

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ATIK SOYMA KAPLAMA LEVHALARININ YONGALEVHA ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLEBİLME İMKANLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Eda KARA

**MAYIS 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**

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

Jüri Üyeleri

Başkan :

Üye :

Üye :

Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Atık soyma kaplama levhalarının yongalevha üretiminde değerlendirilebilme imkanları” isimli bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın planlanması, yürütülmesinde ve oluşumunda engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, her türlü desteğiyle yanımda olan çalışmalarına yön veren danışman hocam Prof. Dr. Gökay NEMLİ başta olmak üzere, tezin oluşturulması sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Uğur ARAS’a teşekkürlerimi borç bilirim.

Çalışmaların bütün aşamalarında yanımda bulunan, yardımcı olan ve manevi desteklerini esirgemeyen başta annem Ummiye YAZAR’a ve eşim Cuneyt Akif KARA’ya teşekkürlerimi sunarım.

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

Eda KARA
Trabzon 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek lisans Tezi olarak sunduğum “Atık Soyma Kaplama Levhalarının Yongalevha Üretiminde Değerlendirilebilme İmkanları” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Gökay NEMLİ’nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, 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. 28/05/2019

Eda KARA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yonga levhanın Tanımı ve Sınıflandırılması	2
1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	4
1.3.1. Odun.....	4
1.3.2. Yıllık Bitkiler	6
1.3.3. Tutkal	7
1.3.3.1. Organik Yapıştırıcılar	7
1.3.3.1.1. Sentetik Yapıştırıcılar	7
1.3.3.1.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı	8
1.3.3.1.1.2. Melamin Formaldehit Tutkalı.....	8
1.3.3.1.1.3. Fenol Formaldehit Tutkalı	9
1.3.3.1.1.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı	9
1.3.3.1.1.5. İzosiyonat Tutkalı	10
1.3.3.1.1.6. Termoplastik Tutkallar	10
1.3.3.1.2. Doğal Yapıştırıcılar.....	10
1.3.3.2. Anorganik Yapıştırıcılar	11
1.3.4. Katkı Maddeleri	12
1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler.....	12
1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler	12
1.3.4.3. Koruyucu Maddeler	13

1.4.	Yonga Levha Üretim Teknolojisi	13
1.5.	Sahil Çamı (<i>Pinus pinaster</i> Ait).....	15
1.6.	Adi Huş (<i>Betula pendula</i> Roth.)	16
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	17
2.1.	Deneme Materyali.....	17
2.1.1.	Ağaç Malzeme	18
2.1.2.	Tutkal	18
2.1.3.	Sertleştirici Madde	18
2.2.	Deneme Levhasının Üretimi	18
2.3.	Araştırma Yöntemi.....	20
2.3.1.	Fiziksel Özellikler	20
2.3.1.1.	Özgül Ağırlığı	20
2.3.1.2.	Rutubet Miktarı	20
2.3.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	21
2.3.1.4.	Su Alma Miktarı	21
2.3.1.5.	Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı	21
2.3.2.	Mekanik Özellikler	22
2.3.2.1.	Eğilme Direnci	22
2.3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	23
2.3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	23
2.3.3.	Formaldehit Emisyonu	24
2.4.	İstatistiksel Analiz.....	25
3.	BULGULAR	26
3.1.	Fiziksel Özellikler	26
3.1.1.	Özgül Ağırlık	26
3.1.2.	Rutubet Miktarı	26
3.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	27
3.1.4.	Su Alma Oranı	29
3.1.5.	Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı	31
3.2.	Mekanik Özellikler	32
3.2.1.	Eğilme Direnci	32
3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	34
3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	36

3.3.	Formaldehit Emisyonu	39
4.	TARTIŞMA	42
4.1.	Fiziksel Özellikler	42
4.1.1.	Özgül Ağırlık	42
4.1.2.	Rutubet Miktarı	42
4.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme Oranı)	42
4.1.4.	Su Alma	45
4.1.5.	Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı	48
4.2.	Mekanik Özellikler	48
4.2.1.	Eğilme Direnci	48
4.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	51
4.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	54
4.3.	Formaldehit Emisyonu	56
5.	SONUÇLAR	59
6.	ÖNERİLER	62
7.	KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ATIK SOYMA KAPLAMA LEVHALARININ YONGALEVHA ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLEBİLME İMKANLARI

Eda KARA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Gökay NEMLİ
2019, 70 Sayfa

Bu tezde; Atık soyma kaplama levhaları kullanılarak üretilen yongalevhaların fiziksel, mekanik özellikleri ve formaldehit emisyonu incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda, yongalevha üretiminde atık kaplama kullanılması formaldehit emisyonunu azaltmıştır. Yongalevhaların su alma oranı ve kalınlık artışı oranları kaplama ilavesi ile iyileşmiştir. Yongalevha üretiminde atık kaplama sayısının artması ile yongalevhanın tüm kalite özellikleri iyileşmiştir. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri sadece orta tabakaya kaplama ilavesi ile değişmemiştir. Orta tabakaya tutkalsız kaplama ilavesi yüzeye dik çekme direncini azaltırken kaplamalara tutkal sürülmesi yapışma direncini değiştirmemiştir. Yüzey ve orta tabakalar arasında kaplama ilavesi kalite özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Atık Soyma Kaplama Levhası, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler, Formaldehit Emisyonu

Master Thesis

SUMMARY

EVALUATION POSSIBILITY OF WASTE PEELING WOOD VENEERS IN
PARTICLEBOARD PRODUCTION

Eda KARA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Endustry Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Gökay NEMLİ
2019, 70 Pages

In this thesis; The physical, mechanical properties and formaldehyde emission of the particleboards produced by the use of waste peeling veneers were examined. The use of waste veneer in the production of particleboard has reduced the amount of formaldehyde emission. The amount of water absorption and thickness swelling increase rates of the particleboard were improved with the addition of the veneer. All quality characteristics of particleboard have improved with the increase in the number of waste veneer in the particleboard production. The Modulus of rupture and modulus of elasticity values have not changed with the only addition of veneer to the core layer. Addition of glueless veneer to the core layer reduced the internal bond strength. Furthermore, the application of glue to the veneer has not changed the adhesion resistance. The addition of veneer between the surface and the core layers had a positive effect on the quality characteristics.

Key Words: Particleboard, Waste Peeling Wood Veneer, Physical and Mechanical Properties, Formaldehyde Emission

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkalsız kaplama kullanımının etkisi	43
Şekil 2. 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallı kaplama kullanımının etkisi	44
Şekil 3. 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallamanın etkisi.....	45
Şekil 4. 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkalsız kaplamanın etkisi	46
Şekil 5. 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplamanın etkisi	47
Şekil 6. 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallamanın etkisi	47
Şekil 7. Hammadde çeşidinin özgül ağırlık değeri üzerine etkisi	48
Şekil 8. Tutkalsız kaplamanın eğilme direnci değerleri üzerine etkisi.....	49
Şekil 9. Tutkallı kaplamanın eğilme direnci değerleri üzerine etkisi	50
Şekil 10. Tutkallamanın eğilme direnci üzerine etkisi	51
Şekil 11. Tutkalsız kaplamanın eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	52
Şekil 12. Tutkallı kaplamanın eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisi.....	53
Şekil 13. Tutkallamanın eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	53
Şekil 14. Tutkalsız kaplamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	54
Şekil 15. Tutkallı kaplamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	55
Şekil 16. Tutkallamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	56
Şekil 17. Tutkalsız kaplamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi.....	57
Şekil 18. Tutkallı kaplamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi.....	57
Şekil 19. Tutkallamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi	58

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Deneme levhası tipleri	17
Tablo 2. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm ³)	26
Tablo 3. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri (%)	26
Tablo 4. Deneme levhalarının ortalama 24 saatlik kalınlık artışı oranları (%)	27
Tablo 5. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisini belirlemek için basit varyans analizi sonuçları	27
Tablo 6. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları	28
Tablo 7. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkallı kaplama etkisini belirlemek için basit varyans analizi sonuçları	28
Tablo 8. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkallı kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları	28
Tablo 9. 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkallamanın etkisine ait t-testi sonuçları	29
Tablo 10. Deneme levhalarının ortalama 24 saatlik su alma oranları (%)	29
Tablo 11. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisini belirlemek için basit varyans analizi sonuçları	29
Tablo 12. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları	30
Tablo 13. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisini belirlemek için basit varyans analizi sonuçları	30
Tablo 14. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları	31
Tablo 15. 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkallamanın etkisine ait t-testi sonuçları	31
Tablo 16. Hammaddelere ait ortalama hava kurusu özgül ağırlık değerleri (g/cm ³)	31
Tablo 17. Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine t-testi sonuçları	32
Tablo 18. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerler (N/mm ²)	32

Tablo 19. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsızlarda kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	33
Tablo 20. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsızlarda kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları	33
Tablo 21. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkallılarda kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	33
Tablo 22. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkallılarda kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları	34
Tablo 23. Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları	34
Tablo 24. Deneme levhalarının ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerler (N/mm ²)	34
Tablo 25. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	35
Tablo 26. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları	35
Tablo 27. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	35
Tablo 28. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları	36
Tablo 29. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları	36
Tablo 30. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerler (N/mm ²)	37
Tablo 31. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	37
Tablo 32. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları	37
Tablo 33. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	38
Tablo 34. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları	38
Tablo 35. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları	38

Tablo 36. Deneme levhalarının ortalama formaldehit emisyonu değerleri (mg/100g tam kuru levha)	39
Tablo 37. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	39
Tablo 38. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları	40
Tablo 39. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	40
Tablo 40. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları	40
Tablo 41. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları	41

KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
dk.	: Dakika
g	: Gram
kg	: Kilogram
m	: Metre
mg	: Miligram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
U.V.	: Ultraviyole
vd.	: Ve Diğerleri

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artması ve teknolojinin gelişmesiyle, sınırlı sayıda olan üretim kaynaklarının gün geçtikçe azalmasına ve gelecekte tamamen yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Bu soruna çözüm bulmak için, yetersiz kalan kaynaklara alternatif ürünler geliştirilebilir ve sınırlı sayıda olan üretim kaynaklarının sürekliliği sağlanabilir.

Orman kaynaklarının orman ürünleri sanayisi tarafından aşırı ve kontrolsüz kullanımı, mevcut kaynakları yetersiz hale getirmiştir. Hammadde kaynaklarındaki yetersizlik üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Nüfus artışını paralel olarak artan endüstriyel ürünlerin tüketimini göz önünde tutarak mevcut kaynakların, ekonomik ve rasyonel bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Orman ürünleri sanayisinde kullanılan lignoselülozik hammaddelerin %100'ne yakın kısmı ormanlardan elde edilmektedir. Bundan dolayıdır ki, masif ağaç malzemenin kullanımı yanında, lif levha, yongalevhane tabakalı ağaç malzeme sanayi gibi alternatif sanayi kollarında kullanımı söz konusu olmuştur. Bu sanayi dallarında bitkisel atıklar ve çeşitli endüstriyel atıklar değerlendirilmektedir (Atmış ve Günşen, 2016).

Yongalevha kullanım alanı yaygın olarak; mobilya, ofis mobilyaları, yer döşemeleri. Merdiven basamakları, masa tenisi ve bilardo masaları, hoparlör, sürgülü kapılar, iç ortam kaplamaları, eğitim kurumları, laboratuvarlar, inşaatlar ve diğer endüstriyel üretimlerde kullanılmaktadır. Yongalevhaların bu kadar çok tercih edilmesinin nedenleri; tüketici ihtiyaçlarına göre kalitenin ayarlanması, daha fazla endüstriyel atıklarda faydalanabilme, düzgün yüzeyli levhaların elde edilmesi, tutkallama tekniklerinin geliştirilmesi, kaplanabilir olması, su ve rutubete karşı dayanımının artırılması çivi vida ve tutkalla birleştirilebilmesi, kaplanabilir olması, homojen bir yapıya ve kullanım yerine göre fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması, mantar ve böceklerle karşı dayanıklı ve çalışma miktarının az olmasıdır.(Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

Günümüzde odun hammaddesinin devamlılığının sağlanabilmesi; odun kaynaklarının kısıtlı olması, bu kaynaklara olan talebin yüksek olması ve orman kaynaklarının giderek azalması nedeniyle oldukça zor olmaktadır. Tarımsal atıklar, endüstriyel atıklar ve hızlı

büyüyen ağaç türleri, yongalevha ve bu gibi endüstrilerde hammadde sorununun çözümünde önemli rol oynamaktadır.

Dünya genelinde yongalevha üretimi gittikçe artmaktadır. Çünkü geçmişte mobilyalar uzun süre kılınılmaktayken bugün moda unsuru haline gelen mobilya ve iç donanım malzemelerinin ömürleri gün geçtikçe kısalmaktadır. Odun kökenli ürünlere olan talebin artmasıyla buna paralel olarak artan hammadde talebi, öte yandan ürünlerin kullanım sürelerinin kısılması sonucu ahşap esaslı atıkların kontrolüne yeni bir bakış açısı getirmiştir. Son yıllarda odun ve odundan üretilen malzemelerin geri kazanılması çalışmaları dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada; Atık kusurlu soyma kaplama levhası kullanımının yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleriyle formaldehit emisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır.

1.2. Yonga levhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Birçok kaynakta farklı tanımlanan yongalevha; TS 2129 (2012)'ye göre yongalevha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında biçimlendirilmesi ile üretilen levhalardır.

Yongalevhalar özgül ağırlıkları, tabaka sayıları, presleme tekniği, yonga büyüklüğü ve geometrisine, kullanılan bağlayıcı madde türlerine, kullanılan presleme tekniklerine göre, yüzey kaplama malzemeleri bakımından standartlarla sınıflandırılmaktadır.

Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar (Bozkurt ve Göker, 1990);

1. Düşük Özgül ağırlıktaki yongalevhalar: $0,590 \text{ g/cm}^3$ 'ten daha düşük özgül ağırlığa sahip olan yongalevhalar.

2. Orta özgül ağırlıktaki yongalevhalar: $0,590-0,800 \text{ g/cm}^3$ arasında özgül ağırlığa sahip olan yongalevhalar.

3. Yüksek özgül ağırlıktaki yongalevhalar: $0,800 \text{ g/cm}^3$ 'ten daha yüksek özgül ağırlığa sahip olan yongalevhalar.

Tabaka sayılarına göre yongalevhalar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012);

1. Tek tabakalı (Homojen) yongalevhalar

2. Üç tabakalı yongalevhalar

3. Çok tabakalı yongalevhalar

Presleme tekniklerine göre yongalevhalar (Bozkurt ve Göker, 1990);

1. Dik yongalı levhalar: Yongalevhaların preslenme esnasında levha yüzeyine paralel yönde basınç uygulanmaktadır.

2. Yatay yongalı levhalar: Yongalevhaların preslenme esnasında levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

Yonga büyüklük be geometrisine göre yongalevhalar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012);

1. Normal yongalevhalar (Particleboard): Bu tip yongalevhalarda yongaların genel olarak kalınlıkları 0,25-0,40 mm, genişlikleri 2-6 mm ve uzunlukları 10-25 mm'ye kadar olanlar tercih edilmektedir.

2. Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Bu tip yongalevhalarda yaklaşık 0,5-0,7 mm kalınlığında, 35-75 mm uzunluğunda ve 25-40 mm genişliğindeki yongalara Wafer, bunlardan üretilen yongalevhalara ise Waferboard denilmektedir. Bu tip levhalar genel olarak çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme veya döşeme altı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

3. Şerit yongalı levha (Flakeboard): Bu tip yongalevhaların yonga kalınlık ve uzunlukları Wafer ile aynı, fakat yonga genişlikleri 9-10 mm olan yongalardır ve bunlardan üretilen yongalara Flake board denilmektedir.

4. Yönlendirilmiş yongalı levha (Oriented structural Board, OSB): Bu tip yongalevhalarda genel olarak yonga kalınlıkları 0,4 -0,8 mm, genişlikleri 6-25 mm ve uzunlukları 36-63 mm kadardır. Bu tip yongalevhalar üstün mekanik özelliklerine sahiptirler, bu nedenle kontrplak, kontrtable ve masif ağaç malzemenin kullanıldığı yerlerde kullanılabilirler. Bu yongalevhalar özellikle yapıların içinde; döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrik ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, ambalaj sandıkları, depo inşaatı ve inşaat kalıp tahtası olarak tercih edilerek kullanılmaktadır.

Kullanılan bağlayıcı madde türüne göre yongalevhalar (Bozkurt, 1982).

1. Sentetik tutkal ile üretilen yongalevhalar: Bu tip yongalevhalarda yapıştırıcı olarak üre, melamin, fenol, resorsin formaldehit ve izosiyonat tutkalları tercih ediliyor.

2. Anorganik yapıştırıcı ile üretilen yongalevhalar: Bu tip yongalevhalarda hammadde olarak çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddelerin ($CaCO_3$, SiO_3 , AlO_3 gibi) kullanılan levhalardır.

Üretimde kullanılan pres türlerine göre yongalevhalar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012)

1. Kalıplanmış yongalevhalar: bu tip yongalevhalar sentetik reçine ile tutkallanmış odun yongalarının sıcaklık ve basınç etkisi altında kalıp preslerde tek kademedede biçimlendirilmesi esnasında uygun kaplama ile kaplanması ile elde edilen yongalevhalar.

Bu yongalevhalar üretim yöntemlerine göre Verzalit, Collipres ve Termodin olarak adlandırılmaktadırlar (TS 4616,1988).

2. Normal yongalevhalar:

Yüzey kaplama malzemelerine göre yongalevhalar (Nemli, 2000);

1. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Bu tip yongalevhalar da sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır (Soine, 1973).

2. Katı yüzey kaplama malzemesiyle kaplanmış yongalevhalar: Bu tip yongalevhaların üretiminde kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri; melamin, diallayı phthalate, polyester emdirilmiş kağıtlar, fenol kraft kağıtları, yüksek basınç (HPL) ve rulo bobin laminantları (CPL), ahşap kaplama levhaları, folyolar, polivinil klorür (PVC), polietilen kağıtları, lignin dolgulu laminantlar, ısı transfer filimler, vulkanize lifler, PVA+üre ve üre +amonyum esaslı kağıtlardır.

TS EN312 (2005)'e göre yongalevhalar yedi grupta incelenmektedir;

1. P1: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar
2. P2: Kuru şartlarda kullanılan iç mekan uygulamaları (mobilya dahil) için kullanılır
3. P3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar
4. P4: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar
5. P5: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar
6. P6: Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar
7. P7: nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.3.1. Odun

Yongalevha endüstrisinde, hammadde olarak en uygun ağaç türlerinin yapraklı ağaçlardan ıhlamur, kayın, kavak, kızılğaç, söğüt türleri, iğne yapraklılardan ise ladin, çam, göknar ve sedir olduğu belirtilmektedir (Özen, 1980).

TS 1351 (2010) 'e göre; Lif yonga odunu iğne yapraklı ve sert yapraklı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Lif yonga odununun yuvarlak ve yarma halde olanları da bulunmaktadır. Yarma şeklinde ki odunların uzunluk 100-200 cm, yuvarlak odunların uzunlukları ise 50-100-150-200 cm, ince uç ise 4-20 cm'dir (TS 1351, 1974).

Yongalevha üretiminde kullanılan ağaç malzemenin yoğunluğu, pH değeri, ekstraktif madde, yongalama sırasındaki rutubeti gibi özellikler levha kalitesini doğrudan etkilemektedir (Akbulut,1995). Ayrıca, odunda bulunan kusurlar, kabuk miktarı, kullanılan dal odunu miktarının da levha özelliklerini etkilediği görülmektedir.

Levha üretiminde kullanılan odunlarda çürüklük istenmez. Lif ve yonga odununda çatlak, budak ve lif kıvrıklığı gibi kusurların bulunmasında sakınca yoktur. Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat genellikle üretimde kabuğu soyulmamış odunlar kullanılmaktadır. Odun kabuğunda kum bulunmadığı takdirde kullanılmasında fazla sakınca yoktur (Özen, 1980). Ayrıca, Guru ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan çalışmalarda fındık kabuğunun levha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Muszynski ve McNatt (1986) ladin kabuğu ile sarıçam odunu yongalarını karıştırarak üre formaldehit tutkalı ile tek tabakalı yongalevha üretmişlerdir. Bu çalışmada %30 kabuk ve %70 odun kullanılarak üretilen yongalevhaların standartlara uygun mekanik direnç özellikleri karşıladıkları belirlenmiştir (Muszynki ve Macnatt, 1984).

Place ve Maloney (1975) üretilen yongalevhalarda kabuk kullanımının %5'i aşmaması durumunda üretilen levhaların standartlara uygun olduğu belirlenmiştir (Maloney, 1973; Place ve Maloney, 1975).

Iskenderani (2009) tarafından yapılan çalışmada, hurma ağacından elde edilen yongaların üre formaldehit tutkalı kullanılarak yapıştırılmasıyla üretilen yongalevhaların standartlara uygun sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Yongalevhada kullanılacak odun rutubetinin %30-60 arasında olması istenmektedir. Rutubet miktarı %30'un altında olursa odunun yonganması ve elenmesi sırasında toz miktarı artar ve çok kuru yongalar çok tutkal emer ve yapışma zayıf olur. Kullanılan hammadde odununun rutubeti %60'ın üzerinde olması durumunda ise, elde edilen odun yongalarının yüzeyleri pürüzlü olur, kurutma sırasında enerji sarfiyatı artar olur ve dolayısıyla kurutma maliyet artar. Bu pürüzlü yüzeyler çok fazla tutkal emilmesine neden olduğundan yüzeylere tutkal kalmaz ve bu nedenle yapışma zayıf olur (Bardak, 2010).

Yongalevha üretiminde genel olarak 400-700 kg/m³ özgül ağırlığa sahip ağaç türleri tercih edilmektedir (Göker, 1978).

Yongalevha yapımında birden fazla hammadde kullanılacaksa pH değerleri birbirine yakın olan ağaç türleri tercih edilmelidir. Eğer kullanılan ağaç türlerinin pH değerleri birbirinden farklıysa tutkala kayılacak olan sertleştirici madde miktarı en yüksek pH

değerine göre ayarlanmalıdır. Düşük pH değerindeki yongalar erken sertleşeceği için levha kalite özelliklerini azaltacaktır. Bu durumda en ideal pH değeri 4-5 arasında olan ağaç türleri tercih edilmelidir (Göker ve Akbulut, 1992).

Bazı durumlarda ağaç malzemedeki bulunan ekstraktif maddeler levhanın rutubete karşı direnç özelliklerini iyileştirir ve levhaya su iticilik özelliğini kazandırır (Göker ve Akbulut, 1992).

1.3.2. Yıllık Bitkiler

Yongalevha endüstrisinde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Bunun neticesinde odun hammaddesi kullanımının artması yonga ve lif odunu bulunmasında ortaya çıkan güçlükler ve buna bağlı olarak artan hammadde fiyatları yongalevha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması olanaklarının araştırılmasına neden olmuştur.

Yapılan çalışmalarda keten, kenevir, pamuk sapı, şeker kamışı, bambu, saz, yer fıstığı kabuğu, saman, ayçiçeği çekirdeği bitkisel madde veya atıklardan yongalevha üretimi mümkün olduğu belirtilmektedir. Ancak çok sayıda yıllık bitkinin kullanımının mümkün olmasına rağmen toplama, taşıma, depolama ve hazırlamalarının kolay, ucuz olmasının yanında materyalin mantarlar tarafında herhangi bir bozulmaya maruz kalmaması gerekmektedir. Yıllık bitkilerin kullanılmasında en büyük sorun materyalin homojen olmamasıdır. Hammaddenin bulunmasında karşılaşılan sorunlar neticesinde son zamanlarda bu konuyla ilgili araştırmalar yapılmıştır (Geçgel, 2010).

Silva ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada hint yağı ağacı kabuğunun yongalevha üretiminde kullanım imkanlarını belirlemek amacı ile fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri belirlemişlerdir. Üretilen levhaların yoğunlukları arasında fark olmadığı ve hint kabuğu kullanımının artmasıyla mekanik özelliklerin azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca kabuk kullanımının su alma ve kalınlık artımı değerlerinde ise olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir.

Martins ve ark. (2018) çalışmalarında Brezilya'da yüksek bir atık potansiyeli olan soya fasulyesi atıkları ve okaliptüs yongaları kullanarak yongalevha üretmişlerdir. Kullanılan soya fasulyesi atık miktarının artmasına bağlı olarak mekanik özelliklerin ve su alma dayanımının azaldığı belirlenmiştir. Yaklaşık olarak %23 oranında soya fasulyesi atığı kullanımının üretim için uygun olabileceği tespit edilmiştir.

Kadamba ağacı (*Neolamarckia cadamba*) meyvelerinin alkali ekstraksiyonu uygulandıktan sonra yongalevha üretiminde kullanıldığı bir çalışmada fenol formaldehit tutkalı kullanılarak tek tabakalı levhalar üretilmiştir. 0,5 mm boyutlu ve %2 NaOH ekstraksiyonu uygulanan yongalardan üretilen levhaların en yüksek mekanik özellikleri ve su alma dayanımını gösterdiği belirlenmiştir (Kasim ve ark., 2018).

1.3.3. Tutkal

1.3.3.1. Organik Yapıştırıcılar

Organik yapıştırıcılar sentetik ve doğal yapıştırıcılar olarak ikiye ayrılmaktadır. Yongalevha endüstrisinde sentetik yapıştırıcılar kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Yongalevha endüstrisinde en çok tercih edilen tutkal iç hava koşullarında üretilen formaldehit tutkalı olup, dış koşullarda ise fenolik ve izosiyonat tutkalları tercih edilmektedir.

Tutkal kullanım miktarının artması levha stabilitesi ve mekanik özelliklerini iyileştirmektedir. Ancak tutkalın fazla kullanılmasından dolayı üretim maliyeti artmaktadır. Levhanın direnç özelliklerini tutkalın tanecik yapısı etkilemektedir. Küçük tanecikli tutkallar daha iyi yapışma oluşturarak levhanın direnç özelliklerini artırmaktadır (Göker ve Akbulut, 1992).

1.3.3.1.1. Sentetik Yapıştırıcılar

Odun esaslı panel üretiminde çeşitli sentetik reçineler kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan sentetik reçine çeşitleri yapısında formaldehit bulunduran yapıştırıcılardır. Üretilen melamin, fenol, resolsinol veya bunların kombinasyonları sonucu oluşan kimyasalların formaldehit ile reaksiyona girerek sentetik reçineler elde edilir. Bu sentetik reçineler sertleşme ve jelleşme esnasında üç boyutlu çapraz bağlanma oluşturduklarından dolayı erimez ve çözünmezler (Dunky, 2003). Bu reçineler ısıtıldıklarında yumuşamakta, daha fazla ısı arttırıldığında ise sertleşerek malzemeye bütünleşerek eski haline dönmemektedir (Kalaycıoğlu, 1991).

1.3.3.1.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı

Yongalevha endüstrisinde üretimin %90'ında üre formaldehit kullanılmasının nedeni; ucuz olması, kısa sürede sertleşmesi, yanmaması gibi teknik özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Üre formaldehit tutkalı piyasada sıvı veya toz halinde bulunmaktadır. Toz olanı nakil ve depoda saklama konusunda daha elverişli bir durumdadır. Kullanılacağı zaman suda çözülür. Bazen reçine, sertleştirici maddelerle karıştırılmış olarak hazır bir şekilde piyasaya arz edilir. Bu şekilde kullanıldığında sadece suda çözmek yeterli olacaktır. Toz reçine depolarda 1 yıl, sıvı reçine ise depolarda 3-6 ay bozulmadan muhafaza edilmektedir.

Üre formaldehit reçinesinin 5 °C'den 110 °C'ye kadar kullanılan geniş bir tatbikat alanı mevcuttur. Bazı firmalar sertleştirici maddeye göre değişen üre formaldehit reçinesi tertipleri yapmaktadır (Huş, 1962).

Abdullah ve Park tarafından (2009) yapılan bir araştırmada üre formaldehit tutkalına katılan hidrosülfid, sodyum bisülfat, akrilamid ve polimerik 4,4- difenil-metan dizosiyonat gibi katkı maddelerinin üre formaldehit tutkalının rutubet direncini artırdığı belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada üre formaldehit tutkalına albümin çözeltisi ve ayçiçeği yağı eklenmesiyle üre formaldehit tutkalının suya karşı direncinin arttığı gözlenmiştir (Maubarik ve ark., 2013).

1.3.3.1.1.2. Melamin Formaldehit Tutkalı

Melamin formaldehit tutkalı, melamin ve formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Genellikle melamin formaldehit tutkalı, tabakalı ağaç malzemeler ve kaplama kağıtlarının emprenyesinde kullanılır. Kondenzasyon 5-6 pH ortamında oluşmaktadır. Çözeltide melamin ile formaldehit ½-3 mol arasında karıştırılmasıyla başlar, nütürleşme yolu ile kondenzasyon ürünü yeterli derecede çözümlenebilecek duruma gelince işleme son verilir. Melamin formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalı gibi sertleştirici ve ısınnın etkisiyle reaksiyonuna kaldığı yerden devam eder, ayrıca 90-140 °C sıcaklıkta sertleştirici madde kullanmadan sertleşebilmektedir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Melamin formaldehit tutkalının üre formaldehit tutkalına göre bazı avantajlı yanları vardır (Huş, 1997):

- a. Suya karşı daha dirençlidir,

- b. Isı stabilitesi daha yüksektir,
- c. Düşük sıcaklıklarda sertleştirici kullanmaksızın sertleşebilir,

Melamin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalına parlaklık, açık renklilik, dayanıklılık bakımından üstünlük sağlar. Bu avantajlarına rağmen en büyük dezavantajı fiyatının üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından fazla olması. En önemli kullanım alanlarından bir tanesi üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılabilir (Huş, 1997).

1.3.3.1.1.3. Fenol Formaldehit Tutkalı

Fenol formaldehit tutkalı alkali bir katalizör yardımı ile formaldehit ve fenolün kondenzasyonu suretiyle elde edilmektedir. Asit ya da alkali katalizörlerle reaksiyona girerek “novalak” ve “resok” adı verilen iki ayrı tutkal elde edilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Fenol petrol ürünüdür bileşenleri tolüen ve benzendir.

Fenol formaldehit tutkalı suya karşı dirençli, rutubet ve atmosferik koşullara karşı dayanıklı yapışma sağladığı için açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak malzemelerin kullanımına uygun bulunmaktadır. Ancak levhalarda koyu renk söz konusu olmakta veya küçük kırmızı lekeler görülmektedir (Dayanıklıoğlu, 2013).

Bu tutkalla üretilen levhaların üretim aşamasında presleme süresi uzun tutulur ve pres basıncı yüksektir (Bozkurt ve Göker, 1990). Fenol formaldehit tutkalı düşük sıcaklıklarda ortamın pH değeri değişmemesi koşuluyla depolanabilir. Depolama süresi birkaç ay olabilir.

1.3.3.1.1.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı

Resorsin formaldehit tutkalı pahalı olmasından dolayı fazla kullanılmayan bir tutkaldır. Fakat her türlü hava şartlarına, kaynar suya, asitlere, düşük konsantrasyonlu alkaliler ve diğer çözücülere karşı dayanıklıdır. Resorsin fenole kıyasla iki kat daha aktiftir. Bu nedenle formaldehite karşı çok düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyon gösterebilir. Bu özelliğiyle malzemeye zarar vermeden soğuk yapışma mümkün olur ki bu özelliğiyle fenol formaldehit tutkalından üstündür (Bozkurt ve Göker, 1985).

Resolsin formaldehit tutkalı özel amaçlar için saf olarak kullanılmaktadır. Örneğin, inşaat sektöründe, uçak ve gemi inşaatında ağaç konstrüksiyonların yapıştırılmasında kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.3.3.1.1.5. İzosiyonat Tutkalı

Yapışma direnci yüksek olan izosiyonat tutkalı aynı zamanda rutubete karşı dayanıklı bir tutkaldır. Fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında yapışma direnci daha yüksek olup rutubet dayanıklılığı bakımından eşdeğerdirler. Sakıncalı yönü ise alüminyum ve çelik malzemeye yapışmasından dolayı üretimden transportör ve preslerde sorun yaşanmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Yapılan bir araştırmada etil metilen di fenil izosiyonat tutkalı kullanılarak üretilen levhaların teknolojik özellikleri, polimetilen di izosiyonat tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Papadopoulos, 2002).

1.3.3.1.1.6. Termoplastik Tutkallar

Termoplastik tutkallar ısıtıldıklarında yumuşayabilen ve soğutulduklarında sertleşebilen yapıştırıcılardır. Bu tür tutkalların soğuk olarak uygulanabilir, hızlı şekilde sertleşebilir, yüzeylere kolayca uygulanabilir, yanmaz ve kokusuz özellikte, işleme sırasında aletleri yıpratmaması, oduna renk vermemesi gibi özelliklerinin yanında, 70 °C sıcaklıktan itibaren yapıştırma özelliğini kaybetmesi termoplastik tutkalların kullanımını sınırlandırmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

1.3.3.1.2. Doğal Yapıştırıcılar

Bu gruptaki yapıştırıcılar; Bitkisel ve hayvansal olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Doğal tutkallar, yongalevha endüstrisinde kullanımı düşük orandadır.

Hayvansal tutkallar, sığır ve koyun gibi hayvanların deri ve kemiklerinden elde edilir. Bu kemik ve deriler toz, jel ve küçük parçacıklar halinde bulunabilmektedir. Bu tutkalları uygulanabilir viskozite seviyesine getirmek için 60 °C'ye kadar tutkal ısıtılmaktadır (Eckelman, 1997).

Hayvansal tutkallar diğerk yapıştırıcılara göre rutubete karşı dayanımı düşük olup mantar ve küflenmeye neden olmaktadır. Bu yapıştırıcılar her yerde kullanılmamakta olup aynı zamanda pahalıdır (Eckelman, 1997).

Hayvansal tutkal olan kan albümit tutkalı ise; kan serumu içerisinde bulunan çözünmüş proteindir. Bu maddenin kaynağı mezbahalardır, genellikle sığır kanından elde edilmektedir. (Pu ve ark., 1994). Hayvansal tutkal olan kazein ve kan tutkalları az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır (Kalaycıoğlu, 1987; Çetin ve Özmen, 2002).

Bitkisel yapıştırıcılar tanen, lignin ve soya tutkaldır. Tanen olarak bilinen doğal ponifenoller odun ve kabukların ekstraksiyon yolu ile elde edilmektedir. Kullanım yeri olarak açık hava şartlarında kullanılacak yongalevhalar için uygun olmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

Fenolik bir yapıştırıcı olup bitki fibrillerini bir arada tutan lignin, fenilpropan ünitelerinden oluşmaktadır (Pizzi, 1994; Dunky, 2003; Hafızoğlu ve Deniz, 2010). Lignin çekirdeğindeki serbest pozisyon sayısının az ve reaktifliği fenol formaldehit tutkalından daha düşük olmasından dolayı, yeterli bir presleme için yüksek pres sıcaklığı, uzun pres süresi ve yüksek asit konsantrasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır (Dunky, 2003).

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyonu yolu ile elde edilir. Kontrplak üretiminde soğuk ve sıcak yöntemler uygulamak suretiyle kullanılabilir (Kalaycıoğlu, 1991). Soya esaslı tutkallar 1923 yılında geliştirilmiş olmasına rağmen petrol esaslı yapıştırıcıların direnç özellikleri ve suya dayanımı daha yüksektir. Bunda dolayı soya esaslı tutkallar petrol esaslı yapıştırıcılara göre daha az tercih edilmiştir (Huang ve Sun, 2000a; Lambuth, 2003).

1.3.3.2. Anorganik Yapıştırıcılar

Bu yapıştırıcılar, çimento, alçı ve magnezit olup çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretilmesinde tercih edilmektedir. Magnezyum ve portlant çimentosu kullanarak çimentolu yongalevhalar üretilmektedir (Kalaycıoğlu, 1991).

1.3.4. Katkı Maddeleri

Yongalevha endüstrisinde, katkı maddeleri daha çok sıcak preste sertleşmeyi hızlandırmak, sıcak preste gaz çıkışını dengelemekte, stabilite sağlama, yanmayı geciktirme ve levhayı hayvansal zararlılara karşı koruma amacıyla kullanılmaktadırlar.

1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler

Yongalevha üretiminde tutkal, presleme işlemine kadar herhangi bir sertleşme göstermesi istenmez, pres esnasına ise tutkalın kısa süre içerisinde sertleşmesi gerekmektedir. Bunun içinde sertleşmenin gerçekleşmesi için üre formaldehit tutkalı ile birlikte sertleştirici olarak amonyum klorür ve amonyum sülfattan yararlanılmaktadır. Genellikle amonyum klorür tercih edilir.

Fenol formaldehit tutkalı yüksek sıcaklıklarda (135-155 °C) sertleşmektedir. Ancak sertleşme süresinin kısaltılması için paraformaldehit veya potasyum karbonat kullanılır.

Melamin formaldehit tutkalı (90-40 °C) yüksek sıcaklıklarda sertleştirici katılmadan sertleşebilen tutkaldır. Sertleşme süresini kısaltmak için amonyum sülfat ve potasyum persülfat kullanılır (Nemli, 1995).

1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler

Yongalevhalarda tutkal haricinde levhanın su alarak şişmesini önlemek ve boyutsal stabilitesini sağlamak için hidrofobik maddeler kullanılır. Bu maddeler levhanın su alma hızını yavaşlatırlar tamamen engellemezler.

Hidrofobik maddeler parafin ve mumlardır. Parafin en çok kullanılan hidrofobik maddedir. Parafin kullanımı tam kuru yonga ağırlığına oranla %1 veya daha az olmalıdır. Daha fazla parafin kullanımında levhanın direnç değerlerini düşürebilir (Göker ve Akbulut, 1992).

1.3.4.3. Koruyucu Maddeler

Odun kökenli levhalar da yeterli korunma önlemleri alınmadığında böcek, mantar ve diğer biotik zararlılar tarafından zarara uğrar. Yongalevhelerde bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CC-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Kartal ve Clausen, 2001).

Yanmayı önleyici maddeler olarak; çinko, arsenik, bakır, borat, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Yapılan bir çalışmada %2 oranında kullanılan pentaklorfenol mantar ve böcek zararlılarına karşı yeterli koruma sağlamaktadır. Kullanım miktarı artarsa tutkalın yapışma direncini engellediğinden yüzeye dik çekme direncini azalttığı gözlenmiştir (Göker ve Akbulut, 1992).

1.4. Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Yongalevha üretiminde işlem sırası şöyledir; Odun hammaddesinin depolanması, kabuk soyma, yongaların depolanması, yongaların elenmesi, yongaların tutkallaması, serme, presleme, levhaların klimatize edilmesi, boyutlandırma, zımparalama ve depolamadır.

Hammadde depolama; Odun çürümeleri önlemek için 30 cm yüksekliğinde beton ayaklar üzerine yerleştirilmeli ve rutubeti lif doygunluk noktası üzerinde olmalı. Depolarda yangına karşı gereken önlemler alınmalı. Depo zemininin temiz ve bakımlı olması gerekmektedir (Örs, 1986).

Yongaların hazırlanmasında ilk işlem kabuk soymadır. Bu işlem elle veya makineyle yapılmaktadır. Özellikle dış tabakalarda kullanılacak yongalar için kabuk soymak zorunludur.

Yongalama işlemi; yongalevhayı oluşturacak dış ve orta tabaka yongaları farklı fiziksel yapıdadırlar. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinelerden elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise kalın olup çekiçli değirmenlerde istenilen boyutlara getirilir. Yongalevha üretiminde uygun ince yongalar genellikle kesici aletlerin liflere paralel yönde kesme sureti ile elde edilir. Liflere dik ve az meyilli kesilen daha kalın odun parçacıklarına ise kaba yonga denir. Levha için uygun yonganın üretilmesi iki şekilde gerçekleştirilir. Birincisi, önce kaba yongalar üretilir daha sonra bunlar değirmenlere veya ince yongalama makinelerinde üretime uygun hale getirilirler. Bu yongalar, genellikle orta

tabakalarda kullanılırlar. İkincisi de yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun incelikte ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilmektedir. Bu yongalar, isteğe bağlı olarak ince yongalama makinelerin de küçültülebilirler.

Kurutma işlemi; Kurutma makinesine sevk edilen yongaların rutubeti, genellikle %35-120 arasında değişmektedir. Presleme tekniği bakımından, orta ve dış tabaka yongalarının rutubeti farklı olması istenir. Dış tabaka yongası orta tabaka yongasına göre daha rutubetlidir. Bu fark sıcak preslemede orta tabakaya ısı transferi kolaylaştırarak presleme süresini kısaltmaktadır. Dış yüzeyin plastikleşerek düzgün yüzey elde edilmesini sağlar. Sıcak buhar etkisi ile direnci azalan yongaların daha fazla sıkışarak yüzey özgül ağırlık değerini, buda eğilme ve deformasyon direncini artırmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

Eleme işlemi; kurutma işleminden sonra homojen olmayan yonga boyutlarını eleme yapılarak yongalar homojen hale getirilmektedirler. Kaba yongalar, çok küçük yongalar ve tozlar uzaklaştırılır. Kaba yongalar tekrar yongalama makinelerine gönderilir, tozlar ise üretimde enerji sağlamak için değerlendirilir.

Tutkallama; Orta ve dış tabakada kullanılacak yongaların tutkallanma oranları farklılık göstermekte olup tam kuru yonga ağırlığına göre belirlenmektedir. Genellikle dış tabakada kullanılan tutkal miktarı %11, orta tabakada kullanılan tutkal miktarı %8 civarındadır. Tutkal miktarının artması levha özelliklerini iyileştirmektedir fakat maliyeti arttırmaktadır. Tutkal miktarını arttırmadan noktasal tutkallama yöntemi ile küçük tanecikli tutkal püskürtülerek de daha iyi yapışma alanı oluşturularak levhanın direnç özelliklerini artırabilir (Göker ve Akbulut, 1992).

Serme işlemi; amaç levha taslağının her yerine eşit miktarda yonganın düşmesini sağlayarak homojen bir özgül ağırlık dağılımı elde etmektir. Levhada yonga dağılımının homojen olması levhanın direnç özelliklerini olumlu etkileyecektir. Bu nedenle serme işlemi levhanın özelliklerine etki eden en önemli aşama olarak kabul edilir.

Presleme işlemi; Serme işleminden sonra levhalar sırasıyla soğuk pres ve sıcak presleme işlemine tabi tutulurlar. Soğuk preste amaç; levha tabakasının arasındaki bağın kuvvetlendirilmesi, sıcak pres tabakalarının açılma yüksekliğinin azalması, ısı ve pres sürelerinde tasarruf sağlanması, serme sırasında meyilli olan yongaların iki yüzeye paralel hale gelmesidir. Sıcak pres belirli sıcaklık ve basınç altında gerçekleştirilir. Tutkal türüne göre sıcaklık 150-220 °C arasında değişiklik gösterirken basınç; taslak kalınlığı ve özgül ağırlığa göre 20-35 kg/cm³ arasında belirlenir. Sıcak preste; levha kalınlığına, pres sıcaklığına, pres plakaları kapanma süresine ve taslak rutubetine göre pres süresi ayarlaması

yapılır. Pres işlemi yapıldıktan sonra levhaların soğuması için levhalar yıldız soğutuculara alınır.

Boyutlandırma işlemi; klimatize edilen levhalar fasıllı preste üretilmiş levha prese girmeden önce boyutlandırma işlemi yapılmıştır ve pres sonrası kenar alma işlemi uygulanır. Levha fasıllı preste üretiliyorsa pres sonrası hem boyutlandırma hem de kenar alma işlemi uygulanmaktadır. Levhaların kenar alma işlemleri daire testerelerle gerçekleştirilir.

Zımparalama; Boyutlandırılan levhaların yüzey düzgünlüğünün artması ve kalınlık hatalarının giderilmesi için zımparalanırlar. Bu işlemden sonra levhalar satışa hazır durumdadır. Satış gerçekleşene kadar depolarda 18-24 °C ve %60-65 oranında bağıl nem koşullarında bekletilirler.

Yongalevha üretiminde yatık yongalı levha üretimi, dik yongalı levha üretimi ve kalıplanmış yongalevha üretimi olmak üzere 3 temel üretim teknolojisi uygulanmaktadır. Bu üretim metodlarında temel işlemler aynı olmakla beraber, farklılık; presleme tekniği, serme işlemi veya kullanılan bağlayıcıdan kaynaklanır (Yıldırım, 2007).

1.5. Sahil Çamı (*Pinus pinaster*)

Sahil çamı, Pinecea (Gymnospermea) familyasının bir türü olup en yaygın olarak kullanılan botanik ismi "*Pinus pinaster*" dir. Güney Batı Avrupa ve Kuzey Batı Afrika'da yayılış gösteren bu türün beş türü mevcuttur. Bunlar; Atlantik Mesogeensis, Corsicana veya Corteensis, maghrebiana, renoui ırklarıdır. Sahil çamı 20-30 (m) boylarında piramidal, yaşlılarda dağınık tepeli bir ağaçtır. Odunu sert ve bol reçinelidir.

Sahil çamı en iyi gelişmesini Fransa'da, Güney Doğu Atlantik kıyılarında, Portekiz'de Lizbon'un kuzeyindeki Atlantik kıyılarında ve İspanyanın kuzey kıyılarında ılımlı ve nispeten rutubetli olan iklimlerde yapar (Scott, 1962).

Sahil çamı odununun mekanik özellikleriyle ilgili olarak Türkiye'de yapılan çalışmalar gözden geçirilerek elde edilen nicel değerler aşağıda verilmiştir.

Yoğunluk	$D_0 = 0,42 \text{ g/cm}^3$
	$D_{12} = 0,45 \text{ g/cm}^3$
Hacim – yoğunluk değeri	$= 0,38 \text{ g/cm}^3$ (Erten ve Sözen, 1988)
Liflere paralel Basınç Direnci	$\sigma_B = 33,00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Liflere Paralel /Dik Makaslama Direnci	$\sigma_M // - \sigma_M^\perp = 6,00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Dinamik Eğilme (şok) Direnci Değeri	$\sigma_{ED} = 0,11 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Eğilme Direnci $\sigma_{E12} = 61,00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ (As ve ark, 2001)

1.6. Adi Huş (*Betula pendula* Roth.)

Adi huş (*Betula pendula* Roth.) sistematikte *Magnolipsida* sınıfının, Hamamelidae alt sınıfının, Fagales takımının, Betulaceae Familyasına aittir. Bu türün anavatanı Avrupa ve Asya'dır. Çoğunlukla 20-25 metreye kadar bazen de 30 m'ye kadar boyolanabilen, yaprağını döken, sarkık dallı gövdeleri kar gibi beyaz ince kabuklu, yaprağını döken bir ağaçtır.

Geniş bir coğrafi yayılışa sahip olan adi huş (*Betula pendula* Roth.), kuzey yarım kürede, Avrupa, Asya, Finlandiya, İsveç, Norveç, Rusya ve Orta Avrupa'da yaygındır. Bu tür genellikle, orman kenarlarında, çayır ve turbalık alanlarda, humusça fakir, hafif asitli, kuru kumlu topraklar ile kumlu balçık topraklarda da yetişmektedir. Türkiye'de özellikle Kuzey Doğu Anadolu'da, Doğu Anadolu'da, örneğin Nemrut Dağı kraterinde, Tunceli, Munzur Vadisi, Artvin, Erzurum, Muş illerinde görülür (Anşin ve ark., 1993).

Sert ağaçlardan olan huş kontrplak üretiminde yaygın olarak kullanılan ağaç türündendir. Üstün mekanik özellikleri ve güzel görünümüne sahiptir. İç ve dış mekanlarda yaygın kullanımı vardır (Terzieva, 2008).

Huş odununa ait fiziksel ve mekanik özellikler aşağıda verilmiştir.

Yoğunluk $D_0 = 0,61 \text{ g/cm}^3$

$D_{12} = 0,65 \text{ g/cm}^3$

Daralma yüzdesi $\beta_r = 5,3 \%$

$\beta_t = 7,8 \%$

$\beta_v = 13,7 \%$

E-Modül $E_{\text{Mod}} = 16000 \text{ N/mm}^2$

Eğilme Direnci $\sigma_E = 144 \text{ N/mm}^2$

Basınç Direnci $\sigma_B // = 50 \text{ N/mm}^2$

Çekme Direnci $\sigma_{\text{Ç}} // = 134 \text{ N/mm}^2$

Din. Eğil. Direnci $a = 0,83 \text{ KN/cm}$ (Erdin ve Bozkurt, 2013)

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) odunundan üretilen yongalevhaların içerisine Adi huş (*Betula pendula* Roth.) atık kaplama levhaları konularak 3 tabakalı yongalevhalar üretilmiştir.

Bu amaçla; Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'ne ait laboratuvarında 1.2×52.5×50 cm boyutlarında levhalar üretilmiştir. Her levha grubundan 2'şer adet üretilmiştir ve standartlara uygun olarak testler gerçekleştirilmiştir. Deneme levhası tipleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme levhası tipleri

Levha tipi	Atık kaplama kullanımı	Kaplamaya Tutkal ve sertleştirici sürülmesi **
1*	-	-
2	Ortaya 1 adet	-
3	Yüzeylerin arasına liflere paralel 1'er adet	-
4	Orta+yüzeylerin arasına lifleri birbirine dik toplam 3 adet	-
5	Ortaya 1 adet	+
6	Yüzeylerin arasına liflere paralel 1'er adet	+
7	Orta+yüzeylerin arasına lifleri birbirine dik toplam 3 adet	+

Not:1*=Kontrol Levhası

**=ÜF tutkalı 150 g/m², sertleştirici: Amonyum klorür %20'lik katı tutkala oranla %1

2.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhası üretiminde 40 yaşlarında Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) odunu ile Adi Huş (*Betula pendula* Roth.)’dan soyma kaplama levhası üretiminde çıkan atık kaplamalar kullanılmıştır. Adi Huş (*Betula pendula* Roth.) tomruklar, Ukrayna’dan ithal olarak ülkemize gelmiştir. Kaplama kalınlığı 1mm olacak şekilde soyulmuştur.

2.1.2. Tutkal

Deneme levhası üretiminde %65’lik üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. F/Ü mol oranı 1,20’dir. Yüze dik çekme direnci örneklerini kalınlık takozlarına yapıştırılmasında beyaz renkli polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır. Deneme levhası üretiminde tam kuru yonga ağırlığına oranla; orta tabakada %9, dış tabakada %11 oranında üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

2.1.3. Sertleştirici Madde

Deneme Levhasının Üretiminde hem dış hem de orta tabakada katı tutkal miktarına oranla amonyum klorürün %20’lik çözeltisi katı tutkala oranla %1 olarak kullanılmıştır.

2.2. Deneme Levhasının Üretimi

Sahil Çamı (*Pinus pinaster*) odunları laboratuara getirilmiş ve kabukları soyulmuştur. Bunu takiben kaba yongalama makinesinin kullanım talimatına uygun olacak şekilde 2,5 cm kalınlıkta biçilmiştir. Kaba yongalama işleminde; Robert Hildebrand marka, laboratuvar (20/6/2) tip, iki bıçaklı bir kaba yongalayıcı kullanılmıştır. Makine silindirinin altında mevcut kesici ızgara sayesinde yaklaşık aynı boyutlarda yonga elde edilmektedir. Kaba yongalama makinesinde elde edilen yongalar; 6 çekiç, 16 bıçaktan oluşan bıçak halkalı ince yongalama makinesinde levha üretimi için uygun boyutlara getirilmiştir.

Yongaların tasnif edilmesinde, yatay hareket eden dört kademeli Algemairn marka elek kullanılmıştır. 3 mm gözenekli elek üzerine kalan yongalar tekrar ince yongalama makinesinde yongalanmıştır. 3 mm gözenekli elekten geçip 1,5 mm gözenekli elek üzerinde

kalan yongalar orta tabaka, 1,5 mm gözenekli elekten geçer 0,5 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar ise dış tabakalarda kullanılmak üzere tasnif edilmiştir.

Elenen yongalar laboratuvar tipi kurutma fırınında 100 °C'de %3 rutubete kadar kurutulmuştur. Atık huş kaplamaları 95 °C'de %3 rutubete kadar kurutulmuştur.

Yongaların tutkallamasında 500 ml. Kapasiteli, 18 mm uçlu, üstten hazneli tek enjektörlü hava tabancası kullanılmıştır. Tutkallama işleminde; tutkal yongalar üzerine hava tabancası ile püskürtülmüş ve yongalar el ile düzenli bir şekilde karıştırarak homojen bir tutkallama sağlanmıştır.

Hazırlanan tutkal çözeltisinde sertleştirici madde olarak katı tutkala oranla %1 oranda %20'lik amonyum klorür ilave edilmiştir. Dozajlamada levha kalınlığından kaplama kalınlığı düşürülmüştür.

Levha taslağın hazırlanmasında 50×52,5 cm boyutlarında şekillendirme çerçevesi ve 1,2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılmıştır. Üretilen levhaların dış tabakaları, levha kalınlığının %40'ını, orta tabaka %60'ını oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. Levha özgül ağırlığı 0,65 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Çerçeve pres saçı üzerine yerleştirildikten sonra, önce tutkallanmış dış tabaka yongaları el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde serilmiş, ardından tutkallanmış orta tabaka ve ikinci dış tabaka yongaları serilmiştir. Serme işleminden sonra şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırarak yongalar sıkıştırılmıştır. Şekillendirme tablası levhaya zarar vermeden yavaş yavaş çıkartılmıştır. Daha sonra levha taslağı üzerine üst pres saçı yerleştirilerek preslemeye hazır hale getirilmiştir.

Levha taslaklarının presleme işlemi; laboratuvar tipi ve levha büyüklüğü 70×89 cm olan, elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik preste preslenmiştir. Presleme işleminde 1,2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılarak tüm levhaların aynı kalınlıkta ve homojen bir şekilde olması sağlanmıştır. Presleme koşulları şöyledir; pres sıcaklığı 150 °C, pres süresi 6 dk. ve pres basıncı 25 kg/cm² olarak tutulmuştur.

Preslenen levhalarda sertleşmenin devam etmesini sağlamak için, pres saçları arasında levhalar soğuyuncaya kadar bekletilmişlerdir. Bu şekilde soğuyan levhalar TS 642'ye göre sıcaklığı 20 °C ve %65 bağıl neme sahip olan klima odasında üç hafta süre ile bekletilmiştir. Ardından klimatize edilen levhalardan denemeler için gerekli örnekler kesilmiştir. Hazırlanan örnekler deneme anına kadar bekletilmek üzere tekrar klima odasına konulmuştur (TS 642, 1999).

2.3. Araştırma Yöntemi

2.3.1. Fiziksel Özellikler

2.3.1.1. Özgül Ağırlığı

Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan hava kurusu özgül ağırlık değerleri esas alınmıştır. Özgül ağırlık deneyi TS EN 323/1 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır (TS EN 321/1,1999). Özgül ağırlık belirlemede her bir levha grubundan 50×50mm boyutlarında 20'şer adet örnek alınmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi %60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar örnekler bekletilmiştir. Bekletilen örneklerin ağırlıkları analitik terazi ile, genişlikleri kumpas, kalınlıkları ise mikrometre ile ±0.01 duyarlılıkla ölçülmüştür. Buna göre özgül ağırlık;

$$D=m/v \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$$D=\text{Özgül ağırlık (g/cm}^3\text{)}$$

$$m=\text{Örnek ağırlığı (g)}$$

$$V=\text{Örnek hacmi (cm}^3\text{)}$$

2.3.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır (EN322,1993). Rutubet miktarının belirlenmesinde her bir levha grubundan 50×50mm boyutlarında 20 adet örneğin ağırlıkları ±0.01 g dayanıklı analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiş olan deneme levha örnekleri 101-105 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bunlara göre örneklerin rutubeti;

$$r=\frac{m-m_0}{m_0} \times 100 \text{ eşitliğinde hesaplanmıştır. Burada;}$$

$$m=\text{Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)}$$

$$m_0=\text{Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)} \quad (2)$$

2.3.1.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için EN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak 50×50mm boyutlarında her bir levha grubundan 20 adet örnek hazırlanmıştır (EN 317, 1993). Örneklerin kalınlıkları tam orta noktasından ±0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deneme örnekleri 19-21 °C sıcaklıktaki temiz suda su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 24 saat sonra sudan çıkartılan örneklerin fazla suları bir bez yardımı ile alınmıştır. Ardından örnekler ilk ölçüldüğü noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları

$$KA = \frac{ey - ek}{ek} \times 100 \text{ eşitliğinde hesaplanmıştır. Burada;}$$

ey=Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

ek=Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm) (3)

2.3.1.4. Su Alma Miktarı

EN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak 50×50mm boyutlarında her bir levha grubundan 20 adet örnek hazırlanmıştır (EN 317, 1993). Örneklerin ağırlıkları ±0,01 mm duyarlıklı terazide tartılır. Daha sonra, su yüzeyinde 25 mm aşağıda tutulmuştur. 20±2 °C'lik suda bekletilerek bu süre sonunda sudan çıkarılan örnekler bir bez ile silinir. Ağırlıkları aynı ±0,01 mm duyarlıklı terazide tartılır. Örneklerin su alma oranlarının hesaplanmasında aşağıda ki formül kullanılır.

$$SA = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (4)$$

Burada;

m=Suda bekletilen örneklerin ağırlığı (g)

m₀=Örneklerin ilk ağırlığı (g)

2.3.1.5. Hammaddenin Hava Kurusu Özgül Ağırlığı

20×20×30 mm boyutlarında hazırlanan 30 deney örneğinin boyutları ±0,01 mm duyarlılıkta ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır (TS 2472, 1976).

Örneklerin ağırlıkları $\pm 0,001$ gr duyarlıklı terazide ve 5 No'lu eşitlikten %r rutubetteki özgül ağırlıkları belirlenmiştir (TS2472, 1976).

$$Dr = \frac{Mr}{Vr} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

$$D = \%r \text{ rutubetteki özgül ağırlığı (gr/cm}^3\text{)} \quad (5)$$

$$Mr = \%r \text{ rutubetteki ağırlık (gr)}$$

$$Vr = \%r \text{ rutubetteki hacim (cm}^3\text{)}$$

Hesaplanan rutubet miktarındaki özgül ağırlık değerlerinin %12 rutubetteki özgül ağırlık değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır. (TS 2471, 1976).

$$D_{12} = Dr \times \left(1 + \frac{(1-0,85Dr) \times (r-12)}{100}\right) \quad (6)$$

Eşitlikte;

$$D_{12} = \%12 \text{ rutubetteki özgül ağırlığı (g/cm}^3\text{)}$$

$$Dr = \%r \text{ rutubetteki özgül ağırlığı (g/cm}^3\text{)}$$

r=örnek rutubeti

2.3.2. Mekanik Özellikler

2.3.2.1. Eğilme Direnci

EN 310 (1993) standardına uygun olarak eğilme direnci deneyi gerçekleştirilmiştir. 300×50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklık 20 ± 2 ve bağıl nemi $\%65 \pm 5$ olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Değişmez ağırlığa kadar bekletilen örneklerle de genişlik kumpas ile yüklem hattında bir, kalınlık ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın ortalaması alınarak $0,01$ mm duyarlılıkla mikrometre ile ölçülmüştür. Deney makinesinde yüklem mekanizması, 6 mm/dk hız ile kırılmanın yüklem anından itibaren 1-2 dk. içerisinde gerçekleşecek şekilde çalıştırılmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times d^2} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (7)$$

Burada;

F=Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L=Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d= Örnek kalınlığı (cm)

b= Örnek genişliği (cm)

2.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

EN 310 (1993) standardına göre eğilmede elastikiyet modülü belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık 18-22 ve bağıl nemi %60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. 300×50 mm boyutlarındaki 20 adet örneğin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Örneklerin deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları komperatör ile 0,01 mm, kırılma anındaki kuvvet ise makine göstergesinden okunarak 1 kg hassasiyette belirlenmiştir.

Örneklerin eğilmede elastikiyet modüllerinin belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$E = \frac{F \times L^3}{4 \times \Delta e \times b \times d^3} \text{ kg/cm}^3 \quad (8)$$

E=elastikiyet modülü kg/cm³

Δe =eğilme miktarı (cm)

F= deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)

L=dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d=örnek kalınlığı (cm)

b=örnek genişliği (cm)

2.3.2.3.Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci EN 319 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her levha grubundan 20 adet 50×50 mm ebatlarında örnekler hazırlanıp ardından iklimlendirme odasında sıcaklığı 20±2 ve bağıl nem %65±5 koşullarında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar örnekler bekletilmiştir. Örnek boyutları ±0,01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Ardından örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip kayın takozlar yapıştırılmıştır. Bu amaçla polivinil asetat tutkalı

kullanılmıştır. Daha sonra bu yapıştırılan örnekler sıkıştırılmıştır. Sıkıştırma süresi 24 saat olarak belirlenmiştir.

Örnekler ait yüzeye dik çekme direnci aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$Öçd = \frac{F_{max}}{A} \text{ kg/cm}^3 \quad (9)$$

F_{max} =kırılma anındaki max kuvvet kg/cm^3

A =örnek enine kesit alanı (cm^2)

2.3.3. Formaldehit Emisyonu

Formaldehit emisyonu yönteminde ekstraksiyon yolu ile levha içindeki serbest formaldehit belirlenmektedir. Standartlara göre toluen içinde kaynatılan levha örneklerinden serbest formaldehitin destile suya geçmesi sağlanmakta ve sulu çözeltideki formaldehit miktarı fotometrik olarak belirlenerek tam kuru levha ağırlığına oranlanmaktadır.

Bu yöntemde, yaklaşık olarak $110 \pm 0,01$ g ağırlıkta tartılan deney örnekleri perferatör cihazının cam balonun içine konulmuştur ve daha sonra bunun üzerine 600ml toluen ilave edilmiştir. Cihazın gaz absorpsiyon şişesi yaklaşık 100 ml destile su ile doldurulmuştur. Bu gaz absorpsiyon şişesi cihaza balonlu cam boru ile bağlanmıştır. Bu yapılan 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 gelmesiyle başlar ve bu işlem 2 saat devam etmektedir. 2 saatin sonunda perferatör içindeki su bir ölçü kabına alınmış ve ortam sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 2000 ml'lik balon jöjeye aktarılmıştır. Daha sonra balon jöje içerisindeki çözelti destile su ile 2000 ml'ye tamamlanmıştır. Ayrıca, cihaza örnek konulmaksızın sadece toluen ile bir kör deneme yapılmıştır. 2000ml'lik balon jöjede bulunan çözeltiden önce 10 ml alınarak destile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra bu şekilde seyreltilmiş çözeltinin 10 ml 0,01 N amonyum asetat ilave edilir. Ağzı sıkıca kapatılır. Ağzı sıkıca kapatılan şişeler $40 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki bir su banyosunda 15 dakika süreyle bekletildikten sonra bir saat süreyle ışık almayan bir yerde soğutulmuştur. Bu çözeltilerin absorbans değerleri U.V. Spektrometre cihazında 412 mm'de fotometrik olarak ölçülmüştür. Ölçülen bu absorbans değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile örneklerin içerdikleri formaldehit miktarları tespit edilmiştir (EN 120-1, 1993).

$$F = \frac{(A_s - A_b) \times f \times (100 + R \times V)}{M} \text{ mg/100 g tam kuru levha} \quad (10)$$

Burada;

A_s =Ekstraksiyon çözeltisinin absorpsiyonu

A_b =Kör deneyinin absorpsiyonu

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

R = Levhanın rutubet miktarı

M =Örnek ağırlığı

V =Cam balonun Hacmi (2000 ml)

2.4. İstatistiksel Analiz

Deneysel sonuçlarda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ikiden fazla örnek ve bir faktör söz konusu olunca basit varyans analizi kullanılarak ortalama değerler karşılaştırılmıştır. Duncan testi kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadığı belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde bir faktör iki örneklemede uygulanan t-testi ile ortalama değerler karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Fiziksel Özellikler

3.1.1. Özgül Ağırlık

Deneme levhalarına ait ortalama özgül ağırlık değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 2. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm³)

Levha Tipi	\bar{X} (g/cm ³)	S	V
1	0,648	0,034	5,25
2	0,649	0,023	3,54
3	0,651	0,032	4,62
4	0,652	0,027	4,14
5	0,650	0,025	3,85
6	0,654	0,036	5,51
7	0,655	0,041	6,26

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

3.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarı değerleri Tablo 3’te verilmiştir. Her bir levha tipi için denemeler n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 3. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri (%)

Levha Tipi	\bar{X} (%)	S	V
1	9,84	0,24	2,43
2	9,80	0,35	3,57
3	9,75	0,18	1,85
4	9,73	0,31	3,19
5	9,79	0,42	4,29
6	9,70	0,28	2,89
7	9,68	0,43	4,44

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

3.1.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama 24 saatlik kalınlık artışı oranları Tablo 4'te verilmiştir. Denemeler her bir levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 4. Deneme levhalarının ortalama 24 saatlik kalınlık artışı oranları (%)

Levha tipi	Suda bekleme süresi (saat)	\bar{X}	S	V
1	24	35,10	0,92	2,62
2	24	32,66	0,54	1,66
3	24	29,22	0,71	2,43
4	24	26,38	0,86	3,26
5	24	29,31	0,63	2,15
6	24	26,47	1,02	3,85
7	24	23,03	0,76	3,30

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisini belirlemek için basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	2110,254	3	703,478	488,135	***
Gruplar İçi	109,518	76	1,441		
Toplam	2219,773	79			

Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Duncan testi sonuçları %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı (%)
4 (lifler birbirine dik 3adet (2dışalt+1 orta))	26,38 d
3 (lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına)	29,22 c
2 (ortaya 1 adet)	32,66 b
1 (kontrol)	35,10 a

Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallı kaplama etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallı kaplama etkisini belirlemek için basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	2699,186	3	899,729	466,709	***
Gruplar İçi	146,514	76	1,928		
Toplam	2845,700	79			

Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkallı kaplama etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Duncan testi sonuçları %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine tutkallı kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 8’de verilmiştir

Tablo 8. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallı kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık artışı (%)
7 (lifler birbirine dik 3 adet (2 dış alt+1 orta))	23,03 d
6 (lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına)	26,47 c
5 (ortaya 1 adet)	29,31 b
1 (kontrol)	35,10 a

24 saatlik kalınlık artış oranına tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallamanın etkisine ait t-testi sonuçları

Grup	\bar{X} (%)	t-Hesap	Önemlilik derecesi
8 (tutkalsız)	29,42 a	7,74	**
9 (tutkallı)	26,27b		

Kaplamaya tutkal sürülmesinin 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi %1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur.

3.1.4. Su Alma Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama 24 saatlik su alma oranları Tablo 10'da verilmiştir. Denemeler her bir levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 10. Deneme levhalarının ortalama 24 saatlik su alma oranları (%)

Levha tipi	Suda bekleme süresi (saat)	\bar{X} (%)	S	V
1	24	82,39	1,40	4,32
2	24	79,02	1,30	1,65
3	24	73,24	0,95	1,30
4	24	64,62	1,84	2,85
5	24	74,78	1,11	1,49
6	24	69,13	1,05	1,52
7	24	60,56	1,28	2,11

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisini belirlemek için basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	8593,682	3	2864,561	499,256	***
Gruplar İçi	436,062	76	5,738		
Toplam	9029,743	79			

Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Duncan testi sonuçları %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkalsız kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Su alma oranı (%)
4 (lifler birbirine dik 3adet (2dışalt+1 orta))	64,62d
3 (lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına)	73,24c
2 (ortaya 1 adet)	79,02b
1 (kontrol)	82,39a

Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisini belirlemek için basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	12606,746	3	4202,249	881,622	***
Gruplar İçi	362,254	76	4,766		
Toplam	12968,999	79			

Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Duncan testi sonuçları %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplama etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Su alma oranı (%)
7 (lifler birbirine dik 3 adet (2 dış alt+1 orta))	60,56 d
6 (lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına)	69,13 c
5 (ortaya 1 adet)	74,78 b
1 (kontrol)	82,89 a

24 saatlik su alma oranına tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallamanın etkisine ait t-testi sonuçları

Grup	\bar{X} (%)	t-Hesap	Önemlilik derecesi
8 (tutkalsız)	72,29a	12,86	***
9 (tutkallı)	68,15b		

24 saatlik su alma üzerine tutkallamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur.

3.1.5. Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı

Hammadelere ait ortalama hava kuru özgül ağırlık değerleri Tablo 16'da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan n=20 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 16. Hammadelere ait ortalama hava kuru özgül ağırlık değerleri (g/cm³)

Hammadde	\bar{X} (g/cm ³)	S	V
Kaplama	0,634	0,019	2,99
Odu	0,520	0,022	4,23

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

Hava kuru özgül ağırlık değerlerinin üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine t-testi sonuçları

Hammadde	\bar{X} (g/cm ³)	t-hesap	Önem derecesi
Kaplama	0,634a	22,45	***
Odun	0,520b		

\bar{X} : Aritmetik ortalama

Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur.

3.2. Mekanik Özellikler

3.2.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 18’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 18. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerler (N/mm²)

Levha tipi	\bar{X}	S	V
1	12,56	0,28	2,23
2	12,61	0,37	2,93
3	13,98	0,45	3,22
4	14,04	0,51	3,63
5	12,72	0,25	1,97
6	14,80	0,64	4,32
7	14,98	0,32	2,14

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsızlarda kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsızlarda kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	40,924	3	13,641	95,95	***
Gruplar İçi	10,805	76	0,142		
Toplam	51,728	79			

Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsızlarda kaplamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buna takiben yapılan Duncan testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsızlarda kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsızlarda kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme direnci
1. kontrol	12,56a
2. ortaya 1 adet	12,61a
3. lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına	13,98b
4.lifler birbirine dik 3adet (2dışalt+1 orta)	14,04b

Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkallılarda kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkallılarda kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	494,713	3	31,571	233,061	***
Gruplar İçi	10,295	76	0,135		
Toplam	105,009	79			

Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkallılarda kaplamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buna takiben yapılan Duncan testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının eğilme

direnci değerleri üzerine tutkallılarda kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkallılarda kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme direnci
1. kontrol	12,56a
5.ortaya 1 adet	12,72a
6. lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına	14,80b
7.lifler birbirine dik 3 adet (2 dış alt+1 orta)	14,98b

Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları

Grup	\bar{X} (%)	t-Hesap	Önemlilik derecesi
8 (tutkalsız)	13,54a	10,33	***
9 (tutkallı)	14,16b		

Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine tutkallamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur.

3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama eğilmede elastikiyet *modülü* değerleri Tablo 24'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 24. Deneme levhalarının ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerler (N/mm²)

Levha tipi	\bar{X}	S	V
1 (kontrol)	1671,95	71,06	4,25
2	1696,00	83,56	4,93
3	1898,40	53,59	2,82
4	1932,15	43,93	2,27
5	1712,90	70,79	4,13
6	2084,15	51,30	2,46
7	2118,85	46,82	2,21

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1087168,450	3	362389,483	95,644	***
Gruplar İçi	287958,300	76	3788,925		
Toplam	1375126,750	79			

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buna takiben yapılan Duncan testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm ²)
1. kontrol	1671,95a
2. ortaya 1 adet	1696,00a
3. lifleri paralel 2 adet Dış tabaka altına	1898,40b
4. lifler birbirine dik 3adet (2dışalt+1 orta)	1932,15b

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	3375657,037	3	1125219,012	302,504	***
Gruplar İçi	282695,850	76	3719,682		
Toplam	3658352,887	79			

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buna takiben yapılan Duncan testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm ²)
1. kontrol	1671,95a
5.ortaya 1 adet	1712,90a
6. lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına	2084,15b
7.lifler birbirine dik 3 adet (2 dış alt+1 orta)	2118,85b

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önemlilik derecesi
8 (tutkalsız)	1842,18a	28,122	***
9 (tutkallı)	1971,97b		

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine tutkallamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur.

3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüzeye dik çekme değerleri Tablo 30’da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 30. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Levha tipi	\bar{X}	S	V
1	0,327	0,036	11,01
2	0,239	0,027	11,28
3	0,445	0,035	7,87
4	0,282	0,021	7,45
5	0,320	0,030	9,38
6	0,583	0,046	7,89
7	0,323	0,024	7,43

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0,476	3	0,159	166,770	***
Gruplar İçi	0,072	76	0,001		
Toplam	0,548	79			

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buna takiben yapılan Duncan testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye dik çekme direnci (N/mm ²)
2. ortaya 1 adet	0,239b
4.lifler birbirine dik 3adet (2dışalt+1 orta)	0,2823d
1.kontrol	0,327a
3. lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına	0,4458c

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1,010	3	0,337	230,851	***
Gruplar İçi	0,111	76	0,001		
Toplam	1,121	79			

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buna takiben yapılan Duncan testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 34'te verilmiştir

Tablo 34. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye dik çekme direnci(N/mm ²)
5.ortaya 1 adet	0,320a
7.lifler birbirine dik 3 adet (2 dış alt+1 orta)	0,323a
1. 1. kontrol	0,327a
6. lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına	0,583b

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önemlilik derecesi
8 (tutkalsız)	0,32242a	13,333	***
9 (tutkallı)	0,40922b		

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur.

3.3. Formaldehit Emisyonu

Deneme levhalarına ait ortalama formaldehit emisyonu değerleri Tablo 36’da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=3 örnek üzerinden yrtlmştir.

Tablo 36. Deneme levhalarının ortalama formaldehit emisyonu değerleri (mg/100g tam kuru levha)

Levha tipi	\bar{X}	S	V
1 (kontrol)	9,35	0,10	1,07
2	8,54	0,07	0,82
3	7,80	0,03	0,38
4	7,03	0,05	0,71
5	9,08	0,04	0,44
6	8,81	0,08	0,91
7	8,29	0,06	0,72

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	nem Derecesi
Gruplar Arası	8,872	3	2,957	657,222	***
Gruplar İçi	0,036	8	0,005		
Toplam	8,908	11			

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buna takiben yapılan Duncan testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkalsız kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Formaldehit emisyonu değerleri (mg/100g tam kuru levha)
4.lifler birbirine dik 3adet (2dışalt+1 orta)	7,03d
3. lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına	7,80c
2.Ortaya 1 adet	8,54b
1.kontrol	9,35a

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyans Katsayısı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1,839	3	0,613	101,173	***
Gruplar İçi	0,048	8	0,006		
Toplam	1,887	11			

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Buna takiben yapılan Duncan testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 40’ta verilmiştir.

Tablo 40. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallı kaplamanın etkisine ait Duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Formaldehit emisyonu değerleri (mg/100g tam kuru levha)
7.lifler birbirine dik 3 adet (2 dış alt+1 orta)	8,29d
6. lifleri paralel 2adet Dış tabaka altına	8,81c
5. Ortaya 1 adet	9,08b
1. kontrol	9,35a

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 41. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine tutkallamanın etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları

Grup	\bar{X}	t-Hesap	Önemlilik derecesi
8 (tutkalsız)	7,79a	7,58	**
9 (tutkallı)	8,72b		

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değerleri üzerine tutkallamanın etkisi %1 yanılma olasılığıyla anlamlı bulunmuştur.

4. TARTIŞMA

4.1. Fiziksel Özellikler

4.1.1. Özgül Ağırlık

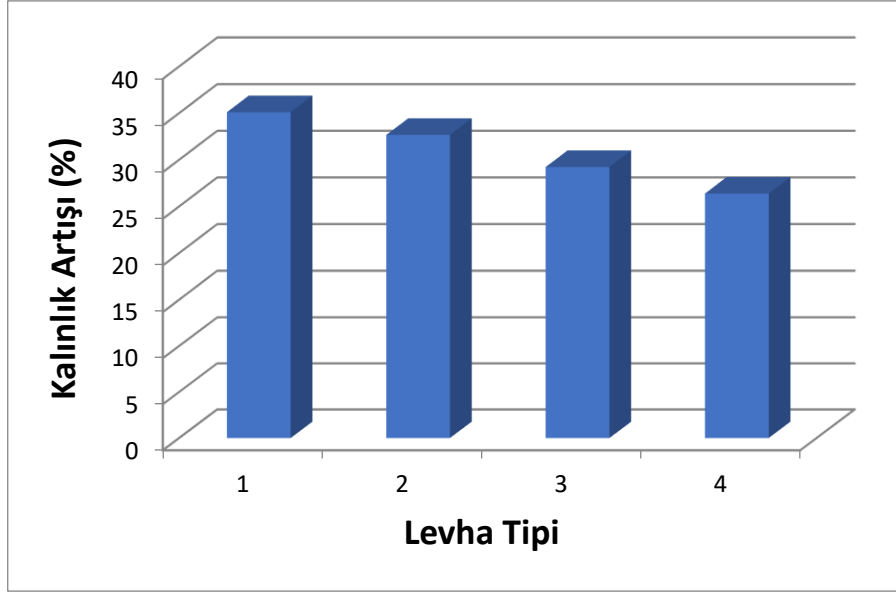
Yapılan çalışmada üretilen deneme levhalarına ait özgül ağırlık değerleri yaklaşık olarak $0,65 \text{ g/cm}^3$ olarak elde edilmiştir.

4.1.2. Rutubet Miktarı

Üretilen levhalarda rutubet miktarları %9,68-%9,84 arasında değişmektedir.

4.1.3. Kalınlık Artışı (Şişme Oranı)

Üretilen deneme levhalarıyla yapılan kalınlık artışı testleri sonucunda Tutkalsız kaplama kullanımının 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalınlık artış değerleri (24 saat için %35,10) kontrol grubundan üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük kalınlık artışı değeri de (24 saat için %26,38) orta ya ve yüzeylerin altına liflere dik toplamda 3 tane tutkalsız kaplama ile üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 1’de kalınlık artış oranı üzerine tutkalsız kaplama kullanımının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 1. 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkalsız kaplama kullanımının etkisi

Yapılan çalışma sonucu Şekil 1’de görüldüğü gibi kalınlık artış oranının tutkalsız kaplama kullanımı ile azalmaktadır. Yani kullanılan kaplama sayısı arttıkça kalınlık artış oranı azalmıştır bu kalınlık artış oranının azalmasının sebepleri şöyledir;

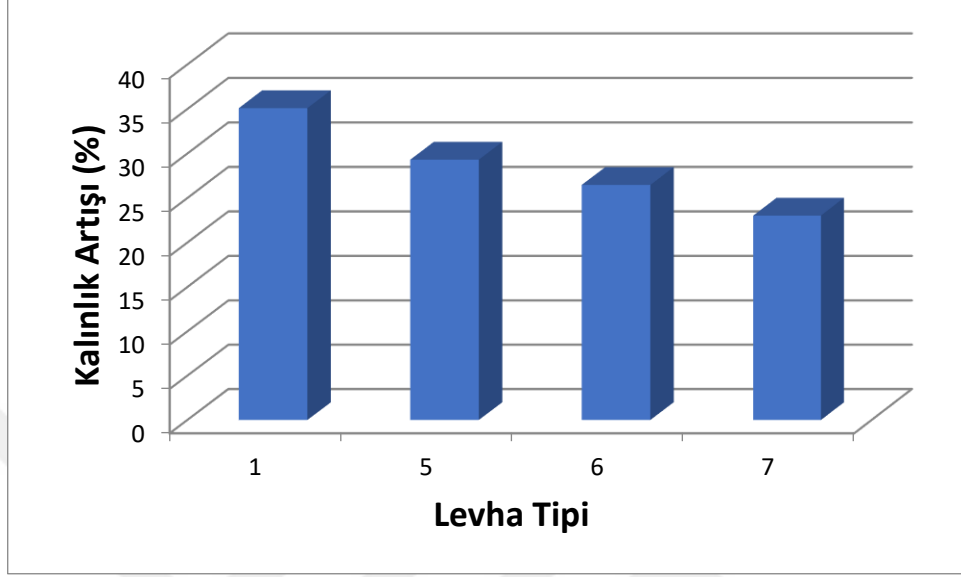
Kalınlık artış değerlerinin azalması su difüzyonunun azaldığını göstermektedir. Levhada kullanılan kaplama sayısının artmasıyla yongadan daha fazla yoğunluğu olan kaplamanın su difüzyonu engellediği söylenebilir.

12 mm’lik deneme levhalarının üretiminde dozajlamada levha kalınlığından kaplama kalınlığı düşürülmüştür. Levha üretiminde kaplama kullanımı levhada bulunan yonga oranını ve tutkal miktarı azaltmıştır. Dolayısıyla yonga kullanımı ve tutkal miktarı azaldığından levhanın iç boşluk oranı azalmıştır. Boşluk oranının azalmasından dolayı levha içine su alma oranı azalmıştır.

Deneme levhalarında kullanılan kaplamalar yongaya göre daha yüksek özgül ağırlığa sahip olduğundan daha sıkı yapıdadırlar, bu nedenden dolayı levhada kullanılan kaplama sayısı arttıkça deneme levhalarından alınan örneklerde kalınlık artış oranı azalmıştır (Nemli ve Demirel, Zeković, 2006; Özdemir, Nemli ve Akbulut, 2005; Nemli, 2003).

Deneme levhalarıyla yapılan kalınlık artışı testleri sonucu tutkallı kaplamanın kullanımının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalınlık artış değerleri (24 saat için %35,10) kontrol grubundan üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük kalınlık artışı değeri de (24 saat için %23,03) orta ya ve yüzeylerin altına liflere dik toplamda 3 tane tutkallı kaplama

ile üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 2’de kalınlık artış oranı üzerine tutkallı kaplama kullanımının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 2. 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallı kaplama kullanımının etkisi

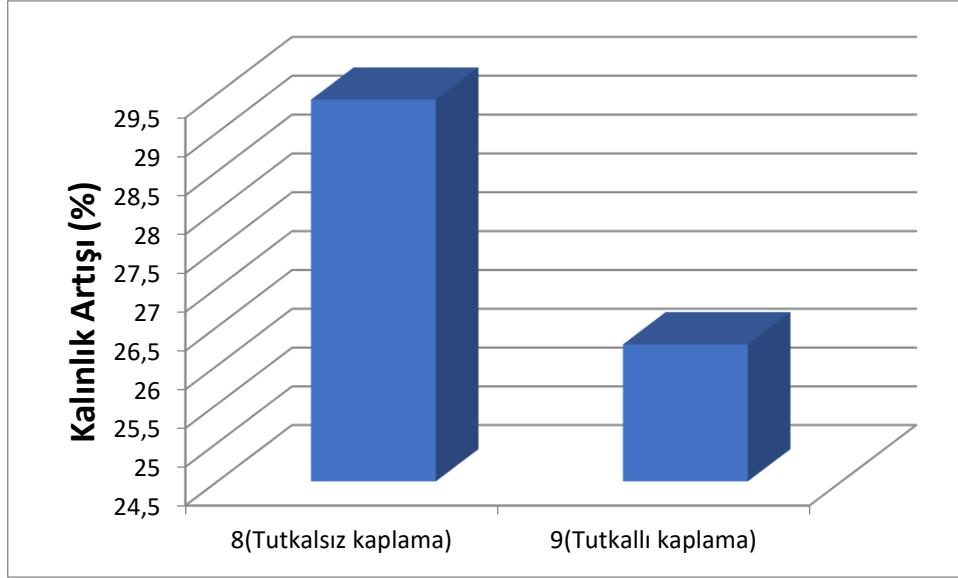
Yapılan çalışma sonucu Şekil 2’de görüldüğü gibi kalınlık artış oranının tutkallı kaplama kullanımı ile azalmaktadır. Yani kullanılan kaplama kullanım sayısı ve tutkal miktarı arttıkça kalınlık artış oranı azalmıştır. Bu kalınlık artış oranının azalmasının sebepleri şöyledir;

Kaplamanın her iki yüzüne sürülen tutkal miktarıyla levha içindeki boşlukların dolması

Kaplamaya sürülen tutkalın kaplamada bulunan boşlukları doldurması

Yoğunluğu yonga yoğunluğundan fazla olan kaplamanın su difüzyonunu engellemesi (Nemli ve ark., 2002; Nemli ve Kalaycıoğlu, 1999).

Üretilen deneme levhalarıyla yapılan kalınlık artışı testleri sonucunda tutkallamanın 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Şekil 3’te kalınlık artış oranı üzerine tutkallamanın etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3. 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine tutkallamanın etkisi

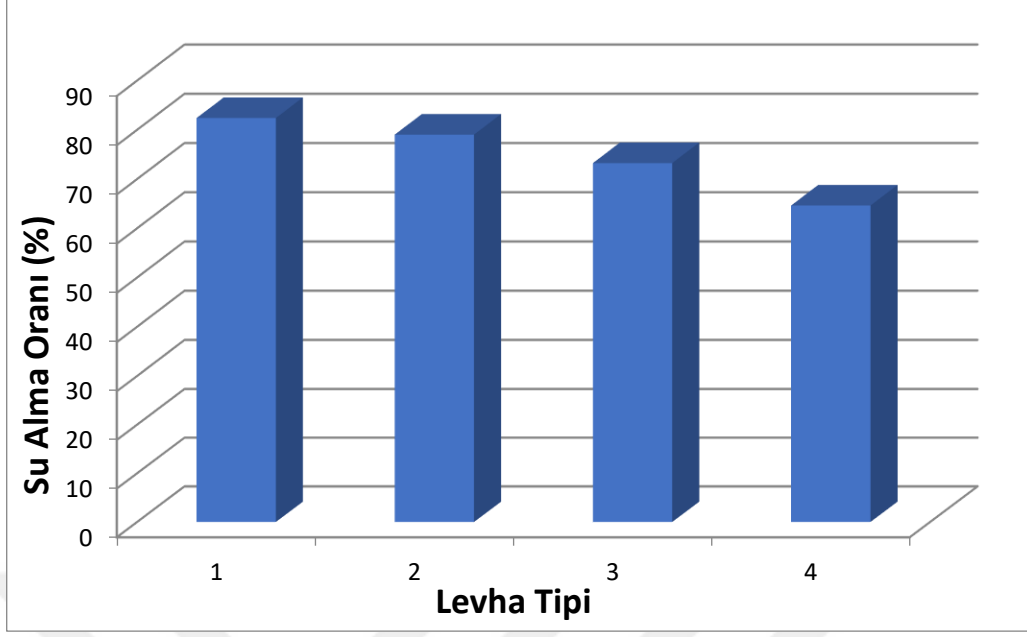
Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi tutkallı kaplamaların kullanıldığı deneme levhalarından alınan örneklerin kalınlık artış oranı tutkalsızlara göre daha azdır. Kalınlık artışının az olmasının nedeni;

Tutkalın boşlukları doldurması

Kaplamaya tutkalın sürülmesiyle su difüzyonunun azalması (Bardak ve Nemli, 2017; Ayrılmış ve Nemli, 2017).

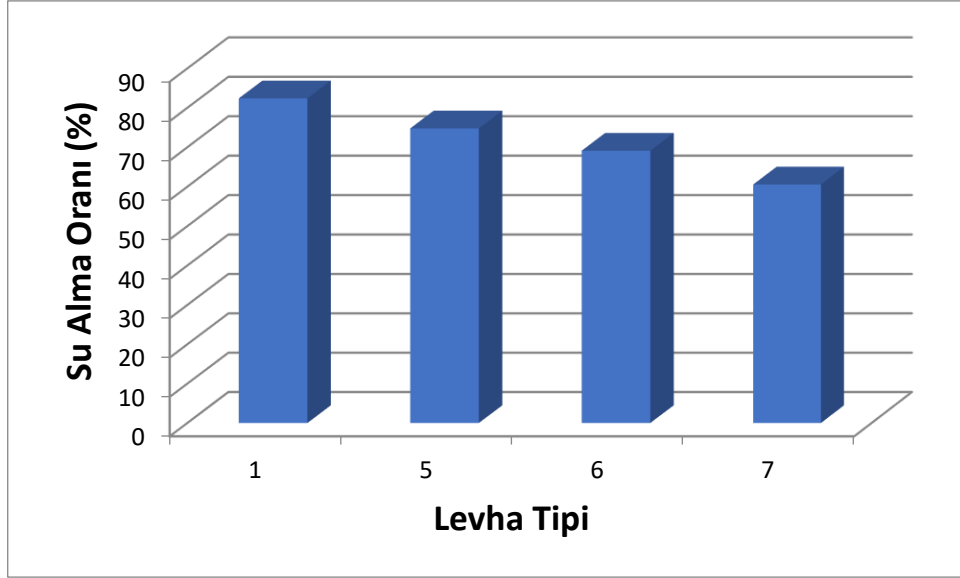
4.1.4. Su Alma

Üretilen deneme levhalarıyla yapılan su alma testleri sonucunda tutkalsız kaplama kullanımının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Su alma oranı, levha üretiminde kullanılan kaplama sayısı arttıkça azaldığı görülmüştür. En yüksek su alma oranı (24 saat için 82,39) kontrol grubu kontrol grubundan üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük su alma oranı (24 saat için %64,62) orta ya ve yüzeylerin altına liflere dik toplamda 3 tane tutkalsız kaplama ile üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Bunun nedeni kaplamanın yoğun bir malzeme olup su difüzyonunu engellemesi ve yonga kullanımının azalmasından dolayı levha boşluk oranının azalmasına bağlanabilir (Nemli, 2003; Özdemir ve ark., 2005). Şekil 4'te su alma oranı üzerine tutkalsız kaplama kullanımının etkisi gösterilmiştir.



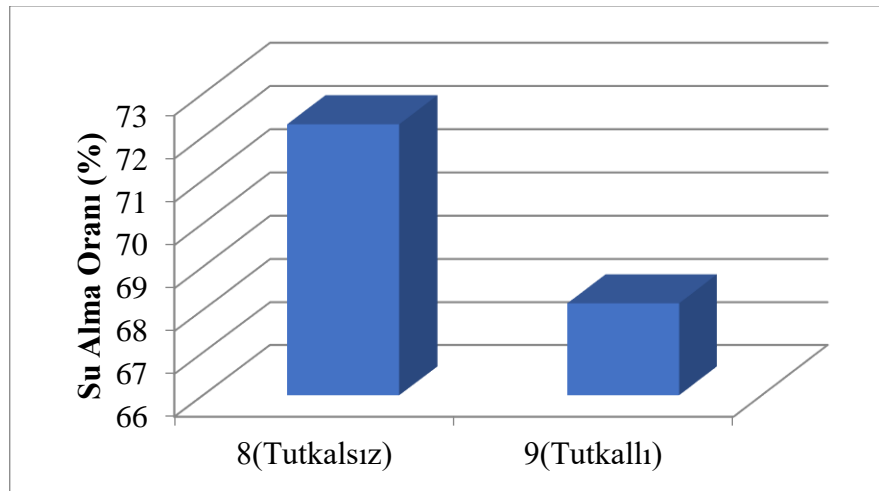
Şekil 4. 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkalsız kaplamanın etkisi

Deneme levhalarıyla yapılan su alma testleri sonucu tutkallı kaplamanın kullanımının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalınlık artış değerleri (24 saat için %82,39) kontrol grubundan üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük kalınlık artışı değeri de (24 saat için %60,56) orta ya ve yüzeylerin altına liflere dik toplamda 3 tane tutkallı kaplama ile üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Bunun nedeni yoğun bir malzeme olan kaplamanın her iki yüzeyine tutkal sürülmesiyle daha yoğun ve sıkı bir yapıya dönüşmesiyle difüzyonu engellemesi ve tutkalın su itici özelliğe sahip olmasına bağlanabilir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 1999). Şekil 5'te su alma oranı üzerine tutkallı kaplama kullanımının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 5. 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallı kaplamanın etkisi

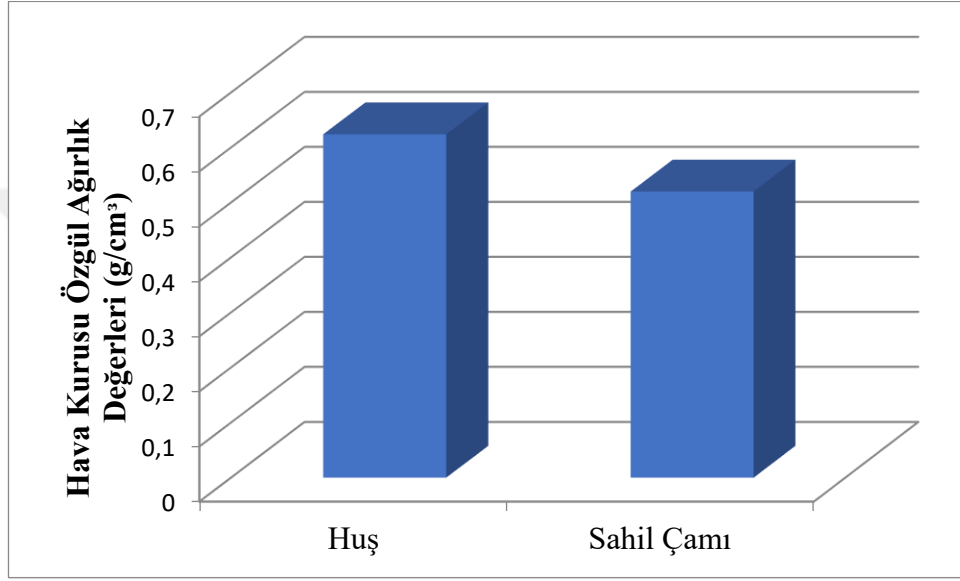
Deneme levhalarıyla yapılan su alma testleri sonucu tutkallamanın 24 saatlik kalınlık su alma oranı üzerine istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Tutkalsız kaplama kullanılan deneme levhalarının tutkallı kaplama kullanılan deneme levhalarına göre su alma oranı daha az olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni tutkallı kaplamaların her iki yüzeyine tutkal sürülmesiyle daha yoğun ve sıkı bir malzeme elde edilmesiyle su difüzyonunun engellenmesi ve tutkallı boşlukları doldurarak levhanın su emilimini azaltmasına bağlanabilir (Bardak ve Nemli, 2017). Şekil 6’da su alma oranı üzerine tutkallamanın etkisi gösterilmiştir.



Şekil 6. 24 saatlik su alma oranı üzerine tutkallamanın etkisi

4.1.5. Hammaddenin Hava Kuruğu Özgöl Ağırlığı

Yapılan çalışmalar ve bunlardan elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu hammadde çeşidinin özgöl ağırlık değeri üzerine etkisi önemli olduğu tespit edilmiştir. Huş odunu sahil çamı odununa oranla daha yoğun bir malzemedir. Şekil 7’de hammadde çeşidinin özgöl ağırlık değerleri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 7. Hammaddenin özgöl ağırlık değeri üzerine etkisi

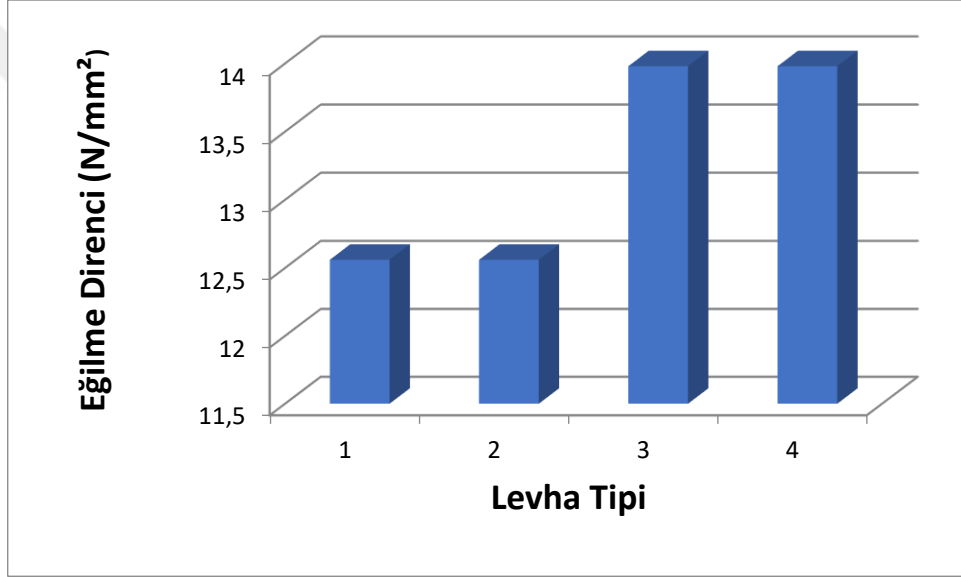
4.2. Mekanik Özellikler

4.2.1. Eğilme Direnci

Yapılan çalışmalar sonucu tutkalsız kaplama kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan eğilme direnci deneylerinde levha tipi 1 kontrol grubu ve levha tipi 2 ortaya 1 adet tutkalsız kaplama koyulan levha örneklerinden yapılan eğilme dirençleri testlerinde bir farklılık görünmemiştir. Bunun nedeni eğilme direnci değerinin levhanın yüzey tabakaları ile alakalı olmasıdır. Dolayısıyla kaplamanın tam ortada olmasından dolayı eğilme direncine etkisinin olmadığını söyleyebiliriz. Aynı zamanda levha tipi 3 ve levha tipi 4 arasında da eğilme direnci testlerinde bir farklılık görünmemiştir. Bunun nedeni de iki levha tipi arasındaki tek fark levha tipi 4’teki levhanın tam ortasında bir kaplamanın olmasıdır, yukarıda yapılan

açıklamaya göre ortada bulunan kaplamanın levha eğilme direncine etkisi yoktur bu nedenle levha tipi 3 ve levha tipi 4 arasında bir farklılık görünmemiştir.

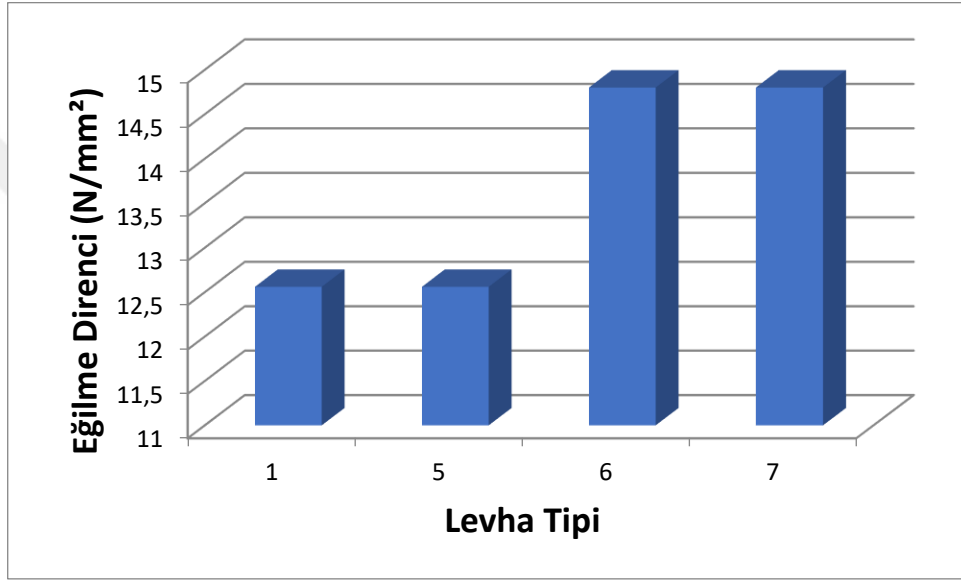
Levha tipi 1, 2 ve levha tipi 3, 4 arasında yapılan eğilme direnci testleri sonucunda anlamlı fark görünmüştür. Levha tipi 3 ve 4'ten alınan örneklerle yapılan eğilme direnci testleri levha tipi 1 ve 2'ye göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni levha tipi 3 ve 4'te dış tabaka aralarına kaplamanın koyulmasıyla yoğunluğu fazla ve kaplamanın buhar işleminden dolayı ısıyı daha fazla iletmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Nemli ve ark., 2007; Nemli ve Demirel, 2007). Şekil 8'de tutkalsız kaplamanın eğilme direnci değerleri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 8. Tutkalsız kaplamanın eğilme direnci değerleri üzerine etkisi

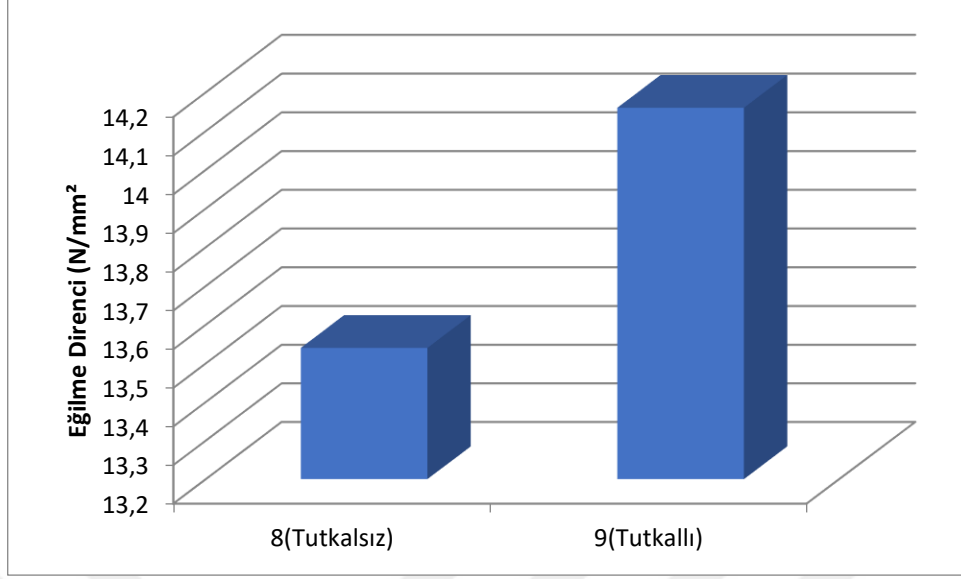
Yapılan çalışmalar sonucu tutkallı kaplama kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan eğilme direnci deneylerinde levha tipi 1 ve levha tipi 5 gruplarından yapılan eğilme dirençleri testlerinde bir farklılık görülmemiştir. Bunun nedeni eğilme direncinin yüzey tabakaları ile alakalı olmasından dolayı kaplamanın tam ortada olması eğilme direncine bir etkisi olmadığı söylenebilir. Aynı zamanda levha tipi 6 ve levha tipi 7 arasında da eğilme direnci testlerinde bir farklılık görünmemiştir. Bunun nedeni de iki levha tipi arasındaki tek fark levha tipi 7'deki levhanın tam ortasında bir kaplamanın olmasıdır, yukarıda yapılan açıklamaya göre ortada bulunan kaplamanın levha eğilme direncine etkisi yoktur bu nedenle levha tipi 6 ve levha tipi 7 arasında bir farklılık görünmemiştir.

Levha tipi 1, 5 ve levha tipi 6, 7 arasında yapılan eğilme direnci testleri sonucunda anlamlı fark görünmüştür. Levha tipi 6ve 7'den alınan örneklerle yapılan eğilme direnci testleri levha tipi 1 ve 5'e göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni levha tipi 6 ve 7 de dış tabaka aralarına Tutkallı kaplamanın koyulmasıyla yoğunluğu fazla olan kaplamanın tutkalla daha yoğun bir malzeme haline gelmesi ve kaplamanın buhar işleminden dolayı ısıyı daha fazla iletmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Bardak ve ark., 2010; Baharoğlu ve ark., 2012). Şekil 9'da tutkallı kaplamanın eğilme direnci değerleri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 9. Tutkallı kaplamanın eğilme direnci değerleri üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar sonucu tutkallamanın eğilme direnci üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan eğilme direnci deneyleri sonucunda tutkallı kaplamaların bulunduğu levha tipi örneklerinin eğilme direnci fazla çıktığı gözlenmiştir. Bunun nedeni eğilme direnci levhanın yüzey tabakaları ile alakalıdır. Kaplamaların her iki yüzeyine sürülen tutkal yongaların kaplamaya daha iyi yapışmasına ve daha sıkı malzeme olmasının sonucu olduğunu söyleyebiliriz. Yapılan çalışmalar tutkal miktarının artmasıyla yongalevhanın mekanik özelliklerinin iyileştiğini göstermiştir (Ayrılmış ve Nemli, 2017). Şekil 10'da Tutkallamanın eğilme direnci üzerine etkisi gösterilmiştir.

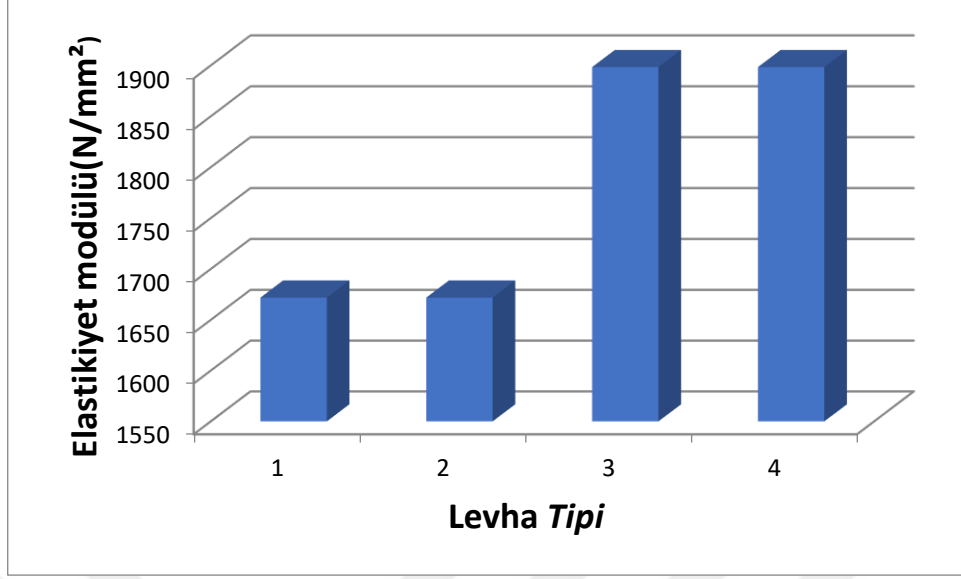


Şekil 10. Tutkallamanın eğilme direnci üzerine etkisi

4.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Yapılan çalışmalar sonucu tutkalsız kaplama kullanımının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan eğilme direnci deneylerinde levha tipi 1 ve levha tipi 2. grup levha örneklerinden yapılan eğilmede elastikiyet modülü testlerinde bir farklılık görünmemiştir. Bunun nedeni eğilmede elastikiyet modülü levhanın yüzey tabakaları ile alakalıdır. Dolayısıyla kaplamanın tam ortada olması eğilmede elastikiyet modülü değerine etki etmediğini söyleyebiliriz. Aynı zamanda levha tipi 3 ve levha tipi 4 arasında da eğilmede elastikiyet modülü testlerinde bir farklılık görünmemiştir. Bunun nedeni de iki levha tipi arasındaki tek fark levha tipi 4'teki levhanın tam ortasında bir kaplamanın olmasıdır. Yukarıda yapılan açıklamaya göre ortada bulunan kaplamanın levha eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi yoktur. Bu nedenle levha tipi 3 ve levha tipi 4 arasında bir farklılık görünmemiştir.

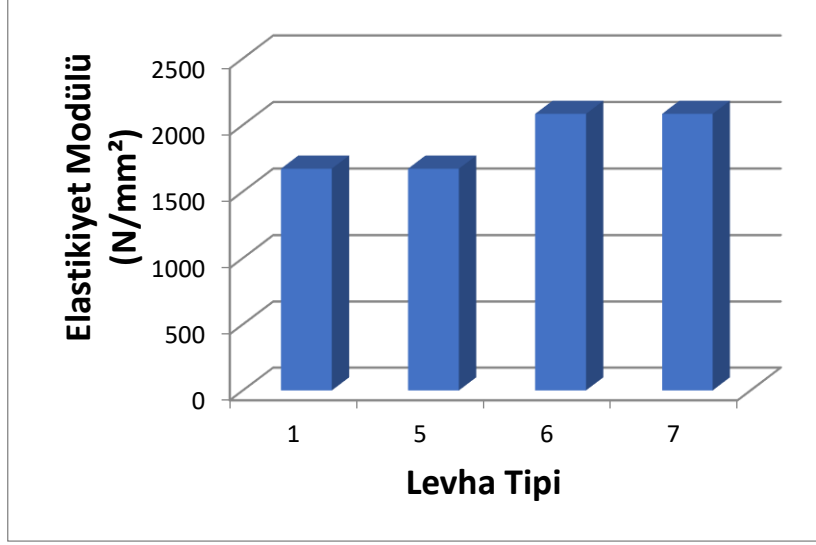
Levha tipi 1, 2 ve levha tipi 3, 4 arasında yapılan eğilmede elastikiyet modülü testleri sonucunda anlamlı fark görünmüştür. Levha tipi 3 ve 4'ten alınan örneklerle yapılan eğilmede elastikiyet modülü testleri levha tipi 1 ve 2'ye göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni levha tipi 3 ve 4'te dış tabaka aralarına kaplamanın koyulmasıyla yoğunluğu fazla ve kaplamanın buhar işleminden dolayı ısıyı daha fazla iletmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Nemli ve ark., 2007). Şekil 11'de tutkalsız kaplamanın eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 11. Tutkalsız kaplamanın eğilmede elastikitey modülü üzerine etkisi

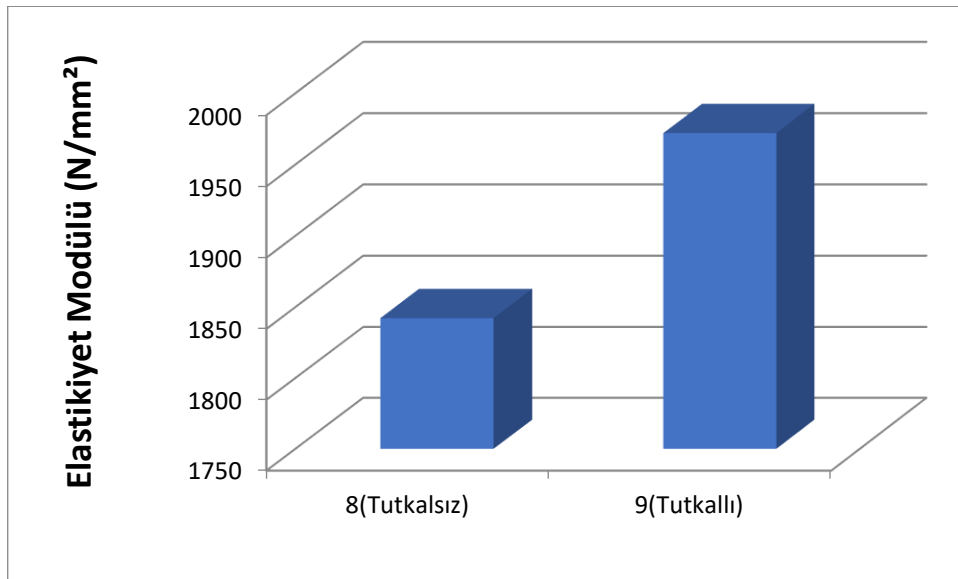
Yapılan çalışmalar sonucu tutkallı kaplama kullanımının eğilmede elastikitey modülü üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan eğilmede elastikitey modülü deneylerinde levha tipi 1 ve levha tipi 5 gruplarından yapılan eğilmede elastikitey modülü testlerinde bir farklılık görülmemiştir. Bunun nedeni eğilmede elastikitey modülünün yüzey tabakalar ile alakalı olmasıdır. Dolayısıyla kaplamanın tam ortada olmasının bir etkisinin olmadığını söyleyebiliriz. Aynı zamanda levha tipi 6 ve levha tipi 7 arasında da eğilmede elastikitey modülü testlerinde bir farklılık görünmemiştir. Bunun nedeni de iki levha tipi arasındaki tek fark levha tipi 7'deki levhanın tam ortasında bir kaplamanın olmasıdır, yukarıda yapılan açıklamaya göre ortada bulunan kaplamanın levha eğilmede elastikitey modülü değerine üzerine etkisi yoktur. Bu nedenle levha tipi 6 ve levha tipi 7 arasında bir farklılık görünmemiştir.

Levha tipi 1, 5 ve levha tipi 6, 7 arasında yapılan eğilmede elastikitey modülü testleri sonucunda anlamlı fark görünmüştür. Levha tipi 6 ve 7'den alınan örneklerle yapılan eğilmede elastikitey modülü testleri levha tipi 1 ve 5'ye göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni levha tipi 6 ve 7 de dış tabaka aralarına tutkallı kaplamanın koyulmasıyla yoğunluğu fazla olan kaplamanın tutkalla daha sıkı bir malzeme haline gelmesi ve kaplamanın buhar işleminden kaynaklı ısıyı iyi iletmesinden dolayı kaynaklandığı söylenebilir (Bardak ve ark., 2010). Şekil 12'de tutkallı kaplamanın eğilmede elastikitey modülü değerleri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 12. Tutkallı kaplamanın eğilmede elastik modül değerleri üzerine etkisi

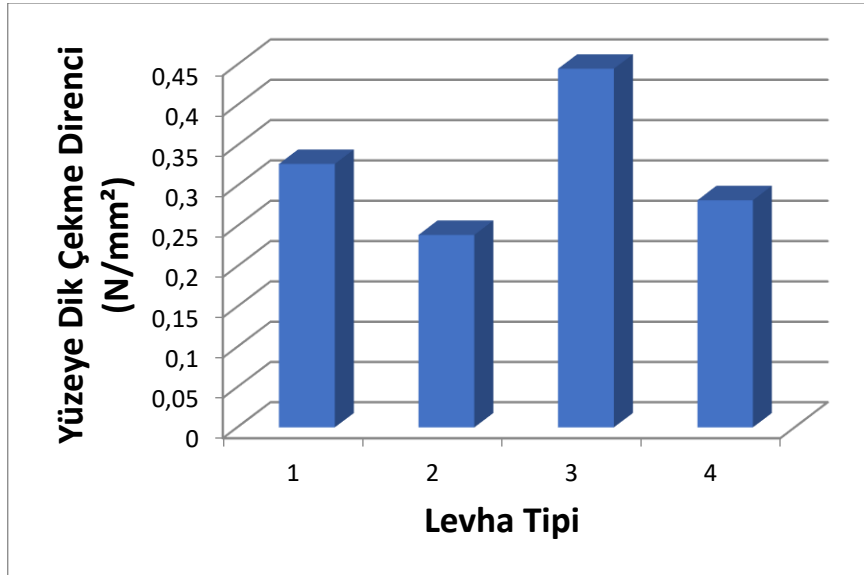
Yapılan çalışmalar sonucu tutkallamanın eğilmede elastik modülüne etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan eğilmede elastik modül deneyleri sonucunda tutkallı kaplamaların bulunduğu levha tipi örneklerinin eğilme direnci fazla çıktığı gözlenmiştir. Bunun nedeni kaplamaların her iki yüzeyine sürülen tutkal yongaların kaplamaya daha iyi yapışmasına ve daha sıkı malzeme olmasının sonucu olduğunu söyleyebiliriz. Yapılan çalışmalar tutkal miktarının artmasıyla yongalevhanın mekanik özelliklerinin iyileştiğini göstermiştir (Ayrılmış ve Nemli, 2017). Şekil 13'te tutkallamanın eğilmede elastik modülüne etkisi gösterilmiştir.



Şekil 13. Tutkallamanın eğilmede elastik modülüne etkisi

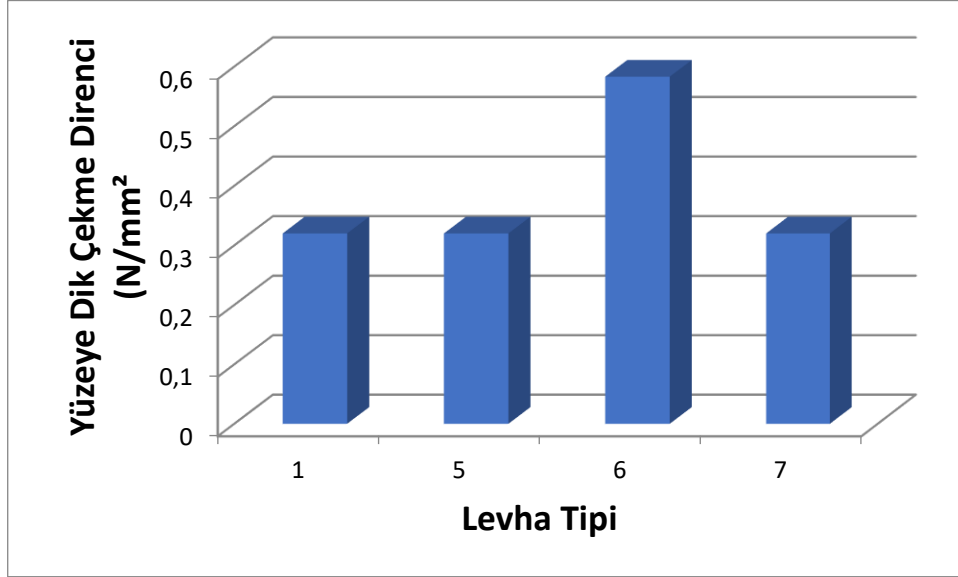
4.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yapılan çalışmalar sonucu tutkalsız kaplama kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan yüzeye dik çekme direnci deneyinin sonuçları sırasıyla en yüksek levha tipi 3(0,445 N/mm²), levha tipi 1 (0,327 N/mm²), levha tipi 4 (0,282 N/mm²), levha tipi 2(0,239 N/mm²) olarak bulunmuştur. Yüzeye dik çekme direnci değeri levhanın orta tabakası ile alakalıdır. Bu nedenden dolayı orta tabakaya koyulan kaplamalı levhaların sonuçlarına bakıldığında levhanın tam ortasına konulan kaplama yüzeye dik çekme direncini düşürmüştür çünkü yonga ve kaplama; yoğunluğu, kimyasal yapısı, pH, anatomik yapıları birbirinden farklı olduğu için bu malzemelerin birbirine yapışması daha zordur yapışma yeteri kadar olmamasından dolayı yüzeye dik çekme direncini düşürmüştür. Levha tipi 3'te en yüksek değere ulaşmasının nedeni orta tabakada kaplamanın olmaması ve yüzey tabaka daha yoğun olduğu için ısı iletimini artıracak dolayısıyla orta tabakaya ısı transferi hızlanacak bu durumda orta tabaka aynı presleme şartlarında daha uzun süre kalmış olacak böylece yüzeye dik çekme direnci bir miktar arttığı söylenilebilir. (Sarı ve ark., 2013; Baharoğlu ve ark., 2013). Şekil 14'te tutkalsız kaplamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi gösterilmiştir.



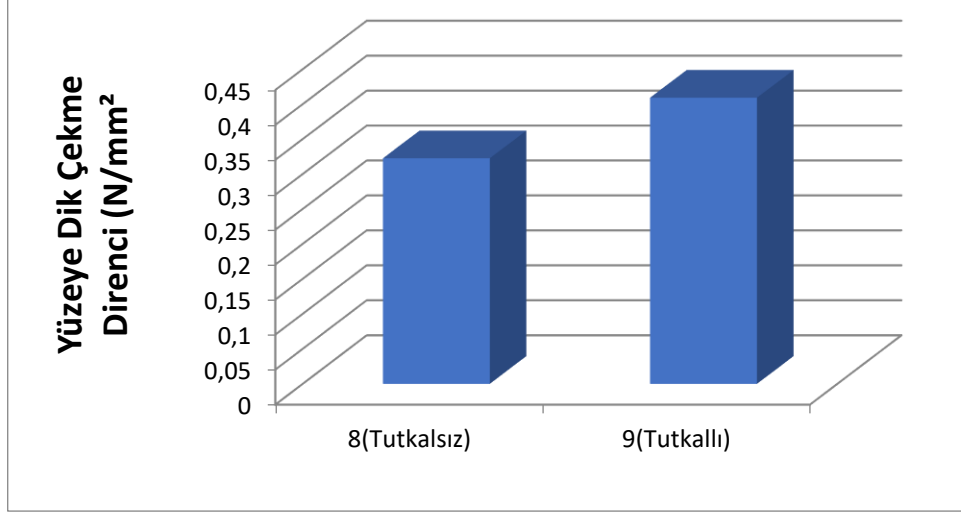
Şekil 14. Tutkalsız kaplamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar sonucu tutkallı kaplama kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi levha tipi 1, 5, 7 arasında etkisi önemsiz ve levha tipi 1 ($0,327 \text{ N/mm}^2$) levha tipi 5 ($0,320 \text{ N/mm}^2$), levha tipi 7 ($0,323 \text{ N/mm}^2$) ile levha tipi 6 ($0,583 \text{ N/mm}^2$) arasında tutkallı kaplamanın etkisi önemli olduğu görülmüştür. Levha tipi 6. gruptan seçilen örneklerden yapılan yüzeye dik çekme direnci deney sonuçları daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi tutkal miktarının artması sonucu yongalar kaplamayla daha iyi yapışacağından yüzeye dik çekme direnci artmıştır. Levha tipi 1, 5, 7. Gruplarda fark olmamasının sebebi kaplama kullanılan levhalarda daha az yonga ve tutkal kullanıldığından gruplar arası fark olmamasını dengelemiş olabilir. Tutkal miktarının artmasıyla mekanik özelliklerin iyileştiği tespit edilmiştir (Göker, 1992). Şekil 15'te Tutkallı kaplamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 15. Tutkallı kaplamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

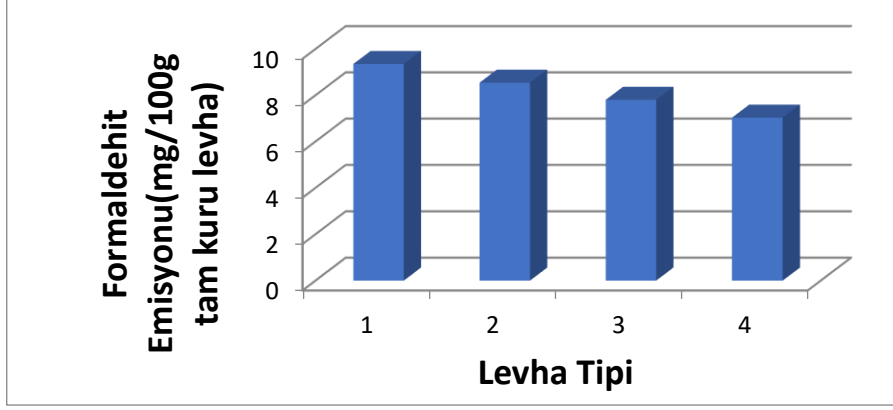
Yapılan çalışmalar sonucu tutkallamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan yüzeye dik çekme direnci deneyinin sonuçları tutkallı kaplamalardan alınan örneklerle yapılan deney sonuçları tutkalsız kaplamalara göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bunun nedeni kaplamalara tutkal sürülerek iki farklı madde olan kaplama ve yonganın daha iyi birbirine yapışmasını sağlayarak daha sıkı ve yoğun levha elde edilmesi. Tutkal Yapılan çalışmalar tutkal miktarının artmasıyla yongalevhanın mekanik özelliklerinin arttığını göstermiştir. (Bektaş ve ark., 2002; Ashori ve Nourbaksh, 2008; Rachtanapun ve ark., 2012; Sarı ve ark., 2013a). Şekil 16'da tutkallamanın yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 16. Tutkallamanın yüze dik çekme direnci üzerine etkisi

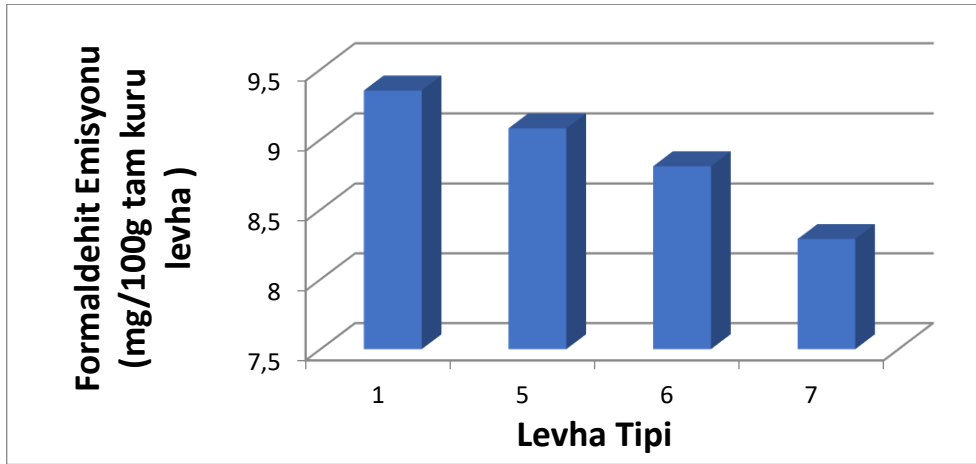
4.3. Formaldehit Emisyonu

Yapılan çalışmalar sonucu tutkalsız kaplama kullanımının formaldehit emisyonu üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan perferatör yöntemi deney sonuçları sırasıyla en yüksek levha tipi 1 (9,35 mg/100g tam kuru levha), levha tipi 2 (8,54 mg/100g tam kuru levha), levha tipi 3 (7,80 mg/100g tam kuru levha), levha tipi 4 (7,03 mg/100g tam kuru levha) sonucu elde edilmiştir. Sonuçlardan görüldüğü kadarıyla levhada kullanılan kaplama sayısı arttıkça formaldehit emisyonu azalmıştır. Bunun sebebi, dozajlıma yapılırken levha kalınlığından kaplama kalınlığı çıkartılmıştır. Buda yüzey yongası ve orta tabaka yongasının azaldığını belirtmektedir, orta tabaka ve yüzey tabaka yongası azaldığından tutkal miktarı da azalmıştır. Bu nedenle kaplama sayısı arttıkça formaldehit emisyonu miktarı azalmıştır. Sıkı yapısından dolayı formaldehit çıkışı azalmıştır (Baharoğlu ve ark., 2012). Şekil 17’de tutkalsız kaplamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi gösterilmiştir.



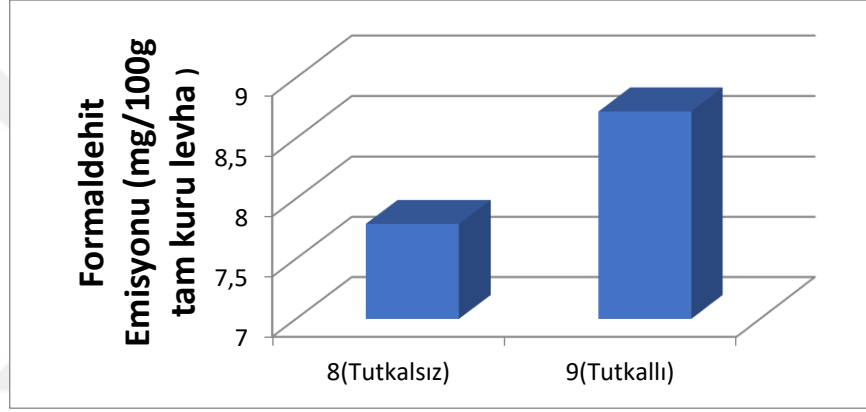
Şekil 17. Tutkalsız kaplamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar sonucu tutkallı kaplama kullanımının formaldehit emisyonu üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan perferatör yöntemi deney sonuçları sırasıyla en yüksek levha tipi 1 (9,35 mg/100g tam kuru levha), levha tipi 5 (9,08 mg/100g tam kuru levha), levha tipi 6 (8,81 mg/100g tam kuru levha), levha tipi 7 (8,29 mg/100g tam kuru levha) sonucu elde edilmiştir. Sonuçlardan görüldüğü kadarıyla levhada kullanılan tutkallı kaplama sayısı arttıkça formaldehit emisyonu azalmıştır. Bunun sebebi, dozajlama yapılırken levha kalınlığından kaplama kalınlığı çıkartılmıştır. Kaplamanın her iki yüzeyine tutkal sürülse bile yüzey yongası ve orta tabaka yongasının azalmasıyla, tutkal miktarı da azalmıştır. Bu nedenle kaplama sayısı arttıkça sıkı yapıya sahip olan levhanın formaldehit çıkışı azalmıştır dolayısıyla formaldehit emisyonu miktarı azalmıştır. Şekil 18’de tutkallı kaplamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 18. Tutkallı kaplamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar sonucu tutkallamanın formaldehit emisyonu miktarı üzerine etkisi önemli olduğu görülmüştür. Deneme levhalarından alınan örneklerle yapılan perferatör yöntemi deney sonuçları tutkallı kaplama ile üretilen levhalar (8,72 mg/100g tam kuru levha) tutkalsız kaplamayla üretilen (7,79 mg/100g tam kuru levha) levhalara göre formaldehit emisyonu yüksek çıktığı görülmüştür. Bunun sebebi, kaplamalara sürülen tutkal üre formaldehit tutkalı içeriğinde formaldehit bulundurduğundan formaldehit emisyonunu artırmıştır. Sonuç olarak da yongalevha üretiminde artan tutkal miktarı genel olarak formaldehit ayrışmasını arttırmaktadır (Çolak ve Nemli, 2001). Şekil 19'da tutkallamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi gösterilmektedir.



Şekil 19. Tutkallamanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi

5. SONUÇLAR

1. Deneme levhalarında hedeflenen özgül ağırlık değeri $0,65 \text{ gr/cm}^3$ tür. Elde edilen özgül ağırlık değerleri özgül ağırlık değerine yakın çıkmıştır.

2. TS EN 312 (2005) standartlarında yongalevhaların rutubet miktarının %5 ile %13 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Üretilen deneme levhaları rutubet bakımından standarda uygundur.

3. Elde edilen veriler kalınlık artışı ve su alma değerinin levhada kullanılan kaplama sayısı ve kaplama yüzeylerine tutkal sürülmesine bağlı olarak azaldığını göstermiştir.

4. Tutkallı kaplamalarla üretilen levhaların kalınlık artış değeri minimum seviyede, tutkalsız kullanılan kaplamalardan üretilen levhaların kalınlık artış değeri maksimum seviyede olduğu tespit edilmiştir.

5. Kullanılan kaplama sayısı artmasıyla kalınlık artış değeri ve su alma oranı azalmıştır.

6. TS EN 312 (2005) standardında 12mm kalınlığındaki levhalar için nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan yongalevhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme oranının en çok %14, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 24 saatlik kalınlığına şişme en çok %16, nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan yongalevhalar da 24 saatlik kalınlığına şişme en çok %11, kuru şartlarda ağır yük taşıyıcı levhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme en çok %15 ve nemli şartlarda ağır yük taşıyıcı levhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme ise en çok %9 olması öngörülmektedir. Levha gruplardan hiçbiri bu standartlara uymamaktadır. Bu durum deneme levhası üretiminde su itici madde kullanılmamasından kaynaklanmaktadır.

7. Bu çalışmada eğilme direnci ve elastikiyet modülü kaplama kullanımı ve kaplamaya tutkal sürülmesi ile artış göstermiştir.

8. En yüksek eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerine 7. grup deneme levhalarında elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci ve elastikiyet modülü değeri 1. grup deneme levhalarında elde edilmiştir.

9. TS EN 312 (2005) standardına göre kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhaların eğilme direnci en düşük $12,5 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır. Elde edilen veriler sonucunda tüm levha tiplerinin kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levha standartları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

10. TS EN 312 (2005) standardında kuru şartlarda mobilya gibi iç uygulamalarda kullanılan levhalar için eğilme direncinin 13 N/mm^2 olması gerektiği belirtilmektedir. 1, 3, 4, 6, ve 7. grup levhalarının eğilme dirençlerinin standartlar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

11. TS EN 312 (2005) standardında elastikiyet modülü değerlerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda mobilya üretimi için en az 1800 N/mm^2 olması öngörülmektedir. Buna göre yapılan deneyler sonucu 3, 4, 6, 7 nolu levha tiplerinin mobilya üretimi için standartlar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

12. TS EN 312 (2005) standardında elastikiyet modülü değerlerinin 12mm kalınlığındaki levhalarda nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için en az 2050 N/mm^2 olması öngörülmektedir. Buna göre yapılan deneyler sonucu levha tipi 6 ve 7. Grup levhaların sırasıyla değerleri $2084,15 \text{ N/mm}^2$, $2118,85 \text{ N/mm}^2$ olup standarda belirtilen nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan kısımla uyumlu olduğu görülmüştür.

13. Bu çalışmada yüzeye dik çekme direnci değerleri levhanın tam ortasına kaplama koyulmasıyla değerlerde azalma görülmüştür. Levhalarda kullanılan kaplamalara tutkal sürülmesiyle yüzeye dik çekme direnci değerlerinde artış görülmüştür.

14. TS EN 312 (2005) standartlarında yüzeye dik çekme direnci değerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda genel kullanım için $0,28 \text{ N/mm}^2$ olması öngörülmüştür. Buna göre yapılan deneyler sonucu levha tipi 1., 3., 4., 5., 6., ve 7. grup levhaların standartlarda belirtilen genel kullanım için uygun olduğu görülmüştür. Deneyler sonucunda levha tipi 2. grup levhaların yüzeye dik çekme değeri standartlara uyumlu olmadığı sonucuna varılmıştır.

15. TS EN 312 (2005) standartlarında yüzeye dik çekme direnci değerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için ve mobilya üretimi için en az $0,40 \text{ N/mm}^2$ olması öngörülmüştür. Buna göre yapılan deneyler sonucu levha tipi 3. ve 6. grup levhaların sırasıyla değerleri $0,445 \text{ N/mm}^2$ ve $0,583 \text{ N/mm}^2$ olup standartlarda belirtilen kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar ve mobilya üretimi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

16. TS EN 312 (2005) standartlarında yüzeye dik çekme direnci değerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan levhalar için en az $0,450 \text{ N/mm}^2$ olması öngörülmüştür. Buna göre yapılan deneyler sonucu levha tipi 6. grup levhaların değeri $0,583 \text{ N/mm}^2$ olup standartlarda belirtilen nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan kullanım alanları için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

17. TS EN 312 (2005) standartlarında yüzeye dik çekme direnci değerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için en az $0,450$

N/mm² olduğu öngörölmüştür. Buna göre yapılan deneyler sonucu levha tipi 6. Grup levhanın değeri 0,583 N/mm² olup standartlarda belirtilen nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

18. Bu çalışmada formaldehit emisyonu levhada kullanılan kaplama sayısı arttıkça azalmıştır. Kaplamalara tutkalın sürölmesiyle formaldehit emisyonu değerlerinde bir miktar artış görölmüştür.

19. EN 120 (1993) standartlarına göre E1 tutkalları için formaldehit emisyonu değerinin maksimum 8 mg CH₂O /100g tam kuru levha olması öngörölmektedir. E2 tutkalları için formaldehit emisyonu 8 mg CH₂O /100g tam kuru levha den fazla olması öngörölmektedir. Buna göre yapılan deneyler sonucu levha tipi 3., 4. grup levhalarının E1 tipi olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan deneylerin formaldehit emisyonu değerleri sonucu levha tipi 1., 2., 5., 6. ve 7. grupların ise E2 grubu levha olduğu belirlenmiştır.

6. ÖNERİLER

Dünya nüfusunun artışı ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak, hayat standartlarının artmasıyla birlikte insanların taleplerindeki artışa bağlı olarak orman endüstri sektöründe ağaç malzemenin masif olarak kullanılmasının yerine her türlü ağaç ve endüstri atıkları gibi daha ucuz ve kolay kullanılabilen hammaddelerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır.

Çeşitli kullanım yerleri için üretilen yongalevhaların mekanik ve fiziksel özellikleri karşılayabilmesi ve yongalevha endüstrisinde kullanılan hammaddelerin tüketici taleplerini karşılayacak şekilde ürünleri üretmek kaçınılmaz hal almıştır.

Formaldehit emisyonu gibi sağlığa zararlı gazların salınımının düşük olması ve sağlığa zararın en az seviyede olacak ürünlerin üretilmesi için çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Atık huş kaplamasının tutkalsız ve tutkal sürülerek levha üretiminde kullanılması yongalevhanın fiziksel, mekanik ve formaldehit emisyonu üzerine etkisi incelenen bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

Kalınlık artışı ve su alma levhada kaplama sayısı artması ve kaplamaya tutkalın sürülmesiyle en düşük kalınlık artış oranı ve su alma oranı 7. grup levha örneklerinden elde edildiğinden diğer levha gruplarına göre yonga levha endüstrisinde kullanımı öngörülebilir. Diğer yandan tüm levha tiplerinin 24 saatlik kalınlık artışı ve su alma oranları TS EN 312 (2005) standartlarında belirtilen değerlerden yüksek çıkmasından dolayı üretimde parafin kullanımı önerilebilir. Parafin su itici özellik kazandıracığından üretimde kullanımı ile kalınlık artışı ve su alma oranlarını düşürerek standart ile uyumlu hale geleceği öngörülmüştür. Levha yüzeyinin kaplanması da kalınlık artışı oranını düşürmek için kullanılacak diğer bir yöntem olarak seçilebilir (Nemli, 2000). Yongalara asetilasyon işlemi uygulanabilir (Unchi, 1946) ve yongalar su itici maddeler ile işleme sokulabilir (Philippou ve ark., 1982).

Yonga levhanın mekanik özellikleri arasında yer alan eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde levhanın yüzeyler arasına kaplamanın koyulmasıyla ve bu kaplamalara tutkalın sürülmesiyle eğilme direnci ve elastikiyet modülünde artma görülmüştür.

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü için; 3., 4., 6. ve 7. grup levhaların eğilme dirençlerinin ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri TS EN 312 (2005) nolu

standarda göre kuru şartlarda mobilya gibi iç uygulamalarda uygun olduğundan kullanımı önerilebilir. Aynı zamanda tüm levha tiplerinin TS 312 (2005) nolu standartlarına göre kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhaların kullanımında uygun olduğundan üretimde kullanılmaları önerilebilir.

TS EN 312 (2005) standartlarında eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin 6. ve 7. grup levhalarının nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan kısımla uyumlu olduğundan üretimde kullanılmaları öngörülebilir.

Yüzeye dik çekme direnci orta tabakayla alakalı olduğundan tam ortaya tutkalsız kaplama koyulmasıyla değerlerde azalma, tam ortaya koyulan kaplamaya tutkalın sürülmesiyle değerlerde artma görülmüştür.

TS EN 312 (2005) standartlarında yüzeye dik çekme değerleri 2. Grup levha hariç genel kullanıma uyumlu olduğunda üretimde kullanılmaları önerilebilir.

TS EN 312 (2005) standartlarında yüzeye dik çekme değerleri 3. ve 6. Grup levhalar için kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar ve mobilya üretimi için uyumlu olduğundan üretimde kullanılmaları öngörülebilir. Açıklamak gerekirse 6. Grup levha ile 3. grup levha arasındaki fark kaplamalara tutkal sürülmesidir, bu nedenle tutkalın daha az kullanımından dolayı 3. grup levha tipi çevreyle dost, insan sağlığına zararı daha az olan levha tipi olduğundan üretimde tercih edilmesi önerilebilir. Aynı zamanda TS EN 312 (2005) standartlarında yüzeye dik çekme direnci 6. Grup levha tipi için nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için uyumlu olduğundan üretimde kullanılması öngörülebilir. Mekanik özellikleri standartlarla uyumlu olmayan yongalevhaların mekanik özelliklerini iyileştirilmesi için levhanın özgül ağırlığı artırılabilir (Göker ve ark., 1984).

Formaldehit emisyonu değerleri incelendiğinde levhada kullanılan kaplama sayısı arttıkça azalma görülmüştür fakat kaplamaya tutkalın sürülmesiyle tutkalsız kaplamalara kıyasla formaldehit emisyonu bir miktar artmıştır. 3. ve 4. grup levhalarda kaplamanın kullanılmasıyla levhada tutkal kullanımı azalmıştır bu nedenle formaldehit emisyonu değerleri diğer gruplara göre daha az çıkmıştır. 3. ve 4. grup levhaların mekanik özellikleri iyi olması ve sağlığa zararının az olmasından dolayı üretimde kullanılması öngörülebilir.

Yonga levha üretiminde atık kaplama kullanarak dozajlamada kaplama kalınlığını çıkartarak hesaplama yapıldığında tutkal miktarında azalma olmaktadır, buda doğa dostu bir malzeme üretmemiz anlamına geliyor. Yapılan çalışmada kaplama kullanımının tutkal ve yongadan tasarruf ederek aynı zamanda mekanik fiziksel özellikler kontrol levhasına kıyasla

daha iyi çıkmıştır. Bu nedenle yonga levha üretiminde kullanım yerinde uygun levhalar üretilmesi önerilebilir.



7. KAYNAKLAR

- Anşın, R. ve Özkan, Z. C., 1993. Tohumlu Bitkiler, Odunsu Taksonlar, KTÜ Orman Fak. Yayın No: 167/19, Trabzon.
- As, N., Koç, H., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B. ve Erdinler, S., 2001. Türkiye’de Yetişen Endüstriyel Öneme Sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 51, 1, 71-88.
- Ashori, A. ve Nourbakhsh, A., 2008. Effect of Pres Cycle and Resin Content on Physical and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from The Undeutilized Low Quality Materials, Industrial Crops and Products, 28, 225-230.
- Atmış, E., ve Günşen, H. B., 2016. Kentleşmenin Türkiye Ormancılığının Dönüşümüne Etkisi (1990-2010 Dönemi), Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 66, 1, 16-29.
- Ayrılmış, N. ve Nemli, G., 2017. Effect Of Adhesive Type On The Quality Properties Of Particleboard, XIV. International Scientific Congress, Summer Session, Machines, Technologies, Materials, Proceedings, 1, 7 (7). VII Materials, ISSN 2535-0021, Bulgaria, 519-520.
- Baharoglu, M., Nemli, G., Sarı, B., Bardak, S. ve Ayrılmış, N., 2012. The Influence of Moisture Content of Rawmaterial on The Physical and Mechanical Properties, Surface Roughness, Wettability and Formaldehyde Emission of Particle Board Composite, Composites Part B, Engineering, 43, 5, 2448-2451.
- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sarı, B., Birtürk, T. ve Bardak, S., 2013. Effects of Anatomical and Chemical Properties of Wood on the Quality of Particleboard, Composites: Part B, Engineering, 52, 282–285.
- Bardak, S. ve Nemli, G., 2017. Use of Screening Machine Wastes for Manufacturing of Particle Board Composite, International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, Mayıs, ICAFOF, 472, Cappadocia, Turkey, Sunulmuş Özet.
- Bardak, S., 2010a. “Bazı faktörlerin yonga levhanın teknolojik özellikleri üzerine etkileri,” III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Mayıs, Artvin, Bildiriler Kitabı, V: 1887-1898, Artvin, Türkiye.
- Bardak, S., Nemli, G., Sarı, B., Baharoglu, M. ve Zekoviç, E., 2010. Manufacture and Properties of Particle Board Composite from Waste Sanding Dusts, High Temperature Materials and Processes, 29, 3, 159-168.
- Bektaş, İ., Güler, C. ve Kalaycıoğlu, H., 2002. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Saplarından Üre Formaldehit Tutkalı ile Yongalevha Üretimi, K.S.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi, 5, 2, 49-55.
- Bozkurt, A. Y. ve Göker Y., 1990. Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3311/372, İstanbul.

- Bozkurt, A.Y., 1982. Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 32, 2, 30-34.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1985. Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Çetin, N. S. ve Özmen, N., 2002. Use of Organosolv Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolv Lignin Modified Resins, International Journal of Adhesion and Adhesives, 22, 6, 477-480.
- Çolak, S., ve Nemli, G., 2001. Ağaç Levha Endüstrisinde Formaldehit Emisyonu ve Azaltıcı Yöntemler, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 44.
- Dayanıklıoğlu, S., 2013. “Türkiye’de Yonga ve Lif Levha Sektörü”, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 117, 52-54.
- Dunky, M., 2003. Adhesives in Wood Industry, In Pizzi, A., and Mitta K. L., Handbook of Adhesive Technology, Machel Dekker Inc., Newyork, 887
- Eckelman, C. A., 1997. A Brief Survey of Wood Ahesives, FNR 154.
- EN 120-1, 1993. Wood Based Panels, Determination of Formaldehyde Content-Extraction Method Called Perforator Method, European Committe for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 310, 1993. Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Committe for Standardization, Bruxelles, Belgium.
- EN 310, 1993. Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Cammittee for Standardization, Bruxelles, Belgium.
- EN 317, 1993. Particleboard and Fiberboards, Determination of Swellig in the Thickneess After Immersion ,European Committee for Standardization, Brusseells, Belgium.
- EN 317, 1993. Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticitiy in Bending and Bending Streght, European committe for Standardization, Bruxelles, Belgium.
- EN 319, 1993. Particleboarts and Fiberboards, Determination of tensile Streght Perpendicular to the Plane of The Board, Eurpean Committe for Standardization, Brassels, Belgium.
- EN 322, 1993. Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standarization, Brussels, Belgium.
- Erdin, N. ve Bozkurt, Y., 2013. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Ertan, P. ve Sözen, R., 1988. Sahil Çamı’nın (*Pinus Pinaster Ait*) Bazı Fiziksel Özellikleri, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:220, Ankara.
- Geçgel, A., 2010. “Bağ Budama Artıklarından Elde Edilen Yonga Levhaların Çeşitli Malzemeler ile Güçlendirilerek Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Göker, Y. ve Akbulut, T., 1992. Yonga Levha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler, "ORENKO 92" I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Eylül, Trabzon, Bildiri Metinleri, 1: 269-287.
- Göker, Y., 1978. Türkiye’de Kontrplak, Kontratabla Yongalevhaları Sanayi, Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi, 2489/267, İstanbul.
- Göker, Y., Kantay, R. ve Kurtoğlu, A., 1984. Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ. Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:367.
- Hafizoğlu, H. ve Denizi İ., 2010. Odun Kimyası Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Huang, W. ve Sun, X., 2000. Adhesive Properties of Soy Proteins Modified by Sodium Dodecyl Sulfate and Sodium Dodecylbenzene Sulfonate, Journal of the American Oil Chemists Society, 77, 7, 705–708.
- Huş, S., 1962.“Ağaç Malzeme Tutkalları, “İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12, 2.
- Huş, S., 1997. Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniverstesi yayın No:2327, Orman Fakültesi Yayın No:242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Kalaycıoğlu, H. ve Özen, R., 2012. Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Endüstri Yayınları, 89, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H., 1987. Amonyum Lignosülfotan ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H., 1991. Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait) Odunlarının Yonga Levha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Endüstrisi, Trabzon.
- Kartal, S. N. ve Clausen, C. A., 2001. Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Boremediated CCA-Treated Wood, International Biodeterion and Biodegradation, 47, 3, 183-191.
- Kasim, J., Tamat, N. S. M., Yusoff, N. F., Rahman, W. M. N. W. A., Ahmad, N., ve Yunus, N. Y. M., 2018. Impact of Alkaline Treatment on Mechanical Properties and Thickness Swelling of Exterior Particle board Made from Kelempayan (*Neolamarckia cadamba*) Wood. In Regional Conference on Science, Technology and Social Sciences,1, 787-797).
- Lambuth, A. L., 2003. Protein Adhesives for Wood, in Pizzi, A., and Mittal, K. L., Handbook of Adhesive Technology, Marcel Dekker Inc., Newyork.
- Maloney, T. M., 1973. Bark Boards from Four West Coast soft Wood Species, Forest Products Journal, 23, 8, 30-38.

- Martins, E. H., Vilela, A. P., Mendes, R. F., Mendes, L. M., Vaz, L. E. V. D. S., ve Guimarães Junior, J. B., 2018. Soybean Waste in Particle Board Production. Ciência e Agrotecnologia, 42, 2, 186-194.
- Maubarik, A., Mansouri, H. R. ve Pizzi, A., 2013. Improving UF Particleboard Water Resistance by Small Albumin and Sunflower Oil Addition, European, Journal of Wood and Wood Products, 71, 2, 277-279
- Muszynski, Z. ve MacNatt, J. D., 1984. Investigations on the Use of Spruce Bark in The Manufacture of Partcleboard in Poland, Forest Products Journal, 34, 1, 28-35
- Nemli, G. ve Demirel, S., 2007. "Relationship Between the Density Profile and the Technological Properties of the Particle Board Composite", Journal of Composite Materials, 41, 15, 1793-1802.
- Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H., 1999. "Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 1, 25-31.
- Nemli, G., 1995 Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yongalevha Teknik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nemli, G., 2000. Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nemli, G., 2003. "Effects of Some Manufacturing Factors on The Properties of Particleboard Manufactured from Alder", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27, 99-104.
- Nemli, G., Aydın, I. ve Zekoviç, E., 2007. "Evaluation of Some of the Properties of Particleboard as a Function of Manufacturing Parameters", Materials and Design, 28, 4, 1169-1176.
- Nemli, G., Demirel, S. ve Zekoviç, E., 2006. "Yonga Rutubeti, Parafin Kullanımı ve Ağaç Cinsinin Yongalevhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkileri", Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 7, 2, 81-93.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., 2002. "Douglas Göknarı Odununun Yongalevha Üretimi İçin Uygunluğunun Belirlenmesi", Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3, 1, 17-23.
- Örs, Y., 1986. Kurutma ve Buharlama Tekniği, K.Ü. Teksirleri Serisi No:15, K.Ü. Basımevi, Trabzon.
- Özdemir, T., Nemli, G. ve Akbulut, T., 2006. "Influence of Coating Material Types on the Some Quality Properties of Particleboard", İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 55, 2, 87-95.
- Özen, R., 1980. Yongalevha Endüstrisi ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon.

- Papadopoulos, A. N., Hill, C. A. ve Traboulay, E., 2002. Isocyanate Resins for Particleboard; PMDI and EMDI, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2, 81-83.
- Pizzi, A., 1994. Advanced Wood Adhesives Technology, Marcel Dekker Inc., 149-241 Newyork.
- Place, T. A. ve Maloney, T. M., 1975. Thermal propertias of Dry Wood Bark Multilayer Boards, Forest Products Journal, 25, 1, 33-39.
- Pu, S., Yoshioka, M., Tanihara, Y. ve Shiraishi, N., 1994. Adhesive and Bonded Wood Products, Forest Products Society, 1, 344.
- Rachtanapun, P., Sattayarak, T. ve Ketsamak, N., 2012. Correlation of Density and Properties of Particleboard from Coffee Waste With Urea-Formaldehyde and Polmeric Methylene Diphenyl Diisocyanates, Jouarnal of Composite Materials, 46, 15, 1839-1850
- Sarı, B., Ayrılmış, N., Nemli G., Baharoğlu, M., Gümüşkaya, E. ve Bardak, S., 2012. Effects of Chemical Composition of Wood and Resintype on Properties of Particleboard, Lignocellulose, 1, 3, 174-184.
- Sarı, B., Nemli, G., Baharoğlu, M., Bardak, S. ve Zekoviç, E., 2013. The Role of Solid Content of Adhesive and Panel Density on the Dimensional Stability and Mechanical Propertive of Particleboard, Journal of Composite Materials, 47, 10, 1247-1255
- Sarı, B., Nemli, G., Bardak, S., Baharoglu, S. ve Zekoviç, E., 2010. Effects of Formaldehyde / Ureamoleratio, Panel Density, Shellingratio, and Waste Screen Dust on the Physical and Mechanical Properties and Formaldehyde Content of Particle Board Composite, High Temperature Materials and Processes, 29, 4, 287-294.
- Scott, C. W., 1962. A Summary of Information on *Pinus pinaster*, Forestry Abstracts, 23, 1.
- Silva, D. W., Scatolino, M. V., do Prado, N. R. T., Mendes, R. F., ve Mendes, L. M., 2018. Addition of Different Proportions of Castorhuskandpinewood in Particle Boards. Waste and Biomass Valorization, 9, 1, 139-145.
- Terzieva, E., 2008. The Russian Birch Plywood Industry, Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Sciences, Master Thesis, Swedish.
- TS 1351, 1974. Lif, Yonga ve Talaş Yapımında Kullanılan Odun, Türk Standartlar Enstitüsü
- TS 2471, 1976. Odundan Fiziksel Mekanik Deneyler İçin Rutubet Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini. TSE, Ankara.
- TS 642, 1999. Kondisyonlama ve/veya Deney için Standart Referans Atmosferleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312, 2005. Yongalevhalar- Özellikler, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 321/1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Unchi, S., 1946. Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in The MDF Manufacturing, Doktora Tezi, Faculty of Forest, University Pertanian, Malaysia.

Yıldırım, A. İ., 2007. Orman Ürünleri Sanayi Sektör Araştırması, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 13-16.



ÖZGEÇMİŞ

27.11.1987 yılında Trabzon'un Çaykara ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'un Çaykara ilçesinde tamamladı. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2014 yılında fakülte birincisi olarak lisans eğitimini tamamladı ve Orman Endüstri Mühendisi unvanı ile mezun oldu. 2014 yılında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Bilim Dalında Yüksek lisans eğitimine başladı. 2014-2015 eğitim öğretim yılını KTÜ Yabancı Diller Yüksek Okulu'nda İngilizce hazırlık okudu. Evli ve bir çocuk annesidir.