

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ONİKİ DİŞLİ KABUK BÖCEĞİ (*Ips sexdentatus* Boerner) VE KAV MANTARI
(*Fomes fomentarius*) TAHRİBATININ YONGALEVHANIN KALİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Esra AYAN

**NİSAN 2015
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Esra AYAN tarafından hazırlanan

ON İKİ DİŞLİ KABUK BÖCEĞİ (*Ips sexdentatus* Boerner) VE KAV MANTARI (*Fomes fomentarius*) TAHRİBATININ YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİ




başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 30 / 12 / 2014 gün ve 1583 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Gökay NEMLİ

Üye : Prof. Dr. Nurgül AY

Üye : Ydr. Doç. Dr. Derya USTAÖMER


.....

.....

.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“On iki dişli kabuk böceği (*Ips sexdentatus* Boerner) ve kav mantarı (*Fomes fomentarius*) tahribatının yongalevhanın kalite özellikleri üzerine etkileri” isimli bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasının planlanması, araştırılması, yürütülmesi ve oluşumunda engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, her türlü desteğiyle yanımda olan ve çalışmalarına yön veren hocam Prof. Dr. Gökay NEMLİ başta olmak üzere, kimyasal analizlerin yapımında yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Selahattin BARDAK’a, test işlemlerinin gerçekleştirilmesinde desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Bünyamin SARI ve Öğr. Gör. Mehmet BAHAROĞLU’na, Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketi yetkililerinden Sayın Emir ZEKOVIÇ’e teşekkürlerimi arz ederim.

Çalışmanın bütün aşamalarında yanımda bulunan, yardımcı olan ve manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Yüksek Orman End. Müh. İlknur KUMAŞ’a, Kezban AYAN ve Gamze GÖKER’e teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerini tüm hayatım boyunca esirgemeyen sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

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

Esra AYAN
Trabzon 2015

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “On iki dişli kabuk böceği (*Ips sexdentatus* Boerner) ve kav mantarı (*Fomes fomentarius*) tahribatının yongalevhanın kalite özellikleri üzerine etkileri” 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. 06 / 04 / 2015

Esra AYAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	X
SUMMARY	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması	2
1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	5
1.3.1. Ağaç Malzeme	5
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 (ÜF) Tutkalı	7
1.3.3.1.1.2. Melamin Formaldehit (MF) Tutkalı	10
1.3.3.1.1.3. Fenol Formaldehit Tutkalı	11
1.3.3.1.1.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı	12
1.3.3.1.1.5. İzosiyanat Tutkalı	12
1.3.3.1.1.6. Termoplastik Tutkallar	12
1.3.3.1.2. Doğal Yapıştırıcılar	13
1.3.3.2. Anorganik Yapıştırıcılar	14
1.3.4. Katkı Maddeleri	14
1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler	14
1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler	15
1.3.4.3. Koruyucu Maddeler	15
1.4. Yonga Levha Üretim Teknolojisi	16
1.5. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	18

1.5.1.	Yayılışı	18
1.5.2.	Morfolojik, Anatomik ve Teknolojik Özellikleri	19
1.5.3.	Kullanım Alanları	20
1.5.4.	Türleri	20
1.6.	<i>Ips sexdentatus</i> Boerner (Oniki Dişli Kabuk Böceği).....	20
1.7.	Kav mantarı (<i>Fomes fomentarius</i>)	22
1.8.	Formaldehit Emisyonu	24
1.9.	Yüzey Özellikleri	26
1.9.1.	Yüzey Pürüzlülüğü	26
1.9.2.	Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri	27
1.9.2.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)	27
1.9.2.2.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Rmax / Ry)	28
1.9.2.3.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)	28
1.9.3.	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri	29
1.9.4.	Islanma Olayı ve Temas Açısı	29
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	31
2.1.	Deneme Materyali	31
2.1.1.	Ağaç Malzeme	32
2.1.2.	Tutkal	32
2.1.3.	Sertleştirici Madde	32
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi	32
2.3.	Araştırma Yöntemi	34
2.3.1.	Anatomik Özellikler	34
2.3.2.	Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi	35
2.3.2.1.	pH	35
2.3.2.2.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük	35
2.3.2.3.	Alkol-Benzende Çözünürlük	36
2.3.2.4.	Soğuk Su Çözünürlüğü	36
2.3.2.5.	Sıcak Su Çözünürlüğü	36
2.3.2.6.	Selüloz Tayini	37
2.3.2.7.	Hemiselüloz Tayini	37
2.3.2.8.	Lignin Tayini	38
2.3.2.9.	Kül Tayini	38

2.3.3.	Fiziksel Özellikler	39
2.3.3.1.	Rutubet Miktarı	39
2.3.3.2.	Levha Örneklerinin Özgül Ağırlığı	39
2.3.3.3.	Hammaddenin Rutubet Miktarı	40
2.3.3.4.	Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı	40
2.3.3.5.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	41
2.3.3.6.	Su Alma Oranı	42
2.3.4.	Mekanik Özellikler	42
2.3.4.1.	Eğilme Direnci	42
2.3.4.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	43
2.3.4.3.	Yüze Dik Çekme Direnci	43
2.3.5.	Yongalevhanın Yüze Özelliklerinin Belirlenmesi	44
2.3.5.1.	Yüze Pürüzlülüğü	44
2.3.5.2.	Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı)	44
2.3.6.	Formaldehit Emisyonu	45
2.3.6.1.	Perferatör Yöntemi	45
2.3.7.	Fakopp 3D Akustik Tomografi Cihazı	46
2.4.	İstatistiksel Analiz	47
3.	BULGULAR	48
3.1.	Anatomik Özellikler	48
3.1.1.	Lif Uzunluğu	48
3.1.2.	Lümen Genişliği	49
3.1.3.	Çeper Kalınlığı	50
3.1.4.	1 mm ² ' deki İlbahar Odunu Traheid Sayısı	51
3.1.5.	1 mm ² ' deki Yaz Odunu Traheid Sayısı	52
3.2.	Yongaların Kimyasal Özellikleri	53
3.2.1.	Ph	53
3.2.2.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük	55
3.2.3.	Alkol-Benzende Çözünürlük	56
3.2.4.	Soğuk Su Çözünürlüğü	57
3.2.5.	Sıcak Su Çözünürlüğü	59
3.2.6.	Selüloz Tayini	60
3.2.7.	Hemiselüloz Tayini	61

3.2.8.	Lignin Tayini.....	62
3.2.9.	Kül Tayini	64
3.3.	Fiziksel Özellikler	65
3.3.1.	Deneme Levhalarının Rutubet Miktarı	65
3.3.2.	Deneme Levhalarının Özgül Ağırlığı.....	65
3.3.3.	Hammaddenin Rutubet Miktarı.....	66
3.3.4.	Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı.....	66
3.3.5.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	68
3.3.6.	Su Alma Oranı.....	71
3.4.	Mekanik Özellikler	74
3.4.1.	Eğilme Direnci	74
3.4.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	76
3.4.3.	Yüze Dik Çekme Direnci	78
3.5.	Yongalevhanın Yüze Özellikleri	81
3.5.1.	Yüze Pürüzlülüğü	81
3.5.1.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)	81
3.5.1.2.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry)	83
3.5.1.3.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)	85
3.5.2.	Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı)	88
3.6.	Formaldehit Emisyonu	90
4.	TARTIŞMA	93
4.1.	Anatomik Özellikler.....	93
4.1.1.	Lif Uzunluğu	93
4.1.2.	Lümen Genişliğı	93
4.1.3.	Çeper Kalınlığı	94
4.1.4.	1 mm ² ' deki İlbahar Odunu Traheid Sayısı.....	95
4.1.5.	1 mm ² ' deki Yaz Odunu Traheid Sayısı.....	95
4.2.	Yongaların Kimyasal Özellikleri.....	96
4.2.1.	pH	96
4.2.2.	% 1'lik NaOH' ta Çözünürlük.....	98
4.2.3.	Alkol-Benzende Çözünürlük	99
4.2.4.	Soğuk Su Çözünürlüğü.....	100
4.2.5.	Sıcak Su Çözünürlüğü	101

4.2.6.	Selüloz Tayini.....	102
4.2.7.	Hemiselüloz Tayini	103
4.2.8.	Lignin Tayini	104
4.2.9.	Kül Tayini.....	105
4.3.	Fiziksel Özellikler	106
4.3.1.	Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı.....	106
4.3.2.	Kalınlık Artışı (Şişme Oranı)	107
4.3.3.	Su Alma Oranı.....	109
4.4.	Mekanik Özellikler	111
4.4.1.	Eğilme Direnci	111
4.4.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	114
4.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	117
4.5.	Yongalevhanın Yüzey Özellikleri	120
4.5.1.	Yüzey Pürüzlülüğü	120
4.5.1.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)	120
4.5.1.2.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry).....	121
4.5.1.3.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)	123
4.5.2.	Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı).....	124
4.6.	Formaldehit Emisyonu	126
4.7.	Fakopp 3D Akustik Tomografi Cihazı	128
5.	SONUÇLAR	131
5.1.	Anatomik Özellikler	131
5.2.	Yongaların Kimyasal Özellikleri	131
5.3.	Fiziksel Özellikler	133
5.4.	Mekanik Özellikler	134
5.5.	Yongalevhanın Yüzey Özellikleri	137
5.6.	Formaldehit Emisyonu	138
6.	ÖNERİLER	139
7.	KAYNAKLAR	141

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ON İKİ DİŞLİ KABUK BÖCEĞİ (*Ips sexdentatus* Boerner) VE KAV MANTARI (*Fomes fomentarius*) TAHRİBATININ YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Esra AYAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Gökay NEMLİ
2015, 152

Bu tez çalışmasında; *Ips sexdentatus* Boerner (On iki dişli kabuk böceği) ve *Fomes fomentarius* (kav mantarı) tahribatına uğramış Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağacından üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda, böceğin tek başına tahribatı anatomik yapıda bir farklılığa sebep olmazken böcek ve mantarın birlikte tahribatı çeper kalınlıklarını azaltmış, lümen genişliklerini artırmıştır. Bununla birlikte böcek tahribatı selüloz, lignin ve hemiselüloz miktarlarını değiştirmezken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı bu değerleri azaltmıştır. Bu iki tahribat kimyasal analizlerde çözünürlük değerlerini ve odunun asiditesini de artmıştır. Böcek tahribatı ile böcek ve mantarın birlikte oluşturduğu tahribat levhaların mekanik ve yüzey özelliklerini olumsuz yönde etkilerken, formaldehit emisyonu ve fiziksel özellikleri olumlu yönde etkilemiştir. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde karıştırılması levhaların mekanik, fiziksel, yüzey özellikleri ve formaldehit emisyonu değerleri üzerine fark oluşturmazken %20 ve %30 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde karıştırılması formaldehit emisyonu ve fiziksel özellikler hariç diğer özellikleri olumsuz yönde etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, On iki dişli kabuk böceği, Kav mantarı, Anatomik özellikler, Kimyasal özellikler, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler, Yüzey özellikleri, Formaldehit emisyonu

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECT OF TREE DECAY FUNGI (*Fomes fomentarius*) AND INSECT (*Ips sexdentatus* Boerner) ON THE QUALITY PROPERTIES OF PARTICLEBOARD

Esra AYAN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industry Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Gökay NEMLİ
2015, 152 Pages

In this study, some technological properties of particleboard which produced *pinus sylvestris* L. wood degraded tree decay fungi (*fomes fomentarius*) and insect (*ips sexdentatus* Boerner) was investigated. Although the insect degradation didn't affect the anatomical structure of wood, wall thickness decreased and lumen wideness increased by fungi and insect degradation. Even though the insect degradation didn't change the amount of lignin and hemicellulose, fungi and insect degradation decreased the amount of lignin and hemicellulose. Both fungi and insect degradation increased chemical analysis values and pH value of wood. Both insect degradation and fungi-insect degradation decreased mechanical and surface properties of particleboard but they improved formaldehyde emission and physical properties of particleboard. Adding by 10% chips which degraded by fungi and insect to production of particleboard didn't affect mechanical, physical, surface properties and formaldehyde emission of particleboard but increasing this rate to 20 and 30 % affect negatively all quality properties of particleboard except formaldehyde emission and physical properties.

Keywords: Particleboard, *Ips sexdentatus* Boerner, *Fomes fomentarius*, Anatomical properties, Chemical properties, Physical properties, Mechanical properties, Surface properties, Formaldehyde emission

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. <i>Ips sexdentatus</i> böceği ergini.....	21
Şekil 2. <i>Ips sexdentatus</i> böceğinin ağaçtaki yiyinti yolları.....	22
Şekil 3. Kav mantarı.....	23
Şekil 4. Kav mantarının kesiti.....	23
Şekil 5. Ortalama pürüzlülük değeri	27
Şekil 6. En büyük pürüzlülük değeri.....	28
Şekil 7. On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri.....	29
Şekil 8. Hammadde çeşidinin lif uzunluğu üzerine etkisi.....	93
Şekil 9. Hammadde çeşidinin lümen genişliği üzerine etkisi	94
Şekil 10. Hammadde çeşidinin çeper kalınlığı üzerine etkisi	94
Şekil 11. Hammadde çeşidinin 1 mm ² ' deki ilkbahar odunu traheid sayısı üzerine etkisi.....	95
Şekil 12. Hammadde çeşidinin 1 mm ² ' deki yaz odunu traheid sayısı üzerine etkisi	96
Şekil 13. Tutkalsız hammadde çeşidinin pH değeri üzerine etkisi	96
Şekil 14. Tutkallı hammadde çeşidinin pH değeri üzerine etkisi.....	97
Şekil 15. Hammadde çeşidinin %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi.....	98
Şekil 16. Hammadde çeşidinin alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi.....	99
Şekil 17. Hammadde çeşidinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi.....	100
Şekil 18. Hammadde çeşidinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi	101
Şekil 19. Hammadde çeşidinin selüloz miktarı üzerine etkisi	102
Şekil 20. Hammadde çeşidinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi	103
Şekil 21. Hammadde çeşidinin lignin miktarı üzerine etkisi	104
Şekil 22. Hammadde çeşidinin kül miktarı üzerine etkisi.....	105
Şekil 23. Hammadde çeşidinin hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine etkisi.....	106
Şekil 24. 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisi.....	107
Şekil 25. 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisi.....	108
Şekil 26. 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisi	109
Şekil 27. 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisi	110
Şekil 28. Eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi	112

Şekil 29.	Eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi	112
Şekil 30.	Elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi	114
Şekil 31.	Elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi	115
Şekil 32.	Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi	117
Şekil 33.	Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi.....	118
Şekil 34.	Ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi.....	120
Şekil 35.	Ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi.....	121
Şekil 36.	En büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi	122
Şekil 37.	En büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi	122
Şekil 38.	On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi.....	123
Şekil 39.	On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi.....	124
Şekil 40.	Temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi	124
Şekil 41.	Temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi	125
Şekil 42.	Formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi.....	126
Şekil 43.	Formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi.....	127
Şekil 44.	Dikili ağaçlarda Fakopp 3D Akustik Tomografi Cihazı ile alınan tomografi görüntüsü	129
Şekil 45.	Sarıçam sağlam odunu tomografi görüntüsü.....	129
Şekil 46.	Böcek zararına uğramış sarıçam odunun tomografi görüntüsü	130
Şekil 47.	Böcek ve mantar zararına uğramış sarıçam odunun tomografi görüntüsü	130

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	Sarıçam odununun mekanik ve fiziksel özellikleri 19
Tablo 2.	Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması 26
Tablo 3.	Deneme levhası tipleri 31
Tablo 4.	Hammaddelere ait ortalama lif uzunluğu değerleri (μm)..... 48
Tablo 5.	Lif uzunluğu üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları 48
Tablo 6.	Hammaddelere ait ortalama lümen genişliği değerleri (μm) 49
Tablo 7.	Lümen genişliği üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları 49
Tablo 8.	Lümen genişliği üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları 50
Tablo 9.	Hammaddelere ait ortalama çeper kalınlığı değerleri 50
Tablo 10.	Çeper kalınlığı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları 50
Tablo 11.	Çeper kalınlığı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları 51
Tablo 12.	Hammaddelere ait ortalama 1 mm^2 'deki ilkbahar odunu traheid sayısı 51
Tablo 13.	1 mm^2 'deki ilkbahar odunu traheid sayısı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları..... 52
Tablo 14.	Hammaddelere ait ortalama 1 mm^2 'deki yaz odunu traheid sayısı 52
Tablo 15.	1 mm^2 'deki yaz odunu traheid sayısı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları..... 53
Tablo 16.	Tutkalsız hammaddelere ait ortalama pH değerleri (%) 53
Tablo 17.	Tutkallı hammaddelere ait ortalama pH değerleri (%) 53
Tablo 18.	pH değerleri üzerine tutkalsız hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları..... 54
Tablo 19.	pH değerleri üzerine tutkallı hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları..... 54

Tablo 20.	pH değerleri üzerine tutkalsız ve tutkallı hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	55
Tablo 21.	Hammaddelere ait ortalama %1'lik NaOH çözünürlük değerleri (%).....	55
Tablo 22.	%1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	55
Tablo 23.	%1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	56
Tablo 24.	Hammaddelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri (%)	56
Tablo 25.	Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	57
Tablo 26.	Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	57
Tablo 27.	Hammaddelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri (%)	58
Tablo 28.	Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 29.	Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	58
Tablo 30.	Hammaddelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri (%)	59
Tablo 31.	Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	59
Tablo 32.	Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	60
Tablo 33.	Hammaddelere ait ortalama selüloz değerleri (%).....	60
Tablo 34.	Selüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	60
Tablo 35.	Selüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	61
Tablo 36.	Hammaddelere ait ortalama hemiselüloz değerleri (%).....	61
Tablo 37.	Hemiselüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	62
Tablo 38.	Hemiselüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	62
Tablo 39.	Hammaddelere ait ortalama lignin değerleri (%).....	63

Tablo 40.	Lignin miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	63
Tablo 41.	Lignin miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	63
Tablo 42.	Hammaddelere ait ortalama kül (inorganik madde) değerleri (%)	64
Tablo 43.	Kül miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	64
Tablo 44.	Kül miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	65
Tablo 45.	Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri (%).....	65
Tablo 46.	Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm ³).....	66
Tablo 47.	Hammaddelere ait ortalama rutubet miktarı değerleri (%).....	66
Tablo 48.	Hammaddelere ait ortalama hava kurusu özgül ağırlık değerleri (g/cm ³).....	67
Tablo 49.	Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	67
Tablo 50.	Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	67
Tablo 51.	Deneme levhalarının ortalama 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları (%).....	68
Tablo 52.	Deneme levhalarının 2 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	68
Tablo 53.	Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	69
Tablo 54.	Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	69
Tablo 55.	Deneme levhalarının 2 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	70
Tablo 56.	Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	70
Tablo 57.	Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	71

Tablo 58.	Deneme levhalarının ortalama 2 ve 24 saatlik su alma oranları (%).....	71
Tablo 59.	Deneme levhalarının 2 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	72
Tablo 60.	Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	72
Tablo 61.	Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	72
Tablo 62.	Deneme levhalarının 2 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	73
Tablo 63.	Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	73
Tablo 64.	Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	74
Tablo 65.	Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm ²).....	74
Tablo 66.	Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	75
Tablo 67.	Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	75
Tablo 68.	Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	75
Tablo 69.	Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	76
Tablo 70.	Deneme levhalarının ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²).....	76
Tablo 71.	Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	77
Tablo 72.	Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	77
Tablo 73.	Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	78

Tablo 74.	Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	78
Tablo 75.	Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm ²)	79
Tablo 76.	Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	79
Tablo 77.	Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	80
Tablo 78.	Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	80
Tablo 79.	Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	81
Tablo 80.	Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değerleri (µm)	81
Tablo 81.	Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	82
Tablo 82.	Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	82
Tablo 83.	Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	82
Tablo 84.	Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	83
Tablo 85.	Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değerleri (µm).....	83
Tablo 86.	Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	84
Tablo 87.	Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	84
Tablo 88.	Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	85
Tablo 89.	Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	85
Tablo 90.	Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değerleri (µm).....	86

Tablo 91.	Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	86
Tablo 92.	Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	87
Tablo 93.	Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	87
Tablo 94.	Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	88
Tablo 95.	Deneme levhalarının temas açısı değerleri (°)	88
Tablo 96.	Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları.....	89
Tablo 97.	Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	89
Tablo 98.	Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	89
Tablo 99.	Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	90
Tablo 100.	Deneme levhalarının ortalama formaldehit emisyonu değerleri (mg/100g tam kuru levha).....	90
Tablo 101.	Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	91
Tablo 102.	Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	91
Tablo 103.	Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları	92
Tablo 104.	Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	92

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Teknolojinin gelişmesi ve dünya nüfusunun gün geçtikçe artması, sınırlı sayıda olan üretim kaynaklarının büyük bir oranda tüketilmesine ve gelecekte tamamen yetersiz kalmasına neden olacaktır. Bu soruna çözüm bulmak için, kaynaklara alternatif ürünler geliştirilebilir ve kaynakların sürekliliği sağlanabilir.

Ormanların, orman ve orman ürünleri sanayisi tarafından aşırı ve kontrolsüz kullanımı, mevcut kaynakları yetersiz hale getirmiştir. Bu sorunda beraberinde, daha planlı ve rasyonel kullanımı zorunlu kılmıştır. Ormanlardan elde edilen lignoselülozik hammaddenin %100'üne yakın kısmı orman ürünleri sanayinde değerlendirilmektedir. Bundan dolayıdır ki, masif ağaç malzemenin direk kullanımı yanında, yongalevha, liflevha ve tabakalı ağaç malzeme sanayi gibi alternatif sanayi kollarında kullanımı söz konusu olmuştur. Bu sanayi dallarında çeşitli endüstri atıkları ve bitkisel atıklar değerlendirilebildiği gibi, masif oduna göre daha az kusurlu ürünlerde kullanılabilir. Bu kullanım alanı yaygın olan yongalevha; mobilya, yer döşemeleri, merdiven basamakları, masa tenisi ve bilardo masası, ofis mobilyaları, mutfak tezgâhları, hoparlör, sürgülü kapılar, kapılar, iç ortam kaplamaları, eğitim kurumları, laboratuvarlar, inşaatlar ve diğer endüstriyel üretimlerde kullanılmaktadır. Yongalevhaların bu kadar tercih edilmesinin nedenleri; kalitenin tüketici ihtiyaçlarına göre ayarlanması, daha fazla endüstri atıklarından faydalanabilme, tutkallama tekniklerinin geliştirilmesi, düzgün yüzeyli levhaların elde edilmesi, kaplanabilir olması, su ve rutubete karşı dayanımının artırılması, istenilen kalınlıkta üretilebilmesi, çivi, vida ve tutkalla birleştirilebilmesi, homojen bir yapı ve kullanım yerine göre fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması, mantar ve böceklere karşı dayanıklı ve çalışma miktarının az olmasıdır (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

Odun hammaddesinin günümüzde devamlı olarak sağlanabilmesi; fakir odun kaynakları, bu kaynaklara olan talebin yüksek olması ve orman kaynaklarının giderek azalması nedeniyle oldukça zor olmaktadır. Yongalevha endüstrisi ve bu gibi endüstrilerde hammadde sağlanması için az kullanılmış türler, tarımsal artıklar, endüstriyel artıklar, hızlı büyüyen ağaç türleri bu sorunun çözümünde önemli rol oynamaktadır.

Odun hammaddesinin günümüzde devamlı olarak sağlanabilmesi; fakir odun kaynakları, bu kaynaklara olan talebin yüksek olması ve orman kaynaklarının giderek azalması nedeniyle oldukça zor olmaktadır. Yongalevha endüstrisi ve bu gibi endüstrilerde hammadde sağlanması için az kullanılmış türler, tarımsal artıklar, endüstriyel artıklar, hızlı büyüyen ağaç türleri bu sorunun çözümünde önemli rol oynamaktadır.

Yongalevha sanayi, orman ve kereste endüstrisi atıklarını kullanma imkânı verirken diğer taraftan da ormanların ıslahıyla elde edilen ince çaplı materyale rasyonel bir kullanım alanı sağlamıştır. Böylece dünya genelinde yongalevha üretimi gittikçe artan bir ivmeyle ilerlemektedir. Bu alanda gerek üretim teknolojisinde, gerek makine ve ekipmanlarda, gerekse konuyla ilgili araştırma faaliyetlerinde büyük yenilikler gerçekleştirilmektedir. Yongalevha endüstrisinin dünyamızda ve ülkemizde ki gelişimi, odun hammaddesi yanında alternatif hammaddelerin bu sanayide kullanılabilmesi, üretilen ürünlerin kullanım çeşitliliğinin artmasına ve performansına bağlı bulunmaktadır. Bu şekilde, ucuz, kaliteli ve farklı amaçlar için üretilen yeni tip yongalevhalar, bu endüstrinin gelişmesine ve çeşitli alanlarda ki talebin karşılanmasına olanak sağlayacaktır.

Bu çalışmada; *Ips sexdentatus* Boerner (On iki dişli kabuk böceği) ve *Fomes fomentarius* (kav mantarı) tahribatına uğramış Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağacından üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, yüzey kalitesi ve formaldehit emisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca sağlam odun, böcek, böcek ve mantar tahribatına uğramış odun örneklerinin anatomik ve kimyasal özelliklerinin levha kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Çeşitli kaynaklarda farklı tanımlanan yongalevha TS EN 309 (2008) standardına göre; odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen yongalara tutkal ilave edilerek ve yongaların tutkalsız olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi ile oluşan geniş yüzeyli levha olarak tanımlanmıştır. TS 2129 (2012)'ye göre yongalevha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında biçimlendirilmesi ile üretilen levhalardır.

Yongalevhalar tabaka sayıları, özgül ağırlıkları, presleme tekniği, yonga büyüklük ve geometrisine, kullanılan bağlayıcı madde türleri, üretimde kullanılan pres türleri, yüzey kaplama malzemeleri bakımından standartlarla sınıflandırılmaktadır.

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

1. Tek tabakalı (Homojen) yongalevhalar
2. Üç tabakalı yongalevhalar
3. Çok tabakalı yongalevhalar

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 yongalevhalarlardır.

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

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

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

1. Dik yongalı levhalar: Basınç, presleme esnasında levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır.

2. Yatay yongalı levhalar: Basınç, presleme esnasında levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

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

1. Normal yongalevhalar (Particleboard): Bu tip yongalevhalar da genele olarak kalınlıkları $0,25-0,40 \text{ mm}$, genişlikleri $2-6 \text{ mm}$ ve uzunlukları $10-25 \text{ mm}$ 'ye kadar olan yongalar kullanılmaktadır.

2. Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Yaklaşık $0,5-0,7 \text{ mm}$ kalınlığında, $35-75 \text{ mm}$ uzunluğunda ve $25-40 \text{ mm}$ genişliğindeki yongalara Wafer, bunlardan üretilen yongalara ise Waferboard denilmektedir. Bu tip levhalar Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesidir. Genellik çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme veya döşeme altı olarak kullanılmaktadır.

3. Şerit yongalı levha (Flakeborad): Kalınlık ve uzunlukları Wafer ile aynı, fakat genişlikleri $9-10 \text{ mm}$ olan yongalardır ve bunlardan üretilen levhalara Flakeborad denilmektedir.

4. Yönlendirilmiş yongalı levha (Oriented Structural Board, OSB): Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları $0,4-0,8 \text{ mm}$, genişlikleri $6-25 \text{ mm}$ ve uzunlukları $38-63 \text{ mm}$ kadardır. Bu tip yongalevhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikleri nedeniyle kontrplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemenin kullanıldıkları yerlerde kullanılabilirler. Özellikle yapıların içinde; döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrik ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları ve inşaat kalıp tahtası olarak tercih edilmektedir.

Kullanılan bağlayıcı madde türüne göre yongalevhalar (Bozkurt 1982);

1. Sentetik tutkal ile üretilen yongalevhalar: Yapıştırıcı olarak üre, melamin, fenol, resorsin formaldehit ve izosiyonat tutkallarının kullanıldığı levhalardır.

2. Anorganik yapıştırıcı ile üretilen yongalevhalar: Hammadde olarak çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddelerin (CaCO_3 , SiO_2 , AlO_3 gibi) kullanıldığı levhalardır.

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

1. Kalıplanmış yongalevhalar: Sentetik reçineler ile tutkallanmış odun yongalarının kalıp preslerde basınç ve sıcaklık etkisi altında tek kademede biçimlendirilmesi esnasında uygun kaplama ile kaplanması ile elde edilen bir üründür. Bu ürünler üretim yöntemine göre Verzalit, Collipres ve Termodin olarak isimlendirilmektedir (TS 4616, 1988).

2. Normal yongalevhalar.

Yüzey kaplama malzemelerine göre yongalevhalar (Nemli, 2000);

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

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

TS EN 312 (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 levhalar
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. Ağaç Malzeme

Yongalevha endüstrisinde, hammadde olarak bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları kullanılabilir. Yongalevha üretiminde kullanılan ağaç malzeme TS 1351 (2010)'e göre; boyu 0,5-2,0 m, ince uç çapı en az 4,0 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan yuvarlak ve yarma odun, kalınlığı 20 cm'den küçük atık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşı kullanılabilir.

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

Levha üretiminde kullanılacak odun çürüklük içermemelidir. Lif ve yonga odununda çatlak, budak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir. Yongalevha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat üretimde yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı takdirde kullanılmasında fazla sakınca yoktur (Özen, 1980). Ayrıca Güler ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan çalışmada yerfıstığı kabuğunun ve ceviz kabuğunun yongalevha üretiminde kullanılabileceğini saptamışlardır. Guru ve arkadaşlarının (2009) yaptığı bir çalışma da fındık kabuğunun yongalevha üretimi için kullanılabileceği belirlenmiştir.

Iskenderani (2009) tarafından yapılan çalışmada, hurma ağacı dallarından elde edilen yongaların üre formaldehit tutkalı kullanılarak yapıştırılmasıyla üretilen yongalevhalar standartlara uygun sonuçlar vermiştir.

Düşük özgül kütleyle sahip olan ağaç türlerinin sıkıştırılması kolaydır (Göker ve Akbulut, 1992). Ancak bu ağaç türlerinin tutkalı fazla emerek maliyeti artırması ve ufalanması gibi sıkıntıları da bulunmaktadır (Göker, 1978). Yüksek özgül ağırlığa sahip ağaçlar sert olması yongalama güçlükleri ve makine bıçaklarının keskinliğinin kaybetmesine neden olduğundan tercih edilmez (Göker, 1978). Orta özgül ağırlıktaki ağaç türlerinin bulunması kolay ve ucuz olursa tercih edilebilir (Göker ve Akbulut, 1992). Genellikle yonga levha üretiminde $400-700 \text{ kg/m}^3$ özgül ağırlığa sahip ağaç türleri tercih edilmektedir (Göker, 1978).

Kullanılacak olan tutkal reçetesi ağacın pH değerine göre hazırlanır. Birden fazla hammadde kullanılacaksa pH değerleri birbirine yakın olan türler tercih edilmelidir. Eğer pH değerleri farklı ise tutkala katılacak sertleştirici madde miktarı en yüksek pH değerine göre ayarlanmalıdır. Bu durumda düşük pH değerine sahip yongalar erken sertleşeceği için levhanın kalite özelliklerini azaltacaktır. İdeal olarak pH değerleri 4-5 arasında olan ağaç türleri tercih edilmelidir (Göker ve Akbulut, 1992).

Permeabilitesi yüksek ağaçlardan üretilen yongalar daha çok tutkal absorbe ederler. Az permeabil türler de tutkalı yeteri kadar absorbe edemeyeceğinden yapışma direncini düşürür. Bu sebeple orta permeabil ağaç türleri tercih edilmelidir (Lynam, 1969).

Yonga levhada kullanılacak odun rutubetinin %30-60 arasında olması istenmektedir. Düşük rutubette ki odunun yongalaması ve elenmesi sırasında toz miktarı artar ve tutkallamada çok tutkal emerek yapışma direncini zayıflatır. Yüksek rutubetteki odundan elde edilen yongaların yüzeyi pürüzlü olur, kurutma maliyeti artar ve pürüzlü yüzeyler tutkal sarfiyatına neden olur, yüzeylere tutkal kalmaz ve yapışma direnci düşer (Huş, 1979).

Ağaçta bulunan ekstraktif maddeler bazı durumlarda levhanın rutubete karşı direnç özelliklerini iyileştirir ve levhaya su iticilik özelliği kazandırır (Göker ve Akbulut, 1992).

1.3.2. Yıllık Bitkiler

Endüstri alanında odun hammaddesi kullanımının artması neticesinde, yonga ve lif odunu bulmakta ortaya çıkan güçlükler ve buna bağlı olarak artan hammadde fiyatları yongalevha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması olanaklarının araştırılmasına neden olmuştur.

Yapılan çalışmalarda kenevir (Kollmann, 1966), şeker kamışı (Turreda ve Bagasse, 1983), çay fabrikası artıkları (Örs ve Kalaycıoğlu, 1991; Nemli vd., 1998), ayçiçeği sapları (Khristova vd., 1998; Bektaş vd., 2002), mısır saplarının (Wong ve Sun, 2002), asma artıkları (Ntalos ve Grigoriu, 2002), pirinç çeltiği (Gerardi vd., 1998; Yang vd., 2003), buğday sapı (Mo vd., 2003), kivi budama artıkları (Nemli vd., 2003), çim artıkları (Nemli vd., 2009; Tröger vd., 1998) ve biber saplarının (Oh ve Yoo, 2011) yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Çok sayıda yıllık bitkinin kullanımının mümkün olmasına rağmen heterojen yapıda olması, yeterli miktarda olmayışı, toplama, depolama, taşıma ve hazırlama maliyetinin

yüksek olması, böcek, mantar gibi zararlılara karşı dayanımının iyi olmaması gibi sakıncaları bir yıllık bitkilerin kullanımını azaltmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.3.3. Tutkal

1.3.3.1. Organik Yapıştırıcılar

Organik yapıştırıcılar sentetik ve doğal yapıştırıcılar olarak ikiye ayrılmakta olup yongalevha endüstrisinde sentetik yapıştırıcılar kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Yonga levha sektöründe en çok tercih elden tutkal üre formaldehit tutkalı olup iç hava koşullarındaki malzemelerde, fenolik ve izosiyanat tutkalları ise açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhalar için uygundur. Tutkal kullanım miktarının artması ile levha stabilitesi ve mekanik özellikleri iyileşmektedir. Ancak üretim maliyeti artmaktadır. Tutkalın tanecik küçüklüğü-büüklüğü levhanın direnç özelliklerini etkilemektedir. Küçük tanecikli tutkallar daha iyi yapışma alanı oluşturarak levhanın direnç özelliklerini artırmaktadır (Göker ve Akbulut, 1992).

1.3.3.1.1. Sentetik Yapıştırıcılar

Çeşitli sentetik reçineler odun esaslı panel üretiminde kullanılmaktadır. Yapısında formaldehit bulunduran yapıştırıcılar bunlardan en yaygın kullanılanlarıdır. Üre, melamin, fenol, resorsinol veya bunların kombinasyonu sonucu oluşan kimyasalların formaldehit ile reaksiyona girmesi sonucu sentetik reçineler elde edilir. Sertleşme ve jelleşme esnasında üç boyutlu çapraz bağlanma oluşturduklarından dolayı erimez ve çözülmezler (Dunky, 2003). Bu reçineler ısıtılarak önce yumuşamakta, daha fazla ısıtıldığında ise sertleşerek malzemeyle bütün hale gelip eski haline dönmemektedir (Kalaycıoğlu, 1991).

1.3.3.1.1.1. Üre formaldehit tutkalı

Kolay kullanımı, ucuz olması, kısa sürede sertleşmesi, yanmaması gibi teknik özellikleri nedeniyle yongalevha endüstrisinde üretimin %90'nın da üre formaldehit tutkalı

kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Suya karşı dayanıklı olmayışı bu tutkalın kullanımını iç ortamlarda sınırlandırmaktadır (Frihart, 2005).

Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek moleküllü ağır polimerleridir. Üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilmektedir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü oksijen ve hidrojenle elde edilmektedir. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Huş, 1997).

Tutkalın üretimi esnasında pH 5-5,5'da bir reaksiyon vuku bulmaktadır. pH'ın 7 veya 8'e çıkarılması ve soğutma, reaksiyonun durmasına neden olabilmektedir. Reçinenin %40-60'ı uçucu olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi suretiyle katı reçine miktarı %60-65'e çıkartılabilmektedir. Hızlı bir sertleşme için katalizöre (sertleştirici) ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla üre formaldehit tutkalında katalizör (sertleştirici) olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir.

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, yapışma direncinin yüksek ve renginin açık olduğunu belirtilebilmektedir (Anonim, 1975). Üre formaldehit, yongalevha ve MDF üretiminde kullanılan en yaygın tutkal çeşididir. Dünya genelinde, üre formaldehit tutkalının %70'inden fazlası orman ürünleri sanayinde (yongalevha, liflevha, v.b.) kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; %61 oranında yongalevha, %27 oranında MDF, %5 oranında kontrplak ve %7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde kullanılabilir. Üre formaldehit tutkalının güçlü adhezyon özelliğine sahip, düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmesi ve çok iyi termal özelliklere sahip olması avantajı iken, rutubet ve suya karşı dayanıksızlığı, formaldehit emisyonunun yüksek olması dezavantajıdır (Nemli ve Aytaç, 2002; Pizzi, 1983; Goncalves vd., 2008).

Üre formaldehit tutkalı piyasada sıvı ve toz halde bulunur. Toz haldeki tutkalın dayanımı 1 yıl, sıvı halde ise birkaç aydır. Yinede piyasada sıvı halde satılır ve %55, %65'lik çözelti halinde bulunur. Üre formaldehit tutkalında sertleştirici olarak amonyum sülfat ya da amonyum klorür (NH₄Cl) kullanılmaktadır (Güler, 2001).

Üre formaldehit tutkalı lif veya yongalara sulu çözelti halinde uygulanmaktadır. Isı etkisi altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakta, üre ve formaldehitin kondenzasyonu ile üretilmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada

gerçekleşmektedir. Birinci aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal almaktadır. Bu aşamada; mono, di ve trimetilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetra metilol üre fazla miktarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilavesi belirli bir pH değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı; pH değeri, reaksiyon koşulları ve ilave katkı maddelerine bağlıdır (Conner, 2001). İkinci aşamada ise, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonunu içermektedir. Kondenzasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla birlikte, asidik koşullarda üre formaldehit tutkalının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir (Nemli ve Çolak, 2002).

- a. Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması
- b. İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması
- c. Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi
- d. Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen metilen köprülerinin oluşması.

Genel olarak bakıldığında birinci aşama, üre ve formaldehitin reaksiyonu (pH: 8-9) ile metilol ürenin formasyonunu içermektedir. İkinci aşamada (pH: 5), asidik koşullarda kondenzasyon reaksiyonları arzu edilen viskoziteye ulaşıncaya kadar devam etmekte, reaksiyon karışımı soğutularak nötrleştirilmektedir. Tutkalın katı madde oranını (%60-65) ayarlamak için vakum destilasyonu ile su uzaklaştırılmaktadır. Üre iki veya daha fazla kademede ilave edilmektedir. Ürenin ilk ilavesi metillendirme işlemi sırasında gerçekleştirilmektedir ($F/\bar{U} = 1,6-2$). İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/\bar{U} oranını istenilen seviyeye düşürmek için yapılmaktadır.

Sıcak presleme sırasında polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonları tamamlanmaktadır. Asidik koşullarda sertleşen bir tutkal türü olan üre formaldehit için en iyi sertleşme sıcaklık 120 °C ve pH: 4-5 civarında olduğu zaman vuku bulmaktadır. Sıcak preslemede ısı etkisi ile ön kondense olmuş olan tutkal, çapraz bağlanma reaksiyonları ile düzgün bir film oluşturmaktadır. Reaksiyon tersinirdir. Gereğinden fazla ısı uygulaması üre formaldehit tutkalının hidrolizine neden olabilmektedir. Preslemede gereğinden fazla ısı uygulanmamalı, preslemeden sonra üretilen levhalar soğutulmalıdır. Üç tabakalı levha üretiminde, yüzey tabakaları orta tabakadan daha hızlı sertleşecektir. Bu nedenle yüzey tabakasında kullanılan tutkalın sertleşmesinin geciktirilmesi önerilmektedir.

Üre formaldehit tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60 °C ve %60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. %15-

20'lik odun rutubeti 60 °C'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu hızlanmasına neden olmaktadır. Fenolik veya polifenolik tutkalların aksine aminoplastik tutkallar genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına neden olabilmektedir. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmeli veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria'nın 2008 yılında yaptığı çalışmada üre formaldehit tutkalına %10, %15 ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir (Goncalves vd., 2008).

Maminski ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, üre formaldehit tutkalına glutarik aldehit ilavesiyle üretilen levhalarda su alma ve kalınlık artış miktarında azalma olduğu belirlenmiştir. 2009 yılında Abdullah ve Park tarafından yapılan bir çalışmada üre formaldehit tutkalına katılan hidrosülfid, sodyum bisülfid, akrilamid, ve polimerik 4,4-difenil-metan dizosiynat gibi katkı maddelerinin üre formaldehit tutkalının rutubet direncini artırdığı belirlenmiştir. 2013 yılında yapılan bir çalışmada üre formaldehit tutkalına albumin çözeltisi ve ayçiçek yağı eklenmesiyle üre formaldehit tutkalının suya karşı direncinin arttığı gözlemlenmiştir (Maubarik vd., 2013).

1.3.3.1.1.2. Melamin Formaldehit Tutkalı

Genellikle tabakalı ağaç malzemeler ve yüzey kaplamalarındaki kâğıtların empenyesinde kullanılan melamin formaldehit tutkalı, melamin ve formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Kondenzasyon reaksiyonu üre formaldehit tutkalının kine benzemektedir. Reaksiyon pH değeri 5-6 olan bir çözeltide melamin ile formaldehit 1/2-3 mol oranında karıştırılmasıyla başlar, kondenzasyon ürünleri suda çözülür durumda iken çözeltinin nötrleştirilmesi ve soğutulmasıyla reaksiyon durdurulur. Tutkal üre formaldehit tutkalı gibi sıcak preste ısı ve sertleştiricinin etkisi ile reaksiyonuna kaldığı yerden devam eder. Ayrıca melamin formaldehit tutkalı 90-140 °C sıcaklıkta sertleştirici madde gereksizdir sertleşebilmektedir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Melamin formaldehit tutkalının üre formaldehit tutkalına göre avantajları; suya karşı daha dirençli, düşük sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmesi ve ısı

stabilitesinin daha yüksek olmasıdır (Pizzi, 1983; Nemli ve Çolak, 2002). Bu avantajlara rağmen melamin formaldehit tutkalının en büyük dezavantajı fiyatının üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından yüksek olmasıdır. Fiyatının yüksek olması nedeniyle üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılabilir. (Nemli, 2003).

Melamin formaldehit tutkalları, tabakalı ağaç malzeme üretimi, laminat, gemi, yat, kayık üretimi kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada kullanılabilir (Nemli, 2003).

1.3.3.1.1.3. Fenol Formaldehit Tutkalı

Fenol formaldehit reçinesi fenol ve formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu ile oluşmaktadır. Asit yâda alkali katalizörlerle reaksiyona sokularak “novalak” ve “resol” adı verilen iki ayrı tutkal elde edilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Fenol ham petrol ürünü olup, bileşenleri tolüen ve benzendir.

Novalak tutkalı asidik koşullar altında oluşan tutkaldır. Tutkal reaksiyonunun devam etmesi için pH'ın 2 olması gerekir. Ancak odun malzemeye zarar veren bu asidik yapısından dolayı levha sektöründe kullanılmamaktadır (Özen 1980).

Resol adlı formaldehit reçinesi alkali koşullarda üretilmektedir. Resol reçinesinin üretiminde NaOH gibi alkali bir katalizör sisteme ilave edildikten sonra sıcaklık 80-100 °C arasında ayarlanır. Reaksiyon sıcaklığına bağlı olarak reaksiyon süresi, pH, fenol/formaldehit mol oranı, reaksiyonu geciktirici alkol gibi maddelerin olup olmaması değişmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Fenolik reçinelerin molekül ağırlıkları oldukça yüksek olup fenol formaldehit tutkalı dayanıklı, sert, suya karşı dirençli ve yongalar arasında kuvvetli yapışma sağlamaktadır. Sıvı haldeki fenolik reçineler oduna nüfuz ederek hücre çeperini şişirmektedir. Bu nedenle sıcaklık ile sertleşince odun dirençli olmakta ve odunda mükemmel bir boyutsal stabilite sağlamaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990). Bu tutkalla üretilen levhaların sıcak preste pres basıncı yüksek, presleme süresi uzundur (Özen, 1980). Fenol formaldehit tutkalı düşük sıcaklarda, ortamın pH değeri değişmemek şartıyla depolanabilir. Depolama süresi birkaç ay olabilir.

1.3.3.1.1.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı

Pahalı bir tutkal olan resorsin formaldehit açık hava şartları, kaynar su, asitler, düşük konsantrasyonlu alkaliler ve diğer çözücülere karşı dayanıklıdır. Düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyona girmektedir. Söz konusu bu avantajlarının yanında maliyetinin yüksek olması nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Ayrıca kondenzasyon reaksiyonun tam olarak tamamlanması 1 hafta sürdüğünden levha endüstrisinde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Özel amaçlar için saf olarak kullanılmaktadır. Özellikle inşaat sektöründe, uçak ve gemi inşaatında ağaç konstrüksiyonların yapıştırılmasında kullanılır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.3.3.1.1.5. İzosiyanat Tutkalı

Rutubete karşı dayanıklı olan izosiyanat tutkalı, yapışma direnci yüksek bir tutkaldır. Yapışma olayı amino grup ve fenoplastik tutkallarda ki gibi spesifik adhezyonla değil kimyasal bağla gerçekleşmektedir. Bu nedenle bu tutkalla üretilen levhalar çok sağlamdır. Fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında rutubete dayanıklılığı bakımından eşdeğer fakat yapışma direnci ise daha yüksektir. Sakıncalı yönü ise alüminyum ve çelik malzemeye yapışması nedeniyle transportör ve preslerde sorun oluşturur. Difenilmetilol diizosiyanat tutkalı (DMDİ) ile üretilen levhalar formaldehit içermediğinden sağlığa zarar verici, pis ve rahatsız edici koku bulundurmaz. Difenilmetilol diizosiyanat tutkalı (DMDİ) sıvıdır, içerisinde su ve organik çözücü yoktur. Tutkallama esnasında yonga rutubeti artmaz ve pres süresi kısalmaz (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.3.3.1.1.6. Termoplastik Tutkallar

Isıtıldıklarında yumuşayabilen ve soğutulduklarında sertleşebilen yapıştırıcılara termoplastik yapıştırıcılar denir. Termoplastik yapıştırıcılar soğuk olarak uygulanabilir, hızlı şekilde sertleşebilir, yüzeylere kolaylıkla uygulanabilir, yanmaz ve kokusuz özellikte, işleme sırasında aletlere zarar vermeyen ve ağaç malzemede lekelenmeye neden olmamaktadır. Fakat 70 °C sıcaklıktan itibaren yapıştırma özelliğini kaybetmesi, termoplastik yapıştırıcıların kullanımı sınırlandırmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

1.3.3.1.2. Doğal Yapıştırıcılar

Doğal yapıştırıcılar; Bitkisel yapıştırıcılar ve hayvansal yapıştırıcılar olmak üzere iki grupta toplanmaktadırlar.

Bitkisel yapıştırıcılar tanen, lignin ve soya tutkalıdır. Tanen; odun ve kabuktan elde edilmektedir. Bunlardan Mimoza (*Acacia mollissima L.*) ve Quebroka (*Schinopsis lorenzii*) en önemli kaynaklardır. Tanen mikrolan, divi divi meyveleri, Ouebrako odunu ve ladin, akasya, kızılçam kabuklarından sıcak su ekstraksiyonu ile üretilmektedir. Bu madde formaldehit ile işleme sokulduğunda suya dayanıklı ve suda çözünmeyen reçineleri teşkil etmektedir. Yüksek molokül ağırlığına sahip olması nedeniyle sentetik reçinelerden daha az kullanılır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Bitki fibrillerini bir arada tutan fenolik bir yapıştırıcı olan lignin, fenilproan ünitelerinden oluşmaktadır (Pizzi, 1994; Dunky, 2003; Hafizoğlu ve Deniz, 2010). Lignin çekirdeğindeki serbest pozisyon sayısının az ve reaktifliği fenol formaldehit reçinesine oranla daha düşüktür. Bu nedenlerden dolayı, lignin tutkalının sıcaklık ve mineral asit vasıtasıyla gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonu fenol formaldehit reçinesindeki gibi etkili değildir. Yeterli bir sertleşme için yüksek pres sıcaklığı, uzun pres süresi ve yüksek asit konsantrasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır (Dunky, 2003).

Soya tutkalı, düşük maliyetli olması, işlenmesinin kolay olması, düşük pres sıcaklığı gerektirmesi ve yüksek rutubette oduna bağlanabilmesi gibi özellikleri nedeniyle avantajlıdır. Sahip olduğu bu avantajlara rağmen suya karşı dayanımı ve bağ direncinin düşük olması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Hettiarachchy vd., 1995; Huang ve Sun, 2000a; Huang ve Sun, 2000b). Soya esaslı tutkallar 1923 yılında geliştirilmiştir. Buna rağmen petrol esaslı yapıştırıcıların direnç özellikleri ve suya dayanımı daha yüksek olduğundan soya esaslı tutkallara göre daha çok tercih edilmiştir (Huang ve Sun, 2000a; Lambuth, 2003).

Hayvansal tutkallar, koyun ve sığır gibi hayvanların deri ve kemiklerinden elde edilmekte olup toz, jel ve küçük parçacıklar halinde bulunabilmektedirler. Katı formdaki tutkallar su ile muamele edilip kullanılmaktadırlar. Uygulanabilir viskozite seviyesine getirmek için 60 °C'ye kadar tutkal ısıtılır (Eckelman, 1997).

Hayvansal tutkallar; diğer yapıştırıcılara göre rutubete karşı dayanımı düşük, mantar ve küflenmeye neden olmakta, her yerde kullanılamamakta, uygun sıcaklıkta uygulanabilmekte ve pahalıdır (Eckelman, 1997).

Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein; sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Kan albümin tutkalları ise; kan serumu içerisinde çözülmüş durumda bulunan bir proteindir. Bunun hammadde kaynağı mezbahalardır. Kan albumini genellikle sığır kanından elde edilmektedir (Pu vd., 1994). Bu hayvansal tutkallar çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır (Kalaycıoğlu, 1987; Çetin ve Özmen, 2002).

1.3.3.2. Anorganik Yapıştırıcılar

Anorganik yapıştırıcılar çimento, magnezit ve alçıdır. Bağlanma görevini bünyelerinden su kaybederek sağlamaları sebebiyle, bunlara hidrolik bağlayıcılarda denilmektedir. Çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretilmesinde kullanılmaktadır. Magnezyum ve portland çimentosu kullanılarak çimentolu yongalevha üretilmektedir (Erakhruman vd., 2008).

Anorganik yapıştırıcıların dezavantajları ise; yeterli sertleşme ve yoğunluk için uzun pres süresi gerektirmesidir (Jorge, 2008).

1.3.4. Katkı Maddeleri

Katkı maddeleri yongalevha endüstrisinde daha çok sıcak preste sertleşmeyi hızlandırma, sıcak preste gaz çıkışını dengeleme, stabilite sağlama, yanmayı geciktirme ve bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruma sağlama amaçlı kullanılırlar.

1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler

Tutkal çözeltisine katılan sertleştirici madde tutkalın prese girene kadar sertleşmesini engellemekte, presleme esnasında levha taslağının kısa sürede sertleşmesi sağlamaktadır. Yongalevha endüstrisinde kullanılan sertleştirici maddeler tutkal türüne göre değişmektedir.

Üre formaldehit tutkalı reaksiyonunu devam ettirmek için mutlaka sertleştirici kullanılması gerekir. Bunun için amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılır. Genellikle amonyum klorür tercih edilir.

Fenol formaldehit tutkalı yüksek sıcaklıklarda (135-155°C) sertleşmektedir. Ancak sertleşme süresinin kısaltılması için paraformaldehid veya potasyum karbonat kullanılır. Paraformaldehid kullanıldığında levhanın yüzeye dik çekme direncinde artış olurken, su alma ve kalınlık artışı değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir.

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

1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler

Yonga levhada levhanın su alarak şişmesini önlemek ve boyutsal stabilitesini sağlamak için hidrofobik maddeler kullanılır. Bu maddeler levhanın su almasını tamamen engellemezler sadece su alma hızını yavaşlatırlar.

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

1.3.4.3. Koruyucu Maddeler

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

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

Yanmayı önleyici madde olarak ise; bakır, çinko, borat, arsenik, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır. Bunlar levhaya toz ya da sıvı halde uygulanabilir. Uygulama levha üretimi sırasında yapılabildiği gibi levha üretildikten sonra da yüzeyine basınç altında emprenye edilebilmektedir (Alvur, 2001).

Yongalevha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir (Grexa ve Lübke, 2001).

1.4. Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Yongalevha üretiminde işlemler sırasıyla; odun hammaddesinin depolanması, kabuk soyma, yongalama, yongaların depolanması, yongaların elenmesi, yongaların tutkalanması, serme, presleme, levhaların klimatize edilmesi, boyutlandırma, zımparalama ve depolamadır.

Hammadde depoları; depo zemininin temiz ve bakımlı olması, mantar ve böcek tahribatına uğramamış olması önemlidir. Odun çürümelerini önlemek için istif zeminden en az 30 cm yükseklikteki beton ayaklar üzerine yerleştirilmeli ve rutubeti lif doygunluğu noktasının üzerinde tutulmalıdır.

Kabuk soyma; yongalevha üretiminde kullanılacak olan hammadde tomruk ise kabuk soyma işlemine tabi tutulur. Özellikle dış tabakalarda kullanılacak yongalar için kabuk soyma zorunludur.

Yongalama işlemi; yongalevhayı oluşturacak yongalar kaba ve ince olmak üzere iki yongalama işleminden geçirilerek istenilen incelik ve uzunlukta yongalar elde edilir. Yongalevha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesmek sureti ile elde edilmektedir. Bunlara, kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve az meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denmektedir. Levha için uygun yonganın üretilmesi iki ayrı sistemle olmaktadır. Birincisinde, önce kaba yongalar üretilir, daha sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde üretime uygun hale getirilirler. Bu yongalar genellikle orta tabakada kullanılmaktadır. İkincisinde, yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun incelikte ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir. Bu yongalar, ince yongalama makinelerinde isteğe bağlı olarak küçültülebilirler.

Kurutma işlemi; %35-120 rutubet değerlerindeki yongaların rutubetinin %1-3 değerlerine düşürülmesi amacıyla uygulanmaktadır. Yongaların kurutulması presleme

açısından önemlidir. %1-3 rutubet derecelerine düşürülen yongalardan üretilen levhalarda yüzeysel deformasyonlar olmaz, tutkalın sertleşmesi kolay olur. Orta ve dış tabakada kullanılacak yongaların rutubet değerleri farklıdır. Dış tabaka yongası orta tabaka yongasına göre daha rutubetlidir. Bu fark sıcak preslemede orta tabakaya ısı transferini kolaylaştırarak presleme süresini kısaltır. Dış tabakanın plastikleşerek düzgün yüzeyli levhalar elde edilmesini sağlar. Sıcak buharın etkisi ile direnci azalan yongaların daha fazla sıkışarak yüzeyde özgül ağırlık değerini, buda eğilme ve deformasyon direncini artırmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

Eleme; homojen olmayan yonga boyutlarının homojen hale getirilmesi için kurutma işleminden sonra eleme yapılır. Eleme işleminde kaba yongalar, çok küçük yongalar ve tozlar uzaklaştırılır. Kaba yongalar tekrar yongalama makinelerine gönderilir tozlar ise üretimde enerji sağlamak için değerlendirilir.

Tutkallama; ağır yongalara az, hafif ve ince yongalar ile odun tozlarına daha fazla tutkal yapışacağından orta ve dış tabakada kullanılan yongalar elendikten sonra tutkallanır. Ayrıca orta ve dış tabakada kullanılan yongaların tutkallama oranları farklılık göstermekte olup, tam kuru yonga ağırlığına göre belirlenmektedir. Genellikle dış tabakada kullanılan tutkal miktarı %11, orta tabaka da ise %8 civarındadır. Tutkal miktarının artması levhanın direnç özelliklerini iyileştirmekte, ancak maliyeti artırmaktadır. Tutkal miktarını artırmadan noktasal tutkallama yöntemi ile küçük tanecikli tutkal püskürtülerek de, daha iyi yapışma alanı oluşturularak levhanın direnç özellikleri artırılabilir (Göker ve Akbulut, 1992).

Serme işlemi; amaç taslağın her yerine eşit miktarda yonga düşmesini sağlamak ve bu amaçla homojen bir özgül ağırlık dağılımı elde etmektir. Özgül ağırlığın levhanın her yerinde eşit olması direnç özelliklerinin olumlu sonuçlar vermesini sağlayacaktır. Serme işlemi; dökme, savurma rüzgârlama ve sınıflandırma şeklinde yapılır. Serme işleminin hatalı gerçekleştirilmesi levhanın özgül ağırlık homojenliğinin bozulmasına neden olur. Bunun sonucu olarak levha şekli, fiziksel ve mekanik özellikleri olumsuz etkilenir. Bu nedenle serme işlemi levhanın özelliklerine etki eden en önemli aşama olarak kabul edilir.

Presleme işlemi; serme işlemi uygulanan levhalar sırası ile soğuk ve sıcak presleme işlemlerine tabi tutulurlar. Soğuk preste amaç; levha tabakaları arasındaki bağın kuvvetlendirilmesi, sıcak pres tabakalarının açılma yüksekliğinin azaltılması, ısı ve pres sürelerinde tasarruf sağlanması, serme sırasında meyilli olan yongaların iki yüze paralel hale getirilmesidir. Sıcak pres işlemi, belirli basınç ve sıcaklık altında gerçekleştirilir.

Sıcaklık tutkal türüne göre 150-220 °C arasında değişiklik gösterirken basınç; taslak kalınlığı ve özgül ağırlığa göre 20-35 kg/cm² arasında belirlenir. Sıcak preste; levha kalınlığına, pres sıcaklığına, pres plakaları kapanma süresine ve taslak rutubetine göre süre ayarlaması yapılır. Pres işlemini takiben levhaların soğutulması için genellikle yıldız soğutucular kullanılır.

Boyutlandırma; klimatize edilen levhalar fasıllı preste üretilmişse levha prese girmeden önce boyutlandırılmıştır ve pres sonrası kenar alma işlemi uygulanır. Fasılsız preste üretiliyorsa pres sonrası hem boyutlandırma hem de kenar alma işlemi yapılır. Kenar alma işlemleri daire testere ile gerçekleştirilir.

Zımparalama; boyutlandırılan levhalar kalınlık hatalarının giderilmesi, yüzeylerinin düzgünleştirilmesi için zımparalanır. Zımparalama ardından hazır olan levhalar satışa kadar depolarda bekletilir. Depoların sıcaklığının 18-24 °C ve bağıl neminin %60-65 oranında olması gerekmektedir.

Yongalevha üretiminde yatık yongalı levha üretimi, dik yongalı levha üretimi ve kalıplanmış yongalevha üretimi olmak üzere 3 temel üretim teknoloji kullanılmaktadır. Söz konusu bu üretim metotlarında temel işlemler aynı olmakla beraber, farklılık; presleme tekniği, serme işlemi veya kullanılan bağlayıcıdan kaynaklanır (Yıldırım, 2007).

1.5. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

Pinus sylvestris L., gymnospormaelerin coniferae sınıfının pinoidae alt sınıfının abietaceae familyasının pinus cinsinin bir türüdür (Toker, 1960). Sarıçam genç yaşlarda uca doğru kısalan dallar oluşturarak gittikçe daralan bir tepe, düz, dolgun, budaksız, uzun ve kaliteli gövdeler oluşturur. Bulunduğu alanın ekolojik şartlarına göre 20-50 m arasında boy yapabilir. Sarıçam toprak isteği bakımından kanaatkârdır, gevşek, derin, nemli kum topraklarında iyi yetişir (URL-1, 2014).

1.5.1. Yayılışı

Sarıçam Asya ve Avrupa'da geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Türkiye ve dünyada ki en güney sınırı Kayseri Pınarbaşı'dır. Kuzey Anadolu, Ardahan, Oltu, Posof, Sarıkamış dolaylarında saf, Kastamonu ve Bolu yörelerinde, Ilgaz Dağlarında ve

Eskişehir’de yer yer kayın, ladin, göknar, karaçam, meşe türleri ile karışık olarak görülür. Yayılışına Bursa ve Kütahya dolaylarında da rastlanmaktadır (Bozkurt, 1971). Doğu Anadolu’da 2700 m’ye kadar çıkar. Sarıçam Türkiye’de ortalama 1000-2500 m arasında yayılış göstermektedir (URL-1, 2014).

Sarıçam ağacı ülkemizde 751060 ha normal, 728588 ha boşluklu olmak üzere toplam 1479648 ha alanda yayılış göstermektedir (URL-2, 2014).

1.5.2. Morfolojik, Anatomik ve Teknolojik Özellikleri

Değerli bir oduna sahip olan sarıçamda diri odun sarımsı soluk kahverenginde, özodunu ise belirgin kırmızıdır. Özellikle öz odunlarında çok sayıda reçine kanalı vardır. Sarıçam odununun yıllık halka sınırları belirgin olup, yaz odunu traheidleri radyal yönde yassılaştırmış, kalın çeperli, dar lümenlidir. İlkbahar odununda traheidler geniş lümenli ve ince çeperlidir. Traheidlerin teğet çapı, 10-50 μ dur. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş oldukça hızlıdır. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal geçitlerinde kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır. Öz ışınları tek sıralıdır. Reçine kanalı bulunan öz ışınları orta kısımda 2-5 sıralıdır. Özışınları çoğunlukla 1-12 bazen ise 15’den fazla hücrelidir. Özışını paranzim hücrelerinin çeperleri ince olup enine ve uç çeperlerde geçitler az sayıdadır. Karşılaşma yeri geçitleri 1-2 adet pencere tipindedir. Boyuna paranzim hücreleri bulunmamaktadır (Bozkurt, 1992).

Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 1.’de verilmiştir (Berkel, 1970; Bozkurt ve Erdin 1997; Anşin, 1998; Dönmez, 2010).

Tablo1. Sarıçam odununun mekanik ve fiziksel özellikleri

Sarıçam Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri	
Tam kuru özgül ağırlık (gr/cm^3)	0,49
Hava kurusu özgül ağırlık (gr/cm^3)	0,52
Radial yönde daralma (%)	4,0
Teğet yönde daralma (%)	7,7
Hacmen daralma (%)	12,1
Basınç direnci (paralel yönde) (Kp/cm^2)	550
Çekme Direnci (paralel yönde) (Kp/cm^2)	1040
Eğilme Direnci (Kp/cm^2)	1000
Elastikiyet Modülü (1000) (Kp/cm^2)	120
Dinamik Eğilme (Kp/cm^2)	0,40

1.5.3. Kullanım Alanları

Çok kolay işlenebilen odunu düzgün ve parlak bir görünümündedir, boya, cila ve tutkalı kolay emer ve çivi tutma kabiliyeti iyidir (URL-1, 2014). Ticarete kırmızı odun olarak bilinen odunlarından, telgraf ve telefon direkleri, demiryolu traversleri olmak üzere inşaat alanında, döşemecilikte, çatı ve döşeme kirişi, marangoz ve doğramacılıkta, kâğıtçılıkta yararlanılmaktadır (Dönmez, 2010).

1.5.4. Türleri

Cinsin dünyada mevcut taksonları üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda bu türe bağlı beş taksonun yetiştiği bilinmektedir (Anşın ve Özkan, 1997).

1. *P. sylvestris* L. *ssp.sylvestris* : Batı Avrupa, Rusya'nın Avrupa kısmı, Kırım ve Kafkasya
2. *P. sylvestris* L. *ssp.hamata(steven) Fomin* : Kırım, Kafkasya, Anadolu
3. *P. sylvestris* L. *ssp.lapponica Fires* : Avrupa Asya'nın kuzeyi, 62 derece kuzey enlemin kuzeyi
4. *P. sylvestris* L. *ssp.sibirica Ledeb* : Asya 62-52 derece kuzey enlemleri arası.
5. *P. sylvestris* L. *ssp.kulundensis Sukaczew* : 52 derece kuzey enleminin güneyi; Asya'da.

Bu sınıflandırmaya göre; *P. sylvestris* L. *ssp.hamata(steven) Fomin* ülkemizde doğal olarak saf ve karmaşık ormanlar kurmaktadır.

1.6. *Ips sexdentatus* Boerner (Oniki Dişli Kabuk Böceği)

Takım: *Coleoptera*

Alt takım: *Rhynchophora*

Üst familya: *Scolytoidea*

Familya: *Scolytidae (Ipidae)*

Alt familya: *Ipinae*

Üst tribü: *Ipini*

Tribü: *Ipina*

Cins: *Ips* De Geer, 1775

Tür: *Ips sexdentatus* Boerner, 1776

Sinonimleri: *Ips stenographus* Duft., *Ips pinastri* Becht. (Beşçeli ve Ekici, 1969).

On iki dişli kabuk böceği 5,5-8 mm büyüklüğünde, erginleri parlak kahverenkli ve üzerlerinde uzun kıllar vardır. Boyun kalkanlarının boyu eninden daha fazladır. Bacak ve antenleri sarımtırak kahverengidir. Çukur bir düzlük halindeki sağrılarının her iki yanında altışar tane diş vardır (URL-3, 2014).



Şekil 1. *Ips sexdentatus* böceği ergini

Dünya'da geniş bir yayılıma sahip olan bu böcek Japonya'dan Güney Avrupa ve Transkafkasya'ya, Atlantik'ten Büyük Okyanus'a kadar yayılır (Beşçeli ve Ekici, 1969). Ülkemizde Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Ardahan, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bilecik, Bolu, Burdur, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Düzce, Edirne, Erzincan, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Karabük, Kars, Kastamonu, Kırklareli, Kırşehir, Kütahya, Manisa, Mersin, Muğla, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Sivas, Tokat, Trabzon, Uşak, Yozgat, Zonguldak ormanlarında mevcuttur (URL-3, 2014). Ülkemiz' de arız olduğu ağaç türleri karaçam, sarıçam, kızılçam ve doğu ladinidir. Bunlardan başka sahil çamı, batı ladini, göknarlara, bazı çam türleri ve nadiren de melezlere arız olmaktadır (Beşçeli ve Ekici, 1969).

Ips sexdentatus hem primer hem de sekonder çepere musallat olmakla beraber esas itibariyle sekonder zararlıdır. Genellikle yaralı, hastalıklı, rüzgar ve fırtına devriği, yanık alanlar, diğer böcekler tarafından tahrip edilmiş veya fizyolojik olarak zayıf düşmüş ağaçları tercih eder. Fazla ürediği takdirde de primer zararlı bir durum alır ve tamamen sağlıklı ağaçlara da arız olur. Böceğin arız olduğu ağaçlar giriş deliklerinden, bunlardan

dökülen talaşlardan, reçine hunilerinden ve reçine sızıntılarından anlaşılır. Böcekli ağaçları tespit için ibrelerin kızarmasını beklemek bilhassa mücadele yönünden çok sakıncalıdır. Zira bu zamanda böcekler krizalit, genç ergin devresinde oldukları gibi bir kısmının da ağacı terk etmiş olması mümkündür (Beşçeli ve Ekici, 1969). Böceğin üreme yiyimi kambiyum tabakasının tamamen harap olmasına neden olduğundan zarar gören ağaçlar ölürlür (URL-3, 2014).



Şekil 2. *Ips sexdentatus* böceğinin ağaçtaki yiyinti yolları

Bu böceğe karşı biyoteknik ve mekanik mücadelenin yanı sıra biyolojik mücadelede yapılmaktadır (URL-3, 2014).

1.7. Kav mantarı (*Fomes fomentarius*)

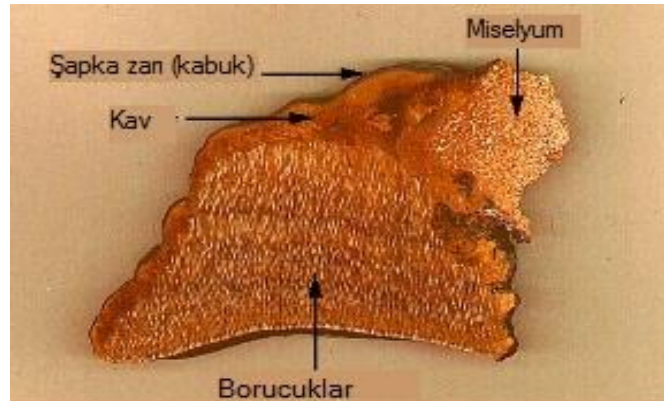
Kav mantarı (*Fomes fomentarius*) ; 5-50 cm boyunda, 3-25 cm genişliğinde ve 2-25 cm yüksekliğinde ve at tırnağı şeklinde olan bir mantar türüdür (URL-4, 2014) . Her yıl yeni büyüyen kısımların üst üste eklenerek geçen seneden kalanı tamamen örtmesiyle mantarın basidiokarpı oluşur. Böylece basidiokarpın yıllık gelişim halkalarını saptamak mümkündür. Kenarları hafifçe kıvrımlı ve yüzeyi sert bir yapıdan oluşmaktadır. Tüpler, 1-3 cm çapında, pas kahverengisi renkte ve ilk başlarda soluk renkli, tüp yüzeyi konkav şekilde ve farklı yılların tüpleri üst üste gelmiş olup, basidiokarp kesildiğinde görülebilmektedir. Porlar, 0,2-0,4 cm çapında, dairesel ve kahverengimsi-kırmızı renktedir. Trama, koyu kahverengi renkte, sık ve sert yapıdadır. Zonlar her sene büyüyerek yeni

kısımların üst üste eklenip bir önceki seneden kalan kısmı örtmesiyle mantarı oluşturmaktadır (Atila, 2013).



Şekil 3. Kav mantarı (URL-5, 2014).

Ağaçlar üzerinde görülen yaygın bir türdür. Tüm sene boyunca görülür. Literatüre göre kayın, meşe, huş, karaağaç, gürgen kızılağaç, at kestanesi ve çınar üzerinde yetiştiği görülmektedir (Atila, 2013; Selik, 1965, 1973). Kav mantarı geniş yapraklı ağaçlarda söğüt ve kavak üzerinde, çok ender olarak iğne yapraklıların canlı gövdelerinde ve kütüklerinde parazit, bazende saprofit olarak yaşar (URL-4, 2014). Kav mantarı asalak olarak yaşadığı ağacın kabuğu altında beyaz miselyumlar, (esas mantar) şeritler oluşturur (URL-5, 2014).



Şekil 4. Kav mantarının kesiti (URL-5, 2014).

Kav mantarı ağaçlarda beyaz çürüklüğe sebep olur. Beyaz çürüklük odunun tüm elemanlarını (selüloz, hemiselüloz, lignin) tahrip eder. Ama asıl ve öncelikle lignini tahrip ettiği için beyaz çürüklük denir. Lignini parçalayarak sebep olduğu çürüklük ileri kademelerde esmer çürüklüğe dönüşmektedir (Demirel ve Uzun, 1996).

Türkiye'nin her yerinde yayılış göstermektedir. Şavşat (Artvin) (Atila, 2013; Demirel ve ark., 2004), Mut (Mersin) (Atila, 2013; Doğan ve ark., 2007), Tavas (Denizli) (Atila, 2013; Gezer ve ark., 2007), Dalaman (Muğla) (Atila, 2013; Gezer ve Işıloğlu, 2006), Göksun (Kahramanmaraş) (Atila, 2013; Kaya ve ark., 2009), Huzurlu Yaylası (Gaziantep) (Atila, 2013; Kaya, 2009), Kemaliye (Erzincan) (Atila, 2013; Allı, 2011).

Kav mantarının sert kabuğunun altında bulunan etli kısmından tekstil alanında, sağlık sektöründe ve ateş yakmada faydalanılmaktadır. Bu etli kısım ince plaka şeklinde kesilir, potasyum külü ile kaynatılır ve ince bir güderiye gelene kadar dövülür. Kav mantarının içi küçük küçük ufalanarak yakılır ve bu ateş kor olma özelliğini uzun bir zaman korur. Tekstil alanında kullanılan kav plakalarından normal kumaş yapılarak elbise, şapka vb. ürünlerin yapımında kullanılır. Çok eskiden bu mantar çibanların yakılıp iyileştirmesinde kullanılırdı. Ayrıca kanayan yaralarda kanı durdurmak için de yararlanılan bu mantar bir zamanlar İsveç'te, kan kurutucu olarak, "Funguschirurgorum" adı altında, eczanelerde satılırdı (URL-5, 2014).

1.8. Formaldehit Emisyonu

Formaldehit ($H_2C=O$) aldehit grubunun en basit üyesi olup, teknikte metan ve metanolün oksidasyonu ile üretilmektedir. Genel olarak renksiz, keskin ve kötü kokulu bir madde olarak tanımlanabilir (MC Murry, 1995). Orman ürünleri endüstrisinde üre, melamin ve fenol reçineleri ile kondense edilerek yongalevha, kontrplak ve lif levha gibi ahşap esaslı kompozit malzemelerin üretiminde yapıştırıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Şahin, 2005; Marutzky, 1994). Yongalevha, kontrplak ve liflevha gibi odun esaslı levhaların yapıştırılmasında çok fazla miktarda kullanılan üre-formaldehit tutkalının içerisinde serbest formaldehit bulunmaktadır. Serbest formaldehit tutkalın çapraz bağ oluşturmaya yardımcı olur ve sıcak preste sertleşmeyi hızlandırır. Sıcak preslenme sırasında formaldehitin büyük bir kısmı kimyasal reaksiyona girer ve/veya dağılır, reaksiyona girmeyen gaz halindeki bir miktardaki formaldehit ise levha içerisinde kalır ve yavaş yavaş dışarı çıkarak havaya karışmaktadır (Sellers vd., 1990).

Üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda gerek üretim gerekse kullanımları sırasında odun türü, presleme şartları, sertleştirici, reçine tipi ve miktarı ve ilave maddelerin miktarı ve türleri ile odun rutubeti gibi faktörlere bağlı olarak değişik miktarlarda formaldehit açığa çıkmaktadır (Çolakoğlu, 1993).

Formaldehit Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu tarafından, kanserojen özellikte bir madde olarak nitelendirilip Grup 2A olarak sınıflandırılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucu, formaldehitin özellikle burun ve üst solunum yolu kanserlerinin ve deri kanserinin oluşumuna sebebiyet verdiği belirlenmiştir (Soysal ve Demiral, 2007; Muzi vd., 2004). Bu nedenle, kapalı ortamlardaki formaldehit miktarı, sağlığa etkileri ve ev ortamında kirletici olarak yaygın bir şekilde rastlanmaları nedeniyle tehlikeli olmaktadır (Marutzky, 1994; Emri vd., 2004). Formaldehit etkisi altında kalmış kişilerde yorgunluk ve baş ağrısı şikayetleri de olabilmektedir (Emri vd., 2004). Formaldehitin merkezi sinir sistemi üzerinde de uyuşturucu etkisi bulunmaktadır (Kurtoğlu ve Uçar, 1985).

Yapılan çalışmalara göre, insanların çoğu genellikle 0,4 ppm formaldehit konsantrasyonu altındaki değerlerden rahatsız olmaktadır. Alerjik insanlar için bu sınır daha da düşmekte ve 0,25 ppm olarak belirtilmektedir. Düşük konsantrasyonlarda gözlerde hafif tahrişe neden olurken artan konsantrasyonlarda göz yanması, boğazlarda yanma ve tahriş oluşumu ortaya çıkmaktadır. 3,5 ppm'in üzerindeki konsantrasyonlar ise öksürük, göz yaşarması ve nefes darlığı gibi rahatsızlıklara neden olabilmektedir (Kalaycıoğlu ve Çolakoğlu, 1994).

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

1. Perfaratör Metodu
2. Desikatör Metodu
3. WKI Şişe Metodu
4. Kağıt Sorpsiyon Metodu
5. Deney Odası Metodu
6. Gaz Analizi Metodu
7. Kabin Metodu

Formaldehit emisyonu en genel olarak, üretim sürecinden sonra hava ile temas eden malzemenin (örneğin ahşap esaslı) ortamdaki bağıl nem ile formaldehitin çözülerek havaya karışması olarak tanımlanabilir (Özalp, 1996). Formaldehit salınım değeri ortam sıcaklığı ve neminin artmasına paralel olarak artış gösterebilmektedir (Şahin vd., 2011).

Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Formaldehit emisyonlarına göre yongalevhaların sınıflandırılması

Emisyon Sınıfı	Perforatör Değeri (mg/100g)	Talimatlar
E1	<8	Kullanımla ilgili herhangi bir talimat yok
E2	>8	Yüzeyler kaplanmalıdır

1.9. Yüzey Özellikleri

1.9.1 Yüzey Pürüzlülüğü

Gerek üretim gerekse üretim sonrası pazarlama aşamalarında ağaç malzemenin yüzey özellikleri oldukça önem taşımaktadır. Yüzey pürüzlülüğü hem üreticiler hemde kullanıcılar açısından sorun teşkil etmektedir. Bu kusur bir miktar fazla zımparalama ile giderilebilse de zaiyat artmakta ve üretim süresi uzamaktadır (Aydın ve Çolakoğlu, 2003).

Pürüzlülük bir maddenin yüzeyindeki küçük düzensizliklerin ölçümüne denir. Bu düzensizliklerin yüksekliği, şekli ve genişliği bir ürünün yüzey kalitesini belirler (Hızıroğlu, 1996). Yüzey tekstürü üç boyutlu bir yüzey topografyası oluşacak biçimde nominal yüzeyden tekrarlamalı veya gelişli güzel sapmalar şeklinde tanımlanabilir. Bu sapmalar pürüzlülüğü, yüzey dalgalanmalarını ve küçük çatlakları içermektedir (ANSI, 1985).

Yongalevha endüstrisinde levhaların yüzeyleri dekoratif bir görüntü elde etmek, rutubet ve su emilimini ve formaldehit yayılımını azaltmak için kaplanır (Nemli, vd., 2005). Yüzey kaplama malzemeleri reçine emdirilmiş kâğıtlar, dekoratif laminatlar, ahşap kaplamalar gibi katı yüzey kaplama malzemeleri ve lake boya gibi sıvı yüzey kaplama malzemelerinden oluşur (Nemli, 2000). İnce bir film şeklindeki yüzey kaplama malzemelerinin yongalevhanın yüzeyine iyi bir şekilde uygulanabilmesi için levha yüzeyinin oldukça düzgün olması gerekmektedir. Levha yüzeyindeki pürüzlülük kaplama

malzemesi üzerinden kendini göstererek ürün kalitesini, yüzeyinin işlenmesini ve tutkalanmasını etkilemektedir (Hızıroğlu, 1996).

Yongalevhada dış tabaka yonga kullanım oranı, levha özgül ağırlığı ve pres basıncının artırılması yüzey pürüzlülüğünü azaltmıştır (Nemli, vd., 2005).

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

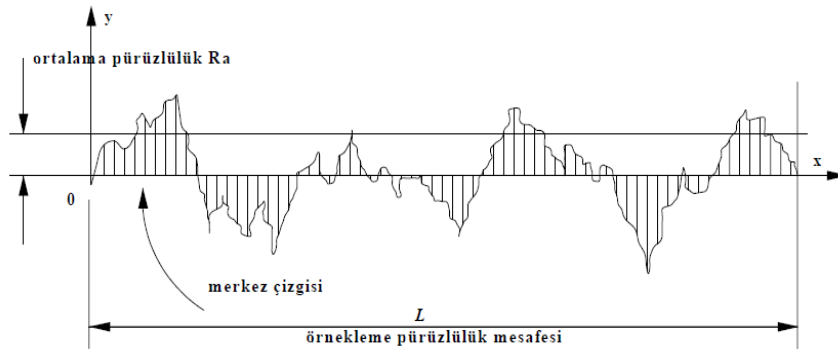
1.9.2. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri

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

1.9.2.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)

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

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx \quad (1)$$



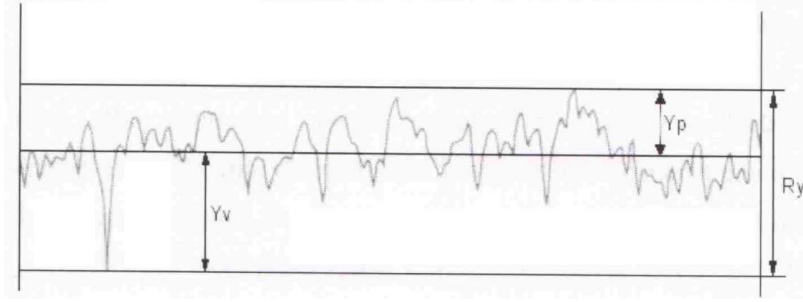
Şekil 5. Ortalama pürüzlülük değeri (Salman, 2005).

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

1.9.2.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri (R_{max} / R_y)

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

$$R_{max} = Y_p + Y_v \quad (2)$$

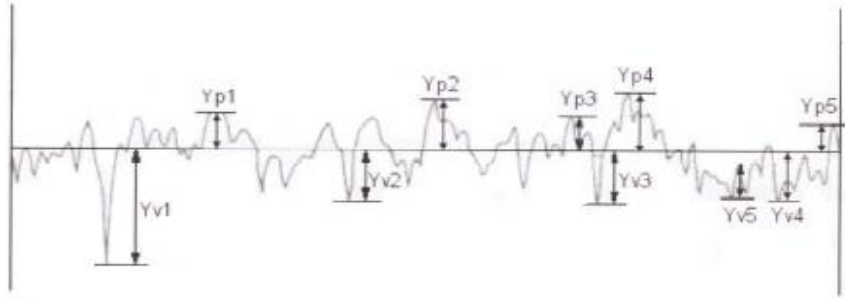


Şekil 6. En büyük pürüzlülük değeri (Aydın, 2003).

1.9.2.3. On Nokta Pürüzlülüğü (R_z)

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

$$R_z = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Y_{pi} + \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Y_{vi} \quad (3)$$



Şekil 7. On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri (Aydın, 2003).

1.9.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi için çeşitli araçlar geliştirilmiş olup bunlar; iğne taramalı, pinomatik, akustik, optik, ultrasonik yüzey ölçerler ve kamera ile resim analizidir. Bu araçlar genellikle plastik ve metal gibi endüstriyel malzemelerin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi için geliştirilmiştir (Aydın, 2003; Hendarto vd., 2006).

Belirtilen yüzey pürüzlülüğü ölçüm aletlerinden en yaygın olarak iğne taramalı araç ile iğne taramalı ölçüm yöntemi kullanılmaktadır. Pratik olan bu yöntem ile yüzey parametrelerinin sayısal değerleri tam olarak hesaplanabilmektedir. İğne uç çapı, iğneye karşı oluşan yüzey mukavemeti ve profil uzunluğu bu yöntemle elde edilen sonuçları etkilemektedir (Hızıroğlu, 1996; Aydın, 2003).

1.9.4. Islanma Olayı ve Temas Açısı

Islanma katı bir yüzeyin sıvı ile teması ile gerçekleşmektedir. Katı ile sıvının arasındaki temas açısının şekli, sıvının katı yüzey üzerine yayılımı ve katının gözenekleri içerisine sıvının emilimi moleküler etkileşimin etkileridir (Berg, 1993; Walinder, 2000; Sarı, 2011). Islanabilme yeteneği ve sıvı ile katı arasındaki adhezyonu belirleyebilmek için temas açısı yöntemi en yaygın kullanılan yöntemdir. Temas açısı düz bir katı yüzeyine sıvının damlatılması sonucu sıvı ile katının temas ettiği noktadaki katı ve sıvı yüzeyine teğet geçen iki düzlem arasındaki açıdır. Oluşan bu açı sıvı ile katı yüzeyin bir fonksiyonudur (Walinder, 2000; Aydın, 2003; Sarı, 2011).

Odunun ıslanma yeteneği her ağaç türü, ağacın farklı kısımlarına göre değişiklik göstermektedir. Örneğin odunda bulunan ekstraktif maddelerin ıslanabilme yeteneğini

nasıl etkilediği hususunda birçok çalışma yapılmıştır ve temas açısı üzerine etkileri belirlenmiştir. Odunda bulunan ekstraktif maddelerin yapısının odunun yüzeyindeki polar ve polar olmayan kuvvetlerin toplam yüzey serbest enerjisine katkısı ile doğrudan ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Odunda zamana bağlı olarak değişen ıslanabilme yeteneği; genellikle ekstraktif maddelerin zamanla odun yüzeyine çıkmasına bağlanmıştır. Bu nedenle ağacın öz odun kısmı ve diri odun kısmından elde edilen yüzeyler arasında ıslanabilme yeteneği farklılıklar gösterebilmektedir (Aydın, 2011).

Düz yatay bir zeminin üzerine bırakılan sıvı damlasının temas açısı katı ile sıvı yüzey gerilimleri arasındaki ilişki Thomas Young tarafından belirlenmiştir. Young eşitliği olarak isimlendirilen bu eşitlik aşağıda verilmiştir (Walinder, 2000):

$$Y_{LG} \cos Q = Y_{SG} - Y_{SL} \quad (4)$$

Y_{LG} sıvı için Y_{SG} ise katı için yüzey serbest enerjisidir. Katı-sıvı ara yüzey için serbest enerjisi Y_{SL} olarak kabul edilmektedir.

Polimer veya lignoselülozik malzemeler gibi düşük yüzey enerjisine sahip malzemelerin ıslanabilirliğinin yorumlanmasında en uygun yolu Dupre tarafından belirlenmiş adhezyon işi (W_a) formülüdür. Bu formül ara yüzey kuvvetleri arasındaki etkileşimin termodinamik enerjisi için belirlenmiştir (Walinder, 2000; Aydın, 2003).

$$W_a = Y_S + Y_L - Y_{SL} \quad (5)$$

Y_S ve Y_L katı ve sıvının yüzey serbest enerjileri iken Y_{SL} katı-sıvı serbest enerjidir. Söz konusu iki eşitlik birleştirildiğinde adhezyon işi için aşağıda verilen eşitlik elde edilmektedir (Aydın, 2003).

$$W_a = Y_L(1 + \cos Q) \quad (6)$$

Yukarıda gösterildiği gibi bir ara yüzeydeki termodinamik enerji; sıvının yüzey gerilimi ve temas açısı değerleri kullanılarak hesaplanabilmektedir (Aydın, 2003).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; *Ips sexdentatus* Boerner (Oniki dişli kabuk böceği) ve *Fomes fomentarius* (kav mantarı) tahribatına uğramış, ortalama kırk yaşında ve Artvin yöresinden temin edilen Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağacından üretilmiş yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, yüzey kalitesi ve formaldehit emisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca sağlam, böcek, böcek ve mantar tahribatına uğramış odun örneklerinin anatomik ve kimyasal özelliklerinin levha kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bu amaçla, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'ne ait laboratuvarında 1,2x55x60 cm boyutlarında yongalevhalar üretilmiştir. Her levha grubundan 2'şer adet levha üretilmiş ve standartlara uygun olarak testler gerçekleştirilmiştir. Deneme levhası tipleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Deneme levhası tipleri

Levha Tipi	Yonga karışım oranları		
	Sağlam (%)	Böcek tahribatına uğramış (%)	Böcek ve Mantar tahribatına uğramış(%)
1	100	-	-
2	-	100	-
3	-	-	100
4	90	-	10
5	80	-	20
6	70	-	30

2.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhaları üretiminde Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağacının sağlam odunundan, *Ips sexdentatus* Boerner (On iki dişli kabuk böceği) tahribatına uğramış böcekli odundan ve bu tahribattan sonra böceğin bırakmış olduğu yiyinti yollarına gelip yerleşerek ağaç bileşenlerinin yıkımına devam eden *Fomes fomentarius* (kav mantarı) tahribatına uğramış odundan (böcek ve mantar tahribatına uğramış odun) üretilen yongalar kullanılmıştır.

2.1.2. Tutkal

Deneme levhalarının üretiminde üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Bu tutkal yarı saydam sıvı özelliğinde olup katı madde oranı 55 ± 1 'dir. 20 °C'deki yoğunluğu; 1,22-1,23 g/cm³, viskozitesi; 100-200 cps, pH'ı; 7,5-8,5, akma zamanı ise; 25-45 sn'dir. Serbest formaldehit miktarı % olarak max. 0,8 ve jelleşme zamanı 100 °C'de 15-25 sn'dir. Deneme levhalarının üretiminde tam kuru yonga ağırlığına oranla; orta tabakada %9, dış tabakada %11 oranında üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

2.1.3. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarının üretiminde dış ve orta tabakada katı tutkal miktarına oranla amonyum klorürün %25'lik çözeltisi %1 oranında kullanılmıştır.

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

Deneme levhalarını üretmek için Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağacı odunları K.T.Ü.'nün Orman Endüstri Mühendisliğine aityongalevha pilot tesisine getirilerek aşağıdaki üretim aşamaları sırayla uygulanmıştır.

Kaba yongalama işleminde kullanılacak odunların önce kabukları soyulmuş daha sonra kaba yongalama makinesinin kullanım talimatına uygun olacak şekilde 2,5 cm kalınlıkta biçilmiş ve ardından sağlam odun, böcek tahribatına uğramış odun, böcek ve mantar tahribatına uğramış odun için ayrı ayrı kaba yongalama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Odunların yongalanması için Robert Hildebrand marka laboratuvar tipi iki bıçaklı kaba yongalama makinesi kullanılmıştır. Kaba yongalama işlemlerinden sonra elde edilen yongalar R.Hildebrand marka ve 16 bıçak ile 6 çekiçten oluşan bıçak halkalı ince yongalama makinesinde ince yongalama işlemine tabi tutulmuşlardır.

Hava kurusu rutubete kadar kurutulan yongalar Algemaier marka dairesel hareket yapan 4 kademeli sarsak elek kullanılarak elenmişlerdir. 3 mm gözenekli elek üzerine kalan yongalar tekrar ince yongalama makinesinde yongalanmışlardır. Elemede 3 mm gözenekli elekten geçip 1,5 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar orta tabakada, 1,5 mm gözenekli elekten geçip 0,5 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar ise dış tabakada kullanılmıştır.

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

Elenen yongaların tutkallanmasında tutkal; tam kuru yonga ağırlığına oranla verilmiştir. Tutkallamada 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 karıştırılarak homojen bir tutkallama sağlanmıştır.

Hazırlanan tutkal çözeltilisinde sertleştirici madde olarak katı tutkala oranla %1 oranında %25'lik amonyum klorür ilave edilmiştir.

Levha taslağının hazırlanmasında 55x60 cm boyutlarında şekillendirme çerçevesi ve 1,2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılmıştır. Üretilen levhaların dış tabakaları toplam yonga ağırlığına oranla %40, orta tabakaları ise toplam yonga ağırlığına oranla %60 ve olacak şekilde hazırlanmıştır. Levha özgül ağırlığı 0,65 g/cm³ olarak belirlenmiş ve presten çıkış rutubeti %8 olarak tayin edilmiştir. Çerçeve pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra, önce tutkallanmış dış tabaka yongaları el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde serilmiş ardından tutkallanmış orta tabaka ve ardından diğer dış tabaka yongaları serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılmıştır. Şekillendirme tablası yavaş yavaş ve levha kenarına zarar vermeden çıkarılmıştır. Daha sonra levha taslağı üzerine üst pres sacı yerleştirilerek preslemeye hazır hale getirilmiştir.

Levha taslaklarının pres işlemi laboratuvar tipi ve presleme alanı 70x89 cm olan elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik pres kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Preslemede 1,2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılarak tüm levhaların homojen bir şekilde aynı

kalınlıkta olmaları sağlanmıştır. Böylece her levha tipinden 2 adet olmak üzere toplam 12 adet levha üretilmiştir. Pres sıcaklığı 150 °C, pres süresi 6 dakika ve pres basıncı 25 kg/cm² tutulmuştur. Levhalar preslendikten sonra tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için, pres sacları arasında soğuyuncaya kadar bekletilmiştir. Bu şekilde soğuyan levhalar, TS 642 standardına uygun olarak 18-22 °C sıcaklık ve %60-70 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında üç hafta süre ile bekletilmiş ve iklimlendirilen bu levhalardan deneyler için gerekli örnekler kesilmiştir (TS 642, 1999).

2.3. Araştırma Yöntemi

2.3.1. Anatomik Özellikler

Artvin yöresinden temin edilen Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarının (sağlam, böcek, böcek ve mantar) 1,30 m göğüs yüksekliğinden tekerlekler alınmıştır. Tekerleklerden, 1x1x1 cm³ ebatlarında parçalar çıkartılmıştır. Tekerlek üzerinden parçalar alınırken budak, çürük, reaksiyon odununun olmadığı kısımlar olmasına dikkat edilmiştir.

Anatomik özelliklerin belirlenmesi için; ilkbahar ve yaz odunu traheidlerinin 1 mm²'deki sayısı, lif uzunluğu, lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı ölçümleri yapılmıştır.

Odunun enine kesitinde 1 mm² içinde bulunan ilkbahar ve yaz odunu traheid sayısını belirlemek için görüntü analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla odunun enine kesitinden mikrotom ile alınan örneklerden preparatlar hazırlanmıştır. Daha sonra mikroskopta 90 kat büyütme yapılarak dijital resimler çekilmiştir. Çekilen bu resimler Digimizer görüntü analiz programında işlenmiştir. Görüntü üzerinde 1 mm² boyutunda kare şeklinde alanlar işaretlenmiş, bu alanlar içindeki hücre sayısı bu program yardımıyla sayılmıştır. En az on farklı noktadan 1 mm²'lik alanlar taranmış ve bunların ortalaması alınmıştır.

Odundaki lif yapısını gösteren hücre boyutlarının ölçülmesinde Digimizer görüntü işleme programı kullanılmıştır. Bu amaçla kibrit çöpü büyüklüğüne getirilen 5 gr odun örneği 100 ml perasetik asit çözeltisi içinde 60 °C'de 1 gün bekletilmiştir. Daha sonra yumuşayan örneklerin içindeki kimyasal madde süzülüş ve yıkanmıştır. Bu örnekler sulandırılarak manyetik karıştırıcı ile disintigre (serbest hal) edilmiştir. Bu karışımdan az miktarda alınan lif örneği gliserin jelatin kullanılarak preparat hazırlanmıştır. Lif uzunluğu için 56 kat, çeper kalınlığı ve lümen genişliği için ise 135 kat mikroskopta büyütme yapılarak dijital resimleri çekilmiştir. Daha sonra lif boyutları Digimizer görüntü analiz

programını kullanılarak bilgisayarda ölçülmüştür. Bu yöntem Tappi T 232 cm-85 standardının modifiye edilmiş halidir.

2.3.2. Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Yongaların kimyasal analiz için hazırlanması işlemi TAPPI T 257 cm-02 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Odun kibrit çöpü büyüklüğünde inceltip hava kurusu hale getirildikten sonra kimyasal analizlerde kullanılacak yeterli miktarı laboratuvar tipi Willey değirmeninde öğütülmektedir. Daha sonra 40 mesh (425 μ) ve 60 mesh (250 μ)' lik elekleri içeren sarsıntılı laboratuvar tipi elekte elenmiştir. 40 mesh'lik elekten geçen ve 60 mesh'lik elek üzerinde kalan kısım alınarak hava almaması için ağzı kapaklı cam kavanozlara konulmuştur. Son olarak hazırlanan odun örneklerinin rutubet miktarları belirlenmiştir (Tappi, 1992).

2.3.2.1. pH

pH analizi TAPPI T m-45 (TAPPI, 1992) standardına göre yapılmıştır. Her test grubuna ait yaklaşık 5 gram örnek, rutubetleri belirlendikten sonra, içinde 150 ml destile edilmiş su bulunan bir erlenmayere yerleştirilmiş ve bir shaker ile 1 gün boyunca karıştırılmıştır. Bu süre sonunda elde edilen çözelti bir vakum pompası yardımıyla süzülerek pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Aydın, 2003). Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) 3 örnek üzerinden yapılmıştır.

2.3.2.2. %1'lik NaOH'ta Çözünürlük

Bu yöntem sayesinde malzemenin sıcak seyreltik alkaliye karşı dayanıklılığını belirlenir. TAPPI T 212 om-98 standardına göre; 0,1 mg hassaslıktaki analitik terazide 2 gram örnek tartılarak 200 ml'lik erlen içerisine konulmuştur. Daha sonra içerisine %1'lik NaOH çözeltisinden 100 ml ilave edilmiştir. Erlenin ağzı daha küçük bir erlenle kapatılarak 1 saat su banyosunda bekletilmiştir. Erlenin su banyosuna yerleştirilmesinden sonra 10., 15. ve 25. dakikalarda üç defa karıştırılmış, bu süre sonunda erlendeki kalıntı darası alınmış krozede vakumla emme yapılarak süzülmüştür. %10'luk 50 ml asetik asit ve

sıcak su ile yıkandıktan sonra 103 ± 2 °C’ deki etüvde kurutulmuş ve desikatörde 10 dakika soğutularak tartılmıştır. Sonuç; tam kuru örnek ağırlığına oranla % olarak tespit edilmiştir (Tappi, 2002). Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) 3 örnek üzerinden yapılmıştır.

2.3.2.3. Alkol-Benzende Çözünürlük

Alkol-benzende çözünen madde miktarları, TAPPI T 204 cm–97 standardına göre belirlenmiştir. 1/2 oranında alkol benzen karışımı (33 hacim %95 C₂H₅OH, 67 hacim benzen) ile odun örneği 4 saat ekstrakte edilmiştir. Sonuç çözünen kısım, tam kuru örneğe oranla % olarak hesaplanmıştır (Tappi, 2002). Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) 3 örnek üzerinden yapılmıştır.

2.3.2.4. Soğuk Su Çözünürlüğü

Soğuk su çözünürlüğü TAPPI T 207 om–88 standardına uygun olarak yapılmıştır. 23 ± 2 °C’de 300 ml destile su içerisine konulan 2 gr hava kurusu örnek 2 gün (24 saat) zaman zaman karıştırılarak bekletilmiş; bu sürenin sonunda numune, darası alınmış krozedden süzölmüş ve destile su ile yıkanmıştır. Örnekler daha sonra 103 ± 2 °C’de değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutularak tartılmıştır (Tappi, 1992). Soğuk suda çözünen miktar tam kuru oduna oranla % olarak hesaplanmıştır. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) 3 örnek üzerinden yapılmıştır.

2.3.2.5. Sıcak Su Çözünürlüğü

Sıcak suda çözünürlük TAPPI T 207 om–88 standart uygun olarak belirlenmiştir. Bu yöntemle göre daha önceden rutubeti belirlenmiş 2 gr hava kurusu örnek 200 ml’lik bir erlenmayere konulmakta ve üzerine 100 ml destile su ilave edilmektedir. Erlenmayere bir soğutucu ile irtibatlanmış su banyosunda 3 saat süreyle kaynayan suyun içerisinde bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda bir darası alınmış bir krozedden süzölüp sıcak su ile yıkanarak 103 ± 2 °C’deki etüvde kurutulmuştur. Ardından desikatörde soğutularak

tartılmıştır (Tappi, 1992). Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) 3 örnek üzerinden yapılmıştır.

2.3.2.6. Selüloz Tayini

Kullanılan selüloz tayini yöntemleri delignifikasyon işlemi temel almaktadır. Uygulanan yöntemler sayesinde delignifiye lignin ve hemiselülozlar uzaklaştırılmaktadır. Bu çalışmada Kurschner-Hoffner tarafından geliştirilen nitrik asit yöntemi uygulanmıştır. Nitrik asit yöntemine göre selüloz tayininde alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış yaklaşık 2 gr örnek tartılarak bir cam balona konulmaktadır. Üzerine 10 ml. 40 Be°HNO₃ ile 40 ml. %96'lık etil alkol karışımı ilave edilmiştir. Daha sonra bir soğutucu altında bir saat süreyle kaynatılmıştır. Bir saat kaynatıldıktan sonra kroze yardımıyla cam balon içerisindeki kimyasal madde karışımı süzülerek alınmış ve tekrar üzerine 10 ml. HNO₃ ile 40 ml. etil alkolden oluşan 50 ml.'lik karışım kroze üzerinde kalan örneklerde yıkayarak tekrar cam balona konulmuştur. Yeniden bir saat süreyle kaynatılmış olup işlem üç defa tekrarlanmaktadır. Krozeden süzülüp, yıkama işleminden sonra 103±2 °C'deki etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak tartılmış, elde edilen sonuç tam kuru oduna oranla yüzde olarak belirlenmiştir (E.P.F., 1969).

2.3.2.7. Hemiselüloz Tayini

TAPPI T03 metodunun modifiye edilmiş hali hemiselüloz miktarının tayininde kullanılmış ve 0,1 gr odun örneği öncelikle 2,5 ml %17,5'lik NaOH çözeltisi ilave edilerek manyetik karıştırıcı ile 20-25 °C'de 1 saat ekstrakte edilmiştir. Daha sonra 3,3 ml deionize su eklenerek ekstraksiyon 1 saat daha devam ettirilmiştir. Snatrifüj ile kalıntıdan ayrılan alkali ekstraktı %8,3 NaOH ile 20ml'ye seyreltilmiştir. Ekstraktan 2 ml miktarına 0,5 ml asetik asit (CH₃COOH) ile asitlendirilmiş ve 8ml aseton ilave edilmiştir. Daha sonra 20 °C'de 24 saat süre ile bekletilmiş ve hemiselülozların çökmesi sağlanmıştır. Çökelti olarak elde edilen hemiselülozlara 1,5 ml %75'lik sülfürik asit (H₂SO₄) ilave edilmiş ve manyetik karıştırıcı ile 20-25 °C sıcaklıkta 2 saat hidroliz uygulanmıştır. Daha sonra 8,5 ml deionize su ilave edilerek 4 saat kaynatılmış ve hemiselüloz miktarı tayin edilmiştir (Yaşar,2002).

2.3.2.8. Lignin Tayini

Odundaki ana bileşenlerden biri olan lignin miktarı büyüme şartları, ağaç türlerine ve reaksiyon odunu gibi bazı özelliklere göre değişiklik gösterir (Sen, 2005). Lignin tayini TAPPI T 222 om-88 standart yöntemine göre belirlenmiştir. Bu çalışmada Klason tarafından geliştirilen %72'lik sülfürik asitle muameleye dayanan yöntemden faydalanılmıştır. Bu yöntemde göre, önceden alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu odun örneklerinden 1'er gram alınmış, bir behere aktarılmıştır ve yavaşça %72'lik 15 ml H₂SO₄ ilave edilmiştir. Daha sonra zaman zaman karıştırılarak 18-20 °C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda beherdeki materyal yıkanarak 1 litrelik erlenmayere aktarılmıştır. Asit konsantrasyonu %3'e düşene kadar destile su ile yıkanmıştır. Seyreltme işlemi için, erlendeki sıvı miktarı 560 ml.'ye tamamlanmıştır. Bu karışım bir soğutucu altında ve yaklaşık sabit hacim koşullarında 4 saat süre ile kaynatılmıştır. Örnek 12 saat dinlendirilerek çözünmeyen maddeyi çökelttikten sonra darası belirlenmiş 4 no'lu krozedden süzölmüş ve bunu takiben serbest asit artıkları 500 ml. sıcak su ile yıkanmıştır. 103±2 °C'deki etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulup bir desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Lignin ağırlığı ekstrakte edilmemiş tam kuru odun ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Kuduban, 1996).

2.3.2.9. Kül Tayini

Kül tayini TAPPI T 211 om-85'e göre yapılmıştır. Buna göre 575±25 °C'deki kül fırınında sabit ağırlığa ulaşan porselen krozelerin tartımı yapılmıştır. Bunu takiben nem miktarları bilinen 4-5 gr hava kurusu odun örneği krozelere tartılmıştır. Daha sonra bu örnekler hafif ateşte yakılmış ve 575±25 °C'deki kül fırınında sabit ağırlığa ulaşınca kadar ve tamamen beyazlayınca kadar bekletilmiştir. Bu süre 8-10 saati bulabilir. Sonuç kül ağırlığı başlangıçtaki tam kuru odun ağırlığına oranlanarak bulunur (Tappi T 211 om-85, 1992).

2.3.3. Fiziksel Özellikler

2.3.3.1. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Rutubet miktarının belirlenmesinde eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyleri tamamlandıktan sonra kırılan parçalardan faydalanılmıştır. 50x50 mm boyutlarında hazırlanan 20 adet örneğin ağırlıkları ± 0.01 gr duyarlıkta analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra 103 ± 2 °C sıcaklıkta ısıtılmış kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiştir ve örnekler değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Son olarak tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bunlara göre örneklerin rutubeti (r) ;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (7)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

m = Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m_0 = Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

2.3.3.2. Levha Örneklerinin 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 gerçekleştirilmiştir. Özgül ağırlık belirlemede eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü denemelerinden sonra kırılan parçalardan elde edilen 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnekten yararlanılmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi %60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerin ağırlıkları analitik terazi ile genişlikleri kumpas, kalınlıkları ise ± 0.01 mm duyarlıkla mikrometre ile ölçülmüştür. Buna göre özgül ağırlık aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$D = \frac{m}{V} \text{ g/cm}^3 \quad (8)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

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

$$m = \text{Örnek Ağırlığı (g)}$$

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

2.3.3.3. Hammaddenin Rutubet Miktarı

20x20x30 mm boyutlarında hazırlanan 30 deney örneğinin rutubetli ağırlıkları (m) analitik terazide tartılarak belirlenmiştir. Daha sonra örnekler 103±2 °C sıcaklıktaki kurutma fırınında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve analitik terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları (m₀) belirlenmiştir (TS 2471, 1976).

Örneklerin rutubetleri, tam kuru haldeki ağırlıkları (m₀) tartıldıktan sonra, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (TS 2471, 1976).

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (9)$$

Burada;

$$r = \text{Rutubet miktarı (\%)}$$

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

$$m_0 = \text{Tam kuru ağırlık (gr)}$$

2.3.3.4. Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı

20x20x30 mm boyutlarında hazırlanan 30 deney örneğinin boyutları ±0.01 mm duyarlılıkta ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır (TS 2472, 1976).

Örneklerin ağırlıkları ±0.001 gr duyarlılıkta terazide tartılmış ve 9 nolu eşitlikten % r rutubetindeki özgül ağırlıkları belirlenmiştir (TS 2472, 1976).

$$D_r = \frac{Mr}{Vr} \text{ g/cm}^3 \quad (10)$$

Eşitlikte;

$$D_r = \% r \text{ rutubetteki özgül ağırlık (gr/cm}^3\text{)}$$

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

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

Hesaplanan rutubet miktarları %9-15 arasında değerler aldığından farklı rutubet miktarlarındaki özgül ağırlık değerlerinin %12 rutubetteki özgül ağırlık değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır (TS 2471, 1976).

$$D_{12} = D_r \times \left(1 - \frac{(1 - 0.85 D_r) \times (r - 12)}{100}\right) \quad (11)$$

Eşitlikte;

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

$$D_r = \% r \text{ rutubetteki özgül ağırlık (gr/cm}^3\text{)}$$

$$r = \text{Örnek rutubeti (\%)}$$

2.3.3.5. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

2 ve 24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için EN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir. Buna göre 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır (EN 317, 1993). Örneklerin kalınlıkları tam orta noktasından ± 0.01 mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve 19-21 °C sıcaklıktaki temiz suda ve su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları temiz bez yardımıyla alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları (KA) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$K_A = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (12)$$

Burada;

$$e_y = \text{Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)}$$

$$e_k = \text{Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)}$$

2.3.3.6. Su Alma Oranı

EN 317 (1993) standardında belirtilen esaslara uygun olarak örneklerde su alma oranı belirlenmektedir. Buna göre 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Örneklerin ağırlıkları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı terazide tartılır. Daha sonra, su yüzeyinde 25mm aşağıda tutulmuştur. 20 ± 2 °C'lik suda bekletilerek bu süre sonunda sudan çıkarılan örnekler bir bez ile silinir. Ağırlıkları aynı $\pm 0,01$ mm duyarlıklı terazide tartılır. Örneklerin su alma oranlarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$S_A = \frac{m-m_0}{m_0} \times 100 \quad (13)$$

Burada;

m = Suda bekletilen örneklerin ağırlığı (gr)

m_0 = Örneklerin ilk ağırlığı (gr)

2.3.4. Mekanik Özellikler

2.3.4.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi EN 310 (1993) standardına uygun olarak belirlenmiştir. Buna göre 300x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\%65 \pm 5$ olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deney makinesi yükleme mekanizması kırılmanın yükleme anından itibaren 1-2 dak. içerisinde gerçekleşecek şekilde 6 mm/dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3FxL}{2bxd^2} \text{ kg/cm}^2 \quad (14)$$

Burada;

F= Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L=Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d= Örnek kalınlığı (cm)

b= Örnek genişliği (cm)

2.3.4.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü EN 310 (1993) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi %60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilen 300x50 mm boyutlarındaki 20 adet örneğin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları tespit edilmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komperatör ile 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet ise makine göstergesinden okunarak 1 kg duyarlıkta belirlenmiştir. Elastikiyet modülü (E) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$E = \frac{FxL^3}{4x\Delta exbx d^3} \text{ kg/cm}^2 \quad (15)$$

Burada;

Δe = Eğilme miktarı (sehim) (cm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)

2.3.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci deneyi EN 319 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Daha sonra sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi %65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Örneklerin boyutları ±0.01 mmduyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip kayın takozlar polivinil asetat kullanılarak yapıştırılmıştır. Kayın takoz yapıştırılmış örnekler işkencelerle sıkıştırılmış ve bir gün bu şekilde bekletilmiştir. Kırılmaları levha

yüzeylerine çok yakın örnekler hesaplara dahil edilmemiştir. Yüzeye dik çekme direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{max}}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad (16)$$

Burada;

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

A =Örnek enine kesit alanı (cm^2)

2.3.5. Yongalevhanın Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi

2.3.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü Mitutoyo SJ-301 modelindeki cihaz yardımıyla belirlenmiştir. Ölçümler DIN 4768 (1990) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir grup için $50 \times 50 \times 12$ mm ebatlarında 20'şer adet örnek hazırlanmıştır. Örneklerin her iki yüzünden ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlerin sonucunda ortalama pürüzlülük değeri (R_a), en büyük pürüzlülük değeri (R_y) ve on nokta pürüzlülüğü (R_z) olmak üzere üç değişik pürüzlülük değeri belirlenmiştir. Pürüzlülüğün belirlenmesinde; çapı $4 \mu\text{m}$ olan 90° açılı elmas uçlu bir tarama detektörü kullanılmış ve kesme uzunluğu $\lambda=2,5$ mm, örnekleme uzunluğu ise $12,5$ mm olarak ayarlanmıştır. Örneklerin ölçümleri 10 mm/sn hızla ve $0,5 \mu\text{m}$ hassasiyetle tespit edilmiştir. Örneklerin ölçülmesi oda sıcaklığında yapılmıştır.

2.3.5.2. Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı)

Damla şekli analizi yöntemi ile çalışan KSV Cam-101 modeli cihaz, yongalevha yüzeyinin ıslanabilme yeteneğinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Temas açısı ölçülerinin elde edilmesini dijital kamera ile bilgisayar sistemi bağlantılı çalışan bir açıölçer sağlamaktadır. Denemeler her bir gruptan $n=20$ örnek üzerinden gerçekleştirilmiş olup 20°C sıcaklıkta ve $72,80$ N/m² yüzey gerilime sahip destile edilmiş su uygulama yüzeyine bir iğne yardımı ile damlatılmıştır. Su damlasının uygulama yüzeyine damlatıldıktan sonra 1 sn aralıklarla 5 sn boyunca çekilen fotoğrafların üzerinden analiz sonuçları elde edilmiştir.

2.3.6. Formaldehit Emisyonu

2.3.6.1. Perferatör Yöntemi

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

Bu yöntemde, yaklaşık olarak 110 ± 0.01 g ağırlıkta tartılan deney örnekleri perferatör cihazının cam balonu içine konulmuş ve bunun üzerine 600 ml toluen ilave edilmiştir. Cihazın gaz absorpsiyon şişesi yaklaşık 100 ml destile su ile doldurulmuş ve cihaza balonlu cam boru ile bağlanmıştır. Bu işlemden sonra soğutma ve ısıtma işlemi başlar. Ekstraksiyon süresi boyunca toluenin geri akışı dakikada 70-90 damla kadar olmalıdır. Ekstraksiyon işlemi toluenin sifo borusuna geri gelmesi ile başlar ve 2 saat devam eder. Sürenin sonunda perferatör içindeki su bir ölçü kabına alınmış ve ortam sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 2000 ml'lik balon jöjeye aktarılmıştır. Daha sonra balon jöje içersindeki çözelti destile su ile 2000 ml'ye tamamlanmıştır. Ayrıca cihaza örnek konulmaksızın sadece toluen ile bir kör deneme yapılmıştır. 2000 ml'lik balon jöjede bulunan çözeltilerden önce 10 ml alınarak destile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra bu şekilde seyreltilmiş çözeltinin 10 ml'si alınarak bir şişeye konulmuş ve üzerine 10 ml 0.01 N asetil aseton ve 10 ml 0.01 N amonyum asetat ilave edilmiştir. Ağzı sıkıca kapatılan şişeler yaklaşık 40 °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 nm'de fotometrik olarak ölçülmüştür. Ölçülen bu absorbans değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile örneklerin içerdikleri formaldehit miktarları tespit edilmiştir (EN 120-1, 1993).

$$F = \frac{(A_s - A_b) \times f \times (100 + R \times V)}{M} \text{ mg/100 gr tam kuru levha} \quad (17)$$

Burada;

As : Ekstraksiyon çözeltisinin absorbansı

Ab : Kör deneyinin absorbansı

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

R : Levhanın rutubet miktarı

M : Örnek ağırlığı

V : Cam balonun hacmi (2000 ml)

2.3.7. Fakopp 3D Akustik Tomografi Cihazı

Fakopp 3d akustik tomografi cihazı ağaca, tomruğa ve keresteye zarar vermeden bunlarda bulunan kusurlu alanın (çürük, çatlak, böcek deliği) yerini saptamaktadır. Bu ölçüm tekniği sayesinde erken teşhis edilen kusur daha tehlikeli hale gelmeden bakım onarım işlemlerinin yapılmasına olanak sağlar (Bakır, 2012; Rahman, 2003).

Tomografi, bir cihaz vasıtasıyla nesnenin içinden geçen enerjiyi ölçerek, nesne üzerinde gerçekleştirilen ölçümler sayesinde enine kesitin canlandırımına (rekonstrüksiyonuna) dayanır (Bakır, 2012; Lin vd., 2008). Cihazekipmanı; 12 adet duyarlı sensör, 6 adet siyah iletim kutucuğu, bir adet elmas başlı çekiç, 1 adet kauçuk başlı çekiç, 1 adet sensör sökeceği (çakılı olan sensörleri ölçüm bittikten sonra sökmek için), bilgisayar ile sensörler arası teması sağlayan 1 adet USB girişli ultrasonik ses algılayıcısı ve 6 adet kahverengi iletim kablosuna sahiptir. Ayrıca 8,4 voltluk 2 adet pil (1 tanesi yedek) ve pil şarj aleti de bu ekipmanın içerisinde. Ölçüm esnasında bu pillerden 1 tanesi ultrasonik ses algılayıcısı olan beyaz kutucuğun içerisine takılmıştır. Ölçüm yapıldığı zaman da bu beyaz kutucuğun üzerindeki buton açık konuma getirilmiştir. Aldığımız tomruk örnekleri topraktan seviyesinden 30 ve 120 cm yükseklikte kalan kısımdır. Bu sensörlerden ilk 6 tanesi tomrukların çevre uzunluğu ölçüldükten sonra eşit aralıklarla yaklaşık 0,5 cm derinliğinde tomruğun alt kısmına (toprak seviyesinden 30 cm yukarıya) çakılmıştır ve kullanma kılavuzunda belirtildiği gibi siyah iletim kutucuklarıyla (üzerlerinde yazılı olan numaralar birbirine denk gelecek şekilde) birleştirilmiştir. Daha sonra kahverengi iletim kablolarından 2 tanesi, bir ucu kutucuğun altındaki birleştirme noktasına ve diğer ucu öteki kutucuğun yanındaki birleştirme noktasına denk gelecek şekilde sırasıyla birleştirilmiştir. Ardından diğer 3. kahverengi iletim kablosu ultrasonik ses algılayıcısı beyaz kutucuğa birleştirilmiştir ve kutucuğun öteki ucuna monte edilen USB kablosu da bilgisayara monte edilmiştir. Bilgisayardan program (Arborsonic 3D 5.0.1) açıldıktan sonra gerekli olan bilgiler (sensör çakma derinliği, çevre uzunluğu, sensörlerin çakıldığı yükseklik, sensör sayısı vb.) girilmiştir. Daha sonra elmas başlı çekiçle sensörlere

vurulmuş ve her sensöre (1, 2, 3, 4, 5 ve 6 nolu sensörler) 3 defa hafifçe vurularak ultrasonik ses dalgası oluşturulmuştur. Her sensör için alınan bu 3 sağlam veri neticesinde ölçülen ses dalgası hızları bilgisayar vasıtasıyla görüntüye dönüştürülmektedir. Böylece bilgisayar sadece tomruğun 2D (2 boyutlu) görüntüsünü oluşturmaktadır. İkinci aşamadaysa geriye kalan diğer 6 sensör tomruğun üst kısmına çakılmış ve ilk 6 sensörde yapılan birleştirme-monte işlemleri aynen gerçekleştirilmiştir. Buradaki amaç, örneğin toprakla temas eden kısmından 30 cm yükseklikte çakılan ilk 6 sensörle daha sonra çakılan diğer 6 sensör arasında kalan bölgenin 3D görüntüsünü elde ederek odun örneğinin durumu hakkında bilgi sahibi olmaktır. Burada elde edilen görüntülere baktığımız zaman mavi renk olan bölgeler içi boş alanları belirtir. Kırmızı-sarı renk olan bölgeler çürümüş alanları, açık yeşil ve koyu yeşil olan alanlar da sağlam bozulmamış bölgeleri temsil etmektedir. (Bakır, 2012; URL-6).

2.4. İstatistiksel Analiz

Deneysel sonuçlarda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ikiden fazla örnek ve bir faktör ile basit varyans analizi kullanılmıştır. Newman-Keuls testi ile etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler karşılaştırılmıştır (Batu, 1978). Bu işlemlerin yapılmasında SPSS paket programından yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Anatomik Özellikler

3.1.1. Lif Uzunluğu

Hammaddelere ait ortalama lif uzunluğu değerleri Tablo 4’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=31 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. Hammaddelere ait ortalama lif uzunluğu değerleri (μm)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	4,43	1,00	22,57
Böcek	3,97	0,67	16,87
Böcek ve Mantar	3,94	0,70	17,76

\bar{X} - Aritmetik Ortalama, S- Standart Sapma, V- Varyasyon Katsayısı

Lif uzunluğu üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Lif uzunluğu üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	nem Derecesi
Gruplar Arası	4,590	2	2,295	1,54	.D
Gruplar içi	58,346	90	0,648		
Toplam	62,936	92			

Lif uzunluğu üzerine hammadde çeşidinin etkisi %5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.1.2. Lümen Genişliği

Hammadelere ait ortalama lümen genişliği değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=31 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 6. Hammadelere ait ortalama lümen genişliği değerleri (μm)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	22,81	1,10	4,82
Böcek	23,16	1,30	5,61
Böcek ve Mantar	27,77	1,02	3,67

Lümen genişliği üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Lümen genişliği üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	602,860	2	301,430	10,44	*
Gruplar içi	3644,452	90	40,494		
Toplam	4247,312	92			

Lümen genişliği üzerine hammadde çeşidinin etkisi %5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile sağlam ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşitleri arasındaki fark önemsiz, diğer hammadde çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Lümen genişliği üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Lümen genişliği üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Lümen Genişliği (μm)
SAĞLAM	22,81 a
BÖCEK	23,16 a
BÖCEK VE MANTAR	27,77 b

3.1.3. Çeper Kalınlığı

Hammaddelere ait ortalama çeper kalınlığı değerleri Tablo 9’da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=31 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 9. Hammaddelere ait ortalama çeper kalınlığı değerleri (μm)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	17,76	1,31	7,37
Böcek	16,40	1,09	6,64
Böcek ve Mantar	14,08	1,55	11,00

Çeper kalınlığı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Çeper kalınlığı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	167,812	2	83,906	12,14	**
Gruplar içi	1522,887	90	16,921		
Toplam	1690,699	92			

Çeper kalınlığı üzerine hammadde çeşidinin etkisi %1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile sağlam ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşitleri arasındaki fark önemsiz, diğer hammadde çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Çeper kalınlığı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Çeper kalınlığı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Çeper kalınlığı (μm)
SAĞLAM	17,76 a
BÖCEK	16,40 a
BÖCEK VE MANTAR	14,08 b

3.1.4. 1 mm²’deki İlkbahar Odunu Traheid Sayısı

Hammaddelere ait ortalama 1 mm²’deki ilkbahar odunu traheid sayısı değerleri Tablo 12’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=7 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 12. Hammaddelere ait ortalama 1 mm²’deki ilkbahar odunu traheid sayısı

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	762,85	102,28	13,40
Böcek	740,57	83,15	11,22
Böcek ve Mantar	734,28	67,90	9,24

1 mm²’deki ilkbahar odunu traheid sayısı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. 1 mm²'deki ilkbahar odunu traheid sayısı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	101715,81	2	50857,905	1,93	Ö.D
Gruplar içi	131924,00	18	7329,111		
Toplam	233639,81	20			

1 mm²'deki ilkbahar odunu traheid sayısı üzerine hammadde çeşidinin etkisi %5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.1.5. 1 mm²'deki Yaz Odunu Traheid Sayısı

Hammaddelere ait ortalama 1 mm²'deki yaz odunu traheid sayısı değerleri Tablo 14'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=7 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 14. Hammaddelere ait ortalama 1 mm²'deki yaz odunu traheid sayısı

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	1471,57	64,63	4,39
Böcek	1439,28	201,09	13,97
Böcek ve Mantar	1383,14	178,79	12,92

1 mm²'deki yaz odunu traheid sayısı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. 1 mm²'deki yaz odunu traheid sayısı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	28032,667	2	14016,333	0,54	Ö.D
Gruplar içi	459496,00	18	25527,556		
Toplam	487528,67	20			

1 mm²'deki yaz odunu traheid sayısı üzerine hammadde çeşidinin etkisi %5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.2. Yongaların Kimyasal Özellikleri

3.2.1. pH

Tutkalsız hammaddelere ait ortalama pH değerleri Tablo 16'da, tutkallı hammaddelere ait ortalama pH değerleri ise Tablo 17'de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 16. Tutkalsız hammaddelere ait ortalama pH değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	5,13	0,10	1,95
Böcek	4,61	0,02	0,43
Böcek ve Mantar	3,42	0,03	0,87

Tablo 17. Tutkallı hammaddelere ait ortalama pH değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	4,69	0,25	5,33
Böcek	4,08	0,04	0,98
Böcek ve Mantar	3,01	0,04	1,32

pH değerleri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış, sonuçlar Tablo 18 ve 19’da verilmiştir.

Tablo 18. pH değerleri üzerine tutkalsız hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	4,591	2	2,296	577,117	***
Gruplar içi	0,024	6	0,004		
Toplam	4,615	8			

Tablo 19. pH değerleri üzerine tutkallı hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	4,158	2	2,079	99,112	***
Gruplar içi	0,126	6	0,021		
Toplam	4,284	8			

pH değerleri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. pH değerleri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. pH değerleri üzerine tutkalsız ve tutkallı hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	pH (%)	
	Tutkalsız Yonga	Tutkallı Yonga
SAĞLAM	5,13 a	4,69 a
BÖCEK	4,61 b	4,08 b
BÖCEK VE MANTAR	3,42 c	3,01 c

3.2.2. %1'lik NaOH'ta Çözünürlük

Hammaddelere ait ortalama %1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri Tablo 21'de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 21. Hammaddelere ait ortalama %1'lik NaOH çözünürlük değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	13,45	0,33	2,45
Böcek	18,86	0,03	0,16
Böcek ve Mantar	22,51	1,16	5,15

%1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	515,298	2	257,649	529,875	***
Gruplar içi	2,917	6	0,486		
Toplam	518,215	8			

%1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	% 1 NaOH çözünürlüğü
SAĞLAM	13,45 a
BÖCEK	18,86 b
BÖCEK VE MANTAR	22,51 c

3.2.3. Alkol-Benzende Çözünürlük

Hammaddelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri Tablo 24'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 24. Hammaddelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	5,53	0,43	7,76
Böcek	8,50	0,33	3,88
Böcek ve Mantar	11,37	0,73	6,42

Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	93,919	2	46,959	170,541	***
Gruplar içi	1,652	6	0,275		
Toplam	95,571	8			

Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Alkol-benzen çözünürlüğü
SAĞLAM BÖCEK BÖCEK VE MANTAR	5,53 a 8,50 b 11,37 c

3.2.4. Soğuk Su Çözünürlüğü

Hammaddelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri Tablo 27’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 27. Hammaddelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	2,86	0,11	3,85
Böcek	3,08	0,02	0,65
Böcek ve Mantar	5,85	0,02	0,34

Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	16,678	2	8,339	2108,228	***
Gruplar içi	0,024	6	0,004		
Toplam	16,702	8			

Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Soğuk su çözünürlüğü
SAĞLAM	2,86 a
BÖCEK	3,08 b
BÖCEK VE MANTAR	5,85 c

3.2.5. Sıcak Su Çözünürlüğü

Hammadelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri Tablo 30'da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 30. Hammadelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	4,31	0,18	4,18
Böcek	5,43	0,02	0,37
Böcek ve Mantar	8,04	0,05	0,62

Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	22,064	2	11,032	950,125	***
Gruplar içi	0,070	6	0,012		
Toplam	22,134	8			

Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32. Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Sıcak su çözünürlüğü
SAĞLAM BÖCEK BÖCEK VE MANTAR	4,31 a 5,43 b 8,04 c

3.2.6. Selüloz Tayini

Hammaddelere ait ortalama selüloz miktarları Tablo 33'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 33. Hammaddelere ait ortalama selüloz değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	48,09	0,35	0,72
Böcek	48,04	0,44	0,91
Böcek ve Mantar	46,78	0,61	1,30

Selüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Selüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	12,501	2	6,251	29,889	**
Gruplar içi	1,255	6	0,209		
Toplam	13,756	8			

Selüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisi %1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile sağlam ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşitleri arasındaki fark önemsiz, diğer hammadde çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Selüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 35’te verilmiştir.

Tablo 35. Selüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Selüloz
SAĞLAM	48,09 a
BÖCEK	48,04 a
BÖCEK VE MANTAR	46,78 b

3.2.7. Hemiselüloz Tayini

Hammadelere ait ortalama hemiselüloz miktarları Tablo 36’da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 36. Hammadelere ait ortalama hemiselüloz değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	16,64	0,41	2,46
Böcek	16,39	0,43	2,62
Böcek ve Mantar	14,58	0,57	3,90

Hemiselüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Hemiselüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	14,100	2	7,050	30,945	**
Gruplar içi	1,367	6	0,228		
Toplam	15,467	8			

Hemiselüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisi %1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile sağlam ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşitleri arasındaki fark önemsiz, diğer hammadde çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Hemiselüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Hemiselüloz miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Hemiselüloz
SAĞLAM	16,64 a
BÖCEK	16,39 a
BÖCEK VE MANTAR	14,58 b

3.2.8. Lignin Tayini

Hammaddelere ait ortalama lignin miktarları Tablo 39’da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 39. Hammaddelere ait ortalama lignin değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	27,39	0,09	0,32
Böcek	27,25	0,31	1,13
Böcek ve Mantar	19,99	0,56	2,80

Lignin miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Lignin miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	87,614	2	43,807	309,203	***
Gruplar içi	0,850	6	0,142		
Toplam	88,465	8			

Lignin üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile sağlam ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşitleri arasındaki fark önemsiz, diğer hammadde çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Lignin üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. Lignin miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Lignin
SAğLAM	27,39 a
BÖCEK	27,25 a
BÖCEK VE MANTAR	19,99 b

3.2.9. Kül Tayini

Hammadelere ait ortalama kül miktarları Tablo 42’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=3 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 42. Hammadelere ait ortalama kül (inorganik madde) değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	0,21	0,03	14,28
Böcek	0,31	0,01	3,22
Böcek ve Mantar	0,53	0,04	7,54

Kül miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 43’te verilmiştir.

Tablo 43. Kül miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0,159	2	0,080	98,192	***
Gruplar içi	0,005	6	0,001		
Toplam	0,164	8			

Kül miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kül miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 44’te verilmiştir.

Tablo 44. Kül miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kül
SAĞLAM BÖCEK BÖCEK VE MANTAR	0,21 a 0,31 b 0,53 c

3.3. Fiziksel Özellikler

3.3.1. Deneme Levhalarının Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarı değerleri Tablo 45'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 45. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri (%)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	8,74	0,10	1,14
2	8,77	0,19	2,16
3	8,81	0,24	2,72
4	8,80	0,12	1,36
5	8,79	0,15	1,72
6	8,75	0,20	2,28

3.3.2. Deneme Levhalarının Özgül Ağırlığı

Deneme levhalarına ait ortalama özgül ağırlık değerleri Tablo 46'da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 46. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm³)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	0,649	0,048	7,39
2	0,648	0,036	5,55
3	0,645	0,052	8,06
4	0,648	0,027	4,16
5	0,647	0,040	6,18
6	0,646	0,045	6,96

3.3.3. Hammaddenin Rutubet Miktarı

Hammaddelere ait ortalama rutubet miktarı değerleri Tablo 47’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=30 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 47. Hammaddelere ait ortalama rutubet miktarı değerleri (%)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	12,02	0,72	5,99
Böcek	12,11	0,45	3,71
Böcek ve Mantar	12,14	0,53	4,36

3.3.4. Hammaddenin Hava Kuru Özgül Ağırlığı

Hammaddelere ait ortalama hava kuru özgül ağırlık değerleri Tablo 48’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan (sağlam, böcek, böcek ve mantar) n=30 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 48. Hammaddelere ait ortalama hava kurusu özgül ağırlık değerleri (g/cm³)

Hammadde	\bar{X}	S	V
Sağlam	0,508	0,030	5,90
Böcek	0,497	0,017	3,42
Böcek ve Mantar	0,452	0,012	2,65

Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0,332	2	0,166	61,99	***
Gruplar içi	0,233	87	0,003		
Toplam	0,565	89			

Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile sağlam ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşitleri arasındaki fark önemsiz, diğer hammadde çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 50. Hava kurusu özgül ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Hava Kurusu Özgül Ağırlık (g/cm ³)
SAĞLAM	0,508 a
BÖCEK	0,497 a
BÖCEK VE MANTAR	0,452 b

3.3.5. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları Tablo 51’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 51. Deneme levhalarının ortalama 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	\bar{X}	S	V
1	2	26,94	2,47	9,16
	24	30,68	2,88	9,38
2	2	20,91	1,77	8,86
	24	25,94	5,86	22,59
3	2	16,44	2,42	14,72
	24	19,51	4,94	25,32
4	2	26,09	2,46	9,42
	24	29,84	2,88	9,65
5	2	23,36	2,45	10,48
	24	27,22	2,73	10,03
6	2	20,77	2,55	12,27
	24	24,56	2,88	11,72

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 52 ve 53’te verilmiştir.

Tablo 52. Deneme levhalarının 2 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1110,323	2	555,162	110,472	***
Gruplar içi	286,445	57	5,025		
Toplam	1396,768	59			

Tablo 53. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1258,455	2	629,228	28,176	***
Gruplar içi	1272,915	57	22,332		
Toplam	2531,370	59			

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 54'te verilmiştir.

Tablo 54. Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artış Oranı (%)	
	2 saat	24 saat
SAĞLAM	26,94 a	30,68 a
BÖCEK	20,91 b	25,94 b
BÖCEK VE MANTAR	16,44 c	19,51 c

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 55 ve 56'da verilmiştir.

Tablo 55. Deneme levhalarının 2 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	537,406	3	179,135	29,017	***
Gruplar içi	469,180	76	6,173		
Toplam	1006,586	79			

Tablo 56. Deneme levhalarının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	525,000	3	175,000	21,616	***
Gruplar içi	615,291	76	8,096		
Toplam	1140,291	79			

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artış Oranı (%)	
	2 saat	24 saat
%100 SAĞLAM	26,94 a	30,68 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	26,09 a	29,84 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	23,36 b	27,22 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	20,77 c	24,56 c

3.3.6. Su Alma Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama 2 ve 24 saatlik su alma oranları Tablo 58'de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 58. Deneme levhalarının ortalama 2 ve 24 saatlik su alma oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	\bar{X}	S	V
1	2	66,77	5,71	8,55
	24	84,57	7,46	8,82
2	2	52,58	11,40	21,68
	24	75,81	6,83	9,00
3	2	40,99	12,96	31,61
	24	64,33	6,34	9,85
4	2	65,70	5,72	8,70
	24	83,34	7,37	8,84
5	2	61,99	5,73	9,24
	24	79,84	7,54	9,44
6	2	57,84	5,90	10,20
	24	74,63	7,72	10,34

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 59 ve 60'ta verilmiştir.

Tablo 59. Deneme levhalarının 2 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	6666,995	2	3333,498	30,258	***
Gruplar içi	6279,653	57	110,169		
Toplam	12946,649	59			

Tablo 60. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	4121,358	2	2060,679	43,361	***
Gruplar içi	2708,841	57	47,524		
Toplam	6830,199	59			

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 61’de verilmiştir.

Tablo 61. Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Su Alma Oranı (%)	
	2 saat	24 saat
SAĞLAM	66,77 a	84,57 a
BÖCEK	52,58 b	75,81 b
BÖCEK VE MANTAR	40,99 c	64,33 c

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 62 ve 63'te verilmiştir.

Tablo 62. Deneme levhalarının 2 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1102,407	3	367,469	11,056	***
Gruplar içi	2525,922	76	33,236		
Toplam	3628,329	79			

Tablo 63. Deneme levhalarının 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1623,662	3	541,221	9,562	***
Gruplar içi	4301,660	76	56,601		
Toplam	5925,322	79			

Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 64'te verilmiştir.

Tablo 64. Deneme levhalarının 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Su Alma Oranı (%)	
	2 saat	24 saat
%100 SAĞLAM	66,77 a	84,57 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	65,70 a	83,34 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	61,99 b	79,84 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	57,84 c	74,63 c

3.4. Mekanik Özellikler

3.4.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 65'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 65. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	14,40	0,84	5,83
2	12,78	0,24	1,87
3	5,47	0,44	8,04
4	14,35	0,85	5,92
5	12,90	0,21	1,62
6	10,63	0,51	4,79

Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 66'da verilmiştir.

Tablo 66. Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	905,478	2	452,739	1384,716	***
Gruplar içi	18,636	57	0,327		
Toplam	924,114	59			

Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 67’de verilmiştir.

Tablo 67. Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme direnci (N/mm ²)
SAĞLAM BÖCEK BÖCEK VE MANTAR	14,40 a 12,78 b 5,47 c

Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 68’de verilmiştir.

Tablo 68. Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	187,862	3	62,621	142,627	***
Gruplar içi	33,368	76	0,439		
Toplam	221,230	79			

Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 69'da verilmiştir.

Tablo 69. Deneme levhalarının eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme direnci (N/mm ²)
%100 SAĞLAM	14,40 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	14,35 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	12,90 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	10,63 c

3.4.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri Tablo 70'de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 70. Deneme levhalarının ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	1935,32	84,35	4,35
2	1601,14	92,98	5,80
3	993,28	60,96	6,13
4	1926,65	83,22	4,31
5	1699,33	59,48	3,50
6	1483,91	49,55	3,33

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 71’de verilmiştir.

Tablo 71. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	9123936	2	4561967,866	702,622	***
Gruplar içi	370088,5	57	6492,781		
Toplam	9494024,5	59			

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 72’de verilmiştir.

Tablo 72. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
SAĞLAM	1935,32 a
BÖCEK	1601,14 b
BÖCEK VE MANTAR	993,28 c

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 73’te verilmiştir.

Tablo 73. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	2768071	3	922690,306	184,207	***
Gruplar içi	380683,4	76	5008,993		
Toplam	3148754,4	79			

Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 74'te verilmiştir.

Tablo 74. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
%100 SAĞLAM	1935,32 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	1926,65 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	1699,33 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	1483,91 c

3.4.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüze dik çekme direnci değerleri Tablo 75'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 75. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	0,569	0,048	8,43
2	0,363	0,071	19,55
3	0,137	0,027	19,85
4	0,563	0,050	8,88
5	0,383	0,084	21,93
6	0,241	0,030	12,44

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 76’da verilmiştir.

Tablo 76. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1,872	2	0,936	341,240	***
Gruplar içi	0,156	57	0,003		
Toplam	2,029	59			

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 77’de verilmiştir.

Tablo 77. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
SAĞLAM	0,569 a
BÖCEK	0,363 b
BÖCEK VE MANTAR	0,137 c

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 78'de verilmiştir.

Tablo 78. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1,491	3	0,497	153,116	***
Gruplar içi	0,247	76	0,003		
Toplam	1,738	79			

Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 79'da verilmiştir.

Tablo 79. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
%100 SAĞLAM	0,569 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	0,563 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	0,383 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	0,241 c

3.5. Yongalevhanın Yüzey Özellikleri

3.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü

3.5.1.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)

Deneme levhalarına ait ortalama pürüzlülük değerleri Tablo 80’de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 80. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	6,10	0,41	6,72
2	9,80	0,36	3,67
3	12,96	1,20	9,25
4	6,16	0,40	6,49
5	7,69	0,35	4,55
6	8,60	0,34	3,95

Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 81’de verilmiştir.

Tablo 81. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	470,987	2	235,494	400,371	***
Gruplar içi	33,527	57	0,588		
Toplam	504,514	59			

Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değerleri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 82’de verilmiştir.

Tablo 82. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Ortalama Pürüzlülük (μm)
SAĞLAM BÖCEK BÖCEK VE MANTAR	6,10 a 9,80 b 12,96 c

Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 83’te verilmiştir.

Tablo 83. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	89,783	3	29,928	204,341	***
Gruplar içi	11,131	76	0,146		
Toplam	100,914	79			

Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 84'te verilmiştir.

Tablo 84. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Ortalama Pürüzlülük (μm)
%100 SAĞLAM	6,10 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	6,16 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	7,69 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	8,60 c

3.5.1.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri (R_y)

Deneme levhalarına ait en büyük pürüzlülük değerleri Tablo 85'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 85. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değerleri (μm)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	37,25	0,78	2,09
2	48,74	1,04	2,13
3	60,32	0,92	1,52
4	37,34	0,79	2,11
5	40,65	0,84	2,06
6	43,07	0,57	1,32

Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 86’da verilmiştir.

Tablo 86. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5321,350	2	2660,675	3111,330	***
Gruplar içi	48,744	57	0,855		
Toplam	5370,094	59			

Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 87’de verilmiştir.

Tablo 87. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	En Büyük Pürüzlülük (μm)
SAĞLAM	37,25 a
BÖCEK	48,74 b
BÖCEK VE MANTAR	60,32 c

Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 88’de verilmiştir.

Tablo 88. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	475,994	3	158,665	278,224	***
Gruplar içi	43,341	76	0,570		
Toplam	519,335	79			

Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 89'da verilmiştir.

Tablo 89. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	En Büyük Pürüzlülük (μm)
%100 SAĞLAM	37,25 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	37,34 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	40,65 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	43,07 c

3.5.1.3. On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)

Deneme levhalarına ait on nokta pürüzlülüğü değerleri Tablo 90'da verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 90. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değerleri (μm)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	24,61	0,93	3,77
2	36,67	0,74	2,01
3	42,53	1,24	2,91
4	24,77	0,91	3,67
5	28,41	0,82	2,88
6	31,67	0,73	2,30

Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 91’de verilmiştir.

Tablo 91. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	3340,824	2	1670,412	1678,961	***
Gruplar içi	56,710	57	0,995		
Toplam	3397,534	59			

Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 92’de verilmiştir.

Tablo 92. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	On Nokta Pürüzlülüğü (μm)
SAĞLAM	24,61 a
BÖCEK	36,67 b
BÖCEK VE MANTAR	42,53 c

Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 93'te verilmiştir.

Tablo 93. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	679,031	3	226,344	309,453	***
Gruplar içi	55,589	76	0,731		
Toplam	734,620	79			

Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 94'te verilmiştir.

Tablo 94. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	On Nokta Pürüzlülüğü (μm)
%100 SAĞLAM	24,61 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	24,77 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	28,41 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	31,67 c

3.5.2. Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı)

Deneme levhalarına ait temas açısı değerleri Tablo 95'te verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 95. Deneme levhalarının temas açısı değerleri ($^{\circ}$)

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	56,19	0,98	1,74
2	71,71	1,48	2,06
3	84,05	1,30	1,54
4	56,86	0,99	1,74
5	61,40	0,99	1,61
6	66,77	1,5	2,24

Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 96'da verilmiştir.

Tablo 96. Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	7797,205	2	3898,603	2402,706	***
Gruplar içi	92,488	57	1,623		
Toplam	7889,693	59			

Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 97’de verilmiştir.

Tablo 97. Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Temas Açısı (°)
SAĞLAM	56,19 a
BÖCEK	71,71 b
BÖCEK VE MANTAR	84,05 c

Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 98’de verilmiştir.

Tablo 98. Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1437,044	3	479,015	364,175	***
Gruplar içi	99,966	76	1,315		
Toplam	1537,010	79			

Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 99'da verilmiştir.

Tablo 99. Deneme levhalarının temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Temas Açısı (°)
%100 SAĞLAM	56,19 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	56,86 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	61,40 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	66,77 c

3.6. Formaldehit Emisyonu

Deneme levhalarına ait ortalama formaldehit emisyonu değerleri Tablo 100'de verilmiştir. Denemeler her bir gruptan levha tipi için n=3 örnek üzerinden yürütülmüştür.

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

Levha Tipi	\bar{X}	S	V
1	7,84	0,12	1,53
2	6,05	0,06	0,99
3	5,20	0,22	5,23
4	7,83	0,13	1,66
5	7,67	0,01	0,13
6	7,50	0,02	0,26

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 101’de verilmiştir.

Tablo 101. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	19,949	2	9,975	436,416	***
Gruplar içi	0,137	6	0,023		
Toplam	20,086	8			

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile tüm gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 102’de verilmiştir.

Tablo 102. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Formaldehit Emisyonu (mg/100g t.k.l.)
SAĞLAM	7,84 a
BÖCEK	6,05 b
BÖCEK VE MANTAR	5,20 c

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları Tablo 103’te verilmiştir.

Tablo 103. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0,240	3	0,080	9,677	**
Gruplar içi	0,066	8	0,008		
Toplam	0,306	11			

Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi %1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile %100 sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhaları ile %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhaları arasında fark önemsiz, diğer levha çeşitleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 104'te verilmiştir.

Tablo 104. Deneme levhalarının formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

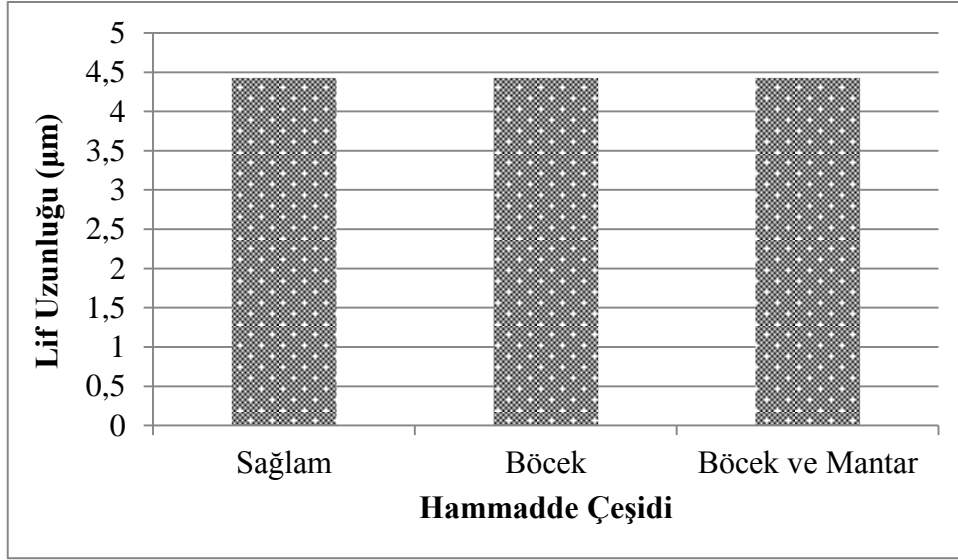
Varyans Kaynakları	Formaldehit Emisyonu (mg/100g t.k.l.)
%100 SAĞLAM	7,84 a
%90 SAĞLAM+%10 BÖCEK VE MANTAR	7,83 a
%80 SAĞLAM+%20 BÖCEK VE MANTAR	7,67 b
%70 SAĞLAM+%30 BÖCEK VE MANTAR	7,50 c

4. TARTIŞMA

4.1. Anatomik Özellikler

4.1.1. Lif Uzunluğu

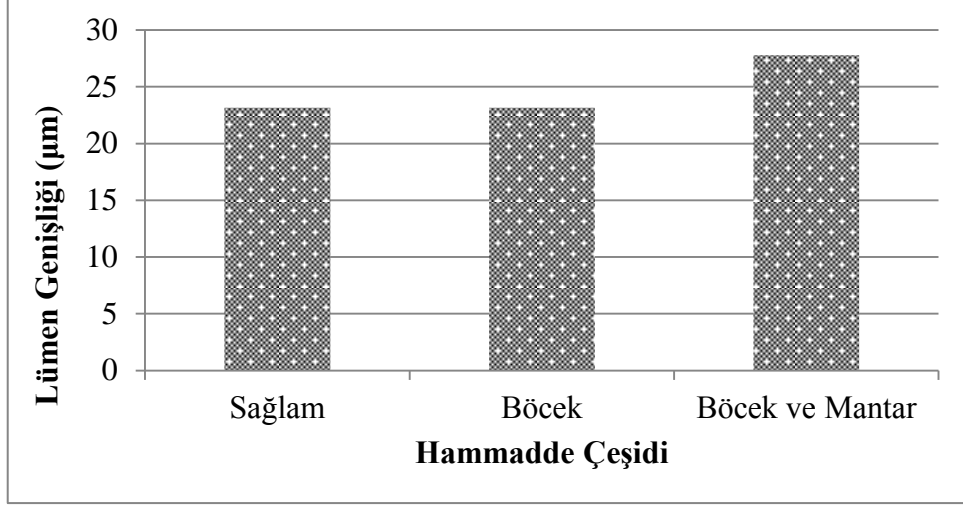
Hammadde çeşidinin lif uzunluğu üzerine etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Şekil 8’de hammadde çeşidinin lif uzunluğu üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 8. Hammadde çeşidinin lif uzunluğu üzerine etkisi

4.1.2. Lümen Genişliği

Yapılan çalışmalar sonucunda hammadde çeşidine göre lümen genişliğinin arttığı ve hammadde çeşidinin lümen genişliği üzerine etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Hammadde çeşidinin lümen genişliği üzerine etkisi Şekil 9’da gösterilmiştir.

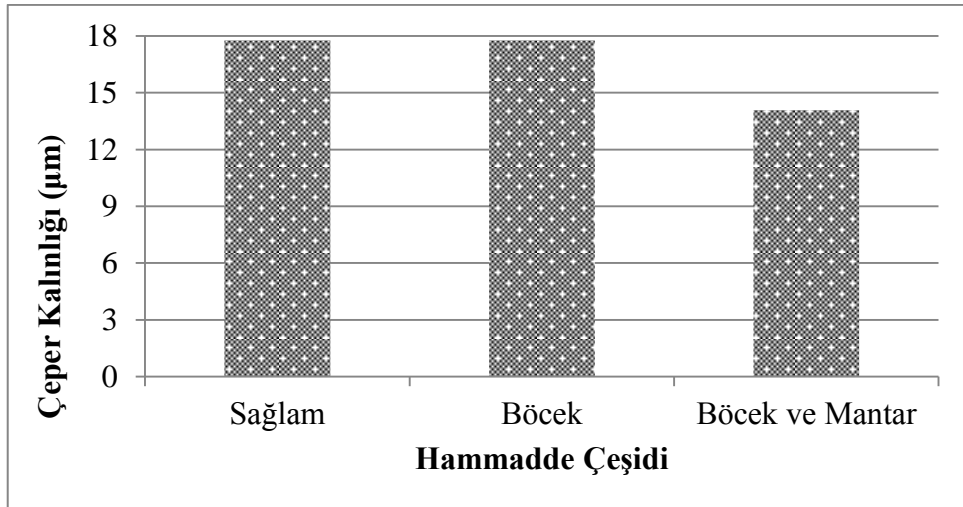


Şekil 9. Hammadde çeşidinin lümen genişliği üzerine etkisi

En yüksek lümen genişliği değerinin ($27,77\mu\text{m}$) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden, en düşük lümen genişliği değerinin ise ($22,81\mu\text{m}$) sağlam hammadde çeşidinden alınan örnek grubuna ait olduğu tespit edilmiştir.

4.1.3. Çeper Kalınlığı

Yapılan çalışmalar sonucunda hammadde çeşidine göre çeper kalınlığının azaldığı ve hammadde çeşidinin çeper kalınlığı üzerine etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Hammadde çeşidinin çeper kalınlığı üzerine etkisi Şekil 10'da gösterilmiştir.

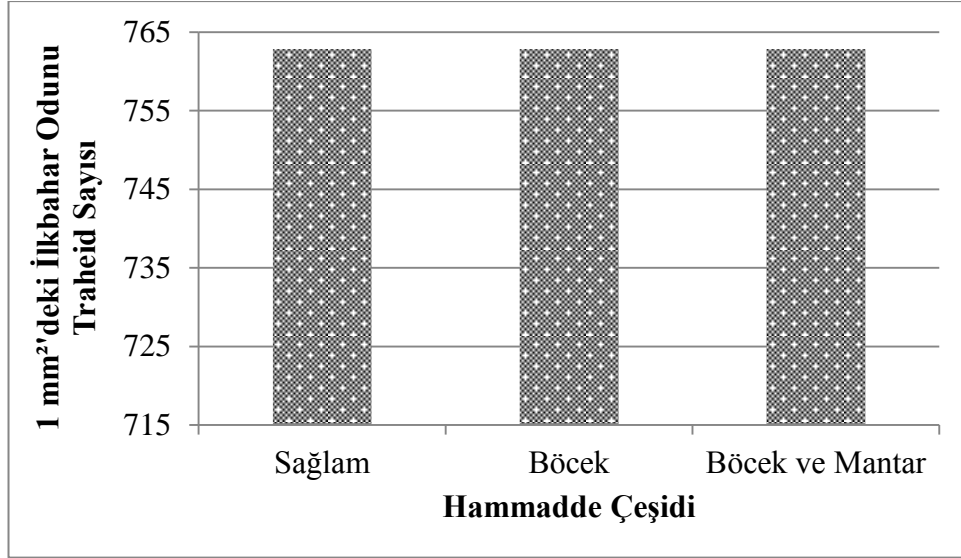


Şekil 10. Hammadde çeşidinin çeper kalınlığı üzerine etkisi

En yüksek çeper kalınlığı değeri (17,76 μm) sağlam hammadde çeşidinden alınan örnek grubuna ait iken en düşük çeper kalınlığı değerinin (14,08 μm) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan örnek grubuna ait olduğu tespit edilmiştir.

4.1.4. 1 mm²' deki İlkbahar Odunu Traheid Sayısı

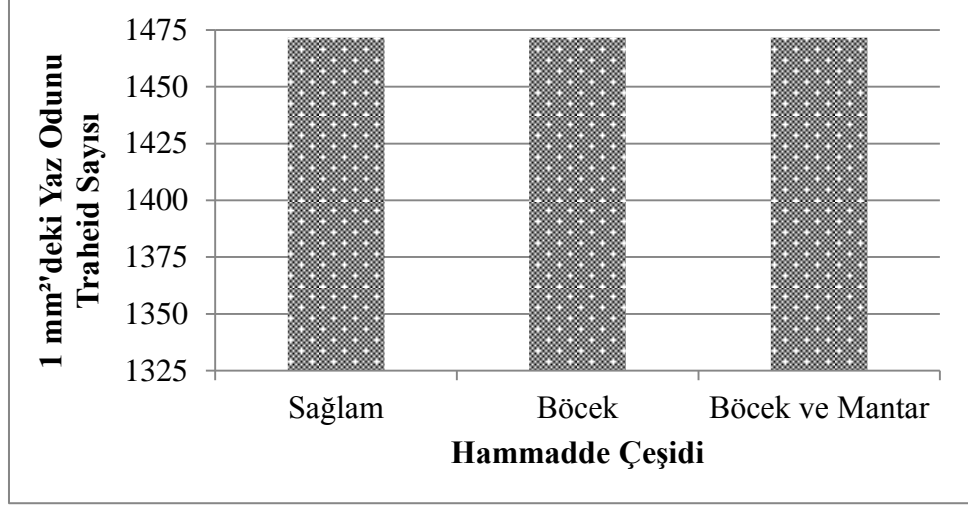
Hammadde çeşidinin 1 mm²' deki ilkbahar odunu traheid sayısı üzerine etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Şekil 11'de hammadde çeşidinin 1 mm²' deki ilkbahar odunu traheid sayısı üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 11. Hammadde çeşidinin 1 mm²' deki ilkbahar odunu traheid sayısı üzerine etkisi

4.1.5. 1 mm²' deki Yaz Odunu Traheid Sayısı

Hammadde çeşidinin 1 mm²' deki yaz odunu traheid sayısı üzerine etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Şekil 12'de hammadde çeşidinin 1 mm²' deki yaz odunu traheid sayısı üzerine etkisi gösterilmiştir.

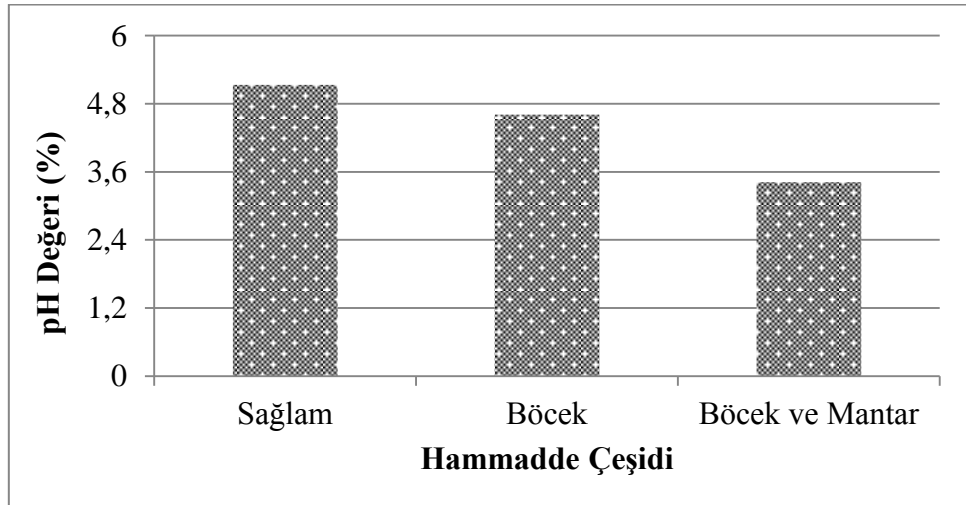


Şekil 12. Hammadde çeşidinin 1 mm²'deki yaz odunu traheid sayısı üzerine etkisi

4.2. Yongaların Kimyasal Özellikleri

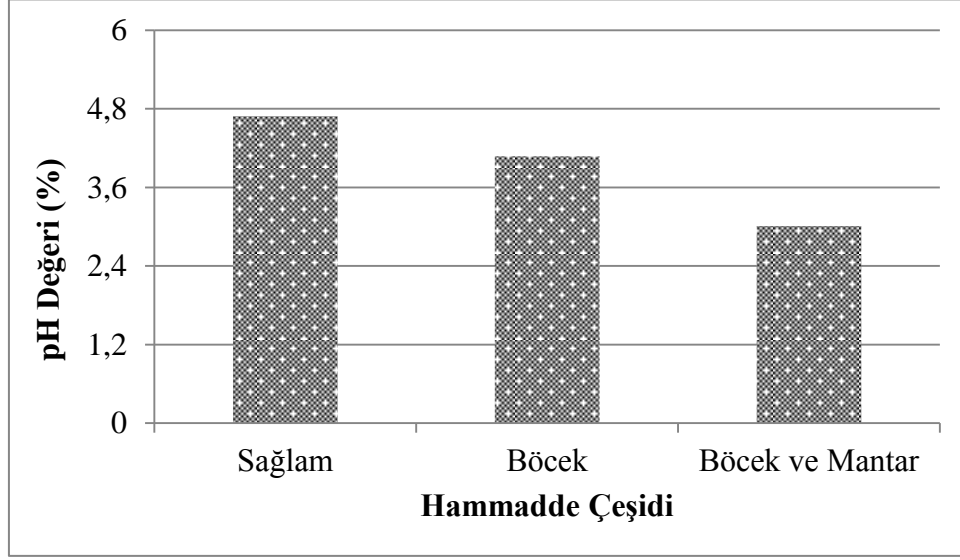
4.2.1. pH

Tutkallanmamış yongalarda pH değerinin hammadde çeşidine bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük pH değeri (%3,42) böcek ve mantar tahribatına uğramış odun örneğinden, en yüksek pH değeri (%5,13) ise sağlam odun örneğinden elde edilmiştir. Şekil 13'te hammadde çeşidine göre tutkalsız yongaların pH değerleri verilmiştir.



Şekil 13. Tutkalsız hammadde çeşidinin pH değeri üzerine etkisi

Tutkallanmış yongalarda pH değerinin hammadde çeşidine bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük pH değeri (%3,01) böcek ve mantar tahribatına uğramış odun örneğinden, en yüksek pH değeri (%4,69) ise sağlam odun örneğinden elde edilmiştir. Şekil 14’te hammadde çeşidine göre tutkallı yongaların pH değerleri verilmiştir.



Şekil 14. Tutkallı hammadde çeşidinin pH değeri üzerine etkisi

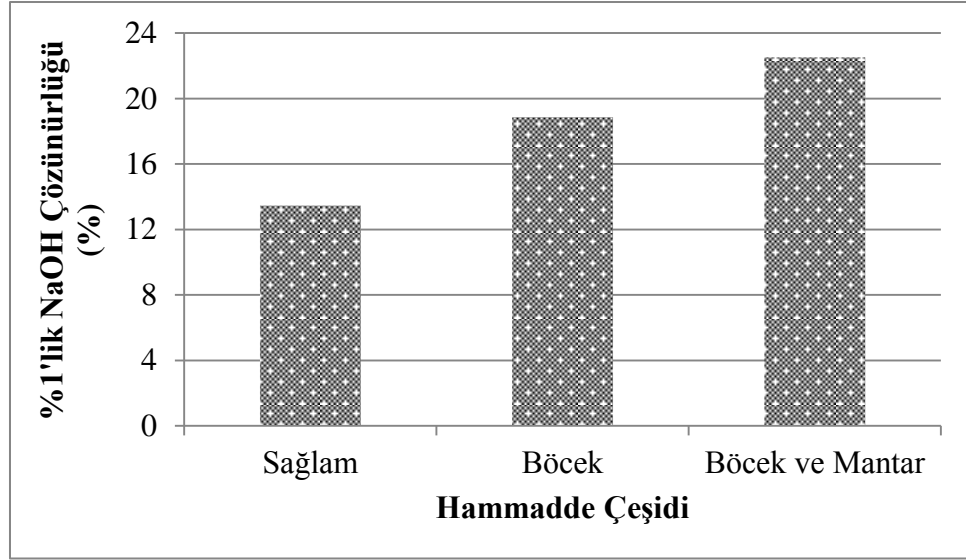
Tutkallanmamış yongalara ait pH değerleri tutkallanmış yongalara ait pH değerleri ile karşılaştırıldığında, tutkallanmış yongalarda pH değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Sağlam hammadde çeşidindeki tutkallanmamış yongalarda pH değeri %5,13 iken tutkallanmış yongalarda pH değeri %4,69’a, böcek tahribatına uğramış hammadde çeşidindeki tutkallanmamış yongalarda pH değeri %4,61 iken tutkallanmış yongalarda pH değeri %4,08’e, böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidindeki tutkallanmamış yongalarda pH değeri %3,42 iken tutkallanmış yongalarda pH değeri %3,01’e düşmüştür. Her bir grupta tutkallanmış yongalara ait pH değerinin tutkallanmamış yongalara ait pH değerine göre düşük olduğu tespit edilmiştir.

pH değerlerinin düşmesinin nedeni, ağacın böcek ve mantar saldırılarına karşı ekstraktif madde üretmiş olmasına bağlanabilir. Bundan dolayı pH değerleri böcek ve mantar tahribatına uğrayan hammadde çeşidinden alınan odun örneklerinde düşmüş olabilir.

İyi bir yapışma elde etmek isteniyorsa ağaç türünün pH'ının 4-5 olması gerekmektedir (Göker ve Akbulut, 1992). Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinin pH değeri literatür bilgileriyle uyumlu çıkmamıştır.

4.2.2. % 1'lik NaOH' ta Çözünürlük

Hammadde çeşidine göre %1'lik NaOH çözünürlüğünün arttığı ve hammadde çeşidinin %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 15'te hammadde çeşidinin %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 15. Hammadde çeşidinin % 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi

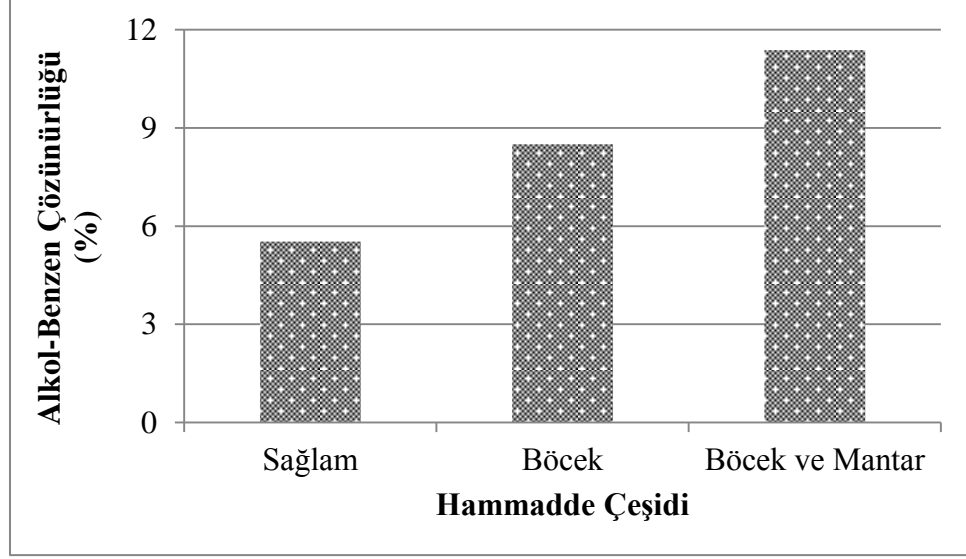
En yüksek %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri (%22,51) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri (%13,45) ise sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

% 1'lik NaOH çözünürlüğünün böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde yüksek olması, ağacın böcek ve mantar saldırılarına karşı kendini korumak için ekstraktif madde üretmiş olmasına bağlanabilir.

Literatür bilgilerinde %1'lik NaOH çözünürlüğünün sert odunlarda %14-20, yumuşak odunlarda %9-16 arasında değiştiği yer almaktadır (Güler, vd., 2008). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.3. Alkol-Benzende Çözünürlük

Alkol-benzen çözünürlüğünün hammadde çeşidine göre arttığı ve hammadde çeşidinin alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 16'da hammadde çeşidinin alkol benzen çözünürlüğü üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 16. Hammadde çeşidinin alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi

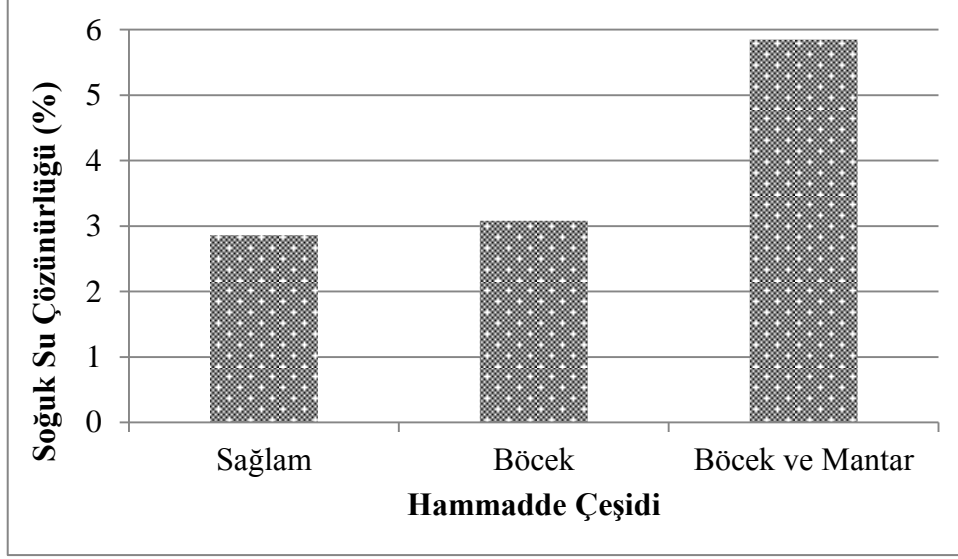
En yüksek alkol-benzen çözünürlüğü değeri (%11,37) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden, en düşük alkol benzen çözünürlüğü değeri (%5,53) ise sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

Alkol-benzen çözünürlüğünün böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde yüksek olması, ağacın böcek ve mantar saldırılarına karşı kendini korumak için ekstraktif madde üretmiş olmasına bağlanabilir.

Literatürde alkol-benzen çözünürlüğünün sert odunlarda %2–6, yumuşak odunlarda ise %2–8 arasında değiştiği belirtilmektedir (Güler, vd., 2008). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.4. Soğuk Su Çözünürlüğü

Soğuk su çözünürlüğünün hammadde çeşidine göre arttığı ve hammadde çeşidinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 17’de hammadde çeşidinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi gösterilmiştir.



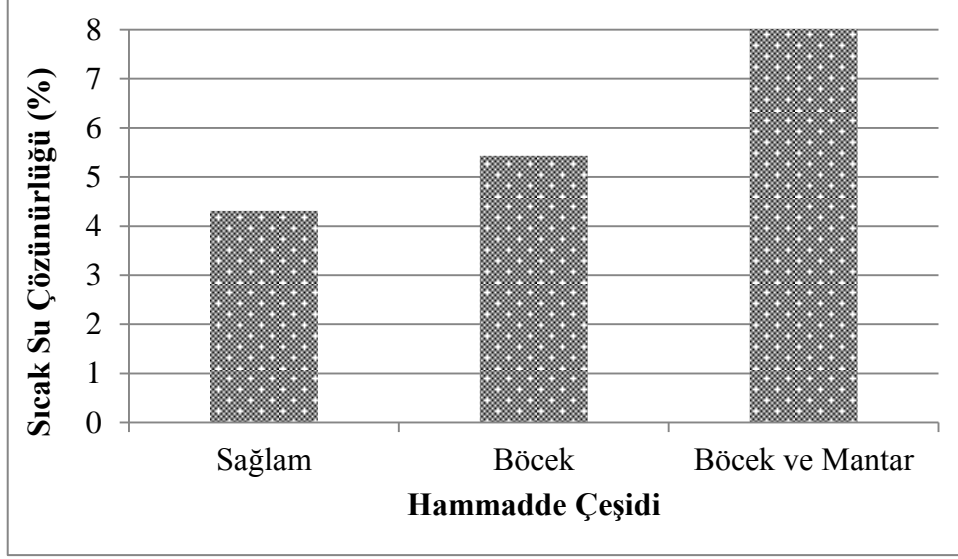
Şekil 17. Hammadde çeşidinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi

En yüksek soğuk su çözünürlüğü değeri (%5,85) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden, en düşük soğuk su çözünürlüğü değeri (%2,86) ise sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Bu durum soğuk suda çözünebilen ekstraktiflerin böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde, incelenen diğer hammadde çeşitlerine göre daha fazla oranda bulunduğunu göstermektedir.

Literatürde soğuk su çözünürlüğünde sert odunlarda %4-6, yumuşak odunlarda %2-3 arasında olması gerektiği belirtilmektedir (Güler vd., 2008). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.5. Sıcak Su Çözünürlüğü

Yapılan çalışmalarda hammadde çeşidine göre sıcak su çözünürlüğünün arttığı ve hammadde çeşidinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 18’de hammadde çeşidinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi gösterilmiştir.



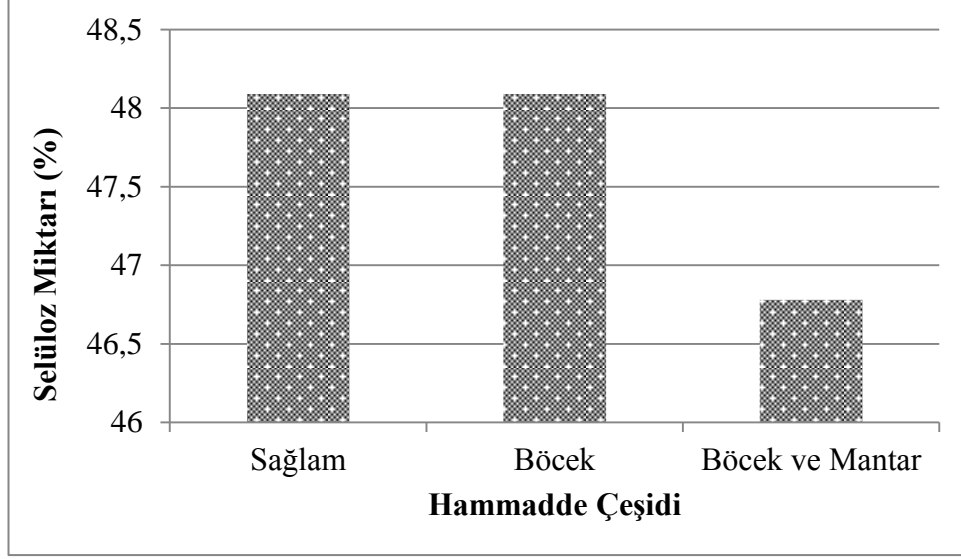
Şekil 18. Hammadde çeşidinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

En yüksek sıcak su çözünürlüğü değeri (%8,04) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden, en düşük sıcak su çözünürlüğü değeri (%4,31) ise sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Bu durum sıcak suda çözünebilen ekstraktiflerin böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde, incelenen diğer hammadde çeşitlerine göre daha fazla oranda bulunduğunu göstermektedir.

Literatürde sıcak su çözünürlük değerinin sert odunlarda %2–5, yumuşak odunlarda ise %3–6 arasında değiştiği belirtilmektedir (Güler, vd., 2008). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.6. Selüloz Tayini

Yapılan çalışmalarda selüloz miktarının hammadde çeşidine göre azaldığı ve hammadde çeşidinin selüloz miktarı üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Hammadde çeşidinin selüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19. Hammadde çeşidinin selüloz miktarı üzerine etkisi

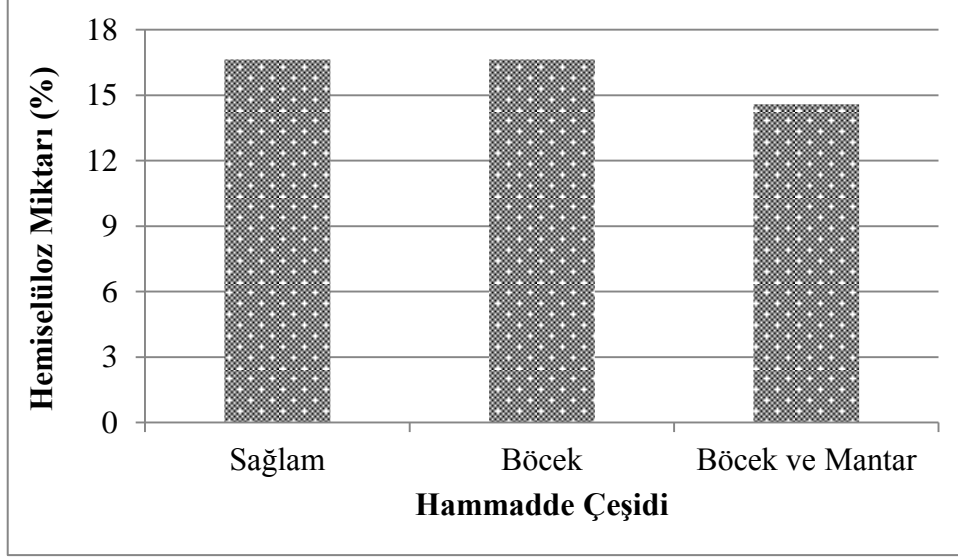
En yüksek selüloz miktarı (%48,09) sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden, en düşük selüloz miktarı (%46,78) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Sağlam hammadde çeşidi ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşidi değerleri arasında fark yoktur.

Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde selüloz miktarının azalmasının nedeni, on iki dişli kabuk böceğinin (*Ips sexdentatus* Boerner) odun bileşenlerinden selülozu yıkıma uğratmaması, kav mantarının (*Fomes fomentarius*) ise odundaki bileşenlerden selülozu yıkıma uğratmasına bağlanabilir.

Literatürde selüloz miktarının sert ve yumuşak odunlarda %40-50 arasında olması istenmektedir (Parisi, 1989). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.7. Hemiselüloz Tayini

Yapılan çalışmalarda hemiselüloz miktarının hammadde çeşidine göre azaldığı ve hammadde çeşidinin hemiselüloz miktarı üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 20’de hammadde çeşidinin selüloz miktarı üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 20. Hammadde çeşidinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi

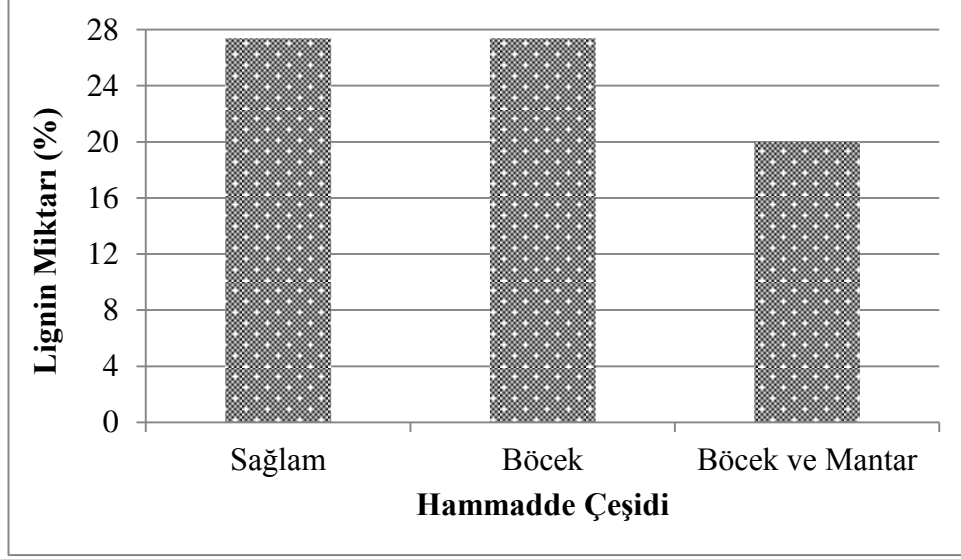
En yüksek hemiselüloz miktarı (%16,64) sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden, en düşük hemiselüloz miktarı (%14,58) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Sağlam hammadde çeşidi ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşidi değerleri arasında fark yoktur.

Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde hemiselüloz miktarının azalmasının nedeni, on iki dişli kabuk böceğinin (*Ips sexdentatus* Boerner) odun bileşenlerinden hemiselülozu yıkıma uğratmaması, kav mantarının (*Fomes fomentarius*) ise odundaki bileşenlerden hemiselülozu yıkıma uğratmasına bağlanabilir.

Literatürde hemiselüloz miktarının yumuşak odunlarda %14-17 arasında olması istenmektedir (Fengel and Wegener, 1990). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.8. Lignin Tayini

Yapılan çalışmalarda lignin miktarının hammadde çeşidine göre azaldığı ve hammadde çeşidinin lignin miktarı üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Lignin miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisi Şekil 21’de gösterilmiştir.



Şekil 21. Hammadde çeşidinin lignin miktarı üzerine etkisi

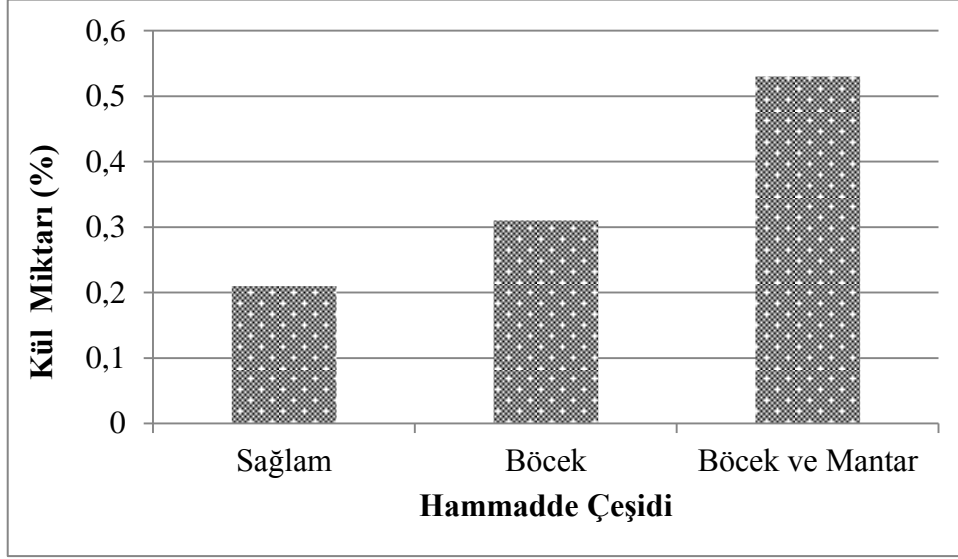
En yüksek lignin miktarı (%27,39) sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden, en düşük lignin miktarı (%19,99) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Sağlam hammadde çeşidi ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşidi değerleri arasında fark yoktur.

Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde lignin miktarının azalmasının nedeni, kav mantarının (*Fomes fomentarius*) odun bileşenlerinden lignini yıkıma uğratmasına bağlanabilir.

Literatürde lignin miktarının yumuşak odunlarda %26-36 arasında olması istenmektedir (Fengel and Wegener, 1990). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.9. Kül Tayini

Yapılan çalışmalarda kül miktarının hammadde çeşidine göre arttığı ve hammadde çeşidinin kül miktarı üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 22’de kül miktarı üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 22. Hammadde çeşidinin kül miktarı üzerine etkisi

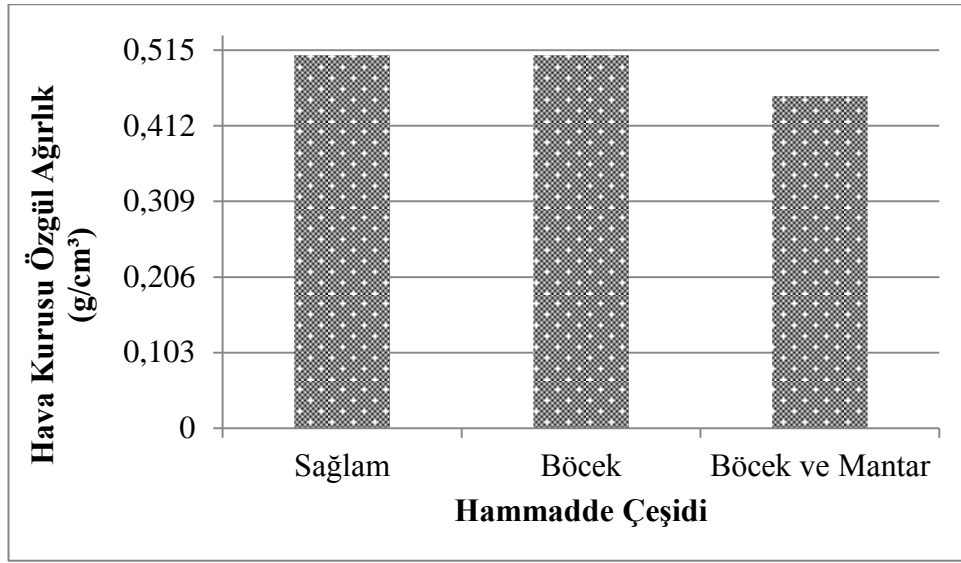
En yüksek kül miktarı (%0,53) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden, en düşük kül miktarı (%0,21) ise sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

Literatürde kül miktarının yumuşak odunlarda %0,1-1,4 arasında olması istenmektedir (Fengel and Wegener, 1990). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.3. Fiziksel Özellikler

4.3.1. Hammaddenin Hava Kuruğu Özgöl Ağırlığı

Yapılan çalışmalarda hava kuruğu özgöl ağırlık değerinin hammadde çeşidine göre azaldığı ve hammadde çeşidinin hava kuruğu özgöl ağırlık değeri üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Hava kuruğu özgöl ağırlık değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi Şekil 23'te gösterilmiştir.



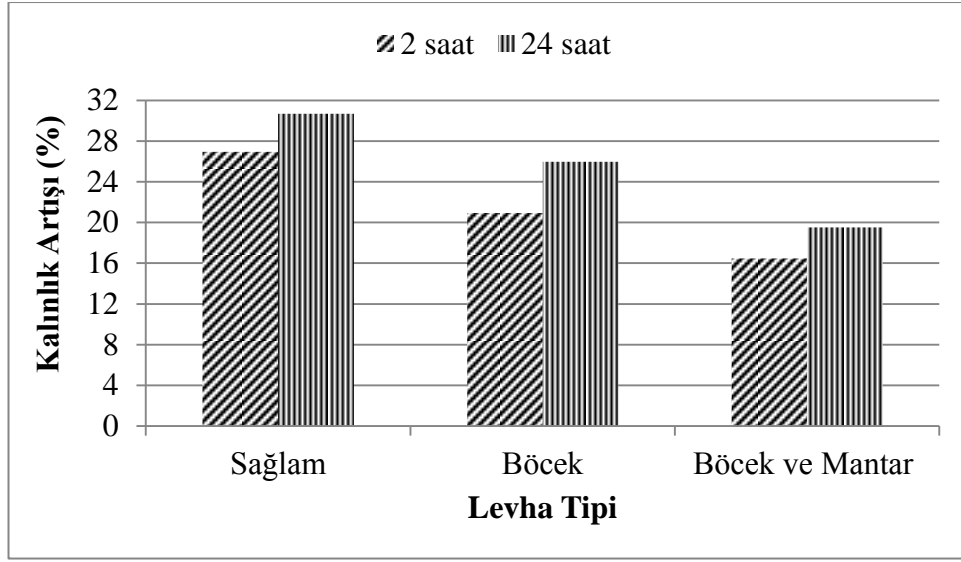
Şekil 23. Hammadde çeşidinin hava kuruğu özgöl ağırlık değeri üzerine etkisi

En yüksek hava kuruğu özgöl ağırlık değeri ($0,508 \text{ g/cm}^3$) sağlam hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden, en düşük hava kuruğu özgöl ağırlık değeri ($0,452 \text{ g/cm}^3$) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Sağlam hammadde çeşidi ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşidi değerleri arasında fark yoktur.

Hava kuruğu özgöl ağırlığın azalmasının nedeni, böcek ve mantar tahribatının etkisiyle çeper kalınlığının azalmasına bağlanabilir.

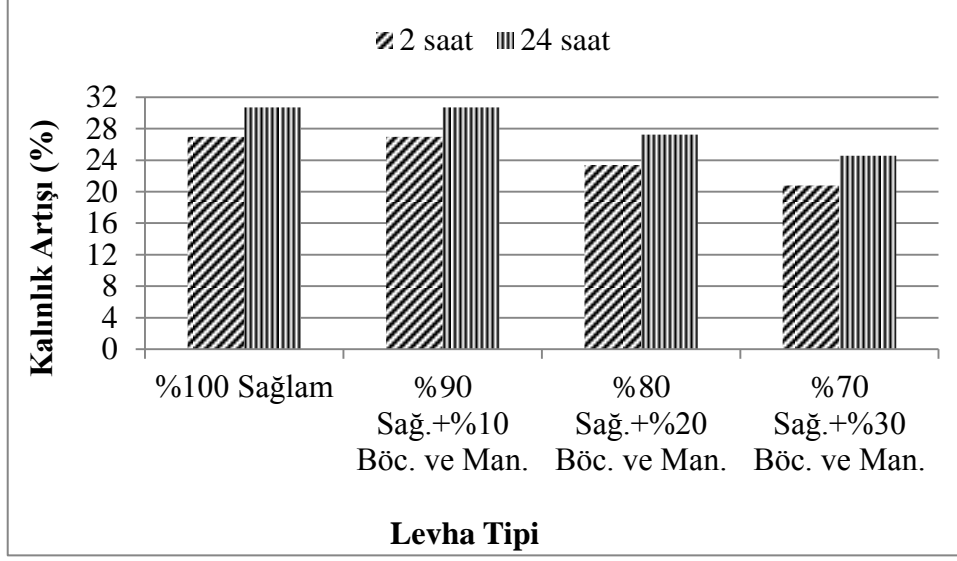
4.3.2. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Kalınlık artışı değerlerinin levha tipinde kullanılan hammadde çeşidine bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek kalınlık artışı değerleri (2 saat için %26,94, 24 saat için ise %30,68) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük kalınlık artışı değerleri de (2 saat için %16,44, 24 saat için ise %19,51) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 24'te kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 24. 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisi

Kalınlık artışı değerlerinin levha tipinde kullanılan hammadde karışım oranına bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek kalınlık artışı değerleri (2 saat için %26,94, 24 saat için ise %30,68) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük kalınlık artışı değerleri de (2 saat için %20,77, 24 saat için ise %24,56) %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 25'te kalınlık artışı oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 25. 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisi

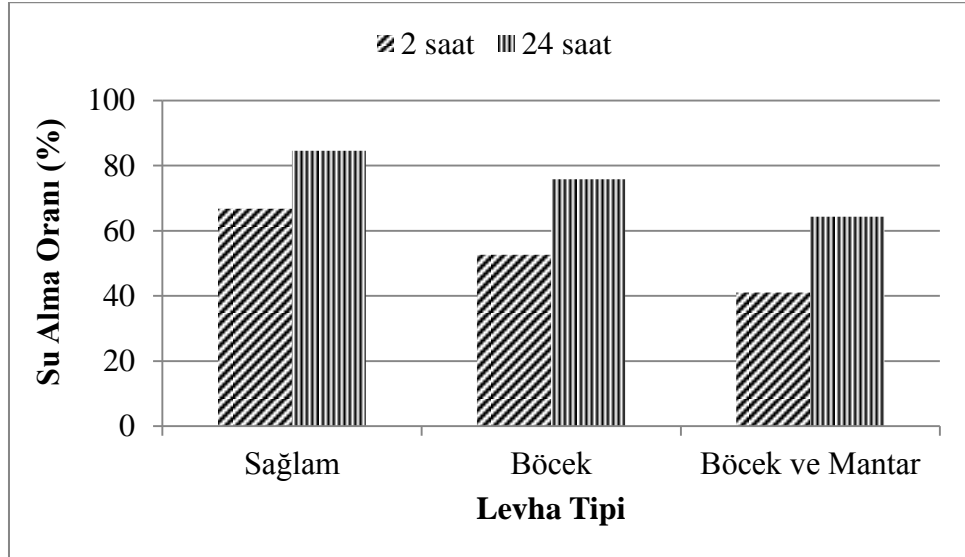
Odundaki selüloz ve hemiselüloz miktarının fazla olması kalınlık artış oranını artırmaktadır. Selüloz ve hemiselülozlar higroskopik (nem çeken) polimerlerden oluşmaktadır. Bu nedenle bu bileşenlerde su moleküllerinin bağlanacağı serbest hidroksil grupları fazla olduğu için kalınlık artışı fazladır (Sarı vd., 2012; Baharoğlu vd., 2013). Hammadde çeşitlerinin selüloz ve hemiselüloz miktarları incelendiğinde (Şekil 19 ve 20) sağlam hammadde çeşidi ve böcek tahribatına uğramış hammadde çeşidinde bu bileşenlerin miktarlarının fazla, böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde az olduğu görülmektedir. Selüloz ve hemiselüloz miktarının az olması kalınlık artışı oranını da azaltır. Böylece levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan kalınlık artışı oranının böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi; levhanın üretiminde kullanılan hammadde çeşidinde bu bileşenlerin miktarının az olmasına, %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde selüloz ve hemiselüloz miktarının düşük hammadde çeşidinden (böcek ve mantar) daha fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

Alkol benzen, %1'lik NaOH, soğuk su ve sıcak su çözünürlüklerinin fazla olması odunda ekstraktif madde miktarının fazla olduğunu göstermektedir. Ekstraktif madde miktarının fazla olması da oduna su itici bir özellik kazandırmaktadır (Cameron vd., 1985; Baharoğlu vd., 2013). Bu nedenle levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan kalınlık artışı

oranının böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi; levhanın üretiminde kullanılan hammadde çeşidinde ekstraktif madde miktarının en yüksek olmasına (Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17 ve Şekil 18), %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde ekstraktif madde miktarı yüksek hammadde çeşidinden fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

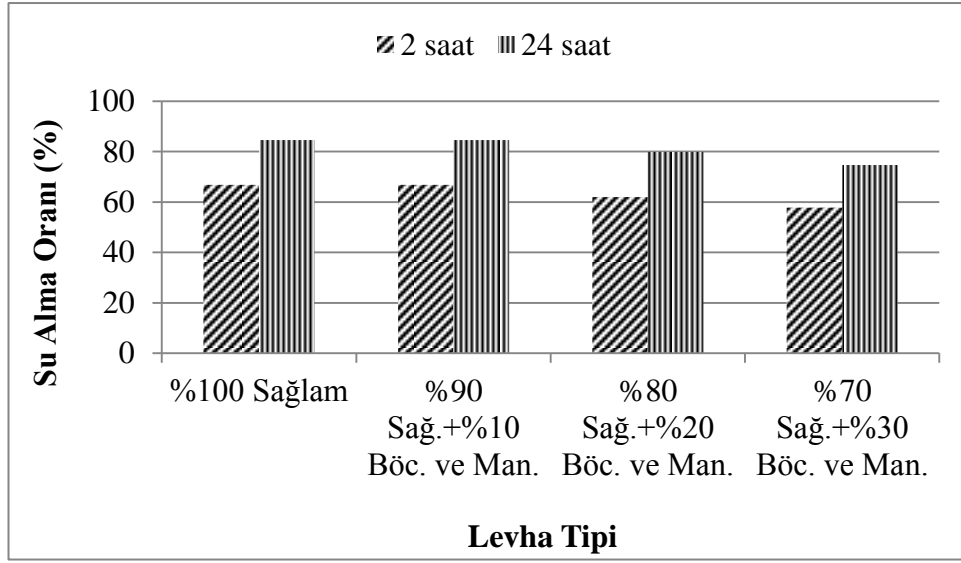
4.3.3. Su Alma Oranı

Su alma oranının levha tipinde kullanılan hammadde çeşidine bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek su alma oranları (2 saat için %66,77, 24 saat için ise %84,57) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük su alma oranları ise (2 saat için %40,99, 24 saat için ise %64,33) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 26'da su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 26. 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde çeşidinin etkisi

Su alma oranının levha tipinde kullanılan hammadde karışım oranına bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek su alma oranları (2 saat için %66,77, 24 saat için ise %84,57) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük su alma oranları ise (2 saat için %57,84, 24 saat için ise %74,63) %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 27’de su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 27. 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine hammadde karışım oranının etkisi

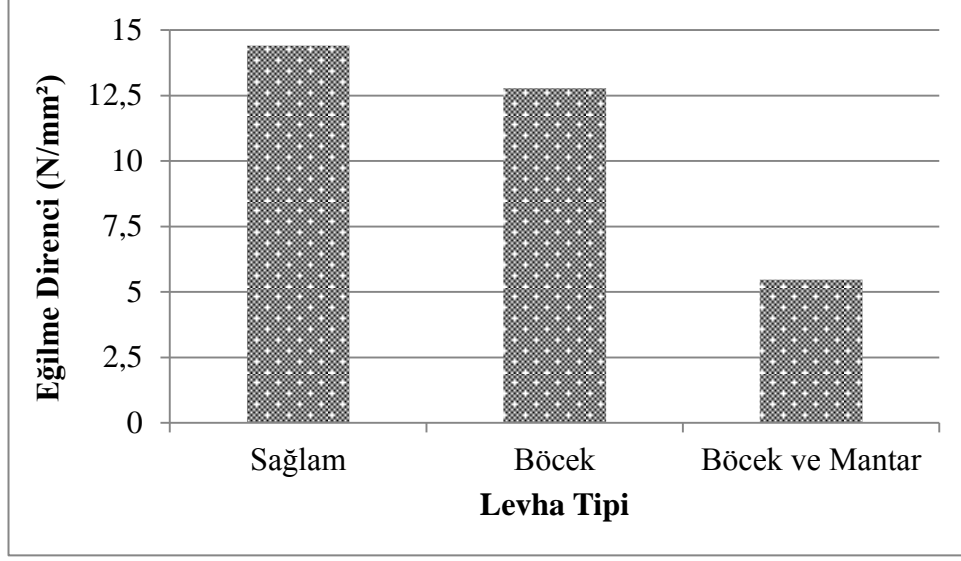
Odunda bulunan ekstraktif maddeler (fenol, tanen, reçine asitleri) su itici özellik gösterdiğinden su alma oranını azaltır (Cameron vd., 1985; Baharoğlu vd., 2013). Levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan su alma oranının böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi; levhanın üretiminde kullanılan hammadde çeşidinde ekstraktif madde miktarının en yüksek olmasına (Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17 ve Şekil 18), %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde ekstraktif madde miktarı yüksek hammadde çeşidinden fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

Çeper kalınlığının azalması su alma miktarını da azaltır. Çünkü su molekülleri hücre çeperindeki serbest hidroksil gruplarına fiziksel ve kimyasal yolla bağlanmaktadır. Hücre çeper maddesinin azalması serbest hidroksil gruplarını da azaltacak ve bu da su alma miktarının azalmasına sebep olacaktır (Sarı vd., 2012; Baharoğlu vd., 2013). Levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan su alma oranının böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi; levhanın üretiminde kullanılan hammadde çeşidinin çeper kalınlığının az olmasından dolayı (Şekil 10) daha az serbest hidroksil grubu barındırması ve su moleküllerinin hidroksil gruplarına yeterince bağlanamamasına, %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde çeper kalınlığı düşük hammadde çeşidinden daha fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

4.4. Mekanik Özellikler

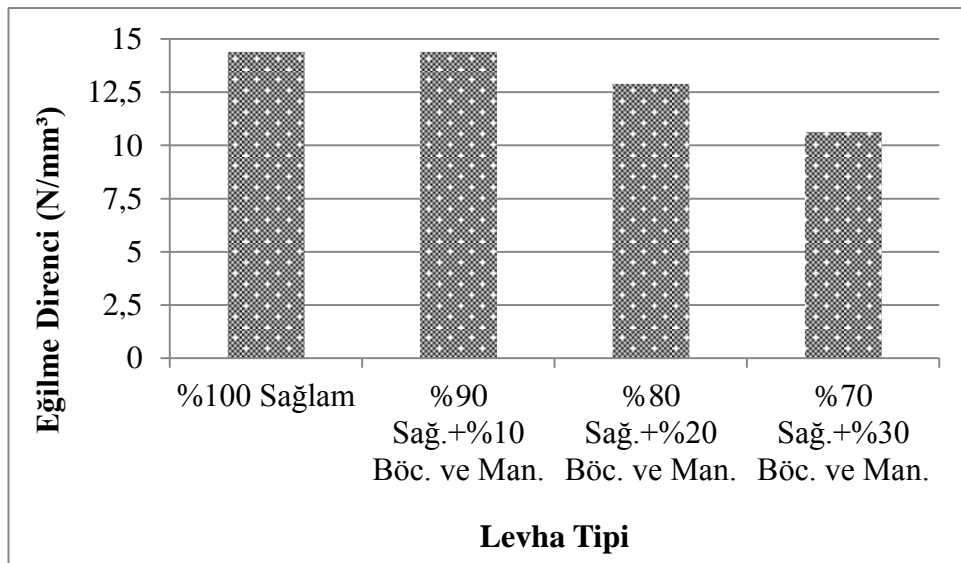
4.4.1. Eğilme Direnci

Bu çalışmada eğilme direnci değerleri üzerine hammadde çeşidinin etkili olduğu ve eğilme direnci değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek eğilme direnci değeri (14,40 N/mm²) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci değeri (5,47 N/mm²) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 28’de eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 28. Eğilme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi

Eğilme direnci değerleri üzerine hammadde karışım oranının etkili olduğu ve eğilme direnci değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek eğilme direnci değeri (14,40 N/mm²) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci değeri (10,63 N/mm²) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 29’da eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 29. Eğilme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi

Lif çeper kalınlığının azalması mekanik direnç özelliklerini düşüren bir faktördür (Bariska and Pizzi, 1986; Baharoğlu vd., 2013). Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinde çeper kalınlığında azalma meydana gelmesi eğilme direncinde azalmaya neden olmuş olabilir. %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde eğilme direncinin en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde çeper kalınlığı düşük hammadde çeşidinden daha fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

Selüloz ve lignin odunun mekanik direnç özelliklerini arttıran yapısal bileşiklerdir (Baharoğlu vd., 2013) . Levha üretiminde kullanılan hammadde çeşidine göre selüloz ve lignin miktarının azalması (Şekil19 ve Şekil 21) levhaların eğilme dirençlerinin azalmasına neden olmuş olabilir. Levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan eğilme direncinin böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi; levhanın üretiminde kullanılan hammadde çeşidinde selüloz ve lignin miktarının en düşük olmasına, %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde selüloz ve lignin miktarı düşük hammadde çeşidinden fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

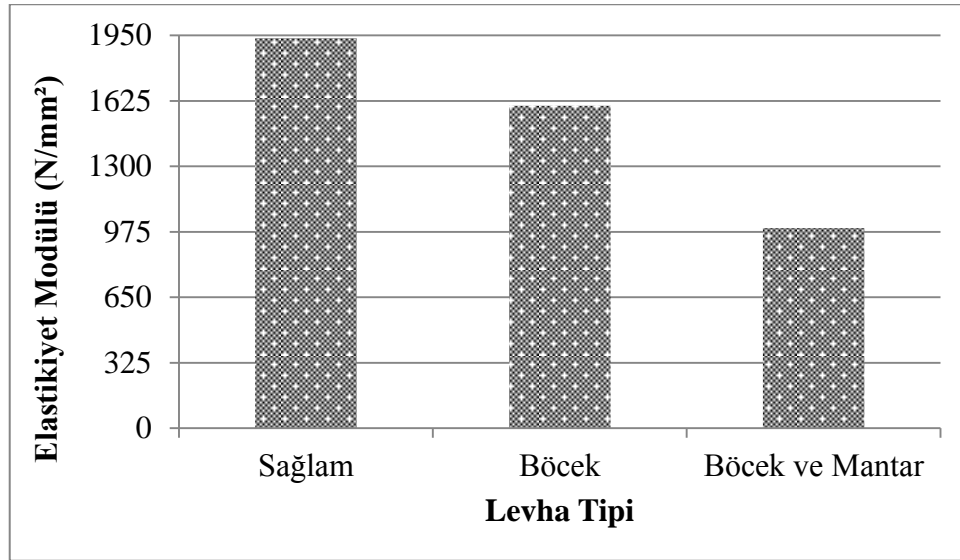
Levhalarda en uygun yapışma, pH değeri 4-5 arasında olan odun türlerinde gerçekleşmektedir (Göker ve Akbulut, 1992). Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerin eğilme dirençlerinin düşmesinin nedeni, bu hammadde çeşidinde pH'ın düşük olmasına (Şekil 13 ve Şekil 14) ve sıcak presleme öncesi tutkal bağlarının erken oluşup sıcak presleme esnasında oluşan bu bağların yıkımlanmasına bağlanabilir. %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde eğilme direncinin en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde pH miktarı düşük hammadde çeşidinden fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

Yüzey pürüzlülüğünün ve temas açısının artması yapışmayı olumsuz etkilediğinden mekanik özelliklerde düşüşe neden olur (Ayrılmış ve Wınandy, 2009; Sarı, 2011). Levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan eğilme direncinin böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi; bu

hammadde çeşidinden üretilen levhaların yüzey pürüzlülüğün fazla olması ve dolasıyla iyi bir yapışmanın meydana gelmemesine, %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde yüzey pürüzlülüğünü artıran ve böylece yapışmayı güçleştiren hammadde çeşidinden daha fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

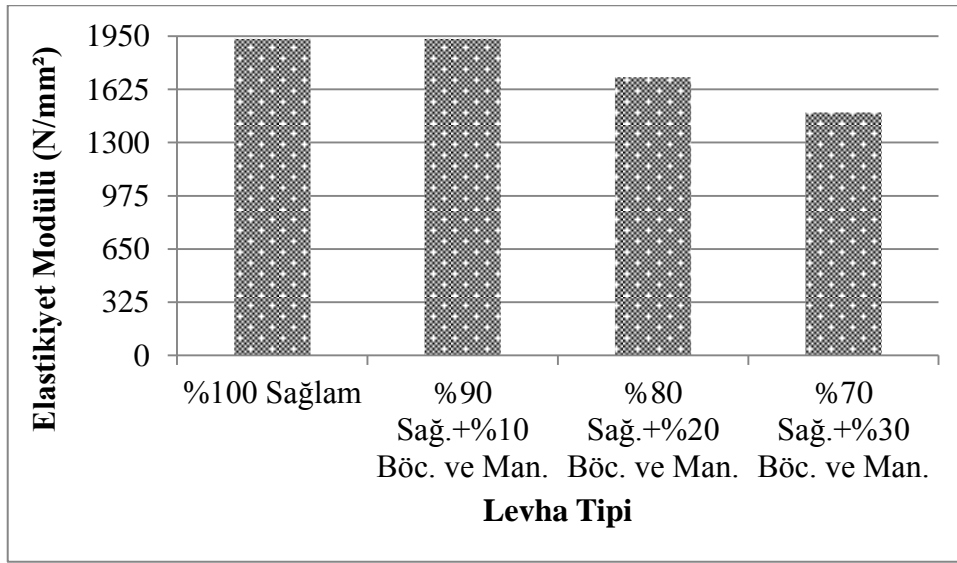
4.4.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine hammadde çeşidinin etkili olduğu ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri ($1935,32 \text{ N/mm}^2$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri ($993,28 \text{ N/mm}^2$) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 30'da eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 30. Elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi

Eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine hammadde karışım oranının etkili olduğu ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri ($1935,32 \text{ N/mm}^2$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri ($1483,91 \text{ N/mm}^2$) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 31’de eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 31. Elastikiyet modülü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi

Hava kurusu özgül ağırlık değerinin azalması mekanik direnç özelliklerinin düşmesine neden olur (Bardak, 2014). Bu nedenle elastikiyet modülünün azalması hava kurusu özgül ağırlığın azalmasına bağlanabilir. Levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan elastikiyet modülünün böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi; levhaların üretiminde yoğunluğu düşük hammadde çeşidi kullanılmasına, %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde yoğunluğu düşük hammadde çeşidinden daha fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

Lignin miktarının azalması ve kül miktarının artması yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için mekanik direnç özelliklerinin düşmesine neden olabilir (Akyüz vd., 2010; Baharoğlu vd., 2013). Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde elastikiyet modülünün düşük değerlerde çıkması lignin miktarının azalmasına bağlı olarak doğal bir yapışmanın meydana gelememesine ve kül miktarının artmasına bağlı olarak iyi bir yapışma gerçekleşmeyip levhaların dirençlerinde düşüş meydana gelmesine bağlanabilir.

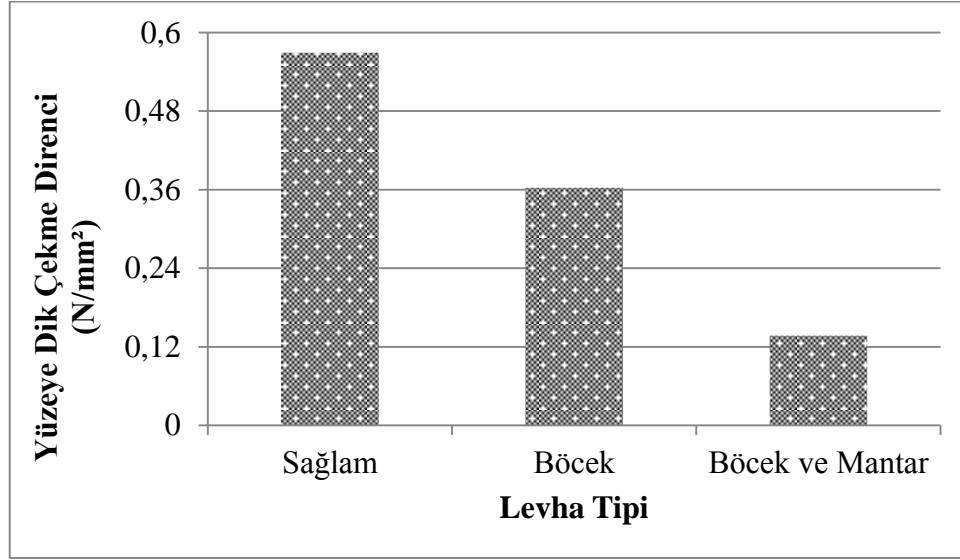
Çeper kalınlığının azalması mekanik direnç özelliklerini düşüren bir faktördür ve elastikiyet modülünün düşmesi çeper kalınlığının azalmasına bağlanabilir (Bariska and Pizzi, 1986; Baharoğlu vd., 2013). Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde elastikiyet modülünün düşük değerlerde çıkması çeper kalınlığında meydana gelen azalmaya bağlanabilir.

Ekstraktif madde miktarında meydana gelen artış yapışmayı olumsuz yönde etkilemektedir (Marshall vd., 1974). Buda mekanik direnç özelliklerinin düşmesine neden olur. Levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan en düşük elastikiyet modülü değerinin böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levha tipinden alınan örneklerden elde edilmesi bu hammadde çeşidindeki ekstraktif madde miktarının fazla olmasına (Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17 ve Şekil 18) ve iyi bir yapışmanın gerçekleşmemesine bağlanabilir. %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük değerlerde çıkması ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde ekstraktif madde miktarı yüksek hammadde çeşidinden daha fazla oranda kullanılmasına ve iyi bir yapışmanın gerçekleşmemesine bağlanabilir.

pH değerinin düşmesi, yüzey pürüzlülüğünün ve temas açısının artması da yapışmayı olumsuz etkilemekte ve mekanik direnç özelliklerinin düşmesine neden olmaktadır (Goncalves vd., 2008; Ayrılmış and Winandy, 2009; Akyüz vd., 2010). Elastikiyet modülü değerlerinin böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük değerlerde çıkması yukarıda sayılan faktörlerin etkisiyle iyi bir yapışma gerçekleşmemesine bağlanabilir.

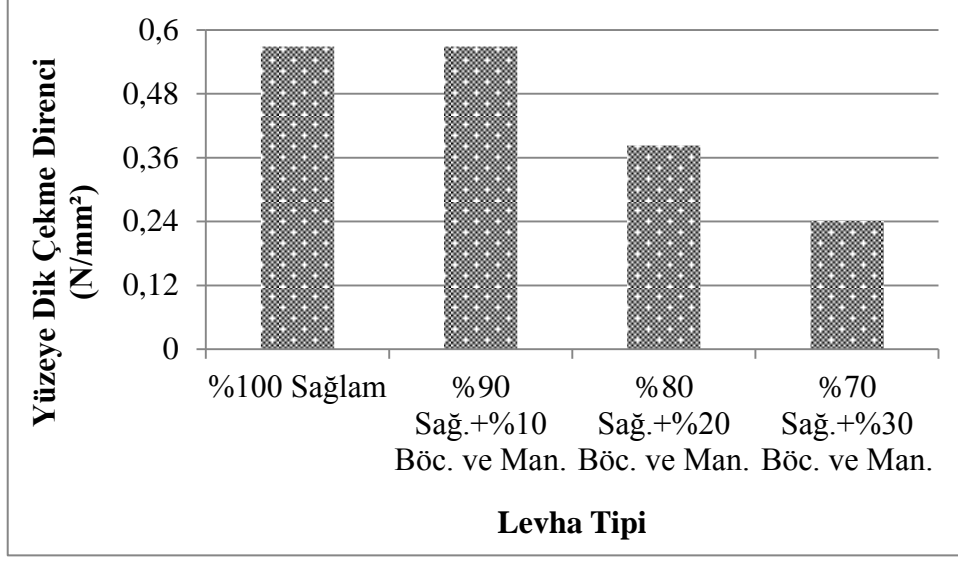
4.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine hammadde çeşidinin etkili olduğu ve yüzeye dik çekme direnci değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri ($0,569 \text{ N/mm}^2$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük yüzeye dik çekme direnci değeri ($0,137 \text{ N/mm}^2$) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 31’de yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 32. Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi

Yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerine hammadde karışım oranının etkili olduğu ve yüzeye dik çekme direnci değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri ($0,569 \text{ N/mm}^2$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük yüzeye dik çekme direnci değeri ($0,241 \text{ N/mm}^2$) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 33’te yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 33. Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi

Oduna ait pH değeri yapıştırma işleminde çok önemli bir faktördür. Odunun pH değeri ile yapıştırıcının reaksiyon oranı, sertleşme süresi ve polimerizasyon derecesi değişebilmektedir (Akyüz vd., 2010). Üre formaldehit tutkalı kullanımında odunun pH derecesinin iyi bir yapışma için 4 ile 5 arasında olması istenmektedir (Göker ve Akbulut, 1992). Elde edilen verilerde kullanılan hammadde çeşidine göre pH değerinin düştüğü tespit edilmiştir. pH'ın düşmesi de levha taslağının sıcak prese girmeden önce sertleşmesine ve bağ yapısının bozulmasına neden olmuş olabilir. Bu nedenle böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde yapışma olumsuz etkilenmiş ve yüzeye dik çekme direncinde azalmaya sebebiyet vermiş olabilir.

Yüzey pürüzlülüğündeki artış yüzeye dik çekme direncinin düşmesine neden olabilmektedir (Aydın, 2003; Ayrılmış and Wıandy, 2009; Sarı, 2011). Elde edilen verilerde kullanılan hammadde çeşidine ve hammadde karışım oranına göre yüzey pürüzlülüğü değerleri (Şekil 34 ve 35, Şekil 36 ve 37, Şekil 38 ve 39) artmaktadır. Yüzey pürüzlülüğünün fazla olması iyi bir yapışma gerçekleşmemesi ve zayıf bağların oluşmasının göstergesidir. (Christiansen, 1990; Güler, 1996). Yüzeye dik çekme direncinde azalma meydana gelmesi, böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından

üretileen levhalardan alınan örneklerde yüzey pürüzlülüğünün fazla olması nedeniyle iyi bir yapışma gerçekleşmemesine bağlanabilir.

Odunla bulunan lignin doğal bir yapıştırıcı görevi gördüğünden üretilen levhaların mekanik direnç özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir (Baharoğlu vd., 2013). Yüzeye dik çekme direnci değerlerinin böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levha tipinden alınan örneklerde ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde düşük çıkması, lignin miktarının azalmasıyla doğal bir yapışmanın yeterince sağlanamamasına bağlanabilir.

Odundaki ekstraktif maddeler (asedik asit, üranik asit, vb) sıcak presleme sırasında odunla tutkal arasındaki bağı zayıflatmaktadır. Ayrıca bu ekstraktifler odunun pH değerini düşürmekte ve erken sertleşmeye neden olmaktadır (Akyüz vd., 2010; Sarı vd., 2013). Ekstraktif madde oranının artması ile tutkalın kendi içerisinde ve odun ile yaptığı bağı zayıflatmaktadır (Christiansen, 1990). Bu durumlar da yüzeye dik çekme direncini olumsuz yönde etkilemektedir. Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levha tipinden alınan örneklerde ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde yüzeye dik çekme direncinin düşük çıkması, ekstraktif madde miktarının artmasıyla etkili bir yapışmanın gerçekleşmemesine bağlanabilir.

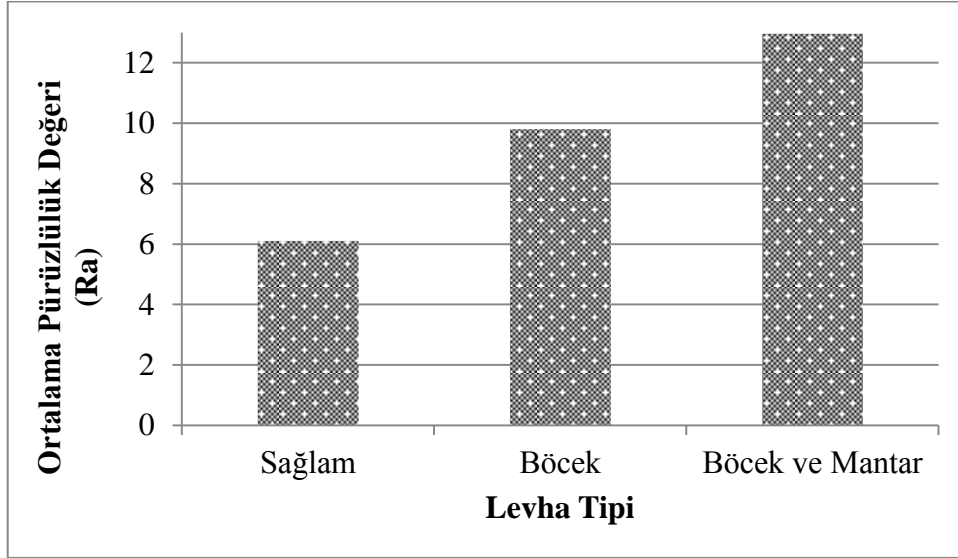
Kül (inorganik madde) miktarının yükselmesi (mangan, silis, kükürt, fosfor, potasyum) üre formaldehit ile üretilen levhalarda mekanik dirençleri düşürmektedir (Akyüz vd., 2010; Bardak, 2014). Levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan yüzeye dik çekme direncinin böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi; kül miktarı fazla hammadde çeşidi kullanılmasına ve dolasıyla iyi bir yapışmanın meydana gelmemesine, %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde kül miktarı yüksek hammadde çeşidinden daha fazla oranda kullanılmasına ve yapışmayı olumsuz etkilemesine bağlanabilir.

4.5. Yongalevhanın Yüzey Özellikleri

4.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü

4.5.1.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)

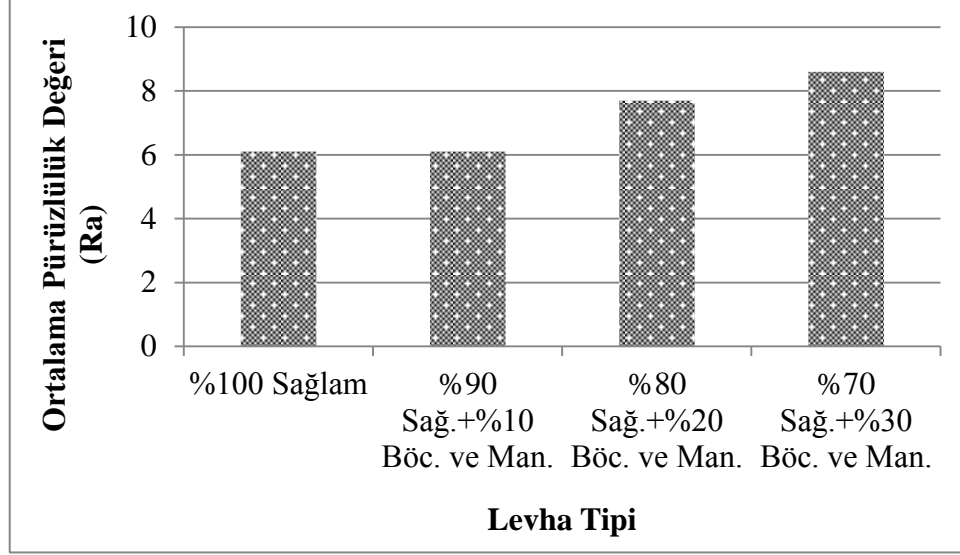
Ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkili olduğu ve ortalama pürüzlülük değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En düşük ortalama pürüzlülük değeri (6,10 μm) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek ortalama pürüzlülük değeri (12,96 μm) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 34'te ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 34. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi

Ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkili olduğu ve ortalama pürüzlülük değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En düşük ortalama pürüzlülük değeri (6,10 μm) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek ortalama pürüzlülük değeri (8,60 μm) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından

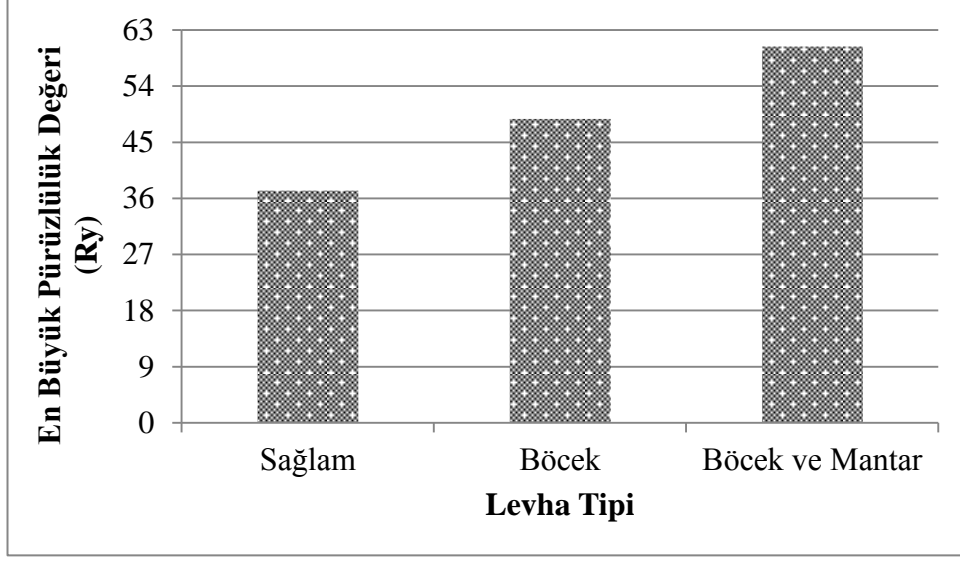
üretile deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 35'te ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 35. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi

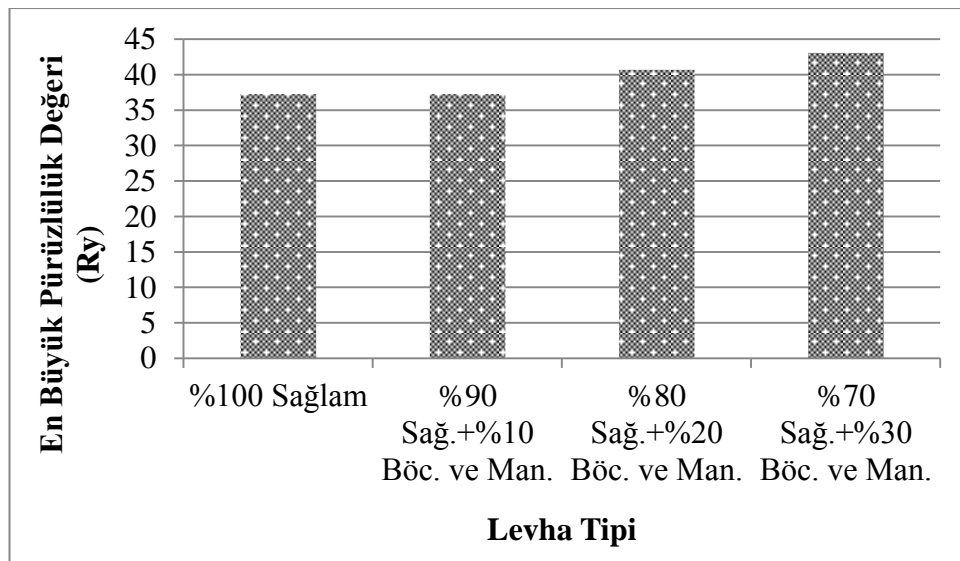
4.5.1.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry)

En büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkili olduğu ve en büyük pürüzlülük değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En düşük değer olarak en büyük pürüzlülük değeri (37,25 μm) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek değer olarak en büyük pürüzlülük değeri (60,32 μm) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 36'da en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 36. En büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi

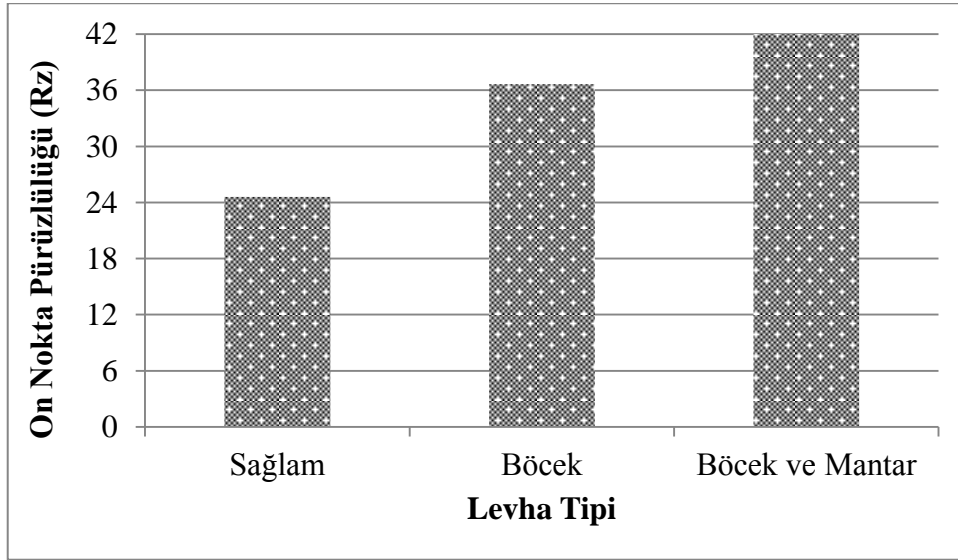
En büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkili olduğu ve levha tipinde kullanılan hammadde karışım oranına göre en büyük pürüzlülük değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En düşük (37,25 μm) ve en yüksek (43,07 μm) en büyük pürüzlülük değerleri sağlam hammadde çeşidi ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 37’de en büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 37. En büyük pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi

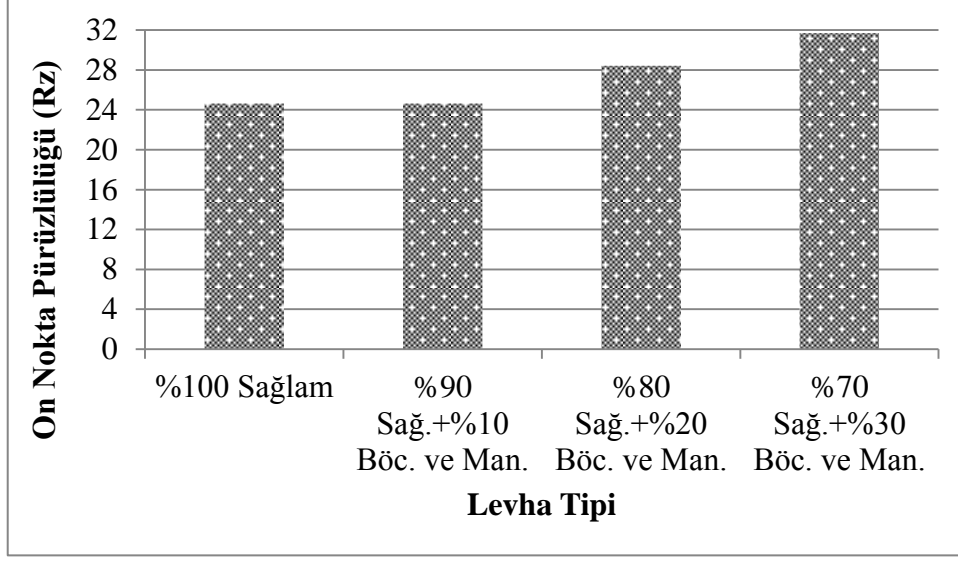
4.5.1.3. On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)

On nokta pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkili olduğu ve on nokta pürüzlülük değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En düşük on nokta pürüzlülük değeri (24,61 μm) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek on nokta pürüzlülük değeri (42,53 μm) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 38’de on nokta pürüzlülük değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 38. On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi

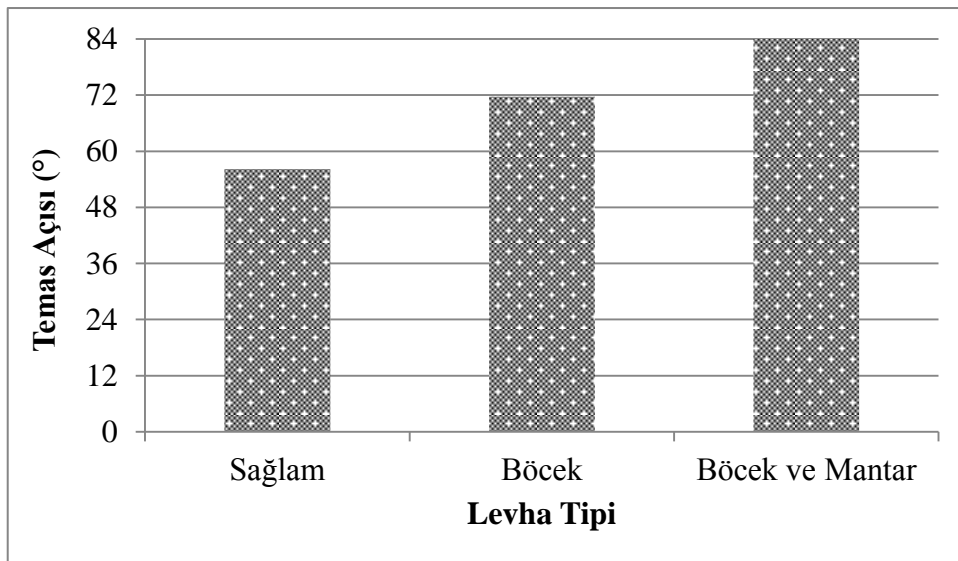
On nokta pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkili olduğu ve on nokta pürüzlülük değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En düşük on nokta pürüzlülük değeri (24,61 μm) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek on nokta pürüzlülük değeri (31,67 μm) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 39’da on nokta pürüzlülük değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 39. On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi

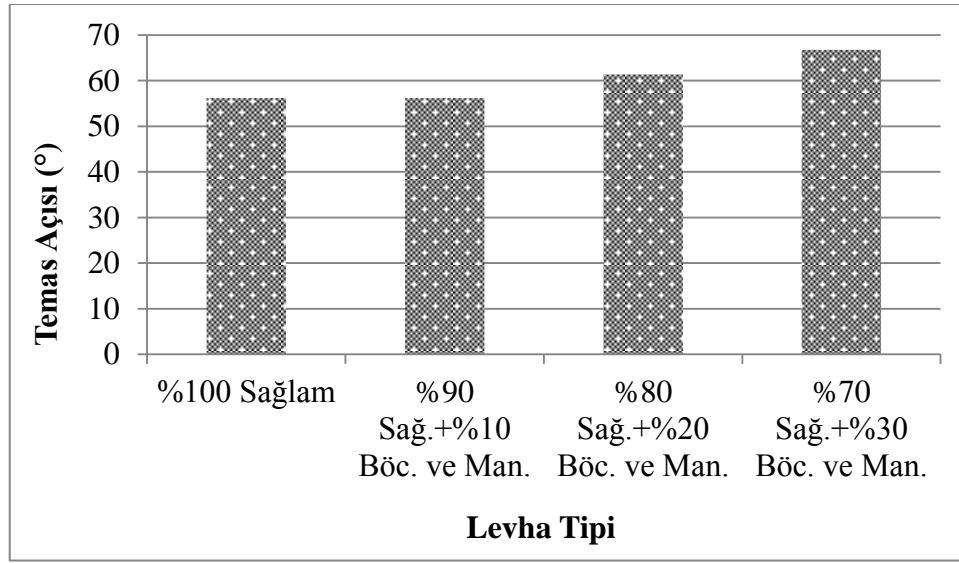
4.5.2. Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı)

Temas açısı değerlerinde hammadde çeşidinin etkili olduğu ve temas açısı değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En düşük ($56,19^\circ$) ve en yüksek ($84,05^\circ$) temas açısı değerleri sağlam ve böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 40'ta temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 40. Temas açısı değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi

Temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkili olduğu ve temas açısı değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. En düşük temas açısı değeri ($56,19^\circ$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En yüksek temas açısı değeri ($66,77^\circ$) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 41’de temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 41. Temas açısı değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi

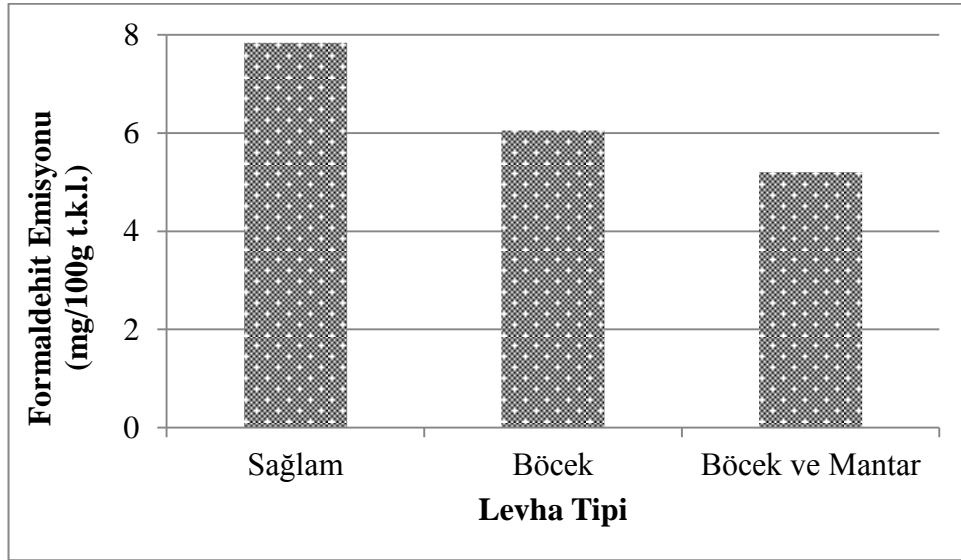
Temas açısı değerinin artması yapışmayı olumsuz yönde etkileyeceğinden mekanik direnç özelliklerinin düşmesine neden olur (Aydın, 2003; Ayrılmış ve Winandy, 2009). Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levha tipinden alınan örneklerde ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde temas açısı değerinin yüksek çıkması iyi bir yapışmanın sağlanamamasına böylece mekanik direnç özelliklerinin düşmesine (Şekil 28 ve 29, Şekil 30 ve 31, Şekil 32 ve 33) neden olmuş olabilir.

Odunda bulunan ekstraktif maddelerin ıslanabilme etkisi üzerine birçok araştırma yapılarak temas açısını etkilediği ortaya koyulmuş ve ekstraktif maddeler uzaklaştırıldıkça ıslanabilme yeteneğinin iyileştiği belirlenmiştir (Aydın, 2011). Levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde ıslanabilme yeteneğinin yüksek (kötü) çıkması; ekstraktif

madde miktarı fazla hammadde çeşidi kullanılmasına, %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en yüksek (kötü) tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde ekstraktif madde miktarı fazla hammadde çeşidinden daha fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

4.6. Formaldehit Emisyonu

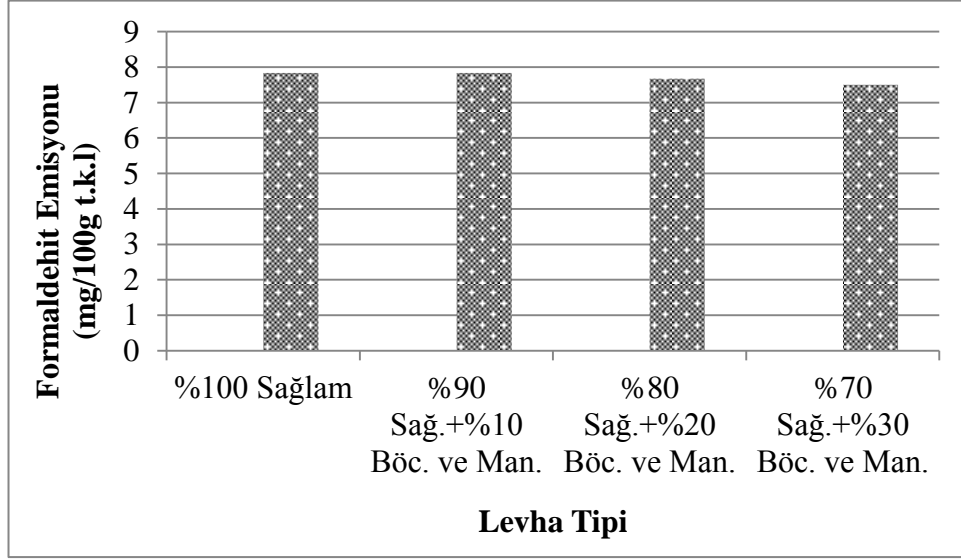
Formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkili olduğu ve formaldehit emisyonu değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek formaldehit emisyonu değeri (7,84 mg/100g) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük formaldehit emisyonu değeri (5,20 mg/100g) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 42’de formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi gösterilmiştir.



Şekil 42. Formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde çeşidinin etkisi

Formaldehit emisyonu değeri üzerine levha tipinde kullanılan hammadde karışım oranının etkili olduğu ve levha tipinde kullanılan hammadde karışım oranına göre formaldehit emisyonu değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek formaldehit emisyonu değeri (7,84 mg/100g) sağlam hammadde çeşidinden üretilen deneme

levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. En düşük formaldehit emisyonu değeri (7,50 mg/100g) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen deneme levhalarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Şekil 43'te formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi gösterilmiştir.



Şekil 43. Formaldehit emisyonu değeri üzerine hammadde karışım oranının etkisi

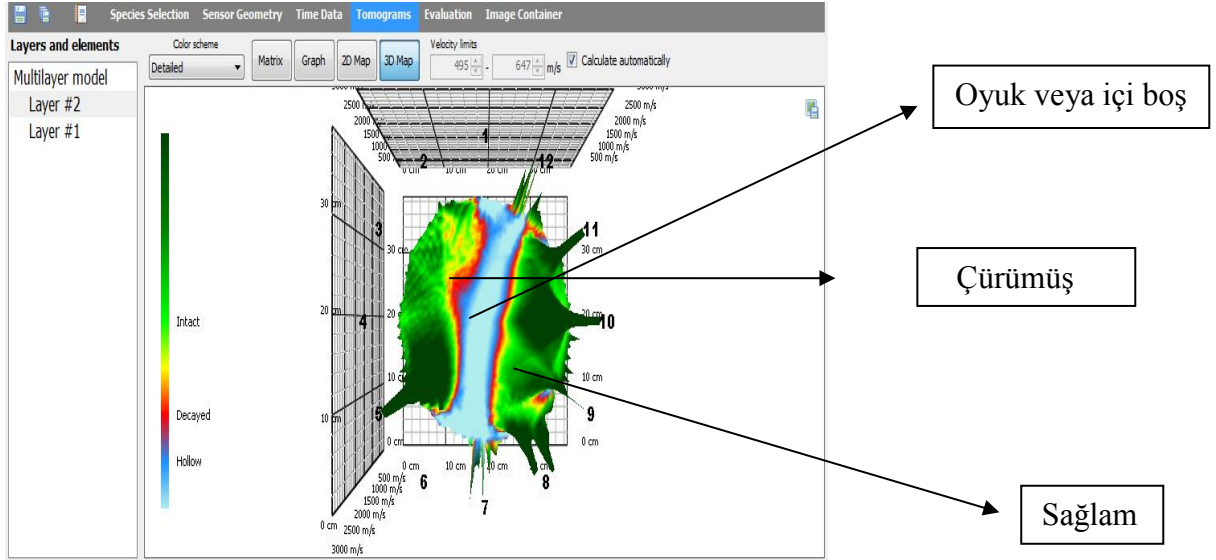
Ekstraktif maddeler formaldehiti bağlamaktadır. (Akbulut, 1995; Sarı vd., 2012). Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi de ekstraktif maddelerce zengin olduğundan (Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18) formaldehiti bağlamakta böylece formaldehit emisyonunu azaltmaktadır. Bu nedenle levha tipleri arasındaki kıyaslamalardan böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan alınan örneklerde formaldehit emisyonunun düşük çıkması; ekstraktif maddece zengin hammadde çeşidi kullanılmasına, %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde en düşük tespit edilmesi ise levhanın üretiminde kullanılan hammadde karışımının içerisinde ekstraktif madde miktarı fazla hammadde çeşidinden daha fazla oranda kullanılmasına bağlanabilir.

Özgül ağırlığın artmasıyla formaldehit emisyonunun artmasının nedeni daha fazla yonga kullanılması ve buna paralel olarak daha fazla tutkal kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Özgül ağırlığın artması sonucu formaldehit emisyonunun artmasının ikinci nedeni ise levhalar daha sıkı yapı aldığından bünyesindeki formaldehiti sıcak presleme esnasında dışarıya verememektedirler. Bu nedenle de özgül ağırlığı yüksek olan levhaların perferatör yöntemiyle test edilmeleri sırasında formaldehit emisyonları yüksek çıkabilmektedir (Nemli ve Öztürk, 2006; Bardak, 2014). Böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levha tipinden alınan örneklerde ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan alınan örneklerde formaldehit emisyonu değerinin düşük çıkması özgül ağırlığı düşük hammadde çeşidi kullanılmasına bağlanabilir.

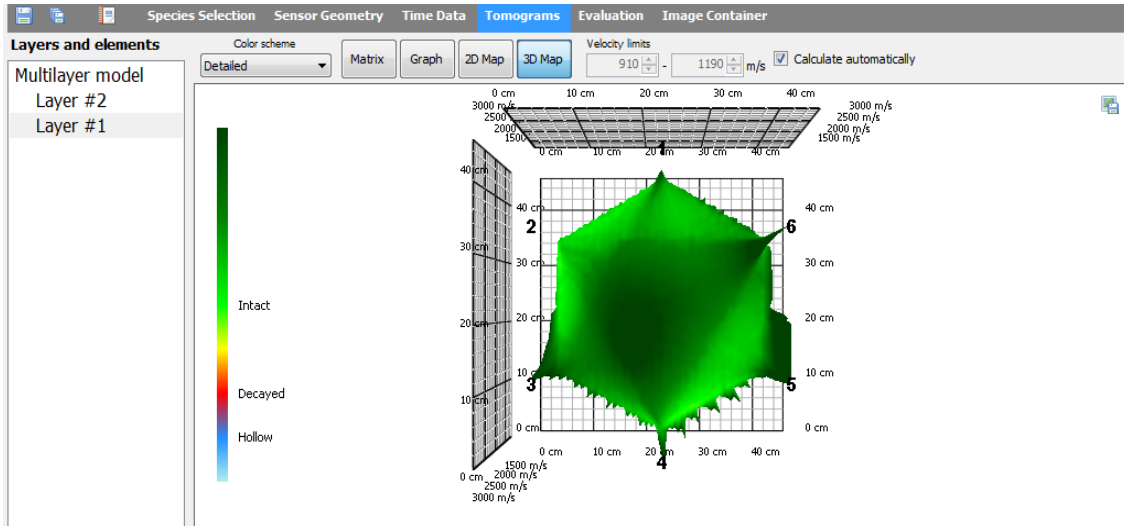
Yüzey pürüzlülüğü ve temas açısı değerlerinin artması formaldehit emisyonunu azaltıcı bir etki sağlamaktadır (Baharoğlu vd., 2012; Atar vd., 2014). Bu değerlerin artması levha yüzeyinde iyi bir yapışma sağlanamaması ve gevşek bir yüzey elde edilmesine sebep olabilir. Presleme esnasında gevşek bir yüzeyden formaldehit çıkışı daha kolay gerçekleşeceğinden böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen ve bu hammadde çeşidinin fazla oranda karıştırılarak (%70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış) üretildiği levhalardan alınan örneklerde formaldehit emisyonunun düşük olması bu nedene bağlanabilir.

4.7. Fakopp 3D Akustik Tomografi Cihazı

Burada elde edilen görüntülere bakıldığında mavi renk olan bölgeler içi boş alanları belirtir. Kırmızı-sarı renk olan bölgeler çürümüş alanları, açık yeşil ve koyu yeşil olan alanlar da sağlam bozulmamış bölgeleri temsil etmektedir (Şekil 44).

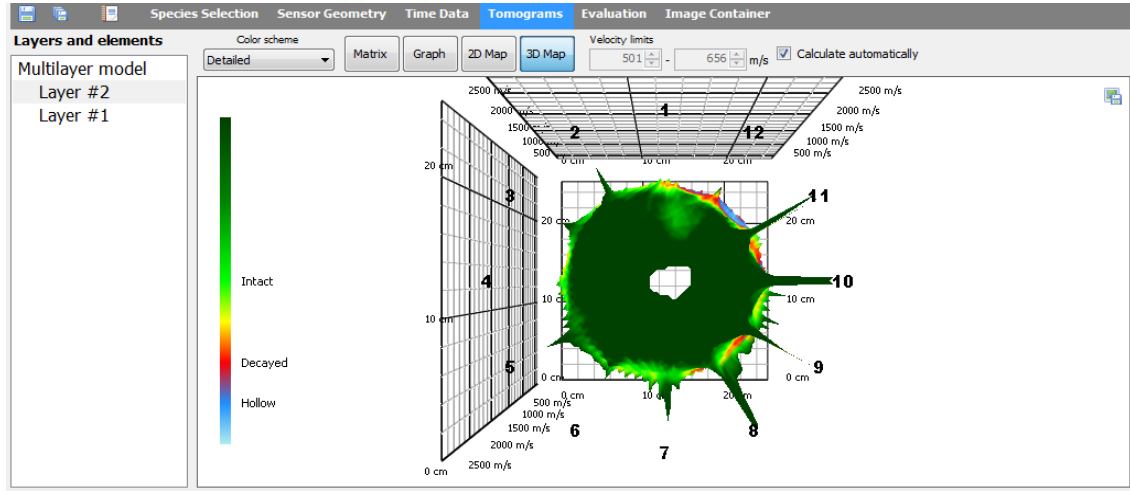


Şekil 44. Dikili ağaçlarda Fakopp 3D Akustik Tomografi Cihazı ile alınan tomografi görüntüsü



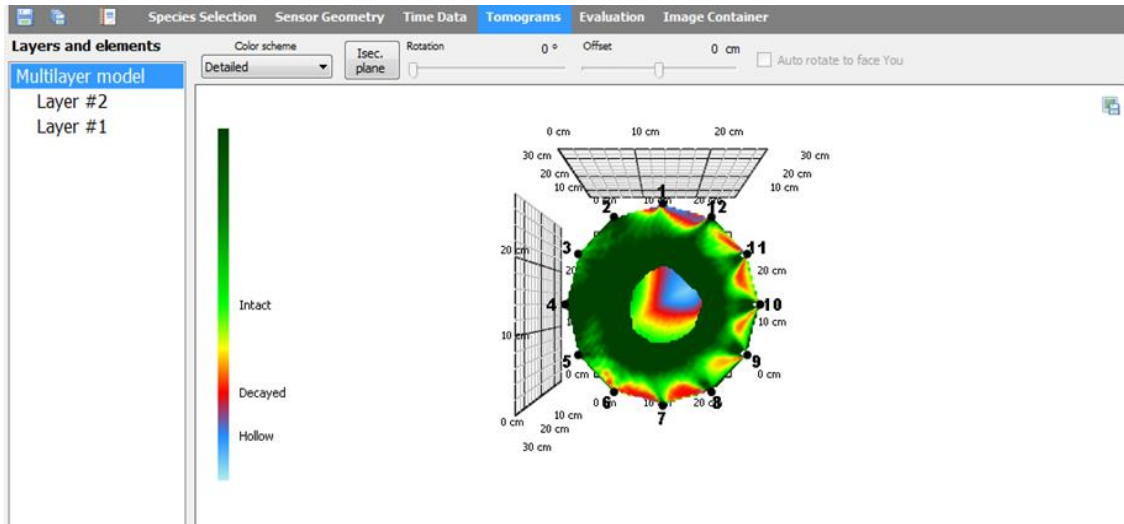
Şekil 45. Sarıçam sağlam odunu tomografi görüntüsü

Şekil 45'teki tomografi görüntüsüne bakıldığında yeşil alanlar görülmekte ve bu alanlarda odunun örneğinin sağlam olduğunu göstermektedir.



Şekil 46. Böcek zararına uğramış sarıçam odunun tomografi görüntüsü

Şekil 46'daki tomografi görüntüsüne bakıldığında yeşil alanlar sağlam, kırmızı ve sarı alanlar böcek zararına uğramış ve ağaçta çürüklüğün meydana geldiğini, içi boş alanın ise böceğin ağaçta yoğunluğu iyice düşürdüğünü göstermektedir.



Şekil 47. Böcek ve mantar zararına uğramış sarıçam odunun tomografi görüntüsü

Şekil 47'deki tomografi görüntüsüne bakıldığında yeşil alanların sağlam, kırmızı ve sarı alanların kav mantarı tarafından beyaz çürüklüğe uğratıldığını, içi boş alanın ise kav mantarı tarafından tamamen çürütülerek yoğunluğunun daha çok azalmasına sebep olduğunu görmekteyiz.

5. SONUÇLAR

5.1. Anatomik Özellikler

1. Böcek tahribatı ile böcek ve mantarın birlikte oluşturduğu tahribatın lif uzunluğu üzerine etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

2. Böcek tahribatı lümen genişliğinde herhangi bir farklılık yaratmazken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı lümen genişliğini artırmıştır. En yüksek lümen genişliği değeri (27,77 μm) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden, en düşük lümen genişliği değeri de (22,81 μm) sağlam hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

3. Böcek tahribatı çeper kalınlığında herhangi bir farklılık yaratmazken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı çeper kalınlığını azaltmıştır. En yüksek çeper kalınlığı değeri (17,76 μm) sağlam hammadde çeşidinden, en düşük çeper kalınlığı değerinin (14,08 μm) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

4. Böcek tahribatı ile böcek ve mantarın birlikte oluşturduğu tahribatın 1 mm²'deki ilkbahar ve yaz odunu traheid sayıları üzerine etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

5.2. Yongaların Kimyasal Özellikleri

1. Tutkallanmamış yongalarda böcek tahribatı pH değerini azaltırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı ise yonga pH'ını daha da azaltmıştır. En düşük pH değeri (%3,42) böcek ve mantar tahribatına uğramış odun örneğinden, en yüksek pH değeri (%5,13) ise sağlam odun örneğinden elde edilmiştir.

2. Tutkallanmış yongalarda böcek tahribatı pH değerini azaltırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı ise tutkallı yonga pH'ını daha da azaltmıştır. En düşük pH değeri (%3,01) böcek ve mantar tahribatına uğramış odun örneğinden, en yüksek pH değeri (%4,69) ise sağlam odun örneğinden elde edilmiştir.

3. Böcek tahribatı %1'lik NaOH çözünürlüğünü artırırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı %1'lik NaOH çözünürlüğünü daha da artırmıştır. En yüksek %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri (%22,51) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden, en düşük %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri (%13,45) ise sağlam hammadde çeşidinden alınan elde edilmiştir.

4. Böcek tahribatı alkol-benzen çözünürlüğünü artırırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı alkol-benzen çözünürlüğünü daha da artırmıştır. En yüksek alkol-benzen çözünürlüğü değeri (%11,37) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden, en düşük alkol-benzen çözünürlüğü değeri (%5,53) ise sağlam hammadde çeşidinden alınan elde edilmiştir.

5. Böcek tahribatı soğuk su çözünürlüğünü artırırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı soğuk su çözünürlüğünü daha da artırmıştır. En yüksek soğuk su çözünürlüğü değeri (%5,85) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden, en düşük soğuk su çözünürlüğü değeri (%2,86) ise sağlam hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

6. Böcek tahribatı sıcak su çözünürlüğünü artırırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı sıcak su çözünürlüğünü daha da artırmıştır. En yüksek sıcak su çözünürlüğü değeri (%8,04) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden, en düşük sıcak su çözünürlüğü değeri (%4,31) ise sağlam hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

7. Böcek tahribatı selüloz miktarında herhangi bir farklılık yaratmazken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı selüloz miktarını azaltmıştır. En yüksek selüloz miktarı (%48,09) sağlam hammadde çeşidinden, en düşük selüloz miktarı (%46,78) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

8. Böcek tahribatı hemiselüloz miktarında herhangi bir farklılık yaratmazken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı hemiselüloz miktarını azaltmıştır. En yüksek hemiselüloz miktarı (%16,64) sağlam hammadde çeşidinden, en düşük hemiselüloz miktarı (%14,58) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

9. Böcek tahribatı lignin miktarında herhangi bir farklılık yaratmazken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı lignin miktarını azaltmıştır. En yüksek lignin miktarı (%27,39) sağlam hammadde çeşidinden, en düşük lignin miktarı (%19,99) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

10. Böcek tahribatı kül (inorganik madde) miktarını artırırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı kül (inorganik madde) miktarını daha da artırmıştır. En yüksek kül miktarı (%0,53) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden, en düşük kül miktarı (%0,21) ise sağlam hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

5.3. Fiziksel Özellikler

1. Yapılan çalışmalar sonucu; deneme levhalarının rutubet miktarlarının %8,7-8,81 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. TS EN 312 (2005) no'lu standartta yongalevhelerde rutubet miktarının %9±4 arasında olması öngörülmektedir. Levhalar bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

2. Deneme levhalarında hedeflenen özgül ağırlık değeri 0,650 g/cm³ iken levhalardan elde edilen özgül ağırlık değerleri 0,645-0,649 g/cm³ arasında değişmiştir. Hedeflenen özgül ağırlık değerine ulaşılmıştır.

3. Böcek tahribatı hava kurusu özgül ağırlık değerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı hava kurusu özgül ağırlık değerini azaltmıştır. En yüksek hava kurusu özgül ağırlık değeri (0,508 g/cm³) sağlam hammadde çeşidinden, en düşük hava kurusu özgül ağırlık değeri (0,452 g/cm³) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden elde edilmiştir.

4. Böcek tahribatı 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı değerlerini azaltırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek kalınlık artışı değerleri (2 saat için %26,94, 24 saat için ise %30,68) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük kalınlık artışı değerleri de (2 saat için %16,44, 24 saat için ise %19,51) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan elde edilmiştir.

5. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı değerlerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı değerlerini azaltmış, %30 oranında katılım ise 2 ve 24 saatlik kalınlık artışı değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek kalınlık artışı değerleri (2 saat için %26,94, 24 saat için ise %30,68) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük kalınlık artışı değerleri de (2 saat için %20,77, 24 saat için ise %24,56) %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan elde edilmiştir.

6. Böcek tahribatı 2 ve 24 saatlik su alma oranı değerlerini azaltırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı 2 ve 24 saatlik su alma oranı değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek su alma oranları (2 saat için %66,77, 24 saat için ise %84,57) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük su alma oranları ise (2 saat için %40,99, 24 saat

için ise %64,33) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan elde edilmiştir.

7. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı 2 ve 24 saatlik su alma oranı değerlerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı 2 ve 24 saatlik su alma oranı değerlerini azaltmış, %30 oranında katılım ise 2 ve 24 saatlik su alma oranı değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek su alma oranları (2 saat için %66,77, 24 saat için ise %84,57) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük su alma oranları ise (2 saat için %57,84, 24 saat için ise %74,63) %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan elde edilmiştir.

8. TS EN 312 (2005) no'lu standartta 12 mm kalınlığındaki yongalevhalar için nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan yongalevhalar 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 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 gruplarından hiç biri bu standarda uymamaktadır.

5.4. Mekanik Özellikler

1. Böcek tahribatı eğilme direnci değerlerini azaltırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı eğilme direnci değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek eğilme direnci değeri (14,40 N/mm²) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük eğilme direnci değeri (5,47 N/mm²) böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan elde edilmiştir.

2. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı eğilme direnci değerlerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı eğilme direnci değerlerini azaltmış, %30 oranında katılım ise eğilme direnci değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek eğilme direnci değeri (14,40 N/mm²) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük eğilme direnci değeri (10,63 N/mm²) ise %70 sağlam+%30

böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan elde edilmiştir.

3. TS EN 312 (2005) no'lu standartta 12 mm kalınlığındaki yongalevhelerde minimum eğilme direncinin genel kullanım için $12,5 \text{ N/mm}^2$, mobilya üretimi için 13 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için 15 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 16 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 18 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 20 N/mm^2 ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 22 N/mm^2 olması öngörülmektedir.

4. Yapılan deneyler sonucu sağlam, böcek tahribatına uğramış, %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış, %80 sağlam+%20 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinden üretilen levhaların genel kullanım amacı için uygun, böcek ve mantar tahribatına uğramış ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinden üretilen levhaların ise standart dışı olduğu tespit edilmiştir. Sağlam ve %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinden üretilen levhaların mobilya üretimi için uygun, diğer levha gruplarının ise standart dışı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar, kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için tüm gruplar standart dışı çıkmıştır.

5. Böcek tahribatı eğilmede elastikiyet modülü değerlerini azaltırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı eğilmede elastikiyet modülü değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri ($1935,32 \text{ N/mm}^2$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri ($993,28 \text{ N/mm}^2$) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan elde edilmiştir.

6. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı eğilmede elastikiyet modülü değerlerini azaltmış, %30 oranında katılım ise eğilmede elastikiyet modülü değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri ($1935,32 \text{ N/mm}^2$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri ($1483,91 \text{ N/mm}^2$) ise %70

sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan elde edilmiştir.

7. Elastikiyet modülü değerlerinin TS EN 312 (2005) no'lu standartta 12 mm kalınlığındaki levhalarda en az; mobilya üretimi için 1800 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için 2050 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 2300 N/mm^2 , nemli şartlara kullanılan yük taşıyıcı levhalar için 2550 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 3150 N/mm^2 ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için 3350 N/mm^2 olması öngörülmektedir.

8. Yapılan deneyler sonucu sağlam ve %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinden üretilen levhaların mobilya üretimi için uygun, diğer levha gruplarının ise standart dışı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca diğer kullanım yeri koşulları için tüm levha grupları standart dışı çıkmıştır.

9. Böcek tahribatı yüzeye dik çekme direnci değerlerini azaltırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı yüzeye dik çekme direnci değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri ($0,569 \text{ N/mm}^2$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük yüzeye dik çekme direnci değeri ($0,137 \text{ N/mm}^2$) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan elde edilmiştir.

10. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı yüzeye dik çekme direnci değerlerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı yüzeye dik çekme direnci değerlerini azaltmış, %30 oranında katılım ise yüzeye dik çekme direnci değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri ($0,569 \text{ N/mm}^2$) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük yüzeye dik çekme direnci değeri ($0,241 \text{ N/mm}^2$) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan elde edilmiştir.

11. Yüzeye dik çekme direnci değerlerinin TS EN 312 (2005) no'lu standartta 12 mm kalınlığındaki levhalarda en az; genel kullanım için $0,28 \text{ N/mm}^2$, mobilya üretimi için $0,40 \text{ N/mm}^2$, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için $0,45 \text{ N/mm}^2$, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için $0,40 \text{ N/mm}^2$, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için $0,45 \text{ N/mm}^2$, kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için $0,60 \text{ N/mm}^2$ ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için $0,75 \text{ N/mm}^2$ olması öngörülmektedir.

12. Yapılan deneyler sonucu sağlam, böcek tahribatına uğramış, %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış, %80 sağlam+%20 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinden üretilen levhalarının genel kullanım için uygun, böcek ve mantar tahribatına uğramış ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinden üretilen levhaların ise standart dışı olduğu tespit edilmiştir. Sağlam ve %90 sağlam+%10 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinden üretilen levhalarının mobilya üretimi, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar ve nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için uygun, diğer levha gruplarının ise standart dışı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar için tüm gruplar standart dışı çıkmıştır.

5.5. Yongalevhanın Yüzey Özellikleri

1. Böcek tahribatı, yüzey pürüzlülüğü parametreleri olan ortalama pürüzlülük değeri (Ra), on nokta pürüzlülüğü (Rz) ve en büyük pürüzlülük (Ry) değerlerini artırırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı bu değerleri daha da artırmıştır.

2. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı yüzey pürüzlülüğü parametreleri olan ortalama pürüzlülük değeri (Ra), on nokta pürüzlülüğü (Rz) ve en büyük pürüzlülük (Ry) değerlerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı yüzey pürüzlülüğü değerlerini artırmış, %30 oranında katılım ise bu değerleri daha da artırmıştır.

3. Böcek tahribatı ıslanabilme yeteneği (temas açısı) değerlerini artırırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı ıslanabilme yeteneği (temas açısı) değerlerini daha da artırmıştır.

4. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı ıslanabilme yeteneği (temas açısı) değerlerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı ıslanabilme yeteneği (temas açısı) değerlerini artırmış, %30 oranında katılım ise ıslanabilme yeteneği (temas açısı) değerlerini daha da artırmıştır.

5.6. Formaldehit Emisyonu

1. Böcek tahribatı formaldehit emisyonu değerlerini azaltırken, böcek ve mantarın birlikte tahribatı formaldehit emisyonu değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek formaldehit emisyonu değeri (7,84 mg/100g) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük formaldehit emisyonu değeri (5,20 mg/100g) ise böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalardan elde edilmiştir.

2. Sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı formaldehit emisyonu değerlerinde herhangi bir farklılık yaratmazken, %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidi katılımı formaldehit emisyonu değerlerini azaltmış, %30 oranında katılım ise formaldehit emisyonu değerlerini daha da azaltmıştır. En yüksek formaldehit emisyonu değeri (7,84 mg/100g) sağlam hammadde çeşidinden üretilen levhalardan, en düşük formaldehit emisyonu değeri (7,50 mg/100g) ise %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşitlerinin karışımından üretilen levhalardan elde edilmiştir.

3. E1 levhaları için maksimum formaldehit emisyonunun 8 mg/100g tam kuru levha CH₂O olması öngörülmektedir (EN 120, 1993). Tüm levha grupları bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

6. ÖNERİLER

Ips sexdentatus Boerner (Oniki dişli kabuk böceği) ve *Fomes fomentarius* (kav mantarı) tahribatına uğramış Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağacından üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, yüzey kalitesi ve formaldehit emisyonu üzerine etkileri incelenen bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

Lümen genişliğinin artması ve çeper kalınlığının azalması üretilen yongalevhaların mekanik özelliklerinin düşmesine neden olur. Lümen genişliğinin en yüksek ve çeper kalınlığının en düşük değerde olduğu böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen ve bu hammadde çeşidinin en yüksek oranda (%30) katılarak üretildiği levhaların direnç özellikleri düşük çıkmıştır. Bu nedenle sağlam hammaddeye %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde karıştırılarak üretilen levhaların kullanımı iyi mekanik özellikler verdiği için önerilebilir.

Kalınlık artışı oranı kullanılan hammadde çeşidi ve hammadde karışım oranına bağlı olarak azalmaktadır. En düşük kalınlık artışı oranlarının böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde çeşidinden ve %70 sağlam+%30 böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde karışımlarından üretilen levhalardan elde edilmesine rağmen bu gruptaki levhaların mekanik ve yüzey özelliklerinin düşük çıkması dikkate alınmalıdır.

2 ve 24 saat süreyle suda bekletilen örneklerden elde edilen kalınlık artışı değerlerinin standartta belirtilen değerlerden yüksek çıkması su itici özellikteki parafinin üretimde kullanılmamasından kaynaklanmaktadır. Eğer üretimde parafin kullanılırsa kalınlık artışı değerlerinin standartta belirtilen koşulların daha da altında çıkacağı öngörülmektedir. Kalınlık artışını azaltmak amacıyla levha yüzeyi kaplanabilir (Nemli, 2000), yongalar asetilasyon işlemine tabi tutulabilir (Unchi,1946) ve yongalar su itici maddeler ile muamele edilebilir (Philippou, vd., 1982).

Yongalevhanın mekanik özellikleri olan eğilme direnci, elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri incelendiğinde kullanılan hammadde çeşidi ve hammadde karışım oranına bağlı olarak bu değerlerde azalma meydana gelmiştir.

Eğilme direnci için; böcek tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalar ile sağlam hammadde çeşidine %10 ve %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde katılmasıyla üretilen levhaların TS EN 312 (2005) no'lu standarda

göre genel kullanım amaçlı uygun olduğundan kullanımı önerilebilir. Aynı şekilde sağlam hammadde çeşidine %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde katılmasıyla üretilen levhaların TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre mobilya üretimi için uygun olduğundan kullanımı önerilebilir.

Elastikiyet modülü için; yalnızca sağlam hammadde çeşidine %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde katılmasıyla üretilen levhaların TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre mobilya üretimi için kullanımı önerilebilir.

Yüzeye dik çekme için; böcek tahribatına uğramış hammadde çeşidinden üretilen levhalar ile sağlam hammadde çeşidine %10 ve %20 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde katılmasıyla üretilen levhaların TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre genel kullanım amaçlı uygun olduğundan kullanımı önerilebilir. Aynı şekilde sağlam hammadde çeşidine %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde katılmasıyla üretilen levhaların TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre mobilya üretimi, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar ve nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için kullanımı önerilebilir.

Mekanik özellikleri standartlar ile uyumlu olmayan yongalevhaların mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi için levhanın özgül ağırlığı artırılabilir (Göker, vd., 1984). Ayrıca tutkal miktarı artırılması da mekanik özelliklerin iyileştirilmesini sağlayabilir (Maloney, 1977; Liv ve McNatt, 1991).

Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin hammadde çeşidi ve hammadde karışım oranına bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. İyi yapışma ve iyi mekanik özellikler sağlam hammaddeye %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde karıştırılarak üretilen levhalardan elde edildiği için yongalevha üretiminde bu grup tercih edilebilir.

Formaldehit emisyonu değerleri incelendiğinde kullanılan hammadde çeşidi ve hammadde karışım oranına bağlı olarak bu değerlerde azalma meydana gelmiştir. Fakat en iyi mekanik ve yüzey özellikleri sağlam oduna %10 oranında böcek ve mantar tahribatına uğramış hammadde karıştırılması ile üretilen levhalardan elde edildiğinden formaldehit emisyonu için bu levha grubu önerilebilir.

Yapılan çalışmalar sonucunda azalan hammadde kaynaklarına alternatif olarak böcek ve mantar tahribatına uğramış odun hammaddesinin belirli bir oranı (%10) geçmemek koşuluyla sağlam odun hammaddesine karışımı önerilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Abdullah, Z.A. and Park, B. D., 2009. Hydrolitic Stability of Cured Urea Formaldehyde Resins Modified by Addities, Journal of Applied Polymer Science, 14, 2, 1011-1017.
- Akbulut, T., 1995. Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özelliklerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akyüz, K.C., Nemli, G., Baharoğlu, M. ve Zekoviç, E., 2010. Effects of Acidity of the Particles and Amount of Hardener on the Physicial and Mechanical Properties Particleboard Composite Bonded with Urea Formaldehyde, Journal of Adhesion and Adhesives, 30,3, 166-169.
- Alvur, F., 2001. Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Üretimi Özellikleri ve Kullanım Yerleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi,İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 130.
- Allı, H., 2011. Macrofungi of Kemaliye district (Erzincan). Turkish Journal of Botany, 35, 299-308.
- Anonim, 1975. Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington.
- ANSI/ASME B46.1, 1985. Surface Texture (Surface Roughness, Waviness and Lay), American National Standart Institute.
- Anşin, R., 1998. Tohumlu Bitkiler.K.T.Ü. Orman Fak. Yayın No.122/15, Trabzon, 262 s.
- Anşin, R. ve Özkan, Z.C., 1997. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), K.T.Ü., Orman Fakültesi Yayın No: 167/19, Trabzon.
- Atar, İ., Nemli, G., Ayrılmış, N., Baharoğlu, M., Sarı, B. and Bardak, S., 2014. Effect of Hardener Type, Urea Usage and Conditioning Period on The Quality Properties of particleboard, Materials and Design, 56, 91-94.
- Atila, O., Y., 2013. Sarız (Kayseri) Yöresinde Yetişen Makromantarlar Üzerinde Taksonomik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, K.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman
- Aydın, I., 2003. Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, I. ve Çolakoğlu, G., 2003. Odun Yüzeylerinde Pürüzlülük ve Pürüzlülük Ölçüm Yöntemleri, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1-2, 92-102.

- Aydın, İ., 2011. Odun Esaslı Levha Ürünlerinde Yapıştırma Teknolojisi Ders Notu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 30-31.
- Ayrılmış, N. and Winandy, J.E., 2009. Effect of Heat-Treatment on Surface Characteristics and Adhesive Bonding Performance of Medium Density Fiberboard, Materials and Manufacturing Process, 24, 594-599.
- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sarı, B., Bardak, S. and Ayrılmış, N., 2012. The Influence of Moisture Content of Raw Material on The Physical and Mechanical Properties, Surface Roughness, Wettability, and Formaldehyde Emission of Particleboard Composite, Composites: Part B, 43, 2448-2451.
- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sarı, B., Birtürk, T. and Bardak, S., 2013. Effects of Anatomical and Chemical Properties of Wood on The Quality of Particleboard, Composites: Part B Engineering, 52, 282-285.
- Bakır, D., 2012. Artvin Yöresindeki Tel Direklerinde Kusur ve Hasarların Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bardak, S., 2014. Kokar Ağaç (*Ailanthus Altissima* (Mill.) Swingle) Odununun Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilebilme İmkânları, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bariska, M. and Pizzi, A., 1986. The Interaction of Polyflavonoid Tannins with Wood Cell Walls, Holzforchung, 40, 5, 299-302.
- Batu, F., 1978. Varyans Analizi, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 1 2, 234-235.
- Bektaş, İ., Güler, C. ve Kalaycıoğlu, H., 2002. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Saplarından Üre Formaldehit Tutkalı ile Yongalevha Üretimi, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5,2, 49-55.
- Berg, J.C., 1993. Chapter 2, Role of acid-base interactions in wetting and related phenomena, In: Wettability, Ed. J.C. Berg. Marcel Dekker, New York, 75–148.
- Berkel, A., 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Genel Yayın No: 1448, Fakülte Yayın No: 147, İstanbul
- Beşçeli, Ö. ve Ekici, M., 1969. Dogu Ladini (*Picea Orientalis* L.) Mıntakasında Ips *Sexdentatus*'un Biyolojisi Ve Mücadelesi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınlar Teknik Bülten Serisi No : 32, Ankara
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1990. Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yayın No:3311/372, İstanbul.
- Bozkurt, Y., 1971. Önemli bazı ağaç türleri odunlarının tanımı, teknolojik özellikleri ve kullanım yerler. İÜ orman fakültesi yayın No:177.

- Bozkurt, A.Y., 1982. Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü., Orman Fakültesi Dergisi, 32, 2, 30-34.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1985. Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yayın No:3311/372, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojileri Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Genel Yayın No: 3998, Orman Fakültesi Yayın No:445, İstanbul, 372 s.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker Y., 1990, Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3311/372, İstanbul.
- Bozkurt, Y., 1992. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Genel Yayın No: 3652, Orman Fakültesi Yayın No: 415, İstanbul, 298 s.
- Cameron, F. A., Pizzi, A., 1985. American Chemical Society Symposium Series: 316, 205-15, Washington.
- Carpenter, MW., 1999. Characterizing The Chemistry of Yellow- Poplar Surfaces Exposed to Different Surface Energy Environments Using DCA, DSC and XPS, Master Thesis, Department of Wood Science, West Virginia University, West Virginia.
- Christiansen, A.W., 1990. How Overdrying Wood Reduces Its Bonding to Phenol Formaldehyde Adhesives: A Critical Review of The Literature, Part I. Physical Responses, Wood and Fiber Science, 22, 4, 441-459.
- Conner, A.H., 2001. Urea Formaldehyde Adhesive Resins, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501.
- Çetin, N.S. and 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.
- Çolakoğlu, G., 1993. Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demirel, K., Uzun, Y. Biber, G. ve Keles, A., 2004. Şavsat (Artvin) Yöresinin Makrofungusları, XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-24 Haziran, Çukurova Üniv., Adana.
- DIN 4768, 1990. Determination of Values of Surface Roughness Parameters Ra, Rz, Rmax Using Electrical Contact (Stylus) Instruments, Concepts and Measuring Condition, Deutsches Institut for Norming, Berlin Germany.
- Doğan, H.H., Öztürk, C., Kaşık, G. ve Aktaş, S., 2007. Macrofungi Distribution of Mut Province in Turkey. Pakistan Journal of Botany, 38(1), 293-308.

- Dönmez, İ., E., 2010. Yükselti Farkına Göre Sarıçamın (*Pinus Sylvestris* L.) Anatomik Ve Kimyasal Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler, Doktora Tezi, B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Dunky, M., 2003. Adhesives in Wood Industry, in Pizzi, A., and Mittal K.L., Handbook of Adhesive Technology, Machel Dekker Inc., Newyork, 887.
- Eckelman, C.A., 1997. A Brief Survey of Wood Adhesives, FNR 154.
- Emri, G., Schaefer, D., Held, B., Herbst, C., Zieger, W., Horkay, I. and Bayerl, C., 2004. Low Concentrations of Formaldehyde Induce DNA Damage and Delay DNA Repair after UV Irradiation in Human Skin Cell, *Exp. Dermatol*, 13, 5, 305-315.
- EN 120, 1993. Determination of Formaldehyde Content in Fiberboard by Using Perforator Method. European Committee for Standardization, Brussels-Belgium.
- EN 120-1. 1993. Wood based panels, determination of formaldehyde content-extraction method called perforator method, European Committee for Standardization, Brussels-Belgium.
- EN 310, 1993. Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium.
- EN 317, 1993. Particleboard and Fiberboards, Determination of Swelling in the Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium.
- EN 319, 1993. Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 322, 1993. Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium.
- E.P.F., 1969. Manipulationsde Chimie Papetiere, Grenoble.
- Erakhruman A.A, Areghan S.E. and Ogunleye, M.B, 2008. Selected Physico-Mechanical Properties of Comontbonded Partcleboard Made from Pine (*Pinus Caribaea* M.) Sawdust-Coir (*Cocos Nurifera* L.) Mixture, Scientific Research and Essays, 3, 5, 197-203.
- Eroğlu, H. ve Usta, M., 2000. Lif Levha Üretim Teknolojisi Ders Notları, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı KTÜ Ders Notları, Trabzon.
- Fengel, D. and Wegener, G., 1990. Wood chemistry, ultrastructure, reactions. Walter De Gruyter Press. Berlin.

- Frihart, C.R., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, 215-259.
- Gerardi, V., Mineli, F. and Viggiano, D., 1998. Steam Treated Rice, Industry Residues as an Alternative Feedstock for the Wood Based Particleboard Industry in İtaly, Biomass and Bioenergy, 14, 3, 295-299.
- Gezer, K. ve Işıloğlu, M., 2006. Macrofungi of Dalaman (Muğla) District. In: K. Olgun ve O. Türkozan [eds]. XVIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Kuşadası, 26-30 July 2006. P.109. Adnan Menderes Üniversitesi, Kuşadası , Aydın.
- Gezer, K., Çelik, A., Uşak, M. ve Türkoğlu, A., 2007. Macrofungi of Tavas (Denizli) District. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(1), 439-446.
- Goncalves, F. G., Lelis, R.C.C. and Oliveria, J.T.D., 2008. Influence of The Composition of Tannin-Urea-Formaldeyde Resins The Physieal and Mechanicals Properties of Particlebord, Revista Arvore, 32, 4, 715-722.
- Göker, Y., 1978. Türkiye ‘de Kontrplak, Kontrtabla Yonga levhaları 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, İÜ, Orman Fakültesi, Yayın No:367.
- Göker, Y. ve Akbulut, T., 1992. Yonga Levha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler , “ORENKO 92” I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiri Metinleri, 1. Cilt Trabzon, 269-287.
- Grexa, O. and Lübke, H., 2001. Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, Polymer Degradation and Stability, 74, 3, 183-191.
- Guru, M., Aruntaş, Y. and Tüzün, F.N., 2009. Processing of Urea formaldehyde Based particleboard from Hazelnut Shell and Improvement of Its Fire and Water Resistance, Fire and Materials, 33, 8, 419-419.
- Güler, C., 1996. Bazı Üretim Faktörlerinin Kızılçam Kontrplaklarının Teknolojik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Bitirme Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güler, C., 2001. Pamuk saplarından yonga levha üretimi olanaklarının araştırılması, Doktora tezi, Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 150s.
- Güler, C., Çopur, Y. ve Taşcıoğlu, M., 2008. The Manufacture of Particleboards Using Mixture of Peanut Hull (*Arachis hypoqaea L.*) an European Black Pine (*Pinus nigra arnold*) Wood Chips, Biosource Techology, 99, 8, 2893-2897.

- Hafizoğlu, H. ve Denizi İ., 2010. Odun Kimyası Ders Notları, K.T.Ü., Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Hendarto, B., Shayan E., Ozarska, B. and Carr, R., 2006. Analysis of Roughness of a Sanded Wood Surface, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28, 7-8, 775-780.
- Hettiarachchy, N.S., Kalapathy, U. ve Myers, D.J., 1995. Alkali-Modified Soy Protein with Improved Adhesive and Hydrophobic Properties, Journal of The American Oil Chemists Society, 72, 12, 1461-1464.
- Hızıroğlu, S., 1996. Surface Roughness Analysis of Wood Composites: A Stylus Method, Forest Products Journal, 46, 7-8, 67-72.
- Hızıroğlu, S. and Holcomb, R., 2005. Some of The Properties of Three Layer Particleboard Made from Eastern Redcedar, Building and Environment, 40, 5, 719-723.
- Huang, W. ve Sun, X., 2000a. 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.
- Huang, W. ve Sun, X., 2000b. Adhesive Properties of Soy Proteins Modified by Urea and Guanidine Hydrochloride, Journal of The American Oil Chemists Society, 77, 1, 101-104.
- Huş, S., 1979. Ağaç Malzeme Tutkalları, İ.Ü. Orman Fakültesi 2337/242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Huş, S., 1997. Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Iskenderani, F.A., 2009. Tensile Strength of Monolayer Particleboards Produced from Date Palm Midrib Chips Bonded with Urea Formaldehyde, International Journal of Polymeric Materials, 58, 6, 297-311.
- Jorge, F.C., 2008. Recent Advances on Lignocellulosic- Based Composites for Performance and Environmentally-Compatibility Improvement, Molecular Crystals and Liquid Crystals, 484, 417-436.
- Kalaycıoğlu, H., 1987. Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak 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 Enstitüsü, Trabzon.

- Kalaycıoğlu, H. ve olakoğlu, G., 1994. Çeşitli Ağaç Türlerinden retilmiş Kontrplak ve Yongalevhalardan retim Şartlarına Bağlı Olarak Formaldehit ıkışının Sınırlandırılması İmkanları, TÜBİTAK TOAG-935 Nolu Proje, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H., Deniz, I. and Hiziroğlu, S., 2005. Some of Properties of Particleboard Made from Paulownia, Journal of Wood Science, 51, 4, 410-414.
- Kalaycıoğlu, H. ve zen, R., 2012. Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları, K.T.. Orman Fakültesi Yayınları, 89, Trabzon.
- Kartal, S.N. and Clausen, C.A., 2001. Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, International Biodeterioration & Biodegradation, 47, 3, 183-191.
- Kaya, A., 2009c. Macrofungi of Huzurlu High Plateau (Gaziantep-Turkey). Turkish Journal of Botany, 33, 429-437.
- Kaya, A., Uzun, Y. ve Karacan, İ. H., 2009. Macrofungi of Gksun (Kahramanmaraş) district, Turkish Journal of Botany, 33, 131-139.
- Khristova, P., Yussifou, N., Gabir, S., Glavche, I. and Osman, Z., 1998. Particleboards from sunflower stalks and tannin-modified UF resin, Cell. Chem. Technol. 32, 327–337.
- Kollmann, F., 1966. Holzspanwerkstoffe, Holzpanplatten und Holzspanformlange Rohstoffe, Herstellung, Plankosten Qualitatskontrolle Usw, Berlin, Heidelberg, New York.
- Kuduban, E., 1996. Anadolu Kestanesi (Castanea sativa Mill.) Odun ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Lambuth, A.L., 2003. Protein Adhesives for Wood, in Pizzi, A., and Mittal, K.L., Handbook of Adhesive Technology, Marcel Dekker Inc., Newyork.
- Lin, C.J., Kao, Y.C., Wang, S.Y., Wang, Y.N., Tsai, M.J., Lin ve L.D., Chan, M.H., 2008. Application of an ultrasonic tomographic technique for detecting defects in standing trees. International Biodeterioration & Biodegradation 62, 434–441.
- Liv, J.Y. ve Mcnatt, J.D., 1991. Thickness Swelling and Density Variation in Apsen Flakeboards, Wood Science and Technology, 82, 25-33.
- Lynam, F.C., 1969. Factors Influencing the Properties of Wood Chipboard, in: L. Mitlin: Particleboard Manufacture and Applications, PressmediaBooks Ltd., U.K.
- Malaoney, T.M., 1946. Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing, Miller Freeman Publications, Inc., San Francisco.

- Maminski, M.L., Borysiuk, P. and Parzuchowski, P.G., 2008. Improved Water Resistance of Particleboards Bonded with Glutaraldehyde Blended UF Resin, Holz Als Roh-Und Werkstoff, 66, 5, 381-383.
- Marutzky, R., 1994. Release of Formaldehyde by Wood Products, Forest Product Society, Report No: 94RS100R.
- Marshall, S.W., Ifju, G. and Johnson, J.A., 1974. The Role of Ekstraktives in the Hydrophobic Behavior of Loblolly Pine Rhytidome, Wood and Fiber, 5, 4, 353-363.
- Maubarik, A., Mansouri, HR. and 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.
- MC Morry, J., 1995. Organic Chemistry, 4 th Edition, Brooks/Cole Pub Co, 1243.
- Muzi, G., Dell'omo, M., Murgia, N. and Abritti, G., 2004. Chemical Pollution of Indoor Air and Its Effect on Health, G. Ital Med. Law Ergon, 26, 4, 364-369.
- Nemli, G., 1995. Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamannın Yonga Levha 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. ve Aytaç, A., 2002. Üre Formaldehit Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 6, 218.
- Nemli, G., 2003. Sentetik Laminat Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları Ders Teksirleri Seri No: 71, Trabzon.
- Nemli, G., Yalınkılıç, M.K., İmanure, Y., Takakoshi, M., Kalaycıoğlu, H., Demirci, Z. and Özdemir, T., 1998. Biological, Physial and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Waste Tea Leaves, International Biodeterioration Biodergaration, 41, 1, 75-84.
- Nemli, G. ve Çolak, S., 2002. Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları, Ağaç Makineleri, 4, 46-48.
- Nemli, G. ve Aytaç, A., 2002. Üre Formaldehit Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 6, 218.
- Nemli, G., Kırıcı, H., Serdar, B. ve Ay, N., 2003. Suitability of Kiwi Prunings for Particleboard Manufacturing, Industrial Crops and Products, 17, 1, 39-46.

- Nemli, G., Öztürk, İ. and Aydın, I., 2005. Some of The Parameters Influencing Surface Roughness of Particleboard, Building and Environment, 40, 10, 1337–1340.
- Nemli, G. and Öztürk, İ., 2006. Influences of Some Factors on The Formaldehyde Content of Particleboard, Building and Environment, 41, 770-774.
- Nemli, G., Demirel, S., Gümüşkaya, E., Aslan, M. and Acar, C., 2009. Feasibility of Incorporating Waste Grass Clippings (*Lolium perene L.*) in Particleboard Composites, Waste Management, 29, 3, 1129-1131.
- Ntalos, G.A. and Grigoriu, A.H., 2002. Chacterization and Utilization of Vine Prunings as a Wood Subsitute for Particleboard Production, Industrial Crops and Products, 16, 1, 59-68.
- Oh, YS. and Yoo, JY., 2011. Properties of Particleboard Made From Chili Pepper Stalks, Journal of Tropical Forest Science, 23, 4, 473-477.
- Örs, Y. ve Kalaycıoğlu, H., 1991. Çay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 15, 968-974.
- Örs, Y. ve Keskin. H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Özalp, M., 1996. Kontrplaklarda Dolgu Maddesi Oranının Eğilme Mukavemeti ve Formaldehit Ayrışmasına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Özen, R., 1980. Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon.
- Öztürk, İ., 2005. Bazı Üretim Faktörlerinin Yongalevhannın Teknolojik Özellikleri ve Formaldehid Emisyonu Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Parissi, F., 1989. Advances in Lignocellulosic Hydrolysis and in The Utilisation of The Hydrolsates, Advances Biochemical Engineering, 38, 53-87.
- Philippou, L.J., Zavarin, E., Johns, W.E. ve Nguyen, T., 1982. Bonding of Particleboard Using Hydrogen Peroxide, Lignosulfonates, and Furfryl Alcohol: The Effect of Process Parameters, Forest Products Journal, 32, 3, 27-32.
- Pizzi, A., 1983. Wood Adhesives: Chemistry and Technology, Vol. 1, Marcel Dekker, New York.
- Pizzi, A., 1994. Advanced Wood Adhesives Technology, Marcel Dekker Inc., 149-241, Newyork.
- Pu, S., Yoshioka, M., Tanihara, Y. and Shiraishi, N., 1994. Adhesive and Bonded Wood Products, Forest Products Society, Modison, 344.

- Rahman, A., 2003. Modelling Inground Decay of Wood Poles for Optimal Maintenance Decisions, School of Mechanical, Manufacturing and Medical Engineering, Queensland University of Technology, Australia, 56-69s.
- Salman, Ö., 2005. Dalma Erozyon İşlemlerinde Yüzey Pürüzlülük Parametrelerinin Genetik Programlama İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Sarı, B., 2011. Yonga Kurutma Sıcaklıklarının Yongalevhanın Fiziksel, Mekanik ve Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sarı, B., Ayrılmış, N., Nemli, G., Baharoğlu, M., Gümüşkaya, E. and Bardak, S., 2012. Effect of Chemical of Wood and Resin Type on Properties of Particleboard, Lignocellulose, 1, 3, 174-184.
- Sarı, B., Nemli, G., Ayrılmış, N., Baharoğlu, M. and Bardak, S., 2013. The Influence of Drying Temperature of Wood Particles on the Quality Properties of Particleboard Composite, Drying Technology, 31, 1, 17-23.
- Selik, M., 1965. Belgrad Ormanında Bulunan Yenilebilen Mantarlar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A cilt XV sayı 2, 48-57.
- Selik, M., 1973. Doğu Karadeniz Bölgesi Özellikle Trabzon Civarında Odun Tahripçisi Mantarlar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 234 (2), 27-38, İstanbul.
- Sellers, T., Miller, G.D. and Nieh, S., 1990. Evaluation of Post Added Ester and/or Urea as a Formaldehyde Scavenger in UF Resins Used to Bond Southern Pine Particleboard, Forest Prod.J. 41, 1, 53-56.
- Soysal, A. ve Demiral, Y., 2007. Kapalı Ortam Hava Kirliliği, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6,3.
- Şahin, H.T., 2005. Formaldehit Tutkalı ve Formaldehit Emisyonu, Laminart, 39.
- Şahin, H.T., Filiz, M., Kaya, A.İ., Sütçü, A., Usta, P., Çiçekler, M. ve Bozkurt, C., 2011. Ahşap Esaslı Malzemelerden Formaldehit Emisyonu ve Etkileri, Laminart, 73, 116-119.
- TAPPI, 1992. TAPPI Test Methods 1992-1993, TAPPI Pres Atlanta, Georgia, U.S.A.
- TAPPI Standarts, 1992. Official Test Methods Association of The Pulp and Paper Industry, U.S.A.
- TAPPI T 211 om-85, 1992. Ash in Wood and Pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol I.
- TAPPI T 204 cm-97, 2002. Solvent Extractives of Wood and Pulp, TAPPI Press.

- TAPPI T 204 om-98, 2002. One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp, TAPPI Press.
- Toker, R., 1960. Batı Karadeniz Sarıçamının Teknik Vasıfları ve Kullanma Yerleri Hakkında Araştırmalar, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No. 10, Ankara.
- Tröger, F., Wegener, G. and Seemann, C, 1998. Misconthus and Flax as Raw Material for Reinforced Particleboards, Industrial Crops and Products, 8, 2, 113-121.
- TSE 4616, 1988. Yongalevhalar – Kalıp Preste Biçimlendirilmiş ve Kaplanmış Elemanlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 323/1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312, 2005. Yongalevhalar- Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 309, 2008. Yonga-levhalar, Tarif ve Sınıflandırma, T.S.E., Ankara.
- TSE 1351, 2010. Lif – Yonga Odunu, T.S.E., Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyleler İçin Rutubet Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyleler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE, Ankara.
- TS 642, 1999. Kondisyonlama ve/veya Deneyle İçin Standart Referans Atmosferleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2129, 2012. Odun Lifi Levhaları ve Yonga Levhaları, Terimler ve Tarifler, T.S.E.,Ankara.
- Turreda, L.D., Bagasse, 1983. Wood and Wood-Bagasse Particleboards Bonded with Urea Formaldehyde and Polyvinil Acetate/Isocynate Adhesives, USDA Technology Journal 8, 3, 66-78.
- Unchi, S., 1946. Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in The MDF Manufacturing, Ph. D. Thesis, Faculty of Forestry, University Pertanian, Malaysia.
- URL-1 <http://web.ogm.gov.tr/BilgiServisleri/agacturleri/agac1.html>, 2014.
- URL-2 www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Turkiye%20Orman%20Varligi.pdf, 2014.
- URL-3 [http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/ormanzararlılari/Dkmanlar/Bocekler/Ips%20sexdenatus%20\(Boern.\),%20Oniki%20disli%20cam%20kabuk%20bocegi.pdf](http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/ormanzararlılari/Dkmanlar/Bocekler/Ips%20sexdenatus%20(Boern.),%20Oniki%20disli%20cam%20kabuk%20bocegi.pdf), 2014.

URL-4 http://www.mantarcilik.selcuk.edu.tr/makromantarlar.php?id=17&m_id=44

URL-5 http://privat.bahnhof.se/wb332306/mantar/kav_mnt.html

URL-6 <http://www.fakopp.com/site/downloads/Fakopp%203D%20Users%20Manual.pdf>

Soine, H., 1973. Modern Furniture Manufacture State of the Furniture Industry, Particleboards, Laminating and Coating with, Solid and Liquid Materials, Cutting to Size and Trimming of Boards Finishing of Edges, Folding, Boring, Packing, Auxiliary Equipment, Holz als Roh-und Werkstoff, 31,4, 145-156.

Walinder, M., 2000. Wetting Phenomena on Wood, Doctoral Thesis, Department of manufacturing Systems Wood Technology and processing, KTH-Royal Institute of Technology, Stockholm.

Wong, D. ve Sun, X.S., 2002. Low Density Particleboard from Wheat Straw and Pith, Industrial Crops and Products. 15, 1, 43-50.

Yang, H.S., Kim, D.J. and Kim, HJ., 2003. Rice Straw-Wood Partide Composite for Sound Absorbing Wooden the Construction Materials, Bioresource Technology, 86, 2, 117-121.

Yaşar, S., 2002. Miscanthus (Fil Çimeni) Giganteus, Miscanthus Goliath ve Miscanthus Silberfahne'de Selüloz, Hemiselüloz ve Lignin Miktarlarının Karşılaştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A,2, 1302-7085,27-40

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

ÖZGEÇMİŞ

06.09.1987 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2010 yılında bölüm birincisi olarak lisans eğitimini tamamladı ve Orman Endüstri Mühendisi unvanı ile mezun oldu. 2011 yılında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2011-2012 eğitim-öğretim yılında KTÜ Yabancı Diller Yüksek Okulu'nda İngilizce hazırlık okudu. İyi derecede İngilizce bilmektedir.