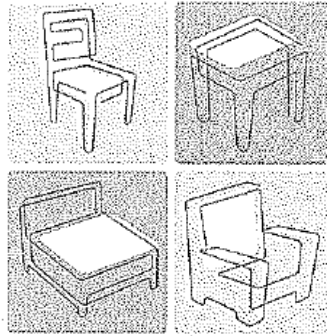
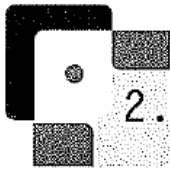


2. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı



11-13
Nisan
2013



Pamukkale Üniversitesi
Denizli Teknik Bilimler
Meslek Yüksekokulu
Malzeme ve Malzeme İşleme
Teknolojileri Bölümü
Mobilya ve Dekorasyon Programı

ODUN ESASLI ÜRÜNLERDE UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN BELİRLENMESİ

Uğur ARAS¹, Hülya KALAYCIOĞLU¹ ve Hüsnü YEL²

¹ KTÜ, Orman Fakültesi, OEM Bölümü, TRABZON,

² Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, OEM, Böl, ARTVİN,

uaras@ktu.edu.tr, khulya@ktu.edu.tr, yel33@artvin.edu.tr

Özet

Dünya mobilya üretiminde özellikle son 15-20 yılda işletme sayı ve üretim hacminde büyük bir artış olmuştur. Türkiye 6,2 milyar\$'lık üretim kapasitesi ile dünya pazarının yaklaşık %2'sini oluşturmakta ve 10. sırada yer almaktadır. 9. Kalkınma Planı Mobilya Özel İhtisas Komisyon Raporu'na göre; 6 (2007-2013) yıllık dönemde üretimde %13 artışla 19 milyar \$ seviyesine ulaşacaktır. Paralel olarak, masif ve ahşap esaslı levhaların üretiminde de büyük artış olmuştur. Levha sektöründe AB'nin ilk 5 ülkesi içerisinde yer almakta ve üretim kapasitesi 9, miktarı ise 5,5 milyon m³ civarındadır. Mobilya üretiminde kullanılan hammaddelerin insan sağlığı ve çevreye zararlı etkileri bulunmakta olup, iç ortamlarda yarattıkları kirlilik önemli bir problemdir. Ortamdaki uçucu organikler(VOC)'in konsantrasyon ve bunlara maruz kalma süresi arttıkça kirlilikten etkilenme oranı da artmakta olup, katı, sıvı ve gazlar olarak ortama yayılabilirler. Bu çalışmada; Mobilya sektöründe kullanılan odun esaslı ürünlerden açığa çıkan uçucu organik bileşiklerin ölçüm yöntemleri irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: VOC, mobilya, hava kirliliği,

Abstract

In world furniture manufacture, especially for last 15-20 years there has been an significant increase in the number and capacity of industries. Turkey, with a production capacity of 6, 2 billion \$, share 2% of the world market and is 10th country of the most production. According to Furniture Special Commission Report of the 9th development plan; the furniture production will reach \$ 19 billion with an increase of 13% in the period of 2007-2013. In parallel with this, there has been a great increase in the production of solid wood and wood-based panels. In panel sector, Turkey takes part in the first 5 countries of the EU and has a production capacity of 9 million m³ and a production amount of 5.5 million m³. Raw materials used in the manufacture of furniture have harmful effects on human health and environment and indoor air pollution, which they cause, is an important problem. As exposing time and consantration of volatile organic compounds in door, the pollution-affected rates increase and they emit to room atmosphere as solid, liquid and gases. This study investigated measuring methods of volatile organic compounds from wood based products used in furniture sector.

Keywords: VOCs, furniture, air pollution

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler ve aile yapısındaki değişiklikler ile günlük hayatta uçucu organik bileşikler(VOC) bakımından zengin; mobilya, dekoratif yapı malzemeleri ve bunları birleştirme ve görüntüş özelliklerini iyileştirme amacıyla çeşitli hammaddeler kullanılmaktadır. Ayrıca binalar enerji tasarrufu sağlamak için daha kapalı ve daha az hava geçirgen olarak tasarlanmaktadır (Yuan ve Yu, 2010).

VOC'ler; oda sıcaklığında 1mm/Hg'den daha fazla buhar basıncı veya organik sıvılar içerisinde 260°C kaynama noktasına sahip bileşiklerdir. Temel VOC kategorileri alifatik, aromatik ve klorlu hidrokarbonlardan; keton, aldehit, alkol ve poliol bileşikler; ester, fenol, epoksi, amin, nitril bileşikler; CFC ve H içeren kloroflorokarbonlar vd..dir. Günlük yaşamda yaygın olanlar; formaldehit, metanol, benzen, toluen, aseton, kloroform, vinilklorür ve karbon tetraklorürdür (Zhu, 2003).

Çok sayıda VOC kaynağı atmosfere salınım yapmaktadır. Bu kaynaklar genel olarak; nokta, bölge ve mobil kaynaklar olmak üzere üç'e ayrılırlar. Nokta kaynakları; kimya tesisleri, petrol rafineleri ve elektrik santralleri gibi yerleşik yapılardır. Bunlar büyük emisyon kaynağı olarak kabul edilse de diğer kaynaklardan daha az yayılım söz konusudur. Bölgesel kaynaklar; benzin istasyonları, kuru temizleyiciler, konut ısıtıcıları ve hatta ızgara ve ev şömineleri gibi küçük fakat yaygın sabit kaynaklardır. Mobil kaynaklar ise; otomobil, kamyon, motosiklet, uçak, tren, gemi gibi ulaşım araçları, çiftlik ve bahçe ekipmanları vb'dir (Moretti, 2001).

Çizelge 1. Kapalı Ortamda Bulunan VOC Çeşit ve Bileşimleri(Yuan ve Yu, 2010)

Çeşit	Bileşim
Aromatikler	<i>Benzen, toluen, etilbenzen, ksilen, propil benzen, stiren, 1,2,4-Trimetilbenzen</i>
Alifatik	<i>Metan, etan, propan, sikloheksan, metil siklopentan, heksan, oktan, nonan, undekan, dodekan, 2-metil pentan, 2-a taban hekzan</i>
Halohidro-karbonlar	<i>Trimekloroflorokarbonlar, disklorometil, kloroform, karbon tetraklorid, 1,1,1 -trikloroetan, tetrachlorethane, trichlorethene, klorobenzen, 1,4-diklorobenzen</i>
Oksijenli hidrokarbonlar	<i>Formaldehit, asetaldehit, hekzanal, metanol, etanol, butanol, 2-propanol, 2-aseton, 2-bütanon, vinil asetat</i>
PAH	<i>Naftalin, fenantren, benzopiren</i>

Yapı malzemeleri ve mobilyalardan yayılan bölgesel kaynaklı denilebilecek formaldehit ve diğer VOC'ler fotokimyasal ozon oluşturarak insanların; sağlık, konfor ve verimliliğini etkilemektedir(Darwen vd. 2003). Düşük derişimlerde, hasta bina sendromu belirtilerine yol açması ve maruziyetin kronik hale gelmesi ile kanserde dâhil olmak üzere ciddi sağlık etkileri gösterebilen VOC'ler en önemli iç ortam hava kirleticileri arasındadır(Aslan vd. 2009). Organik kirliliğin iç ortamlarda dış

ortamlara göre daha çok (Kirchner vd. 2007), yeni binalarda ise konsantrasyon daha yüksek olduğu (Park ve Ikeda, 2006) belirtilmektedir. Avrupa'da insanlar zamanlarının %90'lık kısmını bina içerisinde geçirmektedir. Bazı AB ülkelerinde yapı ürünlerinden kaynaklanan kapalı ortam emisyonlarını azaltmak için etiketleme projeleri ve yapısal düzenlemeler getirilmiştir(ECA, 2005). Örneğin; Almanya'da döşeme malzemeleri emisyonları AgBB şemasına göre düzenlenmektedir(AgBB, 2008). Ülkemizde ise hava kalitesi ile ilgili çalışma, 2008'e kadar 02 Kasım 1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği(HKKY)dir. AB mevzuatının uyumlaştırılması kapsamında, 96/62/EC Hava Kalitesi Çerçeve ve Kardeş Direktiflerinin (99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC ve 2004/107/EC) paralelinde hazırlanan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği(HKDY) 06 Haziran 2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe girmiştir. HKDY Yönetmeliğin yürürlüğe girmesi ile HKKY yürürlükten kaldırılmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).

Odun Esaslı Malzemelerde VOC

Odunun yapısı temel olarak; selüloz, hemiselüloz ve lignin'den oluşmakta olup, bu temel bileşiklerin yanında çok sayıda organik ve anorganik bileşik'te içermektedir. Bileşiklerin içerik ve bileşimi türden türe değişmektedir. Bunlardan abietik, silvinit, sapin, ve pimaric asit, terpenler ve reçineler önceliklidir(Kirkeskov vd. 2009)

Odunun ekstraktif maddeleri; doymuş ve doymamış yağ asitleri, gliseritler, reçine asitleri, steroidler, steryl esterler, terpenoidler ve mumlar olarak sınıflandırılabilir. Ve bazıları uçucu (VOC) ve yarı uçucu organik bileşik (SVOC) emisyonuna sebep olabilirler. Doymamış yağ asitlerinin yanı sıra oleik(cis-9-octadecenoic asit) ve linoleik(cis, cis-9,12-octadecadienoic asit) gibi baskın asit grupları yüksek sıcaklıklarda daha fazla emisyonu neden olabilirler(Sjöström, 1993).

Odun esaslı levhalar mobilya, döşeme ve diğer endüstriyel ürün üretiminde yaygın olarak kullanılır. Bunlar iyi yapışma özellikleri ve düşük maliyetleri nedeniyle formaldehit tutkalları ile üretilir. ÜF tutkalından kaynaklanan formaldehit emisyonu ise üst solunum yolları ve gözlerde tahriş ve toksik etki gösterebilir(Kawouras vd. 1998). Son zamanlarda dikkatler ahşap esaslı ürünlerden salınan VOC bileşenlerine yoğunlaşmaktadır. Bunlar hem odunun doğal yapısında bulunan hem de işlem sırasında eklenen kimyasal olabilir. Mobilya üretiminde kullanılan yapıştırıcı, vernik ve boyaların çoğu da toksisitesi bilinmeyen kimyasallar içermektedir. Mobilyalardan yayılan ortam kirleticileri arasında en çok araştırılanlar formaldehit ve yangın geciktiricilerdir. Bu maddelerin bazı zararlı sağlık etkileri bilinmekte ancak pek çoğu henüz gösterilememektedir (Aksakal N, 2005).

2. VOC ve Formaldehit Emisyon Ölçüm Yöntemleri

Odun ve odun esaslı ürünlerden ayrılan VOC ve Formaldehit Emisyonlarının belirlenmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Yapı Malzemesinde Emisyon Ölçüm Yöntemleri (Kim vd. 2006).

Ölçüm Yöntemi	Standart
Prefaratör	EN120: Odun esaslı paneller. Formaldehit içeriğinin belirlenmesi (Ekstraksiyon yöntemi)
Desikatör	JIS A 1460: Yapı panellerinde formaldehit emisyonu belirlenmesi - desikatör yöntemi ISO/DIS 12460-4 Odun esaslı paneller. Serbest formaldehit miktarının belirlenmesi Böl. 4. Desikatör yöntemi ASTM D 5582-00: Orman Ürünlerinde Formaldehit Düzeylerinin Desikatör kullanma belirlenmesi
Deney Odası (Geniş Kabin)	ENV717-1: Odun esaslı paneller. Ahşap bazlı panellerde Formaldehit Salınım oranının belirlenmesi, Oda yöntemi ile formaldehid emisyonu ASTM D 1333-96: Deney odası yöntemi kullanılarak havadaki formaldehit miktarının ve emisyon oranının belirlenmesi
Küçük Hacimli Kabin (20L)	ISO / CD 12460: Odun esaslı paneller. Deney Odası metodu ile formaldehit yayını ve emisyonunun belirlenmesi. KS M 1998-2: İçyapı malzemelerinde formaldehit emisyonu ve uçucu organik bileşiklerin belirlenmesi- Bölüm 2: Küçük hacimli kabin yöntemi
1m ³ Deney odası ile Alan ve Laboratuvar Emisyon Kabin	ISO / CD 12460: Odun esaslı paneller. Deney Odası metodu ile formaldehit yayını ve emisyonunun belirlenmesi. ENV 13419-2: Yapı ürünleri - uçucu organik bileşiklerin emisyon tayini - Bölüm 2. Emisyon oda yöntemi ISO16000-10: İç ortam havası. Bölüm 10. Uçucu organik bileşiklerin emisyonu tayini. Emisyon oda yöntemi ASTM D 7143-05: İç Ortam Malzemeleri / Uçucu organik emisyonlarının belirlenmesi için oda yönteminin uygulanması

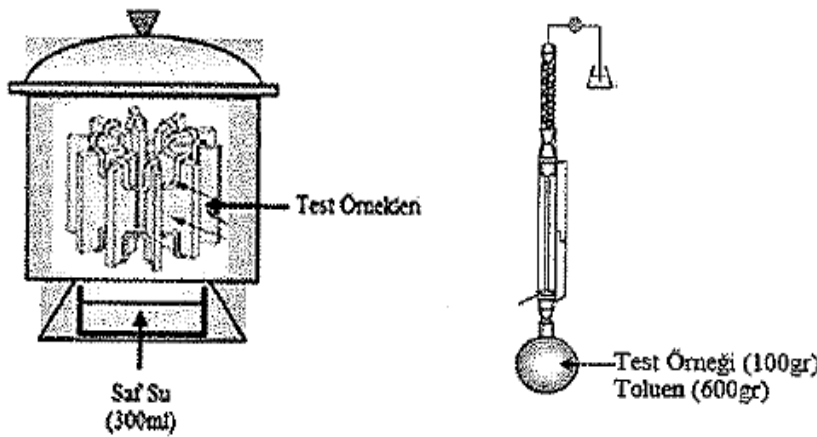
2.1 Desikatör Yöntemi

Desikatör yönteminde Japon (JAS VE JIS A 5908) ve Amerikan FTM-1 (formaldehyde testing method) standartlarında ölçüm yapılır. Japon standartlarında her bir deney levhasından 150x50mm, ASTM'lerde ise 70x127mmxlevha kalınlığı boyutlarında deney örneği hazırlanmaktadır. Japon standartlarında 120mm çap ve 60mm yükseklikte 300ml destile suyla dolu bir kristalizuar kabı, örneklerin bulunduğu 9-11lt'lik (çap 240mm) desikatöre yerleştirilir. Desikatör 20°C sıcaklıkta 24 saat bekletilir. Kristalizuar içerisindeki su örnek çözelti olarak alınır ve asetil aseton metoduyla formaldehit miktarı belirlenir.

Amerikan desikatör yönteminde; yongalevha örnekleri 24saat kontrplak örnekleri ise 7gün 24°C sıcaklık ve %50 bağıl nem şartlarında bekletildikten sonra 10,5lt'lik desikatör içerisine yerleştirilir ve süre 2-24saat olarak ayarlanır. Kontrplak örneklerinin dar kenarları uygun bir malzeme ile (örneğin vaks) kaplanmalıdır. Desikatör içerisinde absorpsiyon çözeltisi olarak konulan destile suyun miktarı; deneyin 2saat ise, 100ml'lik petri kabı içinde 25ml, 24saat ise 40ml'lik beher içerisinde 300ml olmalıdır. Absorpsiyon çözeltisindeki formaldehit kromotrofik asit yöntemiyle $\mu\text{g HCHO/ml}$ olarak belirlenir (Çolak S, 2002).

2.2 Perfaratör Yöntemi

DINEN 120, 1992'e göre 100gr örnek 600gr kaynar toluen ile ekstrakte edilir. 1000ml destile su sisteme eklenir. Su yüzeyi ile sifon ekipmanları arasında 20-30mm boşluk bırakılır. Soğutucu ve destile su ile doldurulmuş gaz absorpsiyon cihazı birbirine bağlanır ve elektrikli bir ısıtıcı ile ısıtılır. İşlem süresi 2saattir. İşlem sürecinde toluen'in geri akışı kesintisiz olmalıdır. Toluenin geri akışının başlangıcından itibaren 2saat sonra ısıtıcı kapatılıp, cam balon alınır. Perfaratörün içerisindeki su 20°C'ye kadar soğutulduktan sonra bir çıkış musluğu ile 2000ml'lik bir cam balona aktarılır ve toluenden ayrılır. İşlem sonunda 200ml su ile iki kez daha çalkalama yapılır. Formaldehit miktarı iyodometrik titrasyon ile tespit edilir.



Şekil 1. Desikatör ve Perfaratör Yöntemi (Kim S, 2010)

2.3 WKI- Şişe Yöntemi

500ml'lik polietilen şişelere 50mlt su konulur. 25x25mmxkalınlık boyutlarında 2 örnek şişe içerisine bir çengel yardımıyla asılır. 40°C'de 24saat bekletilir. Şişeler buzdolabında 1saat soğutulur. Formaldehit miktarı iyodometrik olarak belirlenir ve tam kuru levha ağırlığına oranlanır. Yöntem perfaratör yöntemiyle uyumlu sonuçlar vermektedir. (Uçar, G. ve Kurtoglu,A. 1986)



Şekil 2. Şişe Yöntemi (Uçar, G. ve Kurtoglu, A. 1986)

2.3 Çevresel Test Odası Yöntemleri

Bu yöntemler Avrupa Komisyonu çalışma grubu tarafından iç mekan ve ahşap esaslı malzemelerde formaldehit ve VOC emisyon karakterizasyonunun belirlenmesi için kullanılmaktadır (EN 717-1 ISO16000-9). Emisyonlar ISO 16000-6 (2004)'e göre örneklenir ve gaz kromatografisi kullanılarak analiz edilir. Formaldehit ve diğer karbonil bileşikler ise ISO 16000-3 (2001)'e göre örneklenmekte ve sıvı kromatografisi kullanılarak analiz edilmektedir.

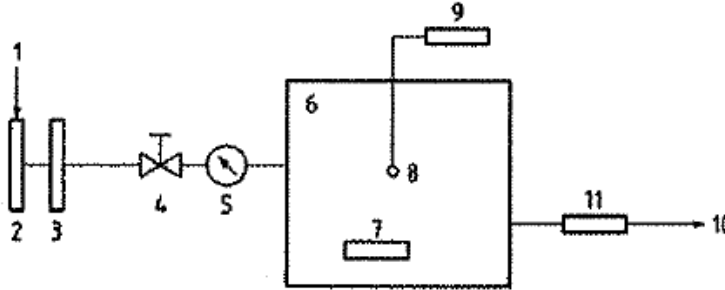
2.3.1 Deney Odası (Geniş Kabin) Yöntemi

EN 717-1'de açıklanan bu yöntemde göre, masif örnekler, büyük boyutlardaki kaplanmış yada kaplanmamış odun esaslı levhalar ve mobilyalardaki formaldehit emisyonu ölçülmektedir. Büyük boyutlu örnek kullanıldığından, diğer yöntemlerle kıyaslandığında, gerçek değerlere daha yakın sonuçlar vermesi önemli avantajdır. Bu nedenle referans yöntem olarak kabul edilir. ASTM E 1333-90'e göre örnekler deney odasına yerleştirilmeden önce bağıl nemi %50, sıcaklığı 24°C olan ve 0,1ppm'den daha az formaldehit konsantrasyonuna sahip ortamda 7gün boyunca kondisyonlanır. Odanın doluluk oranı, levhaların toplam yüzey alanının oda hacmine bölünmesi ile hesaplanır. Örnekler yerleştirildikten sonra 16saat süre ile kabin içerisindeki ortamın dengelenmesi sağlanır. Bu süresince formaldehitli hava örnekleri destile su içerisine alınır. Örneklerinden alınan ve hava ile taşınan su içerisine gönderilen formaldehit miktarı; kromotrofik asit yöntemi ile ppm olarak belirlenir. Kabinler %50 bağıl nem, 25°C sıcaklık şartlarında ve kabin içerisindeki havanın yarısı 1 saat içerisinde yenilenecek şekilde çalıştırılır (Çolak S, 2002)

2.3.2 1m³ Test Odası Yöntemi

Test çemberi hava geçirmez şekilde dizayn edilen paslanmaz çelik iç bölüm ve klimalı bir dış ortamdan oluşmaktadır. Çember içerisinde hava akımının gerçekleştirilmesi için bir havalandırma fanının olduğu hava bölmesi ve delikli platform çerçeve bulunur. Çembere yerleştirilen örneğin yüzey kısmından yayılan VOC'ler sirkülasyonlu hava akımı yardımı ile taşınır. Malzeme yüzeyinden 10mm yukarıdaki hava kalitesi ölçülmekte olup, hava hızı 0,1-0,3m/sn arasındadır. Ortam koşulları 23±0,5°C sıcaklık ve %45±3 bağıl nem olarak ayarlanır. Kütle akış kontrolü, bir pompa ile içeri giren havanın 1 saatteki çıkış hızını kontrol etmek için kullanılır. Vakum yardımı ile çıkış kanalından alınan VOC'ler Tenax absorban tüplerde depolanan emisyon CS-MS ile analiz edilir. Toplam VOC miktarı alev

iyonizasyon dedektörü kullanılarak belirlenebilir. Örnekleme süresi genel olarak yapı malzemeleri için 28 gündür (EN 717-1, 2006).



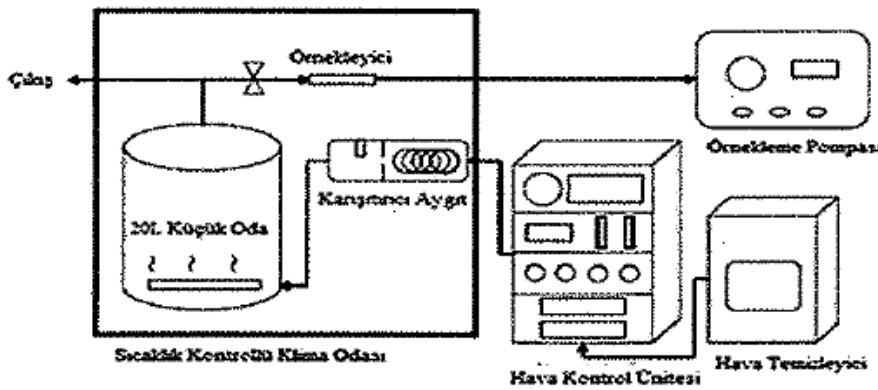
Şekil 2. Emisyon Test Odası Şeması (ISO 16000-9, 2006)

1. Hava girişi, 2. Hava filtresi, 3. Şartlandırma ünitesi, 4. Hava akış kontrolü, 5. Hava debi ölçer, 6. Test odası, 7. Hava sirkülatörü ve hız kontrolü, 8. Sıcaklık, hava nemi ve hız sensörleri, 9. Sıcaklık ve nem izleme sistemi, hava çıkışı, hava örnekleme manifoldu

2.3.3 Küçük Kabin Yöntemi (20L)

20L küçük test odası yöntemi Japonya'da geliştirilmiş olup, inşaat malzemeleri, boyalar ve diğer kullanım alanlarında D5116-97 ve D6007-96 ASTM ve Nos, 2,8,13 ve 16 CEN standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Örnekler 20L kapasiteli küçük odaya yerleştirilmeden önce destile su ile yıkanarak temizlenir ve 270°C sıcaklıkla fırınlanarak stabil hale getirilir. Ortam koşulları sıcaklık $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\%50\pm 5$ bağıl nem, $0,5\text{h}^{-1}$ havalandırma oranı ve hava akışı $0,001\text{m}^3\text{h}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Örnekler 12saat klimatize edildikten sonra 1,3,5 ve 7gün süresiyle oda içerisindeki hava tenax tüplere ve DNPH kartuşlarına alınır. TVOC konsantrasyonu kütle spektrum dedektörü ve gaz kromatografisi ile (GS-MSD), formaldehit konsantrasyonu da yüksek basınçlı bir sıvı kromatografisi ile analiz edilir (HPLC) (Kim KW vd. 2010).

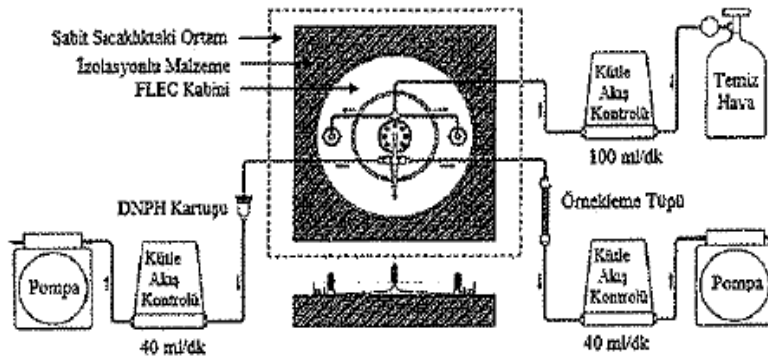


Şekil 3. 20L Test Odası Yöntemi (Kim S, 2010)

2.3.4 Alan ve Laboratuvar Emisyon Kabin Yöntemi (FLEC)

Test odalarına alternatif olarak FLEC yöntemi geliştirilmiştir (Wolkoff, 1991). ASTM-D 7143-05'e göre uygulanan yöntemde diğer test odası yöntemleri ile aynı sıcaklık ve bağıl nem koşulları söz konusudur.

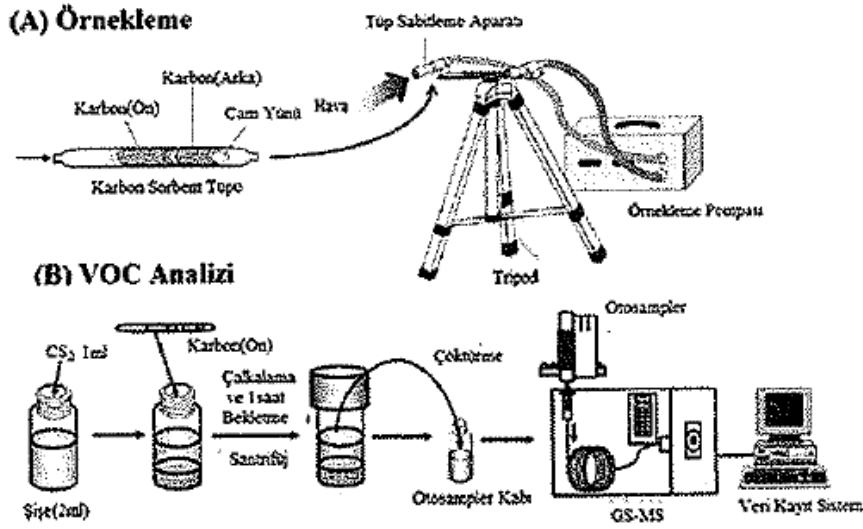
Örnek yüzey alanı 177cm^2 ve kabin hacmi 35ml^3 'dir. Örnek üzerine paslanmaz çelik bir kapak yerleştirilir. Azami yükleme faktörü $506\text{m}^2/\text{m}^3$ 'dür. Formaldehit yayılımının olmadığı ortamda FLEC ile malzeme yüzeyi arasına silikon köpük sıkılarak sızdırmazlık sağlanmalıdır. 1mm çapındaki dairesel hava girişinden giren hava (veya nitrojen) $7\times 7\text{mm}$ derinliğindeki dairesel çapraz yerleştirilmiş kanallardan geçerek örnek yüzeyine verilir. Tüm malzeme yüzeyi boyunca sabit ve verimli bir hava hızı sağlanır. Test odası ve FLEC yöntemi arasındaki korelasyon; depolama süresi ve yüzey homojenliği gibi faktörlere bağlıdır (Wolkoff, 1993).



Şekil 4. FLEC Emisyon Kabini Yöntemi (Uchiyama vd. 2001)

2.3.5 Taşınabilir VOC Örneklemme Cihazı ile Emisyon Belirleme

Japonya sağlık, çalışma ve refah bakanlığı (MHLW) tarafından kullanılan bu yöntemde; içerisinde 39 adet standart VOC bileşiği bulunan 1mg/ml 'lik Karbondisülfid (CS_2) çözeltisinin bulunduğu karbon sorbent tüpleri kullanılır (karbon içerikleri; ön kısım: 130mg ve arka kısım 65mg). Ortamda maksimum konsantrasyonu belirlemek için 5saat süre ile havalandırma yapılır. Havalandırma sırasında iç mekân donatılarının tüm kapıları açılmalıdır. Örneklemme işlemi yeni binada yerleşim olmadan ve yerleşimden 1yıl sonra olmak üzere 2 kez yapılır. Tüm örnekler izole edilmiş bir taşıt içerisinde karbon yatağı üzerinde laboratuvar ortamına getirilmelidir. Daha sonra Karbon sorbent tüp 1ml 'lik CS_2 çözeltisine ön kısmından daldırılarak 1saat süre ile çalkalama ve bekletme işlemi gerçekleştirilmiştir. 1dakikada 3000rpm santrifüj işlemi uygulandıktan sonra çökertilen CS_2 otomatik olarak cam örnek kabına (şişe) alınır. Alınan çözelti CG-MS sistemine aktarılır. Gerçekleştirilen CS-MS analizi ile emisyon tür ve konsantrasyonu belirlenir.



Şekil 5. Taşınabilir VOC Örneklemeye Yöntemi (Kataoka vd. 2012).

3. DEĞERLENDİRME

İnsan sağlığı açısından en doğru seçim masif ahşaptan üretilmiş binalarda masif iç donatıların kullanılmasıdır. Ayrıca bina ve donatılar için yukarıda anlatılan yöntemler ile ölçümler yapılarak ürün belgelendirilmeleri yapılmalı ve nihai kullanıcılar bilinçlendirilmelidir.

İç donatı elemanlarının üretimi ve seçiminde; uçucu organik ve formaldehit miktarı açısından fakir olan ürünler tercih edilmelidir. Mobilya veya diğer donatı elemanlarını seçerken; geri dönüşümlü ve doğal olarak bulunan malzemelerden yapılmış, belgesi olan ahşap malzeme ve doğal cilaların kullanıldığı, su bazlı boya ya da verniklerle kaplanmış, organik dokuma ve dolgu maddelerinin kullanıldığı ürünler, yumuşak ve yıkanabilen döşemeleri olan mobilyalar tercih edilmeli,

Yeni mobilya alındığında; Ortamın nem ve sıcaklığının yüksek olmamasına dikkat edilmeli, mobilyalar ortama getirilmeden önce satıcı deposunda ya da uygun bir yerde en az 15-30 gün süre ile bekletilip havalandırılmalı, eve/işyerine getirildikten sonra da ortam düzenli ve etkin bir şekilde havalandırılmalıdır. Yeni yapılan binalar özellikle bol havalandırılmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- AgBB, (2008). Health-related evaluation procedure for volatile organic compoundsemissions (voc and svoc) from building products,
- Aksakal, N., Vaizoğlu, A. S., Güler, Ç., 2005. mobilyalardaki kimyasallar ve sağlık etkileri *Türk Tabipleri Birliği - Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, cilt 14, sayı 12 • 269
- Aslan, G., Sofuoğlu, A., İnal,F., Odabaşı, M., Sofuoğlu, S.C., 2009. ilköğretim okullarında bina içi-dışı hava uçucu organik madde derişimleri: derslikler ile anasınıfları karşılaştırılması, *9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*

- ASTM D 7143-05, practice for emission cells for the determination of volatile organic emissions from indoor materials/products
- ASTM E 1333-90, standard test method for determining formaldehyde levels from pressed wood products under defined test conditions using a large chamber. Philadelphia, 1990.
- ASTM-D5116-97, standard guide for small-scale environmental chamber determinations of organic emissions from indoor materials/products, 1997.
- ASTM-D6007-96, standard test method for determining formaldehyde factors in air from wood products using a small scale chamber, 1996.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011. Türkiye Çevre Durum Raporu (No:11), Ankara
- Çolak, S. (2002). kontrplaklarda emprenye işlemlerinin formaldehit ve asit emisyonu ile teknolojik özelliklerine etkisi, Doktora tezi, Trabzon.
- Derwen, RG., Jenkin, ME., Saunders, SM., Pilling, MJ., Simmonds, PG., Passant, NR., Dollard, GJ., Dumitrean, P & Kent A. (2003). photochemical ozone formation in north west europe and its control. *Atmospheric environment* 37: 1983-1991.
- EN ISO 16000-9, (2006). Indoor Air – Part 9: determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishings – emission test chamber method.
- European Collaborative Action (ECA), (2005). harmonisation of indoor material emissions labelling systems in the eu. Report No. 24, EUR 21891 EN, *European Commission, Directorate Joint Research Centre*, p. 47.
- ISO 16000-3, (2001). Indoor Air – Part 3: determination of formaldehyde and other carbonyl compounds – active sampling method.
- ISO 16000-6, (2004). Indoor Air – Part 6: determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on tenax ta sorbent, thermal desorption and gas chromatography using ms/fid.
- JIS A 1460:2005. building boards determination of formaldehyde emission - desicator method, Japan
- Kataoka, H., Ohashi, Y., Mamiya, T., Nami, K., Keita, S., Kurie, O and Takigawa, T. (2012). indoor air monitoring of volatile organic compounds and evaluation of their emission from various building materials and common products by gas chromatography-mass spectrometry, *Advanced Gas Chromatography - Progress in Agricultural, Biomedical and Industrial Applications*, DOI: 10.5772/31659
- Kawouras, D., Koniditsiotis, J., Petinarakis, resistance of cured ureaformaldehyde resins to hydrolysis, *Holzforschung* 52 (1998) 105–110.
- Kim S, Choi YK, Park KW, Kim JT (2010). Test methods and reduction of organic pollutant compound emissions from wood-based building and furniture

- material. *Bioresour Technol.* 2010 Aug;101(16):6562-8. doi: 10.1016/j.biortech.2010.03.059. Epub 2010 Apr 20. s.
- Kim, J.-A., Kim, S., Kim, H.-J., (2006). The introduction and application of FLEC (field and laboratory emission cell) method. *Indoor Environment and Technology* 3(2), 79–96.
- Kim, K.W., Kim, S., Kim, H.J., Park, J.C. (2010). formaldehyde and tvoc emission behaviors according to finishing treatment with surface materials using 20 l chamber and FLEC. May 15;177(1-3):90-4. Doi 10.1016/j.jhazmat.2009.09.060. Epub 2009 Sep 19.
- Kirchner, S. et al., (2007). "Etat de la qualité de l'air dans les logements français. Environ. Risques and Santé" 6 (4), 259–269.
- Kirkeskov, L., Witterseh, T., Funch, L.W., Kristiansen, E., Mølhave, L., Hansen, M.K. & Knudsen, B.B. (2009). "Health evaluation of volatile organic compound (VOC) emission from exotic wood products", *Indoor Air* Vol. 19(1): 45-57.
- Moretti EC (2001). Practical solutions for reducing volatile organic compounds and hazardous air pollutants. American Institute of Chemical Engineers (AIChE), USA
- Park, J.S., Ikeda, K., (2006). Variations of formaldehyde and voc levels during 3 years in new and older homes. *indoor air* 16, 129–135.
- Sjöström, E., (1993). "Wood chemistry. Fundamentals and Applications", second ed. Academic Press, Inc., San Diego, pp. 1e293.
- TSEN 717-1 (2006). Ahşap esaslı levhalar-formaldehit salınım tayini bölüm 1: oda methodu ile formaldehit yayılması, Ankara.
- Uchiyama, S., T. Akimoto, and S.-I. Tanabe. (2001). emission rate measurement of chemical compounds emitted from the thermal insulating materials, International FLEC Symposium 2001. pp. 110-115.
- Uçar, G. ve Kurtoğlu, A. (1986). türkiye'de üretilen levhalarda formaldehit ayrışması, *İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 36, Sayı 1, S.14-24.
- Wolkoff, P., Clausen, P.A., Nielsen, P.A. and Gunnarsen, L., (1993., documentation of field and laboratory emission cell "flec": identification of emission processes from carpet, linoleum; paint, and sealant by modeling, *indoor air*, 3, 291–297.
- Wolkoff, P., Clausen, P.A., Nielsen, P.A., Gustavsson, H., Jousson, B. and Rasmussen, E. (1991). field and laboratory emission cell: flec, in: *healthy buildings 91, Atlanta, GA, American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers*, Atlanta, pp 160–165.
- Yuan L, Yu N, (2010). "The indoor volatile organic compounds (vocs) pollution control methods-a case study". 4th International Conference on Bioinforma
- Zhu, L. (2003). indoor air pollution control, beijing: "Chemical Industry Press",