

Melamin ve Üre Formaldehit Tutkalı ile Üretilmiş Yonga Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Kadir DOĞAN^{1*}, Alperen KAYMAKCI²

¹ Kronospan Orman Ürünleri Kalite Güvence Müdürü, Kastamonu, Türkiye

²Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 11.05.2023

Kabul: 30.10.2023

Yayın: 15.12.2023

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmanın amacı, farklı melamin içeriğine sahip üre formaldehit (UF) tutkalı ile üretilen yonga levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, 8x2100x2800 mm boyutlarında yonga levha üretimi fabrika ortamında gerçekleştirilmiştir. Yongalevha üretiminde üretim reçetesine bağlı olarak yüzeylerde ve orta tabakada farklı oranlarda melamin içeriğine sahip tutkallar kullanılmıştır. Burada elde edilen verilere göre yüzey ve orta katmanlarda kullanılan tutkalın melamin içeriğinin artmasına bağlı olarak levha gruplarında 24 saatlik kalınlığına şişme oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında mekanik özelliklerden eğilme direnci ve çekme direnci belirlenmiştir. Eğilme direncine ilişkin sonuçlara göre; melamin ile modifiye edilen üre formaldehit reçineleri ile üretilen yonga levhaların eğilme direnci özelliklerinin genel olarak iyileştiği tespit edilmiştir. Çekme direncine ilişkin veriler incelendiğinde en yüksek çekme direncinin orta ve yüzey tabakasında % 2.5 oranında melamin içeren levha gruplarında olduğu tespit edilirken en düşük çekme direnci değerlerinin kontrol grubu olarak ifade edilen levha gruplarında (%0 melamin) belirlenmiştir. Serbest formaldehit emisyon değerlerinin ise artan melamin içeriğine bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Yonga levha (YL), melamin içeriği, üre formaldehit, mekanik ve fiziksel özellikler.

The Effect of Urea Formaldehyde (UF) Resins with Different Melamine Content on the Mechanical and Physical Properties of Particleboard Production

¹Quality Assurance Manager of Kronospan wood based Product, Kastamonu, Türkiye

²Department of Forest Industries Engineering, Forestry Faculty, Kastamonu University, Kastamonu, Türkiye

Article History

Received: 11.05.2023

Accepted: 30.10.2023

Published: 15.12.2023

Research Article

Abstract- The aim of this study was to investigate some physical and mechanical properties of particle boards produced with urea formaldehyde (UF) glue with different melamine content. For this purpose, particleboard with dimensions of 8x2100x2800 mm was produced. Depending on the production formulation, adhesives with different ratios of melamine content were used on the surface and core layer in particleboard production. According to the data obtained, it was determined that the swelling ratios of the board groups decreased in the thickness of 24 hours depending on the increase in melamine content in the surface and middle layers. According to the results related to bending strength, it was determined that the bending strength properties of particleboards produced with urea-formaldehyde resins modified with melamine generally improved. When the tensile strength values were examined, it was determined that the highest tensile strength was determined in the board groups containing 2.5% melamine in the core and surface layer, while the lowest tensile strength values were determined in the board groups expressed as control group (0% melamine). Free formaldehyde emission values were found to increase with increasing melamine content.

Keywords – Particleboard (PB), melamine content, urea formaldehyde, board mechanic, and physical properties

¹  k.dogan@kronospan.com.tr

²  akaymakci@kastamonu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Yonga levha, odun yongası parçalarının sıcaklık ve basınç altında tutkal ile bir araya getirilerek oluşturulan genellikle mobilya üretiminde kullanılan bir malzemedir (Bozkurt ve Göker, 1990). Yonga levha, ayrıca inşaat sektörü ve yük taşımacılığı işinde de yaygın şekilde kullanılmaktadır (Güler ve Sancar, 2016). Odun yongalarından üretilmiş levha olarak tanımlanması yonga levha için genel bir ifadedir. Yonga levha farklı şekil ve ebatlarda yongalar ile üretilmektedir (Thoemen et al., 2010). Yonga levha üretiminde genellikle, yüksek sıcaklık ve basınç altında reaksiyona giren üre formaldehit, melamin formaldehit vb. tutkallar ile az miktarda termoplastik tutkallar kullanılmaktadır. Odun esaslı levhalarının üretiminde ucuzluğu ve hızlı reaksiyon nedeniyle üre formaldehit (UF) tutkalı önemli oranda kullanılmaktadır. Levhayı oluşturmak için kullanılan tutkallar nedeni ile ortama yayılan formaldehit miktarı değişmektedir (Kalaycıoğlu ve Çolakoğlu, 1994). Levha sanayiinde genelde maliyet avantajları ve üretimde rahat kullanılabilirliği nedeniyle formaldehit esaslı reçineler tercih edilmektedir (Aydın vd., 2010). Bu tutkallardan olan üre formaldehit tutkalı dayanıklılığı ve ucuzluğu nedeniyle çok geniş bir uygulama alanında kullanılan yonga levhanın üretiminde tüketilmektedir (Nemli, 2002). Odun esaslı levha üretiminde kullanılan üre formaldehit, melamin üre formaldehit gibi tutkalların kullanımı, levha üretiminde ve kullanım yerlerinde formaldehit salınımı insan sağlığını tehdit etmektedir (Gündüz ve Ayan, 2014). UF ve MUF tutkalları gibi formaldehit esaslı reçinelerin bulunduğu levhalarda, üretim sürecinde ve daha sonraki aşamalarda, depolama ve kullanım alanlarında, çevreyi, canlıları ve insan sağlığını tehdit eden formaldehit ayrışması uzun bir süre devam etmektedir. Levha içerisinde bulunan ve dış ortama salınımı devam eden formaldehit emisyon miktarının azaltılması zorunlu hale gelmiştir (Aydın vd., 2010).

Tutkalın türü, miktarı, uygulama şekli gibi pek çok faktörler levha kalitesini etkilemektedir. Tutkal miktarının normal sınırlar içerisinde artması levha özelliklerini iyileştirirken maliyeti de artırmaktadır. Bu nedenlerden dolayı mümkün olan en az tutkal ile etkili bir yapıştırma sağlayıp optimum levha özellikleri elde etmek büyük önem taşımaktadır (Akbulut, 1999). Güler vd., (2016) tarafından yapılan çalışmada melamin ve üre formaldehit tutkalı ile yaptıkları çalışmada levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışma neticesinde elde edilen verilerden levhalarda mekanik dirençlerin daha yüksek olması istenildiğinde MUF tutkalı ile yapılacak üretimin daha verimli olacağını, tutkalların levhanın özelliklerini etkileyen en önemli etken olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma ile nemli ortamlarda ve şartlarda melamin üre formaldehit tutkalı ve amonyum klorür sertleştiricisi ya da melamin üre formaldehit tutkalı ve amonyum sülfat kullanılarak üretimin yapılmasının daha uygun olduğu, kuru şartlarda ise üre formaldehit tutkalı ile üretimin yapılmasının daha uygun olduğunu ileri sürmüşlerdir. Diğer bir çalışmada Şahin ve Çavdar (2019) MUF (melamin üre formaldehit) ve izosiyanat esaslı tutkal kullanımının yonga levhanın bazı özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Elde edilen deney sonuçlarına göre, numunelerin su içerisinde 24 saat kaldıktan sonra kalınlık şişme değeri ölçüm değerlerini %14'den daha düşük olarak bulmuşlardır. Yapılan tüm mekanik direnç test değerleri ile kontrol numuneleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı, fakat sadece vida tutma direnci değerinde bir farklılık olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı farklı melamin içeriğine sahip tutkal ile üretilen yonga levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda karışım halindeki yongalardan farklı melamin içeriğine sahip üre formaldehit tutkalı kullanmak suretiyle yonga levhaların üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen numunelerin yoğunluk, rutubet ve kalınlığına şişme gibi fiziksel özellikleri ile eğilme ve çekme direnci gibi mekanik özellikleri tespit edilmiştir. Ayrıca farklı oranlardaki melamin içeriğine bağlı olarak levhalarda serbest formaldehit miktarının nasıl bir değişim gösterdiği de belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Odun türleri ve karışım oranları

Bu çalışmada, üretilen 8mm kalınlıktaki yonga levhalarda, %40 oranında kavak, %10 oranında kayın odunu ve %50 oranında piyasadan toplanan çoğunluğu çam ve kavak ağacı karışımı şeklinde bulunan planya ve şerit

yongaları kullanılmıştır. Levha üretiminde yüzey ve orta tabakaya farklı seçeneklerde, katı madde oranı %60, melamin içeriği %0 olan üre formaldehit (UF) tutkalı ve katı madde oranı %60 melamin içeriği %2.75 olan melamin olan üre formaldehit (MUF, M:%2.75) tutkalı verilmiştir. Tutkal ve sertleştiricinin analiz değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Sertleştirici olarak su içerisinde %20 oranında çözeltisi hazırlanmış amonyum sülfat kullanılmıştır.

Tablo1
Tutkal özellikleri

Tutkal	F/Ü	Katı Madde (%)	Yoğunluk (kg/lt)	Viskozite (cPs)	pH	Jel Zamanı (sn)
UF (M:%0)	1.07	60	1.265	260	8.8	48
MUF (M:%2.75)	1.13	60	1.265	250	8.0	55

2.2. Levha üretimi

Üretim aynı koşullarda, iki farklı melamin oranına sahip üre formaldehit tutkalı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı melamin oranlarına sahip tutkallar levhaların yüzey ve orta tabakalarına ayrı olarak uygulanmıştır. Deneme levhaların üretimi fabrika ortamında tek katlı siempelkamp marka sürekli preste gerçekleştirilmiştir. Üretim detayları aşağıda anlatılmıştır. Üretim deseni Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2
Üretim deseni

Üretim deseni	Tutkal Cinsi ve Kombinasyon							
	UF %60 M:%0	UF %60 M:%0	UF %60 M:%0	MUF M:%2.75	MUF M:%2.75	UF %60 M:%0	MUF M:%2.75	MUF M:%2.75
	Yüzey	Orta	Yüzey	Orta	Yüzey	Orta	Yüzey	Orta
Deney Grubu	A		B		C		D	
Üretim	Yonga Levha 8mm x2100x2800 mm							
Pres Sıcaklığı (c°)	190							
Presleme Dön. (s)	101							
Presleme Fak. (s/mm)	6.1							
Tutkal Faktörü	7.5							

Levha üretimine hazırlık aşamasında odunlardan öncelikli olarak yongalama makinesi yardımıyla yonga elde edilmiştir. Daha sonra yongalar döner tip üç yollu tambur kurutucu yardımıyla yonga rutubeti %2-%3 olacak şekilde kurutulmuştur. Kurutulan yongalar sabit bıçaklı değirmenden geçirilerek üst tabakalarda ve orta tabakada kullanılmak üzere farklı ölçülerde yongalar elde edilmiştir. Daha sonra yongalar bantlı taşıyıcılar vasıtasıyla tutkal karıştırıcılarına aktarılmıştır. Tutkallama sonrası yongalar serme hattına yönlendirilmiştir. Levha üretimi tek katlı siempelkamp pres ile 190 C° pres sıcaklığında ve toplam 101sn presleme süresinde preslenerek numunelerin üretimi gerçekleştirilmiştir.

2.3. Deneyler

Üretilen numunelerin fiziksel özelliklerini belirlemek için yoğunluk değeri, rutubet ve kalınlığına şişme yüzdesi belirlenmiştir. Levha içerisindeki formaldehit içeriğinin belirlenmesi deneyleri perforatör yöntemine göre yapılmıştır. Mekanik özelliklerini belirlemek için ise iç yapışma direnci, eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü deneyleri universal test cihazı (IMAL IB 600) yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

2.3.1 Levha yoğunluk değeri

TS EN 323 (Anonim, 1999) standardına göre belirlenmiştir. Ölçülen numune ağırlığı (g), numunenin eni, boyu ve kalınlığı (mm) olarak bilgisayara kaydedilmiştir. Bilgisayar tarafından ağırlık (kg)'a çevrilip en, boy, kalınlık çarpımına (m³) olarak oranlanmasıyla bilgisayar tarafından numune yoğunluk değeri (kg/m³) olarak hesaplanmıştır.

$$\rho = \left(\frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \right) \times 100 \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1.1)$$

Burada; ρ = deney parçasının yoğunluğu (g/cm³), m=numune ağırlığı (g), b₁=numune parçasının eni (mm), b₂= numune parçasının eni (mm), t= numune parçasının kalınlığı (mm)

2.3.2. Levha içerisindeki rutubet miktarının tayini

TS EN 322 (Anonim, 1999) standardına göre yapılmıştır. Kurutma fırını (Etüv) kullanılmıştır. Deney kesim şemasına uygun olarak levhanın farklı yerlerinden 20 gr deney numunesi alınmıştır. Numune ağırlıkları numuneler alınır alınmaz 0,01 gr hassasiyete sahip terazide tartılmıştır. Numuneler, kurutma fırını cihazında 103 ± 2°C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulmuştur. Numuneler kurutma fırınından çıkartılarak tekrar tartılmıştır. Numunenin rutubet miktarı (r), yüzde olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$r = \left(\frac{mr - m_0}{m_0} \right) * 100 \text{ (\%)} \quad (5.1)$$

2.3.3. Kalınlığına şişme deneyi

TS EN 317 (Anonim, 1999) standardına göre yapılmıştır. Nüve marka BS 30 su banyosu cihazı kullanılmıştır. Numune ebatları 50 x 50 mm dir. Numunelerin ilk kalınlıkları ölçüldükten sonra 20°C sabit sıcaklıktaki suya dik olacak şekilde yerleştirilip, 24 saat bekletilmiştir. Sudan çıkarılan numunenin son kalınlığı ölçülür ve aşağıdaki formül yardımıyla 24 saatlik kalınlığa şişme değeri bulunmuştur.

$$\xi = \left(\frac{t_2 - t_1}{t_1} \right) * 100 \text{ (\%)} \quad (4.1)$$

Burada; t₁ = deney parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm), t₂ = deney parçasının suya daldırıldıktan sonraki kalınlığı (mm)

2.3.4. Eğilme direnci ve elastikiyet değeri

TS EN 310 (Anonim, 1999) standardına göre yapılmıştır. Deney için kullanılacak numune ebatları numune eni 50 mm, boyu (levha kalınlığı x 20 + 50 mm yani 270 mm) olarak alınmıştır. Numune üzerine uygulanacak sabit bir kuvvet ile numunenin kırıldığı en büyük kuvvet değerinde eğilme kuvveti ve elastikiyet değeri aşağıdaki formüller ile hesaplanmaktadır.

$$Ed = \left(\frac{3 \times F_{\max} \times l_1}{2 \times b \times t^2} \right) \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.1a)$$

Burada; Ed= eğilme direnci (N/mm²), F_{max}= en büyük kuvvet (Newton), l₁ = dayanak (destek) lerin eksenleri arasındaki uzaklık (mm), b= deney parçasının genişliği (mm), t= deney parçasının kalınlığı (mm)

$$Em = \left(\frac{I_3 \times (F_2 - F_1)}{4 \times b \times t^3 \times (a_2 - a_1)} \right) \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.1b)$$

Burada; Em= elastikiyet, I³= dayanak (destek)'lerin eksenleri arasındaki uzaklık (mesafe) mm, b= deney parçasının genişliği: mm, t= deney parçasının kalınlığı: mm, (F₂ - F₁) yüksek-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı: Newton, Yaklaşık olarak, en büyük kuvvetin %10 u, F₂ maksimum yükün %40 olmalıdır. (a₂ - a₁)= (F₂ - F₁) kuvvet artışı nedeniyle deney parçası uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışıdır (Anonim, 1999b).

2.3.5. Levha yüzeyine dik çekme deneyi

TS EN 319 (Anonim, 1999) standardına göre yapılmıştır. 50 x 50 mm ebatında kesilen numuneler öncelikle metal bloklara sıcak silikon tutkal ile yapıştırılmıştır. Numuneye uygulanan yük maksimum kuvvete ulaşıldığında numune ortadan ayrılmaktadır. Ulaşılabilen maksimum kuvvet makine tarafından otomatik olarak ölçülür ve aşağıdaki formüle göre çekme mukavemeti belirlenmiştir.

$$\zeta d = \left(\frac{F_{\max}}{a \times b} \right) (\text{N/mm}^2) \quad (3.1)$$

Burada; ζ_d = yüzeye dik çekme mukavemeti, F_{\max} = yük (kuvvet) (Newton), a = deney numunesinin eni (mm), b = deney numunesinin boyu (mm)

2.3.6. Levha içerisindeki formaldehit miktarının tayini

TS EN ISO 12460-5 (Anonim, 2016) standartlarına göre, perforatör metodu ile yapılmaktadır. Her gruptan 3'er numune üzerinde denemeler gerçekleştirilmiştir. Perforatör düzeneği ile levha içerisinden formaldehit ayrıştırıldıktan sonra formaldehit miktarını tespit etmek için kullanılan özel kimyasallar ile karıştırılarak spektrofotometre cihazında okutularak 1 litre kimyasal içerisinde bulunan mg olarak formaldehit miktarı bulunmuştur. Levha içerisinde bulunan formaldehit miktarı levha rutubetine bağlı olarak formül ile hesaplanmaktadır. Formaldehit içeriği belirlenirken kullanılan numunelerden aynı zamanda levha rutubet içeriği deneyi de yapılır. Levhanın formaldehit içeriği ile levhanın E sınıfı belirlenmektedir. 100 g numune içerisinde bulunan formaldehit içeriği

$$F = \leq 8mg / 100g \text{ E1 sınıfı,} \quad (6.1a)$$

$$F = > 8mg / 100g \text{ E2 sınıfı} \quad (6.1b)$$

olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim, 1999).

2.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmada istatistiksel değerlendirmeler SPSS 23 (IBM Statistics) istatistik paket programı kullanılmıştır. Faktörlerin etkinliğini belirlemek için Varyans analizleri (ANOVA) uygulanmış, farkın önemli çıkması halinde, Duncan testi uygulanmış ve elde edilen ortalama değerlerin arasındaki farklar karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

2 Bulgular ve Tartışma

Tablo 4'te farklı melamin içeriğine sahip üre formaldehit (UF) tutkalı ile üretilen yongalevhaların bazı fiziksel özelliklerine ilişkin veriler gösterilmiştir.

Tablo 4

Yongalevhaların fiziksel özellikleri

Levha ID	Birim Hacim Ağırlık (g/cm ³)	24 Saat Kalınlık Şişme (%)	Levha Rutubeti (%)
A	687 ^a (13.7)	28.6 ^a (3.3)	4.37 ^a (0.51)
B	682 ^b (1.4)	25.6 ^b (4.5)	4.12 ^b (0.11)
C	688 ^a (5.7)	24.7 ^{bc} (1.7)	3.97 ^{bc} (0.29)
D	688 ^a (13.1)	24.2 ^c (1.6)	3.92 ^c (0.35)

Tablo 4'de gösterilen veriler incelendiğinde; birim hacim ağırlık değerlerinin genel olarak benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir. Buradan farklı orandaki melamin içeriğinin genel olarak birim hacim ağırlığı üzerine etkisinin sınırlı olduğu söylenebilir. Yine Tablo 4'deki veriler incelendiğinde 24 saatlik kalınlığına şişme verileri incelendiğinde en yüksek sonuçların A grubu levha gruplarında (%28.6) olduğu tespit edilirken, en düşük 24 saatlik kalınlığına şişme değerlerine D grubu levha gruplarında tespit edilmiştir. Burada elde edilen verilere göre yüzey ve orta katmanlardaki melamin içeriğinin artmasına bağlı olarak levha gruplarında 24 saatlik kalınlığına şişme oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar literatürde verilen verilerle paralellikler göstermektedir. Akyıldız ve ark (2018) yapmış oldukları çalışmada farklı oranlarda melamin içeriğine sahip yönlendirilmiş yonga levhaların bazı özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar artan melamin oranına bağlı olarak yönlendirilmiş yonga levhaların kalınlığına şişme oranlarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Tablo 5
Yongalevhaların mekanik özellikleri

Levha ID	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Çekme Direnci(N/mm ²)
A	13.71 ^a (0.64)	0.42 ^a (0.02)
B	13.86 ^a (0.67)	0.43 ^{ab} (0.01)
C	13.90 ^a (0.61)	0.44 ^b (0.01)
D	15.01 ^b (1.18)	0.49 ^c (0.06)

Tablo 5'te farklı melamin oranına sahip üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların bazı mekanik özelliklerine ilişkin veriler gösterilmektedir. Tablo 5'te verilen eğilme direncine ilişkin sonuçlar incelendiğinde en yüksek eğilme direnci değerlerinin orta ve yüzey tabakasında % 2.5 oranında melamin içeren levha gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Yine Tablo 5'te verilen sonuçlar incelendiğinde artan melamin oranına bağlı olarak yonga levha grupların eğilme direncinin arttığı tespit edilmiştir. Bu durum literatürde farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ile paralellikler göstermektedir. No ve Kim (2007) melamin modifiye üre-formaldehit reçinelerinin yonga levha bağlayıcıları olarak değerlendirilmesi konusunda araştırmalar yapmışlardır. Çalışma neticesinde elde edilen verilere göre; araştırmacılar melamin ile modifiye edilen üre formaldehit reçineleri ile üretilen yonga levhaların mekanik özelliklerinin genel olarak iyileştiği tespit edilmiştir. Akyıldız ve ark (2018) melamin yoğunluğu ve karışım oranının yönlendirilmiş yonga levhanın bazı özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma neticesinde artan melamin oranına bağlı olarak yonga levhaların mekanik özelliklerinin iyileştiği belirlenmiştir. Tablo 5'te verilen çekme direncine ilişkin veriler incelendiğinde en yüksek çekme direncinin orta ve yüzey tabakasında % 2.5 oranında melamin içeren levha gruplarında olduğu tespit edilirken en düşük çekme direnci değerlerinin kontrol grubu olarak ifade edilen A gurubu levhalarda (%0 melamin) belirlenmiştir. Tabloda verilen sonuçlar incelendiğinde artan melamin oranına bağlı olarak tüm levha gruplarında çekme direnci değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 6'da gösterilen farklı melamin içeriklerine sahip yonga levhalara ilişkin serbest formaldehit emisyon değerlerine ilişkin veriler belirtilmiştir. Tablo 5'te verilen serbest formaldehit emisyon değerlerine ilişkin veriler incelendiğinde en yüksek serbest formaldehit emisyon değerinin orta ve yüzey tabakasında % 2.5 oranında melamin içeren levha gruplarında olduğu tespit edilirken en düşük çekme direncinin kontrol grubu olarak ifade edilen A gurubu levhalarda (%0 melamin) belirlenmiştir. Akbulut (1999), yaptığı araştırmada taslak rutubeti ve F/Ü mol oranının formaldehit emisyonu ve yonga levhaların bazı teknolojik özelliklerini incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda üç farklı F/U mol oranı belirlenmek suretiyle yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre F/U mol oranı düşük tutkal gruplarıyla üretilen Yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) formaldehit emisyonu değerlerinin daha düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Tablo 6
Yongalevhaların formaldehit emisyon değerleri

Levha ID	Formaldehit Emisyon Değerleri (mg/100g)
A	17,70 (2,42)
B	24,84 (0,68)
C	25,20 (0,89)
D	25,42 (1,10)

3 Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada farklı melamin içeriğine sahip üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş yonga levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışma neticesinde elde edilen veriler uyarınca artan melamin oranına bağlı olarak yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinde iyileşme olduğu tespit edilmiştir. Serbest formaldehit emisyon değerlerine ilişkin veriler incelendiğinde melamin içeriğinin artmasına paralel olarak artış göstermiştir. Yonga levha, MDF ve OSB gibi odun esaslı levhaların üretimlerinde kullanılan tutkalın serbest

formaldehit içeriği, TS EN ISO 12460-5 formaldehit perforatör yöntemi ile elde edilen, E1 emisyon sınır değeri 8 mg/100 g'dan küçük ise E1, emisyon sınır değeri 8 mg/100 g değerinden büyük ise E2 olarak sınıflandırılmaktadır. Serbest formaldehit emisyon değerlerine ilişkin bu verilere göre bu çalışma kapsamında üretilen yonga levhaların E2 sınıfına dahil olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri koordinasyon birimi başkanlığı tarafından KÜ-BAP03/2021-05 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Yazar Katkıları

Kadir Doğan: Deneylerin yapılması, verilerin elde edilmesi, verilerin analiz edilmesi, makalenin yazılması.

Alperen Kaymakçı: Çalışma konusunun belirlenmesi ve deney tasarımının yapılması, verilerin analiz edilmesi, makalenin yazılması.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Anonim (1999). TS EN 323 Ahşap Esaslı Levhalar. Birim Hacim Ağırlığı Tayini.
- Anonim (1999). TS EN 310 Ahşap Esaslı Levhalar. Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün tayini.
- Anonim (1999). TS EN 319 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar. Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının tayini.
- Anonim (1999). TS EN 317 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar. Su içerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini.
- Anonim (1999). TS EN 322 Ahşap Esaslı Levhalar - Rutubet Miktarının Tayini.
- Anonim (2016). TS EN ISO 12460-5 Ahşap Esaslı Levhalar. Formaldehit Salınımının Belirlenmesi. Bölüm 5: Ekstraksiyon (perforatör yöntemi).
- Akbulut, T. (1999). *Çeşitli Üretim Değişkenlerinin Yonga Levhanın Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi*. İ.Ü Orman Fakültesi Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, 19.02.1999, Bahçeköy, İstanbul.
- Aydın, İ., Demirkır, C., Çolak ve S., Çolakoğlu G. (2010), Çeşitli Ağaç Kabuğu Unlarının Kontrplaklarda Dolgu Maddesi Olarak Değerlendirilmesi. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs 2010 Cilt: V Sayfa: 1825-1833.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1990). Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Güler, C. ve Sancar, S.(2016). Yonga levha Fabrikasının Çalışma Prensibi ve Farklı Presleme Tekniğinin Levha Kalitesi Üzerine Etkisi. *Ormancılık Dergisi* 12(1) (2016) 1-10.
- Güler, C., Altıntaş, B. ve Yüksek, A.K. (2016), Melamin ve Üre Formaldehit Tutkalı ile Üretilmiş Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi. *Ormancılık Dergisi* 12(2) (2016) 143-152.
- Gündüz, M. ve Ayan, S. (2014), Melamin Kaplı Yonga ve Lif Levhalarda Formaldehit Emisyonu Belirleme Yöntemleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2014): 433-443.
- Kalaycıoğlu, H. ve Çolakoğlu, G.(1994). Çeşitli Ağaç Türlerinden Üretilmiş Kontrplak ve Yonga levhalardan, Üretim şartlarına bağlı olarak Formaldehit Çıkışının Sınırlandırılma İmkânları. *Tarım ve Ormancılık Grubu Projesi*, proje no, TOAG-935, Aralık 1994, Trabzon.
- Nemli, G. (2002). E1 Tipi Yonga Levha Üretimini Etkileyen Faktörler. *Tübitak Türk J.Agric For* 26 (2002) 31-36.
- Şahin, H.İ. ve Çavdar, V. (2019). PMDI İlaveli Melamin Üre Formaldehit (MÜF) Tutkalının Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Teknoloji ve Bilim Dergisi Araştırma Makalesi*. 7 (2019) 1957-1968.
- Thoemen, H., Irlle, M., Sernek, M. (2010), Wood Based Panel An Introduction for Specialists. *Published by Brunel University. Press*, 55 – 56.