



# DOLGU MADDESİ OLARAK KULLANILAN PET ŞİŞE TOZUNUN (POLİETİLENTEREFTALAT) FORMALDEHİT EMİSYONUNA ETKİSİ

M.ÖZALP\* & M. ORDU\*\*

## Özet

Bu çalışmada, üre-formaldehit tutkalıyla üretilen okume kontrplaklarda dolgu maddesi oranının formaldehit emisyon etkisi araştırılmıştır. Tutkala dolgu maddesi olarak pet (poli etilen tereftalat) şişe tozları katılarak okume kaplamalardan kontrplak üretilmiştir. Tutkal çözeltisine, tutkal kuru madde miktarının % 0-10-20-30 oranlarında dolgu maddesi ilave edilmesiyle 4 çeşit kontrplak üretilmiştir. Deney örneklerine TS 4894' e göre formaldehit ayrışması deneyi uygulanmıştır.

Deneyler sonucunda, dolgu maddesi miktarının artmasıyla, formaldehit emisyonunda azalma görülmüştür.

## 1. Giriş

Ağaç malzemenin yoğun olarak kullanımı sonucu orman varlıkları hızla azalmaktadır. Bu husus ilgilileri orman varlıklarının daha etkili kullanılmasına, bilinçli tüketilmesine ve dolayısıyla ormanların daha iyi korunmasına yöneltmektedir(1).

Ağaç malzemenin yakacak olarak kullanılmasının büyük bir israf olduğu gibi, üretimde sadece masif malzeme olarak kullanılmasının verimsiz bir uygulama olduğu bilinmektedir. Bu noktada kontrplak üretimi, orman varlıklarının etkin ve verimli kullanılması faaliyeti olarak ortaya çıkmaktadır. Kontrplak üretimi ile, bir taraftan ağaç malzeme daha verimli değerlendirilirken, diğer taraftan direnç özellikleri yüksek, çalışması az, çeşitli kusurlardan arındırılmış, geniş yüzeyli ağaç levhalar elde edilmektedir(2).

Kontrplak endüstrisindeki gelişmeler diğer ilgili endüstrilerdeki gelişmelere bağlı olarak artmaktadır. Bu seyir, soyma kaplama üretim tekniklerinin ve sentetik tutkalların geliştirilmesiyle yeni boyutlar kazanmıştır. Bu alandaki bilimsel ve teknik çalışmalar, yeni ve fonksiyonel ürünler meydana getirirken çevreye verilen zararı en aza indirmek ve hedeflenen kaliteye ulaşmak ilkesi doğrultusunda devam etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Formaldehit, Kontrplak, Tutkal.

Kontrplak üretiminde kullanılan sentetik reçineler insan ve çevre sağlığına zararlı maddelerdir. Bu maddeler, kontrplak üretim kademelerinde çalışanlara zarar verdiği gibi kontrplağın kullanıldığı yerlerde de bazı zararlı etkileri görülmektedir(3). Sentetik reçinelerin esasını oluşturan formaldehit kullanım yerinde malzemeden ayrılarak havaya karışmakta, göz ve burun mukozasını tahriş edici etkide bulunmaktadır. Ayrıca nefes darlığı ve alerjik deri rahatsızlıklarına da yol açabilmektedir (4).

Bu çalışmada, pet şişe tozu dolgu maddesi olarak belli oranlarda tutkala katılarak, formaldehit emisyonuna etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca sıvı maddeler için önemli bir ambalaj maddesi olan pet şişe artıklarının dönüşümünü ve yeniden kullanılabilirliğini ortaya koyarak, bu maddenin çevreye verdiği zararı önlenmeyi de amaçlamıştır (5).

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada, kontrplak üretimi için okume kaplama , %55'lik üre formaldehit reçinesi, katkı maddesi olarak buğday unu, dolgu maddesi olarak doğramacı disk zımparasında toz haline getirilmiş ve 50-200  $\mu\text{m}$  elekten geçirilmiş pet şişe tozu ve %15'lik amonyum klorür kullanılmıştır.

#### 2.1.1. Formaldehit ayrışması numunelerinin hazırlanması

Deney örneklerinin kesileceği 60 cm x 60 cm x 0,4 cm boyutlarındaki kontrplak, dış tabakalarına 1.0 mm ve orta tabakasında 2.0 mm' lik kusursuz okume kaplamalar kullanılarak üretilmiştir. Bu üretim için hazırlanan tutkal çözeltisi maddeleri ve karışım oranları

Tutkal;

Kuru madde yüzdesi	% 55,
Üre formaldehit mol oranı	1/1, 74,
Özgül ağırlık	1.23 g / cm <sup>3</sup>
Viskozite ( 20 °C )	200 – 350 cp,
Sertleştirici ( % 15 amonyum klorür çözeltisi )	% 10,
Katkı maddesi ( Buğday unu )	% 15 kuru mad.,
Dolgu maddesi ( Pet şişe tozu )	% 0, 10, 20, 30,

özelliklerindedir. Tutkallama işlemi çift dozajlama silindirli tutkal makinesinde 160 g/m<sup>2</sup> tutkal sürülerek yapılmıştır. Dört tip kontrplak ( A1, A2, A3, A4) için sırasıyla pet şişe tozundan elde edilen dolgu maddesi % 0, % 10, % 20, % 30 oranlarında katılarak pres basıncı 12 N/mm<sup>2</sup>, pres sıcaklığı 120 °C, pres süresi 4 dakika

şartlarında elde edilmiştir. Kontrplaklar soğutularak çarpılmaması için gerekli tedbirler alınmış ve hava kurusu ortamda 3 hafta boyunca klimatize edilmiştir.

Deney numuneleri TS 4894 'e göre hazırlanmıştır. Deneme kontrplaklarından ayrıışan formaldehit miktarı perferatör metodu ile iyodometrik olarak belirlenmiştir. Bunun için, üretimden hemen sonra kenardan 500 mm içerden olmak şartı ile kontrplaklardan 20 x 20 x 4 mm boyutunda her bir deney grubu için 10 adet örnek alınmıştır. Alınan bu örnekler deney yapılıncaya kadar hava sızdırmayacak şekilde naylon torbalara konmuştur. Örneklerin kesilmesi sırasında örnek kenarlarının testere tarafından yakılmamasına ve yüzeylerde çatlak, budak bulunmamasına dikkat edilmiştir.

## 2.2. Metot

### 2.2.1 Formaldehit ayrışması deneyinin yapılışı

Formaldehit emisyonu deneyinin yapılmasında TSE 4894 standartlarına uygun olarak aşağıdaki yol izlenmiştir(6).

-Ekstraktör tüpünün altındaki musluk kapatıldı ve 1 litre damıtık su bu tüpe, 100 ml damıtık suda absorpsiyon kısmındaki erlene kondu.

-Cam balona damıtılmış 600 ml toluen ve ağırlığı  $\pm 0.1$  g hassasiyetle tartılan 105-110 g deney numunesinin ağırlığı kaydedildi.

-Damıtmaya başlanıldığında soğutucudan ilk toluen damlasının düştüğü görüldükten sonra damıtmaya 30 ml/dk sabit hızla 2 saat devam edildi. Bu işlem esnasında erlen içerisindeki suyun ekstraktöre doğru geri alınmamasına dikkat edildi.

-Damıtma süresi sonunda ısıtmaya son verildi ve cihaz soğumaya bırakıldı. Erlendeki suyun soğutucuya doğru, cihazın üst kısmını yıkayacak şekilde geri şifonlanması sağlandı.

-Erlene 200 ml damıtık su ilave edilerek cihazın denge basıncına ulaşması sağlandı.

-Ekstraktörün üst kısmındaki musluk açılarak bütün sıvıların yukarıdaki ölçülü balonda toplanması sağlandı. Bu işlem esnasında absorpsiyon erlenine tekrar 200 ml damıtık su ilave edilerek bu suyun ekstraktörden geçecek şekilde geri şifonlanması sağlandı.

-Ölçülü balon ve içindeki muhtevası 20 °C 'e kadar soğutulduktan sonra damıtık su ilave edilerek 2 litreye tamamlandı. Ekstraktörün boşaltılması esnasında herhangi bir şekilde gelen toluen pipet ile ayrıldı .

-Pipet ile ölçülü balondaki ekstraksiyon sıvısından 100 ml alınarak 500 ml' lik titrasyon cihazına kondu. 50 ml iyot çözeltisi ve 20 ml 1.0 mol / l olan sodyum hidroksit çözeltisi ilave edildi ve karanlık ortamda 15 dk bekletildi.

-10 ml seyreltik sülfirik asit çözeltisi ilave edildi ve sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renk soluk kahverengiden açık saman rengine dönüşüncüye kadar titre edildi. Birkaç damla % 1' lik nişasta çözeltisi ilave edildi ve titrasyona çözeltinin

rengi renksiz veya mat mavi oluncaya kadar devam edildi. Titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfatın hacmi kaydedildi.

-Aynı titrasyon işlemi 100 ml' lik damıtık su ile tekrar edildi ve referans hacmi bulundu.

### 3. İSTATİSTİK UYGULAMA

Dolgu maddesinin oranının, formaldehit ayrışması değerlerine etkisini incelemek için istatistiksel analiz yapılmıştır. Dörtlü karşılaştırmalarda F testi uygulanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda belirlenen değerler arasında fark olup olmadığı varyans analizi ile tespit edilmiş, Duncan testiyle de hangi değerlerin birbirlerinden farklı olduğu saptanmıştır(7).

Dolgu maddesi miktarının formaldehit ayrışmasına etkisi tesbit edilmesi amacıyla A1, A2, A3, A4 tipi kontrplakların formaldehit ayrışması değerleri karşılaştırılmıştır.

### 4. BULGULAR

Dolgu maddesi karışım oranına göre farklılık arzeden A1, A2, A3, A4 tipi kontrplaklardaki dolgu maddesinin formaldehit ayrışmasına etkisi sonuçlarına uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1. Formaldehit ayrışmanın varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Varyans / Ort	F	P
Gruplar arası hata	3	3574,745	A=1191,581	291,197 > 4,007	0,95 Önem düzeyinde
Gruplar içi hata	8	32,738	B=4,092		
Toplam	11	3607,481	C=327,952		

$F_{\text{hesaplanan}} > F_{\text{tablo}}$  olduğundan formaldehit ayrışması değerleri arasında fark vardır. Bu sonuçlardan dolgu maddesi miktarının formaldehit emisyonuna etkisi olduğu söylenebilir.

Varyans analizi sonucu belirlenen farkın dolgu maddesi miktarları arasındaki önem derecesini belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır.

Duncan testi tablosundan gruplar içi serbestlik derecesine ve % 5 önem düzeyine göre ( $\alpha=0,05$ ) p değerleri belirlenerek standardize edilmiş değişim aralıkları Tablo 4.2' de verilmiştir.



Tablo 4.2. Standardize edilmiş değişim aralıkları

P	2	3	4
Standardize edilmiş değişim aralıkları (% 5 için)	3,26	3,39	3,47
LSR ( en küçük anlamlı fark aralığı )	3,804	3,956	4,049

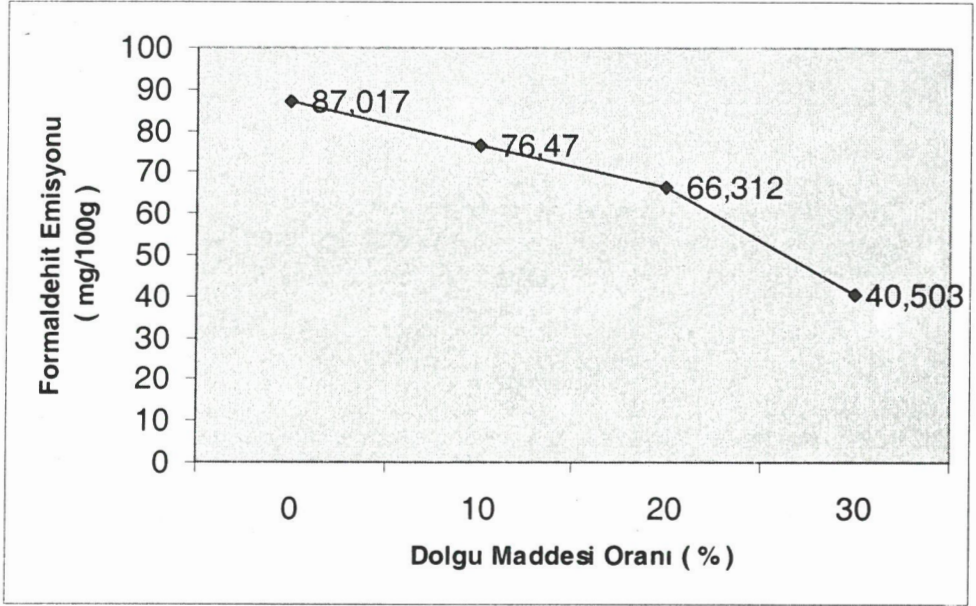
Grupların formaldehit emisyonu değerlerinin aritmetik ortalamaları küçükten büyüğe doğru sıralanarak aralıklar belirlenmiş ve aralıkların farkları hesaplanmıştır. Bu sonuçlar Tablo 4.2' deki LSR değerleri ile karşılaştırılarak aritmetik ortalamalar arasındaki fark Tablo 4.3' de verilmiştir.

Bütün levhalar arasındaki farklar LSR değerinden büyük olduğu için araştırma sonucu bulunan formaldehit değerleri arasındaki fark % 95 ihtimalle gerçekte de vardır.

Tablo 4.3. Aritmetik ortalama farkları ve LSR değerleri

A4	A3	A2	A1		
X1	X2	X3	X4		
40,503	66,312	75,47	87,017		
ARALIKLAR		FARK	P	LSR	% 95 için
$X_4 - X_1 = 87.017 - 40.503$		46.514	4 <	4.049	Önemli
$X_4 - X_2 = 87.017 - 66.312$		23.705	3 <	3.956	Önemli
$X_4 - X_3 = 87.017 - 76.470$		10.547	2 <	3.804	Önemli
$X_3 - X_1 = 76.470 - 40.503$		35.967	3 <	3.956	Önemli
$X_3 - X_2 = 76.470 - 66.312$		10.158	2 <	3.804	Önemli
$X_2 - X_1 = 66.312 - 40.503$		25.809	2 <	3.804	Önemli

Tablo 4.3' de görüldüğü gibi dolgu maddesi miktarı arttıkça formaldehit ayrışması azalmaktadır. En düşük formaldehit ayrışması değeri, tutkal katı madde miktarına oranla % 30 oranında dolgu maddesi içeren tutkalla üretilmiş A<sub>4</sub> levhalarında tespit edilmiştir. Dolgu maddesi miktarının formaldehit ayrışmasına etkisi Şekil 4.1' de verilmiştir



Şekil 4.1. Dolgu maddesi miktarının formaldehit ayrışmasına etkisi

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, dolgu maddesi pet şişe tozu miktarı farklı olan tutkallarla dört çeşit kontrplak üretilmiştir. Bu levhalarda, insan sağlığı açısından önemli bulunan formaldehit emisyonu değerleri incelenmiştir.

Dolgu maddesi miktarının artması formaldehit emisyonunu azaltmaktadır. Farklı oranlarda dolgu maddesi içeren tutkallarla üretilen tüm levhaların formaldehit emisyonu değerlerinde belirgin bir farklılık vardır. En yüksek değer hiç dolgu maddesi içermeyen A<sub>1</sub> levhalarında ( 0,870 g ), en düşük değer ise % 30 oranında dolgu maddesi içeren A<sub>4</sub> levhalarında ( 0,405 g ) tespit edilmiştir.

Dolgu maddesi oranının:

- % 0' dan % 10' a çıkmasıyla formaldehit ayrışması % 12,
- % 10' dan % 20' ye çıkmasıyla formaldehit ayrışması % 13,
- % 20' den % 30' a çıkmasıyla formaldehit ayrışması % 39,
- % 0' dan % 30' a çıkmasıyla formaldehit ayrışması % 54,

oranında azalmıştır.

Dolgu maddesi miktarının artmasıyla formaldehit emisyonunun azalması, dolgu maddesi olarak kullanılan pet tozunun formaldehiti tutucu etki yapmasıyla açıklanabilir. Pet bir miktar formaldehiti levha içinde tutarak emisyonu azaltmaktadır. Formaldehit ayrışmasının düşük olması ise çevre kirlenmesinin en aza inmesi bakımından önem taşımaktadır.

Yapılan bu çalışma sonucunda;

Dolgu maddesi olarak kullanılan pet tozunun, formaldehit ayrışmasını azalttığı tespit edilmiştir. İnsan ve çevre sağlığı açısından kontrplak üretiminde dolgu maddesi olarak pet tozu kullanılmasının uygun olacağı ortaya çıkmaktadır. Böylece, atık pet şişeler de değerlendirilmiş olacaktır.

## 6. KAYNAKÇA

- [1] Bozkurt, Y., 1986 Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ .Ü. Orman Fakültesi Yayınları , İstanbul.
- [2] Çolakoğlu, G., 1993, Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları (yayınlanmamış), Trabzon.
- [3] Büyük Larouse Sözlük ve Ansiklopedesi, 1993, Formaldehit, cilt 8, 4198s. Pet, cilt 18, 9493s.
- [4] Coplugil, E., 1993, Formaldehit ve formaldehit Reçineleri Orenko- 93 Bildiri Metinleri, 84-92s., Trabzon.
- [5] Özalp, M., Kontrplaklarda dolgu maddesi oranının eğilme mukavemeti ve formaldehit ayrışmasına etkisi, Y. Lisans tezi, Dumlupınar Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 1996.
- [6] TSE – Atıfta bulunan türk standartları: TSE 4894 (1986).

[7] Ural, K., 1979, İstatistik yöntemleri ve uygulamaları, İstanbul.

## THE EFFECTS OF THE PET-BOTTLE POWDERS USED AS ADULTERANT TO FORMALDEHYDE EMISSION

M. ÖZALP\* & M. ORDU\*\*

*Abstract.* In this study, the effect of the rate of adulterant to the decomposition of formaldehyde in okoume plywoods which are produced with urea formaldehyde adhesive is examined.

As adulterant, powder of PET bottle is added to the formaldehyde adhesive and plywood is produced from okoume veneer. With the addition of the adulterant to the rate of % 0-10-20-30 the quantity of adhesive dry material into the adhesive solution, 4 kinds of adhesive were prepared.

In these plywoods, the decomposition of formaldehyde experiments according to TS 4894 were carried out and the results have been compared.

As a result, it was concluded that decomposition of formaldehyde decreases, with the increase of the quantity of adulterant.

*Key Words: Formaldehyde, Plywood, Adhesive*

\*Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, Kütahya, TÜRKİYE.  
[mozalp43@hotmail.com.tr](mailto:mozalp43@hotmail.com.tr)

\*\* Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, Kütahya, TÜRKİYE.  
[mustafaordu@dumlupinar.edu.tr](mailto:mustafaordu@dumlupinar.edu.tr)