

## Sıcak pres parametrelerinin yongalevhanın fiziksel özellikleri ve formaldehit emisyonuna etkisi

### Physical properties and formaldehyde emission effect of hot press parameters

Osman ÇAMLİBEL 

Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksek Okulu, İç Mekân Tasarım, Kırıkkale, Türkiye

#### Eser Bilgisi / Article Info

Araştırma makalesi / Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.740136

Sorumlu yazar / Corresponding author

Osman ÇAMLİBEL

e-mail: osmancamlibel@kku.edu.tr

Geliş tarihi / Received

22.05.2020

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

26.06.2020

Kabul Tarihi / Accepted

01.09.2020

Elektronik erişim / Online available

07.09.2020

#### Anahtar kelimeler:

Yongalevha

Fiziksel özellikler

Pres hızı

Pres sıcaklığı

Formaldehit emisyonu

#### Keywords:

Particleboard

Physical properties

Press speed

Press temperature

Formaldehyde emission

#### Özet

Son yıllarda yongalevha üreticileri piyasa şartlarında rekabet edebilmek için kapasite artırarak üretim maliyetlerini azaltabilmeyi hedeflemiştir. Bu çalışmada, yonga levha üretim hattında %40 sarıçam (*Pinus sylvestres* L), %30 sapsız meşe (*Quercus petraea* L), %20 kavak (*Populus alba* L), %10 talaş ve 1:1.35 mol üre-formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Proseste üretim parametreleri sabit kaldı. Tek değişken sıcak pres üretim parametreleridir. Sıcak pres parametrelerinden pres hızını ve pres sıcaklığını %15, %20, %25 artırmıştır. Üretilen levhaların fiziksel test ve formaldehit emisyon performansları ölçüldü. Referans levhalar baz alınarak tüm testler yapılmıştır. Her bir test grubundan beş levha ölçülmüştür. Tüm fiziksel testler; levha yoğunluğu (T; 622 gr/cm<sup>3</sup>, T2; 624.6 gr/cm<sup>3</sup>, T3; 630 gr/cm<sup>3</sup>, T4; 630 gr/cm<sup>3</sup>), kalınlığına suda şişmesi 24 saat (T1; %15.24, T2; %13.8, T3; %16.46, T4; %15.46), 24 saat su alma (T1; %78.14, T2; 78.52, T3; 79.12, T4; 78.62) değerlerinde ölçülmüştür. Levhalardaki formaldehit emisyonu ölçmek için, TS EN 120 perforatör yöntemi uygulanmıştır. Formaldehit gaz emisyonu (T1; 14.53 mg/100gr, T2; 14.84 mg/100gr, T3; 15.16 mg/100gr, T4; 15,36 mg/100gr) analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, fiziksel test sonuçları diğer test grupları arasında küçük bir fark olduğu görülmektedir. Fakat levhaların formaldehit emisyonu test sonucu diğer test grupları arasında önemli farklar ölçülmüştür. Bu farklılıklar sıcak pres parametreleri (pres hızı, pres sıcaklığı) ve 1:1.35 mol üre formaldehit tutkalından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### Abstract

In recent years, chipboard producers have aimed to reduce production costs by increasing capacity because of market conditions. In this study, It was used 40% scots pine (*Pinus sylvestres* L), 30% sessile oak (*Quercus petraea* L), 20% poplar (*Populus alba* L), 10% sawdust and 1:1.35 moles of urea-formaldehyde glue in the particleboard production line. Production parameters remained stable. The Only thing hot press production parameters were changed. It was increased press speed and press temperature from hot press parameters by 15%, 20%, 25%. Physical test and formaldehyde emission performances of the produced boards were measured. Based on these measurements on the reference boards, test analyzes based on five boards were evaluated in each test group. All physical tests; board density (T; 622 gr/cm<sup>3</sup>, T2; 624.6 gr/cm<sup>3</sup>, T3; 630 gr/cm<sup>3</sup>, T4; 630 gr/cm<sup>3</sup>), thickness swelling 24 hours (T1; 15.24, T2; 13.8%, T3; 16.46%, T4; 15.46%), water absorption 24 hours (T1; 78.14%, T2; 78.52, T3; 79.12, T4; 78.62). TS EN 120 perforator method was applied for measure the formaldehyde emission in the chipboards. Formaldehyde gas emission (T1; 14.53 mg/100gr, T2; 14.84 mg/100gr, T3; 15.16 mg/100gr, T4; 15.36 mg/100gr) were analyzed. As a result of the study, physical experiment boards indicated a little difference among each other. But boards indicated formaldehyde emission high difference among each other. It is thought that, these differences were caused by hot press parameters which are the press speed, press temperature and 1:1.35 moles of urea-formaldehyde.

## GİRİŞ

Odun bazlı kompozit levhalardan yongalevha 20. yüzyılın ortalarından günümüze kadar çok hızlı gelişme sağlayarak insanların yaşam alanlarında ihtiyaç duyduğu ürünlere dönüşmüştür. Yongalevha üretiminde kusurlu her türlü biokütle materyali hammadde olarak kullanılabilir ve

katma değeri yüksek birinci sınıf bir ürüne dönüşmektedir.

Yongalevha bir kompozit levha olarak istenilen boyutlarda üretilen, yüzeyleri düzgün ürünlerdir. Yongalevha iç mekanlarda mobilya ve türevi ürünlerin üretiminde hammadde olarak kullanılırken levhaların mekanik

özelliklerinin performansı standartlardaki değer üzerinde olması gerekmektedir. Günümüzde yongalevha endüstrisi piyasanın talep ettiği, yanmaya karşı dirençli, suya karşı dirençli ürünler üretilebilmektedir. İnsanların bu ürüne olan talep artıkça hem yongalevha üretimi yapan tesislerin sayıları artmış hem de üretim kapasiteleri artmıştır. Üretim proseslerinin kapasiteleri artırılırken yonga levhanın test özellikleri belirlenen TS EN standartları ölçüsünde olmasına önem gösterilmektedir. Üretim proseslerinde kapasite artırımı üretim parametreleri değişmeden sadece birim zamanda pres hızını artırmaktan geçmektedir. Üretim proseslerinde pres hızı artırılırken ve bu esnada üretimi yapılan yongalevhaların test özelliklerinin iyi performans göstermesi gerekmektedir. Yongalevhanın fiziksel test özellikleri; yoğunluğu, 24 saat su alma, 24 saat suda şişme değerleridir.

Özen (1980) çalışmada, presleme değişken parametreler; pres sıcaklığı, pres süresi, pres kapanma süresi, pres basıncı, tutkal sertleşme süresi, tutkal katı madde miktarı vb. değişkenler etkili olduğunu açıklamıştır. Kalaycıoğlu (1991) yapmış olduğu bir çalışmada yerli sahil çamı odunlarının yongalevha üretiminde kullanılabilirliği konusunda çalışmıştır. Çalışma sonucunda fiziksel değeri iyileştirmek için parafin tüketimini %0.5'de %1 çıkarılmasıyla fiziksel özelliklerini iyileşebileceğini ifade etmiştir. İosifov ve ark. (1991) çalışmada, iğne yapraklı ağaçlar ve ihlamur odunlarının diğer odun türlerinden üretilen levhaların test özellikleri daha iyi performans gösterdiğini ifade etmişlerdir. Yongalevha üretimine uygun olan ağaç türleri 0.40-0.65 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişim gösterdiğini açıklamıştır.

Eroğlu ve Usta (2000) yaptığı çalışmada, serbest formaldehitin odun bazlı levhalardan açığa çıkma biçimi üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmasına göre serbest formaldehit, ilk sıcak preslemeden sonra ikincisi kullanım yerlerinde açığa çıktığını açıklamıştır. Akbulut (2000) yaptığı bir çalışmada, üretim teknolojilerindeki gelişmeler, yongalevha ürün türevleri ve üretim kapasitelerini arttırdığından bahsetmiştir. Yongalevha üretim prosesinde birçok değişken parametreler bulunmaktadır. Bu parametrelerden birisi kullanılan biokütle hammadde özellikleridir. Hammadde olarak

presleme esnasında sıkıştırılması kolay, orta değerdeki özgül kütleli türler, biokütle atıklar, kolay bulunan ve ucuz olan tüm türler tercih edilmesini ifade etmiştir.

Gündüz ve Masraf (2005) çalışmada; üç tabakalı yatık yongalı yongalevha üretimin şartlarında; dış tabaka talaş oranı, pres faktörlerinden; sıcaklık, basınç, zaman parametreleri değiştirilmesinin levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Kim ve Kim (2005) yaptıkları çalışmada üre formaldehit, melamin formaldehit ve melamin üre formaldehit reçineleri ile üretilen MDF levhalarının formaldehit gaz emisyonları DIN EN 120, JIS 5908 ve gaz kromatografisi yöntemine göre analiz edilmiştir. Çalışmaya göre, reçine içine melamin ilave edildikçe formaldehit gaz emisyonunun azaldığını göstermişlerdir.

Bardak ve ark. (2011) araştırmalarında, yonga levha üretiminde yoğunluk profili ve sıcak pres diyagramının levhanın teknolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Bu araştırmaya göre; yoğunluk profili yongalevhaların kalite özelliklerini etkileyen ana parametre olduğunu ifade etmişlerdir. Pres girişte ilk basıncının artması, levhada eğilme ve elastikiyet modülünü, levha yüzey yoğunluğunu, suda şişme özelliklerini iyileştirdiğini ve pres besleme hızının azalması tüm özellikleri iyileştirdiğini açıklamışlardır. Pres çıkış basıncı levhanın özelliklerine etki etmediğini sadece levha orta yoğunluğu artırdığını belirtmişlerdir. Boran ve ark. (2011) amino reçine grubunda üre formaldehit tutkallı diğer tutkal türlerine göre üretim maliyetini düşük olması, sertleşme zamanını değiştirilebilmesi, sıcaklık ve basınç altında hızlı reaksiyona girebilmesi, su toleransının yüksek olması, renksiz olması, aşınmaya dirençli olması, mikroorganizmalara karşı dayanıklı olması gibi çok fazla avantaja sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Fakat bu tutkalin sertleşme reaksiyonu sonucunda açığa formaldehit gazının çıktığını açıklamışlardır.

Salem ve ark. (2012) çalışmalarında, çeşitli ahşap esaslı panel levhaların formaldehit emisyonu (FE) ve formaldehit içeriği (FC); yongalevha (PB), orta ve yüksek yoğunlukta lif levha (MDF ve HDF) ve kontrplak (PLW) ve döşeme malzemeleri (HDF laminat, masif ahşap, masif bambu ve polivinil klorür) materyallerine; Avrupa küçük

ölçekli chamber (EN 717-1), gas analiz (EN 717-2), Amerikan küçük ölçekli chamber (ASTM D 6007-02) ve perforator (EN 120) yöntemlerine göre formaldehit analiz testleri yapmışlar ve analiz sonuçlarına göre yöntemler arası korelasyon analizi göstermişlerdir. He ve ark. (2012) çalışmalarında, odun esaslı levhalarda formaldehit içerikli tutkallar kullanarak formaldehit emisyonu üzerine araştırmalar yapmışlardır. Çalışmaları sonucunda; levhalardaki formaldehit salınım miktarı kullanılan reçinedeki formaldehit miktarıyla doğru orantılı bir bağlantı olduğu ifade etmişlerdir. Mao ve Kim (2013) araştırmasında, düşük mol içerikli üre formaldehit tutkalın yapısındaki metilen eter gruplarının odun bazlı kompozit levha ürünlerinde formaldehit emisyon etki değeri üzerine çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda üre formaldehit tutkalında metil eter gruplarının artması formaldehit emisyonunun artırma potansiyeli olduğunu ifade etmişlerdir.

Iswanto ve ark. (2014) çalışmalarında yonga levha imalatında reçine tipi, sıcaklık ve presleme süresi, ürünün kalitesini belirlemek için önemli faktörler olduğunu ifade etmişlerdir. Biçer, (2014) çalışmasında sodyum karboksimetilselüloz (Na-CMC) yonga levhada üretilebilmesi ve üretilen levhaların test çalışmasını yapmıştır. Grigsby ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, kürlenmiş reçinenin su ekstraksiyonu ile reçinenin hidrolitik dengesine etkisi araştırılmıştır. Araştırmaya göre levha üretimi sırasında lif üzerinde çok aktif olan üre formaldehit reçinesi sertleşme sonucunda çapraz bağlı, reçine matriksine eksik katılımların olmasından dolayı ÜF reçinesinin kürlenmesi tamamlanamamaktadır. Bu çalışma sonucunda; ÜF reçinesinin su ile ekstraksiyonda %50-70 bağlanma kayıpları oluşabilmektedir. Ucuncu ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada üç farklı sıcak pres şartlarında kavak ahşap levhalarının fiziksel, mekanik, anatomik, kristalik ve renk özelliklerine göre araştırma yapmışlardır. Karaoğlan ve ark. (2018) yılında yaptıkları çalışmada yongalevha üreticilerinin yoğun rekabete karşı maliyetleri azaltma yöntemlerinden işlem süresini azaltma yöntemleri üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarına göre, yongalevhanın alt ve üst yüzeyleri dekor kağıtları ile kaplama aşamasında melamin pres süresini etkileyen faktörleri optimize edilebileceğini ifade etmişlerdir. Önem (2018), melamin kaplama ünitesinde levha yüzeyini

presleme aşamasında tek yüzü reçineli kâğıt ile kaplama yapılarak levhanın düzlemde sapma miktarını tetikleyen faktörler üzerine (kaplama presi kütle sıcaklık farkları, parafin miktarı, kağıt gramajının değişkenliği, farklı tesiste üretilmesi, farklı pres sacı ile üretilmesi) çalışmasını yapmıştır.

Son yıllarda Türkiye'de yongalevha üretimi Avrupa'da ikinci sırada yer almaktadır. 2018 yılında yongalevha üretimi yaklaşık 4.355 milyon m<sup>3</sup>/yıl olmuştur. Ancak bu rakam dünyada yaklaşık 124.118.601 m<sup>3</sup>/yıl üretim gerçekleşmiştir. (URL-1). Bu çalışmada, yongalevha üretiminde diğer değişken parametreler sabit kalarak, sadece pres hızı ve pres sıcaklığı artırarak üretilen levhaların performansı araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda üretilen levhaların TS EN standartların belirlediği kriterler içinde kalmak koşuluyla sıcak pres hızı ve pres sıcaklığı rasyonel artırılabilir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bu çalışmada; %40 sarıçam (*Pinus sylvestris* L) ve %30 sapsız meşe (*Quercus petraea* L), Kastamonu Daday Orman İşletmelerinden tedarik edilmiştir. %20 kavak (*Populus alba* L) Kastamonu merkez Dereköy'den tedarik edilmiştir. %10 talaşlar Kastamonu Tosya özel işletmelerden tedarik edilmiştir.

### Tutkal

Kastamonu tutkal üretim tesisinde üretilmiştir. Tutkalın özellikleri;

- Katı madde: 62±1
- Üre-Formaldenit mol oranı: 1:1.35
- Yoğunluk (at 20 °C g cm<sup>3</sup>):1.227
- Vizkosite (25 °C cps) :20-35 sn
- Jel zamanı (100 °C) (20% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): 20-45 sn
- pH: 7- 8.5
- Serbest formaldehit: %0.20 max
- Metilol grup: %12-15
- Raf ömrü: 75 gün

## Sertleştirici

Üre formaldehit tutkalını sertleştirilmesinde katalizör olarak amonyum klorür (NH<sub>4</sub>Cl) kullanılmıştır. Özel bir firmadan getirilmiştir.

Kullanılan katalizör %20'lik amonyum klorür (NH<sub>4</sub>Cl) solüsyondur.

%20'lik çözelti özellikleri

- Yoğunluğu; 0.95 gr/cm<sup>3</sup>
- pH: 6.5'dir.

## Parafin

Kirli beyaz renge ve sıvıdır. Denizli'den özel bir işletmeden getirilmiştir

- Katı madde: %60
- pH: 9-10

- Vizkosite: 13-23 sn
- Yoğunluğu:0.96 gr/cm<sup>3</sup>

## Yöntem

### Üretim parametreleri

Bu çalışmada uygulana yöntem Çizelge 1'de gösterilmiştir. Üretimde pres süresi ve pres sıcaklığı kademeli artırılarak T1; 200 sn-185 °C, T2;170sn 210 °C, T3; 160sn-220 °C ve T4: 150sn- 230 °C deneme yongalevhaları üretildi. Test grubundaki levhalar T sembolü ile ifade edilmiştir. Bu araştırmada deneme yongalevhalar Kastamonu Entegre Ağaç san. Tic AŞ Kastamonu Yongalevha Tesislerinde üretim yapılmıştır. Yongalevhalar 7 katlı sıcak preste 17x2100x2800 mm ölçülerinde üretilmiştir. Bu çalışmada Çizelge 1'de gösterilen T1; deney 1, T2; deney 2, T3; deney 3 ve T4; deney 4'ü ifade etmektedir.

Çizelge 1: Yongalevhaların üretim parametreleri

Testler	Pres Süresi (sn)	Pres Basıncı (Kp/cm <sup>2</sup> )	Pres Sıcaklığı (°C)	Pres Hızı (mm/sn)	Levha Ölçüleri (mm)
T1	200	30	185	200	17x2100x2800
T2	170	30	210	230	17x2100x2800
T3	160	30	220	240	17x2100x2800
T4	150	30	230	250	17x2100x2800

## Yongalevhaların üretilmesi

Hammaddeler; yongalama makinesinde yonga haline getirilmiştir. Yongalar dış ve orta tabaka için farklı silolara bantlı taşıyıcı sistemi ile taşınmıştır. Yongalar döner silindirik kurutucularda dış ve orta tabaka ayrı ayrı %1.5-2.5 rutubete kadar kurutulmuştur. Kurutulan yongalar üç kademeli mekanik sarsak elekte tasnifi yapılmıştır. Yongalar üretime hazırlamak için iç ve dış tabaka yongaları haline getirmek için pallman tipi değirmenlerde üretim parametrelerine göre inceltirilmiştir. Dış tabaka yongaları tutkallamasında %12.4 ve orta tabakaya %8.1 tutkal işlemi yapılmıştır. Tutkallamadan sonra üretim parametrelere göre sıvı parafin verilmiştir. Tutkallanan yongalar serme istasyonun pasta haline getirilmiştir.

Pastalar ön presten geçirilerek sıcak prese hazır hale getirilmiştir. Sıcak preste Çizelge 1'deki deney parametrelerine göre yongalevhalar 17x2100x2800 mm ölçülerinde üretimi yapılmıştır. Presleme işleminden sonra yıldız soğutucuda oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Ebatlama makinesinde ölçülendirme işlemi yapılmıştır. Ara depoya alınmıştır. Ara depoda 4 gün bekledikten 40-80-100 kum zımpara kâğıdı ile zımparalama işlemi yapılmıştır. Deneme levhaları hava akımı olmayan zemini düzgün bir biçimdeki depoda bekletilmiştir.

Levhalar 20±2 ve %65±5 bağıl nem (RH) koşullarında %12 rutubete kadar TS 642-ISO 554 (1997) göre kondisyonlanmıştır. Deneyler dört farklı kademede Çizelge 1 parametrelerine göre üretilmiştir. Levhalar 0.625 gr/cm<sup>3</sup> hedef yoğunluğunda 17x2100x2800 mm

boyutlarında yedi katlı sıcak preste gerçekleşmiştir. Bu çalışmada toplam fiziksel ve formaldehit emisyon testler dahil 80 adet ölçüm yapılmıştır.

### Test metotları ve istatistiksel değerlendirme

Levhalara uygulanan testler; kondisyonlama ve deney için standart atmosfer özellikleri TS 642-ISO 554 (1997), ahşap yonga levhalar, tarif ve sınıflandırma TS-EN 309 (1999), yongalevhalar ve lif levhalar su içerisine daldırma işlemleri tayini TS-EN 317 (1999), ahşap esaslı levhaların formaldehit miktarı tayini, ekstraksiyon metodu TS 4894 EN 120 (1999), yongalevhaların özellikleri bütün levha tipleri için genel özellikleri TS-EN 312-1 (1999), yongalevhaların özellikleri kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhaların genel özellikleri TS-EN 312-2 (1999), yonga levhalar, özellikler kuru şartlarda kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) yonga levhaların özellikleri TS-EN 312-3 (1999), ahşap yonga levhalar, özgül kütle tayin edilmesi, TS EN 312 (2012) standardına

göre levhaların kullanım şartlarına ve yerine göre P1, P2, P3, P4, P5, P6 ve P7 sınıflarına ayrılmıştır. TS-EN 323 (1999), ahşap esaslı levhalar, deney parçalarının boyutlarının tayini TS-EN 325 (1999), standartlarına göre testleri yapılmıştır. Deney numunelerini ölçerken 0.01 mm duyarlı dijital mikrometre kullanılmıştır. Testlerde İmal IB700 laboratuvar test cihazı kullanılmıştır.

Verilen istatistiksel analizde SSPS 22 paket programından yararlanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. ANOVA'da farklıların tespit edilmesi için Post hoc testlerinden Duncan testi ile farklılıklar araştırılmıştır. Sonuçlar  $p < 0.05$ 'te istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Bu testlerde 80 adet ölçüm yapılmıştır. Veriler ANOVA'nın yapılabilmesi için gerekli şartları sağlamıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen fiziksel özelliklere ait bulgular Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Yongalevhaların fiziksel testlerinin performans sonuçları

Testler	Test	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	Ortalama için %95 Güven Aralığı Alt Sınır	Üst sınır	Minimum	Maximum
Yoğunluk (gr cm <sup>-3</sup> )	T1	622.0 <sup>a</sup>	4.64	2.07	616.24	627.76	616.00	626.00
	T2	624.6 <sup>ab</sup>	3.36	1.50	620.43	628.77	619.00	628.00
	T3	632.2 <sup>c</sup>	3.03	1.36	628.43	635.97	629.00	635.00
	T4	630.0 <sup>bc</sup>	5.70	2.55	622.92	637.08	622.00	635.00
Suda şişme 24 saat (%)	T1	15.24 <sup>b</sup>	0.31	0.14	14.85	15.63	14.90	15.70
	T2	13.6 <sup>a</sup>	0.44	0.20	13.05	14.15	13.10	14.20
	T3	16.46 <sup>c</sup>	0.52	0.23	15.82	17.12	15.80	17.10
	T4	15.46 <sup>b</sup>	0.49	0.22	14.86	16.08	14.86	16.10
Su alma 24 saat (%)	T1	78.14 <sup>a</sup>	0.52	0.23	77.50	78.78	77.40	78.60
	T2	78.52 <sup>ab</sup>	0.81	0.36	77.52	79.52	77.20	79.40
	T3	79.12 <sup>c</sup>	0.31	0.14	78.73	79.51	78.80	79.60
	T4	78.62 <sup>ab</sup>	0.65	0.29	77.81	79.43	77.80	79.40

\*Ortalama ANOVA için % 95 güven aralığı. a, b, c harfleri aynı harfle anlamlı olarak farklı değildir (Duncan testi).

Yoğunluk değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. T1 levhasında yoğunluğu 0.622 gr/cm<sup>3</sup> ölçülmüştür. T2 levhasının yoğunluğu 0.624 gr/cm<sup>3</sup> ve T3 levhasının yoğunluğu 0.632 gr/cm<sup>3</sup> ve T4 levhasının yoğunluğu 0.630 gr/cm<sup>3</sup> ölçülmüştür. Testlerdeki yonga levhaların yoğunlukları birbirine yakın ölçülmüştür. Çizelge 2'ye göre istatistiki ANOVA (Duncan) test hesaplama sonucunda T1, T2 ve T2, T4 arasında anlamlı bir fark yok iken T3'de anlamlı farklılık bulunmuştur. Gündüz ve Masraf (2005) çalışmalarında, yonga levhaların mekanik özelliklerine ağaç türü, levhanın özgül kütlesi, yongaların geometrisi,

tutkal türü ve miktarı, pres sıcaklığı, pres süresi, sermenin homojenliği ile bağlantılı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada yongalevhaların test sonuçlarına göre TS EN 312 (2012) standardına göre P2 sınıfına girmektedir.

24 saat suda şişme değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. T1 levhasında suda şişme değeri %15.24 ölçülmüştür. T2 levhasının suda şişme değeri %13.6 ve T3 levhasının suda şişme değeri %16.46 ve T4 levhasının suda şişme değeri %15.46 ölçülmüştür. Çizelge 1'e göre pres hızı ve pres sıcaklığı %15 artığında suda şişme değeri %10.76 oranında azalmıştır. %20 artığında suda şişme değeri %8.06

oranında artmıştır. %25 arttığında suda şişme %1.5 artmıştır. Çizelge 2'ye göre istatistiki ANOVA (Duncan) test hesaplama sonucunda (T1, T4), T2 ve T3 aralarında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Gündüz ve Masraf (2005) yaptıkları çalışmada fiziksel özellikler pres basıncı, pres sıcaklığı, presleme zamanı, kullanılan hammadde, tutkallama ve serme hataları telafi edilerek en iyi levhanın üretilebileceğini ifade etmişlerdir.

24 saat su alma değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. T1 levhasında su alma değeri %78.14, T2 levhasının su alma değeri %78.52, T3 levhasının su alma değeri %70.12 ve T4 levhasının su alma değeri %78.62 ölçülmüştür. Testlerdeki yongalevhaların su alma değeri TS EN 317 (1999)'a göre yapılmıştır. Çizelge 1'e göre pres hızı ve pres sıcaklığı %15 artığında su alma değeri %0.49 artmıştır. %20 arttığında

su alma değeri %1.25 artmıştır. %25 arttığında su alma %0.62 artmıştır. Çizelge 2'ye göre istatistiki ANOVA (Duncan) test hesaplama sonucunda (T2, T4) arasında anlamlı bir fark yok iken T1 ve T3 arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Presleme esnasında pres sıcaklığı, basıncı, presleme süresi optimize edilmelidir. Ashori ve Nourbakhsh (2008) çalışmasında, sıcak preslemede en önemli değişkenler; pres süresi, pres sıcaklığı, pres basıncı olduğunu ve presleme süresinde, yeterli pres sıcaklığı ve pres basıncında olmasını ifade etmişlerdir.

### Formaldehit Emisyonu

Bu çalışmada elde edilen formaldehit emisyonuna ait bulgular Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3: Yongalevhaların formaldehit analiz sonuçları

Testler	Test	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	Ortalama için %95 Güven Aralığı		Minimum	Maximum
					Alt Sınır	Üst sınır		
Formaldehit mg 100gr <sup>-1</sup>	T1	14.53 <sup>a</sup>	0.63	0.28	13.76	15.31	13.80	15.40
	T2	14.84 <sup>ab</sup>	0.36	0.16	14.40	15.29	14.30	15.30
	T3	15.16 <sup>ab</sup>	0.44	0.20	14.62	15.71	14.86	15.88
	T4	15.36 <sup>b</sup>	0.49	0.22	14.75	15.98	14.81	15.90

\*Ortalama ANOVA için% 95 güven aralığı. a, b harfleri aynı harfle anlamlı olarak farklı değildir (Duncan testi).

Formaldehit analiz sonuçları Çizelge 3'de gösterilmiştir. T1 levhasında formaldehit emisyonu 14.53 mg/100gr ölçülmüştür. T2 levhasının formaldehit emisyonu 14.84 mg/100gr ve T3 levhasının formaldehit emisyonu 15.16 mg/100gr ve T4 levhasının formaldehit emisyonu 15.36 mg/100gr ölçülmüştür. Formaldehit analizi perforatör EN 120 test yöntemine göre PB, MDF, OSB levhalarda limit değeri >8 mg/100gr ve ≤30 mg/100gr arasındaki ölçümler E2 sınıfında yer almaktadır (Boran ve Usta, 2010).

Deney çalışmaları T1, T2, T3 ve T4 formaldehit analiz sonucu standartta belirtilen limitlerine göre E2 sınıfında yer almaktadır. Boran ve ark. (2011) çalışmasına göre; odun bazlı levha ürünlerinde formaldehit bazlı tutkal ürünleri ile üretilen levha ürünlerinden formaldehit miktarı seviyesine göre E1 ve E2 olarak tanımlanmıştır. Burada E1'in anlamı levhaların test değeri EN standartlarını karşılayan ve sağlık açısından kanser riski, alerjik astıma sebep olabilecek, bu riski taşımayan ürün anlamına gelmektedir.

Çizelge 1'e göre pres hızı ve pres sıcaklığı %15 artığında, formaldehit emisyonu %2.13 artmıştır. %20 arttığında formaldehit emisyonu %4.32 artmıştır. %25 arttığında, formaldehit emisyonu %5.72 artmıştır. En düşük formaldehit emisyonu %15 pres sıcaklığı ve pres hızı artışında gerçekleşmiştir. En yüksek formaldehit emisyon ölçümü %25 artışta gerçekleşmiştir. Çizelge 3'e göre istatistiki ANOVA (Duncan) test hesaplama sonucunda T1, (T1, T2, T3) arasında anlamlı bir fark yok iken ve T4'de anlamlı farklılık bulunmuştur.

Eroğlu ve Usta (2000) yaptığı çalışmada, serbest formaldehitin iki farklı yolla odun bazlı levhalardan açığa çıktığını açıklamıştır. Bu çalışmaya göre; ilk yolla açığa çıkması sıcak pres esnasında üre ile reaksiyona giremeyen levha oluşumundan sonra ortaya çıkan serbest formaldehit, ikinci yolla açığa çıkan ise bu tür levhaların kullanım yerlerindeki sıcaklık ve rutubete bağlı olarak metil eter bağlarının deformasyonu sonucu açığa çıkan serbest formaldehittir.

## SONUÇ

Bu çalışmada; yongalevha üretim prosesin tüm parametreler aynı olmasına rağmen yongalevha üretiminde tek değişken pres hızı ve pres sıcaklığı olmuştur. Dolayısıyla artan pres hızı ve pres sıcaklığı %15 ve %20 artış oranlarında levhaların fiziksel testlerde minimal bir artış göstermiştir. Fakat pres hızı ve pres sıcaklığının %25 oranlarında artığında levhaların fiziksel testleri olumsuz yönde artış göstermiştir. Böylece pres hızı ve pres sıcaklığının %25 oranlarında artığında fiziksel test sonuçları artmıştır.

Yongalevha üretim hatları mevcut üretim kapasitelerinin üzerinde üretim yapabilme ve sıcak pres parametrelerini optimize ederek (pres hızı, pres sıcaklığı) kapasiteleri %20 oranında artabileceği görülmüştür. Yongalevha üretim kapasitesini %20 oranında artırılabilmesinden dolayı, üretim maliyetlerini düşürebilme olanağı sağlamaktadır. Kapasite artırılmasından dolayı piyasa şartlarında rekabet edebilirliğinin imkânı elde edilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tic. A.Ş., Kastamonu-Samsun Fabrikalar Direktörü Enüs KOÇ'a, Tutkal üretim müdürü Uğur ÇELİK'e yardımlarından dolayı teşekkür ediyorum.

## KAYNAKLAR

- Akbulut T (2000) Yonga Levha Endüstrisi, Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi, Nisan-Mayıs sayı 7 s.112-119.
- Ashori A, Nourbakhsh A (2008) Effect of Pres Cycle and Resin Content on Physical and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from The Underutilized Low- Quality Materials. *Industrial Crops and Products*, 28, 225-230.
- Bardak S, Nemli G, Sarı B, Baharoğlu M, Zekoviç E (2011) Effects of Density Profile and Hot Press Diagram on the Some Technological Properties of Particleboard Composite. *High Temperature Materials and Processes*. Volume 30: Issue 1-2.
- Biçer A (2014) Sodyum Karboksümetilselüloz (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.
- Boran S, Usta M (2010) Odun esaslı panellerde açığa çıkan formaldehit ve formaldehit sınırları hakkında bilgiler. 3. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, s. 1968-1975.

- Boran S, Usta M, Gümüşkaya E (2011) Decreasing formaldehyde emission from medium density fiberboard panels produced by adding different amine compounds to urea formaldehyde resin. *International Journal of Adhesion&Adhesive*, 31: 674-678.
- Gündüz G, 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*, 7 (8): 49-57.
- Grigsby W J, Carpenter J EP, Sargent, R (2014). Investigating the Extent of Urea Formaldehyde Resin Cure in Medium Density Fiberboard: Resin Extractability and Fiber Effects. *Journal of Wood Chemistry and Technology* Vol; 34, Issue 3, <https://doi.org/10.1080/02773813.2013.861850>
- Isoflov N, Vlcheva L, Ganev S (1991) The effect of the wood species on the physical and mechanical properties of particleboards, *Nauka-Gorata*, 28: 1, 87-92; 7 ref.
- He Z, Zhang Y, Wei W (2012) Formaldehyde and VOC emissions at different manufacturing stages of wood-based panels. *Building and Environment*, 47: 197-204.
- Eroğlu H, Usta M (2000) Lif Levha Üretim Teknolojisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 200, Fakülte Yayın No: 30, Trabzon, s. 351
- Iswanto A H, Azhar I, Supriyanto, Susilowati A (2014) Effect of resin type, pressing temperature and time particleboard properties made from sorghum bagasse. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 2014; 3(2): 62-66. doi: 10.11648/j.aff.20140302.12
- 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.
- Karaoğlu A D, Demir M M, Çarkacı M M (2018) Yonga levha üretim süreçlerinde pres süresinin enküçülenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilim Dergisi, 24(4), 658-664, 2018.
- Kim S, Kim H J (2005). Comparison of standard of methods and gas chromatography method in determination of formaldehyde emission from MDF bonded with formaldehyde based resins. *Bioresource Technology*. Vol; 96, Issue 13. pages 1457-1464.
- Mao A, Kim MG (2013) Low mole ratio urea–melamine–formaldehyde resins entailing increased methylene-ether group contents and their formaldehyde emission potentials of wood composite boards. *BioResources*, 8 (3): 4659-4675.
- Önem B (2018) MDFLAM üretiminde bazı faktörlerin düzlemde sapma değeri üzerine etkisinin belirlenmesi Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Özen R (1980) Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 30 Trabzon.
- Salem M Z M, Bohm M, Srba J, Berankova J (2012) Evaluation of formaldehyde emission from different types of wood-based panels and flooring materials using different standard test methods. *Building Environment*. 49:86–96
- TS 642-ISO 554 (1997) Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standart Atmosfer – Özellikler, TSE, Ankara
- TS-EN 309 (1999) Ahşap Yonga Levhalar, Tarif ve Sınıflandırma, TSE, Ankara.

- TS-EN 312-1 (1999) Yonga Levhalar, Özellikler- Bölüm 1: Bütün Levha Tipleri İçin Genel Özellikler, TSE, Ankara.
- TS-EN 312-2 (1999) Yonga Levhalar, Özellikler- Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların genel Özellikleri, TSE, Ankara.
- TS-EN 312-3 (1999) Yonga Levhalar, Özellikler – Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri, TSE, Ankara.
- TS EN 312 (2012) Yonga levhalar-özellikler, TSE, Ankara.
- TS EN 317 (1999) Yonga levhalar ve lif levhalar, Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, TSE, Ankara.
- TS-EN 323 (1999) Ahşap Yonga Levhalar, Özgül Kütleinin Tayin Edilmesi, TSE, Ankara.
- TS-EN 325 (1999) Ahşap Esaslı Levhalar, Deneş Parçalarının Boyutlarının Tayini, TSE, Ankara
- TS EN 326-1 (1999) Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma, Kesme ve Muayene-Bölüm 1: Deneş Numunelerinin Seçimi Kesimi ve Deneş Sonuçlarının Gösterilmesi, TSE, Ankara.
- TS 4894 EN 120 (1999) Ahşap esaslı levhalar, Formaldehit miktarının tayini, Ekstraksiyon metodu ile ayırma. TSE, Ankara.
- Ucuncu T, Durmaz E, Kaymakci A (2017) Characteristics of Hot-compressed Poplar Wood Boards. BioResources 12(4), 9038-9049.
- URL 1 (2020) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> accessed: 10.05.2020.