

**MÜF TUTKALI İLE ÜRETİLEN ÇEŞİTLİ AĞAÇ TÜRÜ
KONTRPLAKLARINDA PRESLEME SÜRESİNİN FORMALDEHİT
EMİSYONUNA ETKİLERİ**

İsmail AYDIN^{1*}, Cenk DEMİRKİR¹, Gürsel ÇOLAKOĞLU¹, Semra ÇOLAK¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği
Bölümü, Trabzon/TÜRKİYE,

* iaydin@ktu.edu.tr, cenk@ktu.edu.tr, gursel@ktu.edu.tr, colak@ktu.edu.tr

Özet

Odun esaslı levha ürünlerinin üretiminde çeşitli avantajları nedeniyle önemli ölçüde kullanılan formaldehit esaslı reçineler üretim esnasında ve sonrasında insan sağlığı ve çevre için zararlı olan formaldehit ayrışmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada 2 mm kalınlığındaki doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve sakallı kızılğaç (*Alnus glutinosa subsp. Barbata*), soyma kaplamalarından melamin-üre formaldehit tutkallı kullanılarak üretilen 3 tabakalı kontrplakların formaldehit emisyonu üzerine presleme süresinin etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla üretilen kontrplaklar için 5 farklı (4, 5, 6, 7 ve 8 dk.) presleme süresi seçilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, pres süresindeki artışa bağlı olarak kontrplak levhalarından ayrılan formaldehit miktarlarında doğrusal bir azalma meydana gelmiştir. En fazla formaldehit emisyonu miktarı sarıçam kontrplaklarda belirlenirken, en düşük emisyon değerleri sakallı kızılğaç kontrplaklar için elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: MÜF, kontrplak, presleme süresi, formaldehit emisyonu

The Effects of Pressing Time of Plywood Manufactured from Different Types of Wood with MUF Glue on Formaldehyde Emission

Abstract

Formaldehyde has been linked to human health and environmental problems during and after manufacturing. In this study, it was researched that the effect of pressing time on formaldehyde emission of plywood panels produced from 2 mm-thick rotary cut veneers were obtained beech, alder, scots pine. MUF glue resin was used as adhesive. Five different pressing times will be chosen for three-ply plywood. As a result of this study; the highest formaldehyde emission values were found in the panels manufactured from scots pine while the lowest formaldehyde emission values were obtained for alder. Depending on the increase in the press time, formaldehyde emission of plywood panels decreased linearly.

Keywords: MUF, plywood, pressing time, formaldehyde emission

1. Giriş

Ahşap ekolojik, sürdürülebilir ve kullanımında esnek olmasından dolayı önemli bir yapı malzemesidir [1]. Ahşap ürünlere karşı artan talep ve ağaç hammadde varlığı ve kalitesindeki azalma nedeniyle kompozit odun ürünlerinin önemi giderek artmıştır. Bu da, orman ürünleri endüstrisindeki yapıştırıcı kullanımının çok büyük oranda artışına sebep olmuş ve odun hammaddesi kaynaklarının kullanımını geliştirmiştir [2]. Üretilen ahşap ürünlerinin büyük bir yüzdesinde üretimin bir aşamasında tutkal kullanılır [3]. Formaldehit esaslı reçineler çeşitli avantajları ve mükemmel performansları nedeniyle odun kökenli levha endüstrisinde önemli ölçüde kullanılmaktadır [4]. Bununla birlikte, üretilen formaldehit, melamin üretilen formaldehit gibi amino reçineler odun kompozit ürünlerinde formaldehit emisyonuna neden olan başlıca tutkallardır [5]. Yapılan çalışmalar formaldehite maruz kalanlarda solunum sistemi ve gözlerde rahatsızlık, bulantı, baş ağrısı, yorgunluk ve susuzluk hissi gibi sağlık bozukluklarının çok sayıda olduğunu göstermiştir. En önemlisi formaldehit kanserojen bir madde olarak sınıflandırılmıştır ve insanlarda üst yutak kanserine neden olabileceği belirtilmiştir [6].

Üre formaldehit, fenol formaldehit ve melamin formaldehit gibi tutkallar ise kontrplak imalat sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır [7].

Kontrplak en önemli odun kompozit malzemelerinden biri olup pek çok kullanım alanına sahiptir [8]. Kontrplağın genel kullanım yerleri olarak; taban döşemesi, ahşap prefabrik konut yapımında, beton ve betonarme kalıp tahtası, bölme elemanı, raf, tezgah, konteynır, kutu, sandık, trafik işaret levhası, reklam panosu, mağaza donanımı, depolama tankları, gemi ve yat güvertelerinde, otobüs ve minibüs gibi araçların taban döşemelerinde, ağır nakliye araçlarının (kamyon, tır) taban döşemelerinde, soğutma vagonları sayılabilir [9]. Özellikle inşaat kalıplarında defalarca kullanılabilmesinden dolayı kalıp maliyetleri daha aza indirilebilmekte, ayrıca sıva gerektirmeyen yüzeyler elde edildiğinden sıva maliyeti de düşük olmaktadır [10, 11]. 2010 yılında dünya kontrplak üretimi, ithalat ve ihracatta yaklaşık 19 milyar dolarlık bir piyasa değeri ile 81 milyon m³ den daha fazladır [8].

Kontrplak üretim kalitesini ve maliyetini etkileyen en önemli faktörlerden biri sıcak presleme olup, kontrplak üretiminde önemli bir aşamadır. Preslemede kontrplak kalitesini etkileyen ana parametreler ise pres süresi, sıcaklığı ve basıncıdır [12]. Presin istenen basınca ulaşmasından açılmaya başlamasına kadar geçen süreye pres süresi denir [13]. Pres süresi, tutkalın presteki sertleşme süresi ve uygulanan sıcaklığın orta tabakaya ulaşma zamanının toplamı kadardır. Pratikte her 1 mm levha kalınlığı için 1 dakika pres süresi yeterli görülmektedir [14].

Bu çalışmada 2 mm kalınlığındaki kaplamalardan 3 tabakalı olarak üretilen kontrplakların pres süresinin formaldehit emisyonu üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla 4,5,6,7 ve 8 dk. olmak üzere 5 farklı pres süresinde üretilen kontrplakların formaldehit emisyonu değerleri belirlenerek, ülkemiz kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ağaç türlerinden olan kayın, kızılğaç ve çam için formaldehit emisyonu açısından en uygun pres süreleri tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Doğu kayını ve sarıçam tomrukları, soyma işlemi öncesinde buharlama işlemine tabi tutulmuş olup, sakallı kızılağaç tomruklar buharlama işlemi uygulanmadan kesimden sonra taze halde soyulmuştur. Kaplama üretimi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Kontrplak Pilot tesisinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 80 cm. uzunluk ve 40 cm. çapa kadar soyma yapabilen kaplama soyma makinesi kullanılmıştır. Soyma işlemi sırasındaki yatay açıklık kaplama kalınlığının %85' i, düşey açıklık 0,5 mm olarak ayarlanarak, 2 mm kalınlığında 50 cm x 50 cm ebatlarında kaplama levhaları elde edilmiştir. Üretilen soyma kaplamalar; kaplama kurutma makinesinde, endüstriyel koşullarda yaygın olarak kullanılmakta olan 110°C sıcaklığında kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Kaplama levhalarının kurutma işlemleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Kontrplak Pilot tesisinde gerçekleştirilmiştir.

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan melamin üre formaldehit (MÜF) tutkal karışımı reçetesi, katı madde miktarlarına göre Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Levhaların üretiminde kullanılan tutkal reçetesi

Tutkal Karışımını Oluşturan Maddeler	Birim Ağırlık
%55'lik MÜF reçinesi	100
Buğday unu	30
NH ₄ Cl (%15'lik konsantrasyonda)	10

Kaplama levhalarının tutkallanmasında 4 silindirli tutkallama makinesi kullanılmıştır. Levhaların tek yüzüne 160 gr/m² olacak şekilde tutkal çözeltisi sürülmüştür. 3 tabakalı olarak hazırlanan taslak levhalar sıcak presleme işlemine tabi tutulmuştur.

Üç tabakalı kontrplak taslaklarının preslenmesi; laboratuvar tipi, presleme alanı 70x89 cm. olan ve elektrikle ısıtılan tek katlı bir hidrolik preste yapılmıştır. Presleme süresi, endüstride yaygın olarak kullanılan yöntemeye göre; levha kalınlığı esas alınarak her bir mm. kalınlık için yaklaşık 1 dakika olmak üzere 2 mm lik kaplamalardan 3 tabakalı olarak üretilen levhalar için 6 dakika olarak hesaplanmıştır. Bu süre temel alınarak çalışmanın amacı doğrultusunda, her bir grup için 6 dakikanın altında ve

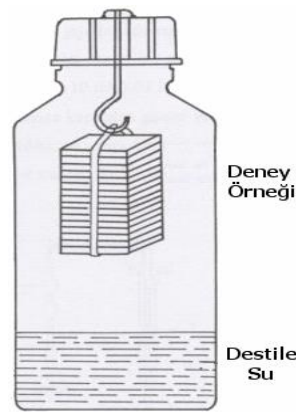
üstünde 2 şer dakika aralıklı farklı sürelerde de üretim yapılmıştır. Pres basıncı doğu kayını ve sakallı kızılağaç kontrplaklar için 12 kg/cm² ve sarıçam kontrplaklar için 8 kg/cm², pres sıcaklığı ise 110 °C olarak uygulanmıştır.

Presleme işleminden sonra üretilen kontrplaklar iç ve dış tabakalar arasındaki sıcaklık ve rutubet farklılığını gidermek amacıyla üst üste ve istif latası kullanılmaksızın istiflenmiştir. Bu şekilde üretilen kontrplak levhalarının tedrici olarak soğumaları sağlanarak biçim değıştirmeleri önlenmeye çalışılmıştır.

Her bir levha grubu için bütün tabakaları aynı ağaç türünden olmak üzere belirtilen ebatlarda 2' şer adet 3 tabakalı levhalar üretilmiştir.

2.1. Formaldehit Emisyonu

Üretilen kontrplak levhalarının formaldehit emisyonu değeri, EN 717-3 (EN 717-3, 1996) standardı uyarınca şişe yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu metoda göre, içerisinde 50 ml destile su bulunan 500 ml. lik polietilen şişelere, üretimi yapılan her levha grubuna ait 25x25xlevha kalınlığı (mm) boyutlarındaki örneklerden rastgele seçilen 15-17 g ağırlıktaki numuneler bir lastik yardımıyla destile suya değmeyecek şekilde asılmış ve şişenin ağzı sıkıca kapatılmıştır (Şekil 1). Şişeler 40 °C sıcaklıktaki fırında 3 saat tutulduktan sonra çıkarılmış ve içerisindeki örnekler uzaklaştırılarak kapakları kapalı şekilde 1 saat soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda şişelerden alınan çözeltiler analiz edilerek kontrplakların formaldehit emisyonu değeri belirlenmiştir.



Şekil 1. Şişe metodu deney düzeneği [EN 717-3]

3. Bulgular ve Tartışma

Deneme levhalarında her bir grup için belirtilen formaldehit emisyonu değerleri Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Deneme levhalarından ayrılan formaldehit miktarları

Pres Süresi (dk)	Formaldehit Emisyonu (mg/100g Tam Kuru Levha)		
	Kayın	Kızılağaç	Sarıçam
4	0,361	0,327	0,744
5	0,335	0,317	0,673
6	0,323	0,294	0,586
7	0,302	0,288	0,551
8	0,296	0,259	0,370

Tablo 2'den görüldüğü gibi, presleme süresinin artışına bağlı olarak tüm gruplarda, levhalardan ayrılan formaldehit miktarının azaldığı belirlenmiştir. Literatürde; ahşap esaslı levhalarda formaldehit emisyonunun kullanılan ağaç türüne, levha özelliklerine (kalınlık, yoğunluk, vb.), üretim parametrelerine (tutkal türü, miktarı, Ü/F mol oranı, pres süresi ve sıcaklığı) ve depolama koşullarına bağlı olduğu ifade edilmekte ve artan sıcaklık ve süre ile sıcak preste ayrılan formaldehit miktarının da arttığı vurgulanmaktadır [15]. Çalışma kapsamında pres süresine bağlı olarak levhalardan ayrılan formaldehit miktarında meydana gelen azalma, pres sırasında ayrılan formaldehit miktarının artması ve levhada kalan serbest formaldehit miktarının azalması ile izah edilebilir.

Çalışmada kullanılan ağaç türleri içerisinde en fazla formaldehit ayrışma miktarı sarıçam kontrplaklarında, en düşük emisyon değerleri ise kızılağaçtan üretilen levhalarda belirlenmiştir. Ağaç türlerinin formaldehit emisyonu üzerine etkilerini konu alan pek çok araştırma yapılmıştır [16-20]. Literatürde yumuşak ağaç türlerinin genel olarak sert ağaç türlerine nazaran daha fazla formaldehit ayrıştırdığı ifade edilmektedir [20].

Martinez ve Belanche'nin [19] kaplama üretiminde kullanılan ağaç türünün kontrplakların formaldehit ayrıştırma potansiyelini önemli ölçüde etkilediğini ifade ettikleri çalışmalarında, türler arasındaki bu farklılığı anatomik yapıya, özellikle poroziteye dayandırmaktadır. Ayrıca çalışmada, kontrplak üretiminde tutkallı teğet kesitli kaplama yüzeylerine uygulanması nedeniyle gaz halindeki formaldehitin çıkışı için pek çok odun elemanını geçmek zorunda olduğu ifade edilmekte ve geniş hücreli türlerin daha fazla formaldehit ayrıştırıyor olmasının bu durumu destekler nitelikte olduğu da vurgulanmaktadır. Kontrplaklarda dış tabakalarda kullanılan kaplamaların formaldehit ayrışmasını bir bariyer gibi engellemesi mantığından hareketle ele alınan bir çalışmada; kaplama kalınlığı arttıkça formaldehit emisyonunun azaldığı tespit edilmiştir [21]. Meyers ve George (1985), yaptıkları bir çalışmada, levha yoğunluğunun artması ile formaldehit ayrışma miktarının azaldığını ve levha kenarlarından ayrılan formaldehit miktarının yüzeylerden ayrılan formaldehite oranla daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir [22].

Aynı koşullar altında farklı ağaç türlerinden üretilen levhaların formaldehit emisyonu değerleri ağaç türünün kimyasal yapısına bağlı olarak ta değişebilmektedir. Çünkü odun türleri düşük miktarlarda olmakla birlikte tespit edilir ölçüde formaldehit içermekte ve odunun asli bileşenleri (selülöz, hemiselüloz, lignin) ve ekstraktif maddeler ortam koşullarına (pH, sıcaklık) bağlı olarak farklı oranlarda formaldehit ayrıştırabilmektedir [23]. Odun bileşenlerinin formaldehit emisyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; selüloz ve selüloz polimerizasyon derecesinin formaldehit ayrıştırma potansiyeli ile ilişkili olmadığı, hemiselüloz, lignin ve ekstraktiflerin önemli rol oynadığı belirlenmiştir [24]. Aynı çalışmada ekstraktiflerin formaldehit emisyonuna etkilerine dikkat çekilerek reçine asitlerince zengin çam türlerinin ladine göre çok daha fazla formaldehit ayrıştırdığı, bazı ekstraktiflerin ise formaldehit bağlayıcı bir etki göstererek formaldehit emisyonunu azalttığı ifade edilmektedir. Çalışmada kullanılan ağaç türleri içerisinde en yüksek formaldehit emisyonunun sarıçam kontrplaklarında tespit edilmesi; kullanılan ağaç türleri içerisinde en düşük yoğunluğa ve reçine asitlerince zengin bir yapıya sahip olması ile izah edilebilir. Kızılağaçtan üretilen kontrplakların daha düşük bir yoğunluğa sahip olması nedeni ile formaldehit emisyonu değerlerinin kayın kontrplaklardan daha yüksek olması beklenilebilir. Ancak yukarıda da bahsedildiği gibi yoğunluk önemli bir etken olmakla birlikte, levhalardan ayrılan

formaldehit ağaç türünün kimyasal yapısı ve bu yapıda meydana gelecek değişikliklerle de doğrudan ilişkilidir. Kayın kaplamalar buharlanmış tomruklardan, kızıl ağaç kaplamalar ise buharlanmamış tomruklardan üretilmiştir. Yapılan bir çalışmada buharlama ve yüksek sıcaklıkta kurutma işlemlerinin asetil gruplarını azalttığı ve bunun sonucunda formaldehit emisyonunun arttığı ifade edilmektedir [18]. Ayrıca farklı ağaç türlerinden aynı koşullarda üretilen levhaların formaldehit emisyonundaki farklılığın asetil gruplarının miktarı ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmektedir [4].

4. Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 112O819 nolu projenin sağladığı destekle tamamlanmış olup, yazarlar TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirler.

5. Kaynaklar

[1] Li W, Bulcke JV, Mannes D, Lehmann E, Windt I, Dierick M, Acker JV. Impact of internal structure on water-resistance of plywood studied using neutron radiography and X-ray tomography, *Construction and Building Materials* 2014; 73: 171-179.

[2] Aydın İ, Demirkır C, Çolakoğlu G. Çeşitli ağaç kabuğu unlarının kontrplaklarda dolgu maddesi olarak değerlendirilmesi, 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: 5, 2010: 1825-1833.

[3] Aydın İ, Colakoglu G, Colak S, Demirkır C. Effects of moisture content on formaldehyde emission and mechanical properties of plywood, *Building and Environment* 2006; 41: 1311–1316.

[4] Çolak S. Kontrplaklarda Emprenye İşlemlerinin Formaldehit ve Asit Emisyonu ile Teknolojik Özelliklere Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002, Trabzon.

- [5] Salem MZM, Böhm M, Berankova J, Srba J. Effect of some manufacturing variables on formaldehyde release from particleboard: Relationship between different test methods, *Building and Environment* 2011; 46: 1946-1953.
- [6] He Z, Zhang Y. Control of formaldehyde emission from wood-based panels by doping adsorbents: optimization and application, *Heat Mass Transfer* 2013; 49: 879–886.
- [7] Luo J, Luo J, Gao Q, Li J. Effects of heat treatment on wet shear strength of plywood bonded with soybean meal-based adhesive, *Industrial Crops and Products* 2015; 63: 281–286.
- [8] Demirkir C, Ozsahin S, Aydın I, Colakoglu G. Optimization of some panel manufacturing parameters for the best bonding strength of plywood, *International Journal of Adhesion & Adhesives* 2013; 46: 14–20.
- [9] Demir A. Yangın Geciktirici Emprenye Maddelerinin Çeşitli Ağaç Türlerinden Üretilen Kontrplakların Isıl İletkenliğine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014, Trabzon.
- [10] Çalışkan M, Kontrplak , *Laminat Dergisi* 2008; 10: 59, 71.
- [11] Demirkır C. Kontrplakların yapı maksatlı kullanım alanları ve sağladığı avantajlar, *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi* 2009; 9, 1-2: 68-76.
- [12] Li H, Li C, Chen H, Zhang D, Zhang S, Li J. Effects of hot-pressing parameters on shear strength of plywood bonded with modified soy protein adhesives, *Bioresources* 2014; 9: 5858-5870.
- [13] Özen R. Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 9, 1981, Trabzon.

- [14] Çolakoğlu G. Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 2004, Trabzon.
- [15] Marutzky R. Release of formaldehyde by wood products”, In: Pizzi, A. (Ed.), Wood Adhesives-Chemistry and Technology, Vol. 2. Marcel Dekker Inc., 1998, New York, Pages 307-387.
- [16] Roffael E. Formaldehyde Release from Particleboard and Other Wood Based Panels, Malayan Forest Records 1993; No. 37.
- [17] Meyer B, Boehme C. Formaldehyde Emission From Solid Wood, Forest Products Journal 1997; 47,5: 45-48.
- [18] Çolakoğlu G, Çolak S, Tüfekçi M. Einfluß der Dämpfung und Trocknung von Furnieren auf deren Acetylgruppengehalt und die Formaldehydabgabe von Sperrholz, Holz als Roh- und Werkstoff 1998; 56, 2: 121-123.
- [19] Martinez E, Belanche MI. Influence of Veneer Wood Species on Plywood Formaldehyde Emission and Content, Holz als Roh- und Werkstoff 2000; 58: 31-34.
- [20] Weigl M, Wimmer R, Sykacek E, Steinwender M. Wood-Borne Formaldehyde Varying with Species, Wood Grade, and Cambial Age, <http://www.allbusiness.com/environment-natural-resources/pollution/environmental/11819413-1.html#ixzz1cCuLkdFG>, 09.02.2015.
- [21] Groah WJ, Gramp GD, Rudzinski RJ. The Effect of Surface Ply Thickness on Formaldehyde Emissions from A Diffuse Porous Hardwood, Forest Products Journal 1992; 42, 7/8: 54-56.
- [22] Meyers B, George E, Mechanisms of Formaldehyde Release from Bonded Wood Products. In: Formaldehyde release from wood products, ACS Symposium Series, 316, 1985.

[23] Roffael E. Volatile Organic Compounds and Formaldehyde in Nature, Wood and Wood Based Panels, Holz als Roh und Werkstoff 2006; 64: 144-149.

[24] Schäfer M, Roffael E. On the Formaldehyde Release of Wood, Holz als Roh und Werkstoff 2000; 58: 259-264.