

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PİRİNÇ KAVUZLARININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Fatih ŞAHİN

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI
Prof. Dr. Saim ATEŞ
Doç. Dr. Hüseyin YÖRÜR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2018

TEZ ONAYI

Fatih ŞAHİN tarafından hazırlanan "Pirinç Kavuzlarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Saim ATEŞ
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hüseyin YÖRÜR
Karabük Üniversitesi



24/10/2018

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hasbi YAPRAK



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

İmza

Fatih ŞAHİN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PİRİNÇ KAVUZLARININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatih ŞAHİN

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI

Dünyada hammadde yetersizliğinden dolayı farklı hammadde kaynakları araştırma ve kullanma yoluna gidilmektedir. Orman ürünleri sektöründe yıllık bitkilerden elde edilen ürünler hammadde kaynağı olarak kullanılabilir. Türkiye özellikle buğday, pamuk, ayçiçeği, pirinç gibi ürünleri yetiştirilen bir ülkedir. Mahsulden artan atıklar tarlada yakılmakta veya havyan yemi vb. olarak değerlendirilmektedir. Benzer şekilde pirinç kavuzu tavuk çiftliklerinde tavukların altına serilen bir malzeme olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında pirinç kavuzlarının yonga levha üretiminde kuru yongaya oranla Orta Tabaka ve Üst Tabaka için %10-20-30 oranında kullanılmıştır. Pirinç kavuzları kullanılarak elde edilen yonga levhaların bazı mekanik ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda pirinç kavuzunun yonga levha üretiminde Orta Tabakada kullanım miktarı %10 da çekme mukavemeti ortalama $0,41 \text{ N/mm}^2$ iken, %20 ve üzeri kullanım miktarlarında değerler TS EN standartlarının altına düşmektedir, diğer mekanik ve fiziksel özellik değerlerinde bir miktar düşüş olmasına rağmen TS EN standart değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yonga levha, kavuz, yonga levhaların mekanik özellikleri, yonga levha test yöntemleri.

2018, 85 sayfa

Bilim Kodu: 1204

ABSTRACT

MSc. Thesis

EVALUATION OF RICE HUSKS IN MANUFACTURE OF PARTICLEBOARD

Fatih ŞAHİN
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Industry Engineering

Supervisor:Dr. Alperen KAYMAKCI

Abstract: Due to lack of materials in the world, different raw material sources are being explored and used. The products obtained from annual plants in forest products sector can be used as a raw material source Turkey is a country where especially some products such as wheat, cotton, sunflower, rice Waste from crop is burned in the field or used as animal feed, husk rice that. Similarly, rice husk is used as a material that is laid under the chickens in the poultry farms. Within the frame of this study, %10-20-30 of Core Layer and Surface Layer were used for production of chipboard. Some physicals and mechanical properties of the chips plates were obtained using rice husks and determined.

As due a result of this study, while the tensile strenght is 0,41 N/mm² at %10 in the use of Core Layer in the production of rice flour, the values of %20 and over usage values fall below TS EN standards. Although there is a slight decrease in other mechanical and physical property values higher TS EN standard values are identified.

Key Words: particleboard; husk; mechanical properties of particleboards; chipboard testing methods.

2018, 85 pages

Science Code: 1204

TEŞEKKÜR

“Pirinç Kavuzlarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi” isimli bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans eğitimime başlamamda emeği olan, çeşitli tavsiye ve yönlendirmelerde bulunan hocam merhum Prof. Dr. Hakan AKYILDIZ’ ın ruhu şad olsun.

Tez danışmanlığımı kabul ederek çalışma belirlenmesi ve hazırlanması sırasında, her türlü desteği sağlayan Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI’ ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Saim ATEŞ ve Doç. Dr. Hüseyin YÖRÜR’ e ilgi ve alakalarından dolayı teşekkür eder, meslek hayatları boyunca başarılarının devamını temenni ederim.

Tez çalışmam sırasında değerli bilgilerini ve desteklerini esirgemeyen Kastamonu Samsun Fabrikalar Direktörü Sayın Enes KOÇ’a, Kastamonu Yonga Levha Fabrikası İşletme Müdürü Sayın Ufuk AYDIN’a, Kalite Yöneticimiz Sayın Murat GÖZALAN’a, denemeler için gerekli pirinç kavuzu temin eden Hammadde Tedarik Şefi Sayın Ersin KILIÇ’a İşletme Mühendisimiz Sayın Sinan METİN’e, deney numunelerinin hazırlanmasında ve deneylerinin yapılmasında büyük emeği geçen Laboratuvar Sorumlusu Sayın Sadık AKTAŞ’a , grafik ve tabloların çiziminde yardımlarını esirgemeyen Raporlama Uzmanı Sayın Özgür DALDABAN’a ve tüm mesai arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim. Tez çalışmam süresince her zaman desteğini gördüğüm ve tavsiyelerinden yararlandığım özellikle tez yazım aşamasında büyük yardım gösteren değerli arkadaşım AR-GE Mühendisi Sayın Aziz BİÇER’e , çok teşekkür ederim.

Bu çalışma sırasında, yanımda oldukları için manevi yönden destek veren sevgili eşim Hatice ve canım çocuklarım Eymen ve Yağız’a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Fatih ŞAHİN
Kastamonu, Ekim, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
GRAFİKLER DİZİNİ	xi
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Yonga Levha Endüstrisi	1
1.2. Yonga Levhanın Tanımı	2
1.2.1. Yonga Levha Endüstrisinde Kullanılan Maddeler	3
1.2.1.1. Hammaddeler	3
1.2.1.2. Tutkal	5
1.2.1.3. Katkı Maddeleri	9
1.2.2. Yonga Levha Üretim Teknolojisi.....	10
1.2.2.1. Yongalama	11
1.2.2.2. Kurutma	15
1.2.2.3. Eleme (Tasnif).....	17
1.2.2.4. Depolama.....	17
1.2.2.5. Tutkallama	18
1.2.2.6. Serme	19
1.2.2.7. Presleme	20
1.2.2.8. Klimatize Etme.....	20
1.2.2.9. Ebatlama.....	21
1.2.2.10. Zımparalama	22
1.2.2.11. Levhaların Tasnif Edilmesi Sınıflandırılma.....	22
1.3. Piriç (Oryza Sativa)	22

1.3.1. Pirincin Tarihçesi.....	23
1.3.2. Pirinç Türleri	23
1.3.3. Pirinç Üretimi ve Yetiştirilmesi.....	24
1.3.4. Dünya Pirinç Üretimi ve Başlıca Üretici Ülkeler	24
1.3.5. Türkiye’de Pirinç Üretimi ve Tüketimi.....	25
1.3.6. Türkiye Pirinç İthalatı ve İhracatı.....	26
2. MATERYAL VE METOT	31
2.1. Materyal.....	31
2.1.1. Deneme Levhaları.....	31
2.1.2. Deneme Levhalarında Test Numunelerinin Kesilmesi.....	48
2.1.3. Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini	49
2.1.3.1. Fiziksel Özelliklerin Tayini.....	50
2.1.3.2. Mekanik Özelliklerin Tayini	52
3. BULGULAR ve İRDELEME	55
3.1. Levhaların Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular	55
3.1.1. Yoğunluk	55
3.1.2. Rutubet.....	56
3.1.3. Şişme (2 saat).....	58
3.1.4. Su Alma (2 saat)	60
3.1.5. Yüzey Absorpsiyonu	62
3.2. Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular	64
3.2.1. Eğilme Direnci.....	64
3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü	65
3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	67
3.2.4. Vida Tutma Direnci	69
3.2.5. Yüzey Sağlamlığı.....	70
4. SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	73
4.1. Sonuçlar ve Tartışma.....	73
4.2. Öneriler.....	78
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ	85

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°	Derece (Açı)
°C	Santigrat Derece (Sıcaklık)
\$	Dolar
δ	Sigma
\pm	Tolerans
%	Yüzde
% max.	Yüzde Maksimum
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Anon.	Anonymous
AŞ.	Anonim Şirketi
Bar	Basınç Birimi
CCA-Tip C	Kromlu Bakır Arsenat
CL	Core Layer
cm	Santimetre
cps	Santi Puas
EN	European Standards
FAO	Food and Agriculture Organisation
Fmax	Maksimum Kuvvet
gr	Gram
gr/cm ³	Gram/Santimetreküp
HCl	Hidro Klorik Asit
IGC	Inter Governmental Conference
ISO	International Organization of Standardisation
İ.Ö.	İsadan Önce
Kg	Kilogram
Kg/cm ²	Kilogram/Santimetrekare
Kg/m ³	Kilogram/Metreküp
kp/cm ²	Kilopont/Santimetrekare
KW	KiloWatt
LDN	Lif Doygunluğu Noktası
Lt	Litre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
Max.	Maksimum
MDF	Medium Density Fiberboard
Min.	Minimum
mm	Milimetre
MUF	Melamin Üre Formaldehit
N/mm ²	Newton/Milimetrekare
NH ₃	Amonyak
NH ₄ Cl	Amonyum Klorür
OHSAS	Occupational Health And Safety Assesment Systems

ORT	Ortalama
OSB	Oriented Structural Board
OT	Orta Tabaka
pH	Asitlik veya Bazlık Derecesi
RUT	Rutubet
SA 8000	Sosyal Sorumluluk Standardı
SL	Surface Layer
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
vb	Ve benzerleri



GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 1.1. Bölgelere göre pirinç yetiştirme oranları.....	28
Grafik 1.2. Yıllara göre pirinç dış ticareti.....	30
Grafik 3.1. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre yoğunluk değişimleri	41
Grafik 3.2. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre rutubet değişimleri	41
Grafik 3.3. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre şişme değişimleri	41
Grafik 3.4. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre su alma değişimleri	41
Grafik 3.5. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre yüzey absorpsiyonu değişimleri	41
Grafik 3.6. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre eğilme direnci değişimleri	41
Grafik 3.7. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre elastikiyet modülü değişimleri	41
Grafik 3.8. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre yüzeye dik çekme direnci değişimleri	41
Grafik 3.9. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre vida tutma direnci değişimleri	41
Grafik 3.10. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre yüzey sağlamlığı değişimleri	41

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 1.1. Yonga levha görünümü	3
Fotoğraf 1.2. Kaba yonga – chips	15
Fotoğraf 1.3. İnceltici değirmen genel görünümü.....	16
Fotoğraf 1.4. Döner silindirli kurutma makinası genel görünüşü	20
Fotoğraf 1.5. Mekanik elek	21
Fotoğraf 1.6. Depolama amacıyla kullanılan silolar	21
Fotoğraf 1.7. Tutkallama ünitesi	22
Fotoğraf 1.8. Enjektörlü tip tutkallama makinası görünümü	23
Fotoğraf 1.9. Katlı pres (Multi opening press) genel görünüşü	25
Fotoğraf 1.10. Yıldız soğutma genel görünüşü	26
Fotoğraf 1.11. Ebatlama ünitesi genel görünüşü.....	27
Fotoğraf 1.12. Zımpara makinası genel görünüşü	27
Fotoğraf 1.13. Pirinç başağı ve pirinç kavuzu	29
Fotoğraf 2.1. Chipper kaba yongalama makinası.....	44
Fotoğraf 2.2. Chipsler	44
Fotoğraf 2.3. Chips siloları dış görünüş	44
Fotoğraf 2.4. Diskli (dyna - screen)elek.....	45
Fotoğraf 2.5. İnceltici değirmenler.....	46
Fotoğraf 2.6. Kurutma besleme siloları.....	47
Fotoğraf 2.7. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi	47
Fotoğraf 2.8. Yonga / talaş tasnif elekleri	49
Fotoğraf 2.9. Kuru yonga / talaş silosu	50
Fotoğraf 2.10. Pirinç kavuzunun üretime verilmesi.....	50
Fotoğraf 2.11. Tutkallama makinası	52
Fotoğraf 2.12. Serme makinası	53
Fotoğraf 2.13. Serme çıkışı levha taslağı	55
Fotoğraf 2.14. Ön pres	56
Fotoğraf 2.15. Ön pres çıkışı levha taslak görünümü	57
Fotoğraf 2.16. Katlı pres	57
Fotoğraf 2.17. Pres çıkışı ham levha.....	59
Fotoğraf 2.18. Yıldız soğutucu	59
Fotoğraf 2.19. Ebatlama ünitesi	60
Fotoğraf 2.20. Zımpara makinası	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Hekza metilol melamin oluşumu (metilizasyon)	11
Şekil 1.2. Kondenzasyon reaksiyon sonucu oluşan MUF reçinesi	11
Şekil 1.3. Yonga levha üretim teknolojisi	13
Şekil 1.4. Kaba yongalama makinası (Drum chipper)	14
Şekil 1.5. Kaba yongalama sırasında odunun liflere dik kesimi	15
Şekil 1.6. İnceltici değirmenin yongalama prensibi	16
Şekil 1.7. Chipsten yonga elde edilmesi	17
Şekil 2.1. Diskli elek chips tasnifi	45
Şekil 2.2. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi	48
Şekil 2.3. Serme makinası şematik görünümü	54
Şekil 2.4. Pres basınç-zaman diyagramı	57
Şekil 2.5. Deney levhalarında test parçalarının kesim yerleri.....	61
Şekil 2.6. Test parçalarının kesim planı	62

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Yonga levha endüstrisinde kullanılan maddeler	5
Tablo 1.2. Türkiye çeltik ekiliş üretim tüketim verim	37
Tablo 1.3. Bölgelere göre çeltik üretimi (2013)	37
Tablo 1.4. İllere göre çeltik üretimi (2013).....	39
Tablo 1.5. Türkiye' nin çeltik ithalat ve ihracat miktarları	40
Tablo 1.6. Türkiye' nin pirinç ithalat ve ihracat miktarları.....	40
Tablo 1.7. Bazı tarım ürünleri lifleri kimyasal bileşenlerinin odun lifiyle mukayesesi	42
Tablo 2.1. Pirinç kavuzu kullanım oranları.....	51
Tablo 2.2. ÜF tutkalının özellikleri.....	51
Tablo 2.3. OT tutkal çözelti spesifikasyonları	52
Tablo 2.4. ÜT tutkal çözelti spesifikasyonları	53
Tablo 2.5. Test numuneleri TS EN standart tablosu	62
Tablo 3.1. Levhaların yoğunluk (özgül kütle) değerlerine ait bulgular	74
Tablo 3.2. Yoğunluk değerleri varyans analiz sonuçları	74
Tablo 3.3. Levhaların rutubet değerlerine ait bulgular	74
Tablo 3.4. Rutubet değerleri varyans analiz sonuçları.....	74
Tablo 3.5. Levhaların şişme (2 saat) değerlerine ait bulgular	76
Tablo 3.6. Şişme değerleri varyans analiz sonuçları.....	74
Tablo 3.7. Levhaların su alma (2 saat) değerlerine ait bulgular.....	77
Tablo 3.8. Su alma değerleri varyans analiz sonuçları.....	74
Tablo 3.9. Levhaların yüzey absorpsiyonu değerlerine ait bulgular	78
Tablo 3.10. Yüzey absorpsiyonu değerleri varyans analiz sonuçları.....	74
Tablo 3.11. Levhaların eğilme direnci değerlerine ait bulgular	80
Tablo 3.12. Eğilme direnci değerleri varyans analiz sonuçları	74
Tablo 3.13. Levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait bulgular	81
Tablo 3.14. Elastikiyet modülü değerleri varyans analiz sonuçları	74
Tablo 3.15. Levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait bulgular.....	82
Tablo 3.16. Yüzeye dik çekme değerleri varyans analiz sonuçları.....	74
Tablo 3.17. Levhaların vida tutma direnci değerlerine ait bulgular.....	83
Tablo 3.18. Vida tutma direnci değerleri varyans analiz sonuçları.....	74
Tablo 3.19. Levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine ait bulgular.....	84
Tablo 3.20. Yüzey sağlamlığı değerleri varyans analiz sonuçları	74
Tablo 4.1. Deney numunelerine ait ortalama bulgular.....	74

1.GİRİŞ

Yonga levha endüstrisinin dünyamızda ve ülkemizdeki gelişimi, odun hammaddesi yanında alternatif hammaddelerin bu sanayide kullanılabilmesi ve üretilen ürünlerin kullanım çeşitliliğinin artmasına ve performansına bağlı bulunmaktadır. Bu şekilde, ucuz, kaliteli ve farklı amaçlar için üretilecek yeni tip yonga levhalar bu endüstrinin gelişmesine ve çeşitli alanlardaki talebin karşılanmasına olanak sağlayacaktır (Baharoğlu, 2010).

Yonga levha üretiminin daha hızlı gelişmesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Levhada oluşan çeşitli dalgalanmalar azaltılmış, levha kalitesi günden güne yükseltilmiştir. Çeşitli atıklar değerlendirilerek hammadde maliyetleri düşürülmüştür. Farklı tutkallama sistemleri geliştirilerek en önemli maliyetlerden biri olan tutkal tasarrufu yapılmıştır (Nemli vd., 2006).

Yonga levhaların maliyetini etkileyen en önemli unsur odun hammaddesi ve kullanılan yapıştırıcılardır. Bununla beraber gelişen ve daha hassas yapıya sahip olan iç ve dış piyasa koşullarında gerek yonga levha üreticileri ile gerekse diğer panel üreticilerine karşı ayakta durmaya direnen yonga levha tesislerinin en önemli silahı maliyetleri azaltıcı çözümler üretme zorunluluğudur. Bu şartlar altında en düşük maliyet etkenini gözden kaçırmadan tüm unsurlar üzerinde ekonometri çalışması yapılması zorunludur. Bu amaçla sadece odun hammaddesi ve yapıştırıcılar gibi yüksek maliyete sahip girdiler haricinde katkı ve koruyucu maddelerin alım ve tüketim sürecinde de minimum kullanım şartlarının belirlenmesi ve buna riayet edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yonga levha üretiminde pirinç kavuzlarının çeşitli miktarlarda verilerek 18 mm 630 kg/m³ yoğunluktaki yonga levhalarda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki değişimler incelenmesidir.

1.1. Yonga Levha Endüstrisi

Ağaç malzeme gerek odun bileşenleri gerekse masif şekilde değişik alanlarda değerlendirilebilmektedir. Odunun masif olarak her yerde kullanılamaması, bu şekilde

kullanımın çok ekonomik olmaması odun ve odunsu hammaddelerden çeşitli teknolojilerle kontrplak, lif levha, yonga levha vb. ahşap paneller üretilebilmektedir (URL-1, 2011).

Yonga levha üretimine bakıldığı zaman üç ana üretim teknolojisinden bahsedilebilmektedir. Bunlar, dik yongalı levha üretimi, yatık yongalı levha üretimi ve yönlendirilmiş yonga levha üretim şeklidir. Bu üretim teknolojilerinde temel olarak işlemler benzerdir. Farklılıklar, presleme teknolojisi, serme şekli veya kullanılan tutkaldan kaynaklanmaktadır. Presleme şekline göre, levhalar dik veya yatık yongalı levha olarak adlandırılırken, presleme metodu hepsinde yatık olarak uygulandığı halde, serme işlem farkından dolayı tek katlı ve çok katlı levhalar ile kalıplanmış paneller elde edilebilir. Kalıplanmış yonga levhada ise ürünün son şekline göre spesifik kalıp kullanılıp pres işlemi yapılır. (Güller, 2001).

1.2. Yonga Levhanın Tanımı

Yonga levha, çoğunlukla odun veya odunsu malzemelerden üretilen yonga veya küçük parçaların tutkal ya da uygun bir bağlayıcı ile sıcaklık ve basınç etkisiyle preslenmesi sonucu panel haline getirilmesiyle oluşan bir malzemedir (Akyüz, 2004). Yonga levha görünüşü fotoğraf 1.1.'de gösterilmiştir.



Fotoğraf 1.1. Yonga levha görünümü (URL-2, 2014).

TS 180 (1978) ve TS 1617 (1974) normlarına göre yonga levha, odun veya odunlaşmış diğer ligno-selülozik bitkisel maddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların çeşitli yapıştırıcılar ile basınç ve ısı altında yapıştırılması ve ebatlanması sonucu oluşan levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1990).

İngiliz standartları BS 1811 (1969)' e göre, odun veya diğer ligno-selozik lifli hammaddelerin bir yapıştırıcı ile veya tutkalsız olarak farklı bağların meydana getirdiği bir yapışma ile sonucu meydana gelen levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levhalar yoğunlukları bakımından 3 grupta değerlendirilmiştir. Avrupa normlarına göre 500 kg/m^3 ten aşağı yoğunluktaki levhalar hafif, $500-600 \text{ kg/m}^3$ arasındaki yoğunlukta levhalar orta, 650 kg/m^3 'ün üzerindeki yoğunluğa sahip levhalar ise yüksek yoğunluk gruplarına girmektedir. Ancak yonga levhaların yoğunlukları çoğunlukla $600-700 \text{ kg/m}^3$ arasındadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levhalar yapıda ve genel amaçlar için kullanılmak üzere iki, kullanıldıkları yerlere göre iki (kapalı yerlerde ve açık havada kullanılanlar), özgül ağırlıklarına üç gruba (düşük, orta derecede ve yüksek özgül ağırlıkta) ayrılırlar (Kalaycıoğlu, 1991).

Yatık yongalı levhalar her tabakanın yonga ve tutkal özellikleri farklı olmak üzere 1, 3, 5 ve çok tabakalı üretilebilirler (Kalaycıoğlu, 1991).

1.2.1. Yonga Levha Endüstrisinde Kullanılan Maddeler

Yonga levha endüstrisinde çeşitli amaçlarla kullanılan veya kullanma imkânı bulunan maddeler Tablo 1.1.'de görüldüğü gibidir.

1.2.1.1. Hammaddeler

Yonga levha endüstrisinde çeşitli hammaddeler kullanılmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

Ağaç Malzeme

Yonga levha üretiminin ana hammaddesi ağaç malzemedir. Üretimde bir çok ağaç çeşidi kullanılabilir. İlk önce iğne yapraklı ağaç odunları (çam, göknar, ladin ve sıtka ladini) kullanılırken, sonrasında kolay temin edilmeleri ve ekonomik olmasından ötürü kayın, meşe, kavak, huş, söğüt ve kızılğaç gibi yapraklı ağaçlar da kullanılmaya başlanmıştır. Karacalıoğlu (1974) ve Öktem (1979) ormangülü odununun yonga levha üretiminde kullanılabileceğini bildirmiştir.

Tablo 1.1. Yonga levha endüstrisinde kullanılan maddeler. (M.GÖZALAN,2016)

Ham maddeler	Ağaç Malzemeler	Odun		
		Sanayi Artığı	Kapak - çıtalar	
			Testere talaşı-Planya talaşı	
		Orman Artıkları		
		Yıllık Bitkiler		
	Tutkal	Organik (Sentetik) Tutkallar	Üre Formaldehit	
			Melamin formaldehit	
			Fenol formaldehit	
			Resorsin formaldehit	
		İzosiyanat tutkalı		
		Termoplastik tutkallar		
		Doğal Tutkallar	Hayvansal Tutkallar	Kazein
				Glutin (Kan albümini)
			Bitkisel Tutkallar	Tanen
Sülfat atık suyu				
Anorganik Tutkallar	Çimento			
	Magnezit			
	Alçı			
Katkı Maddeleri	Hidrofobik Maddeler	Parafin		
		Alkil keten dimer		
	Sertleştirici Maddeler	Amonyum klorür		
		Amonyum sülfat		
		Paraformaldehit		
		Potasyum karbonat		
		Potasyum persülfat		
Koruyucu Maddeler	Fenol			
	Pentaklorfenol tuzları			
	Kromlu bakır arsenat			
	Amonyaklı bakır arsenat			
Yanmayı Geciktirici Maddeler	Amonyum fosfat			
	Arsenik			
	Bakır tuzları			
	Boraks			
	Borat			
	Borik asit			
	Çinko			

Yıllık Bitkiler

Yonga levha için en önemli hammadde odundur. Odunun yanısıra odunsu yapısı bulunan, kenevir, şeker kamışı, pamuk sapları, keten, bambu, saman, yer fıstığı kabuğu, buğday sapı gibi bitkisel hammadde veya atıklardan yonga levha üretiminin yapılabildiği görülmüştür. Yıllık bitki kullanımında en önemli sorun malzemenin homojen olmamasıdır. Bu malzemelerin temininde görülen problemler sonucunda çeşitli araştırmalar yapılmaktadır (Avcı, 2007).

1.2.1.2. Tutkal

Yonga levha endüstrisinde kullanılan tutkallar, sıcak pres içerisinde, belirli basınç altında ve sürede yongaların ve talaşların istenilen kalınlıkta stabil hale getirilmesinde kullanılır.

Organik Tutkallar

Yonga levha endüstrisinde genellikle duroplastik yapıştırıcılar (aminoplastlar=Üre formaldehit, melamin formaldehit ve fenoplastlar=fenol formaldehit ve resorsin formaldehit) kullanılır. Duroplastik yapıştırıcılar ısı ile önce yumuşayabilmekte fakat daha fazla ısıtıldıklarında yeniden yumuşamamak üzere sertleşmektedirler (İstek, 2006).

Üre Formaldehit

ÜF tutkalı, üre ve formaldehitin su bazlı bir çözelti içerisinde kondenze olmasıyla elde edilmektedir. Hem kuru hem de sıvı hallerini üretmek mümkündür. Formaldehit metanolden elde edilmektedir. Metanol ise hidrojen, oksijen ve maden kömüründen elde edilmektedir. Üre formaldehit tutkalı, termoset yapıdadır. Bu yapıdaki tutkallar yonga levha ve MDF üretimlerinde kullanılabilir. Sıcaklık ve sertleştirici madde sayesinde sertleşirler ve diğer termoplastik polimerler gibi ısıtıldığında yeniden eski haline döndürülemezler. (Huş, 1997; Atar, 2012'den).

Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda sıralanmıştır (Nemli ve Aytaç, 2002; Pizzi, 1983; Goncalves vd., 2008; Atar, 2012'den):

- Kuvvetli adhezyon özelliği vardır.
- Düşük ısılarda hızla sertleşebilmektedir.
- Kokusu yoktur.
- Yanmaz.
- Suda çözünür.
- Fiyatı ucuzdur
- Çok iyi termal özellikleri vardır.
- Rutubete özellikle suya dayanımı zayıftır.
- Formaldehit emisyonu yüksektir (Atar, 2012).

Üre formaldehit tutkalı yonga ve life sulu çözelti halinde uygulanabilmektedir. Isı altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hale dönüşüp, formaldehit ve ürenin kondenzasyonu ile meydana gelmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal almaktadır (Conner, 2001; Atar, 2012'den).

İkinci kademe, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonunu kapsamaktadır. Üre formaldehit tutkalının önemli problemlerinden olan formaldehit emisyonunu azaltmak için aşağıdaki önlemler alınabilir:

- ÜF tutkalına melamin veya üre eklenmesi.
- Ağaç levha ürünlerinin direkt olarak amonyak gazına maruz bırakılması.
- Yongaların preslenmesi sırasında ilave yüksek frekanslı ısıtma uygulanması.
- Levha yüzey ve kenarlarının kaplanması (Atar, 2012).

Fenol Formaldehit

Bu tutkal alkali veya asidik bir katalizör yardımıyla fenol ve formaldehitin kondenzasyonu ile elde edilir. Yonga levha üretiminde sıcak tutkallama için saf halde veya bir sertleştirici katılmak suretiyle suda çözülmüş fenol formaldehit kullanılmaktadır. Bu tutkal da sıcaklıkla sertleşen reçineler grubu içerisinde yer almaktadır. Kullanılan katalizöre bağlı olarak Resol ve Novolak olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Resol tipi fenol formaldehit tutkalları bazik katalizörler (NH_3 =Amonyak) yardımıyla üretilmektedir. Fenol ile formaldehitin birleşme oranları 1/1,8-1/2,2 arasında değişmektedir. Bu reaksiyon çok kademeli bir reaksiyon olup özel ekipman gerektirmektedir. Depolama süresi birkaç ay olup serin yerlerde saklanmalıdır (Tunç, 2012).

Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, reaksiyona katılma gücü çok yüksektir. Resorsin formaldehit reçinesi, 1 mol'den az formaldehitin 1 mol resorsin ile birleştirilmesi şeklinde elde edilir (Bardak, 2009).

Resorsin formaldehit düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyona girmektedir. Bu nedenle kullanılmaya elverişli bir tutkalın elde edilebilmesi için kondenzasyon reaksiyonu 3,5-4,5 pH'lık bir ortamda yavaş fakat gerek daha asidik gerekse alkali ortamda hızlı bir şekilde oluşmaktadır. Nötr ortamda ise resorsin en stabil durumdadır (Bardak, 2009).

Resorsin tutkalları oldukça pahalı olmaları nedeni ile %50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş odun talaşı, soya fasulyesi unu, fındikkabuğu ve nişasta gibi maddeler ilave edilerek kullanılmaktadır. Saf olarak çok nadir sadece özel maksatlar için kullanılır (Bardak, 2009).

Melamin Formaldehit

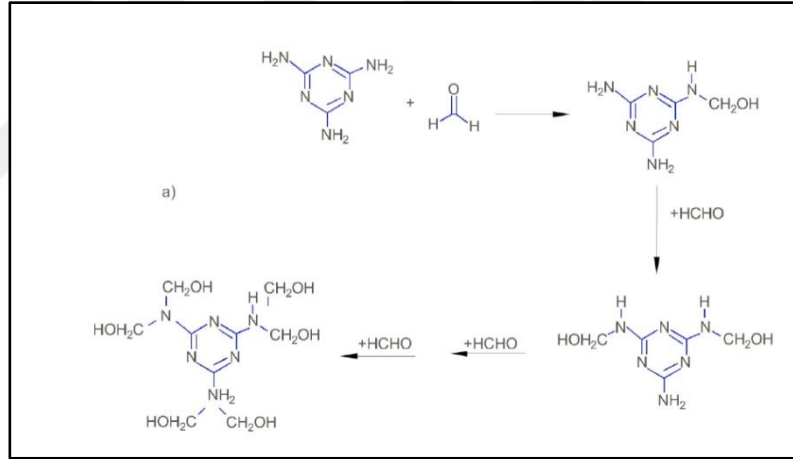
Melamin formaldehit, formaldehit ve melaminin kondenzasyonu sonrası üretilmektedir. Bu tutkal 85-145 °C sıcaklıkta sertleştirici ilave edilmeden sertleşebilir. Melamin formaldehit eldesinde kömür 1900°C'de kireçle işleme alınarak kalsiyum karbür elde edilir, sonrasında elde edilen kalsiyum karbür 1000°C'de havadaki azotla birleşerek kalsiyum siyanamide dönüştürülmektedir. Daha sonra, hidrolize olan kalsiyum siyanamitten disiyanamid oluşmaktadır. Bu madde kimyasal ve fiziksel şartlar altında %100'lük melamine dönüşür. Devamında melamin ve formaldehit 1:6 oranında tepkimeye girerek tri metilol melamin oluşur. Kondenzasyon 5-6 pH ortamında gerçekleşmektedir. Melamin tutkalının farkı üre tutkalı gibi depolamaya uygun olmamaktadır. Kuru ve serin bir yerde kontrol edilebilirse toz reçine 1 yıla kadar dayanabilir. Bu tutkalın, üre formaldehit tutkalına benzer özellikler göstermekle beraber aşağıda yazılı avantajları vardır;

- Suya daha mukavimdir.
- Isı stabilitesi daha yüksektir.
- Daha düşük ısılarda ve sertleştirici ilave edilmeden sertleşebilirler (Bardak, 2009).

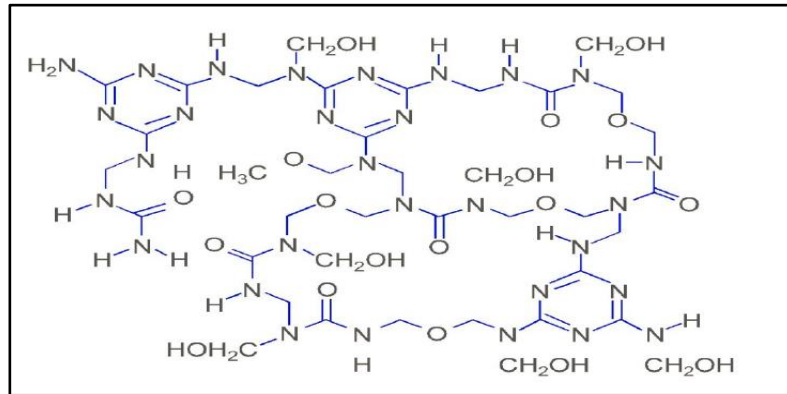
Melamin Üre Formaldehit(MUF)

MUF tutkalı üretiminde I.aşama Metilizasyondur. Melamin 6 mol formaldehit ile reaksiyona girer. Melaminin formaldehit reaksiyonu ve hegzametilol melamin oluşumu gerçekleşir(Şekil 1.1.). Daha sonra 1.kısım üre verilerek sıcaklık artırılır, pH 7,8 civarı asit katalizör eşliğinde reaksiyon başlatılır. (Altıntaş,2017)

Bu arada mono, di, tri metilol üreler hem kendi aralarında hem de mono, di,tri hexametilolmelamin ile reaksiyona girerler. Buna kondenzasyon reaksiyonu denir (Şekil 1.2.). Bu reaksiyon sonucu büyük yapıda oligamer ler oluşmaya başlar. Daha sonra bu polimerizasyon reaksiyonunu akma zamanı 4 lük fordcupta 22-24 sn de görüldüğünde kostik ile yarıda kesilir. Reçine vakumla soğutmaya alınır . 42 °C de ikinci kısım üre verilir. pH 9,2- 9,5 olması istenir. Ürün stok tankına alınır.



Şekil 1.1. Hegza metilol melamin oluşumu (Metilizasyon)



Şekil 1.2. Kondenzasyon reaksiyon sonucu oluşan MUF reçinesi

MUF tutkalı üreformaldehit tutkalına göre daha pahalı olmakla beraber Melamin formaldehit tutkalına göre daha ucuzdur. Levha üretiminde fiziksel ve mekanik özelliklerin yanında yanma direnci istenen durumlarda tercih edilme sebebidir. Bu özellikleri ile üreformaldehit tutkalından üstündür. Melaminin üreye göre hidrolize direnci daha yüksektir. Yani yapısındaki formaldehiti veya metil- eter köprülerini su veya su buharı ile koparmak daha zordur.

Anorganik (İnorganik) Tutkallar

İnorganik yapıştırıcılar 3 ana kategoriye ayrılabilir.

- Magnezyum çimentosu
- Portland çimentosu
- Alçı

1.2.1.3. Katkı Maddeleri

Yonga levha endüstrisinde; sentetik reçinelere ilave edilerek kullanılan katkı maddeleri; sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, yanmayı geciktirme, preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler (Baharoğlu, 2010).

Hidrofobik Maddeler

Yonga levhanın su alıp şişmesini geciktirmek maksadıyla bazı hidrofobik maddeler kullanılmaktadır. Bunlar levhanın su almasını tamamen önleyemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha, kısa süre su veya yüksek miktarda rutubete maruz kalırsa, bundan etkilenmez (Baharoğlu, 2010).

Yonga levhada levhanın su alarak şişmesini geciktirmek ve engellemek için bazı vaks, mum ve parafin kullanılabilir. Özellikle en fazla tercih edilen parafindir (Baharoğlu, 2010).

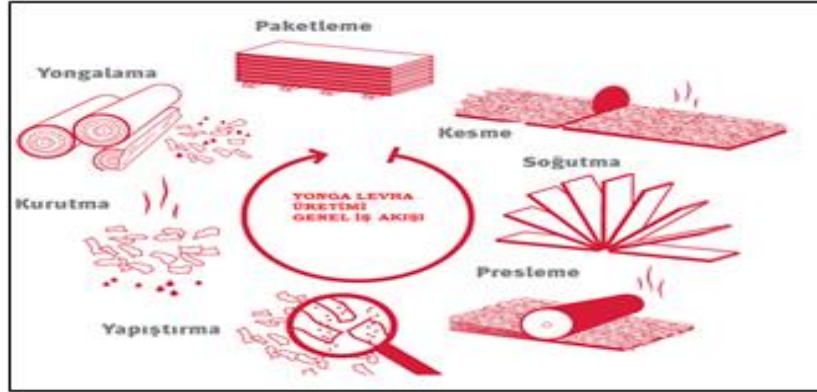
Sertleştirici Maddeler

Üretimde tutkal çözeltisi, hazırlanışından preslenmeye kadar sertleşmemeli, fakat preste hızla sertleşmelidir. Bu çelişkili problem çözelti içine sertleştirici ve engelleyici maddeler karıştırmakla önlenir. Yonga levha endüstrisindeki sertleştiriciler, kullanılan tutkal türüne göre değişmektedir (Baharoğlu, 2010).

Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi için, mutlaka bir katalizöre ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla genellikle amonyum klorür , amonyum sülfat veya amonyum persülfat kullanılmaktadır (Baharoğlu, 2010).

1.2.2. Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Şekil 1.3.'de görüldüğü gibi yonga levha üretiminde, ilk önce odun hammaddesi, kaba ve ince yongalama makinelerinde yonga haline getirilir ve silolarda depolanır. Sonrasında kurutmada kurutulan yongalar eleklerde tasnif edildikten sonra SL ve CL yongaları olarak ayrı ayrı kuru yonga silolarında depolanır.



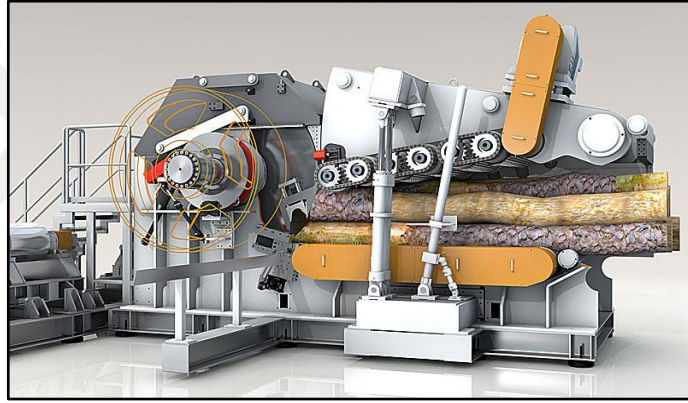
Şekil 1.3. Yonga levha üretim teknolojisi (Anon., 2015).

Daha sonra tutkallama ünitesinde hazırlanan reçetelerle tutkal ve diğer kimyasallarla karıştırılıp, serme ünitesine gönderilir. Serme makinalarıyla banta serilip levha taslağı oluşturulur ve preste ısı ve basınç sonucu panel haline getirilir. Pres sonrası klimatize işlemi, boyutlandırma ve istifleme yapılmaktadır. Soğuma için en az 4 gün dinlendirildikten sonra zımparalanıp sonraki süreçlere hazır duruma getirilmektedir (URL-3, 2014).

1.2.2.1. Yongalama

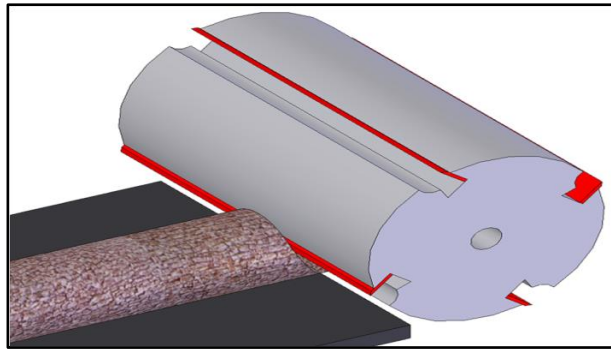
Levha kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri yonga geometrisidir. Levha üretimi için kaba ve ince olmak 2 tip yonga üretimi elde edilir. İnce yongalar makinalarda lif yönüne paralel kesimle kaba yongalar ise liflere dik kesimle elde edilirler. (Özen 1980; Bozkurt ve Göker,1990'dan)

Kaba yonga için genellikle silindir gövdeli makineler kullanılmaktadır (Şekil 1.4.). Bu makinelerin ortak yanı, kendi ekseninde dönen silindir bir gövde üzerine farklı sayılarda bıçakların sıralanmasıdır. Sabit gövde üzerinde de karşı bıçak bulunmaktadır (Özen, 1975).



Şekil 1.4. Kaba yongalama makinası (Drum chipper) (URL-4, 2013).

Kaba yongalama makinalarında şekil 1.5.'de görüldüğü gibi odun makinalarda liflere dik yönde kesilecek biçimde besleme yapılır (Şekil 1.5.).



Şekil 1.5. Kaba yongalama sırasında odunun liflere dik kesimi (URL-5, 2015).

Genellikle makine rotorunun alt kısmına elek yerleştirilmiştir. Yongalar elek boyutlarından daha küçük olunca aşağıya düşerler. Bu şekilde chipslerin genişlikleri sınırlandırılmış olmaktadır (Özen, 1975).

Bu makinalarda besleme hızları ve drum devri ile chips uzunlukları ayarlanabilir. Yonga levha için bu uzunluk 25-55 mm arasında değişmektedir. Yonga boyutlarının levha özelliklerine etkisi oldukça önem arz etmektedir. Bundan dolayı, istenen boyutta yonga üretmek ilk gayedir. Bu da kaba yongalama ile başlamaktadır ve chips tabir edilen kaba yongalar üretilmektedir (Fotoğraf 2) (Özen, 1975).



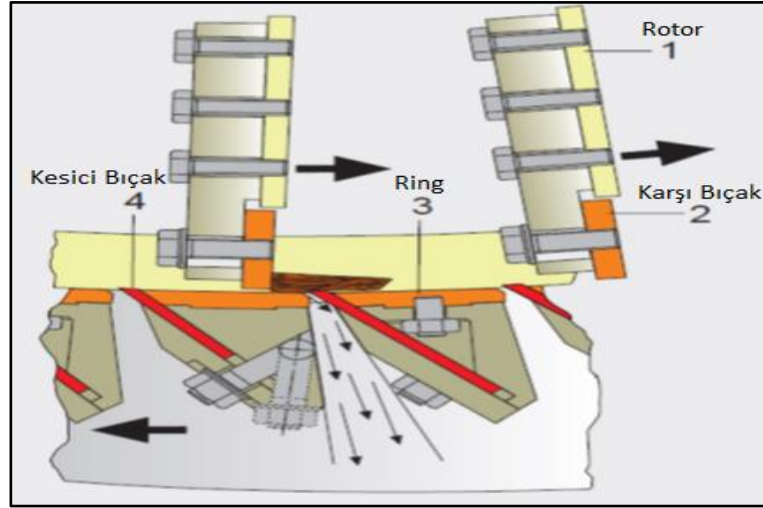
Fotoğraf 1.2. Kaba yonga - chips (URL-6, 2011).

Daha sonra fotoğraf 1.3.'de görülen inceltici değirmenler kullanılarak chipsler üretime uygun boyutlara getirilirler (Çakmak, 2008).



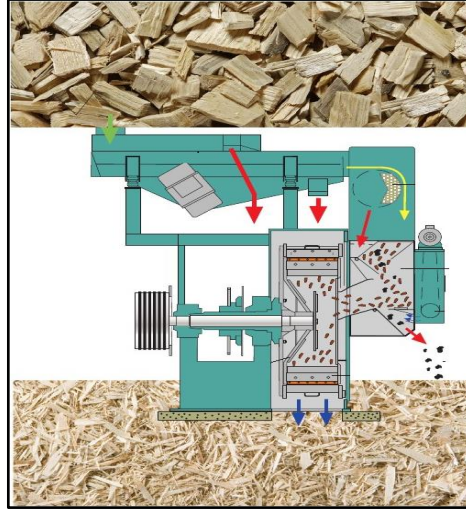
Fotoğraf 1.3. İnceltici değirmen genel görünüşü (URL-7, 2015).

İnceltici değirmenlerin çalışma prensipleri Şekil 1.6.'da görüldüğü gibi, karşı bıçak ile kesici bıçak arasında kalan cipsler, sıkıştırma ve kesme kuvveti yardımıyla yonga haline gelerek aradaki boşluk vasıtasıyla üretime hazır hale getirilir (Çakmak, 2008).



Şekil 1.6. İnceltici değirmenin yongalama prensibi (URL-8, 2015).

Şekil 1.7.'de inceltici değirmene beslenen cipsler, değirmen girişinde bulunan ve cleonamat adı verilen havalı seperatör aracılığıyla içerisindeki taş, metal vb. üretime uygun olmayan cisimlerden ayrılarak değirmene girerler (Çakmak, 2008).



Şekil 1.7. Chipsden yonga elde edilmesi (URL-9, 2015).

Alt ve üst tabakalarda kullanılacak yonga kalınlığının 0,125–0,25 mm, orta tabakada kullanılacak yonga kalınlığının da 0,25–0,5 mm değerinde olması arzu edilir (Kalaycıoğlu 1991; akmak, 2008).

1.2.2.2. Kurutma

Yongalamada odun rutubetinin LDN üzerinde olması arzu edildiğinden, genellikle, yonga rutubeti %35–120 arasında değişiklik göstermektedir. Fakat, levha üretiminde, yonga rutubeti çok daha önem arz etmektedir. Yongaların fazla rutubetli veya kuru olması durumunda, tutkalın sertleşme süresinin değişmesi, levhanın gevşek olması veya patlaması, toz miktarı ve yangın tehlikesinin artması, pres kapanırken hafif yongaların uçuşması gibi problemlere neden olabilmektedir. Bundan dolayı, levhanın presten çıkış rutubetine uygun olarak, yonganın %1–4 rutubet değerine kadar kurutulması gerekmektedir (akmak, 2008).

Yonga kurutma süresi ağaç türü, yonganın giriş rutubeti, yonga narınlığı, yakıt verimi ve mevsimsel şartlara bağlıdır. İstenen çıkış rutubetinin elde edilebilmesi için, normal kurutma koşullarında ve yonga narınlığına bağlı olarak, yapraklı ağaç yongaları yaklaşık 175-200 sn, iğne yapraklı ağaç yongaları ise 90-100 sn kurutma süresi gereklidir (Kollmann vd., 1975; Biçer, 2014'den).

Kaliteli bir levha üretimi için kuru yonga rutubetinin %1-3 olması hedeflenirken, tutkallı yongada ise orta tabaka yongalarda % 6-10 , üst tabaka yongalarda % 13-18 aralığında olması arzu edilmektedir (İstek, 2010; Biçer, 2014'den).

Yonga rutubeti istenen değerden çok ise yüksek rutubete sahip yongalar preste yonga levhanın iç bölgesinde buhar kabarcıkları oluşumuna neden olmaktadır. Bu kabarcıklar levha içirişinden atılamazsa levha yüzeyinin bozulmasına ve tutkalın jellejip sertleşmesine engel olurlar. Buna bağlı olarak presten çıkan levhalarda da gevşeklik veya patlak problemi görülebilir (Bozkurt ve Göker, 1990; Karakuş, 2007'den).

Yongaların kurutulması konveksiyon kurutmada 2 aşamada gerçekleşir; birinci aşamada odun lümenlerindeki serbest su (kapiler) hızla uzaklaşmakta, ikinci aşamada ise higroskopik (bağlı) su uzaklaşmaktadır (İstek, 2010; Biçer, 2014'den).

Yonga levha tesislerinde çeşitli kurutucu tipleri kullanılmıştır. Kurutucu çeşitlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz;

- Döner silindirik kurutucular, borulu kurutucular(Fotoğraf 1.4.).
- Çok bandlı kurutucular.
- Kontakt kurutucular.
- Türbülent kurutucular.
- Süspansiyon tipi kurutucular (Biçer, 2014).



Fotoğraf 1.4. Döner silindirik kurutma makinası genel görünüşü (URL-10, 2015).

1.2.2.3. Eleme (Tasnif)

Kurutma sonrası prosesin önemli bir ayağı da kurutulmuş yongaların elenerek tasnif edilmesidir. Yongalar boyutlarına göre oversize, orta tabaka yongalar , üst tabaka yongalar ve fine olarak sınıflandırılırlar. Oversize malzemeler üretimde kullanılabilen boyutlara getirmek için kuru yonga değirmenlerinde yeniden işlem görürler. Toz ise üretimde istenmeyip genelde yakıt olarak değerlendirilmektedir. Toz parçacıkları bünyelerine fazla miktarda tutkal alacağından, yonga levhanın mekanik ve fiziksel direnç değerlerini olumsuz etkilerler. Bundan dolayı fotoğraf 1.5.'de görülen mekanik elekler kullanılarak yonga boyutlarında bir adresleme yapılır (Bozkurt ve Göker, 1985; Günsel, 2004'den).



Fotoğraf 1.5. Mekanik elek (URL-11, 2015).

1.2.2.4. Depolama

Yonga levha tesislerinde yongaların depolanması amacıyla farklı tip depolar kullanılmaktadır. Silolar bir önceki proseslerden ara ara düzensiz gelen malzemeleri düzenli dozajlayarak prosesin problemsiz çalışmasına olanak sağlar. Silolar boşaltma sistemlerinin hareket yönüne göre ikiye ayrılırlar. Bunlar;

- Horizontal (yatay yönlü) silo (fotoğraf 6a).
- Vertical (dikey yönlü) silo (fotoğraf 6b)



Fotoğraf 1.6. Depolama amacıyla kullanılan silolar(a. Horizontal silo (URL-12, 2016), b.Vertikal silo (URL-13, 2015)).

1.2.2.5. Tutkallama

Levha kalitesini, en az ağaç türü kadar, tutkal da etkilemektedir. Tutkalın kaliteli ve yapışma direncinin yeterli olmasının yanı sıra, tutkallama sisteminin de çok iyi olması istenmektedir. Bu yüzden, bir çok sistemde noktasal tutkallama yöntemi tercih edilmektedir. Bu yöntemde, tutkal çözeltisi çok küçük taneciklere pulverize olmakta ve yongalara püskürtülerek uygulanmaktadır(Fotoğraf 1.7.) (Çakmak, 2008).



Fotoğraf 1.7. Tutkallama ünitesi (URL-14, 2013).

Tutkallama kalitesine, yonga geometrisi, yonga sıcaklığı, yonga yüzey yapısı, çözelti konsantrasyonu, tutkallama makinesi içindeki karıştırıcı ayakların pozisyonu ve makine içerisindeki yongaların ilerleme şekli etki etmektedir (Çakmak, 2008). Fotoğraf 1.8.'de en çok kullanılan enjektörlü tip tutkallama makinası görülmektedir.



Fotoğraf 1.8. Enjektörlü tip tutkallama makinası görünümü(URL-15, 2015).

1.2.2.6. Serme

Tutkallama sonrası özellikle levhanın yoğunluk ve ağırlık dağılımını etkileyecek, yongaların homojen bir mat şeklinde serilmesine uygun hale getirilmesi prosesin en önemli aşamalarındandır. Yoğunluğun levhanın bütününde aynı olması çok önemlidir (Avcı, 2007).

Serme işlemi; mekanik serme (dökme), pnömatik serme (rüzgarlı) ve hem mekanik hem pnömatik serme şeklinde yapılmaktadır. Tutkallı yongalar bu serme sistemlerinden biri ile serilerek matı oluşturur. Mat yüksekliği levha kalınlığının yaklaşık 4 katı kadar olmaktadır (Özen 1980; Çakmak, 2008'den).

1.2.2.7. Presleme

İstenilen kalınlık ve yoğunlukta yonga levha üretimi için hazırlanan matın preslenmesi gerekir. Panel endüstrisinde çalışma sistemine göre ısı uygulanmayan soğuk presler ve kızgın yağ ile ısıtılan sıcak presler olmak üzere iki farklı pres yöntemi kullanılmaktadır. Soğuk prese ön pres, pre-pres de denir ve çizgisel basıncı $25-40 \text{ kp/cm}^2$ arasında değişmektedir (Bozkurt ve Göker 1985; Çakmak, 2008'den).

Levha taslağı, yonga levha özelliğini sıcak preslerden sonra kazanır. Taslak, sıcak preste belirli süre belirli basınç ve sıcaklık etkisiyle istenilen kalınlığa kadar sıkıştırılarak levha oluşumu gerçekleşir. Bu sırada, sıcaklığın tesiriyle tutkal sertleşmeye başlar ve rijit bir ürün elde edilir (Usta, 2011; Biçer, 2014'den).

Günümüzde genellikle continiues presler kullanılmasına rağmen fazla kat sayısına sahip katlı preslerde de üretim yapılmaktadır. Fotoğraf 1.9.'da katlı pres (Multi Opening Press) gösterilmiştir.

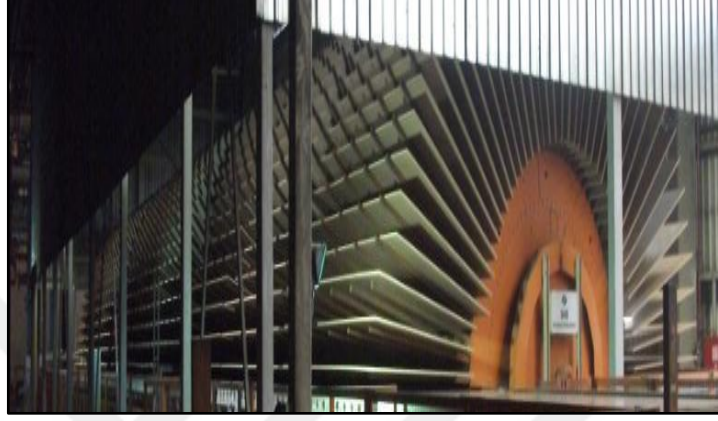


Fotoğraf 1.9. Katlı pres (Multi opening press) genel görünüşü (URL-16, 2013).

1.2.2.8. Klimatize Etme

Pres sonrası levhaların dış yüzey sıcaklığı pres plakasının sıcaklığına yakın olduğu halde orta kısımların sıcaklığı rutubet nedeniyle $100 \text{ }^\circ\text{C}$ düzeyindedir. Soğuma esnasında hava ile temas eden dış yüzeyler hızlı soğumakta, buna karşın orta tabakalarda ise daha yavaş

soğuma görülür. Ayrıca, soğuma sonucu levhanın orta kısmındaki rutubet dış tabakaya doğru ilerler. Bunların sonucunda levhaların iç kısmında bir daralma, dış kısımlarda ise rutubet alarak genişleme meydana gelmektedir. Bu nedenle pres sonrası levhalar fotoğraf 1.10.'da görülen yıldız soğutucularda 40-85 °C ye kadar soğutulmaktadır (Biçer, 2014).



Fotoğraf 1.10. Yıldız soğutma genel görünüşü (Fotoğraf: Aziz BİÇER 2014).

1.2.2.9. Ebatlama

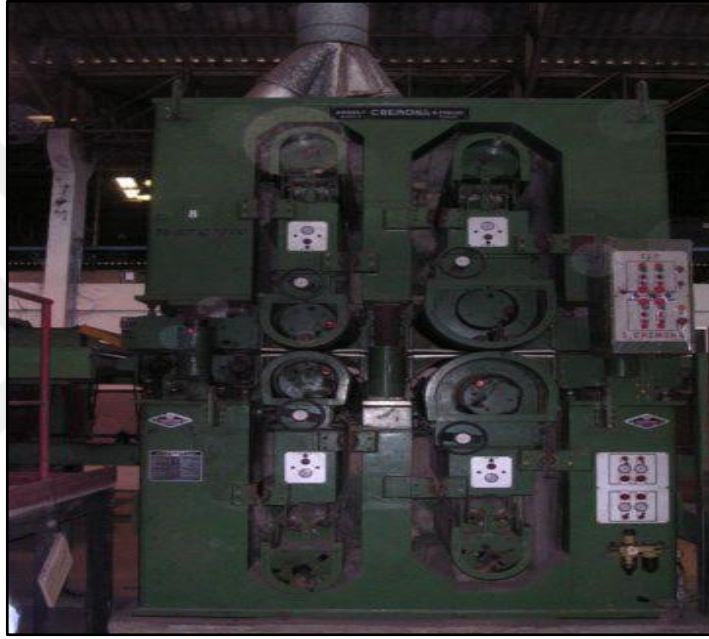
Ebatlama işlemi prestin sonra veya soğuma işleminden sonra yapılabilir. Yonga levhalar sıcakken ebatlama yapılması uygun değildir. Kenar alma işlemi soğutmadan önce yapıldığında kenar görünüşleri kaba olur. Yongalar kesilmeden koparak çıkar. Bu nedenle ebatlama işlemi klimatizasyondan sonra yapılmalıdır (Biçer, 2014). Ebatlama ünitesi genel görünüşü fotoğraf 1.11.'de görülmektedir.



Fotoğraf 1.11. Ebatlama ünitesi genel görünüşü (URL-16, 2013).

1.2.2.10. Zımparalama

Presten çıkan yonga levhalar, özellikle mobilya endüstrisinde kullanılacak olanlar, direkt kullanım için henüz hazır değildir. Kalınlıkları farklı olup, yüzeyler pürüzlüdür. Levha yüzeylerini sonraki işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta meydana gelebilecek hataları ortadan kaldırmak için fotoğraf 1.12.'de gösterilen ve genellikle 6-8 silindirli zımparalama makineleri ile zımparalanır (Biçer, 2014).



Fotoğraf 1.12. Zımpara makinası genel görünüşü (URL-16, 2015).

1.2.2.11. Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırma

Zımparalama sonrası levhalar gerek fiziksel durumlarına göre gerekse yüzey özelliklerine göre kontrol edilerek kalite tasnifine tabii tutulurlar. Sınıflandırılan levhalar 15-30 °C sıcaklık ve %60-65 rutubetde olan depolarda düz bir zeminde ve belirli düzgün ve hizalı konulmuş takozlarla üst üste dizilerek istiflenir (Biçer, 2014).

1.2. Pirinç

Pirinç, buğdaygiller familyasından, sıcak bölgelerde yetiştirilen bir bitki olup her başakçığında bir çiçek bulunur. Tanesi burada meydana gelir. İnsanlar için en eski

yiyeceklerdendir. Arkeolojik kayıtlarda 9000 yıldır Çin’ de yenildiğine rastlanmıştır. Asya’da çok yaygın ve farklı yemek türü bulunan bir gıda maddesidir. 7500 civarında çeşidi vardır. Özellikle bol yağış alan sulak çeltik tarlalarında yetiştirilmektedir. Taze iken az su çeker, kurudukça su çekme oranı yükselmektedir. Kabuğu çıkarılmamış pirince çeltik denir.

Fotoğraf 1.13. 'de pirinç başağı ve pirinç kavuzu görülmektedir.



Fotoğraf 1.13. Pirinç başağı ve pirinç kavuzu (a. Pirinç başağı, b. Kavuz).

1.3.1. Pirincin Tarihçesi

İlk pirinç ekiminin İ.Ö 3.000 li yıllarda Hindistan'da yapıldığı, daha sonra farklı coğrafyalara yayıldığı bilinmektedir. Avrupa'ya gelişi ortaçağa rastlamaktadır. Türkiye'ye ise güneyden 500 yıl önce girdiği bilinmektedir.

1.3.2. Pirinç Türleri

Dünyada yaklaşık 9500 pirinç çeşidi bulunmaktadır. Pirinçler görünüş, şekil ve boylarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir; Kısa taneli pirinç, Orta boy taneli pirinç, Uzun taneli pirinç, Aromatik pirinç, Tatlı pirinç.

1.3.3. Pirinç Üretimi ve Yetiştirilmesi

Pirinci üreten çeltik bitkisi, sıcak ılıman bölgelerde ve hemen her toprakta yetişebilir. Ürün verimi açısından organik madde yönünden zengin, su geçirgenliği az topraklar tercih edilmelidir. Çeltik tohumu seçimi ve muhafazasına dikkat edilmeli, hastalıklı, içerisinde yabancı ot tohumları ile kırmızı (kart tohum) bulunan tohum olmamasına dikkat edilmelidir. Sertifikalı olmasına özen gösterilmelidir. İyi tohum kullanılması verimi %30 civarında artırabilir.

Çeltik çimlenmesi için en ideal sıcaklık 16-22 °C'dir. Türkiye'de genellikle Mayıs ayında ekim yapılır. Çeltik ekimi mibzer ya da serpme şeklinde yapılmaktadır.

Çeltik bitkisi suyu çok sevdiğinden, ekili yerlere sürekli su akışı yapılabilirse gelişmesine büyük katkı sağlanır. Su kadar önemli başka bir nokta da fosfat ve azot içerikli gübre takviyesidir. Hasat çiçeklenmeyi takiben 35-45 gün sonra başlar. Bunun için bitkinin sararması bir referanstır. Biçerdöverle hasat yapılabildiği gibi orak veya elle yolma şeklinde de hasat yapılabilir. (URL 17)

1.3.4. Dünya Pirinç Üretimi ve Başlıca Üretici Ülkeler

IGC raporuna göre; 2015-2016 döneminde 560 milyon ton olan dünya pirinç üretim miktarı, 2016-2017 döneminde 20 milyon ton artışla 580 milyona çıkmıştır. Üretici ülkelere bakıldığı zaman dünya pirinç üretiminin en önemli kısmının Çin, Endonezya, Hindistan, Vietnam ve Bangladeş tarafından yapıldığı görülmektedir. Çin' in yıllık üretimi yaklaşık 143 milyon ton, Hindistan' ın yaklaşık 104 milyon tondur. Bu ülkeleri 40 milyon ton üretimle Endonezya, sonrasında 32 milyon ton üretimle Bangladeş, 30,6 milyon ton üretimle Vietnam ve 21,3 milyon ton üretimle Tayland takip etmektedir (URL 18).

1.3.5. Türkiye’de Pirinç Üretimi ve Tüketimi

Pirinç, toplumumuzda artık bir temel besin maddesi olup üretimi ve tüketilmesi sürekli artış gösterir hale gelmiştir. Ülkemizde pirinç üretimi artışının en önemli sebebi, özellikle son yıllarda verimliliğin artmasıdır. TÜİK verilerine bakıldığında, 1999-2010 yılları arasında çeltikteki verim artışının yüzde 50'lere yaklaştığı bilinmektedir. 1999 yılında dekara 5,99 kg olan verimlilik, 2010 yılında dekara 9,02 kg'a kadar çıkmıştır. 2012 yılında bir miktar gerileyen verimlilik, 7,13 seviyesinde kalmıştır. Verimlilik artışına, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün çalışmalarıyla geliştirilen "Osmancık-97" cinsinin üretimine başlanmasıyla önemli etkisi olmuştur. Türkiye'deki üretimin % 70'inden fazlasında Osmancık-97 cinsi yetiştirilmektedir.

Türkiye’de 1980’li yıllarda pirinç üretim miktarı 90 bin ton iken bu miktar 2011 yılında yaklaşık 530 bin tona çıkmıştır. Bununla beraber 1980’de kişi başı tüketimi 2,9 kg iken 2011 yılında tüketim yaklaşık 3 kat artarak 8,2 kg'a (yıllık toplam pirinç tüketimi yaklaşık 600 bin ton) çıkmıştır.

Türkiye’de 190 bin hektarlık çeltik üretimine uygun bilinmektedir. Buna rağmen ülkemizde 80-115 bin hektarlık alanda çeltik üretimi yapılmaktadır. Çeltik üretiminin yapılabileceği arazinin yaklaşık 90 bin hektarı, Trakya Bölgesi’nde bulunmaktadır. Ve özellikle Edirne’de yoğunluk kazanmaktadır. Edirne 2008 verilerine göre Türkiye çeltik ekili alanının yüzde 51,5’ini, üretimin ise yüzde 54’ ünü karşılamaktadır. Edirne’de verimin 6,40- 6,90 kg civarında olduğu bilinmektedir.

1.3.6. Türkiye Pirinç İthalatı ve İhracatı

Türkiye son yıllarda çeltik üretimi ve veriminde her ne kadar ciddi artışlar yakalamış olsa da hala kendi tüketimini karşılayamamaktadır. Bu nedenle gerekli pirincin bir kısmı ithalat yoluyla tedarik edilmektedir. Türkiye, pirinç ihracatında ise son yıllarda artışlar yakalasa da 40 milyon ton civarında bulunan dünya pirinç ticareti içerisinde oldukça küçük bir paya (2010 yılında 87 bin ton) sahiptir. Fakat Türkiye’deki fabrikaların ekipman ve donanım, kapasite ve teknoloji bakımından iyi durumda olması, ihracat

anlamında da bir avantaj olarak görülmektedir. Çünkü bu fabrikalar, çeşitli ülkelerden çeltik ithalatı yaparak, bunu işleyip ve sonrasında tekrar yurtdışına ihraç edebilme durumundadırlar. Türkiye'nin pirinç aldığı ülkelerden Amerika, İtalya, Mısır ve Rusya ilk sıralardadır. En fazla pirinç ihraç edilen ülkeler ise 2015 verilerine göre Ürdün, Irak ve Sudan' dır.

Günümüzde sadece çeltik üretiminde kendine yetebilen Türkiye, artan üretim kapasitesiyle ileriki yıllarda pirinçte de bu yeterliliğe ulaşabilecektir. Tablo 1.2.' de görüldüğü gibi TÜİK raporlarına göre; 2013 yılında 110592 hektarlık alanda çeltik ekimi yapılmış ve 900000 ton , bundan da 540000 ton pirinç üretimi yapılmıştır.

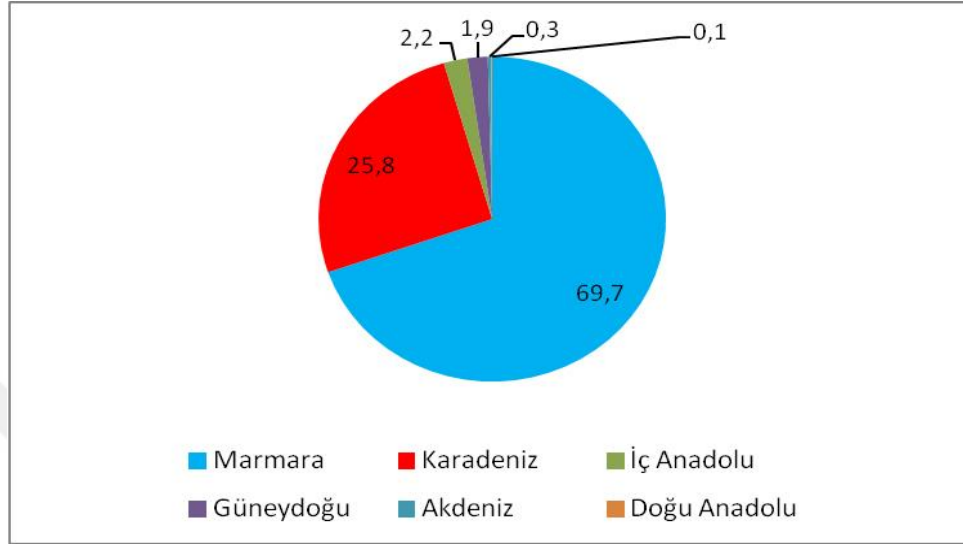
Tablo 1.2. *Türkiye çeltik ekiliş üretim tüketim verim*

YILLAR	Ekiliş (ha)	Üretim (ton)	Pirinç Karşılığı (ton)*	Tüketim (ton)	Verim (kg/da)
2003	65.000	372.000	223.000	300.000	572
2004	70.000	490.000	294.000	565.000	681
2005	85.000	600.000	360.000	535.000	706
2006	99.100	696.000	418.000	555.000	702
2007	93.900	648.000	390.000	613.000	690
2008	99.500	753.325	452.000	557.000	757
2009	96.754	750.000	450.000	703.000	775
2010	99.000	860.000	516.000	527.000	869
2011	99.400	900.000	540.000	697.000	906
2012	119.725	880.000	528.000	570.000	735
2013	110.592	900.000	540.000	600.000	814
(*) Çeltiğin pirince işlenmesinde elde edilen sağlam pirinç oranı %60 olarak dikkate alınmıştır.					

Tablo 1.3. *Bölgelere göre çeltik üretimi (2013)*

BÖLGELER	EKİM ALANI	ÜRETİM	ÜRETİM	ÜRETİM
	Hektar	Payı (%)	Ton	Payı (%)
Marmara	75.870	68,6	627.678	69,7
Karadeniz	27.644	25,0	232.158	25,8
İç Anadolu	2.985	2,7	20.179	2,2
Güneydoğu	3.489	3,2	17.038	1,9
Akdeniz	465	0,4	2.408	0,3
Doğu Anadolu	139	0,1	539	0,1
TOPLAM	110.592	100,0	900.000	100,0

Tablo 1.3. ve grafik 1.1.'e göre Türkiye'de çeltik üretiminin % 68,6'sı Marmara bölgesinde, %25'i Karadeniz bölgesinde, %2,7'si İç Anadolu bölgesinde, %3,2'si Güneydoğu Anadolu bölgesinde yapılmaktadır.



Grafik 1.1. Bölgelere göre pirinç yetiştirme oranları

Aşağıdaki tablo 1.4.'de illere göre çeltik üretimi görülmektedir. İlk 5 ilde toplam üretimin yaklaşık %82'sini yapılmaktadır. Pirinç üretiminde işleme sırasında %9-10 kepek, yaklaşık % 20 kavuz çıkmaktadır(Çakırer, 2017).

Tablo 1.4. İllere göre çeltik üretimi (2013)

İLLER	EKİM ALANI		ÜRETİM		VERİM (kg/da)
	Hektar	Payı (%)	Ton	Payı (%)	
Edirne	43.040	38,9	361.918	40,2	841
Samsun	14.413	13,0	122.710	13,6	851
Balıkesir	12.971	11,7	99.467	11,1	767
Çanakkale	11.348	10,3	90.295	10,0	796
Çorum	7.726	7,0	65.523	7,3	848
Sinop	3.960	3,6	34.434	3,8	870
Tekirdağ	3.100	2,8	28.899	3,2	932
Kırklareli	2.611	2,4	25.769	2,9	987
Bursa	2.500	2,3	18.993	2,1	760
Çankırı	2.470	2,2	14.860	1,7	602
10 İl Toplamı	104.139	94,2	862.868	95,9	829
GENEL TOPLAM	110.592	100,0	900.000	100,0	814

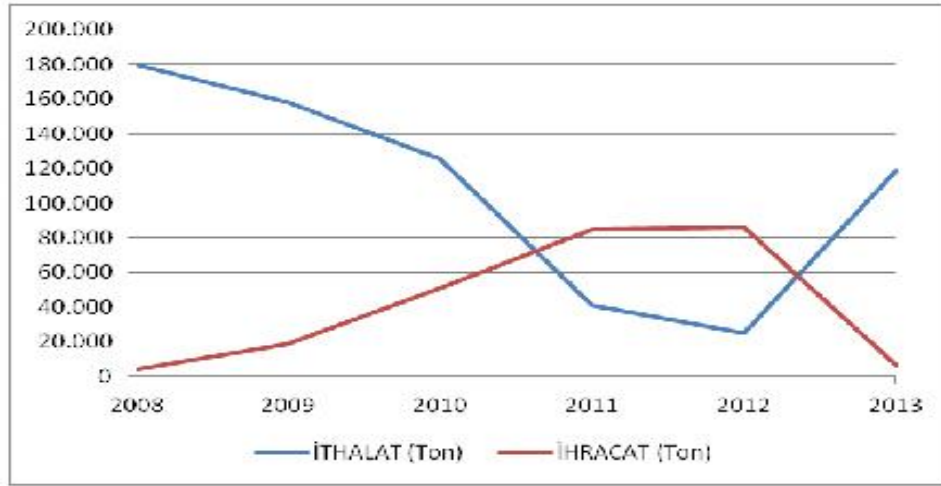
Tablo 1.5. ve Tablo 1.6. ile Grafik 1.2. de 2002–2013 dönemi ülkemiz çeltik ithalat- ihracat miktarı(ton) ve parasal değeri(Bin\$) görülmektedir. 2010’da çeltik ithalatı 409.199 ton ile son dönemlerin en üst seviyesine çıkmıştır.

Tablo 1.5. Türkiye`nin çeltik ithalat ve ihracat miktarlar.

YILLAR	İTHALAT		İHRACAT	
	Miktar (Ton)	Değer (Bin \$)	Miktar (Ton)	Değer (Bin \$)
2002	292.024	48.803	187	173
2003	247.724	55.538	398	375
2004	35.432	15.254	298	334
2005	102.197	26.231	298	351
2006	105.005	28.786	238	292
2007	6.016	2.101	157	258
2008	45.307	19.823	235	269
2009	63.203	26.188	199	316
2010	409.199	172.977	307	371
2011	277.083	112.349	834	564
2012	227.539	88.819	363	349
2013	164.537	70.535	108	166

Tablo 1.6. Türkiye`nin pirinç ithalat ve ihracat miktarları.

YILLAR	İTHALAT		İHRACAT	
	Miktar (Ton)	Değer (Bin \$)	Miktar (Ton)	Değer (Bin \$)
2002	131.431	37.031	307	222
2003	213.528	65.453	337	287
2004	103.887	39.496	475	760
2005	158.423	60.149	421	539
2006	113.175	43.267	465	590
2007	184.911	108.576	729	1.010
2008	179.603	144.310	4.058	4.986
2009	158.335	105.770	18.662	19.529
2010	125.643	91.340	50.825	46.549
2011	41.011	28.591	85.126	74.786
2012	25.111	17.688	86.335	68.960
2013	118.563	79.625	6.597	6.281



Grafik 1.2. Yıllara göre pirinç dış ticareti

Yıllık bitki artıkları önemli bir potansiyele sahip olup yeterince değerlendirilememektedir. Dünyada yıllık bitkilerin odunsu yapıdaki lif kaynaklarının kullanımı konusunda birçok araştırma yapılmış yapılmakta ve gittikçe artan bir seviyede araştırmalar devam etmektedir. Bu tür malzemelerin levha üretimine uygunluğunun araştırılması sonucunda levha üreticilerinin dikkatini çekecek ve projenin sonuçları ışığında levha üretiminde değerlendirme düşüncesi yoğunluk kazanacaktır. Çeltik sapı ve kavuzları yüksek orandaki silis içermektedir. Bu da çeltik ve kavuzdan yapılan panelleri doğal olarak yangın önleyici yapmaktadır.

Tablo 1.7. Bazı tarım ürünleri lifleri kimyasal bileşenlerinin odun lifiyle mukayesesi (Arslan 2008)

Lif Tipi	Selüloz (%)	Lignin (%)	Pentozan (%)	Kül (%)	Silis (%)
Pirinç	28-48	12-16	23-28	15-20	9-14
Buğday	29-51	16-21	26-32	4,5-9	3-7
Arpa	31-45	14-15	24-29	5-7	3-6
Yulaf	31-48	14-19	27-38	6-8	4-6,5
Çavdar	33-50	14-19	27-30	2-5	0,5-4
Şeker kamışı	32-48	19-24	27-32	1,5-5	0,7-3,5
Bambu	26-43	21-31	15-26	1,7-5	0,7
Kenaf	44-57	15-19	22-23	2-5	-
Jüt	45-63	21-26	18-21	0,5-2	-
Kenevir	57-77	9-13	14-17	0,8	-
İğne yapraklı ağaç	40-45	26-34	7-14	< 1	-
Yapraklı ağaç	38-49	23-30	19-26	< 1	-

2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Bu çalışmada, yonga levha üretimine katılan pirinç kavuzu miktarının yonga levhaların fiziksel - mekanik özelliklerindeki değişimleri incelenmiştir.

Bu amaçla, Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Fabrikası'nda 18 mm kalınlığında, 630 kg/m³ yoğunluğunda ve 2100×2800 mm ebatlarında yonga levhalar üretildi. Üretilen bu levhalara çeşitli oranlarda pirinç kavuzu verilerek TS EN 325 (2014) standartlarına uygun olacak şekilde, istenilen boyutlarda örnekler kesildi.

2.1.1 Deneme Levhaları

Bu araştırmada, deneme levhaları üretiminde yonga levha iş akışına bağlı olarak yongalama, kurutma, eleme, tutkallama, serme, ön presleme, sıcak presleme, klimatizasyon, ebatlama, zımparalama ve depolama işlemleri gerçekleştirildi.

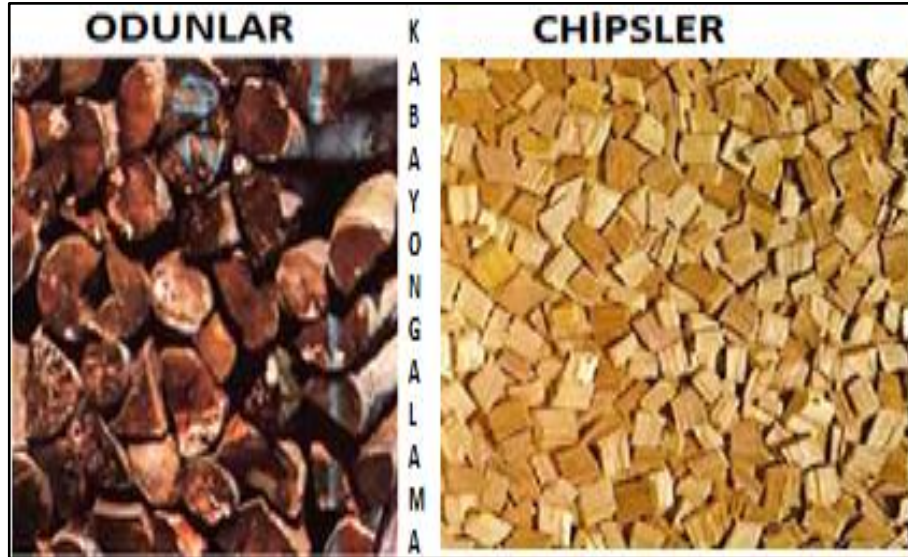
Deneme levhalarının üretimi esnasında proses şartlarına bağlı kalınarak, karışık olarak çam odunları (Karaçam-*Pinus Nigra*, Sarıçam-*Pinus sylvestris L*, Kızılçam-*Pinus Brutia*), meşe odunları (Sapsız meşe-*Quercus Petraea*) ve kavak odunu (Ak Kavak-*Populus Alba*) karışım halinde kullanıldı.

Kaba yongalama makinesi özelliklerine uygun olarak ortalama rutubetleri %50–100 ve çapları 10–35 cm arası olan yuvarlak odunlar Fotoğraf 2.1.'de gösterilen chipper kaba yongalama makinasında chips haline getirildi.



Fotoğraf 2.1. Chipper kaba yongalama makinası.

Elde edilen chipslerin boyutları ortalama olarak 2×4 cm olarak ölçüldü. Odunun chips haline getirilmiş durumu Fotoğraf 2.2.'de verilmiştir.



Fotoğraf 2.2. Chipsler (Anon., 2015).

Bu işlemden sonra chipsler, dozajlama ve depolama amacıyla Fotoğraf 2.3.'de görülen chips silolarına alındılar.



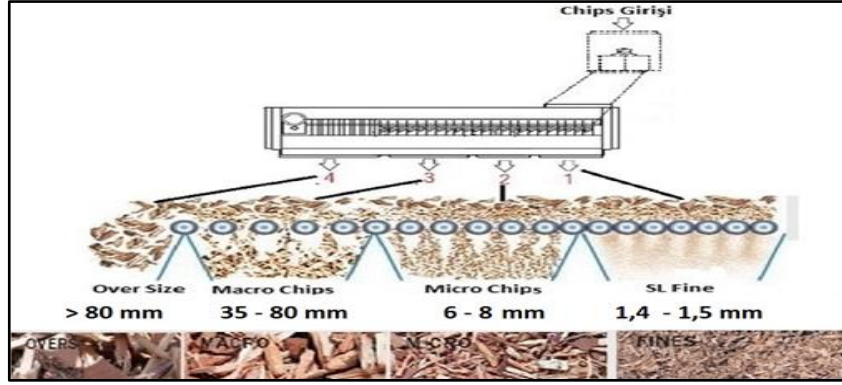
Fotoğraf 2.3. Chips siloları dış görünüş.

Bu siloların çıkışlarında aynı teknik özelliklere sahip boşaltma helezonları vasıtasıyla chipsler; %45 çam chipsi, %20 meşe chipsi ve %35 kavak chipsi karışımıyla dozajlanarak Fotoğraf 2.4.'de gösterilen diskli eleğe gönderildi.



Fotoğraf 2.4. Diskli (Dyna-Screen) elek(a. Diskli elek dış görünüşü,b. Diskli elek iç görünüşü).

Bu makine chips haline gelen malzemenin farklı gronülometrilere (ölçülere) tasnif edilmesini sağlamak amacıyla kullanıldı. Bu tasnif sonucu ortaya çıkan elek altı malzeme , micro chips, macro chips ve kullanıma uygun olmayan over size (büyük boyutlu) olarak adreslerine gönderildiler. Chipsler kalınlıklarına göre Şekil 2.1.'de gösterilen ölçülere göre tasnif edildi.



Şekil 2.1. Diskli elek chips tasnifi (Anon., 2015).

Chipsler, diskli eleklerden boyutlarına göre inceltici değirmenlere taşınmıştır. Macro chipsler kalınlıkları 35-80 mm arasında olup macro inceltici değirmenlere, micro chipsler ise kalınlıkları 6-8 mm olup micro inceltici değirmenlerde yonga haline getirildi. Over size ebatlarında olan iri parçalar ise tekrar chips haline getirilmek üzere chipper yongalama makinasına gönderildi. SL Fine malzemeler ise micro değirmenlere alındılar. Fotoğraf 2.5.'de inceltici değirmenler görülmektedir.



Fotoğraf 2.5. İnceltici değirmenler.

Yongaların içerisinde bulunabilecek metal parçacıklar değirmenlerin girişinde bulunan mıknatıs yardımıyla uzaklaştırıldı. Yine aynı şekilde taş ve kum gibi yabancı maddeler ise değirmenlerin kapak kısmında bulunan ve cleonomat adı verilen havalı ayırma sistemi ile dışarı atıldı. Kaba yongalar macro ve micro inceltici değirmenlerde 0,7 mm kalınlıkta yonga haline getirildiler. Değirmenlerden çıkan yongalar kurutma besleme silolarına taşındı.

Kurutma ünitesinde yonga ve talaşlar Fotoğraf 2.6.'da görülen kurutma besleme silolarından aşağıda gösterilen oranlarda çekilerek kurutucuya alındılar.

Macro yaş yonga : %38
Micro yaş yonga : %54
Şerit talaş (Saw dust) : %5
Reject yongası : %3



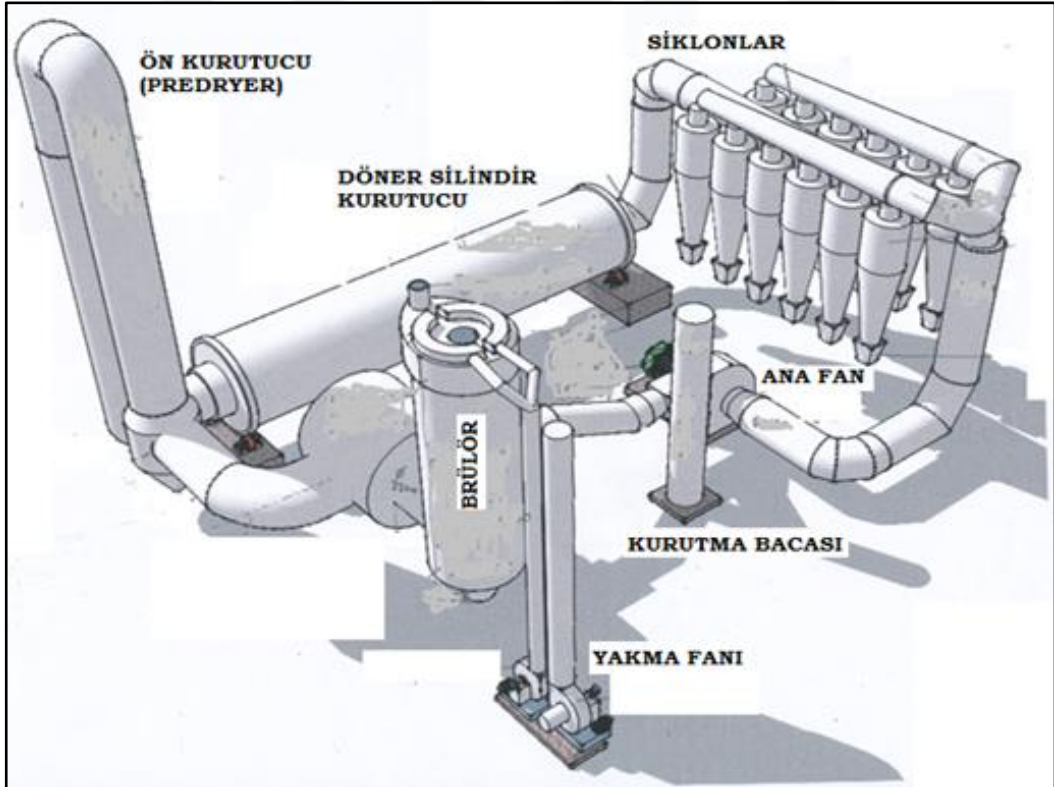
Fotoğraf 2.6. Kurutma besleme siloları.

Yongalar fotoğraf 2.7.'de görülen döner silindirik kurutucuda giriş sıcaklığı 300°C ve çıkış sıcaklığı 125-129°C şartlarında %1,0-1,4 rutubete kadar kurutuldu.



Fotoğraf 2.7. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi.(a. Döner silindirli kurutucu, b. Kurutma ünitesi genel görünüşü).

Şekil 2.2.'de görüldüğü gibi kurutulmuş yonga ve talaşlar fan ve siklonlar yardımıyla eleme (tasnif) amacıyla eleklerle gönderildiler.



Şekil 2.2. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi (Çizen: Ufuk AYDIN, 2015).

Yongaların tasnif edilmesi için yongalar/talaşlar fotoğraf 2.8.'de görülen sarsıntılı elekten geçirilerek mekanik eleme işlemi gerçekleştirildi.



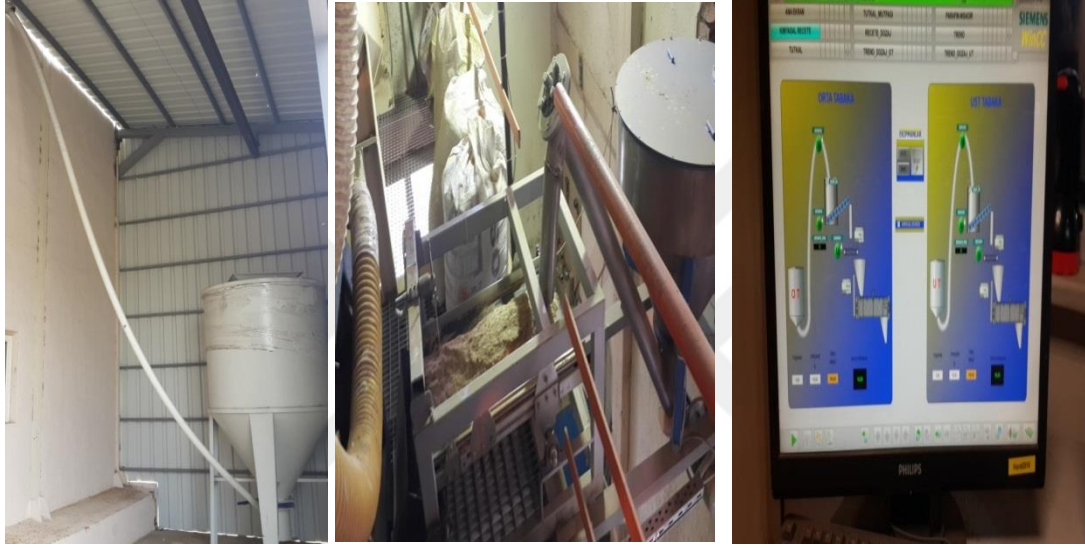
Fotoğraf 2.8. Yonga/talaş tasnif elekleri(a. Elek yan görünümü. b. Elek giriş bölümü).

6,0×6,0 mm gözenek ebatlarındaki eleklerin üzerinde kalan büyük ebattaki yongalar inceltmek amacıyla conidür değirmene gönderilerek üretime alınması sağlandı. 2,7×0,9 mm gözenek ebatlı eleklerin üzerinde kalan yongalar Orta Tabaka (OT) kuru siloya ve 0,237×0,237 mm eleklerin üzerindeki talaşlar Üst Tabaka (ÜT) kuru siloya alındı. Bu eleğin alt kısmına geçen tozlar ise yakıt olarak değerlendirilmek üzere toz silosuna gönderildi. OT kuru yonga silolarından alınan yonga numunelerinin rutubeti %1-1,3; dökme yoğunluğu 111-125 kg/m³ ve ÜT kuru talaş silolarından alınan talaş numunelerinin rutubeti %1-1,3; dökme yoğunluğu 150-165 kg/m³ olarak ölçüldü. Kuru yonga/talaş siloları fotoğraf 2.9.'da gösterilmektedir.



Fotoğraf 2.9. Kuru yonga/talaş silosu.

OT ve ÜT mixer besleme bant terazileri üzerine yapılan helezon taşıma sistemleri yardımıyla aşağıdaki tabloda görülen oranlarda OT yongaya ve Üst tabaka talaşa pirinç kavuzu verilmiştir. Pirinç kavuzu besleme sistemi fotoğrafları fotoğraf 2.10.'da görülmektedir. Kullanılan pirinç kavuzunun rutubeti % 4.6 ve yoğunluğu 98 kg/m³ olarak ölçülmüştür. Pirinç kavuzu kullanım oranları tablo 2.1.'deki oranlara uygun olarak bant terazide ölçülen kuru yonga/talaş oranları üzerinden hesaplanmıştır. Yonga kullanım oranı OT %62 ÜT %38 şeklinde oluşturulmuştur.



Fotoğraf 2.10. Pirinç kavuzunun üretime verilmesi(a. Dış besleme bunkeri, b. Bant terazi tartım sistemi, c. Scada ekranı)

Tablo 2.1. Pirinç kavuzu kullanım oranları.

Gruplar	Orta Tabakada Kullanım Oranı (Yongaya Göre)	Üst Tabakada Kullanım Oranı (Talaşa Göre)
A	%0	%0
B	%10	%10
C	%10	%20
D	%10	%30
E	%20	%10
F	%20	%20
G	%20	%30
H	%30	%10
I	%30	%20
İ	%30	%30

OT ve ÜT kuru silolardan dozajlanarak alınan ~%1,0–1,2 rutubet arasındaki yongalar/talaşlar ile pirinç kavuzu ayrı ayrı OT ve ÜT tutkallama makinalarında pulverize şeklinde püskürtülen tutkal çözeltisi ile karıştırıldı. Bu amaçla kullanılan ÜF tutkalının özellikleri tablo 2.2.'de belirtilmiştir.

Tablo 2.2. ÜF tutkalının özellikleri

SPESİFİKASYONLAR	BİRİM	DEĞER
Katı madde	%	62
Viskozite (25 °C)	cps	330
Akma zamanı	Sn	60
pH (25 °C)	-	8,2-8,4
Yoğunluk	gr/cm ³	1280
Serbest formaldehit oranı	% max.	0,1286
Jell time	Sn	44-46
Depolama süresi	Gün	40

Deneme levhalarının üretiminde, 1,06 gr/cm³ yoğunluğa sahip amonyum klorürün (NH₄CL) %20'lik sulu çözeltisi kullanıldı. Levhaların su alma ve kalınlık artışını azaltmak için katı madde oranı %60 ve yoğunluğu 0,96 gr/cm³ olan beyaz renkli parafin emülsiyonundan yararlandı.

Tutkallama esnasında fotoğraf 2.11.'da görülen OT ve ÜT için 5 enjektörlü tutkallama makinaları kullanıldı. Tutkalın mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması ve böylece bütün yonga/talaş yüzeylerinin tutkalla temas etmesi sağlandı. Bu amaçla tutkallama makinası üzerinde bulunan ve tutkal çözeltisini çok küçük parçacıklara ayırabilen hava üflemeli enjektörlerden faydalanıldı.

Yonga levhaların OT ve ÜT katmanlarında kullanılan tutkal reçetesi farklılık göstermiştir. OT'nın sıcak preste iyi bir şekilde sertleşmesini sağlamak için daha fazla sertleştirici ilave edildi. ÜT talaşların sıcak prese girmeden ön sertleşme olmaması için

daha az sertleştirici kullanıldı. Ayrıca ÜT rutubet miktarının OT'dan yüksek olması için daha fazla su kullanıldı.



Fotoğraf 2.11. Tutkallama makinası.

Tablo 2.3.-2.4.'de OT ve ÜT için tutkallama amacıyla hazırlanan çözeltinin spesifikasyonlarını ve miktarlarını gösteren reçeteler bulunmaktadır.

Tablo 2.3. OT tutkal çözelti spesifikasyonları.

BİLEŞENLER	ORTA TABAKA REÇETE			
	Yoğunluk (Kg/m ³)	Konsantrasyon (%)	Katı (%)	Set Lt/dk
Tutkal	1,28	62,0	8,0	19,74
Su			1,0	2,04
Parafin	0,96	60,0	1,0	0,25
Sertleştirici	1,06	20,0	2,7	1,83
YOĞUNLUK	1,22			
ÇÖZELTİ KONSANTRASYONU	0,53			

Tablo 2.4. ÜT tutkal çözelti spesifikasyonları.

BİLEŞENLER	ÜST TABAKA REÇETE			
	Yoğunluk (Kg/m ³)	Konsantrasyon (%)	Katı (%)	Set Lt/dk
Tutkal	1,28	62,0	13,5	28,61
Su			1,0	2,04
Parafin	0,96	60,0	1,45	0,40
Sertleştirici	1,06	20,0	0,7	0,68
YOĞUNLUK	1,14			
ÇÖZELTİ KONSANTRASYONU	0,42			

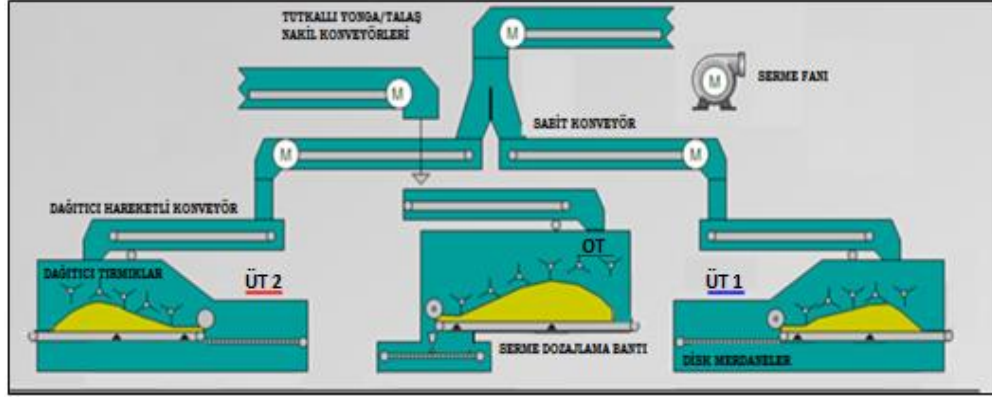
OT için hazırlanan çözeltilerin jelleşme süresi 44-45 sn. gelirken, ÜT çözeltilerin jelleşmediği gözlemlendi. OT yongasına tutkal çözeltilerinin saf madde miktarına oranla %8 ve ÜT talaşına tutkal çözeltilerinin saf madde miktarına oranla %13,5 tutkal verilerek serme taslağının oluşturulmasına hazır hale getirildi.

Tutkallama makinaları çıkışı Orta tabakada kullanılan yonga ve pirinç kavuzu karışımının mixer çıkış yoğunluğu 145-152 kg/m³, rutubeti % 6,7- % 7,2 , üst tabakada kullanılan talaş ve çeltik karışımının yoğunluğu 192 – 196 kg/m³, rutubeti % 15,4 - % 15,9 ölçülmüştür.

Tutkallama makinalarının çıkışlarında OT yongalar levhanın OT' sını seren serme odasına ve ÜT talaşlar ise ayrı ayrı alt ve üst tabakayı oluşturan serme odalarına alındılar (Fotoğraf 2.12.-Şekil 2.3.).



Fotoğraf 2.12. Serme makinası (a. Serme makinası genel görünüşü, b. ÜT serme makinası, c. OT serme makinası merdaneleri)



Şekil 2.3. Serme makinası şematik görünümü.

OT sermede diskli merdaneler yardımıyla mekanik serme; ÜT sermede ise mekanik serme ve talaşların yüzey ağırlığına göre havalı serme şeklinde levha taslağı oluşturuldu. Serme çıkışında oluşan levha taslağı fotoğraf 2.13.'de görülmektedir.



Fotoğraf 2.13. Serme çıkışı levha taslağı.

Serilen taslak 220 bar basınç altında ön pres (soğuk presleme) işlemine tabi tutulduktan sonra, taslak yüksekliği %33 oranında sıkıştırılarak 30 mm ve genişliği 2220 mm ebatlarına geldi (Fotoğraf 2.14.).



Fotoğraf 2.14. Ön pres(a. Ön pres çıkış görünümü, b. Ön pres giriş görünümü).

Soğuk pres sonrası taslak kenarları ebatlanarak genişliği 2160 mm haline getirildi. Soğuk pres sisteminin en önemli faydası, sıkıştırma sonucu levha taslağına mekanik sağlamlık kazandırarak, nakil bantlarından geçiş ve prese giriş esnasında, oluşan formun bozulmamasını sağlamaktır (Fotoğraf 2.15.).



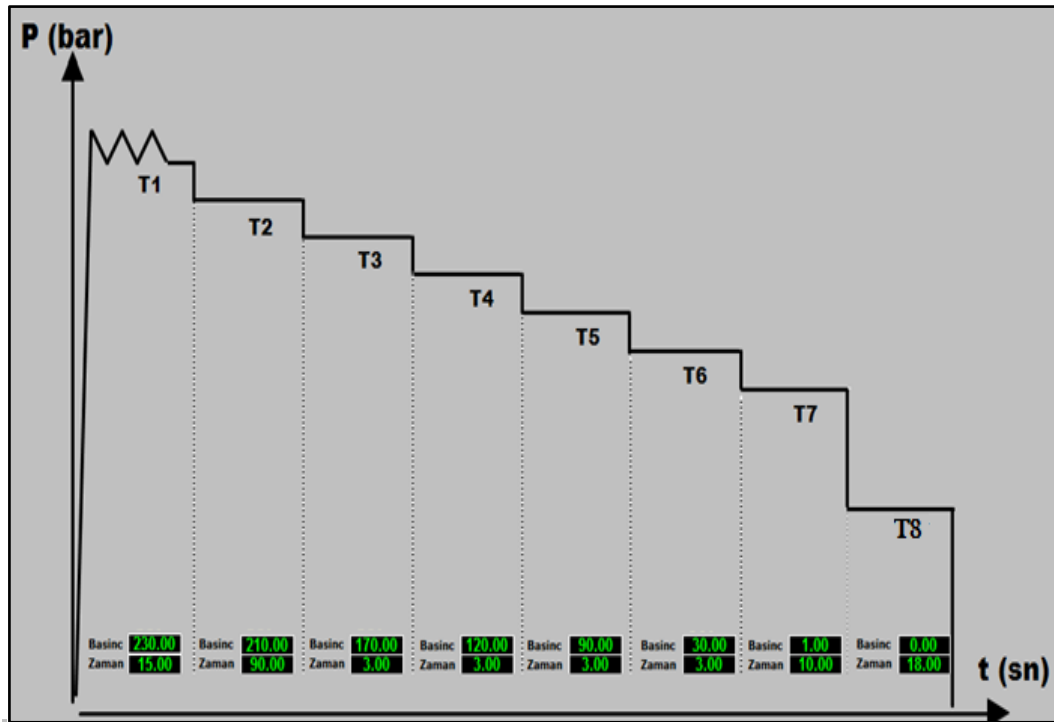
Fotoğraf 2.15. Ön pres çıkışı levha taslak görünümü.

Bundan sonraki aşamada levha taslakları fotoğraf 2.16.'da görülen katlı sıcak prese taşınmıştır.



Fotoğraf 2.16. Katlı pres.

Levha taslakları 7 katlı sıcak preste 145 sn. zaman boyunca 192°C sıcaklıkta basınç altında pişirilmiştir. Aşağıdaki diyagramda presin basınç-zaman değişimi görülmektedir (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Pres basınç-zaman diyagramı.

Presin basınç-zaman diyagramı incelendiğinde;

- T1: Presin kapanması ve yüksek basınç uygulanması: 15 sn süre ile 230 bar basınç uygulandı. Bu aşamada levha sıkıştırılması, yonga/talaşlarda plastikleşme başladı. Aynı zamanda OT'ya sıcaklık iletimi başladı. T1 kademesinde uygulanan basınç kuvveti miktarı ve süresi levha yüzey yoğunluğunu ve sertliğini etkilemektedir.
- T2: Orta basınç uygulanması: Bu aşamada levhalara 90 sn boyunca 210 bar basınç uygulandı. Bu süre zarfında OT'ya sıcaklık iletimi tamamlandı. Levhada tutkal reaksiyonu başladı ve stabil hale gelmeye başladı.
- T3–T4–T5–T6: Levhalara uygulanan basınç 3 sn aralıklarla çeşitli basınç değerlerine kademeli olarak tahliye edildi. Bu sürelerde levhanın pişirilmesi ve dış tabakanın yüzey sertleşmesinin tamamlanması gerçekleştirildi. Levhanın pişirilmesi tamamlandı.
- T7: Levhanın üzerinde basınç tahliyesi tamamlandı ve buhar atması için hazırlandı.
- T8: Levhaların buhar atması gerçekleştirildi.

Preste uygulanan süre Eşitlik 1'deki gibidir.

$$\text{Toplam Pres Süresi (Sn)} = \text{Pişirme Süresi (Sn)} + \text{Ölü Zaman (Sn)} \quad (1)$$

$$\text{Toplam Pres Süresi} = 145 + 24 = 169 \text{ Sn}$$

Bu durumda net pres faktörü 7,63 sn/mm; brüt pres faktörü ise 8,89 sn/mm (Eşitlik 2-3) ve spesifik pres faktörü ise 29,35 kp/cm²'dir (Eşitlik 4).

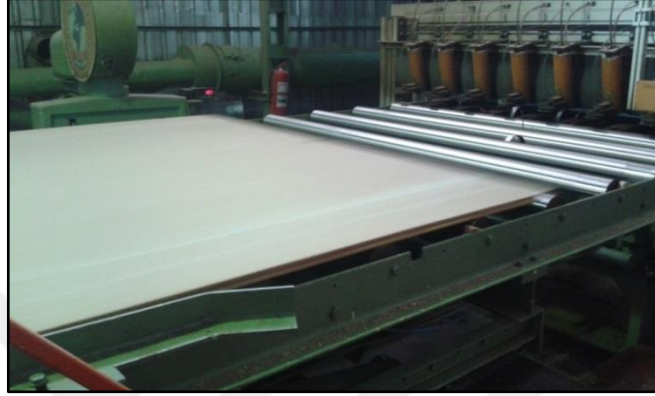
$$\text{Net Pres Faktörü} = \frac{\text{Pişirme Süresi (Sn)}}{\text{Ham Levha Kalınlığı (mm)}} = \frac{145}{19} = 7,63 \frac{\text{Sn}}{\text{mm}} \quad (2)$$

$$\text{Brüt Pres Faktörü} = \frac{\text{Toplam Süre (Sn)}}{\text{Ham Levha Kalınlığı (mm)}} = \frac{169}{19} = 8,89 \frac{\text{Sn}}{\text{mm}} \quad (3)$$

$$\text{Sps. Pres Bas.} = \frac{\text{Max.Bas. (Bar)} \times \pi \times (\text{Piston Mil Yarıçapı})^2 (\text{cm}^2) \times \text{Piston Adedi}}{\text{Ham Levha Genişliği (cm)} \times \text{Ham Levha Uzunluğu (cm)}} \quad (4)$$

$$\text{SPESİFİK PRES BASINCI} = \frac{230 \times 3,14 \times 25^2 \times 8}{217 \times 567} = 29,35 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

Presten çıkan levhalar (Fotoğraf 2.17.) 2170x5670±5 mm ebatlarında ham olarak üretilip klimatizasyon amacıyla yıldız soğutuculara taşındı.



Fotoğraf 2.17. Pres çıkışı ham levha.

Fotoğraf 2.18.'de gösterilen yıldız soğutuculara alınan levhalar klimatizasyon için yeterli süre bekletilerek rutubet ve sıcaklık dengesi sağlandı.



Fotoğraf 2.18. Yıldız soğutucu (Fotoğraf: Ekrem ÇAKMAK, 2008).

Bu aşamada levhalar yıldız soğutucularda bir tur attıktan sonra döner rulolar vasıtasıyla taşınarak ebatlamaya gönderildi. Pres çıkışında ham levhaların kalınlığı ortalama 19,0 mm ve ebatları ise 2170×5670±5 mm'dir. Ebatlamada daire testere makineleri yardımıyla

net boyutları olan 2100×2800 mm'ye getirildi. Fotoğraf 2.19.'da ebatlama ünitesi görülmektedir.



Fotoğraf 2.19. Ebatlama ünitesi.

Üretimi gerçekleştiren deneme levhaları fotoğraf 2.20.'de görülen zımpara makinalarından geçirildi. Bu amaçla K1-K2-FS-NS-İMEAS olarak adlandırılan ve 10 kafa olan zımpara makinasından, 40-50-60-80-100 kum zımpara bantları kullanılarak kalınlık hataları giderilmiştir.



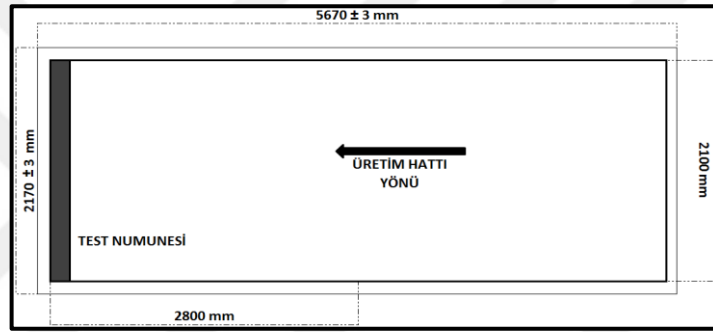
Fotoğraf 2.20. Zımpara makinası.

Zımpara çıkışında levhanın son kalınlığı 17,8 mm olarak gerçekleşti. Sonraki süreç olarak mamul ambar depolama alanına forklift aracılığıyla taşındılar. Bu aşamada levhalar

kalite sınıflarına göre mamul ambar deposunda istiflendiler. Mamul ambar deposunda hava akımının olmamasına, zeminin düzgünlüğüne dikkat edilerek istifleme yapıldı.

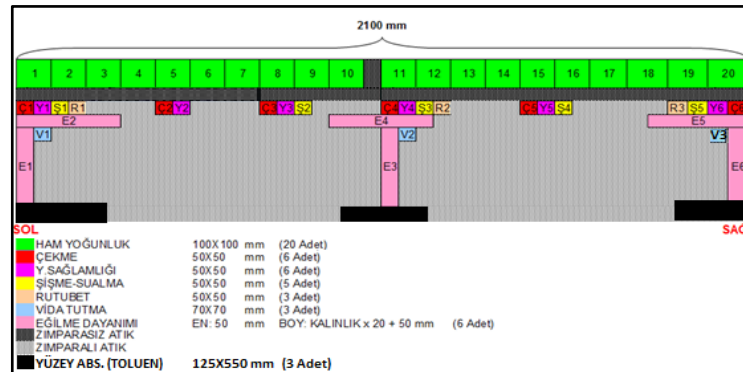
2.1.2 Deneme Levhalarında Test Numunelerinin Kesilmesi

Araştırmada materyal olarak üretilen ham levhaların boyutları pres çıkışında 2170× 5670 ±5 mm olarak ölçüldü. Ebatlama ünitesinde levha ebatları olarak 2100×2800 mm olmak üzere 2 adet levhaya kesilerek net ebatları ortaya çıkarıldı. Test için kesilen parçalar, Şekil 2.5.'de görüldüğü gibi, üretilen levhaların ön kısımlarından kesilerek tüm levhayı temsil etmeleri sağlandı.



Şekil 2.5. Deney levhalarında test parçalarının kesim yerleri.

Koyu renkle işaretlenen bölgeden aşağıda belirtilen Şekil 2.6.'daki gibi TS EN 325 (2014) standartlarına göre test numunesi almak için kesim yapıldı.



Şekil 2.6. Test parçalarının kesim planı.

2.1.3 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini

Bu çalışmada yapılacak olan test metotlarının hangi standartlara göre yapıldığı ve numune ebatları ile sayıları Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Test numuneleri TS EN standart tablosu.

TS EN NO	TS EN TANIMI	TEST ADI	NUMUNE EBATLARI (mm)	TEST PARÇA SAYISI (Adet)
TS EN 310 (1993)	Ahşap esaslı levhalar-Eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modulünün tayini.	Eğilme direnci tayini	50×410	180
TS EN 310 (1993)	Ahşap esaslı levhalar-Eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modulünün tayini.	Elastikiyet modülü tayini	50×410	180
TS EN 311 (2005)	Ahşap esaslı levhalar-Yüzey sağlamlığı değerinin tayini.	Yüzey sağlamlığı tayini	50×50	180
TS EN 317 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.	Şişme tayini	50×50	150
TS EN 317 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.	Su alma tayini	50×50	150
TS EN 319 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini.	Yüzeye dik çekme direnci tayini	50×50	180
TS EN 320 (1999)	Lif Levhaların -Vida tutma kabiliyetinin (mukavemetinin) tayini.	Vida tutma direnci tayini	75×75	90
TS EN 322 (1999)	Ahşap levhalar-Rutubet miktarının tayini.	Rutubet tayini	50×50	90
TS EN 323-1 (1999)	Ahşap yonga levhalar-Özgül kütle tayini.	Yoğunluk (özüml kütle) tayini	100×100	180
EN 382-1	Lif levhalar-Yüzey absorpsiyonu tayini-Bölüm 1:Kuru metotla üretilen lif levhalarda	Yüzey abs. Tayini	125×700	90

2.1.3.1 Fiziksel Özelliklerin Tayini

Fiziksel özellik olarak levhaların yoğunluk değerleri, rutubet, şişme (2 saat), su alma (2 saat) ve yüzey absorpsiyonu (toluen) Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisi Laboratuvarı'nda yapıldı.

Yoğunluk (Özgül Kütle) Değerinin Belirlenmesi

TS EN 323 (1999)'de belirtildiği şekilde; TS EN 325 (2014)'e göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 100×100 mm boyutlarında 6'şar tane olmak üzere her bir gruptan minimum 18 adet örnek kullanıldı. TS EN 326-1 (1999)'e göre deney numunelerinden kesilerek hazırlanan örnekler 103±2°C'deki etüvde ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar bekletildi. Daha sonra çıkarılan parçalar hassas terazide tartıldı ve boyutları ise ±0,01 duyarlıdaki kumpasla ölçüldü. 10 test grubu için toplam 180 adet numune test edildi. Parçaların yoğunlukları Eşitlik 5'e göre hesaplandı.

$$\delta = \frac{M_o}{V} \quad (5)$$

δ : Yoğunluk (gr/cm³)

M_o : Test parçası tam kuru ağırlığı (gr)

V : Test parçası tam kuru hacmi (cm³)

Rutubet Miktarının Belirlenmesi

Rutubet miktarının belirlenmesi için TS EN 322'de belirlenen esaslar dikkate alındı , deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 3'er adet olacak şekilde bir gruptan en az 9 adet örnek kullanıldı. 10 test grubu için toplam 90 adet numune test edildi. TS EN 326-1 (1999) örnekler hassas terazide tartıldı ve daha sonra 103±2°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutuldu.

Her deney parçası etüvden çıkarılıp desikatörde soğutulduktan sonra 0,01 gram hassasiyetle terazide ve %0,1'den daha fazla rutubet artısını önleyecek çabuklukta tartıldı. TS EN 322'de belirtilen esaslara göre Eşitlik 6'da rutubet miktarı hesaplandı.

$$H = \frac{M_H - M_0}{M_0} \times 100 \quad (6)$$

H : Rutubet (%)

M_H : Deneş parçasının numunenin alınması sırasındaki ağırlığı (g)

M_0 : Deneş parçasının kurutmadan sonraki ağırlığı (g)

Su Alma Oranı ve Kalınlığına Şişme Oranının Belirlenmesi

Su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranının belirlenmesinde TS EN 317 standardında belirtilen esaslara göre deneş numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 5'er adet olacak şekilde bir gruptan en az 15 adet örnek kullanıldı. 10 test grubu için toplam 150 adet numune test edildi. Her deneş parçasının ağırlıkları hassas terazide ($\pm 0,01$) ve kalınlıkları ise kumpasla ($\pm 0,1$) ölçüldü. Deneş örnekleri $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta su içerisine yüzeyden 25 mm mesafede olacak şekilde bastırıldı. 2 saat sonra havuzdan çıkarılıp havlu ile fazla suyu alındı ve bu durumdaki ağırlıkları hassas terazide ($\pm 0,01$) ve kalınlıkları ise kumpasla ($\pm 0,1$) ölçüldü. Buna göre kalınlık artışı ve su alma miktarı Eşitlik 7-8'e göre hesaplandı.

$$KA = \frac{k_2 - k_1}{k_1} \times 100 \quad (7)$$

KA: Kalınlık artışı oranı (%)

k_1 : İlk ölçülen kalınlık (mm)

k_2 : Suda bekletildikten sonra ölçülen kalınlık (mm)

$$SA = \frac{M_H - M_0}{M_0} \times 100 \quad (8)$$

SA: Su Alma Oranı (%)

M_H : İlk ölçülen ağırlık (g) M_0 : Suda bekletildikten sonra ölçülen ağırlık (g)

Yüzey Absorpsiyonu (Toluen) Değerinin Belirlenmesi

Deney levhaları zımpara hattında zımparalandı. Deney numunelerini her levhanın sol, orta ve sağından (125×700±3 mm. ebadında) kesilerek destek üzerine yerleştirildi. Tutucu üzerinde pipet, deney numunesi yüzeyinden 1±0,1 mm uzaklıkta ve 90° dik konumda bulundurulurken pipetden 1 ml toluen deney numunesi yüzeyine zımparalama yönüne 90° açıyla 4±1 sn içinde ve 20°C±2 sıcaklıktaki hava ortamında boşaltılmıştır. Toluenin eğimli deney parçası yüzeyinden serbestçe akmasını sağlanarak, iki düzgün yüzeyi bulunan levhaların, her iki yüzeyi içinde deneyi tekrarlanarak toluenin sebep olduğu izin azami boyu, deney numunesi kenarlarına paralel bir çizgi boyunca hassasiyetle ölçüldü. 10 test grubu için toplam 90 adet numune test edildi.

2.1.3.2 Mekanik Özelliklerin Tayini

Mekanik özellik olarak levhaların eğilme direncinin belirlenmesi, eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi, yüzeye dik çekme direncinin belirlenmesi, vida tutma direncinin belirlenmesi ve yüzey sağlamlığı direncinin belirlenmesi Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisleri Laboratuvarı'nda yapıldı.

Eğilme Direncinin Belirlenmesi

Eğilme direncinin belirlenmesinde, uygulama TS EN 310 (1999)'a göre yapılmıştır. Test parçalarının kesimi için TS EN 326-1 (1999)'e göre; deney parçaları, 50 mm genişlikte ve uzunluk ise deney parçası anma kalınlığının 20 katı±50 mm maksimum 1050 mm ve minimum 150 mm olacak şekilde ve mm hassasiyetle ayarlandı. Örnekler hazırlandıktan sonra TS EN 325 (1999)'e uygun biçimde kalınlık mikrometreyle, genişlik kumpasla ölçüldü. Yük deney süresince sabit hız ile uygulandı. Uygulanan kuvvetin değeri 0,01 hassasiyetle ölçülerek 'yük deformasyon' diyagramı çıkarıldı. Uygulanan en büyük kuvvet %1 hassasiyetle ölçüldü. Eğilme direnç değeri Eşitlik 9'a göre hesaplandı.

$$F = \frac{3 \times F_{\max} \times L}{2a \times b^2} \quad (9)$$

F : Eğilme direnci değeri (N/mm²)

F_{Maks} : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L : Dayanak arası açıklık (mm)

A : Numune genişliği (mm)

B : Numune kalınlığı (mm)

10 test grubu için toplam 180 adet numune test edildi.

Eğilmede Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Bu test TS EN 310 (1999)'a uygun biçimde yapılmıştır. Eğilme direnci yapılan parçalar üzerinden test cihazıyla eğilme direnci yapılırken, eğilme miktarı deney parçasının ortasından 0,01 mm hassasiyette ölçüldü. Eğilmedeki elastikiyet modülü değeri Eşitlik 10'a göre hesaplandı.

$$E = \frac{P \times L^3}{4a \times b^3 \times f} \quad (10)$$

E: Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm²)

P: Elastikiyet sınırı altında uygulanan yük (N)

L: Dayanaklar arasındaki açıklık (mm)

a: Numune genişliği (mm)

b: Numune kalınlığı (mm)

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

Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi

Yüzeye dik çekme deneyi TS EN 319 (1999)'a göre deney cihazının kavrama çeneleri arasına yerleştirilmiş parçaların yüzeye dik yöndeki çekme kuvveti uygulanacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçebilecek niteliktedir. Numunelerin alınması ve hazırlanması, TS EN 326-1 (1999)'e uygun olarak yapılmış olup, kenar uzunluğu 50±1mm olan 6'şar adet kare şeklinde kesildi. Ölçüm sonrası hazır olan örnekler alüminyum aparatlara sıcak silikonla yapıştırıldı. Yapıştırılmış parçalar 45 dk. bekletildikten sonra, her bir parça deney makinesine yerleştirildi. Deney parçalarının yüzeye dik şekilde ve kırılma oluncaya kadar çekme kuvveti uygulanıp, deney

parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme gücü belirlendi. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme direnci Eşitlik 11'e göre hesaplandı.

$$F = \frac{F_{\max}}{A} \quad (11)$$

F : Yüzeye dik çekme mukavemeti (N/mm²)

F_{Maks} : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

A : Parça enine kesit alanı (mm²)

10 test grubu için toplam 180 adet numune test edildi.

Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi

Yüzey sağlamlığı kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla TS EN 311'e göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50×50 mm boyutlarında 6'şar tane örnek kullanıldı. 10 test grubu için toplam 180 adet numune test edildi. Deney parçaları her bir levhadan 50x 50x18 mm ebatlarında hazırlandı. Parçalar iklimlendirme dolabında, sabit ağırlığa ulaşınca kadar kondisyonlandı ve buradan çıkarıldıktan 1 saat içerisinde deney yapıldılar. Deneylerde kesilen numuneler üzerine sıcak test aparatını ortalayarak, termoplastik tutkalını maksimum 0,3 gr. kullanarak yapıştırıldı. Numunelerin iyice soğuması beklenildi. Soğuyan numune üzerinde, yapışan aparatın etrafına budak matkabı ile 0,3±0,1 mm. derinliğinde freze açıldı. Test esnasında, kuvvet 60-90 saniye süreyle ve sabit bir hızla uygulandı. Test sonucu birimi N/mm² olarak yazıldı.

3.BULGULAR VE İRDELEME

3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular

Araştırma sonucu ortaya çıkan fiziksel özelliklere ait yoğunluk, rutubet, su alma (2 saat), şişme (2 saat) ve yüzey absorpsiyonu ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

3.1.1 Yoğunluk

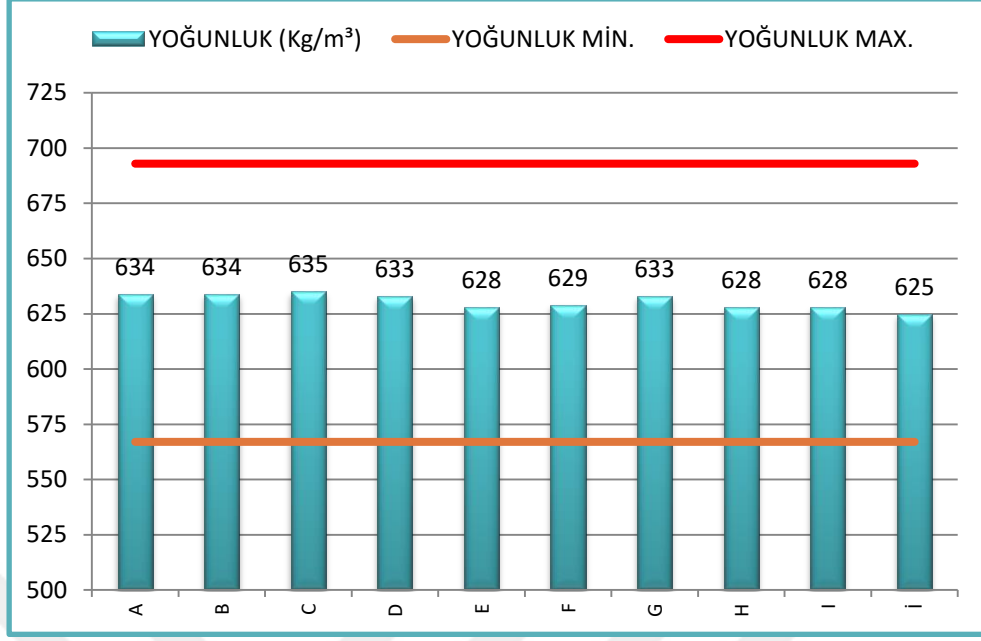
Deney örneklerinin kontrollerinde yoğunluk değerleri TS EN 323'e göre belirlenmiş olup bunlara ait sonuçlar tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. *Levhaların yoğunluk (özgül kütle) değerlerine ait bulgular.*

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. YOĞ. (kg/m ³)
A	% 0	% 0	634 (10,82) ÖD
B	% 10	% 10	634 (12,16) ÖD
C	% 10	% 20	635 (13,02) ÖD
D	% 10	% 30	633 (13,34) ÖD
E	% 20	% 10	628 (15,67) ÖD
F	% 20	% 20	629 (11,82) ÖD
G	% 20	% 30	633 (13,18) ÖD
H	% 30	% 10	628 (10,13) ÖD
I	% 30	% 20	628 (10,59) ÖD
İ	% 30	% 30	625 (16,54) ÖD

*Parantez içindeki değerler standart sapma değerleridir.

Üretilen levhalarda hedeflenen yoğunluk 630 kg/m³'tür. Yoğunluklar sermenin mekanik olması sebebiyle değişkenlik göstermiştir. Ortalama yoğunluklar grafik 3.1' de görüldüğü üzere 625-635 kg/m³ arasında değişmiştir. Bu farklılığın nedeni üretilen levhaların proses şartlarının minimum düzeyde de olsa değişkenlik göstermesidir. Fakat bununla beraber levhalar arasında hedeflenen yoğunluk değerlerinde önemli bir sapma olmadığı ifade edilebilir. TS EN 312 (2005)'e göre levhadaki ortalama yoğunluk sapması %±10 olarak belirtilmektedir. Bu sonuca göre maksimum yoğunluk değeri 695 kg/m³ ve minimum yoğunluk değeri 567 kg/m³ olmalıdır.



Grafik 3.1. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre yoğunluk değişimleri

Tablo 3.2. Yoğunluk değerleri varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	843.597	27	31.244	2.109	.413
Gruplar İçinde	4901.24	152	32.245		
Toplam	5744.837	179			

Tablo 3.2' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levha yoğunluk değerleri üzerindeki etkisinin %95 güven düzeyinde anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

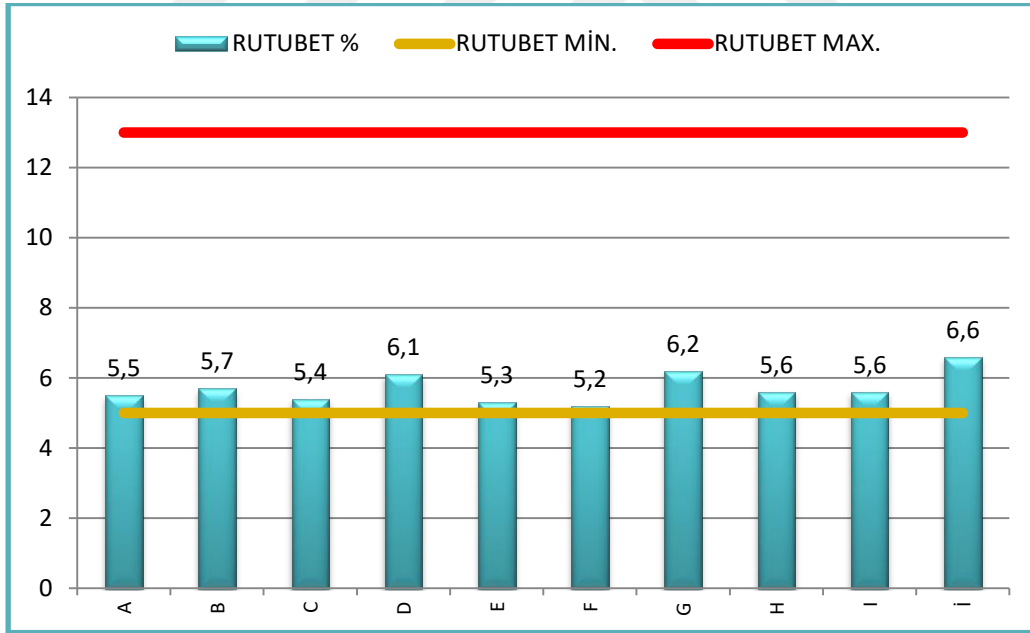
3.1.2. Rutubet

TS EN 322 standardına göre yapılan rutubet ölçüm sonuçlarına göre aşağıdaki tabloda gösterilen değerler elde edilmiştir (Tablo 3.3.).

Tablo 3.3. Levhaların rutubet değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. RUT. (%)
A	% 0	% 0	5,5 ab
B	% 10	% 10	5,7 b
C	% 10	% 20	5,4 ab
D	% 10	% 30	6,1 c
E	% 20	% 10	5,3ab
F	% 20	% 20	5,2 a
G	% 20	% 30	6,2 cd
H	% 30	% 10	5,6ab
I	% 30	% 20	5,6 b
İ	% 30	% 30	6,6 d

TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre yonga levhanın rutubet miktarı %5-13 arasında olması istenmektedir. Grafik 3.2'de görüldüğü gibi levhalarının rutubeti % 5,2-6,6 arasında çıkmıştır. Levhaların rutubet miktarı standartta belirtilen şarta uymaktadır.



Grafik 3.2. Piriç kavuzu kullanım oranlarına göre rutubet değişimleri

Tablo 3.4. Rutubet değerleri varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	17.342	9	1.927	11.530	.000
Gruplar İçinde	13.370	80	.167		
Toplam	30.712	89			

Tablo 3.4.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levhaların rutubetine etkisi %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testine ait sonuçlar Tablo 3.4'te verilmiştir.

3.1.3. Şişme (2 Saat)

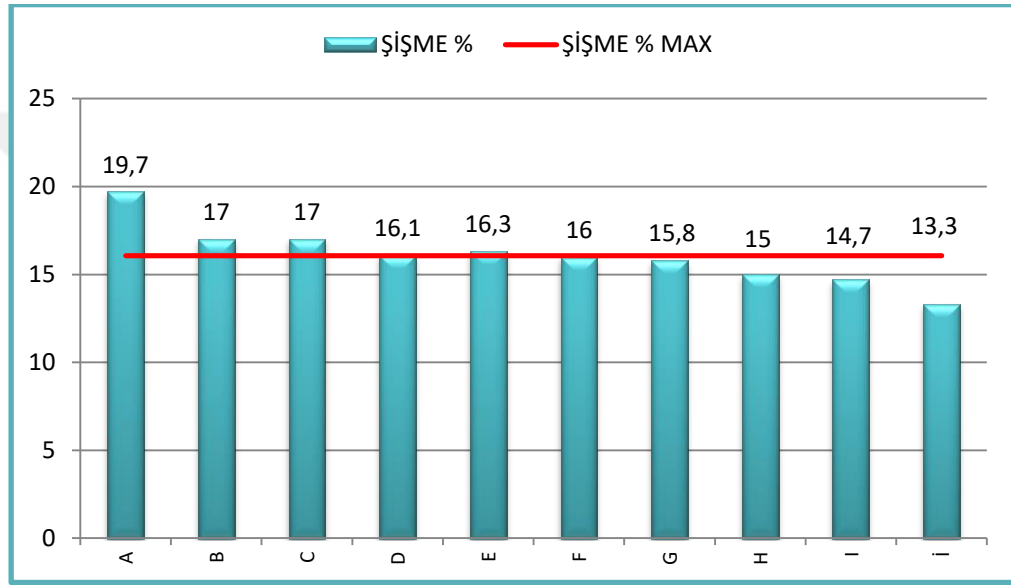
Numune alınan yonga levhalarda 2 saat suya daldırma işleminden sonra kalınlığına şişmenin belirlenmesi için yapılan ölçümler sonucundaki ortaya çıkan değerler tablo 3.5. ve grafik 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Levhaların şişme (2 saat) değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ŞİŞME ORT. (%)
A	% 0	% 0	19,7 e
B	% 10	% 10	17,0 d
C	% 10	% 20	17,0 d
D	% 10	% 30	16,1 cd
E	% 20	% 10	16,3 cd
F	% 20	% 20	16,0 bcd
G	% 20	% 30	15,8 bcd
H	% 30	% 10	15,0 bc
I	% 30	% 20	14,7 b
İ	% 30	% 30	13,3 a

Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde kalınlık artımı (2 saat) en yüksek %16,07 en düşük %12,84 olarak bulunmuştur (Gündüz ve Masraf, 2005). Tablo 3.5' de görüldüğü gibi deney sonuçları minimum %13,3 ve maksimum % 19,7 arasında

değişmiştir. Özellikle İ nolu deneyde pirinç kavuzu kullanım oranı %30-30 olan şartlarda hiç kullanılmayan şahit numuneye göre şişme değerlerini %32,5 düşürdüğü görülmektedir. Tüm değerler incelendiğinde özellikle OT da pirinç kavuzu kullanım miktarı arttıkça levha su alma değerlerinde iyileşme olduğu görülmektedir. ÜT de kullanım miktarının artışı OT'daki kadar etki etmemektedir. Levha içerisindeki OT yonga miktarı ve buna bağlı olarak pirinç kavuz miktarı kütleli anlamda ÜT dekinden daha fazla artış göstermektedir. Ayrıca mekanik sermeden dolayı ÜT deki pirinç kavuzlarının yeknesak dağılım sağlamaması sonuçlar üzerinde etkili olmuştur.



Grafik 3.3. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre şişme değişimleri

Tablo 3.6. Şişme değerleri varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	483.052	9	53.672	19.340	.000
Gruplar İçinde	388.531	140	2.775		
Toplam	871.583	149			

Tablo 3.6.' da verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levhaların şişme değerlerine etkisinin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonuçları Tablo 3.5.'de gösterilmiştir.

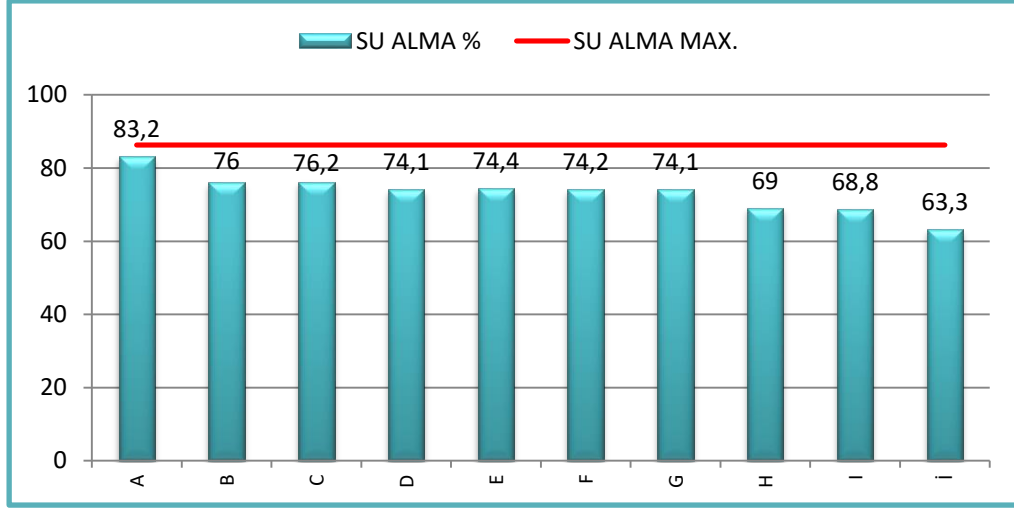
3.1.4. Su Alma (2 Saat)

TS EN 317 (1999) standardına göre su alma (2 saat) test sonuçları Tablo 3.9.'de verilmiştir.

Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde su alma (2 saat) en düşük %75,12 en yüksek %86,31 olarak bulunmuştur (Gündüz ve Masraf, 2005). Tablo 3.10'da görüldüğü gibi bu kriterlere göre test değerlerinin sonuçları minimum %63,3 ve maksimum % 83,2 arasında değişmiştir. Şişme testinde olduğu gibi su alma deneyi sonuçlarında da özellikle pirinç kavuzu kullanım oranı %30-30 olan şartlarda hiç kullanılmayan şahit numuneye göre şişme değerlerini %23,9 düşürdüğü görülmektedir. Şişme testinde olduğu gibi özellikle OT da pirinç kavuzu kullanım miktarı arttıkça levha şişme değerlerinde iyileşme olduğu görülmektedir. ÜT de kullanım miktarının artışı OT daki kadar etki etmemektedir. Levha içerisindeki OT yonga miktarı ve buna bağlı olarak pirinç kavuz miktarı kütleli anlamda ÜT dekinden daha fazla artış göstermektedir. Ayrıca mekanik sermeden dolayı ÜT deki pirinç kavuzlarının yeknesak dağılım sağlamaması sonuçlar üzerinde etkili olmuştur.

Tablo 3.7. Levhaların su alma (2 saat) değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. SU ALMA (%)
A	% 0	% 0	83,2 d
B	% 10	% 10	76,0 c
C	% 10	% 20	76,2 c
D	% 10	% 30	74,1 c
E	% 20	% 10	74,4 c
F	% 20	% 20	74,2 c
G	% 20	% 30	74,1 c
H	% 30	% 10	69,0 b
I	% 30	% 20	68,8 b
İ	% 30	% 30	63,3 a



Grafik 3.4. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre su alma değişimleri

Tablo 3.8. Su alma değerleri varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	3854.965	9	428.329	18.595	.000
Gruplar İçinde	3224.795	140	23.034		
Toplam	7079.761	149			

Tablo 3.8.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levhaların su alma değerlerine etkisinin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonuçları Tablo 3.7.'de gösterilmiştir.

Yapılan farklı bir çalışmada odun yongası, pirinç kavuzu ve bambu ile üretilen levhalarda pirinç kavuzu kullanımının levha şişme ve su alma değerlerini olumsuz etkilediği görülmüştür (R. Rodolfo vd. 2014).

Table 1. Proportion of particle type for each treatment.

	Wood	Bamboo	Rice husk
W	100	-	-
B	-	100	-
R	-	-	100
WB	50	50	-
WR	-	50	50

W = wood particles; B = bamboo particles; R = rice husk particles.

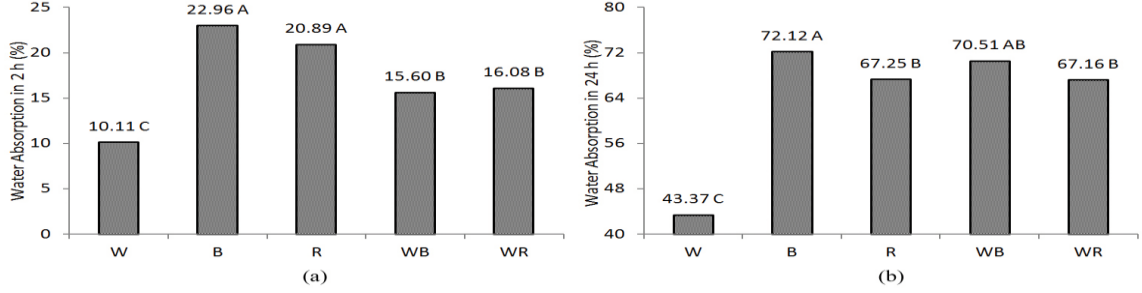


Figure 1. Water absorption in 2 and 24 hours of the panels. W = wood particles; B = bamboo particles; R = rice husk particles.

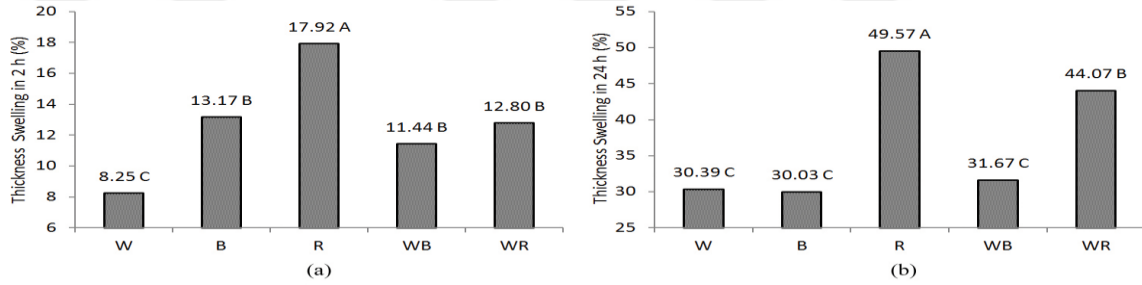


Figure 2. Thickness swelling in 2 and 24 hours of the panels. W = wood particles; B = bamboo particles; R = rice husk particles.

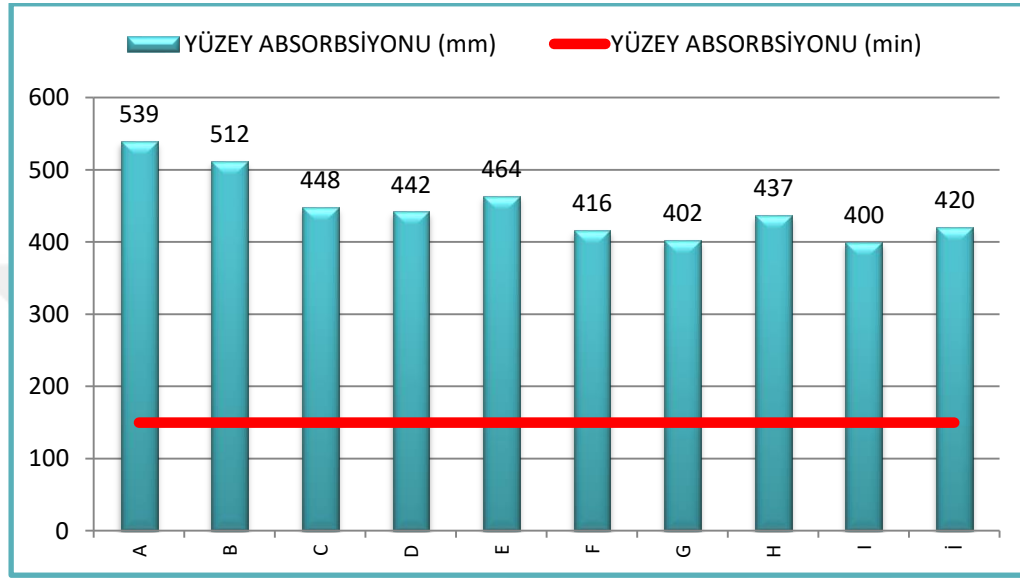
3.1.5. Yüzey Absorbsiyonu

EN 382/1 test metoduna göre ölçümler sonucu ortaya çıkan değerler aşağıdaki Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9. Levhaların yüzey absorpsiyonu değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. YÜZ. ABS. (mm)
A	% 0	% 0	539 a
B	% 10	% 10	512 b
C	% 10	% 20	448 a
D	% 10	% 30	442
E	% 20	% 10	464
F	% 20	% 20	416
G	% 20	% 30	402
H	% 30	% 10	437
I	% 30	% 20	400
İ	% 30	% 30	420 a

Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde yüzey absorpsiyonu en iyi 409-402 mm ve en düşük 318-310 mm olarak bulunmuştur (Gündüz ve Masraf, 2005). Tablo 3.13 ve grafik 3.5.'de görüldüğü gibi bu kriterlere göre tüm değerler referans değerlerinin üzerindedir.



Grafik 3.5. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre yüzey absorpsiyonu değerleri

Tablo 3.10. Yüzey absorpsiyonu değerleri varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	167012.889	9	18556.988	25.402	.000
Gruplar İçinde	58442.011	80	730.525		
Toplam	225454.900	89			

Tablo 3.10.' da verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levhaların yüzey absorpsiyonu değerlerine etkisinin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonuçları Tablo 3.9'da gösterilmiştir.

3.2. Levhannın Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular

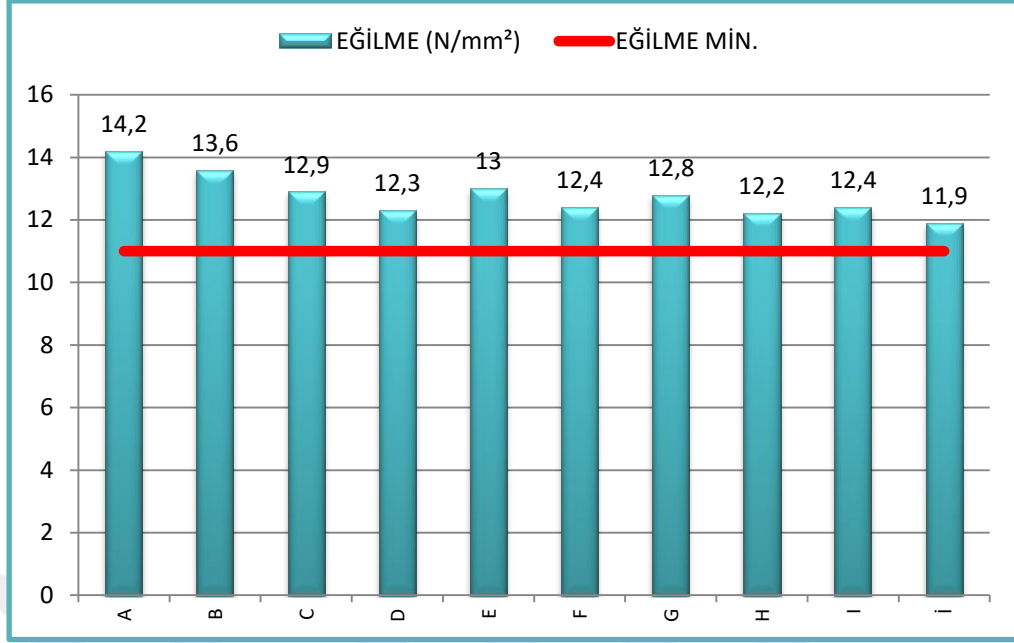
Araştırma sonucu ortaya çıkan mekanik özelliklere ait eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, vida tutma direnci ve yüzey sağlamlığı ile ilgili bulgular aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. Eğilme Direnci

TS EN 310 standardına göre yapılan eğilme direnci sonuçları Tablo 3.11.'de verilmiştir. Grafik 3.6'da da görüldüğü üzere tüm test değerlerin ortalama sonuçları standart değerlerin üzerindedir. Eğilme direnci değerleri alt limiti TS EN 312-2 de belirtildiği gibi 11 N/mm^2 değeridir.

Tablo 3.11. *Levhaların eğilme direnci değerlerine ait bulgular.*

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. EĞİLME DİRENCİ (N/mm^2)
A	% 0	% 0	14,2 d
B	% 10	% 10	13,6 cd
C	% 10	% 20	12,9 abc
D	% 10	% 30	12,3 ab
E	% 20	% 10	13,0 bc
F	% 20	% 20	12,4 ab
G	% 20	% 30	12,8 abc
H	% 30	% 10	12,2 ab
I	% 30	% 20	12,4 ab
İ	% 30	% 30	11,9 a



Grafik 3.6. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre eğilme direnci değerleri.

Tablo 3.12. Eğilme direnci değerleri varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	80.305	9	8.923	4.839	.000
Gruplar İçinde	313.448	170	1.844		
Toplam	393.752	179			

Tablo 3.12.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levhaların eğilme direnci değerlerine etkisinin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonuçları tablo 3.11'de gösterilmiştir

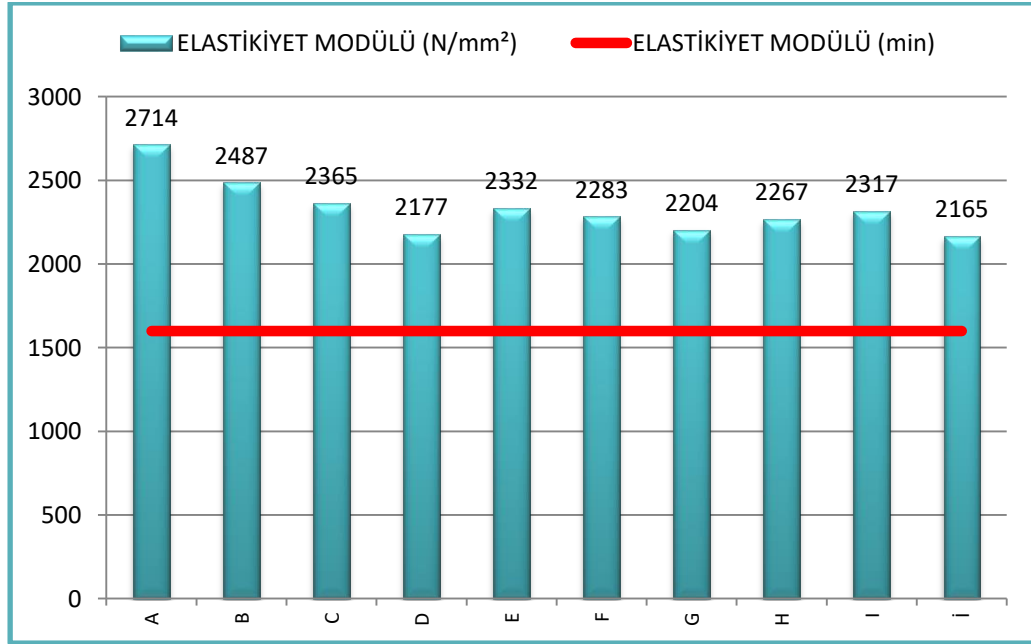
3.2.2 Elastikiyet Modülü

Levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait ortalama değerleri Tablo 3.13.'de verilmiştir. TS EN 310 (1999) standardına göre 18 mm kalınlıktaki levhalarda elastikiyet modülü en az 1600 N/mm² olmalıdır (Gündüz ve Yılmaz, 2005).

Tablo 3.13. Levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. ELAST. MOD. (N/mm ²)
A	% 0	% 0	2714 d
B	% 10	% 10	2487 c
C	% 10	% 20	2365 abc
D	% 10	% 30	2177 a
E	% 20	% 10	2332 abc
F	% 20	% 20	2283 ab
G	% 20	% 30	2204 ab
H	% 30	% 10	2267 ab
I	% 30	% 20	2317 ab
İ	% 30	% 30	2165 a

Grafik 3.7.'de görüldüğü üzere tüm sonuçların TSE standartlarında belirtilen alt limit değerinin üstünde olduğu anlaşılmaktadır. Minimum değer 2165 N/mm² ve maksimum değer ise 2714 N/mm²'dir.



Grafik 3.7. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre elastikiyet modülü değerleri

Tablo 3.14. Elastikiyet modülü değerleri varyans analiz sonuçları.

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	4425643.022	9	491738.114	9.231	.000
Gruplar İçinde	9056112.778	170	53271.252		
Toplam	13481755.800	179			

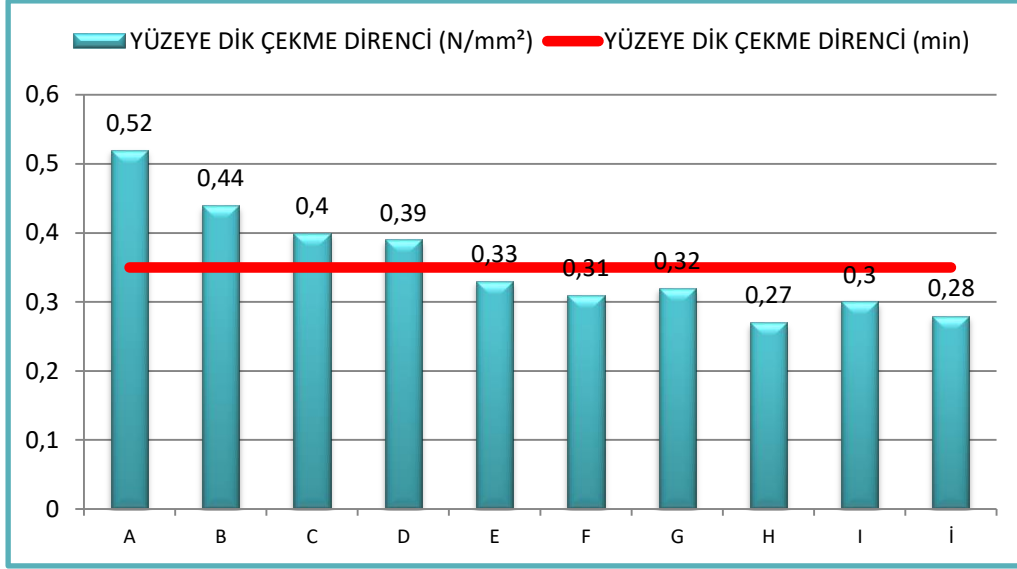
Tablo 3.14' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda piriç kavuzu kullanımının yonga levhaların elastikiyet modülü değerlerine etkisinin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonuçları tablo 3.13'de gösterilmiştir.

3.2.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Numune alınan yonga levhalarda dik çekme dirençlerinin ölçümleri sonucunda genel veriler tablo 3.15.'de verilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar incelendiğinde A grubu levhanın yüze dik çekme direnci 0,52 N/mm² gelmiştir. OT ye verilen piriç kavuzu oranı %20 (E-F-G grupları) ve %30 (H-I-İ grupları) olduğunda sonuçlar TS EN 312-2'de belirlenmiş olan 0,35 N/mm² değer altına düştüğü grafik 3.7.'de görülmektedir.

Tablo 3.15. Levhaların yüze dik çekme direnci değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. ÇEKME DİR. (N/mm ²)
A	% 0	% 0	0,52 f
B	% 10	% 10	0,44 e
C	% 10	% 20	0,40 d
D	% 10	% 30	0,39 d
E	% 20	% 10	0,33 c
F	% 20	% 20	0,31 bc
G	% 20	% 30	0,32 c
H	% 30	% 10	0,27 a
I	% 30	% 20	0,30 bc
İ	% 30	% 30	0,28 ab



Grafik 3.8. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre yüzeye dik çekme direnci değerleri

Tablo 3.16. Yüzeye dik çekme direnci değerleri varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	1.026	9	.114	60.347	.000
Gruplar İçinde	.321	170	.002		
Toplam	1.347	179			

Tablo 3.16.' da verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine etkisinin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonuçları Tablo 3.15.'de gösterilmiştir.

3.2.4. Vida Tutma Direnci

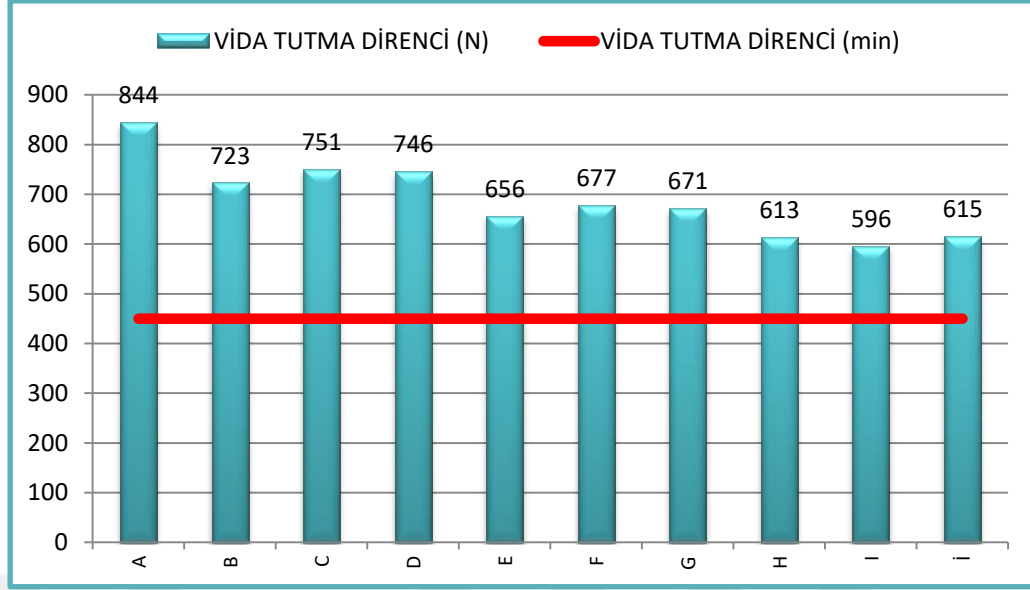
TS EN 320 test metoduna göre yapılan vida tutma direncinin tayininde ortaya çıkan değerler Tablo 3.17'de verilmiştir.

Vida tutma direncine ilişkin referans değeri olarak, bu konuda yapılmış bir araştırmada (Günsel, 2004) maksimum değer olarak 572 N ve minimum değer olarak 310 N sonuçları bulunmuştur.

A grubu levha numunelerinde vida tutma direnci değeri 844 N elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde direnç değerlerinde min. 596 N ve max. 844 N sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bu değerler grafik 3.7.'de görülmektedir.

Tablo 3.17. Levhaların vida tutma direnci değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. VİDA TUTMA DİRENCİ (Newton)
A	% 0	% 0	844 f
B	% 10	% 10	723 cd
C	% 10	% 20	751 d
D	% 10	% 30	746 d
E	% 20	% 10	656 abc
F	% 20	% 20	677 bc
G	% 20	% 30	671 bc
H	% 30	% 10	613 ab
I	% 30	% 20	596 a
İ	% 30	% 30	615 ab



Grafik 3.9. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre vida tutma direnci değerleri

Tablo 3.18. Vida tutma direnci değerleri varyans analiz sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	487937.503	9	54215.278	11.335	.000
Gruplar İçinde	382654.997	80	4783.187		
Toplam	870592.500	89			

Tablo 3.18.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levhaların vida tutma direnci değerlerine etkisinin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonuçları tablo 3.17'de gösterilmiştir.

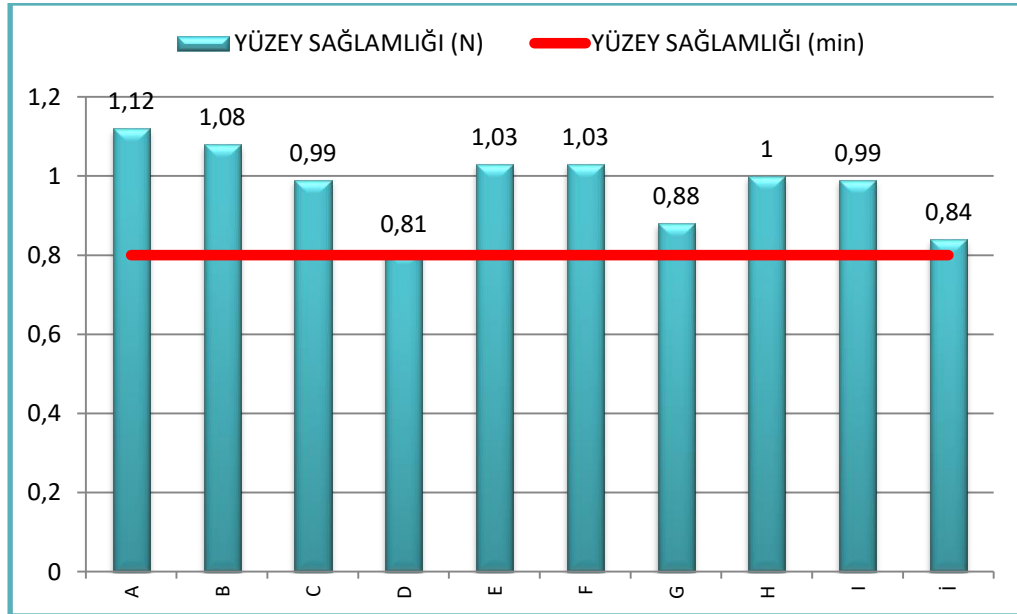
3.2.5. Yüzey Sağlamlığı

TS EN 311 test metoduna göre yapılan yüzey sağlamlığı tayininde ortaya çıkan değerler Tablo 3.19.'da verilmiştir.

Tüm sonuçlar TS EN 312-2 standardında belirtilen ve minimum değer olarak görülen 0,8 N/mm² değerinden yüksek gelmiştir. Bu durum grafik 3.8.'de gösterilmiştir. Ortaya çıkarılan sonuçlar incelendiğinde A grubu levhasının yüzey sağlamlığı değeri 1,12 N/mm² gelmiştir. Direnç değerlerinde min. 0,81 N/mm² ve max. 1,12 N/mm² sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Tablo 3.19. Levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	ORTA TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ÜST TABAKA KAVUZ KULLANIM ORANI	ORT. YÜZEY SAĞ. (N/mm ²)
A	% 0	% 0	1,12 c
B	% 10	% 10	1,08 bc
C	% 10	% 20	0,99 b
D	% 10	% 30	0,81 a
E	% 20	% 10	1,03 bc
F	% 20	% 20	1,03 bc
G	% 20	% 30	0,88 a
H	% 30	% 10	1,00 b
I	% 30	% 20	0,99 b
İ	% 30	% 30	0,84 a



Grafik 3.10. Pirinç kavuzu kullanım oranlarına göre yüzey sağlamlığı değerleri

Tablo 3.20. Yüzey sağlamlığı değerleri varyans analiz sonuçları.

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplar Arasında	1.717	9	.191	11.064	.000
Gruplar İçinde	2.932	170	.017		
Toplam	4.649	179			

Tablo 3.20.' de verilen Varyans analizi sonuçlarına göre gruplarda farklı oranlarda pirinç kavuzu kullanımının yonga levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine etkisinin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonuçları tablo 3.19'da gösterilmiştir.

4.SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar ve Tartışma

Bu araştırmada pirinç kavuzunun kullanım oranının yonga levhanın fiziksel ve mekanik değişimlerdeki etkileri araştırılmıştır. Genel olarak yonga levha içerisinde kullanım miktarı az olmasına rağmen alternatif hammadde kaynağı olan pirinç kavuzu daha pahalı olan odun hammaddesi yerine kullanılması, odun hammadde maliyetlerinin düşürülmesine, bu atıkların tarlalarda yakılma yerine endüstriye kazandırılmasına olanak sağlamaktadır.

Tüm üretim sektörlerinde olduğu gibi panel sektöründe de yüksek kâr elde etmenin en temel yollarından birisi de girdi maliyetlerini minimum seviyeye çekmektir. Bu amaçla firmalar alternatif tedarikçilerle çalışabildiği gibi, girdi kullanım miktarlarının optimum kullanım seviyelerini tespit ederek, kapasite ve kaliteden ödün vermeden gereksiz tüketimlerden kaçınmaya çalışmaktadırlar.

Bununla birlikte özellikle kurumsal yapıya sahip firmalar çeşitli AR-GE çalışmalarıyla yeni ürünler ve bu ürünlerin girdileri için yeni ve daha ucuz alternatif temin yolları ortaya çıkarmaktadırlar. Yapılan AR-GE çalışmalarında yeni ürünler ortaya çıkarmakla beraber minimum maliyet esasları göz önünde bulundurulmaktadır.

Tablo 4.1. incelendiğinde yoğunluk değerleri hedeflenen değerden minimum 625 kg/m^3 maksimum 635 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. TS EN 312 (2005) standardında yoğunluk değişimleri toleransı $\pm\%10$ olarak belirtilmektedir. Bu duruma göre yoğunluk değişim aralığı $567\text{-}693 \text{ kg/m}^3$ arasında olması gerekmektedir. Bu tabloda ortaya çıkan tüm sonuçlar değişim aralığının içindedir. Proses şartları gereği toplam kuru yonga miktarıyla oranla pirinç kavuzları üretime verildiği için levhaların toplam ağırlığını değiştirmediğinden dolayı yoğunluk değişimini etkilememektedir. İstek ve Sıradağ (2013) yapmış oldukları çalışmada yonga levhaların yoğunluk değişiminin $\%10'$ dan fazla olması levha özelliklerini istatistiksel olarak önemli olarak etkilediği belirtilmektedir .

Tablo 4.1. Deney numunelerine ait ortalama bulgular.

TEST ADI	ÇEKME MUK. (N/mm ²)	EĞİLME MUK. (N/mm ²)	ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm ²)	VİDA TUTMA MUKAVEMETİ (Newton)	YÜZEY SAĞLAMLIĞI MUKAVEMETİ (N/mm ²)	YOĞUNLUK (kg/m ³)	LEVHA RUTUBET (%)	ŞİŞME 2h (%)	SU ALMA 2h (%)	YÜZEY ABSORBSİYONU (mm)
A	0,52	14,2	2714	844	1,12	634	5,5	19,7	83,2	539
B	0,44	13,6	2487	723	1,08	634	5,7	17,0	76,0	512
C	0,40	12,9	2365	751	0,99	635	5,4	17,0	76,2	448
D	0,39	12,3	2177	746	0,81	633	6,1	16,1	74,1	442
E	0,33	13,0	2332	656	1,03	628	5,3	16,3	74,4	464
F	0,31	12,4	2283	677	1,03	629	5,2	16,0	74,2	416
G	0,32	12,8	2204	671	0,88	633	6,2	15,8	74,1	402
H	0,27	12,2	2267	613	1,00	628	5,6	15,0	69,0	437
I	0,30	12,4	2317	596	0,99	628	5,6	14,7	68,8	400
İ	0,28	11,9	2165	615	0,84	625	6,6	13,3	63,3	420

Levhalarındaki rutubet sonuçları incelendiğinde test levhaların rutubet değerleri bütün levha gruplarında birbirlerine yakın aynı değerde görülmektedir. TS EN 312 (2005) standardında rutubet oranı minimum %5 ile maksimum %13 aralığında olması istenmektedir. Fakat proses şartları gereği %13'e yakın değerler tesislerin kapasite ve kalite ihtiyacını olumsuz etkilemesinden dolayı işletme şartları gereği bu değişim

aralığının optimal değeri %6-7 arasında olması öngörülmektedir. Test numune levhalarında rutubet değerleri %5,2-6,6 aralığında ölçülmüştür.

Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde kalınlık artımı (2 saat) en yüksek %16,07 en düşük %12,84 olarak bulunmuştur (Gündüz ve Masraf, 2005). Deney gruplarından F-G-H-I-İ deneyleri kalınlığa şişme değeri referans değer olarak alınan %16,07'den düşük olduğu, A-B-C-D-E gruplarında yüksek olduğu gözlemlenmiştir. İ grubunda pirinç kavuzu kullanım miktarı max. iken kalınlığına şişme değeri min. olarak gerçekleşmiştir. OT da pirinç kavuzu kullanım miktarı arttıkça levha su alma değerlerinde iyileşme olduğu görülmektedir. ÜT de kullanım miktarının artışı OT daki kadar etki etmemektedir. Levha içerisindeki OT yonga miktarı ve buna bağlı olarak pirinç kavuz miktarı kütleli anlamda ÜT dekinden daha fazla artış göstermektedir. Ayrıca mekanik sermeden dolayı ÜT deki pirinç kavuzlarının yeknesak dağılım sağlamaması sonuçlar üzerinde etkili olmuştur. Kavuz içerisindeki silisin etkili olduğu düşünülmektedir.

Su alma direncinde de kalınlığa şişmedekiyle aynı durum söz konusudur. Tablo 4.1. incelendiğinde İ grubunda pirinç kavuzu kullanım miktarı max. iken kalınlığına şişme değeri min. olarak gerçekleşmiştir. Pirinç kavuz miktarının hem orta tabakada hem de üst tabakada beraber artması levha içinde kalınlığa şişmeyi olumlu etkilediği belirlenmiştir. Kavuz içerisindeki silisin etkili olduğu düşünülmektedir. OT da pirinç kavuzu kullanım miktarı arttıkça levha su alma değerlerinde iyileşme olduğu görülmektedir. ÜT de kullanım miktarının artışı OT daki kadar etki etmemektedir. Levha içerisindeki OT yonga miktarı ve buna bağlı olarak pirinç kavuz miktarı kütleli anlamda ÜT dekinden daha fazla artış göstermektedir. Ayrıca mekanik sermeden dolayı ÜT deki pirinç kavuzlarının yeknesak dağılım sağlamaması sonuçlar üzerinde etkili olmuştur. Kavuz içerisindeki silisin etkili olduğu düşünülmektedir.

Pirinç kavuz kullanım miktarının yüzey absorpsiyonu değeri üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Kavuz kullanılmayan A grubu levhalarda yüzey absorpsiyon değerleri 539 mm olarak ölçülürken max. değer olarak belirlenmiştir. Bu sonucu etkileyen en büyük faktör levhaların yüzey yoğunluk değeri, zımparalama sonrası yüzey düzgünlüğü ve zımpara bantlarının talaş kaldırma payları yani levha son kalınlığıdır. ÜT talaşların sıcak

preste sıkıştırılmaları esnasında oluşan yüzey yoğunluk değeri ne kadar fazla olursa yüzey absorpsiyon değeri buna bağlı olarak orantılı şekilde artmaktadır. Bununla beraber zımparalama sonrası yüzey düzgünlüğünün daha küçük bant kumları ile sağlanması ve levha üzerinde ölü tabaka (pasif tabaka) olarak tabir edilen bölgenin uzaklaştırılarak daha pürüzsüz yüzey elde edilmesi, yüzey absorpsiyon değerini olumlu etkilemektedir. Genel olarak işletme şartları dahilinde ÜT talaşına yoğunluğu daha düşük malzeme verilmesi ve miktarının artırılması durumunda levha yüzeylerinin zımparalama işleminden sonra daha mat ve pürüzlü olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca katlı preslerde levha taslağı alt yüzeyinin üst yüzeye göre pres sıcak plakaları ile daha uzun süre temasına bağlı olarak alt yüzey absorpsiyonu değerlerinin üst yüzey absorpsiyon değerlerinden daha düşük olmasına neden olmaktadır.

TS EN 312 (2005) standardında eğilme direnci değerlerinin 18 mm kalınlığındaki levhalarda en az 11 N/mm² öngörülmektedir. Buna göre yapılan deneyler sonucu tüm numunelerin değerleri istenen değerden yüksek gelmiştir. Bu çalışmada pirinç kavuz kullanım miktarının artmasıyla levhaların eğilme direnci, max kullanım gerçekleşen İ grubu levhası ile kavuz kullanılmayan A grubu levhasına göre %20' ye kadar olumsuz etkisi olduğu görülmektedir.

Eğilme direncini olumlu yönde etkileyen faktörler olarak ÜT talaş oranı, ÜT tutkal miktarı, levhanın ÜT yoğunluğu, levha yoğunluğu ön sıralarda gelmektedir. Ayrıca mekanik sermede üst tabakadaki pirinç kavuzları serme şekli olarak orta tabakanın hemen bitimine denk gelerek daha kısa boylu olmaları nedeniyle orta tabaka yongaları kadar eğilmeye karşı direnç gösterememektedir. Eğilme direnci ile paralel hareket eden elastikiyet modülü değerinde tüm numunelerin değerleri 1600 N/mm²'den büyük gelmiştir. Sonuç olarak pirinç kavuzlarının miktarının eğilme direncindeki gibi A grubuna göre %20' ye kadar olumsuz etkisi elastikiyet modülü değerinde de görülmektedir. Yapılan bir çalışmada üst tabaka talaş miktarının % 30'dan % 45'e yükselmesi eğilme direnci ve elastikiyet modülünü arttırdığı görülmüştür. Fakat yüzeye dik çekme direncinde değişim gözlenmemiştir. Bunun nedeni üst-alt tabakalarda daha fazla yonga kullanılması sonucu daha sıkı bir yapı oluşmasıdır. Yüzeye dik çekme direnci orta tabaka yongaları arasındaki yapışma direncine bağlı olduğu için dış tabaka yonga

kullanım oranının artması yüzeye dik çekme direncini etkilememiştir (Nemli, Kırıcı, Serdar ve Ay, 2003).

TS EN 312 (2005) standardında yüzeye dik çekme direnci $0,35 \text{ N/mm}^2$ olarak belirtilmiştir. A grubu levhasında bu değer $0,52 \text{ N/mm}^2$ olup pirinç kavuz kullanım miktarının artmasıyla bu değerlerin belirgin şekilde düştüğü görülmektedir. Özellikle orta tabakada kullanılan kavuz miktarının %10 dan fazla olması durumunda test değerleri standart değerlerin altına düşmüştür. Pirinç kavuz kullanılmasıyla orta tabaka rutubet değerinin yükselmesine bağlı olarak çekme mukavemetleri yaklaşık %50 oranında olumsuz etkilenmiştir. Pirinç kavuzlarının normal yonga ve talaşa oranla daha küçük ve rutubet miktarının fazla olması sebebiyle ayrıca serme hattının mekanik olması nedeniyle çekme sonuçlarında düşüş görülmüştür. Yapılan bir çalışmada ayçiçeği saplarından elde edilen yonga levhalarda tutkal miktarının artmasıyla mekanik ve fiziksel değerlerde yükselme görülmüştür (Bektaş, Güler ve Kalaycıoğlu, 2002).

Yonga levhaların vida tutma direnci üzerinde vidalama yönü, yonga levhanın yoğunluğu, rutubet miktarı, vida çapı, vida girme derinliği, vida tipi, vida adımı, pilot deliği çapı ve derinliği, vida ucunun şekli, vidanın yapıldığı materyal, vidayı çekme kuvvetinin hızı gibi çok değişik faktörlerin etkisi vardır. (Bozkurt ve Göker, 1985). Bunların dışında yonga levhalarda vida tutma direnci yonga levhanın yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Bunun yanında vida tutma direnci levha içindeki yonga partiküllerinin birbirleri ile temas gücüne bağlıdır. Temas gücünü etkileyen faktörler ise levhayı oluşturan odun karışım türü, sıcak preste gerçekleşen sıkıştırma oranı ve tutkal çözeltisinde bulunan tutkal katı madde miktarıdır.

Yapılan testlerde elde ettiğimiz vida tutma direnci değerleri yüzeye dik çekme direnci değerleri gibi pirinç kavuzu kullanımının orta tabakada artması ile düşmüştür. A grubunda sonuç 844 N iken, pirinç kavuz kullanım miktarının max. olduğu İ grubunda vida tutma direnci değeri min 615 N olarak gerçekleşmiştir. Normal şartlarda yoğunluğunun artmasıyla vida tutma değerlerinin de artması beklenirken özellikle orta tabakadaki rutubetin artması ve yonga boyutunun düşmesine bağlı olarak vida tutma mukavemet değerlerinde azalma belirlenmiştir. Clastier ve Rield, 2000'de yaptıkları

çalışmada %10 oranında bitkisel atıkları kullanarak yongalevha üretmişler ve bunun sonucunda elde ettikleri vida tutma direnci değerleri 678-749 N olarak belirlemişlerdir.

Elde ettiğimiz verilere özellikle üst tabakaya fazla miktarda pirinç kavuzu verilmesi durumunda yüzey sağlamlığı direnci önemli oranda düşmektedir. TS EN 312’de istenen minimum değer $0,8 \text{ N/mm}^2$ ’dir. Tüm gruplarda TS EN 312’de belirtilen değer üzerinde sonuçlar görülmüş olmasına rağmen, pirinç kavuzu verilmeyen A grubunda en yüksek değer olan $1,12 \text{ N/mm}^2$ değeri görülürken en düşük değerler üst tabakaya en fazla kavuz verilen D-G-İ gruplarında $0,81-0,88-0,84 \text{ N/mm}^2$ olarak belirlenmiştir.

Pirinç kavuzun kimyasal bileşimi, yetiştiği coğrafi konuma ve özel yetiştirme uygulamalarına göre değişiklik gösterir. Silis, pirinç kabuğunda dördüncü tabakadaki bitkisel hücrelerin zarında yoğunlaşmıştır, ancak homojen bir dağılımı yoktur. Pirinç kabuğundaki silis, kabuğun iskeletini oluşturur ve amorf yapıdadır. Termal uygulamalarla pirinç sapı ve kavuzunda bulunan silis, silisin kristal hali olan kristabolite dönüşmektedir. Bununla birlikte kontrollü yakma şartları sağlandığı takdirde pirinç kabuklarından yüksek yüzey alanı, çok ince tanelere sahip ve yüksek reaktiflikte amorf silis elde edilmektedir. Böylelikle zengin bir silika içeriğine sahip olan pirinç kabuğu külü yüksek reaktiflik özelliği kazanmakta ve beton üretiminde de kullanılabilir.

4.2. Öneriler

Bu çalışmada, belirlenmiş proses şartları altında orta ve üst tabakaya %10-20-30 oranlarında pirinç kavuzu ilave edilerek yonga levha üretimleri yapılmıştır. Yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler verilebilir;

- Üretilen levhalarının fiziksel ve mekanik özelliklerine bakıldığında elde edilen sonuçlardan sadece bazı gruplarda yüzeye dik çekme direnci haricindeki tüm değerler standartlarına uygun olarak belirlenmiştir. Fakat pirinç kavuzunun orta tabakada kullanım miktarının artmasıyla elde edilen değerler çekme mukavemetini , üst tabakada kullanım miktarının artmasıyla elde edilen değerler yüzey sağlamlığı bir miktar düşürerek mukavemetin piyasada talep edilen değerlerin altında kalmaktadır. Tüm bu sonuçlar ele alınarak bir değerlendirme

yapılacak olunursa pirinç kavuzu yonga levha üretiminde tutkal miktarı artırılarak veya kullanım miktarı %10'u geçmeyecek şekilde değerlendirilebilir.

- Pirinç kavuzu üst tabaka yongadan daha iri olduğundan yüzey kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu sebeple üst tabakada %20 den fazla kullanılması uygun görülmemektedir. Orta tabaka yonga yerine %10'a kadar üst tabakada %20 'ye kadar kullanılarak levha maliyetlerinde iyileşme yapılabilir.
- Ayrıca pirinç kavuzunun silis içerdiği bilinmektedir, bu durum Tablo 1.7.' de gösterilmişti. Silis nedeniyle farklı tutkal ve kimyasallarla yanmaya dayanıklı levha üretiminde alternatif hammadde olarak kullanılması, uygun tedarik yollarına gidilmesi ve AR-GE çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- Akbulut, T., 1995. Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akyüz, İ. (2004). Avrupa Birliğine Giriş Sürecinde Türkiye ile Avrupa Birliği Üye Ülkelerin Yonga Levha Dış Ticareti. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 3 (4): 124-134.
- Altıntaş, B. (2017). Melamin Üre Formaldehit (MÜF) ve Üre Formaldehit (ÜF) Tutkalı İle Üretilmiş Kompozit Levhaların Bazı Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Teknolojileri Anabilim Dalı, Düzce, 68 s.
- Anon. (2015). Adhesive Bonding of Wood. *US Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin*, No: 1512, Washington.
- Arslan M.B. (2007). Tarımsal Atıklardan Lif ve Yonga Levha Üretimi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Fakültesi
- Ashori A., Nourbakhsh A., 2008. Effect of Pres Cycle and Resin Content on Physical and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from The Underutilized LowQuality Materials. *Industrial Crops And Products*, 28, 225-230.
- Atar, İ. (2012). Sertleştirici Türü, Üre Kullanımı ve Depolama Süresinin Yonga Levhanın Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 148 s.
- Avcı, E. (2007). Türkiye’de Üretilen Yonga ve Lif Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin TS EN Standartlarına Uygunluğunun ve Tutarlılığının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 162 s.
- Baharoğlu, M. (2010). Ağaç Türü, Parafin Kullanım Miktarı ve Uygulama Şeklinin Yonga Levhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 155 s.
- Bardak, S. (2009). Sıcak Pres Diyagramı ve Zımpara Tozu Kullanımının Yonga Levhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 133 s.
- Bektaş, İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H., 2002. Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) Saplarından Üre- Formaldehit Tutkalı ile Yongalevha Üretimi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1896 5(2), 49-55.
- Berkel, A. (1953). Deselerden Faydalanma İmkanlarından Talaş Levhaları İmalı. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Sayı: 1-2.

- Bıçer, A. (2014). Sodyum Karboksimetilselüloz (Na-Cmc) Modifiyeli Yonga Levha Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Bilim Dalı, Bartın, 169 s.
- Blanchet, P., Clastier, A., Riedl, B., 2000. Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues. *Wood Science and Technology*, 34, 11-19.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1985). *Yonga Levha Endüstrisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, No: 3311/372, İstanbul, 263 s.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1990). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 3311/372, İstanbul, 263 s.
- Bozkurt, A. Y. ve Göker, Y. (1990). *Yonga Levha Endüstrisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 3614/413, İstanbul (İkinci baskı).
- BS 1811 (1969). *Methods of Test for Wood Chipboard and Other Particle Board*. British Standarts Institution.
- Conner, A.H. (2001). *Urea Formaldehyde Adhesive Resins*. Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501.
- Çakmak, E. (2008). Bazı Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Yonga Levhaların Yanma Direncinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük, 92 s.
- Çakırer, G. (2015). Çeltik Kavuzunun Topraksız Kültür Yetiştiriciliğinde Kullanılma Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bilimleri Ana Dalı, Ankara, 4 s.
- Goncalves, F.G., Lelis, R.C.C. ve Oliveria, J.T.D. (2008). Influence of The Composition of Tannin-Urea-Formaldehyde Resins the Physieal and Mechanics Properties of Particle Board. *Revista Arvore*, 32 (4): 715-722.
- Gozalan, M. (2016). Yonga Levhalarda Parafin Kullanım Miktarının Optimizasyonu Üzerine Araştırmalar . Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın,
- Güler, C. (2001). Pamuk (*Gossypium hirsutum L.*) Saplarından Kompozit Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 121 s.
- Gündüz, G. ve Masraf, Y. (2005). Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yonga Levha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 8

- Günsel, U. (2004.) Türkiye Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Bazı Yonga Levhaların Temel Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 133 s.
- Huş, S. (1997). *Ağaç Malzeme Tutkalları*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- İstek, A. (2006). Sert Lif Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Sıcaklık ve Basıncın Etkisi. ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 8, Sayı: 10.
- İstek, A. ve Sıradağ, H. 2013. 'The Effect of Density on Particleboard Properties.' ICFS, International Caucasion Forestry Symposium.
- Kalaycıoğlu, H. (1991). Sahil Çamı (*Pinus pinaster ait*) Odunlarının Yonga Levha Üretiminde Kullanılması İmkanları. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstri Mühendisliği Programı, Trabzon, 144 s.
- Kalaycıoğlu, H. (2003). Odun Levha Ürünleri Ders Notları. KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 69, Trabzon. s. 2-11.
- Kalaycıoğlu, H. ve Özen, R. (2009). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*. KTÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Karacalıoğlu, T. (1974). Ormangülü Odunlarının Bazı Özellikleri İle Bu Odunların Yonga Levha Yapımında Kullanma Olanaklarının Laboratuvar Koşullarında Araştırılması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 60, Ankara.
- Karakuş, B. (2007). Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 97 s.
- Kollmann, F.P., Kuenzi, E.W. ve Stamm, A.J. (1975). Principles of Wood Science and Technology. Wood Based Materials. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin. 2: 139-149.
- Nemli, G. ve Aytaç, A. (2002). Üre Formaldehit Tutkallar. Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47 (6): 218.
- Nemli, G., Kırcı, H., Serdar, B., Ay, N., 2003. Suitability of Kiwi (Actinidia Sinensis Planch) Prunings for Particleboard Manufacturing. Industrial Crops And Products, 17, 39- 46.
- Nemli, G., Demirel, S. ve Zekoviç, E. (2006). Yonga Rutubeti, Parafin Kullanımı ve Ağaç Cinsinin Yonga Levhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 7(2): 81-93.

- Öktem, E. (1979). *Ormangülü Odunundan Yonga Levha Yapılması Üzerine Araştırmalar*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 113, Ankara.
- Örs, Y. ve Akyıldız, M.H. (2004). Türkiye Yonga Levha ve Lif Levha Sanayisinin Durumu, *Ahşap Dergisi*, <http://www.ahsaponline.net>, *Floor Magazine*, http://www.floor.com.tr/bilimsel_makaleler.htm, (05.10.2009)
- Özdamar, İ.H. (2007.) Orman Ürünleri Endüstrisinde İstatiksel Kalite Kontrol: Yonga Levha Üretiminde Bir Çalışma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, ISSN: 1302-7085, 1: 79-91.
- Özen, R. (1975). Dikey Yongalı Levhalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXV, Sayı 2.
- Özen, R. (1980). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 30, Trabzon.
- Özen, R., Kalaycıoğlu, H. (2007). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Pizzi, A. (1983). *Wood Adhesives: Chemistry and Technology*. Vol. 1, Marcel Dekker, New York, USA
- Raffael, R. (2014). Physical and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Wood, Bamboo and Rice Husk, Brazil
- Roffael, E. (1987). Drying of Pine Particles and the Effect on the Strength of Particle Board. *In: Proceeding. 21st International Particle Board/Composite Materials Symposium*, Pullman, WA: Washington State University.
- TS 180 (1978). *Yonga Levhaları (Yatık Yongalı, Genel Amaçlar için)*, TSE, Ankara.
- TS EN 309 (1999). *Ahşap Yonga Levhalar-Tarif ve Sınıflandırma*, TSE, Ankara.
- TS EN 310 (1993). *Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modülünün Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 311 (2005). *Ahşap Esaslı Levhalar-Yüzey Sağlamlığı-Deney metodu*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-1 (2005). *Yonga Levhalar, Bölüm 1: Bütün Levhalar İçin Genel Özellikler*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-2 (2005). *Yonga Levhalar, Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-3 (2005). *Yonga Levhalar, Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.

- TS EN 312-4 (2005). *Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 4: Kuru Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-5 (2005). *Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 5: Nemli Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-6 (2005). *Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 6: Kuru Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-7 (2005). *Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 7: Nemli Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 317 (1999). *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 319 (1999). *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 322 (1999). *Ahşap Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 323 (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar-Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 323-1 (1999). *Ahşap Yonga Levhalar-Özgül Kütlenin Tayin Edilmesi*, TSE, Ankara.
- TS EN 325 (2014). *Ahşap Esaslı Levhalar-Deney Numunelerinin Boyutlarının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 326-1 (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma, Kesme ve Muayene-Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi*, TSE, Ankara.
- Tunç, H. (2012). Silan Modifiyeli Fenol Formaldehit Tutkalı ile Üretilmiş Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 100 s.
- Türker, M.F. ve Toksoy, D. (1992). Devlet Ormanlarından Odun Hammaddesinin Yakacak Odun Amacıyla Tüketilmesi Probleminin Çözüm Yolları. Çevre Dergisi, Sayı: 5.
- Unchi, S. (1996). Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in the MDF Manufacturing. Ph. D. Thesis, Faculty of Forestry University, Pertanian, Malaysia.
- URL-1 (2011). <http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2012/Orman%20Urunleri%20Rapor%202011.pdf>, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 2012 Yılı Orman Ürünleri Raporu, 05 Ekim 2015.

- URL-2 (2014). http://www.starwood.com.tr/tr/yonga_levha-sunta, Starwood AŞ., Yonga Levha, 05 Ekim 2015.
- URL-3 (2014). <http://www.sanliogluorman.com.tr/tr/yongalevha-yongapan.html>, Şanlıoğlu Orman Ürünleri LTD. ŞTİ., Yonga Levha, 05 Ekim 2015.
- URL-4 (2013). <http://www.hombak.com/Drum-chipper.35.0.html?L=2>, Hombak Maschinen und Anlagenbau, Drum Chipper, 05 Ekim 2015.
- URL-5 (2015). <http://www.woodenergy.ie/media/woodenergy/content/woodharvestingequipment/equipment2/DrumChipper1.png>, Wood Energy Ireland's Natural and Renewable Energy Source, Drum Chipper, 05 Ekim 2015.
- URL-6 (2011). <http://www.rgbstock.com/bigphoto/n6Nm9l8/chip+of+the+old+block>, Rgbstock Free Stock Photos, Chip of the Old Block, 05 Ekim 2015.
- URL-7 (2015). <http://www.epc-japan.com/product/PZKR%20pic.JPG>, Euro Planning Corporation, Pallmann パルマン ナイフリングフレイカー PZKR, 05 Ekim 2015.
- URL-8 (2016). <https://www.maschinensucher.de/dokumente/2328716.pdf>, Maschinensucher, Pallmann PZKR, 14 Şubat 2016.
- URL-9 (2015). <http://www.pallmann.eu/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=NhMFARQM8iOhmNSBLrwtuyS39HnX3N6VbLc-uluGHaA>, Pallmann, PZKR, 05 Ekim 2015.
- URL-10 (2014). <http://www.siempelkamp.com/index.php?id=753&L=1>, Siempelkamp Maschinen und Anlagenbau, Trockner, 05 Ekim 2015.
- URL-11 (2015). <http://www.ujtrading.se/en/used-equipment/sold-machines/bruks-bs62-chip-screen-20718507>, UJ Trading AB, Chip Screen, 05 Ekim 2015.
- URL-12 (2016). <http://www.lippel.com.br/en/biomass-handling-and-storage/biomass-storage/horizontal-silos.html#.VfWPumcVjIU>, Lippel, Horizontal Silos, 10 Ocak 2016.
- URL-13 (2015). <http://liner.com.tr/silolar.htm>, Liner, Vertikal Silo, 05 Ekim 2015.
- URL-14 (2013). <http://www.emesis.com.tr/proje-bilgi.aspx?Id=0349>, Emesis Elektrik Mekanik Elektronik Sistemler, Tutkal Hazırlama ve Dozajlama, 05 Ekim 2015.
- URL-15 (2015). http://i00.i.aliimg.com/photo/v0/1870915332/chipboard_making_machine_Glue_mixer.jpg, Alibaba Global Trade Starts Here, Chipboard Making Machine Glue Mixer, 05 Ekim 2015.

URL-16 (2015).

<http://ahsap.fordaq.com/fordaq/srvAuctionView.html?AucTid=1500339>,
Fordaq The Timber Network, Sanding+Calibrating for Plywood, Chipboard,
mdf, Used, Cremona, 2 cs+2 ca/lcsı 1350, 10 Ekim 2015.

URL-17 (2008). <https://www.diyadinnet.com/YararliBilgiler-199&Bilgi=pirin%C3%A7>

URL-18 (2014). <http://www.millermagazine.com/dunya-pirinc-pazari/.html>

Usta, P. (2011). Çay Bitkisi Atıklarından Elde Edilen Kompozit Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Isparta.

Yusuf, S. (1996). Properties Enhancement of Wood by Crosslinking Formation and Its Application to the Reconstituted Wood Products. Ph.D.Thesis, Kyoto University, Kyoto, Japan.

Zengin, H. (2010). Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisinde Odun Hammaddesi Sağlanması Sorunları ve Çözüm Yolları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Ormancılık Politikası ve Yönetimi Programı, İstanbul,

Ayrılmış, N. (2006). Çeşitli Kimyasalların Bazı Ahşap Levha Ürünlerinde Yanma ve Teknolojik Özellikler Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul,

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Fatih ŞAHİN
Doğum Yeri ve Tarihi : Adıyaman, 15.06.1977
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-Posta Adresi : fsahin@keas.com.tr



Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Kastamonu Üniversitesi, Orman Endüstri
Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Mesleki Deneyimi

Stajlar : Kahramanmaraş Kağıt San. ve Tic. A.Ş.(1998)
Starwood Orman Ürünleri A.Ş. (1999)
Çalıştığı Kurumlar : Mastaş A.Ş. Yonga Levha Fabrikası (2000-2001)
Kastamonu Entegre A.Ş. 2002-Devam ediyor.