

BİNALARDA DÜŞÜK EMİSYONLU ÜRÜN VE MALZEMELERİN KULLANIMINI TEŞVİK EDEN GREENGUARD SERTİFİKA PROGRAMI

Mehmet Özgür ALTUNTAŞ

ÖZET

Havalandırmanın hacimsel hesaplara uygun sağlanmasının yanında, düşük emisyonlu ürün ve malzemelerinin kullanımının tercih edilmesinin de iç ortam hava kalitesi için önem arz ettiği anlaşılmaktadır. Bina yapımında kullanılan malzemelerin, havalandırma sistemleri ekipmanlarının, yeni mobilya ve eşyaların içeriğinde bulunan kimyasallar emisyon yoluyla iç ortam havasına karışmaktadır. Bir ürün veya malzemeden açığa çıkan emisyon tek başına, bir ihtimal, insan sağlığı için tehlikeli kabul edilmeyebilir; fakat, birçok yapı ürünü ve malzemesinden açığa çıkan kimyasallar, toplandıklarında ve birbiriyle etkileşime girdiğinde insan sağlığı ve yaşam kalitesi için tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir.

Amerikan GREENGUARD Environmental Institute (Çevre Enstitüsü)'nün Sertifika Programı ile 10,000'den fazla çeşit kimyasalın emisyonunun, insan sağlığı ve yaşamı için olumlu kabul edilebilecek seviyelerin altında tutulması hedeflenmektedir. Söz konusu emisyon sınır değerleri belirlenirken, ABD'nin EPA, Almanya'nın Blue Angel gibi halk sağlığı ile ilgili çeşitli kuruluşların ve programların kriterleri dikkate alınmaktadır. GREENGUARD standartları, farklı ürün ve malzeme grupları ile yaşam alanları göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Çocuk sağlığı, gelişimi ve öğrenme kabiliyeti iç ortam havasının kirlenmesinden daha çok etkilendiği için; sınır değerleri için uygulanan kriterler çocukların bulunduğu yaşam alanlarında daha emniyetli değerlere çekilmektedir. Bu çalışmada, genel yaşam alanları için hazırlanan GREENGUARD Indoor Air Quality (İç Hava Kalitesi) Standardı ile GREENGUARD Children and Schools (Çocuklar ve Okullar) Standardına göre yapılan sertifikasyon belirtilmektedir. GREENGUARD standartları; her ürün için 168 saatlik, ASTM D 5116 standardına da uygun oda testi sonunda; ürün ya da malzemenin toplam uçucu organik bileşik, formaldehit, her bir uçucu organik bileşik, toplam aldehit, toplam ftalat, solunabilir parçacık emisyon değerlerinin, belirli sınır değerlerle karşılaştırmasını esas almaktadır. Ses izoleli bir alüminyum esnek hava kanalının; gerek söz konusu GREENGUARD Standartları, gerekse Fransa'nın yapı ve dekorasyon ürünlerinin uçucu organiklerin emisyonlarına dair yönetmeliğine göre kimyasal emisyon analizi detaylı örnek olarak incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: GREENGUARD, Düşük emisyon, İç ortam hava kalitesi, Uçucu organik bileşikler, Binalar, Yapı ürünleri.

ABSTRACT

Beside ventilation criteria would be decided according to volumetric calculations, it is realized that preferring low emitting products and materials for use is also essential for indoor air quality. Chemicals in the content of the materials used for building construction, ventilation systems equipments, new furniture and stuff has blown into indoor air by emission. Perhaps emission from a single product or material would be accepted uncritical for human health; but, chemicals emitted from many of the construction products and materials could be reaching to critical situations for human health and life style while they are accumulated and reacted with each other.

By the Certification Program of American GREENGUARD Environmental Institute, the emission of over 10,000 types of chemicals has been targeted to restricted under acceptable limits for human health and life. Maximum allowable emission levels in air concentrations are stated with the guidance of relevant criteria of common health organizations and programs like EPA of USA, Blue Angel of Germany, GREENGUARD standards has established with consideration of different product and material groups and residential areas. Since children health, development and ability to learn are more affected by indoor air pollution, criteria including maximum allowable limits in residential areas with children are gotten to be more strict. In this paper, the certifications with GREENGUARD Indoor Air Quality Standard for common residential and GREENGUARD Children and Schools Standard for residential with children is mentioned. GREENGUARD standards state matching of the obtained total volatile organic compounds, formaldehyde, other individual volatile organic compound, total aldehydes, total phthalates, respirable particles emission levels over a 168 hour exposure period in the chamber test of every products or materials with the maximum allowable limits. Both for the mentioned GREENGUARD Standards and the French VOC Emissions Labeling Regulation for Construction and Decorative Products chemical emission analysis of an acoustically insulated aluminum flexible air duct is examined in detail.

Key Words: GREENGUARD, Low emission, Indoor air quality, Volatile organic compounds, Buildings, Construction products.

1. GİRİŞ

İnsanların günlük olarak uyumaya, ofiste çalışmaya veya okula harcadığı zaman toplandığında; günün büyük bir kısmının iç ortam hava kirleticilerine sürekli maruz kalarak geçirdikleri görülmektedir. ABD'nin Çevre Koruma Ajansı (EPA) ortalama bir insanın maruz kaldığı kimyasalların % 72'sine evde maruz kaldığını tahmin etmektedir [1]. En güvenli yaşam alanlarından biri olarak görülen evlerde, ironik bir şekilde potansiyel olarak tehlikeli olan kirleticilerle yüksek oranda karşı karşıya kalılabilmektedir.

İç ortam hava kalitesi için yapılan uygulamalarda, ANSI/ASHRAE 62.1-2007 gibi standartlarda yer alan beslenen hava, atılan hava miktarları için yer alan hacimsel hesapların yaygın olarak dikkate alındığı görülmektedir. Bina yapımında kullanılan malzemelerin, havalandırma sistemleri ekipmanlarının, yeni mobilya ve eşyaların içeriğinde bulunan kimyasallar emisyon yoluyla iç ortam havasına karışmaktadır. Ürün ve malzemelerin neden olduğu kimyasal emisyonların da iç ortam hava kalitesi için dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle kaynak kontrolü aşamasında, düşük emisyonlu ürün ve malzemeler tercih edilmelidir.

İnsanların maruz kaldığı kimyasalların büyük bir kısmından zarar görebileceğini destekleyen çok sayıda kanıt vardır. Bu kirleticilerin kaynaklarının ortadan kaldırılması ve bu şekilde maruz kalma oranının büyük ölçüde azaltılması öncelikli sürdürülebilirlik hedefi olmalıdır. İç ortamlarda ölçülen çok sayıda farklı uçucu organik bileşikler (VOC'ler) ve her geçen gün potansiyel zararlı olarak yeni bileşiklerin keşfedildiği göz önünde bulundurulduğunda, kimyasallara genel olarak maruz kalınmasının azaltılması ve buna ek olarak sağlığa zararlı oldukları bilinen kimyasallara maruz kalınmasının sınırlandırılmasına odaklanmak büyük önem taşımaktadır.

2. KİRLETİCİ KİMYASALLAR VE ETKİLERİ

İnsanlar kimyasallara üç şekilde maruz kalır: sindirim, deri yoluyla emilim ve solunum. Evlerde, ofislerde, okullarda ve diğer iç mekanlarda solunan hava ile maruz kalınan kimyasallar insan sağlığını ve yaşam kalitesini ciddi boyutlarda etkileyebilmektedir.

Uçucu Organik Bileşenler (VOC'ler) yapı ürünlerinin, mobilyaların, temizlik ve kişisel bakım ürünlerinin üretimi ve korunması için kullanılan kimyasallardır. ABD'nin Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından yapılan çalışmalar ve diğer araştırmacıların bulguları, iç ortamlarda genel olarak bulunan VOC düzeylerinin dış ortamlara oranla bin veya iki bin kat daha fazla olduğunu göstermektedir [2]. İç ortamlarda yaygın olarak karşılaşılan VOC'lere örnek olarak formaldehit, dekan, bütoksietanol, izopentan, limonen, stiren, ksilen, perkloretilen, metilen, klor, toluen ve vinil klorür örnek verilebilir. Bir ürün veya malzemeden açığa çıkan kimyasal emisyonu tek başına, bir ihtimal, insan sağlığı için tehlikeli kabul edilmeyebilir; fakat, birçok yapı ürünü ve malzemesinden açığa çıkan kimyasallar, toplandıklarında ve birbirleriyle etkileşime girdiğinde insan sağlığı ve yaşam kalitesi için tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir. Washington Eyaleti East Campus Plus programının bir çalışmasında elde edilen sonuçlara göre inşaat sonrası büyük bir ofis binasında bulunan VOC'lerin % 96'sı binanın inşaatı ve döşenmesi için kullanılan malzemelerden kaynaklanmaktadır [2].

Kirletici kimyasalların bazıları algılanabilen, çok düşük seviyede koku yaymalarına rağmen çoğu belirgin bir kokuya da sahip değildir. İnsanlar iç ortamdaki kimyasalların etkilerini hemen görebileceği gibi, bu etki yıllar sonra da ortaya çıkabilir. Ani etkiler arasında gözlerde, burunda ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi ve yorgunluk sayılabilir. Bu tür etkiler kısa sürelidir ve tedavisi mümkündür. Kimyasallar maruz kaldıktan kısa süre sonra astım, deri iltihabı, alerjik rinit ve zatürree gibi bazı hastalıkların belirtilerini tetikleyebilir. Daha ciddi sağlık etkileriyle, maruz kaldıktan yıllar sonra ortaya çıkabilir. Bu etkilerin arasında solunum yolu hastalıkları, kalp hastalıkları, kanser, üreme ve gelişim sorunları yer almaktadır, son derece güçten düşürücü, hatta ölümcül olabilirler. Kötü iç ortam hava kalitesi hem çalışan sağlığını hem de performansını büyük ölçüde etkileyebilmektedir. EPA bu maliyetlerin ABD iş dünyasına yılda milyarlarca dolara mal olduğunu tahmin etmektedir [3].

ABD'de astımın insan sağlığı ve yaşamı üzerindeki etkisi konulu yapılan bir araştırmaya göre; çocuklarda astıma yakalananların sayısı bir yüzyıl içerisinde % 160 arttı; ABD'de 9 milyonu çocuk olmak üzere, 20 milyon kadar insan astımlı, 10 milyon astımlı insanda alerji de görülüyor; astım nedeniyle yıllık olarak toplamda yaklaşık 24.5 milyon iş günü ve okullarda 14 milyon gün eğitim ve öğretim günü kaybı yaşanıyor; her yıl 5,000 insan bu rahatsızlık yüzünden ölüyor [4]. İç ortamlarda, yüksek oranda kirleticilere uzun süreli maruz kalmanın bu rahatsızlığın başlamasına sebep olduğu göz önüne alındığında; iç ortam hava kalitesini sağlamak üzere düşük emisyonlu ürün ve malzemelerin tercih edilmesinin önemi anlaşılabilir.

3. GREENGUARD SERTİFİKA PROGRAMI

2001'de kurulan Amerikan GREENGUARD Environmental Institute (Çevre Enstitüsü), GREENGUARD Sertifika Programını sağlayan ve uygulayan, endüstriden bağımsız, üçüncü taraf, kar amacı gütmeyen bir organizasyondur. Enstitü'nün misyonu kirletici kimyasallara maruz kalınmasını azaltacak ve iç ortamdaki hava kalitesini artıracak programlarla insan yaşamını ve yaşam kalitesini korumaktır. İç ortam hava kalitesiyle ilgili tüm üreticiler ile tedarikçiler, ürün ve malzemelerinin sertifikasyonu için başvurabilmektedir.

Sertifika Programı ile 10,000'den fazla çeşit kirletici kimyasalın emisyonunun, insan sağlığı ve yaşamı için olumlu kabul edilebilecek seviyelerin altında tutulması hedeflenmektedir. Söz konusu emisyon sınır değerleri belirlenirken, ABD'nin EPA, Almanya'nın Blue Angel gibi halk sağlığı ile ilgili çeşitli kuruluşların ve programların kriterleri dikkate alınmaktadır [5]. GREENGUARD standartları, farklı ürün ve malzeme grupları ile yaşam alanları göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Çocuk sağlığı, gelişimi ve öğrenme kabiliyeti iç ortam havasının kirlenmesinden daha çok etkilendiği için; sınır değerleri için uygulanan kriterler çocukların bulunduğu yaşam alanlarında daha emniyetli değerlere çekilmektedir. GREENGUARD Indoor Air Quality (İç Hava Kalitesi) Standardı ile GREENGUARD Children and Schools (Çocuklar ve Okullar) Standardına göre iki tipte sertifikasyon yapılmaktadır. Ürün ve malzemelerin, üçer aylık aralarla yılda bir kez 168 saatlik komple teste ve üç kez 24 saatlik profil testine tabi tutulması gerekmektedir. Her iki sertifikasyonda da sıkı testler ve devamlı bir doğrulama sürecinden geçen düşük emisyonlu ürün ve malzemelere belge verilmektedir. Tüm GREENGUARD

Sertifikalı ürün ve malzemeler, sertifikalı olduklarını göstermek üzere GREENGUARD logosu taşıma hakkına sahip olur ve ücretsiz olarak Enstitü'nün internet sitesinde listelenir.

3.1. GREENGUARD İç Hava Kalitesi (IAQ) Sertifika Programı

GREENGUARD IAQ standardı, yapı ürünleri, havalandırma ekipmanları, koltuklar ve mobilyalar gibi ürünlere odaklanarak; yapı endüstrisinin iç ortam hava kalitesi gereklilikleri için kriter ve test koşulları sunar. Standart 10,000'den fazla kimyasala göre azami izin verilen emisyon sınırlarını belirler. Tablo 1'de çeşitli kimyasallar için belirtilen kriterleri sağlayan ürün ve malzemeler, Enstitü'nün gerekli prosedürleri sertifikasyon prosedürleri izlendikten sertifika kazanmaya hak kazanır.

İlgili prosedürler yerine getirilerek alınan numuneler, 168 saatlik süreyle ASTM D 5116 standardına da uygun oda testine tabi tutulur. Ürün ya da malzemenin toplam uçucu organik bileşik, formaldehit, her bir uçucu organik bileşik, toplam aldehit, solunabilir parçacık emisyon değerleri ve havadaki belirtilen her bir kimyasalın konsantrasyonu belirtilen süre boyunca kaydedilir. Standart yaşam alanı koşullarını dikkate alan ve ANSI/ASHRAE 62.1-2007 standardını dikkate alarak hazırlanan bilgisayar bazlı modellemeye göre nihai hava konsantrasyonları tahmin edilir. Test odasının hacmi, numunenin ebatlarına göre 0.05 - 35 m³ arasında değişebilmektedir [6] (bkz. Şekil 1) .

Tablo 1. GREENGUARD IAQ Standardına Göre, Yapı Ürünleri İçin Önerilen Maksimum Emisyon Miktarları [6]

Her bir uçucu organik bileşik	≤ 0.1 TLV *
Formaldehit	≤ 0.05 ppm
Toplam uçucu organik bileşik	≤ 0.5 mg/m ³
Toplam aldehit	≤ 0.1 ppm
Toplam parçacıklar (≤ 10 μ m)	≤ 0.05 mg/m ³

* TLV: Eşik sınır değeri



Şekil 1. Oda testi

3.2. GREENGUARD Çocuklar ve Okullar Sertifika Programı

GREENGUARD Çocuklar ve Okullar Standardı, çocuklar ve diğer savunmasız toplulukların kendilerine özgü sağlık hassasiyetlerini ele alır. Çocukların bağışıklık sistemi hala gelişmekte olduğundan,

kimyasalların etkilerine yetişkinlere oranla daha duyarlıdır. Çocuklar ayrıca yetişkinlerden daha hızlı solunum yaptıkları için daha fazla kimyasala maruz kalmaktadır.

Test koşulları açısından GREENGUARD IAQ standardına benzerdir. Aynı şartlarda, ürünler ve malzemeler teste tabi tutulur. Ancak, kimyasal grupların emisyonları için daha düşük sınırları belirttiği ve Kaliforniya Halk Sağlığı Departmanı'nın (CDPH) CA 01350 düzenlemesinde belirttiği Kronik Referans Maruz Kalma Seviyeleri (CREL'ler) tarafından belirlenen 35 kimyasal ile ilgili ilave maruz kalma sınırları koyduğu üzere daha sıkı şartlarda yeterlilik arayan bir standarttır [7] (bkz. Tablo 2).

Tablo 2. GREENGUARD Çocuklar ve Okullar Standardına Göre, Yapı Ürünleri İçin Önerilen Maksimum Emisyon Miktarları [8]

Her bir uçucu organik bileşik	≤ 0.01 TLV ve ≤ 0.5 CREL
Formaldehit	≤ 0.0135 ppm
Toplam uçucu organik bileşik	≤ 0.22 mg/m ³
Toplam aldehit	≤ 0.043 ppm
Toplam ftalat	≤ 0.01 mg/m ³
Toplam parçacıklar (≤ 10 μ m)	≤ 0.02 mg/m ³

4. BİR ESNEK HAVA KANALININ EMİSYON ANALİZİ

Sertifikalandırılan ses izoleli esnek hava kanalı; perfore alüminyum iç kanal, cam yünü izolasyonu ve cam yünü saran alüminyum ceketten oluşmaktadır. Testler, Air Quality Science Kimya Laboratuvarında, bir yüzünün alanı 0.0853 m² olan numune ile yapılmıştır. Numune 168 saatlik, GREENGUARD Indoor Air Quality (İç Hava Kalitesi) Standardı ile GREENGUARD Children and Schools (Çocuklar ve Okullar) Standartlarına uygun oda testine tabi tutulmuştur. Test edildiği oda, 5.5 m² yükleme zemini alanı ve 32 m³ hacme sahip paslanmaz çelik malzemeyle çevrilidir. 1.0 ± 0.05 hava değişimi / saat, % 50 ± 5 bağıl nem, 23 ± 1 °C standart test koşullarına sahiptir. İç yüzeyi yansıtıcı özelliğe sahiptir, kirlenmeye en az maruz kalacak şekilde uygulama ile imal edilmiştir (bkz. Şekil 2). Hava değişim manifoldu aerodinamik tasarımı üzerinde çalışılarak, paslanmaz çelikten üretilmiştir. Beslenen hava kimyasal kirlenmelerden; < 10 μ g/m³ toplam VOC, < 10 μ g/m³ toplam parçacıklar, < 10 μ g/m³ formaldehit ve < 2 μ g/m³ her bir VOC şartlarını sağlayacak düzeyde arındırılmıştır. Test odası, sürekli data toplama sistemi ile çalışma koşullarının (hava değişimi, sıcaklık, nem) doğrulandığı proses kontrole tabidir [9].

Aldehitlerin emisyon ölçümünde ASTM D 5197 ve USEPA IP-6A Standardlarına uygun yüksek performanslı sıvı kromatografi (HLPC) yöntemi kullanılmıştır. VOC ölçümlerinde kütle spektrometrik tespiti için kullanılan, ASTM D 6196 Standardı gerekliliklerini karşılayan gaz kromatografisi yöntemi (GC/MS) izlenmiştir. Parçacık ölçümleri için numune 1000 ft³/dk sürekli taze hava akış koşuluna göre 18 saat boyunca maruz bırakılmış, ardından test odasına alınmıştır. Test odasında, TSI modelinde 8520 aerosol monitör cihazında, 90° açıyla ışık saçılımı yapılarak, havadaki 0,1 – 10 mikron çapındaki parçacıkların ölçümü test süresince alınmıştır.



Şekil 2. Ses İzoleli Esnek Hava Kanalının Emisyon Testi [9]

4.1. Hava Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Formaldehit, toplam aldehit ve toplam VOC'un emisyon oranlarının belirlenmesinde bir hafta süreli hava konsantrasyonlarındaki değişimi değerlendiren bir model kullanılmıştır.

Emisyon faktörü birinci derece bozulmayı

$$EF_m = EF_0 e^{-kt}$$

ya da bir güç yasasını esas alan bozulmaya göre modellenmiştir:

$$EF_m = EF_0 t^{-k}$$

- EF_m : modellenmiş emisyon faktörü ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{sa}$) ya da ($\mu\text{g}/\text{birim}.\text{sa}$)
 EF_0 : başlangıç emisyon faktörü ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{sa}$) ya da ($\mu\text{g}/\text{birim}.\text{sa}$)
 K : oran sabiti (sa^{-1})
 T : zaman (sa)

En uygun verinin belirlenmesi amacıyla regresyon analizi yapılmıştır. En düşük kareler seçilme yöntemi izlenen prosedüre göre en uygun eğri belirlenmiştir.

Modele göre yapılan ölçümlerde şu varsayımlarda bulunulmuştur: açık alan ofisindeki nefes alma seviyesindeki homojen hava; % 50 bağıl nem, 23 çevre koşulları; ilave kimyasal kirlenici ya da yeniden emisyonu neden olacak kaynakların bulunmaması. Havalandırma şartları için ANSI/ASHRAE 62.1-2007 Standardında yer alan koşullar esas alınmıştır.

168 saat boyunca yapılan ölçümlere dayanan, sabit emisyon faktörü GREENGUARD kriterlerine uygun olarak belirlenmiştir. Tahmini maruz kalma konsantrasyonları ($C_{p,t}$) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) şu modele göre hesaplanmaktadır:

$$C_{p,t} = EF_{m,t}(A/V)(1/N)$$

- $C_{p,t}$: t zamanındaki tahmini maruz kalma konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 $EF_{m,t}$: t zamanındaki modellenmiş emisyon faktörü ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{sa}$) ya da ($\mu\text{g}/\text{birim}.\text{sa}$)
 A : ürünün odadaki maruz kalan alanı (m^2 ya da birim) = 5.5 m^2
 V : oda hacmi (m^3) = 32 m^3
 N : odadaki saat başına hava değişim oranı (sa^{-1}) = 0.72 sa^{-1}

4.2. Test Sonuçları ve Değerlendirme

Numune ile söz konusu kimyasal emisyonları için aşağıdaki tablolarda belirtilen sonuçlar alınmıştır. GREENGUARD Indoor Air Quality (İç Hava Kalitesi) Standardı ile GREENGUARD Children and Schools (Çocuklar ve Okullar) Standardı için Tablo 1 ve 2'de belirtilen gerekli kriterlerin sağlandığı görülmektedir.

Tablo 3. Toplam VOC Emisyon Faktörleri ve Tahmini Hava Konsantrasyonları

Geçen Maruz Kalma Süresi (Sa)	Emisyon Faktörü ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{sa}$)	Tahmini Hava Konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
6	9.0	2
24	5.4	1
48	2.7	1
72	2.5	1
96	2.9	1
168	2.8	< 1
Güç yasasına göre bozulma sabiti = $k = 0.442$		

Tablo 4. Formaldehit Emisyon Faktörleri ve Tahmini Hava Konsantrasyonları

Geçen Maruz Kalma Süresi (Sa)	Emisyon Faktörü ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{sa}$)	Tahmini Hava Konsantrasyonu (ppm)
6	29.7	0.006
24	20.2	0.004
48	16.0	0.003
72	14.0	0.003
96	12.9	0.002
168	10.4	0.002
Güç yasasına göre bozulma sabiti = $k = 0.335$		

Tablo 5. Toplam Aldehit Emisyon Faktörleri ve Tahmini Hava Konsantrasyonları

Geçen Maruz Kalma Süresi (Sa)	Emisyon Faktörü ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{sa}$)	Tahmini Hava Konsantrasyonu (ppm)
6	29.7	0.006
24	20.2	0.004
48	16.0	0.003
72	14.0	0.003
96	12.9	0.002
168	10.4	0.002
Güç yasasına göre bozulma sabiti = $k = 0.335$		

Tablo 6. Toplam Parçacık Emisyon Faktörleri ve Tahmini Hava Konsantrasyonları

Geçen Maruz Kalma Süresi (Sa)	Emisyon Faktörü ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{sa}$)	Tahmini Hava Konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
6	< 10	< 3
24	< 10	< 3
48	< 10	< 3
72	< 10	< 3
96	< 10	< 3
168	< 10	< 3

Mevcut test sonuçlarıyla, Fransa'nın yapı ve dekorasyon ürünlerinin uçucu organiklerin emisyonlarına dair yönetmeliğinde yer alan, Tablo 7'de belirtilen kriterler ayrıca sağlanmıştır.

Tablo 7. Fransa'nın Yapı Ve Dekorasyon Ürünlerinin Uçucu Organiklerin Emisyonlarına Dair Yönetmeliğinde Yer Alan Maksimum Emisyon Miktarları [10]

Formaldehit	$\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Asetaldehit	$\leq 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Tolüen	$\leq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Tetrakloroetilen	$\leq 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Ksilen	$\leq 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1,2,4-trimetilbenzen	$\leq 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1,4-diklorobenzen	$\leq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Etilbenzen	$\leq 750 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2-butoksietanol	$\leq 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Stiren	$\leq 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Toplam uçucu organik bileşik	$\leq 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Trikloroetilen	$\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzen	$\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Dibütil ftalat	$\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

SONUÇ

İç ortam hava kalitesi için hacimsel hava değişimi hesaplamalarının yapılması yanında, ortamda bulunan ürün ve malzemelerin neden olduğu emisyonların insan sağlığı ve yaşamının olumlu yönde sürdürülebilmesi azami sınırların altında tutulması gerektiği anlaşılmaktadır. ABD ve Avrupa'daki halk sağlığı ile ilgili bazı kuruluşların kriterleri dikkate alarak hazırlanan GREENGUARD Standartları ile genel yaşam alanları ve çocukların bulunduğu özel ortamlarda düşük emisyonlu ürün ve malzemelerin kullanılması hedeflenmektedir.

GREENGUARD Sertifika işlemlerinde, test ve değerlendirme sürecine örnek vermek üzere, bir esnek hava kanalının emisyon sonuçları incelenmiştir. Test sonuçlarının, ilgili Fransız yönetmeliğindeki kriterlerle uyumlu olduğu belirtilip; sonuçların geniş uluslararası geçerliliği sahip olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] <http://www.greenguard.org/en/indoorAirQuality.aspx>
- [2] http://www.greenguard.org/en/indoorAirQuality/iaq_chemicals.aspx
- [3] <http://www.greenguard.org/en/faq.aspx>
- [4] Air Quality Science, "Asthma and Damp Buildings: Making the Connection", 2005.
- [5] http://www.greenguard.org/en/technicalCenter/tech_standards.aspx
- [6] GEI, "GREENGUARD Indoor Air Quality Standard for Building Materials, Finishes and Furnishings Standard", 2010.
- [7] http://www.greenguard.org/en/CertificationPrograms/CertificationPrograms_childrenSchools.aspx
- [8] GEI, "GREENGUARD Children and Schools Standard", 2011.
- [9] Air Quality Science, GREENGUARD Sertifika Test Raporu 90381-04, 2011.
- [10] Air Quality Science, GREENGUARD Sertifika Test Raporu 90381-11, 2012.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Özgür ALTUNTAŞ

1985 yılı İzmir doğumludur. ODTÜ Kimya Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2010 yılından beri, AFS Boru Sanayi A.Ş.'de Kalite Kontrol Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Esnek hava kanalları, endüstriyel hortumlar, iç hava kalitesi, havalandırma sistemleri için yoğunlaşma kontrolü konuları çalışma alanlarıdır.