Levhanın kalite özelliklerini iyileştirilerek, yongalevha üretimindeki maliyeti azaltmak, tutkal vazifesi görmesi için, 110,40µm kalınlığında, 53,00 g/m² gramajında çöp poşeti kullanılmıştır.

2.1.3. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarının üretiminde amonyum klorür % 20'lik çözelti, katı tutkala oranla % 1 kullanılmıştır.

2.1.4. Tutkal

Yongaların tutkatlanmasında, katı madde oranı % 65 olan, ph değeri 8.35, yoğunluğu (g/cm^3) 1.290 g/cm^3 , viskositesi(cps) 250 cps, f/ü mol oranı 1,20 üre formaldehit tutkaları kullanılmıştır.

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

Yongalevha üretiminde kullanılacak hammadde sahaya geldikten sonra uygun çaplarda 40'cm'den küçük yuvarlak odunlar olarak yongalamaya alınmıştır. İnce yongalama işlemi içinde Pallman değirmeni taşınarak burada ince yongalama gerçekleşir.

Kullanılacak odun parçacıkların içerisinde de metal parçacıklar, taş ve kum gibi yongaların arasında bulunabilecek yabancı maddeler yongalama makinesinin giriş kısmında bulunan mıknatıs ile uzaklaştırılır. İstenilen kalınlığa gelebilmesi için kaba yongalar palminn değirmenlerinde 0.65 mm kalınlığına kadar inceltiştir. Yongalar istenilen özellikteki kalınlığa gelince, bıçaklar arasından aşağıya düşerek makinenin altından zincirli taşıyıcı ile kurutma silosuna taşınmıştır. Yongalar kurutucu giriş sıcaklığı $300 \text{ }^\circ\text{C}$ ve çıkış sıcaklığı $100 \text{ }^\circ\text{C}$ olan döner tamburlu kurutucuda % 3 rutubete kadar kurutulmuşlardır. Daha sonra mekanik eleme işlemi gerçekleştirilmiştir. 3mm^2 'den büyük boyutlu yongalar pnomatik sisteme, boyutları $1,5 \text{ mm}^2$ olan yongalar dış tabaka yonga silosuna, $0,5 \text{ mm}^2$ 'den küçük olanlar ise kullanılmamıştır. Daha sonra pnomatik sisteme gelen yongalar yüzey ağırlığı esasına göre tasnif edilmiştir. Böylece tasnif edilebilmesi için iki sistem kullanılmıştır.

Levha taslağı 25 kg/cm^2 basınç altında soğuk presleme işlemine tabi tutulmuştur. Sıcak preslemede, levha taslağı $150 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $25 \text{ }^\circ \text{ kg/cm}^2$ basınç altında 420 sn süreyle preslenmiştir. Yongalarda hedeflene özgül ağırlık 0.65 g/cm^3 ve 3 tabakalı dış/ orta tabaka yonga kullanım oranı % 40/60 'dır. Presleme süresi 7 dk'dir.

Deneme levhaların zımparalanmasında 50, 60, 80, 100 ve 120 nolu zımparalar kullanılmıştır. Her deneme levhasından ikişer adet olmak üzere 20 adet levha üretilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen deneme yongalevha tipleri aşağıdaki tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deneme Levha Tipleri

Levha Tipi	Sertleştirici Türü	Çöp Poşeti Kullanımı	Depolama Süresi
1	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
2	Amoyum Klorür	Çöp Poşeti	3 Hafta
3	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
4	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
5	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
6	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
7	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
8	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
9	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
10	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
11	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta
12	Amoyum Klorür	Çöp Poşetli	3 Hafta

2.3. Araştırma Yöntemi

Üretilen deneme yongalevhaların kalite özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler aşağıda açıklanmıştır

2.3.1. Mekanik Özellikler

2.3.1.1. Eğilme Direnci

Üretilen yongalevhalarda eğilme direnci deneyi EN 310 (1993) standardına uygun olarak yapılmıştır. (EN, 1993). Sıcaklığı 18 ± 2 °C ve bağıl nemi % 60 ± 5 olan kondisyon odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar %3 rutubetle bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deneme makinesinde yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 1-2 dak. içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm\dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci ;

$$\sigma_e = \frac{3FL}{2bd^2} \text{ kg/cm}^2$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada ;

F = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L= Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d= Örnek kalınlığı (cm)

b= Örnek genişliği (cm)

2.3.1.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Üretilen deneme levhaları 55x55x1,2 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 18±2 °C ve bağıl nemi % 60±5 olan kondisyon odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar %3 rutubetle bekletilen örneklerde 20 adetlin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komperatör ile 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet makine göstergesinden 1 kg duyarlıkta belirlenmiştir. Elastikiyet modülü (E) :

$$E = \frac{FL^3}{4\Delta bxd^3} \text{ kg/cm}^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

Δ_e = Eğilme Miktarı (sehim) (cm)

F = Deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)

2.3.1.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci hesaplanabilmesi için ilk olarak Her levha grubundan 55x55x1,2mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Yüzeye dik çekme direnci deneyi EN 319 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. (EN, 1993). Her. Sıcaklığı 18±2 °C bağıl nemi % 60±5 olan kondisyon odasında %3 rutubetle değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilen örneklerin boyutları ±0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür.. Yüzeye dik çekme direnci ;

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

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada ;

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

A= Örnek enine kesit alanı (cm²)

2.3.2. Formaldehit Emisyonu

Tutkal vazifesi görmesi açısından çöp poşeti kullanılarak üretilen deneme levhalarının 55x55x1,2mm boyutlarında 3 adet olarak her gruptan levhalar Formaldehit emisyonu EN 120-1'e uygun olarak yapılmıştır. Bu yöntem sayesinde ekstraksiyon yolu ile levha içindeki serbest formaldehit belirlenmiştir. Toluen içinde bulundurarak kaynatılan levha örneklerinden serbest formaldehitin destile suya geçmesi sağlanmakta ve sulu çözeltideki formaldehit miktarı fotometrik olarak belirlenerek tam kuru levha ağırlığına oranlanmaktadır. Denemeler 3 adet örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Yaklaşık olarak 110± 0.01 g ağırlıkla tartılan deney örnekleri perferatör cihazının cam balonu içine konulmuş ve bunu üzerine 600ml toluen ilave edilmiştir. Cihazın gaz absorpsiyon şişesi yaklaşık 100 ml destile su ile doldurulmuş ve daha sonra cihaza balonlu cam boru ile bağlanmıştır. Bu işlemden sonra soğutma ve ısıtma işlemi başlar. Ekstraksiyon süresi boyunca toluenin geri akışı dakikada 70-90 damla kadar olmalıdır. Ekstraksiyon işlemi toluenin sifo borusuna geri gelmesi ile başlar ve 2 saat devam eder. Sürenin sonunda perferatör içindeki bir ölçü kabına alınmış ve ortam sıcaklığı kadar soğutulduktan sonra 2000 ml' lik balon jöjeye aktarılmıştır. Daha sonra balon jöje içersindeki çözelti destile su ile 2000 ml' ye tamamlanmıştır. Ayrıca cihaza örnek konulmaksızın sadece toluen ile kör deneme yapılmıştır. 2000 ml'lik balon jöjede bulunan çözeltiden önce 10 ml tartılıp destile suyla 100 ml' ye tamamlanmıştır. Daha sonra bu şekilde seyreltilmiş çözeltinin 10 ml' si alınarak bir şişeye konulmuş ve üzerine 10 ml 0.01 N asetil aseton ve 10 ml 0.01 N amonyum asetat eklenmiştir. Ağzı sıkıca kapatılan şişeler yaklaşık 40°C sıcaklıktaki bir su banyosunda 15 dakika süreyle bekletildikten sonra bir saat süreyle ışık almayan bir yerde soğutulmuştur. Ölçülen bu absorbans değerleri

kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile örneklerin içerdikleri formaldehit miktarları tespit edilmiştir.

$$F = \frac{(As - Ab) \times f \times (100 + R \times V)}{M} \quad \text{mg/100 gr tam kuru levha}$$

Burada ;

As : Ekstraksiyon çözeltisinin absorbanası

Ab : Kör deneyinin absorbanası

F : Kalibrasyon eğri faktörü (EN 120' de belirtildiği gibi hesaplanır)

R : Levhanın rutubet miktarı

M : Örnek ağırlığı

V : Cam balonun hacmi (2000 ml)

2.3.3. Fiziksel Özellikler

2.3.3.1 Özgül Ağırlık

Yapılan özgül ağırlık deneyi TS EN 323\1 (1999)'de belirtilen esaslar dikkate alınarak yapılmıştır. (T.S.E.,1999). Özgül ağırlık belirlemede ayrı örnek hazırlanmıştır, eğilmede elastikiyet modülü ve eğilme direnci denemelerinden sonra kırılan parçalardan elde edilen ve 55x55x1,2 mm boyutlarında 20 adet örnek kullanılmıştır. Sıcaklığı 16-20° C ve bağıl nemi % 50 -60 olan kondinasyon odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar %3 rutubetle bekletilen örneklerin kalınlıkları ise mikrometre ile ± 0.01 duyarlıkla, ağırlıkları analitik terazi ile genişlikleri kumpas, kalınlıkları ölçülmüştür. Buna göre özgül ağırlık (D) ;

$$D = m \setminus V \text{ g} \setminus \text{cm}^3$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada ;

m = Örnek Ağırlığı (g)

V = Örnek hacmi (cm^3)

2.3.3.2 Rutubet Miktarı

Levhaların rutubetin miktarını belirlemek için elastikiyet modülü ve eğilme direnci deneyleri tamamlandıktan sonra arta kalan kısımlardan kırılan parçalardan yararlanılmıştır. 55x55x1,2 mm boyutlarında hazırlanan 20 adet örneğin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlılıkta analitik terazi tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiştir ve $103 \pm 2^\circ$ C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)' de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir (EN , 1993). B unlara göre örneklerin rutubeti (r) ;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

m = Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m_0 = Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

2.3.3.3 Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Deneme levhaları 2 ve 24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için 55x55x1,2 boyutlarından EN 317 (1993) 'de belirtilen esaslara uygun olarak 20 adet örnek hazırlanmıştır (EN, 1993). Alınan örneklerin kalınlıkları tam orta noktasından ± 0.010 mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve $18-20^\circ$ C sıcaklıktaki temiz suda , su yüzeyinden 20 mm aşağıda tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin alabildiğin fazla almış olduğu suları bir bez ile alınarak temizlenmiş ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları (KA);

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100$$

Eşitliğin hesaplanmıştır. Burada ;

e_y = suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

e_k = Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)

2.4. İstatistik Yöntemler

Yongalevha üretiminde tutkal vazifesi görmesi açısından kullanılan çöp poşetli üretilen deneme levhalar üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla ikiden fazla örnek ve bir faktör söz konusu olunca basit varyans, iki faktör ve ikiden fazla örneklendirmelerle ise çoğul varyans analizleri kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadıkları belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda etkileme anlamlı ise ortalama değerler Newman – Keuls testi ile karşılaştırılmıştır.



3. BULGULAR

3.1. Mekanik Özellikler

3.1.1. Eğilme Direnci

Levhaların deneme sonucundaki ortalama eğilme direnci değerleri aşağıdaki Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Deneme levhalarını ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	12,02	1,06	1,13
2	13,39	1,08	1,16
3	13,14	1,13	1,28
4	12,25	0,83	0,69
5	13,02	1,33	1,78
6	13,2	1,46	2,13
7	11,9	0,79	0,63
8	12,88	1,07	1,14
9	13,13	1,22	1,49
10	12,28	1,26	1,6
11	13,21	1,34	1,79
12	13,34	1,78	3,17

X:Aritmetik ortalama, S:Standart sapma, V;Varyasyon katsayısı

Eğilme direnci değerleri üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları aşağıdaki tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanımının etkisini belirtmek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arasında	153,562	5	30,712	50,283	***
Gruplar içinde	69,629	114	,611		
Genel Toplam	223,191	119			

Eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisi % 1 yanılma olasılığı ile karşılaştırılan anlamlı bir durum olduğuna karar verilir. Bunun takiben yapılan Newman – Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanımı önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine çöp poşetinin kullanımının etkilerine Newman-Keuls testi sonuçları aşağıdaki tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları

Levha Tipi	Eğilme Direnci (kg/cm ²)
1	12,93 (0,825)
2	13,08 (0,827)
3	13,02 (0,828)
4	14,17 (0,790)
5	12,63 (0,789)
6	10,41 (0,603)

Parantez içindekiler standart sapma değerleridir.

3.1.2. Eğilme Elastikiyet Modülü

Levhaların deneme sonucundaki ortalama elastikiyet modülü değerleri aşağıdaki Tablo 6’de verilmiştir.

Tablo 6. Deneme levhalarını ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	1737,36	204,49	41817,75
2	1807,78	195,5	38220,38
3	1659,04	182,01	33126,61
4	1687,97	225,47	50836,78
5	1804,17	251,37	63186,76
6	1642,94	214,77	46127,48
7	1708,82	169	28561,63
8	1809,61	328,47	107892,8
9	1659,27	220,61	48668,5
10	1755,13	260,29	67753,24
11	1733,57	207,48	43049,86
12	1675,25	148,7	22112,7

X:Aritmetik ortalama, S:Standart sapma, V;Varyasyon katsayısı

Elastikiyet modülü değerleri üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları aşağıdaki tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Elastikiyet eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanımının etkisini belirtmek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arasında	4594070,237	5	918814,047	134,017	***
Grupları İçinde	781576,253	114	6855,082		
Genel Toplam	5375646,490	119			

Eğilme Elastikiyet Modülü üzerine çöp poşeti kullanım etkisi % 1 yanılma olasılığı ile karşılaştırılan anlamlı bir durum olduğuna karar verilir. Bunun takiben yapılan Newman - Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile eğilme elastikiyet modülü üzerine çöp poşeti kullanımı önemli çıkmıştır. Eğilme Elastikiyet Modülü üzerine çöp poşetinin kullanımının etkilerine Newman-Keuls testi sonuçları aşağıdaki tablo 8 ‘de verilmiştir.

Tablo 8. Eğilme Elastikiyet Modülü direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları

Levha Tipi	Eğilme Direnci (kg/cm ²)
1	1798,98 (82,610)
2	1814,93 (83,655)
3	1806,25 (82,694)
4	1943,39 (77,624)
5	1707,52 (89,159)
6	1322,65 (89,619)

Parantez içindekiler standart sapma değerleridir.

3.1.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Levhaların deneme sonucundaki ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri aşağıdaki Tablo 9’de verilmiştir.

Tablo 9. Deneme levhalarını ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	0,45	0,13	0,02
2	0,48	0,18	0,03
3	0,36	0,15	0,02
4	0,50	0,19	0,04
5	0,41	0,12	0,01
6	0,51	0,2	0,04
7	0,38	0,14	0,02
8	0,43	0,18	0,03
9	0,44	0,15	0,02
10	0,53	0,21	0,05
11	0,46	0,18	0,03
12	0,52	0,23	0,05

X:Aritmetik ortalama, S:Standart sapma, V;Varyasyon katsayısı

Yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları aşağıdaki tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 10. Yüzeye dik çekme direnci üzerine çöp poşeti kullanımının etkisini belirtmek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arasında	4594070,237	5	918814,047	134,017	***
Gruplar içinde	781576,253	114	6855,082		
Genel Toplam	5375646,490	119			

Yüzeye Dik Çekme Direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisi % 1 yanılma olasılığı ile karşılaştırılan anlamlı bir durum olduğuna karar verilir. Bunun ardından yapılan Newman -Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile yüzeye dik çekme direnci üzerine çöp poşeti kullanımı önemli çıkmıştır. Yüzeye dik çekme direnci üzerine çöp poşetinin kullanımının etkilerine Newman-Keuls testi sonuçları aşağıdaki tablo 11’da verilmiştir

Tablo 11. Yüzeye dik çekme direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları

Levha Tipi	YüzeyeDikÇekme Kuvveti (kg/cm ²)
1	0,38 (0,058)
2	0,46 (0,053)
3	0,61 (0,082)
4	0,68 (0,090)
5	0,37 (0,064)
6	0,22 (0,026)

3.2. Formaldehit Emisyonu

Levhaların deneme sonucundaki ortalama formaldehit emisyonu değerleri aşağıdaki Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Deneme levhalarını ortalama formaldehit emisyonu değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	8,21	0,64	0,41
2	8,21	0,64	0,41
3	8,18	0,61	0,37

X:Aritmetik ortalama, S:Standart sapma, V;Varyasyon katsayısı

Formaldehit emisyonu değerleri üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları aşağıdaki tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Formaldehit emilsiyonu üzerine çöp poşeti kullanımının etkisini belirtmek

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arasında	4594070,237	5	918814,047	134,017	***
Grupları İçinde	781576,253	114	6855,082		
Genel Toplam	5375646,490	119			

Tablo 14. Formaldehit emilsiyonu üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları

Levha Tipi	Formaldehit(kg/cm ²)
1	8,88 (0,090)
2	8,49 (0,490)
3	8,62 (0,080)
4	8,19 (0,055)
5	7,87 (0,070)
6	7,14 (0,060)

(Parantez içindekiler standart sapma değerleridir.)

Formaldehit emisyonu üzerine çöp poşeti kullanım etkisi % 1 yanılma olasılığı ile karşılaştırılan anlamlı bir durum olduğuna karar verilir. Bunu takiben yapılan Newman - Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile formaldehit emisyonu üzerine çöp poşeti kullanımı önemli çıkmıştır. Formaldehit emisyonu üzerine çöp poşetinin kullanımının etkilerine Newman-Keuls testi sonuçları aşağıdaki tabloda 14’de verilmiştir.

3.3. Fiziksel Özellikler

3.3.1. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Levhaların deneme sonucundaki ortalama kalınlık artışı (şişme) oranı değerleri aşağıdaki Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15. Deneme levhalarını ortalama kalınlık artışı (şişme) oranı değerleri (%)

Levha Tipi	X	S	V
1	25,61	2,48	6,13
2	26,18	2,31	5,35
3	27,37	2,47	6,09
4	24,56	3,4	11,53
5	26	2,45	6,02
6	27,71	1,67	2,79
7	28,31	1,99	3,96
8	25,39	3,45	11,9
9	27,24	2,95	8,71
10	27,65	2,11	4,46
11	25,3	3,15	9,9
12	27,69	2,91	8,45

X:Aritmetik ortalama, S:Standart sapma, V;Varyasyon katsayısı

Kalınlık artışı (şişme) oranı üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları aşağıdaki tablo 16'de verilmiştir.

Tablo 16. Kalınlık artışı üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
GruplarArasında	4594070,237	5	918814,047	134,017	***
Gruplarıçinde	781576,253	114	6855,082		
GenelToplam	5375646,490	119			

Kalınlık artışı (şişme) oranı üzerine çöp poşeti kullanım etkisi % 1 yanılma olasılığı ile karşılaştırılan anlamlı bir durum olduğuna karar verilir. Bunu takiben yapılan Newman -Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile kalınlık artışı (şişme) oranı üzerine çöp poşeti kullanımı önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı (şişme) oranı üzerine çöp poşetinin kullanımının etkilerine Newman-Keuls testi sonuçları aşağıdaki tabloda 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Kalınlık (şışme) oranı üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları

Levha Tipi	Kalınlık Artışı(Şişme) Oranı (%)
1	28,12 (1,420)
2	25,67 (1,550)
3	26,85 (1,472)
4	22,56 (1,762)
5	25,26 (1,942)
6	31,69 (2,001)

(Parantez içındekiler standart sapma değerdleridir.)

3.3.2. Özgöl Ağırlık

Levhaların deneme sonucundaki özgöl ağırlık değerdleri aşğıdaki Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Deneme levhalarını ortalama özgöl ağırlık değerdleri (g/cm³)

Levha Tipi	X	S	V
1	0,649	0,015	2,23
2	0,627	0,017	3,02
3	0,629	0,030	4,78
4	0,628	0,018	2,71
5	0,626	0,011	1,43
6	0,630	0,018	2,53
7	0,627	0,016	2,77
8	0,629	0,015	2,64
9	0,627	0,009	2,87
10	0,628	0,017	2,28
11	0,627	0,019	2,38
12	0,628	0,015	3,17

X:Aritmetik ortalama, S:Standart sapma, V;Varyasyon katsayı

Özgöl ağırlık üzerine çöp poşeti kullanım etkisi % 1 yanılma olasılığı ile karşılaştırılan anlamlı bir durum olduğuna karar verilir. Bunu takiben yapılan Newman -

Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile özgül ağırlık üzerine çöp poşeti kullanımı önemli çıkmıştır.

Tablo 19. Özgül ağırlık değerleri üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arasında	4594070,237	5	918814,047	134,017	***
Gruplar içinde	781576,253	114	6855,082		
Genel Toplam	5375646,490	119			

Tablo 20. Özgül ağırlık üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları

Levha Tipi	Özgül Ağırlık (g/cm ³)
1	0,650 (0,048)
2	0,651 (0,028)
3	0,653 (0,017)
4	0,654 (0,012)
5	0,649 (0,052)
6	0,648 (0,035)

(Parantez içindekiler standart sapma değerleridir.)

3.3.3. Rutubet Miktarı

Levhaların deneme sonucundaki ortalama rutubet miktarı değerleri aşağıdaki Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Deneme levhalarını ortalama rutubet değerleri (%)

Levha Tİpi	X	S	V
1	6,13	0,11	1,79
2	6,15	0,13	1,63
3	6,17	0,10	2,11
4	6,19	0,07	1,13
5	6,19	0,15	2,42
6	6,30	0,08	0,86
7	9,31	0,13	1,40
8	9,33	0,09	0,96
9	9,35	0,13	2,42
10	9,37	0,17	1,39
11	9,38	0,15	1,81
12	9,40	0,09	1,60

X:Aritmetik ortalama, S:Standart sapma, V;Varyasyon katsayısı

Tablo 22. Rutubet miktarını üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
GruplarArasında	4594070,237	5	918814,047	134,017	***
Gruplar içinde	781576,253	114	6855,082		
Genel Toplam	5375646,490	119			

Rutubet değerleri üzerine çöp poşeti kullanım etkisi % 1 yanılma olasılığı ile karşılaştırılan anlamlı bir durum olduğuna karar verilir. Bunu takiben yapılan Newman - Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile rutubet değerleri üzerine çöp poşeti kullanımı önemli çıkmıştır. Rutubet değeri çöp poşetinin kullanımının etkilerine Newman-Keuls testi sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Rutubet miktarı değerleri üzerine çöp poşeti kullanım etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analiz sonuçları aşağıdaki tablo 23'da verilmiştir.

Tablo 23. Rutubet miktarı üzerine çöp poşeti kullanım etkisine ait Newman – Keuls testi sonuçları

Levha Tipi	Rutubet miktar değerleri (%)
1	9,15 (0,14)
2	9,13 (0,24)
3	9,12 (0,17)
4	9,08 (0,11)
5	9,17 (0,08)
6	9,23 (0,35)

(Parantez içindikiler standart sapma değerleridir)

3.4.Çöp poşeti ve Tutkal Kullanım Oranları

Deneme levha üretiminde tutkal vazifesi görebilmesi için ve tutkal maliyetinin azaltılması açısından yapılan çalışmada kullanılan çöp poşetinin kullanımı ve tutkal kullanım oranları aşağıda tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Çöp poşeti ve tutkal kullanım oranları

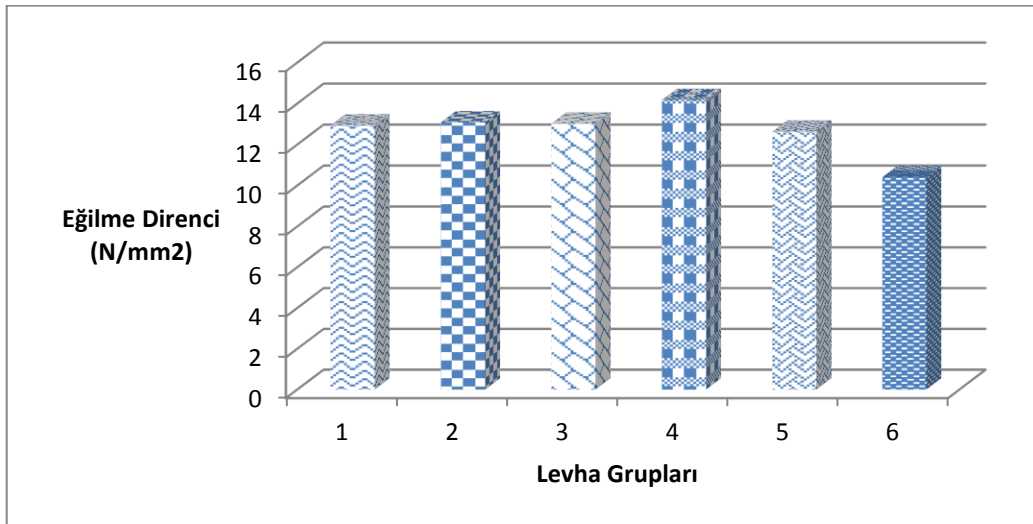
Levha Tipi	Çöp Poşeti Kullanımı	Tutkal Kullanım Oranı
1	-	%9-11
2	Yüzey ve orta tabakalar arasına (1’er adet)	%9-11
3	Orta tabaka merkezi (1 adet)	%9-11
4	Yüzeyve orta tabaka arasına (1’er adet (orta merkezine 1 adet))	%9-11
5	Yüzet ve orta tabaka arasına (1’ er adet))	%8-10
6	Yüzet ve ora tabaka arasına (1 ‘er adet (orta merkezine 1 adet))	%8-10

4.TARTIŞMA

4.1. Mekanik Özellikler

4.1.1. Eğilme Direnci

Yapılan eğilme direnci testi sonucunda en düşük eğilme direnci değerine tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen yongalevhelerde $11,9 \text{ N/mm}^2$, en yüksek eğilme direnci değerine ise tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen yongalevhelerde $13,39 \text{ N/mm}^2$ değerine ulaşılmıştır. Uygulanan testlerin ve istatistiksel çalışmalar sonucunda eğilme direnci üzerine uygulanan çöp poşeti kullanımı anlamlı bulunmuştur. Eğilme direnci üzerine kullanımı etkisi şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.Eğilme direnci üzerine çöp poşeti kullanım etkisi

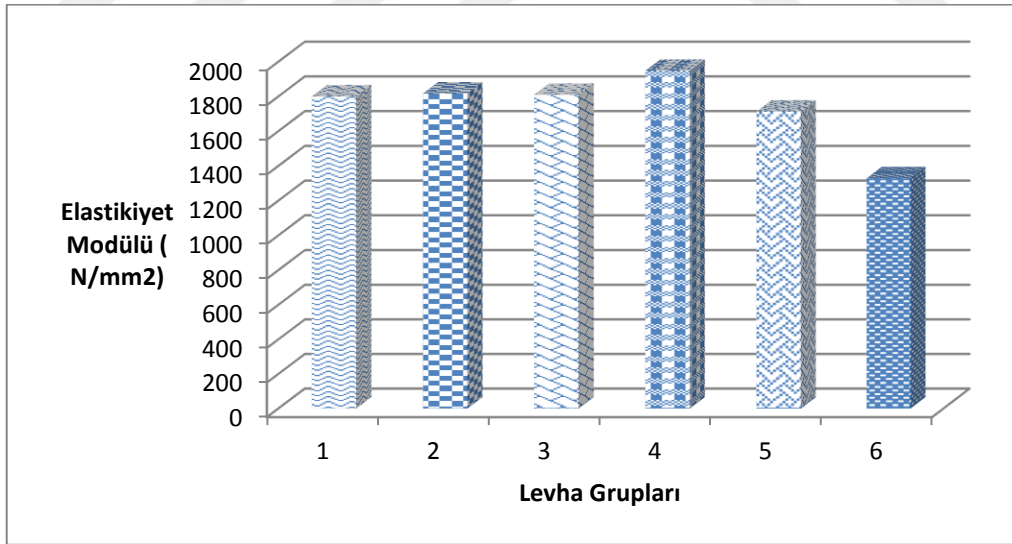
Yongalevha üretiminde kullanılan tutkal vazifesi görebilmesi için çöp poşetinin %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen levha gruplarında eğilme direnci dördüncü ve altıncı grup levhalarında çöp poşeti kullanımına uygun bulunmamıştır. Tutkal molekülleriyle yonganın bünyesindeki hidroksil grupları arasındaki adhezyon kuvvetinin

azaldığı böylece zayıf tutkal bağlarının meydana geldiği yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir. Yongalevha üretiminde yapışmanın iyi olmaması üretilen yongalevhaların mekanik direncini ve fiziksel özelliklerini etkiler.

4.1.2.Eğilmede Elastikiyet Modülü

Yapılan elastikiyet modülü direnci testi sonucunda en düşük elastikiyet modül direnci değerine tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen yongalevhalarda $1642,94 \text{ N/mm}^2$, en yüksek elastikiyet modül değerine ise tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti poşeti %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen yongalevhalarda $1809,61 \text{ N/mm}^2$ değerine ulaşılmıştır.

Uygulanan testlerin ve istatistiksel çalışmalar sonucunda eğilmede elastikiyet modülü üzerine uygulanan çöp poşeti kullanımı anlamlı bulunmuştur. Eğilmede elastikiyet modülü üzerine kullanımı etkisi şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.Elastikiyet modülü üzerine çöp poşeti kullanım etkisi

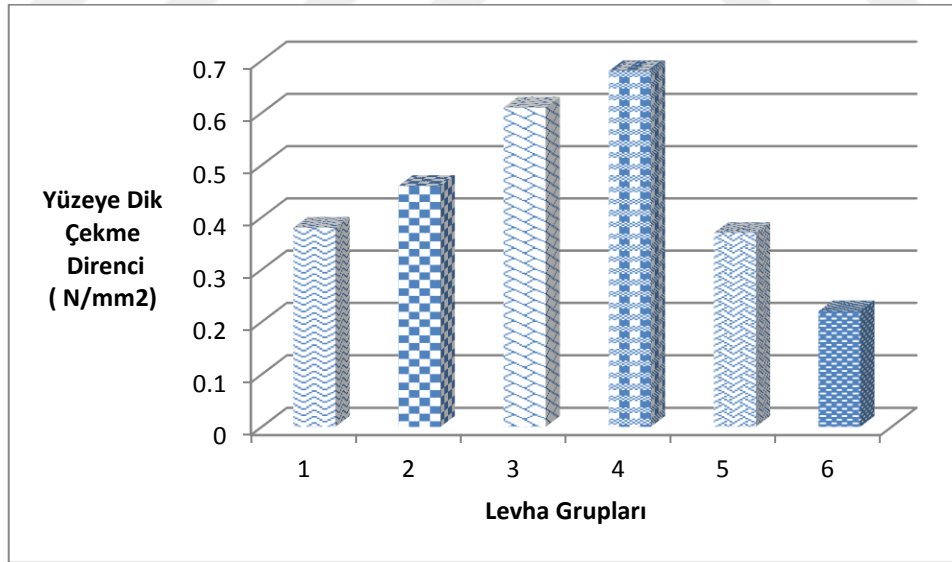
Yongalevha üretiminde kullanılan tutkal vazifesi görebilmesi için çöp poşetinin %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen yongalevhaların elastik modülü değeri $1814,93 \text{ N/mm}^2$, $1943,39 \text{ N/mm}^2$ ve $1322,65 \text{ N/mm}^2$ ölçülürken, bu dirençler iki ,dördüncü ve altıncı gruplar olmak üzere bu grup levhalarında çöp poşeti kullanımına

uygun bulunmamıştır. Levha gruplarındaki yongalevhaların elastikiyet değerleri 1798,98N/mm², 1806,25N/mm² ve 1707,52N/mm² ölçülürken, bu dirençler bir, üç ve beşini gruplar olmak üzere bu grup levhalarında çöp poşeti kullanımı uygun bulunmuştur.

4.1.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yapılan yüzeye dik çekme direnci testi sonucunda en düşük yüzeye dik çekme direnci değerine tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen yongalevhalarda 0,36 N/mm², en yüksek yüzeye dik çekme direnci değerine ise tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen bir ay depolanan yonga levhalarında 0,53 N/mm² değerine ulaşılmıştır.

Uygulanan testlerin ve istatistiksel çalışmalar sonucunda yüzeye dik çekme direnci üzerine uygulanan çöp poşeti kullanımı anlamlı bulunmuştur. Yüzeye dik çekme direnci üzerine kullanımı etkisi şekil 4’de gösterilmiştir.



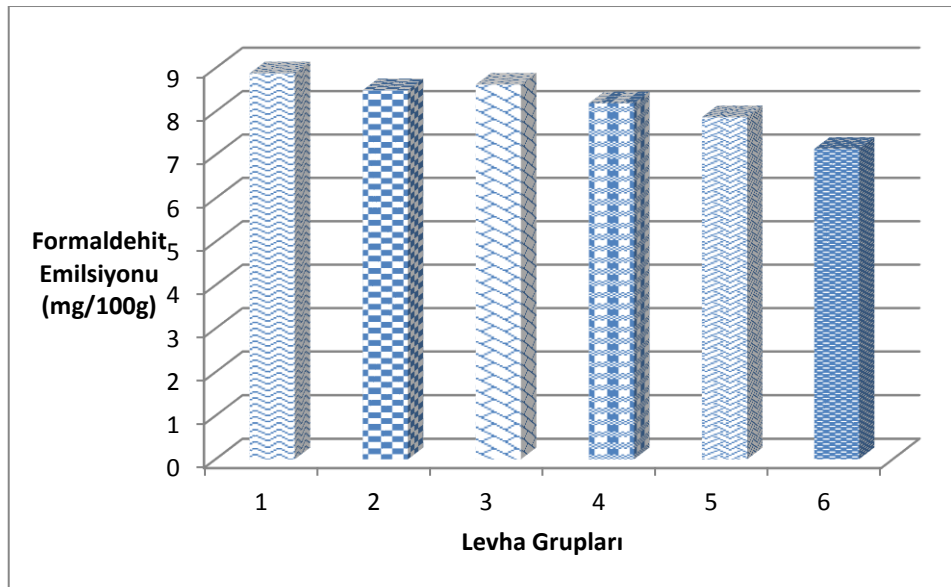
Şekil 4.Yüzeye dik çekme kuvveti üzerine çöp poşeti kullanım etkisi

Yongalevha üretiminde kullanılan tutkal vazifesi görebilmesi için çöp poşetinin %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen levha gruplarında yongalevhaların yüzeye dik çekme değeri 0,61N/mm², 0,68N/mm² ve 0,22N/mm² ölçülürken, bu dirençler üç ,dört ve altı gruplar olmak üzere bu grup levhalarında çöp poşeti kullanımına uygun

bulunmamıştır. Levha gruplarındaki yongalevhaların yüzeye dik çekme değerleri 0,38N/mm², 0,46N/mm² ve 0,37N/mm² ölçülürken, bu dirençler bir, iki ve beşinci gruplar olmak üzere bu grup levhalarında çöp poşeti kullanımı uygun bulunmuştur. Yongalevhalarda presleme işleminden sonra da sertleşme reaksiyonları devam ettiğinden, fiziksel ve mekanik değişimler preslenmeden sonrada bir müddet daha devam etmektedir.(Bozkurt ve Göker,1990) Preslenme sonrası levhalarda sertleşme reaksiyonları devam ettiği için tutkal bağları daha zayıf olacağından levhalara göre yüzeye dik çekme dirençleri düşük çıkmaktadır.

4.2. Formaldehit Emisyonu

Uygulanan testlerin ve istatistiksel çalışmalar sonucunda formaldehit emisyonu üzerine uygulanan çöp poşeti kullanımı etkileri % 16 anlamlı bulunmuştur. Yapılan yüzeye dik çekme direnci testi sonucunda, en düşük formaldehit emisyonu değerine tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti %3 rutubetli 3 hafta yongalevhalarda 8,18 kg/cm², en yüksek formaldehit emisyonu değerine ise tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti bir ay depolanan yonga levhalarda 8,21 kg/cm² değerine ulaşılmıştır. Formaldehit emisyonu çöp poşeti kullanımı üzerine etkisi şekil 5'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Formaldehit emisyonu üzerine çöp poşeti kullanım etkisi

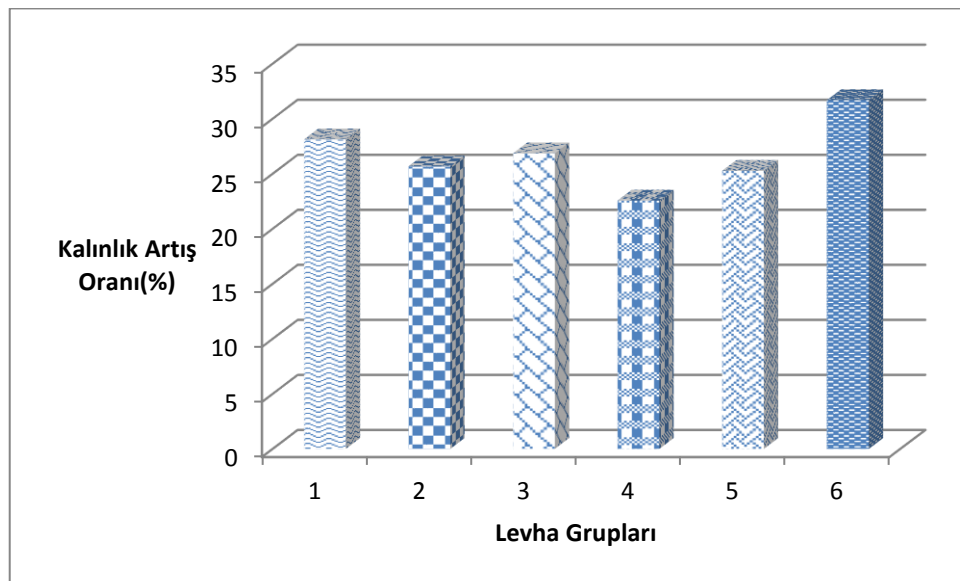
Yongalevha üretiminde kullanılan tutkal vazifesi görebilmesi için çöp poşetinin %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen levha gruplarında yongalevhaların formaldehit emisyonu değeri 8,88kg/cm², 8,49kg/cm²,8,62 kg/cm² , 7,87kg/cm² ve 7,14 kg/cm² ölçülürken, bu dirençler bir,iki,üç,beş ve altıncı gruplar olmak üzere bu grup levhalarında çöp poşeti kullanımına uygun bulunmamıştır. Levha gruplarındaki yongalevhaların formaldehit emisyon değerleri 8,19 kg/cm² ölçülürken, bu direnç değeri dördüncü grupta olmak üzere levhalarında çöp poşeti kullanımı uygun bulunmuştur.

4.3.Fiziksel Özellikler

4.3.1. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Yongalevha üretiminde tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti oranı yapılan test sonucunda kalınlık artışı (şişme) en düşük değer 24,56 %, en yüksek kalınlık artışı tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen yonga levhalarda 28,31 % değerine ulaşılmıştır.

Uygulanan testlerin ve istatistiksel çalışmalar sonucunda eğilme direnci üzerine uygulanan çöp poşeti kullanımı anlamlı bulunmuştur. Kalınlık artışı (şişme) oranı üzerine kullanımı etkisi şekil 6'de gösterilmiştir.

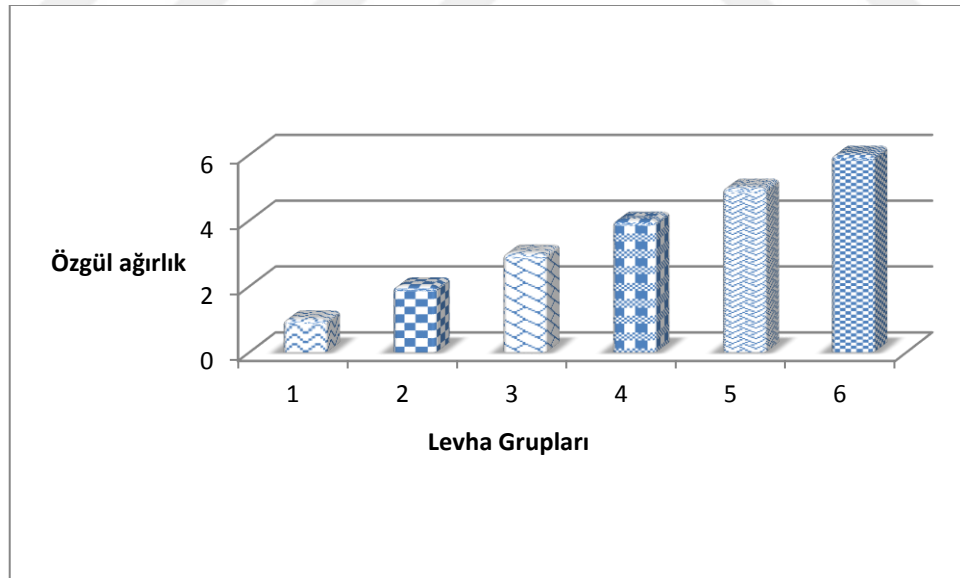


Şekil 6.Kalınlık artışı üzerine çöp poşeti kullanım etkisi

Yongalevha üretiminde kullanılan tutkal vazifesi görebilmesi için çöp poşetinin üç hafta %3 rutubetli kontsyon odasında bekletildikten sonra,levha gruplarında kalınlık artış oranı %22,56 ve %31,69 değerleri oranında dört ve altıncı gruplarda çöp poşeti kullanımını kalınlık artışını olumsuz etkilemiş ve anlamsızlık sonucunu vermiştir. % 28,12, %25,67, %26,85 ve %25,26 değerleri bir.iki,üç ve beşinci gruplarda levha üretimindeki tutkal vazifesi görevi gören çöp poşeti oranı kalınlık artış oranı anlamlılık değerini vermektedir.

4.3.2. Özgül Ağırlık

Üretilen yongalevhalarda gruplar arasında hedeflenen özgül ağırlık oranı 0,652 g/cm³'dür. Yongalevha üretiminde tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti oranı yapılan test ve istatisksel hesaplamalar sonucunda özgül ağırlık oranının çöp poşeti üzerine kullanım etkisi önemli olduğu tespit edilmemiştir. Özgül ağırlık oranı üzerine kullanımı etkisi şekil 7'de gösterilmiştir.

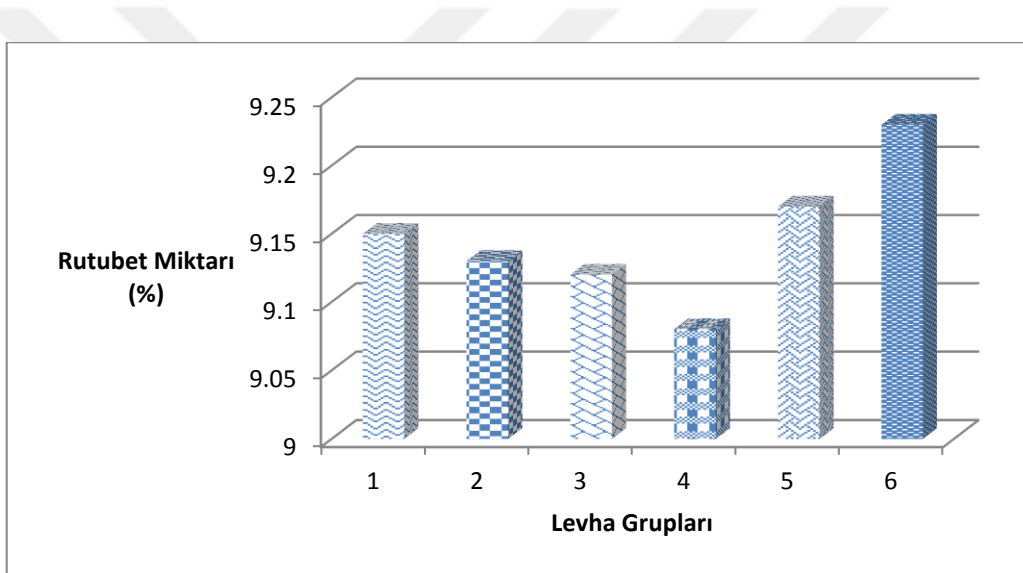


Şekil 7.Özgül ağırlık üzerineçöp poşeti kullanım etkisi

4.3.3.Rutubet Miktarı

Yongalevha üretiminde tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti oranı gruplar arasında rutubet miktarı en düşük değer 9,11 %en yüksek rutubet miktarı tutkal vazifesi görebilmesi için kullanılan çöp poşeti %3 rutubetli 3 hafta kurutma kondisyon odasında bekletilen sonra yonga levhalarda 9,16% değerine ulaşmıştır.

Uygulanan testlerin ve istatistiksel çalışmalar sonucunda rutubet miktarı üzerine uygulanan çöp poşeti kullanımı anlamlı bulunmuştur. Rutubet miktarı oranı üzerine kullanımı etkisi şekil 8'da gösterilmiştir.



Şekil 8.Rutubet miktarı üzerine çöp poşeti kullanım etkisi

Yongalevha üretiminde kullanılan tutkal vazifesi görebilmesi için çöp poşetinin üç hafta %3 rutubetli kontsyon odasında bekletildikten sonra,levha gruplarında rutubet miktar oranı bir, iki ve üçüncü gruplarda anlamlı olarak değerlendirilmiştir.

5. SONUÇLAR

5.1. Mekanik Özellikler

5.1.1. Eğilme Direnci

1. Standart değerlere göre 12 mm kalınlığındaki yongalevhelerde eğilme direncinin genel kullanım için en az $11,5 \text{ N/mm}^2$, mobilya üretimi için en az 13 N/mm^2 ve nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan yongalevhalar için minimum 14 N/mm^2 olması gerekmektedir (T.S.E.,2005).

2. Deneme levhalarında yapılan deneyler sonucu;1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 Grup levhaların genel kullanım için uygun olduğu belirlenmiştir.2-3-4-5-6-9-11 ve 12.grup yongalevhaların mobilya üretimine uygun olduğu bulunmuştur. Fakat nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan yongalevhalar için standart değere göre uygun bulunmamıştır.

5.1.2. Eğilme Elastikiyet Modülü

1. 12 mm kalınlığındaki yongalevhelerde elastikiyet modülü değeri mobilya üretimi için en az 1600 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan yongalevhalar için minimum 1950 N/mm^2 ve kuru şartlarda yük taşımada kullanılan levhalar için en az 2300 N/mm^2 (T.S.E.,2005).

2. Yapılan deneyler sonucunda, bütün levha grupları mobilya üretimi için eğilme elastikiyet modülü bakımından uygun bulunmuştur. Ayırıştırma yapıldığında nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan yongalevhalar için ve kuru şartlarda yük taşımada kullanılan yongalevhalar için uygun bulunmamıştır.

5.1.3.. Yüzeye Dik Çekme Direnci

1.Yongalevhalarının deneye sonucunda Yüzeye dik çekme direnci değerinin 12 mm kalınlığındaki yongalevhalarda en az; genel kullanımlar için $0,26 \text{ N/mm}^2$, mobilya üretimi

için 0,40 N\mm², nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan kullanımlar için 0,53 N\mm² ve kuru şartlarda yük taşımada ise 0,40 N\mm² olması öngörülmektedir (T.S.E., 2005)

2. Bütün yongalevha gruplarının genel kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir. Fakat 3. Ve 7.grup levhaları mobilya üretimi için kullanılabilceği daha iyi verim vereceği belirlenmiştir. 10. Grup yongalevhaların nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan kullanımlar için uygun olduğu bulunmuştur.

5.2. Formaldehit Emisyonu

1. Formaldehit emisyonuna göre yongalevgalar E¹ ve E² şeklinde sınıflandırılırlar. E¹ için formaldehit emisyonu değeri <8 mg\100gr, E²sınıfı için formaldehit emisyonu değeri 8> mg\100g'dır.

2.Üretilen deneme levhalar için yapılan çalışmalar sonucunda 5 ve 6grup levhaları E¹ sınıfına uygun bulurken 1-2-3 ve 4. grup levhalar E² sınıfına uygun bulunmuştur.

5.3. Fiziksel Özellikler

5.3.1 Özgül Ağırlık

1. Üretilen deneme levhaları arasında yapılan çalışmalar sonucu, özgül ağırlık değerleri 0,650 gr\cm³ ile 0,654gr\cm³ arasında ölçülmüştür. Çalışmalar sonucunda hedeflenen özgül ağırlık oranı 0,654 g/cm³ olduğundan deneme levhalarının özgül ağırlık değerleri hedeflenen özgül ağırlık değerine yakın çıkmıştır.

2. Yapılan çalışmalar sonucunda özgül ağırlık üzerine çöp poşetinin tutkal vazifesi görmesi için, kullanımı istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

5.3.2. Rutubet Miktarı

1. Üretilen deneme levhaları arasında yapılan çalışmalar sonucu rutubet miktarlarının % 9,08-% 9,23 arasında değiştiği belirlenmiştir. TS EN 312-1 (2005) nolu standartta yonga

levhalarda rutubet miktarının standartta $\% 9\pm 4$ arasında olması öngörülmektedir. Deneme levhaları bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

2. Yapılan çalışmalar sonucu; çöp poşetinin yapışma kabiliyeti göstererek kullanımının deneme levhalarının rutubet miktarı üzerine etkisi istatistiksel anlamda etkili bulunmadığı açıklanmıştır.

5.3.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Üretilen deneme levhalarının kalınlık artışı (şişme) oranı ortalama olarak 28,31 % hesaplanmıştır. Yonga parçalarının bir arada tutmasını sağlamak amacıyla tutkal vazifesi görmesi için kullanılan çöp poşeti istatistikler hesaplamalar sonucunda standartlarda belirtilen esaslara uygun bulunmamıştır.

1. TS EN 312 (2005) nolu standartta kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan yongalevhelerde 24 saate kalınlığına şişme oranının en çok $\% 15$ olması öngörülmektedir. Buna göre 7. Ve 8. Grup levhalar standartta öngörülen esaslara uymaktadır.

2. TS EN 312 (2005) nolu standartta nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan yongalevhelerde 24 saatte kalınlığına şişme oranının en çok $\% 14$ olması öngörülmektedir. Bu standart'a göre 7. ve 8. Grup levhalar standartta öngörülen esaslara uymaktadır.

6. ÖNERİLER

Yongalevhada yapıştırıcı madde hammadde kadar büyük bir önem taşımaktadır. Yongalevhaların bir arada tutulmasını sağlayan en önemli unsurdur şunuda söyleyebiliriz ki yapıştırıcı madde olmasaydı tabakalı ağaç malzemeler olmazdı.

Yapılan bu çalışmalarda yongalevha tabakaları arasına çöp poşetleri konularak pres sıcaklığının etkisiyle ertilip tutkal vazifesi almasının sonucunda kalite özelliklerinin iyileşmesi durumunda tutkal miktarı azaltılarak yongalevhanın maliyeti düşülmesi planlanarak kalite özellikleri üzerinde etkileri incelenmiş ve sonuçlar değerlendirildiğinde aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

1. Çöp poşeti kullanımının üretilen levhaların genel kullanım amaçlar için uygun olduğu belirlenmiştir.

2. Yapılan çalışmalar ve istatistiksel hesaplamalar sonucunda çöp poşeti kullanımı üretilen yongalevhaların mobilya üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir.

3. Fiziksel ve kimyasal özellikleri TSE değerlerine yakın çıkmıştır. Fakat daha da iyileştirmek için aşağıdaki önlemler alınabilir.

a) Kondisyonlama süresinin bir ay'a çıkarılması.

b) Sertleştirici olarak amonyum klorürün viskozitesi artırılabilir

4. Levhaların kalınlık artışını önlemek için kondisyonlama süresini arttırıp, sertleştirici olarak amonyum klorür tercih edilebilir.

5. Çöp poşetinin kullanımı formaldehit emisyonunu azaltmıştır. Dolayısıyla çöp ilavesiyle üretilen yongalevgaların iç mekanlarda kullanılması mobilya üretiminde; kapak ve arkalık üretimi için önerilebilir.

6. Kuru şartlarda yük taşımada kullanılacak yongalevhalar amonyum klorürle üretilip 1 ay depolanması önerilebilir.

7. Formaldehit emisyonunu azaltmak için aşağıdaki önlemler alınabilir.

a) Çöp poşeti kullanımı ilave edilebilir.

b) Sertleştirici türü olarak amonyum klorürün çözeltideki yüzde derişimi artırılabilir.

c) Bekletilme süresi rutubetti düşük olan ortamda daha uzun olabilir.

8. Bunlara ek olarak yongalevhanın mekanik özelliklerini artırmak için aşağıdaki önlemler alınabilir.

a) Çöp poşeti kullanımında formaldehir emilsiyonun gruplar arasında değerlendirildiğin E₁ sınıfında gruplar arasındaki değerlendirilmede uygunluk oranı E₂ sınıfına göre daha uyumlu çıkmıştır.

b) Üretilen deneme levhalarının gruplar arasında yüzeye dik çekme direnci oranı gruplar arasında %50 uyumlu olduğu hesaplamalar sonucunda belirlenmiştir. Bu oranın daha fazla olabilmesi için pres süresi ve sıcaklığı artırılabilir. (Hata, T., 1993).

c) Çöp poşetinin ana malzemesi plastik türünden gelmesi bakımında belirli sıcaklık ve basınçta kalite özellikleri bakımından olumlu sonuçlar vermesi levhanın yüzeyleri çeşitli malzemelerle kaplanabilir (Nemli, 2000).

d) Pres basıncı artırılabilir.

g) Karışımındaki iğne yapraklı ağaç oranı artırılabilir.

h) Üretimde orta permabil ağaç türleri kullanılabilir.

i) Yüzey tabakalarda daha rutubetli yongalar kullanılabilir. (Akbulut, 1995).

9. Yongalevhanın fiziksel özelliklerini iyileştirmek için ise aşağıdaki önlemler alınabilir.

a) Çöp poşeti kullanımını kalınlık artış (şişme) oranı gruplar arasında değerlendirildiğin de etkili olmadığı açığa çıkmıştır. Bu oranın artırılabilmesi için kondsyonlu bekleme odasında üç haftadan daha uzun süre kalmalıdır. Şişme oranı çöp poşeti kullanımının da etkili olsun.

b) Üretimde iğne yapraklı ağaç kullanımının artırılması, odun yongalarının su buharı etkisinde bırakılması, yongaların asetilendirilmesi,

c) Yongalevha yüzey ve kenarlarının kaplanması, levha üretiminde hidrojen peroksit, lignosülfonat ve furfurol alkol kullanımı, orta tabaka yongalarına kabuk karıştırılması,

d) Tutkal miktarının artırılması, üre formaldehit içerisine melamin formaldehit ilave edilmesi, melamin modifiyeli formaldehit esaslı tutkalların kullanılması ve yongaların kabuk ekstraktlarıyla işleme uğratılması önerilebilir (Demirel, 2006; Esmeralda, vd., 2004; Nemli vd., 2004).

10. Formaldehit salınımının azaltılması için ise;

a) Formaldehit\üre mol oranı düşük tutkal kullanılmasıyla formaldehit emisyonu azaltılabilir (Myers, 1984).

b) Üre formaldehit içerisine üre veya melamin katılabilir (Tsai, 1984)

c) Üre formaldehit, fenol formaldehit ve izosiyanat bileşikleri karışım halinde kullanılabilir (Kurtoğlu ve Uçar, 1985).

d) Amonyak (NH_3) ile formaldehitin reaksiyonu; levhaların direkt olarak amonyak gazına maruz bırakılması veya amonyak tuzları ile muamele edilmesi şeklinde uygulanır. Amonyak tuzlarının çeşitleri ile muamele edilen kontrplaklarda kullanılan tuz çözeltisinin artan pH'ı ile formaldehit emisyonunun azaldığı saptanmıştır (Myers, 1986).

e) Oksijen sülfür bileşikleri ile formaldehitin reaksiyonu; bu amaçla pek çok oksijenli sülfür asitlerinin alkali tuzları kullanılmaktadır. Ayrıca SO_2 kullanımı da formaldehit emisyonunu azaltıcı etki yapmaktadır (Çolak ve Nemli., 2001).

f) Organik NH grupları ile formaldehitin reaksiyona tabi tutulması: Bu amaçla amin ve amidler kullanılmasına rağmen esas madde üre (Çolak ve Nemli, 2001).

g) Odun yongalarının nitrik asit ile muamele edilmesi ayrışan formaldehit miktarını azaltmaktadır (Çolak ve Nemli, 2001).

7. KAYNAKLAR

- Akbulut, T., 1991. ORÜS Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akbulut, T., 1995, Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anonim, 1972. Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards, Forest Products Laboratory, Washington, USA.
- Anonim, 1975. Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington.
- Ashori, A., Tabarsa, T. ve Sepahvand, S., 2012. Cement-Bonded Composite Boards Made from Poplar strands, Construction and Building Materials, 26, 1, 131-134.
- ANSI/ASME B46.1, 1995. Surface Texture (Surface Roughness, Waviness and Lay), American National Standart Institute.
- ANSI/ASME B46.1, 1995. Surface Texture (Surface Roughness, Waviness and Lay), American National Standart Institute.
- Aydın, A., 2005. Sahil Çamı İbrelerinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Blanchet, P., Clastier, A. ve Riedl, B., 2000. Particleboard Made form Hammermilled Black Spruce Bark Residues, Wood Science and Technology, 34, 11-19.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1985. Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İÜ Orman Fakültesi, Yayın No:33111372, İstanbul.
- Bozkurt, A. Y. ve Göker, Y., 1990. Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul
- Büyüksarı, Ü., Ayrılmış. N. ve Akbulut, T., 2012 Compression Wod as a Source of Science, 123, 3, 1740-1745

- Cabral, C.P., Vital, B.R., ve Lucia, R.M.D., 2007. Properties of Particleboards Manufactured with Mixed Particles from Eucalyptuss and Pinus Elliottii, *Revista Arvore*, 31, 5, 897-905.
- Carpenter, MW., 1999. Characterizing The Chemistry of Yellow-Poplar Surfaces Exposed to Different Surface Energy Environments Using DCA, DSC and XPS Master Thesis, Department of Wood science, West Virginia University, West Virginia.
- Chang F.C. ve Lam, F., 2009. Use of Mountain Pine Beetle Killed Wood to Produce Cement-Bonded Particleboard, *Wood and Fiber Science*, 41, 3, 291-299
- Chen, T.T., Soong, H.D. ve Tsai C.T., 2006. Effects of Radiata Pine Bark on Properties of Particleboard, *Forest Products Industries*, 25, 2, 133-142.
- Chow, S. ve Pickles, K, J., 1972. Thermal Softening and Degradation of Wood and Bark, *Wood Fiber*, 3, 3, 166-178.
- Chow, S., 1975. Bark Board without Synthetic Resins, *Forest Products Journal*, 25, 11, 32-37
- Ciannamea, F.M., Stefani, P.M, ve Ruseckajte, RA., 2010. Medium-Density Particleboard from Modified Rice Husks and Soybean Protein Concentrate-Based Adhesives, *Bioresource Technology*, 101,2 818-825
- Çolakoğlu, G., 1993. Kontrplak Üretim Şartlarının Formatdehit emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G, ve Çolak, S., 2002. Ahşap Sanayiinde Melamin Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 2, 130-138.
- Çolak, S, ve Nemli, G., 2001. Ağaç Levha Endüstrisinde Formatdehit Emisyonu ve Azaltıcı Yöntemler, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, KTÜ Orman Fakültesi, 44.
- Deppe, HJ. ve Ernst, K., 1997. Taschenbuch Der spanlatten Technic, 2. Überarbeitete Und Enveiterte Auflage Drw-Werlag Leinfelden.
- EN 309, 1992. Wood Particleboards-Definition and Classicfication, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1992.
- EN 310, 1993. Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium.
- EN 317, 1993. Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.

- EN 120-1, 1993. Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Bruselles, Belgium.
- EN 332, 1993. Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Brusselles, Belgium.
- EN 120-1, 1993. Wood based panels, determination of formaldehyde content-extraction method called perforator method, European Committee for Standardization, Brussels-Belgium.
- Erakhruman, A.A, Areghan S.E., ve Ogunleye, M.B, 2008. Selected Physico-Mechanical Properties of Comentbonded Particleboard Made from Pine (*Pinus Caribaca M.*) Sawdust-Coir (*Cocos Nurifera L.*) Mixture, *Scientific Research and Essays*, 3, 5, 197-203.
- Esmeralda, Y.A., Y.A., Okino, M.RR., Markos, A.E., Marcus V.D., Mario, E.D. ve Souza, D.E, and Flakeboard Made from *Cupressus Spp*, *Internationa Biodetcratation & Biodegradation*, 53, 2, 1-5.
- Garnier, S., Pizzi, A., Huang, Z. ve Dry, J.B., 2002. Forecasting of Commercial Tannin and Herives-Bonded Particleboard by Tma Bending, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, 60, 5, 372.
- Gerardi, V., Mineli, F. ve Viggiano, D., 1998. Steam Treated Rice, Industry Residues as an Alternative Feedstock fort he Wood Based Particleboard Industry in Italy, *Biomass and Bioenergy*, 14,3, 295-299.
- Ghalehno, M. D., Nazerian, M. ve Bayatkashkooli, A., 2011. Influence of Utilization of Bagasse in Surfaca Layer on Bending Strength of three-Layer Particleboard, *European Journal of Wood and Wood Product*, 69,4, 533-535.
- Ghalehno, MD., madhoushi, M., Tabarsa, T. ve Nazerian, M., 2011. The manufacture of particleboards using mixture of reed (surface layer) and commercial species (middle layer), *Europcan Joumal of Wood and Wood Product*, 69,3, 341-344.
- Goncalves, F. G., Lelis, R.C.C. ve Oliveria, J.T.D., 2008. Influence of The Composition of Tannin-Urea-Fomaldeyde Resins The Physieal and Mechanicals Properties of Particlebord, *Revista Arvore*, 32,4, 715-722.
- Grigoriou, A.H., ve Ntalos, G.A., 2001. The Potantial Use of Ester Stalks as a Lignocellulosic Resource for Particlebords, *Industrial Crops and Products*, 13,3, 209-218.
- Guru, M., Atar, M. ve Yildirim, R., 2008. Production of Polymer Matrix Composite Particleboard from Walnut Shell and Improvement of Its Requirements, *Material and Design*, 29,1, 284-287.

- Guru, M, Aruntaş, Y. Ve Tüzün, FN., 2009. Processing of Urea formaldehyde Based particleboard from Hazelnut Shell and Improvement of Its Fire and Water Resistance, Fire and Materials. 33,8,419-419.
- Güler, C., 1996. Bazı Üretim Faktörlerinin Kızılçam kontrplaklarının Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güler, C., ve Özen, R., 2004. Some Properties of Particleboards Made From Cotton Stalks, Holz als Roh-Und werkstoff. 62.1,40-43.
- Güler, C., Çopur Y. ve Taşcıoğlu, M., 2008. The Manufacture of Particleboards Using Mixture of Peanut Hull (*Arachis hypoqaea L.*) an European Black Pine (*Pinus nigra arnold*) Wood Chips, Biosource Techology, 99,8,2893-2897.
- Güntekin, E. ve Karakuş , B., 2009. Feasibility of Using Eggplant (*Solanum lycopersicum*) Stalks in The Production of Experimental Particleboard, Industrial Crops and Products, 25,3,354-358.
- Hashim, R., Nadhari, WNAW., Sulaiman, O., Hiziroglu, S., Sato, M., Kawamura, F., Seng, TG., Sugimato, T. ve Tanaka, R., 2011. Eevaluations of some properties of exterior particleboard made from oil palm biomass, Journal of Composite Materials, 45,16,1659-1665.
- Heinrich, H., Pichelin, F. ve Pizzi, A., 1996. Lower Temperature Tanin/Hexamine-Bonded Particleboard of Improved Performance, Holz als Roh-Und Werkstoff, 54,4,262
- Heller, F., 1980. The Manufacture of Particleboard from Unconventional Raw Metaterials, Holz als Roh-Und Werkstoff. 38,10,393-396.
- Hendarto, B., Shayen, E., Ozarska, B. ve Carr, R., 2006. Analysis of ROughness of a Sanded Wood Surface, International Journol of Advance Manufacturing Technology, 28,7-8,775-780.
- Hiziroğlu, S., 1993. Linear Expansion and Surface Stability of Particleboard Forest Products Journal, 43,4,31-35.
- Hiziroğlu, S., 1996. Surface Roughness Analysis of Wood Composites: A Stylus Method, Forest Products Journal 46,7-8,67-72.
- Hiziroğlu, S., Jarusombuti, S. ve Fueangvivat, V., 2004. Surface Characteristics of Wood Composites Manufactured in Thailand, Building and Environment, 39,11,1359-1364.
- Hiziroğlu, S., ve Holcomb, R., 2005. Some of the Properties of three- layer particleboard Made From Eastern Redcedar, Building and Environment, 40,5,719-723.

- Huş, S., 1997. Ağaç Malzeme Tutkalları ,İstanbul Üniversitesi Yayın No:2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Kalaycıoğlu, H., 1987. Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhalarının Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H. ve Çolakoğlu, G., 1994. Çeşitli Ağaç Türlerinden Üretilmiş Kontrplak ve Yongalevhalarından Üretim Şartlarına Bağlı Olarak Formaldehit Çıkışının Sınırlandırılması İmkanları, TÜBİTAK TOAG-935 Nolu Proje, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H., Deniz, I. ve Hızıroğlu, S., 2005. Some of Properties of Particleboard Made from Paulownia, Journal of Wood Science, 51,4,410-414.
- Kalaycıoğlu H. ve Özen R., 2009. Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Kamdem, D.P., 1994. The Durability of Phenolic Bonded Particleboards Made of Decay Resistant, Black Lotust and Nondurable Aspen, Forest Products Journal, 44,2,65-68
- Kartal, S.N. ve Clausen, C.A., 2001. Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, İnternational Biodeterioration&Biodegradation, 47,3,183-191.
- Malos, G.A. ve Grigoriu, A.H., 2002. Chacterization and Utilization of Vine Prunings as a Wood Subsitute for Particleboard Production, Industrial Crops and Products, 16,1,59-68.
- Myers, G.E., 1984. How Mole Ratio of UF Resin Affects Formaldehyde Emmission and other Properties: A Literature Critique, FPJ, 34, 5, 35-41.
- Myers, G.E., 1960-1984. Effect of Manufacture Board Treatments on Formaldehyde Emission : Literature Review, FPJ. 36, 6, 41-51.
- Museynski, Z. ve Macnatt, J.D., 1984 Investigations on the Use of Spruce Bark in The Manufacture of Particleboard in Poland, Forest Products Journal, 34,1,28-35.
- Myers, G.E., 1984. How Mole Ratio of UF Resim Affects Formaldehyde Emission and Other Properties: S Literature Critique, FBJ,34,5,35-41.
- Myer,s G.E., 1960-1984. Effect of Manufacture Treatments on Formaldehyde Emission : Literature Review, FPJ, 36 , 6, 41-51.

- Nemli, G., Yalınkılıç, M.K ve İmanuer,y., Takakoshi., M., Kalaycıoğlu, H., Demirci, Z. ve Özdemir, T., 1990. Biological, Physieal and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Waste Tea Leaves International Biodeterioration Biodergaration, 41, 1, 75-84.
- Nemli, G., 2000. Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Terzi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu H. ve Alp T., 2001. Suitability of Date Palm Branches for Particleboard Production Holz als Roh Und Werkstoff, 59, 6, 411-412.
- Nemli, G., ve Aytaç, A., 202. Üre Formaldehit Tutkaları, Mobilya Dekorasyon Dergisi 47, 6, 218.
- Nemli, G., ve Çolak S., 2002. Laminat Endüstrisinde Üre Ve Melamin Formaldehit Tutkaları, Ağaç Makineleri, 4, 46,-48.
- Nemli, Çolakoğlu, G., Çolak S. ve Aydın, İ, 2002. Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yonga Levhalarda Tomruk Depolama Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehid Oranına Etkisi, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi. Seri A,52,2 73-83.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., 2002. Duglas Göknarı Türünün Yongalevha Üretimi için Uygunluđunun Belirlenmesi, K.Ü. Artvin Orman Fak. Dergisi, 3, 18-20.
- Nemli, G., 2003. Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder, Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 27, 2, 99-104.
- Nemli, Kırıcı, H., Serdar,B. ve Ay, N., 2003. Suitability of Kiwi Prunings for Particleboard Manufacturing, Industrial Crop and Products, 17,1, 39-46.
- Nemli, G., Kırıcı, H. ve Temiz, A., 2004. Influence of Impregnating Wood Partieles with Mimosa Bark Extraction Some Properties of Particleboard, Industrial Crop and Products, 20, 3, 339-344.
- Nemli, G., Yalınkılıç, M.K ve İmanure, Y., Takakoshi., M., Kalaycıoğlu, H., Demirci, Z. ve Özdemir, T., 1998. Biological, Physieal and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured From Waste Tea Leaves, International Biodeterioration Biodergaration, 41, 1, 75-84
- Nemli, G., 2000. Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerini Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkiler, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. ve Alp, T., 2001. Suitability of Date Palm Branches for Particleboard Production, Holz als Roh Und Werkstoff, 59, 6, 411-412.
- Nemli, G., ve Aytaç. A. 2002. Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları, Mobilya Dekerasyon Dergisi, 47, 6, 218.
- Nemli, G., ve Çolak, S., 2002. Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları, Ağaç Makineleri, 4, 46-48
- Nemli, G., Çolakoğlu, G., Çolak, S. ve Aydın, İ, 2002. Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yonga Levhalarda Tomruk Depolama Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehid Oranına Etkisi, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 52,2, 73-83.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., 2002. Duglas Göknaı Türünün Yongalevha Üretimi İçin Uygunluđunun Belirlenmesi, K.Ü. Artvin Orman Fak. Dergisi, 3, 18-20
- Nemli, G., 2003. Effects of Some Manufacturing Faktors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27, 2, 99-104
- Nemli, G., Kırcı, H., Serdar, B. ve Ay. N., 2003. Suitbility of Kiwi Prunings for Particleboard Manufacturing, Industrial Crops and Products, 17, 1, 39-46
- Nemli, G., Kırcı, H., ve Temiz, A., 2004. Influence of Impregnating Wood Partieles With Mimosa Bark Extraction Some Properties of Particleboard, Industrial Crops and Products,20, 3, 339-334.
- Nemli, G.,Hızıroğlu, S., Usta, M., Z., Serin, Z., Özdemir, T. ve Kalaycıoğlu, H., 2004. Effect of Residue Type and Tannin Content on Properties of Particleboard from Black Locust, Forest Product Journal 54,2,36-40.
- Nemli, G., Öztürk, I. ve Aydın, I., 2005. Some of The Paramaters Influencing Surface Roughness of Particleboard, Building and Environment, 40,10,1337-1340.
- Nemli, G., Aydın, I. ve Zekoviç E., 2007. Evaluation of Some of The Properties of Particleboard as Function of Manufacturing Parameters, Materials and Design, 28,4,1169-1176.
- Nemli, G. ve Aydın, I., 2007. Evaluation of the Physical and Mechanical Properties of Particleboard Made from the Needle Litter of Pinus Pinaster Ait, Industrial Crops and Products,26,252-258.
- Nemli G., Yıldız S. ve Gezer E.D., 2008. The Potential for Using The Needle Litter of Scotch Pine (Pinus Solverstris L.) as a Raw Material for Particleboard Manufacturing, Bioresource Technology.99,14,6054-6058.

- Nemli, G., Demirel, S., Gümüřkaya, E., 2009. Feasibility of Incorporating Waste Grass Clippings (*Lolium perene* L.) in Particleboard Composites, *Waste Management*,29,3,1129-1131.
- Nourbakhsh, A. ve Ashori, A., 2010. Particleboard Made from Waste Paper Treated with Maleicanhydride, *Waste Management and Research*,28,1,51-55.
- Olorunnisola, A.O.,2009. Effects of Husk Particle Size and Calcium Chloride on Strength and Sorption Properties of Coconut Husk-Cement Composites, *Industrial Crop and Products*,29,2,495-501.
- E, 1979. Ormangülü Odunundan Yongalevha Yapılması Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:113, Ankara.
- Örs, Y. ve Kalaycıoğlu, H., 1991. Çay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*.15,968-974.
- Özen, R., 1980. Yongalevha Endüstri Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No:30. Trabzon.
- Özen, R. ve Kalaycıoğlu, H., 2008. Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Papadapulos, A.N., Traboulay E.A ve Hill, C.A, 2002.One Layer Experimental Particleboard From Coconutchips,*Holz als Roh-Und Werkstoff*.60,2,394-396
- Papadopulos, A.N.ve Hague, J.R.B., 2003. The Potential for using Flax Shive as a Lignocellulosic Raw Material for Particleboard, *Industrial Crops and Products*. 17.143-147.
- Papadopoulos, A.N. ve Garaveli,A., 2003.Dimensional Stabilisation and Strenght of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhydride,*Holz als Rohund Werkstoff*,61,2,142-144.
- Papadopulos, A.N.,Hill, J. ve Gkoravelli,A., 2004.Bamboo Chips as an Alternative Lignocellulosic Raw Material for Particleboard Manufacture, *Holz als Roh-Und Werkstoff*,62,1,36-39
- Papadopoulos, A.N., 2008. Performance of Cement Bonded Boards Made from Maple Particleboards,*Holz Als Roh-Und Werk Stoff*,66,5,385-387.
- Papadopoulos, A.N.,2008. Natural Durability and Performance of Hornbeam cement Bonded Particleboard,*Maderas-Ciencia Y Tecnologia*,10,2,93-98.

- Papadopoulos, A.N., 2010. Durability of particleboard made from wood particles chemically modified with propionic anhydride: results after six years in ground stake-test, *European Journal of Wood and Wood Products*, 68,3, 353-354.
- Pasillias, C.N. ve Voulgaridis,E.V., 1999. Water Repellant Efficiency of Organic Solvent Extractives from Aleppo Pine Leaves and Bark Applied to Wood, *Holzforschung*,53,151-155.
- Pedieu, R.,Riedi B. ve Pichette, A.,2009.Properties of Mixed Particleboards Based on White Birch (*Betula papyrifera*)Inner Bark Particles and Reinforced With Word Fibers,*European Journal of Wood and Wood Products*,67,1,95-101.
- Ping, L., Pizzi A.,Guo,ZD. ve Brosse, N., 2011.Condensed Tannins Extraction from Pizzi, A.,1938.Wood Adhesives:Chemistry and Technology,Vol.1,Marcel Dekker, New York.
- Place, T.A. ve Maloney,T.M.,1975.Thermal Properties Of Dry Wood Bark Multilayer Boards,*Forest Products Journal*, 25, 1, 33-39.
- Radziszewski, P., Picard, P., Bourret, AM., Brunet, JP., Tetreault, M., Zaras, Z., Cheriet, M. ve Ouellet, J., 2005. Particleboard Surface Roughness Classification System Modeling, Simulation, and Bench Testing, *Journal of Manufacturing Science and Engineering- Transactions of the Asme*, 127, 3, 677-686.
- Salem, MZM., Bohm, M., Berankova, J. ve Srba, J., Effect of some manufacturing variables on formaldehyde release from particleboard: Relationship between different test methods, *Building and Environment*, 46, 10, 1946-1953.
- Sellers, J., 1985. Plywood Adhesive Techonology, Forest Products Utilization Laboratory, Marcel Decter Inc. New York.
- Sellers, T., Miller, G.D. ve Nieh, S., 1990. Evaluation of Post Added Ester and/or Urea as a Formaldehyde Scavenger in UF Resins Used to Bond Suthern Pine Particleboard, *Forest Prod.J.* 41, 1, 53-56.
- Tabarsa, T., Ashori, A.ve Gholamzadeh, M., 2011. Evaluation of surface roughness and mechanical properties of particleboard panels made from bagasse, *Composites Part B-Engineering*, 42,5, 1330-1335.
- T.S.E., 1999. Ahşap Esaslı Lehvalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, TS-323/1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 2005. Yongalevhalar-Özellikler, TS-312, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2005.
- Turreda, L.D., 1983. Bagasse, Wood and Wood- Bagasse Particleboards Bonded with Urea Formaldehyde and Polyvinil Acetate/Isocynate Adhesives, *USDA Technology Journal* 8,3 66-78.

Wellons, J.D. ve Kralimer, R.L., 1973 .Self Bonding in Bark Composites, Wood Science, 6, 2, 112-122.



ÖZGEÇMİŞ

28.06.1990 yılında Artvin’de doğdu. İlk,orta ve lisa yıllarını Artvin’de tamamladı. 2011 yılında Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümünde yüksek öğretime başladı. Aynı yıl içinde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilimdalı,Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında yüksekisans eğitime başladı. Yabancı dilli İngilizcedir.

