



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

## Melamin Kaplı Yonga ve Lif Levhalarda Formaldehit Emisyonu Belirleme Yöntemleri

Murat GÜNDÜZ<sup>a,\*</sup>, Suat AYAN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Mobilya ve Dekorasyon Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Böl., Teknoloji Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: mgunduz@tse.org.tr

### ÖZET

Odun esaslı levhalarda bağlayıcı olarak kullanılan üre formaldehit, melamin üre formaldehit gibi kimyasallar kullanımı her geçen gün önemi artan bir sorun haline gelmiştir. Levhaları üreten ve satan işyerlerinde ve daha sonra son ürün olarak kullanılan ev, işyeri ve okul gibi mekanlarda kansorejen etki gösteren formaldehit salınımı insan sağlığını tehdit etmektedir. Formaldehit emisyonu ile ilgili Avrupa ülkeleri, Amerika ve diğer gelişmiş ülkelerde yasal zorunluluk gereği sınırlamalar getirilmiş ve CARB, E1 belgelendirmeleri ile odun esaslı ürünler sertifikalandırılmaktadır.

Bu çalışma, melamin kaplı yonga ve lif levhaların oda metodu (TS EN 717-1) ve gaz analiz metoduna (TS EN 717-2) göre formaldehit emisyonlarının ölçülmesi, ne kadar zaman içerisinde azaldığı ve formaldehit salınımının insan sağlığına olan etkilerini açıklamak ve konuya dikkat çekmek amacıyla yapılmıştır.

Çalışma sonucunda; melamin kaplı yonga ve lif levhaların formaldehit emisyonlarının oda metodunda deneye başlandığından itibaren 10. ölçüm günü içerisinde denge durumuna geldiği tespit edilmiştir. Gaz analiz metoduna göre de 3. aydan itibaren emisyonun azaldığı 7. ayda en düşük seviyelere geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca sıcaklık, rutubet, havalandırma gibi ortam şartlarından ve formaldehit tetikleyici ürünlerden çabuk etkilendiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Formaldehit emisyonu, belgelendirme, melamin kaplı yonga ve lif levha

## Methods of Determining Formaldehyde Emission from Melamine Faced Particle Boards and Fibreboards

### ABSTRACT

Usage of chemicals like urea formaldehyde and melamine urea formaldehyde as binders in wood-based panels has become more and more important of an issue as time goes by. Emission of carcinogenic formaldehyde in work places where they are manufactured and sold and later during usage as final products in houses, work places and schools threatens human health. Limits on formaldehyde emission based on legal obligation are imposed in European states, USA, and other developed countries and wood-based panels are certified with CARB,E1 certification systems.

This study aims to measure formaldehyde emissions from melamine faced particle boards and fibreboards according to standards TS EN 717-1 and TS EN 717-2, determine the time of decrease of emission, explain hazardous effects of emission on human life and attract attention to this issue.

As a result of this study, It is concluded that formaldehyde emission from melamine faced particle boards and fibreboards becomes stable in 10 days after chamber tests are started. It is determined that emission decreases after the third month and reaches minimum levels at the seventh month according to gas analysis method and that emission is easily effected from environmental conditions like temperature, moisture, ventilation and surrounding formaldehyde emitting products.

**Keywords:** Formaldehyde emission, certification, melamine faced particle board and fibreboard

## I. GİRİŞ

**A**HŞAP malzeme en fazla mobilya sektöründe kullanılmaktadır. Mobilyalar, özellikle kapalı ortamlar olmak üzere günlük yaşam alanlarımızda farklı ihtiyaçlarımızı karşılamak için yaygın olarak kullandığımız büyük bir kısmı ahşap malzemelerden üretilmiş ürünlerdir. Her geçen gün artan ihtiyaçlara cevap vermek amacıyla mobilya sektöründe birçok gelişme olmakta ve bu gelişmelerin beraberinde getirdiği değişim her zaman kullanıcıların lehine olmamaktadır [1].

Lif levha ve yonga levha mobilya sektörünün temel yapı malzemelerindedir. Bu levhaların üretiminde kullanılan üre formaldehit, melamin üre formaldehit tutkalları uygulamaları kolay ve fiyatlarının uygun olduğundan dolayı en çok tercih edilen bağlayıcılarıdır. Ancak bu tutkalların kullanımının insan sağlığına etkileri son yıllarda artan bir sorun olmaya başlamıştır. Bu tutkalların üretiminde kullanılan formaldehit orman endüstrisi sektöründe en yaygın olarak bilinen kapalı ortam kirleticisidir. Formaldehitin özellikle kapalı ortamlardaki insan sağlığına etkileri ve yol açtığı hastalıklar aşikârdır [2].

İnsanların zamanlarının büyük bir bölümünü geçirdiği kapalı ortamlar; konutlar, okullar, işyerleri, kapalı spor salonları, eğlence yerleri gibi mekânlardır. Kapalı ortamlarda ısı, ışık, gürültü gibi faktörlerin yanı sıra ortam havasının da burada yaşayan kişilerin sağlıkları, rahatlıkları, verimlilikleri ve refleksleri üzerine etkileri vardır. Ancak bu etkinin yeterince önemsenmemesinin nedeni, kapalı ortam hava kirliliğinin etkileri genellikle uzun sürede ortaya çıkması, yaşamı ve sağlığı doğrudan ya da acil olarak tehdit etmemesidir [3]. Evlerde tipik formaldehit kaynakları üre formaldehit tutkalı ile üretilen levha ürünleridir. Bunlar içinde özellikle MDF ürünleri en fazla formaldehit yayan ürünlerdir. Yapılan deneylerde formaldehit ve uçucu organik bileşiklerin MDF’ den yapılan büro mobilyalarından aylarca yayılabildiği belirlenmiştir. Mobilyalardan ortama formaldehit yayılımı, ortam sıcaklığı ve nemin artması ile artış göstermektedir [2]. Buna ek olarak lif levhada yonga levhaya göre daha fazla formaldehit emisyonu olduğu tespit edilmiştir [4]

Formaldehit; genel olarak renksiz, keskin ve kötü kokulu bir madde olarak tanımlanmaktadır. Orman ürünleri endüstrisinde ise üre, melamin ve fenol tutkalları ile kondense edilerek yonga levha, lif levha, kontrplak, gibi odun esaslı kompozit malzemelerin üretiminin yapıştırıcı olarak günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır [5]. Formaldehit emisyonuna etki eden başlıca faktörler; odun türü, Ü/F mol oranı, sertleştiricilerin türü, pres koşulları, tutkal miktarı, depolama süresidir. Ayrıca, formaldehit emisyonunu azaltmak için formaldehit tutucuların kullanımı da önemlidir [6].

Kapalı ortam kirleticilerinden formaldehit, sağlığa etkileri ve ortamında kirletici olarak yaygın olarak rastlanmaları nedeniyle önemlidir. ÜF kapalı ortam kirleticilerinden en basit olanı ve en sık saptananıdır. Evlerde yapılan araştırmalarda yüksek miktarlarda saptanabilmektedir. Aksakal F.N. ve diğ. [1]’ de Ankara’da yaptıkları araştırmada, kentsel ve kırsal alanlardaki evlerde yaptıkları bir çalışmada evlerde oturma odası ve mutfaklarda formaldehit düzeylerinin izin verilenden yüksek düzeyde olduğu ve ev sakinlerinde göz yaşarması, burun akması, boğaz kuruluğu, gibi sağlık sorunları görülmesi ile formaldehit düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu saptamışlardır. 2004 yılına kadar, formaldehit Dünya Sağlık Organizasyonu (WHO) tarafından insanlar için muhtemel kanserojen madde grubu içerisinde yer almaktadır (Grup 2A). Ancak 2004 yılında Dünya Sağlık Organizasyonuna bağlı Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) mevcut bilimsel veriler temelinde formaldehitin yeniden sınıflandırılmasını hatta ‘Grup 1, İnsanlar için kanserojen sınıfa’ dâhil edilmesini önermiştir. İş yerlerindeki emisyon seviyeleri, son yıllarda yapılan çalışmalar ve teknolojik ilerlemeler neticesinde hızlı bir şekilde gerilemiştir [7].

Bu çalışmada amaç; hammadde olarak odun esaslı levhalar kullanılarak üretilen ürünlerin insan sağlığına olan etkilerini güncel olarak aktarmak, bu levhalarda meydana gelen formaldehit

emisyonunun ne kadar zaman içerisinde en az seviyeye indiğini TS EN 717-1 ve TS EN 717-2 standartlarına göre belirlemek ve ülkemizde Avrupa, Amerika ve diğer ülkeler de olduğu gibi formaldehit emisyonu ile ilgili yasal düzenlemelerin ve sınırlamaların hazırlanması için katkıda bulunmaktadır.

## II. MALZEME v YÖNTEM

### *A. MALZEME*

Bu çalışmada melamin kaplı yonga levha ve lif levha kullanılmıştır. Numuneler ülkemizde üretim yapmakta olan bir firmada Aralık 2012 tarihinde üretilmiştir ve üretim tarihinden bir hafta sonra firma deposundan tam levha olarak, rastgele örnekleme ile temin edilmiştir. Numuneler firmanın piyasaya sürdüğü ürünlerindedir. Herhangi bir özel muameleye tabii tutulmamıştır. Numunelerin alınması ve deney parçalarının kesilmesi TS EN 326-1 [8]'e uygun olarak yapılmıştır. Deneyler için kullanılan melamin kaplı yonga levhaların yoğunlukları 634 kg/m<sup>3</sup> ve lif levhaların yoğunlukları 705 kg/m<sup>3</sup> olarak TS EN 323 [9]'e göre bulunmuştur.

### *B. YÖNTEM*

Deneyler, bu metotlardan TÜRKAK'tan akredite olan Türk Standardları Enstitüsü Gebze Yapı Malzemeleri Laboratuvarı Ahşap Bölümünde yapılmıştır.

Bu çalışmada levhaların formaldehit emisyon değerlerini belirlemek için iki farklı metot kullanılmıştır.

#### *Oda Metodu ile Formaldehit Emisyonu Tayini*

Oda metodunda; TS EN 717-1/Nisan 2006 [10] 'Ahşap Esaslı Levhalar- Formaldehit Salınımı Tayini- Bölüm 1: Oda Metodu ile Formaldehit Yayılması' standardı kullanılmıştır. Bu metot, yaşanan ortam ile aynı iklim şartlarına sahip bir iklimlendirme odasındaki denge durumu konsantrasyonuna dayanılarak ahşap esaslı levhalardan kaynaklanan formaldehit yayılmasının tayini için kullanılmaktadır. Bu metotta Şekil 1.'deki Timber Test markalı 1 m<sup>3</sup>'lük deney odası kullanılmıştır. Melamin kaplı yonga levha numuneleri 21 gün boyunca deneye tabi tutulmuş ve 28 adet numune alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Melamin kaplı lif levha numuneleri 19 gün boyunca deneye tabi tutulmuş ve 30 adet numune alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Deneylere denge durumuna gelinceye kadar devam edilmiştir. Numuneler, 500 mm\*500 mm\*18 mm boyutlarında 2'şer adet, kesilip hava giriş ve çıkışı olmayacak şekilde paketlenmiştir.

Deneye başlamadan bir gün önce cihaz açılmış ve Tablo 1'de verilen deney şartlarına ayarlanmıştır. Ertesi gün boş olan cihazdan numune alma işlemi yapılmış ve cihaz içerisinde formaldehitin olup olmadığı kontrol edilmiştir.

**Tablo 1.** Deney Şartları

Sıcaklık	23±0,5°C
Nispi Nem	%45±3
Yükleme Faktörü	1,0±0,02m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Hava Değişim Oranı	1,0±0,05 saat
Deney Parçaları Yüzeyindeki hava akış hızı	0,1'den 0,3'e kadar m/s



Şekil 1. Timber Test markalı 1 m<sup>3</sup> lük deney odası

Deney numuneleri paketten çıkarılmış ve alüminyum bant ile iki kenarın tamamı ve üçüncü kenarın yarısı Şekil 2’de görüldüğü gibi bantlanmıştır.



Şekil 2. Oda metodu deney numuneleri



Şekil 3. Numunelerin cihaza yerleştirilmesi

Numuneler cihaza Şekil 3’ de gösterildiği gibi yerleştirilmiştir ve deney başlatılmıştır. Numunelerden yayılan ve oda içerisindeki hava ile karışan formaldehitin tespiti için her gün iki defa olmak üzere numune alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Numune alma işleminde içerisinde en az 25 ml saf su bulunan iki adet gaz yıkama şişesi kullanılmıştır (Şekil 4.). Odadaki, havanın 120 L’ lik kısmı periyodik olarak numune alma esnasında bir saat boyunca yıkama şişelerinin içinden 2 L/dakika bir hızla geçirilerek havadaki formaldehitin saf suyun içerisinde kalması sağlanmıştır. Saf suyun içerisinde biriken formaldehit miktarının tespiti asetil aseton metodu kullanılmıştır. 50 ml’ lik ölçülü balonlara içerisine, soğrulan çözeltinin her birinden 10 ml alınarak bunların üzerine 10 ml asetil aseton ve 10 ml amonyum asetat çözeltisi ilave edilmiştir. Balonların ağzı kapatılmış ve 40 °C sıcak suda 15 dakika ve 1 saat karanlık odada reaksiyonun tamamlanması amacıyla bekletilmiştir. Daha sonra Şekil 5’ de verilen spektrofotometrede 412 nanometre (nm) dalga boyunda absorban ölçümü yapılmıştır. Numune çözeltisinin hesaplanan formaldehit muhtevası esnasında kullanılan saf suda formaldehit muhtevası hesabı da yapılmıştır. 10 ml kullanılan saf su, 10 ml asetil aseton çözeltisi ve 10 ml amonyumasetat çözeltisinden elde edilen çözeltiyi kullanarak bir tanık değer elde edilmiştir.

Gaz yıkama şişelerindeki su içerisine soğrulan formaldehit miktarı Eş. 1 ile hesaplanmıştır.

$$G = (A_s - A_b) * f * V_{sol} \quad (1)$$

Burada;

- G : Tutulan çözeltilerin her birindeki formaldehit muhtevası (mg),
- A<sub>s</sub> : Gaz yıkama şişelerinden soğrulan çözeltinin absorbanı,
- A<sub>b</sub> : Tanık değer absorbanı (kullanılan saf suyun absorbanı),
- F : Standard formaldehit çözeltisi için kalibrasyon eğrisinin eğimi (mg/mL),
- V<sub>sol</sub> : Tutulan çözeltinin hacmi (mL),



Şekil 4. Gaz yıkama şişeleri



Şekil 5. Spektrofotometre

Formaldehit yayılması Eş. 2'deki gibi hesaplanmıştır ve deney odasındaki havanın konsantrasyonu olarak ifade edilir;

$$c = \frac{G_{tot}}{V_{hava}} \quad (2)$$

Burada;

- $c$  : Formaldehit konsantrasyonu ( $mg/m^3$ ),  
 $G_{tot}$  : tutulan formaldehitin toplam miktarı ( $mg$ ), ( $G_{tot}=G_1+G_2$  günde iki ölçüm yapıldığından dolayı formaldehit muhtevaları toplanır)  
 $V_{hava}$  : Hava numunesinin hacmi ( $m^3$ ).

Her gün iki defa yapılan formaldehit tayininin ortalaması alınmış ve denge durumu tayin edilmiştir. En son ölçülen formaldehit konsantrasyonu ile bu ölçümden 4 gün öncesi arasındaki azalma %5'e eşit veya düşük ise denge durumuna ulaşmıştır.

Denge durumu tayini Eş. 3'deki gibi hesaplanmıştır;

$$[(c_t - c_{t+96}) / c_t + 96] \leq \delta \quad (3)$$

Burada;

- $c_t, c_{t+96}$  :  $t$  ve  $t+96$  sürelerindeki formaldehit konsantrasyonu  
 $t$  : Deneyin devam ettiği süreler (saat).  
 $\delta$  : Konsantrasyonda kabul edilen düşüş.

#### *Gaz Analiz Metodu ile Formaldehit Emisyonu Tayini*

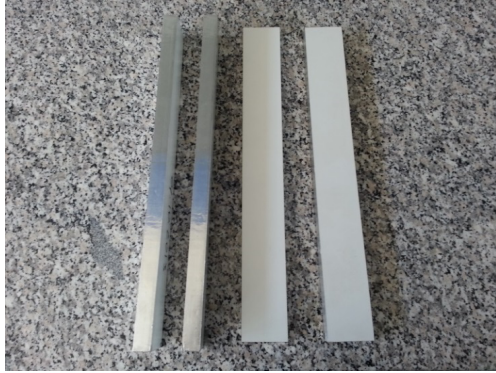
Gaz analiz metodunda TS EN 717-2/Nisan 1999 [11] 'Ahşap Esaslı Levhalar- Formaldehit Ayrışması Tayini- Bölüm 2: Gaz Analiz Metodu ile Formaldehit Ayrışması' standardı kullanılmıştır. Bu standard, ahşap esaslı levhalardan, hızlandırılmış formaldehit ayrışmasının tayini kullanılmaktadır. Bu metotta Şekil 6' da gösterilen Timber Test markalı gaz analiz cihazı kullanılmıştır. Deneyler Ocak 2013-Ekim 2013 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş ve aylık periyotlar halinde 8 ölçüm yapılmıştır

Deney numuneleri TS EN 717-2 standardına göre 400 mm\*50 mm\*18 mm boyutlarda 16'şar adet kesilmiş hava girişi ve çıkışı olmayacak şekilde paketlenmiştir. Hazırlanan numuneler ilk deneyden sonra paketlerinden çıkartılmış normal oda koşullarında muhafaza edilmiştir. Bunun sebebi de zamanla normal oda koşullarında emisyon değerinin değişimi ölçmek için yapılmıştır. Numunelerin

kenarları Şekil 7’de gösterildiği gibi alüminyum bant ile bantlanmış ve Şekil 8’de gösterildiği gibi cihaza yerleştirilmiştir.



Şekil 6. Timber Test markalı gaz analiz cihazı



Şekil 7. Gaz analiz deney numuneleri



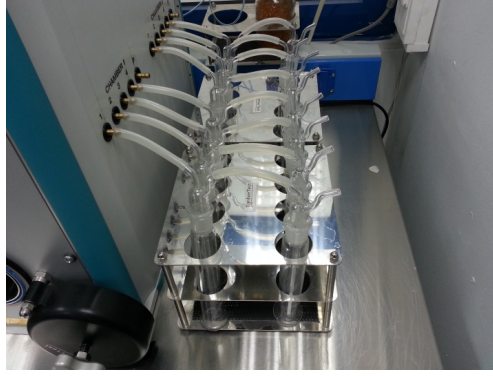
Şekil 8. Numunelerin cihaza yerleştirilmesi

Cihaz Tablo 2’deki şartlara ayarlanarak deney başlatılmıştır. Numunelerden yayılan formaldehitin oda içerisindeki hava ile karışması sağlanmış ve formaldehit konsantrasyonlu hava, içerisinde saf su bulunan gaz yıkama şişelerinden geçilerek emilir. Deney sonunda gaz yıkama şişesi içerisinde bulunan saf suya karışmış olan formaldehit 250ml hacimli şişelere alınır ve üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Deneyin sonunda, formaldehit konsantrasyonu, asetil aseton metodu ile fotometrik olarak absorpsiyon tayin edilir.

Tablo 2. Gaz Analiz Deney Şartları

Sıcaklık	$60 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$
Hava akış hızı	$60 \pm 3 \text{ L/s}$
Hava basıncı	1000 ila 1200 Pa
Nispi rutubet	$\%2 \pm 1$

Deney numunelerinden yayılan formaldehitin, oda içerisindeki hava ile karışması sağlanmıştır. Oda içerisindeki hava, içerisinde su bulunan ve yayılan formaldehiti absorbe eden her biri 20ml ile 30ml arasında saf su ihtiva eden gaz yıkama şişelerinin içerisinde geçirilerek emdirilmiştir. Deney dört saat sürdürülmüş ve Şekil 9’da gösterildiği gibi her saatte yeni bir yıkama şişeleri serisi içerisinde formaldehit olan hava geçirilmiştir. Deney sonunda bir çift gaz yıkama şişesi içerisinde bulunan suya karışmış olan formaldehit çözeltisi, 250 ml hacimli şişeye nakledilmiş ve üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Deneyin sonunda, formaldehit konsantrasyonu, oda metodunda tarif edildiği gibi asetil aseton metodu ile fotometrik olarak absorpsiyon tayin edilmiştir.



**Şekil 9.** Gaz analiz cihazına yıkama şişelerinin yerleştirilmesi

Gaz analiz değeri  $G_i$ , 1 saatlik numune alma periyodunun her birinden, aşağıda verilen Eş. 4'deki formül ile hesaplanmıştır.

$$G_i = \frac{(A_s - A_B) \cdot f \cdot V}{F} \quad (4)$$

Burada;

- $G_i$  : Gaz analiz değeri ( $\text{mg}/\text{m}^2\text{h}$ )  
 $i$  : 1., 2., 3. veya 4. saat  
 $A_s$  : Yıkama şişelerinden absorblanan çözelti,  
 $A_B$  : Kullanılan saf su,  
 $f$  : Standard formaldehit çözeltisinin ayar eğrisinin eğimi  $\text{mg}/\text{ml}$ ,  
 $F$  : Yüzeyin formaldehit yayma alanı (kaplanmamış)  $\text{m}^2$ ,  
 $V$  : Dereceli şişenin hacmi ml.

Sonuç olarak, deney parçasının ortalama gaz analiz değeri, Eş. 5 'deki gibi hesaplanmıştır;

$$G_m = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + G_4}{4} \quad (5)$$

$G_m$ : Deney numunelerinin ortalama gaz analiz değeri ( $\text{mg}/\text{m}^2\text{h}$ ).

### III. BULGULAR ve TARTIŞMA

#### *A. MELAMİN KAPLI YONGA LEVHALARIN ODA METODUNA GÖRE BULGULARI*

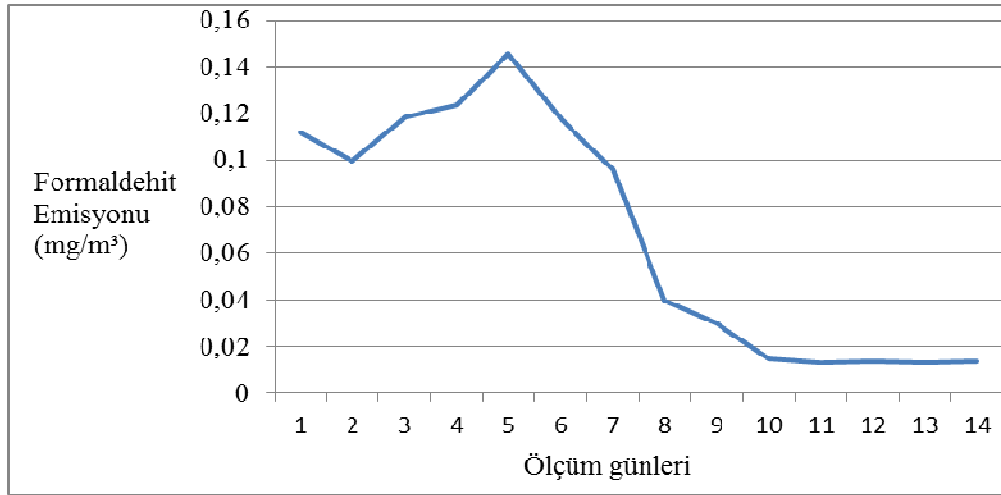
Melamin kaplı yonga levha numuneleri 21 gün boyunca deneye tabi tutulmuş ve 28 adet numune alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Deneye, denge durumuna gelmesine rağmen devam edilmiş ve değerlerin 11. ölçüm günden sonra hemen hemen aynı kaldığı tespit edilmiştir. Deneyin ilk gününde formaldehit emisyon miktarı  $0,07 \text{ mg}/\text{m}^3$  iken, hızlı bir azalma seyri izlenmiş ve yaklaşık  $0,025 \text{ mg}/\text{m}^3$  lük bir değerde devam ettiği görülmüştür (Şekil 10). Grafikte az da olsa dalgalanmalar mevcuttur ama akış olarak ideale yakın bir seyir izlenmiştir.



Şekil 10. Melamin kaplı yonga levhanın oda metoduna göre formaldehit emisyonu

### B. MELAMİN KAPLI LİFLEVHALARIN ODA METODUNA GÖRE BULGULARI

Melamin kaplı lif levha numuneleri 19 gün boyunca deneye tabi tutulmuş ve 30 adet numune alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Deneye, denge durumuna gelmesine rağmen devam edilmiş ve değerlerin 11. ölçüm günden sonra hemen hemen aynı kaldığı tespit edilmiştir. Deneyin ilk günlerinde yaklaşık 0,112 mg/m<sup>3</sup> olan formaldehit miktarında, ilk beş gün boyunca artarak 0,142 mg/m<sup>3</sup> lük bir değere ulaşmıştır. Daha sonra formaldehit emisyonu azalma seyrine geçtiği ve 10. günden sonra 0,014 mg/m<sup>3</sup> lük bir değerde sabitlendiği tespit edilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Melamin kaplı lif levhanın oda metoduna göre formaldehit emisyonu

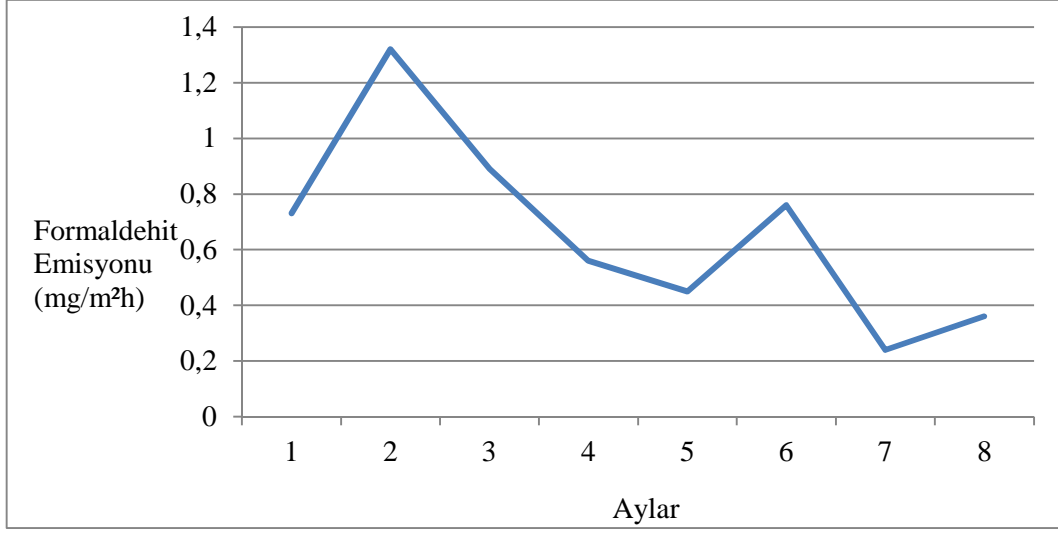
Deney sonuçlarına göre melamin kaplı yonga ve lif levha deney numuneleri TS EN 13986 [12] standardına göre ( $x \leq 0,124$  mg/m<sup>3</sup>) formaldehit emisyon sınıfı E1'dir.

### C. MELAMİN KAPLI YONGA LEVHALARIN GAZ ANALİZ METODUNA GÖRE BULGULARI

Bu deneye ocak ayında başlanmış ve ekim ayına kadar aylık periyotlar olmak üzere 8 ölçüm yapılmıştır. 1. ayda ilk yapılan ölçümde 0,73 mg/m<sup>2</sup>h'lik bir değer elde edilmiştir. 2. ayda formaldehit emisyon değeri hızlı bir artış göstermiş ve 1,32 mg/m<sup>2</sup>h'lik bir değere ulaşmıştır. Zamanla azalma eğilimi gösteren formaldehit emisyonu 5. ayda 0,45 mg/m<sup>2</sup>h değerine düşmüştür. Düşme seyrinde



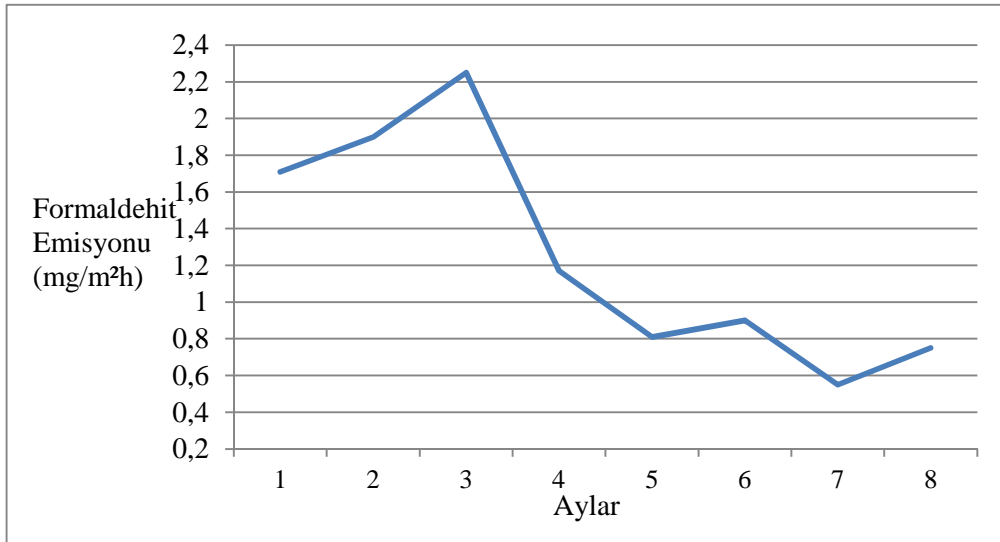
olan formaldehit emisyon değerinde 6. ayda ani bir yükseliş tespit edilmiştir. 7. ayda 0,24 mg/m<sup>2</sup>h' lük bir değere düşmüştür (Şekil 12).



Şekil 12. Melamin kaplı yonga levhalarda gaz analiz metoduna göre emisyon değerleri

#### D. MELAMİN KAPLI LİF LEVHALARIN GAZ ANALİZ METODUNA GÖRE BULGULARI

Bu deneye ocak ayında başlanmış ve ekim ayına kadar aylık periyotlar olmak üzere 8 ölçüm yapılmıştır. 1. ayda ilk yapılan ölçümde 1,70 mg/m<sup>2</sup>h' lik bir değer elde edilmiştir. 2. ve 3. aylarda formaldehit emisyon değeri hızlı bir artış göstermiş ve 2,20 mg/m<sup>2</sup>h' lik bir değere ulaşmıştır. Zamanla azalma eğilimi gösteren formaldehit emisyonu 5. ayda 0,81 mg/m<sup>2</sup>h değerine düşmüştür. Düşme seyrinde olan formaldehit emisyon değerinde 6. ayda ani bir yükseliş tespit edilmiştir. 7. ayda 0,55 mg/m<sup>2</sup>h' lük bir değere düşmüştür (Şekil 13).



Şekil 13. Melamin kaplı lif levhalarda gaz analiz metoduna göre emisyon değerleri

Her bir deney sonuçlarına göre melamin kaplı yonga ve lif levha deney numuneleri TS EN 13986 [12] standardına göre ( $x \leq 3,5$  mg/m<sup>2</sup>h) formaldehit emisyon sınıfı E1' dir.

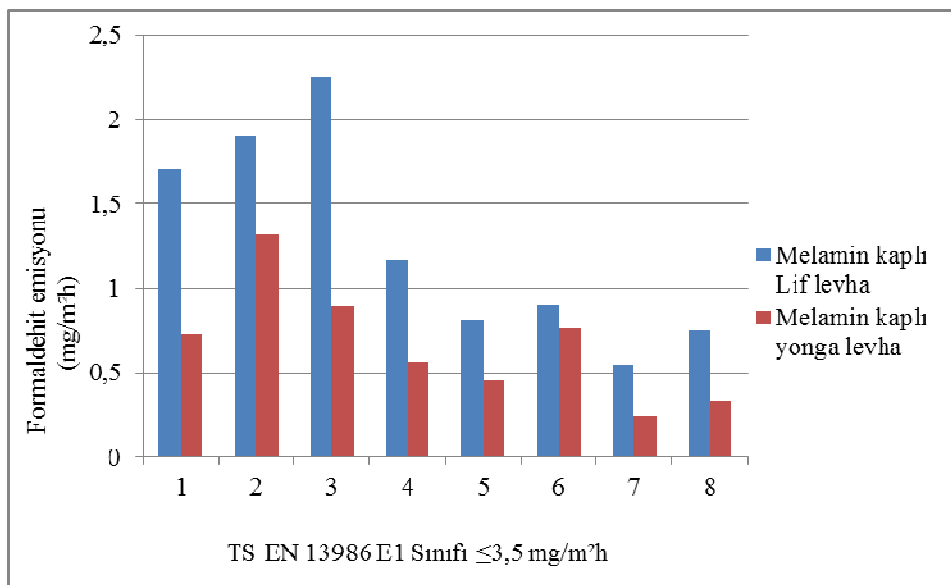
## IV. SONUÇ

Ülkemizde ve dünyada ahşap esaslı malzemeler kullanılarak üretilen ürünler günlük yaşam alanlarımızda her geçen gün artmaktadır. Bunların başında, zamanımızın büyük bir bölümünü geçirdiğimiz iç mekânlarda kullanılan mobilyalar gelmektedir. Mobilya sektörünün ana hammaddesi ise yonga ve lif levhalardır. Gelişen teknoloji ile her geçen gün artan değişik kullanım amacına göre farklılık gösteren bu ahşap esaslı levhalar tüketicilerin farkında olmadan insan sağlığına zararlı kimyasalları da beraberinde getirmektedir. Mobilyalar çoğunlukla ergonomik ve şıklık yaklaşımları ile tercih edilmekte sağlık açısından göz ardı edilmektedir. Bu levhaların yapımında kullanılan yapıştırıcıların içeriğindeki formaldehit, farklı konsantrasyonlarda insan sağlığına büyük zararlar verdiği yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur.

Oda metoduna göre deney çalışmaları sonucunda melamin kaplı yonga ve lif levhaların, sabit deney odası şartlarında formaldehit emisyonunun 10. ölçüm gün içerisinde denge durumuna geldiği fakat emisyonun bitmediği düşük değerlerde devam ettiği tespit edilmiştir. Melamin kaplı yonga levhada formaldehit emisyonu  $0,05 \text{ mg/m}^3$  azalarak  $0,025 \text{ mg/m}^3$  değerine gelmiştir. Melamin kaplı lif levhada emisyon yaklaşık  $0,1 \text{ mg/m}^3$  azalarak  $0,14 \text{ mg/m}^3$  değerine gelmiştir. Numuneler deneyler sonucunda TS EN 13986 [12] standardına göre formaldehit emisyon sınıfı E1'dir ( $\leq 0,124 \text{ mg/m}^3$ ).

Gaz analiz metoduna göre de 3. aydan itibaren emisyonun azaldığı 7. ayda min. seviyelere geldiği tespit edilmiştir. Bu metoda göre deneyler sonucunda melamin kaplı yonga ve lif levhaların, formaldehit emisyonlarının zamanla azaldığı tespit edilmiştir. Ancak her iki numune türü için 2., ve 6. aylarda ani yükselişler görülmüştür. Formaldehit emisyonu sıcaklık, nem ve havalandırma gibi ortam şartlarından etkilenmektedir [2]. Değerlerdeki bu dönemsel yükselişlerin deney numunelerinin depolama şartlarından olduğu tahmin edilmektedir. Numuneler deneyler sonucunda TS EN 13986 [12] standardına göre formaldehit emisyon sınıfı E1'dir ( $\leq 3,5 \text{ mg/m}^2\text{h}$ ).

Şekil 14' de melamin kaplı lif ve yonga levhalarda gaz analiz metoduna göre ortalama formaldehit emisyonları verilmektedir. Melamin kaplı yonga levhada formaldehit emisyonu melamin kaplı lif levhaya göre daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Literatürde de lif levhada yonga levhaya göre daha fazla formaldehit emisyonu olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur [4]. Buna göre kaplanmış yonga levhaların düşük formaldehit emisyonundan dolayı, iç mekânda kullanılacak mobilyaların yapımında tercih edilmesi sağlık açısından önemlidir.



Şekil 14. Melamin kaplı lif ve yonga levhaların ortalama formaldehit emisyonları

Lif ve yonga levha üretiminde kullanılan ÜF ve MÜF tutkalları fiyatları ve üretim aşamasında uygulamaları uygun olduğu için tercih edilmekte fakat tüketici sağlığını tehdit eden formaldehit emisyonu ile de ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda bu tutkalların insan sağlığına olan etkileri artan bir sorun haline gelmiştir. Formaldehit, orman endüstrisinde en yaygın olarak bilinen kapalı ortam kirleticisidir ve bundan dolayı kapalı ortam havasında en minimum seviyede istenmektedir. Formaldehit emisyonu ile ilgili Avrupa ülkeleri, Amerika ve diğer gelişmiş ülkelerde yasal düzenlemeler mevcuttur. Avrupa da Blauer Angel, Ecolabel ve E1 belgesi ile ürünler sertifikalanmakta ve sadece formaldehit emisyon sınıfı E1 olan ürünlerin üretilmesine ve ithalatına izin vermektedir. Amerika da CARB belgesi ile ürünler sertifikalanmakta sadece formaldehit emisyonu 0,1ppm olan ürünlere izin verilmektedir. Türk Standardları Enstitüsü 2013 yılından itibaren E1 belgesi vermektedir. Bu belge de zorunluluk değil firma isteği ile verilmektedir. Ülkemizde maalesef böyle bir yasal düzenleme yoktur ve bu düzenlemelerin ivedilikle yürürlüğe girmesi gerekmektedir.

## V. KAYNAKLAR

- [1] Aksakal F. N., Acar Vaizoğlu S., Güler Ç., Sürekli Tıp Eğitim Dergisi, 14(12) (2005) 268-272.
- [2] Boran S., Orta yoğunlukta lif levha üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalına farklı kimyasal maddeler ilave edilerek serbest formaldehit içeriğinin azaltılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon-Türkiye,(2010).
- [3] Vaizoğlu S.A., Tekbaş F., Evci D., Sürekli tıp eğitim dergisi, 9(10) (2000).
- [4] Zeleniuc O., Beldean E., Pro ligno, 9(4) (2013) 498-503.
- [5] Şahin H.T., Filiz M., Sütçü A., Usta P., Çiçekler M., Bozkurt C., Laminart, ISSN:1303-03X, 73 (2011) 116-119.
- [6] Çolakoğlu G., Kontrplak üretim şartlarının formaldehit emisyonu ve teknik özelliklere etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon-Türkiye, (1993).
- [7] URL-1, <http://www.chimarhellas.com/rd/publications-4/>, (Erişim tarihi: Eylül 2013).
- [8] TS EN 326-1, Ahşap esaslı levhalar-Numune alma kesme ve muayene. Bölüm 1: deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara,(1999).
- [9] TS EN 323, Ahşap esaslı levhalar-birim hacim ağırlığı tayini, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara,(1999).
- [10] TS EN 717-1, Ahşap esaslı levhalar-formaldehit salınımının tayini-bölüm1: oda metodu ile formaldehit yayılması, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara,(2006).
- [11] TS EN 717-2, Ahşap esaslı levhalar-formaldehit ayrışması tayini-bölüm2: gaz analiz metodu ile formaldehit ayrışması, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara,(1999).
- [12] TS EN 13986, Yapılarda kullanılan ahşap esaslı levhalar-karakteristikler, uygunluğun değerlendirilmesi ve işaretleme, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara,(2007).