

REGULATIONS AND STANDARDS OF FORMALDEHYDE EMISSION AND VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM WOOD-BASED PANELS

AHŞAP ESASLI LEVHALARDAN AYRIŞAN FORMALDEHİT EMİSYONU VE ORGANİK UÇUCU BİLEŞİKLER İÇİN YÖNETMELİKLER VE STANDARTLAR

Tolga Kaptı^a, Nadir Ayrılmış^b

^a Polisan Kimya, Dilovası Organize Sanayi Bölgesi 1. Kısım Liman Cad. No:7 41455 Dilovası/ Kocaeli, Türkiye, E-posta: t.kapti@polisan.com.tr

^b Department of Wood Mechanics and Technology, Forestry Faculty, Istanbul University, Bahçekoy, Sariyer, Istanbul, Turkey, E-posta: nadiray@istanbul.edu.tr

Özet

Bu çalışmada mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yongalevha ve MDF gibi ahşap esaslı levhalardan ayrıışan formaldehit emisyonu ve uçucu organik bileşikler (VOCs) ile bu konuda ulusal ve uluslararası yönetmelikler araştırılmıştır. Bu konuda Dünyada, Avrupa'da ve ülkemizde yasal düzenlemeler belirtilmiştir. Çalışma sonuçları ülkemizde faaliyet gösteren ahşap esaslı levha fabrikalarının bu malzemelerden mobilya üreten fabrikaların standart ve yönetmelikler ile ilgili bilgi sahibi olması bakımından yararlı olacaktır.

Anahtar kelimeler: formaldehit emisyonu, uçucu organik bileşikler, ahşap esaslı levhalar, üre-formaldehit tutkalı, standart

Abstract

In this article, the regulations and standards of formaldehyde emission and volatile organic compounds (VOCs) emitted from wood-based panels produced with adhesives containing free-formaldehyde. The regulations and standards used in World, Europe, and Turkey were extensively investigated. The results of this study will be useful for the wood-based manufacturers and furniture industry.

Keywords: formaldehyde emission, volatile organic compounds, wood-based panels, urea-formaldehyde adhesive, standard

1. GİRİŞ

Odun esaslı ürünlerden yayılan formaldehit emisyonu yaşam alanlarında insan sağlığını tehdit eden en önemli

formaldehit kaynağıdır. İnsanlar, bu ürünlerin üretiminden, bitirme işlemlerine kadar devamında da nihai kullanıcı olarak özellikle iç ortamlarda formaldehit emisyonun olumsuz etkileri ile karşı karşıya kalmaktadır. Emisyon salınımı, özellikle değişken sıcaklık ve bağıl nem koşullarında levha ürünün üretimden sonra da uzun süreler devam edebilmektedir. Bu sebeplerle formaldehit içeren bağlayıcılarla üretilen odun esaslı levhaların ortama bırakacakları formaldehit emisyonlarına belli sınırlamalar getirilerek emisyon değer sınıfları oluşturulmuş ve sınırlamalar yasal yaptırımlarla güvence altına alınmaya başlanmıştır [1]. Özellikle hastaneler, çocuk bakım evleri, bebek mobilyalarında insanların bağışıklık sistemlerinin yetişkin sağlıklı insanlara göre daha zayıf olması nedeniyle ahşap esaslı levhalardan ayrıışan kansorejen formaldehit ve uçucu bileşiklerin standartların ön gördüğü sınır değerlerin altında olması önem arz etmektedir.

Avrupa ülkelerinde yapı ürünlerinden kaynaklanan iç ortam emisyonlarını azaltmak için etiketleme düzenlemeleri geliştirilmiştir. Bazı Avrupa Birliği ülkeleri, aynı zamanda yapı ürünlerinden salınan uçucu organik bileşiklerin (VOCs) emisyonları üzerinde baskı oluşturma zorunluluğu olduğuna karar vermiştir. Örneğin Almanya'da döşeme malzemesinden kaynaklanan emisyonlar Yapı Ürünlerinin Sağlık Açısından Değerlendirilme Komitesi (AgBB) planına göre değerlendirilmektedir.

2. Dünyada, Avrupa'da ve Türkiye'deki Ahşap esaslı levhalarda Formaldehit ve VOCs emisyonu düzenlemeleri ve standartları

2004 yılında Dünya Sağlık Örgütü (WHO – World Health Organization)'ne bağlı Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC - The International Agency for Research on Cancer) tarafından bilimsel araştırmaları baz alınarak, formaldehit "insanlar için olasılıkla karsinojenik (Grup 2A)" sınıflandırmasında "insanlar için karsinojenik (Grup 1)"

sınıfına yükseltmişti önerilmiştir. Bu gelişme yasal bir bağlayıcılık içermemesine karşın çalışanların ve tüketicinin dikkatini çekmiştir. Özellikle “yeşil” organizasyonlar, standart ve düzenleme kurumları ve üreticileri bu konuya karşı reaksiyon göstermişlerdir. Bunun üzerine Avrupa’da ve Amerika’da birçok araştırma merkezi formaldehitin insan sağlığı üzerine etkilerini araştıran çalışmalar başlatmıştır. Avrupa’da FormaCare, Formaldehit konseyi tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda birçok Avrupa ülkesinde iş sağlığı ve güvenliği bakımından formaldehit emisyonu tekrardan revize edilmiştir. Amerika’da ise Çevre Koruma Ajansı (EPA – U.S. Environmental Protection Agency) formaldehit sınıflandırmasını değiştirmeden önce, Ulusal Kanseri Enstitüsü’nün (National Cancer Institute) çalışmalarının sonuçlarının bitmesini beklemiştir [2].

2006’nın Kasım ayında IARC nihayi raporunu yayınlarken, formaldehitin insan için karsinogenik olduğuna dair yeterli kanıtın olduğunu belirterek formaldehiti “insanlar için karsinogenik (Grup1)” sınıfına dahil etmiştir. Bununla birlikte, Avrupa Kimyasallar Ajansı (ECHA – European Chemicals Agency) formaldehit sınıflandırmasını güncelleyerek “şüpheli karsinogen (cat2)” den “insanlar için karsinogen kabul edilen (cat1b)” sınıfına geçirmiştir ve bu kanun Nisan 2015’de yürürlüğe girmiştir. Benzer şekilde 2010 yılında, Amerika’da EPA formaldehit ile ilgili sınıflandırmasını “muhtemel karsinogen sınıfı (B1)” olarak güncellemiştir [3].

Avrupa’da geçerli olan ahşap esaslı levhalarda formaldehit emisyonu limit değerleri, standartları ve test metodları tablo 1’de verilmiştir. 2004 yılından itibaren E1 ve E2 sınıfları EN 13986 Avrupa standardına yerleşmiş, özellikle tutkallar için E1 ve E2 sınıflandırılması ürün prosesinin bir parçası haline gelmiştir. 2006 yılında E1 emisyon sınıfı Avrupa Panel Federasyonu (EPF - European Panel Federation) üyeleri için zorunlu hale getirilmiştir. Avrupa’da yeni bir emisyon sınıfı olarak çevre dostu ürünlerde “Blue Angel” sertifikası getirilmiştir. Bu sertifika için ahşap esaslı levha E1 limit değerlerinin yarısı 0,05 ppm formaldehit emisyonu limitinde olmalıdır. 2008 yılında EPF kendi standartlarını revize etmiştir (PB için 4 mg/100g, MDF için 5 mg/100 g). Buna sebep İKEA kendi formaldehit emisyon limitlerini revize ederek perforatör metoduyla (EN 120) PB için max. 4 mg/100 g ve chamber test metoduyla (EN 717-1) max. 0,06 ppm olarak belirlemiştir. Günümüzde Japonya ve Güney Kore’de E1 sınıfına ilave olarak E0 ve süper E0 formaldehit emisyonlu üre-formaldehit tutkalları ticari olarak kullanılmaktadır [4].

Tablo 1. Avrupa formaldehit standartları.

Levha tipi	Test metodu	Standartlar	Limit değerler
Yonga Levha (PB), MDF	EN 120:1992 Perforatör Metot Ekstraksiyon	EN 13986:2002 BS 8509-2008+A1:2011 FIRA/FRQG C001:2008	≤8 mg/100 g E1 >8 mg/100 g E2 ≤30 mg/100 g E2
Tüm Ahşap Paneller	EN 717-1: 2004 Chamber Test Metodu	EN 13986:2002 FIRA/FRQG C001:2008	≤0.124 mg/m ³ , E1 >0.124 mg/m ³ , E2
Tüm Ahşap Paneller	EN 717-2: 1994 Chamber Test Metodu	EN 13986:2002	≤3.5 mg/m ² .h

2008 yılında European Commission’s Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) yaptığı çalışmalar sonucunda formaldehit için Mesleki Maruziyet Sınır Değerler (OELs) verilerini şu şekilde belirlemiştir. Konu ile ilgili limitler her geçen yıl düzenlenmektedir.

- 0.2 ppm Zaman Ağırlıklı Ortalama (TWA - Time Weighted Average)
- 0.4 ppm Kısa Süreli Mazruziyet Limitleri (STEL - Short-Term Exposure Limits)

Avrupa’da ahşap esaslı levhalarda formaldehit emisyonu için çoğunlukla kullanılan limitler şu şekildedir;

- Ahşap esaslı ürünlerde E1 sınıfı formaldehit emisyonu 120 µg/m³’dir (28 günlük havalandırılmış depolama değerleri). Çoğu Avrupa ülkesinde (Avusturya, Danimarka, Almanya, İtalya) sadece E1 sınıfı paneller ülkede kullanılmaktadır.
- Avrupa’da harmonize edilmiş iç ortam hava limit değerleri (LCI – Lowest Concentration of Interest) formaldehit için 100 µg/m³’dir (28 günlük havalandırılmış depolama değerleri). Bu düzenleme Belçika ve Almanya’da kullanılmaktadır.
- Farklı ülkelerde farklı ürünlerde kullanılan formaldehit ve VOC emisyonu içeriklerini belirten etiketlemeler kullanılmaktadır. Bu etiketleri alabilmek için farklı formaldehit emisyonları farklılık göstermektedir. EMICODE, Indoor Air Comfort, Blue Angel, M1 eko-etiketlemelerden bazılarıdır. (bu etiketlere sahip olabilmek için maksimum emisyon değerleri 24 ile 50 µg/m³ formaldehit emisyonu arasında değişim göstermektedir.)
- Fransa’da French A+ class, Kuzey Amerika’da LEED v4 ve Avrupa’nın birçok ülkesinde kullanılan Indoor Air Comfort GOLD formaldehit

limit değerlerini ürünlerinde maksimum 10 µg/m³ olarak belirlemiştir.

Amerika'da Kaliforniya Hava Düzenleme Kurulu (CARB - California Air Resources Board) 2009 yılında Airborne Toxic Control Measure (ATCM 93120) adında bir düzenleme yayınlamıştır. Bu düzenleme içerisinde Sert Ağaçtan Kontroplak (HWPW - Veneer ya da Kompozite içerikli), Yonga levha ve MDF dahil edilmiştir. Bu standartta kullanılan test metodları, limitler ve standart içerikleri tablo2'de verilmiştir. Formaldehit emisyon testleri bu standarta göre ya büyük ölçekli Chamber Test metoduyla (ASTM E 1333) ya da orta ölçekli Chamber test metodu (ASTM D 6007) kullanılarak yapılabilmektedir [5].

Tablo 2. Amerika'da kullanılan formaldehit standartları.

Ürün Çeşidi	Test Metodu	Kapsayan Standartlar	Limit Değerleri
Yongalevha (PB), MDF ve Kontroplak (HWPW)	ASTM D 5582:2000 Desikatör Metodu	CARB ATCM Section 93120: Formaldehit Düzenlemesi	NA (Yasal metot içermemektedir)
Tüm Tip Ahşap Paneller	ASTM D 6007 Chamber Metodu	CARB ATCM Section 93120: Formaldehit Düzenlemesi (Primary Method) 24 CFR 3280.308 Body and Frame Construction Requirements	CARB Phase 2
Tüm Tip Ahşap Paneller	ASTM 1333 Chamber Metot	CARB ATCM Section 93120: Formaldehit Düzenlemesi (Secondary Metot)	CARB Phase 2

Düzenlemenin gerektirdiği formaldehit emisyon limitleri ASTM E 1333-96 (2002)'de belirtildiği üzere ayrı ahşap esaslı paneller için tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Ahşap içerikli malzemeler için formaldehit satandard limitleri (CARB Standartı).

CARB Phase 2 Formaldehit Emisyon Standart Limitleri (parts per million – ppm)					
Yürürlük Tarihi	HWPW-VC	HWPW-CC	Yongalevha	MDF	tMDF
Ocak 2010	0,05				
Ocak 2011			0,09	0,11	0,13
Haziran 2012		0,05			

HWPW-VC: Sert ağaç Kontroplak-ahşap içerikli

HWPW-CC: Sert ağaç Kontroplak-Kompozit içerikli

tMDF: ince MDF

Son yıllarda formaldehitin yanısıra ahşap esaslı levhalarda total organik uçucu bileşikler (TVOC) için farklı ülkelerde düzenlemelere gidilmeye başlanmıştır. Ürünlerden yayılan TVOC'nin ölçülmesi ve bir standarta bağlanması sonucu iç ortamda kullanılan ahşap esaslı ürünlerin de emisyonlarının belirlenmesi ve sertifikalandırılması önem arz etmeye başlamıştır. Bu sebepten birçok standart ve düzenleme Avrupa'da kullanılmaya başlanmıştır.

Tablo4'de Avrupa'daki bazı düzenlemeleri göstermektedir. Avrupa Birliği'nde CEN tarafından yayınlanan CEN/TS 16516:2013 "Construction products-Assessment of release of dangerous substances-Determination of emission into indoor air" ve Chamber Test metodu kullanılarak birçok ürüne uygulanmaktadır. Fransa etiketleme sistemi olarak kullanılan Decree 2011-321 ise inşaat malzemesi olarak kullanılan birçok malzemenin uçucu organik bileşik emisyonlarını belli bir standarta tutmaktadır [6].

Tablo 4. Avrupa'daki kullanılan VOC düzenlemeleri

	Düzenleme	Metot
EU	Construction Product Regulation (CPR)	CEN/TS 16516:2013 ISO 16000-9
FR	Decree 2011-321 French labelling	ISO 16000-9 ISO 16000-3, 6
DE	Health-related Evaluation of Emissions of Volatile Organic Compounds (VOC, VOC and SVOC) from Building Products	AgBB ISO 16000-9
BE	Royal Decree establishing the threshold levels of emissions to the indoor building products for specific intended use	CEN/TS 16516:2013 ISO 16000-9

Amerika'da inşaat malzeme sektöründe özellikle iç ortamda kullanılan malzemeler için Kaliforniya halk sağlığı departmanı (CDPH - California Department of Public Health) tarafından yayınlanan CDPH Section 01350 standardı kullanılmaktadır ve birçok sertifika programı tarafından ölçülünerek belgelendirilmektedir (LEED,

National Green Building Standard, GreenGuard gibi). Ofis malzemelerinin standarta bağlandığı ANSI/BIFMA M/1-2011 sertifikasının limit değerleri tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5. ANSI/BIFMA M/1-2011 sertifikası için mobilyalardaki iç ortam VOC emisyon değerleri.

Kimyasal	Emisyon Limiti (Mobilya)	Emisyon Limiti (Sandalye)
TVOC _{toluen}	≤ 0,5 mg/m ³	≤ 0,25 mg/m ³
Formaldehit	≤ 50 ppb	≤ 25 ppb
Total Aldehit	≤ 100 ppb	≤ 50 ppb
4-Feniilkloroheksan	≤ 0,0065 mg/m ³	≤ 0,00325 mg/m ³

Türkiye’de ahşap esaslı panellerde formaldehit emisyonunu düzenleyen standartlar ahşap, test metotları ve limitleri tablo 6’da verilmiştir. Yonga levha ve MDF için formaldehit ölçümleri EN 120’ye göre ve EN 717-1’e göre yapılırken kontrplak için EN 717-1 ve EN717-2’e göre yapılmaktadır. Türkiye’de henüz ahşap esaslı paneller için uygulanan bir VOC ölçümü standardı ya da düzenlemesi bulunmamaktadır. Bu konuda Avrupa Birliğinde kullanılan VOC düzenlemeleri esas alınmaktadır. Yakın gelecekte ahşap esaslı levhalardan formaldehit emisyonuna ilave olarak VOCs değerleri içinde bir sınırlama getirilecektir.

SONUÇ

Ahşap esaslı levhalardan ayrılan formaldehit emisyonu VOCs önemi Dünyada ve ülkemizde giderek artmakta olup bu konuda yasal düzenlemelerde sürekli gelişmektedir. Ülkemizde Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında insan sağlığını korumak bakımından VOCs konusunda gerekli önemi göstermeli ve yasal düzenlemeler getirmelidir. Formaldehit emisyonu bakımından ahşap esaslı levhalardan formaldehit emisyonu konusunda yasal düzenlemeler bulunmaktadır. Bu konuda insanların bilinçlenmesi ve devletin de yasal düzenlemeleri arttırmasıyla levha üreticileri ve reçine üreticilerinin formaldehit emisyonu ve VOCs konusunda limit değerlerini daha düşürmesi kaçınılmaz olacaktır.

Tablo 6. Yonga levha ve MDF için formaldehit standart emisyon değerleri.

Sınıf	Test Metodu	Limit Değerler
E1 Sınıfı	Perforatör (EN 120)	Muhteva ≤8 mg/100 gr fırın kurusu levha kütlesi
	Ahşap esaslı levhalar - Formaldehit salınımının tayini - Bölüm 1: Oda metodu ile formaldehit yayılması (EN 717-1)	Salınım ≤0,124 mg/m ³ hava
E 2 Sınıfı	Perforatör (EN 120)	Muhteva >8 mg/100 gram fırın kurusu levha kütlesi ve Muhteva ≤20 mg/100 gram fırın kurusu levha kütlesi
	Ahşap esaslı levhalar - Formaldehit salınımının tayini - Bölüm 1: Oda metodu ile formaldehit yayılması (EN 717-1)	Salınım >0,124 mg/m ³ hava ve ≤0,3 mg/m ³ hava.

KAYNAKLAR

- [1] Özlüsoylu, İ ve İstek A. Formaldehyde emission and its effect on human health released from panels used in furniture production, Selçuk Univ, Technic Online J. e Dergisi Vol. Special issue (UMK-2015), 333-343, 2015.
- [2] Roffael E. Volatile organic compounds and formaldehyde in nature, wood and wood based panels. European Journal of Wood and Wood Products 64 (2), 144-149, 2008.
- [3] International Agency for Research on Cancer (IARC). Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxy-2-Propanol. World Health Organization, Lyon, France, 2006.
- [4] Kantner W. Adhesive Developments Concerning Formaldehyde in Europe, Proceedings of the Technical Formaldehyde Conference, WKI, Hanover, Germany, 13-14 March 2008,

- [5] Athanassiadou, E. Formaldehyde free aminoplastic bonded composites. Proceedings of the 5th International Conference on Environmental Pollution, Aristotelian University, Thessaloniki, Greece, 770-774, 2010.
- [6] Gelbke H.P., Formaldehyde: The Toxicological Profile and Regulatory Issues, Formaldehyde Conference WKI Technical Workshop, Hanover, Germany, 13-14 March 2008,