

# ORGANİK BİLEŞİKLERİN FARKLI İÇ ORTAMLARDAKİ SEVİYELERİ

Sibel MENTEŞE  
Gülen GÜLLÜ

## ÖZET

Bu çalışmada Ankara'da çeşitli iç ortamlardan alınan hava örneklerinin organik bileşikler yönünden içeriği ve seviyeleri tespit edilmiştir. Uçucu organik bileşiklerin birçok kaynağı bulunmaktadır. Bunlar yanma ürünleri ve yan ürünleri olabileceği gibi; temizlik maddeleri, deodorantlar gibi yaygın kullanılan tüketim malzemeleri de olabilmektedir. Bu çalışmada Ankara ilinde bir kreş, bir ilkokul, bir ev ve bir işyerinde ve paralel olarak dış ortamlarından hava örnekleri toplanmıştır. Çalışmada ayrıca, iç-dış ortam sıcaklık (°C) ve bağıl nem değerleri (%) de eşzamanlı olarak kaydedilmiştir. Hava örneklerindeki organik bileşiklerden parafinler, olefinler, halojenli organikler, benzen ve türevleri ile trafik kaynaklı organik bileşiklerin miktar tayini yapılmıştır. Hava örnekleri, aktif örnekleme prensibi ile termal olarak desorbe olabilen tüpler içerisine toplanmıştır ve analizi TD-GC/FID sistemi ile yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, genel olarak, kreş ve ilkokuldaki organik bileşik seviyeleri diğer istasyonlara göre yüksek bulunurken; işyeri örnekleme noktasında daha düşük seviyelere rastlanılmıştır. Çalışmanın iç ortamlarda havalandırmanın yoğun olarak yapıldığı bir dönem olan yaz mevsiminde olması nedeni ile kış döneminde sıklıkla gözlenen organik kirleticiler açısından çok yüksek iç/dış oranına bu dönemde rastlanılmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Uçucu Organik Bileşikler, İç ortam havası, kreş, ilkokul.

## ABSTRACT

In this study, composition and levels of organic compounds in air samples, collected from various indoor environments in Ankara, were determined. Volatile organic compounds have many sources. These are both products and by-products of combustion and common consumer products such as cleaning agents and deodorants. In this study, air samples from a kindergarten, a primary school, a house, and a workplace in Ankara were collected in parallel with outdoor samples. Also, indoor and outdoor temperature and relative humidity values were recorded simultaneously in the study. Paraffins, olefins, halogenated organics, benzene and derivatives and organic compounds are originated from traffic were quantified in the air samples. Air samples were collected into thermal desorption tubes in accordance with active sampling principle and analyzed with TD-GC/FID system. According to results of the study, in general, levels of volatile organic compounds were found higher in kindergarten and primary school with compared to other sampling sites, while lower levels were observed in workplace sampling site. Since this study was conducted in the summer, lower indoor to outdoor ratios for organic compounds were observed, as expected.

**Key Words:** Volatile Organic Compounds, Indoor air, kindergarten, primary school.

## GİRİŞ

İnsanlar zamanlarının büyük bir bölümünü ev, işyeri ve okul gibi kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu nedenle, iç ortam havasının halk sağlığı üzerinde çok büyük bir etkisi vardır. Çocukların ve öğrencilerin zamanlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri kreşler ve ilkokullarda maruz kalınan seviyeler, söz konusu yaş aralığındaki çocukların bağışıklık sistemlerinin henüz gelişmemiş olması ve solunum seviyelerinin daha alçakta olması nedeniyle ayrı bir önem arz etmektedir.

Uçucu Organik Bileşikler (UOB) çok uçucu organik bileşikler (kaynama noktası  $<0\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ )'den katı organik bileşiklere (kaynama noktası  $>380\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) kadar çok geniş bir bileşik grubunu kapsamaktadır. İç ortam ve dış ortam havasında sıklıkla gözlenen ve hava kalitesi açısından UOB olarak adlandırılan grup ise genellikle bazı parafinler ve benzenden başlayarak naftaline kadar olan bileşikler (kaynama noktası  $<260\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) kapsamaktadır [1]. En yaygın gözlenenleri BTEX olarak adlandırılan benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler'dir. Bu bileşiklerin içinde iç ortamda en yüksek seviyelerde rastlanılanı ise toluendir. İç ortam havasında sıklıkla rastlanan ve seviyesi yüksek olduğunda insan üzerinde kanserojen olarak kabul edildiği için [2] önem arz eden bileşik benzendir. Bu nedenle iç ortam havasında maruz kalınan benzer seviyelerinden ötürü ortaya çıkması beklenen kanser riskini bu bileşik için hesaplamak mümkündür [3]. Benzen için yapılan risk hesabında, risk seviyesi 1/10000'in üstüne çıktığında, riski azaltmak için müdahale yapılması gerektiği belirtilmektedir.

UOBler hemen hemen her ortamda az veya çok miktarda bulunabilir. UOBlerin iç ortamdaki seviyeleri olası insan aktiviteleri kadar kaynaklarının bulunma yoğunluğuna bağlı olarak değişkendir. Kolonya, parfüm, deodorant, sabun, deterjan, şampuan, hava kokusu giderici spreylere gibi tüketim malzemeleri ile ahşap ve cilası, boya gibi bina malzemeleri UOB kaynaklarıdır. UOBlerin hasta bina sendromu tipi semptomların yanı sıra sinerjetik etkiye neden olmaları da önemlidir [4]. UOB yönünden iç ortam hava kirliliğinin en önemli kaynakları: insan aktiviteleri, bina malzemelerinden kaynaklanan emisyonlar ve dış ortam havasından iç ortam havasına havalandırma vs. ile giriş olarak sıralanabilir. Yeni veya tadilat yapılmış binalarda UOBlerin bina malzemelerinden kaynaklanan birincil emisyonu bir süre boyunca en yüksek seviyelerde yayılır ve ancak aylar sonra seviyeleri düşmeye başlar. Bina malzemelerinin kimyasal (Ör: ozon, tamirat, nem) veya fiziksel (Ör: ısı ve UV ışınları) dekompozisyon ile eskimesi neticesinde bina malzemelerinden ikincil emisyonlar belirli bir süre boyunca veya bazen sürekli olarak salınmaktadır [5]. Ülkemizde iç ortamlarda içimi resmi olarak yasaklanmasına rağmen, halen tüketildiği gözlenen çevresel sigara dumanını, UOBler de dahil olmak üzere birçok hava kirleticisinin kaynağı olarak gösterilmektedir [6].

Bu çalışmada, Mayıs-Haziran 2007 döneminde Ankara ilinde bir kreş, bir ilkokul, bir ev ve bir işyerinde ve paralel olarak dış ortamlarında UOB örnekleme gerçekleştirilmiştir.

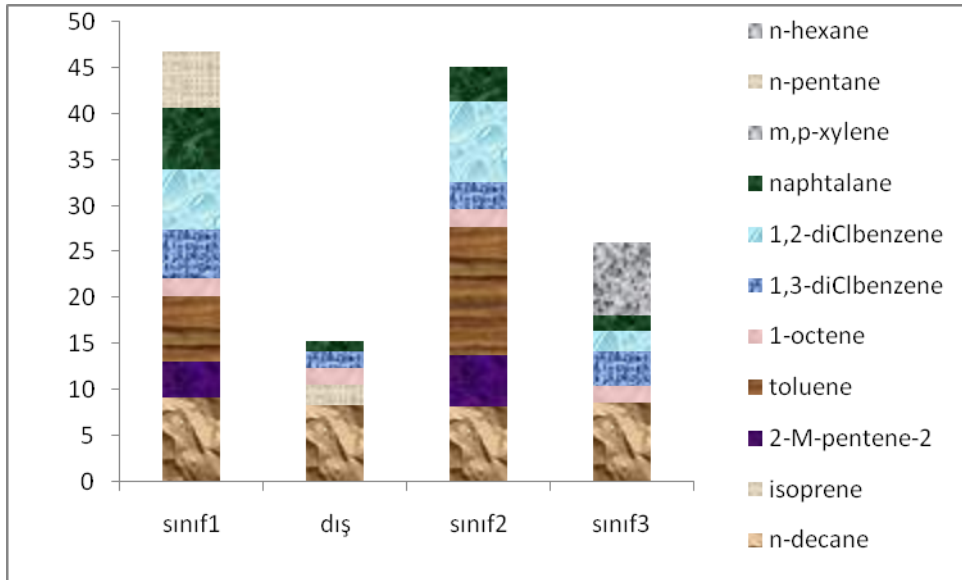
## ORGANİK BİLEŞİKLERİN SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

Uçucu organik bileşikler, Chromosorb 106 sorbenti ile doldurulmuş paslanmaz çelik thermal desorber tüpleri içerisine aktif örnekleme metodu ile günlük olarak ve 5 gün süre ile toplanmıştır. Toplanan örneklerin, Thermal Desorber-GC/FID sistemi kullanılarak analizi yapılmıştır. İç ve dış ortam hava örnekleri pompa (SKC-Delux) vasıtasıyla 20-30 mL/dk debi ile Chromosorb 106 sorbenti ile doldurulmuş paslanmaz çelik tüpler içerisine toplanmıştır. Pompalar, iç ortamda kullanılan odanın merkezine ve yerden 1.5 m yukarıya; dış ortamda ise balkon veya yer seviyesinde 1.5 m yukarıya yerleştirilmiştir. Pompaların debisi dijital kalibratör (SKC-DryCal) ile her örnekleme periyodu öncesinde test edilmiştir. Toplanan örnekler, analiz için örnekleme hemen sonrasında mini buzluk içerisinde laboratuara getirilmiştir. Örnekler, genellikle toplandıkları gün içerisinde analiz edilmiştir. Sonraki gün analiz edilen örnekler temiz (organik madde içermeyen) derin dondurucu içerisinde saklanmıştır [7,8].

## SONUÇ

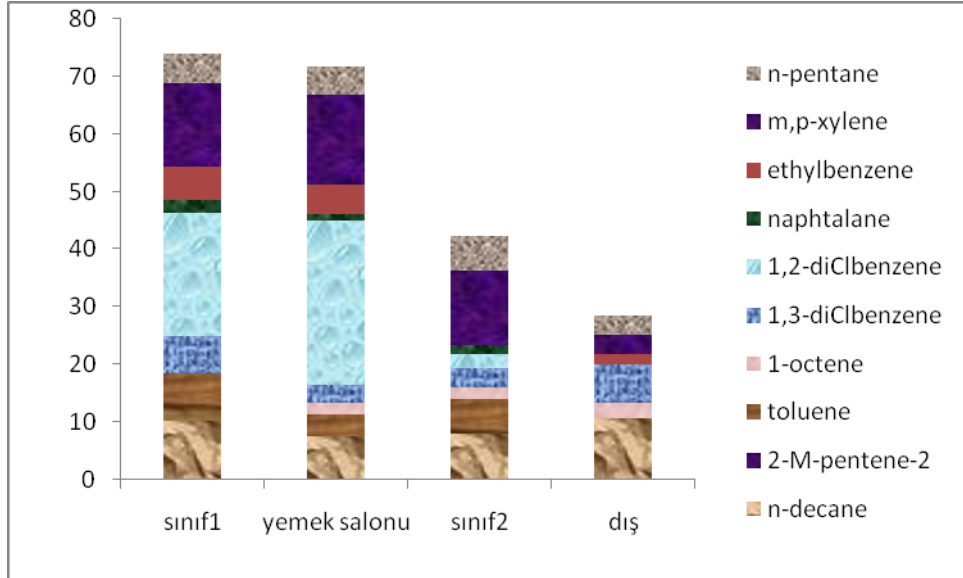
Organik bileşiklerin kreş, ilkökul, işyeri ve ev örnekleme noktalarındaki ortalama konsantrasyonları Şekil 1-4'de gösterilmektedir. Şekillerde, her örnekleme noktası için elde edilen verilerden veri sayısı %40'ın üzerinde olanların ortalama değerleri hesaplanmıştır. Şekillerde parafin bileşikleri (*n*-pentan, *n*-dekan), olefin bileşikleri (1-okten, 2-metil-penten-2, isopren) aromatik bileşikler (ksilenler, toluen ve naftalin) ve halojenli aromatik bileşikler (1,2-di-klorobenzen ve 1,3-di-klorobenzen) verilmektedir.

İlkökul örnekleme noktalarından alınan hava örneklerindeki organik bileşiklerin seviyeleri Şekil 1'de verilmektedir. Şekle göre, sınıf-1 ve sınıf-2'de yukarıda adı geçen bileşiklerin konsantrasyonlarının toplamı olarak yaklaşık  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  değerine ulaşılmıştır. Sınıf-3'de sınıf-1 ve sınıf-2'ye göre daha düşük organik bileşik seviyelerine (toplamda yaklaşık olarak  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ulaşılmıştır. En düşük toplam organik bileşik seviyelerine ise dış ortamda rastlanılmıştır (yaklaşık olarak  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Organik bileşikler içerisinde *n*-dekan ve 1-okten seviyelerinin ilkökul örnekleme noktalarında benzer olduğu, *n*-pentan'ın sadece sınıf-1'de gözlemlendiği, isopren'in ise sadece dış ortamda gözlemlendiği, klorlu organik bileşikler (1,2-di-klorobenzen ve 1,3-di-klorobenzen) ve naftalinin ise sınıflarda dış ortama göre belirgin bir şekilde yüksek olduğu, toluenin ise sınıf-1 ve sınıf-2'de sırasıyla 7 ve  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  seviyelerinde gözlemlendiği tespit edilmiştir.



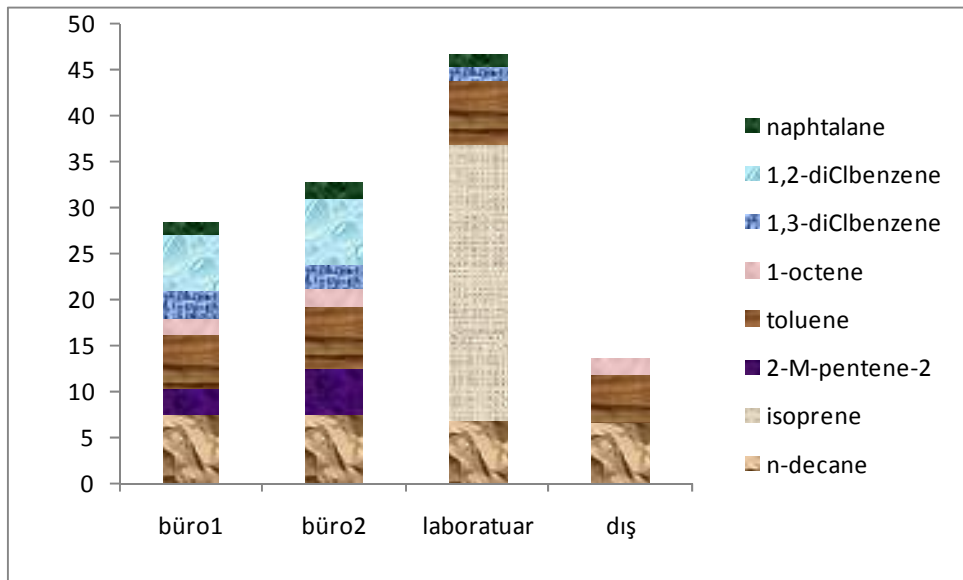
Şekil 1. İlkokulda Tespit Edilen Organik Bileşikler ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Kreş örnekleme noktalarından alınan hava örneklerindeki organik bileşiklerin seviyeleri Şekil 2'de verilmektedir. Şekle göre, sınıf-1 ve yemek salonunda yukarıda adı geçen bileşiklerin konsantrasyonlarının toplamı yaklaşık olarak  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  değerine ulaşmıştır. Sınıf-2'de, sınıf-1 ve yemek salonuna göre daha düşük organik bileşik seviyelerine (toplamda yaklaşık olarak  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ulaşılmıştır. En düşük toplam organik bileşik seviyelerine ise dış ortamda rastlanılmıştır (yaklaşık olarak  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Organik bileşikler içerisinde *n*-pentan, etilbenzen ve *m,p*-ksilen konsantrasyonları iç ortamlarda dış ortamdaki yüksek bulunmuş; toluen, 1,2-di-klorobenzen ve naftalin bileşiklerine ise sadece iç ortamlarda rastlanmıştır.



Şekil 2. Kreşte Tespit Edilen Organik Bileşikler (µg/m³).

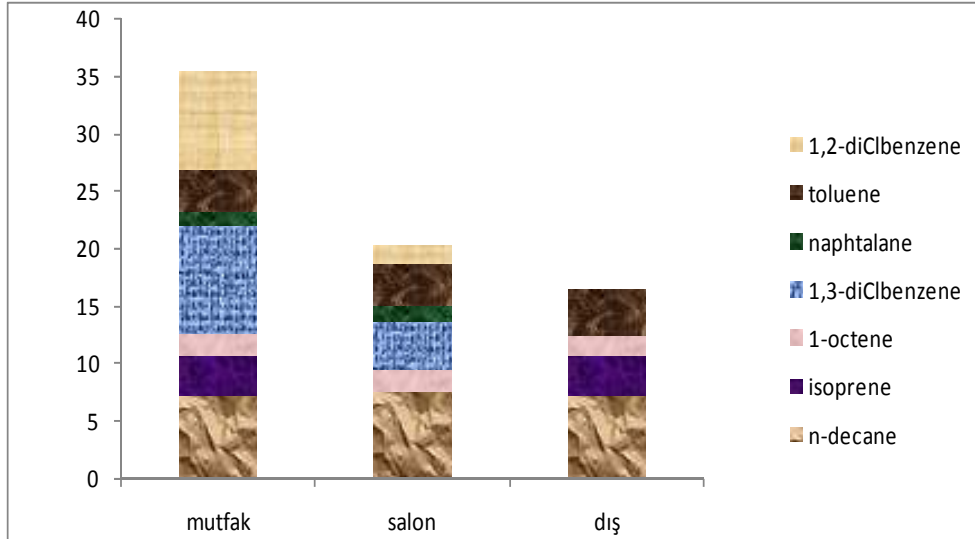
İşyeri örnekleme noktalarından alınan hava örneklerindeki organik bileşiklerin seviyeleri Şekil 3'de verilmektedir. Şekle göre, büro-1 ve büro-2'de yukarıda adı geçen bileşiklerin konsantrasyonlarının toplamı sırasıyla, yaklaşık olarak 28 ve 33 µg/m³ olarak bulunmuştur. Laboratuarda, büro-1 ve büro-2'ye göre daha yüksek organik bileşik seviyelerine (toplamda yaklaşık olarak 47 µg/m³) ulaşılmıştır. Laboratuarda isopren bileşiğine yüksek seviyelerde (yaklaşık olarak 30 µg/m³) rastlanılmıştır. Tüm örnekleme noktalarında benzer toluen ve n-dekan seviyeleri kaydedilirken, klorlu aromatik bileşikler olan 1,3-di-klorobenzen ve 1,2-di-klorobenzen ile naftaline iç ortamlarda rastlanırken, dış ortamda rastlanmamıştır.



Şekil 3. İşyerinde Tespit Edilen Organik Bileşikler (µg/m³).

Ev örnekleme noktalarından alınan hava örneklerindeki organik bileşiklerin seviyeleri Şekil 4'de verilmektedir. Şekle göre, mutfak ve salonda toplam organik bileşiklerin konsantrasyonları, sırasıyla yaklaşık olarak 36 ve 20 µg/m³ olarak bulunmuştur. Dış ortamda iç ortamlardan daha düşük toplam organik madde seviyesine (16 µg/m³) ulaşılmıştır. Organik bileşikler içerisinde n-dekan, toluen ve 1-

okten seviyelerinin ev örnekleme noktalarında benzer olduğu, klorlu organik bileşikler (1,2-diklorobenzen ve 1,3-diklorobenzen) ve naftalin ise sadece mutfak ve salonda tespit edilmiştir.



Şekil 4. Evde Tespit Edilen Organik Bileşikler (µg/m<sup>3</sup>).

Yapılan diğer çalışmalarda tek bir UOB bileşiğinin seviyesi genellikle 50 µg/m<sup>3</sup>'ün altında, bazı bileşikler için ise 5 µg/m<sup>3</sup>'ün altında olarak tespit edilmiştir [5]. Bizim çalışmamızda konsantrasyonları sunulan bileşikler Avustralya, Avrupa, Amerika, İsveç ve Almanya'da yapılan büyük çaplı UOB seviyelerini izleme çalışmalarında sıklıkla gözlenen UOBler ile benzerlik göstermektedir [9-14]. Batı Avustralya'da 27 farklı noktadan alınan hava örneklerindeki hedef UOBlerin seviyeleri tespit edilmiş. Tespit edilen UOBler içerisinde en yüksek konsantrasyonlar BTEX bileşikleriyle kloroform ve stiren bileşiklerinde gözlenmiştir [15]. Hong Kong'da yapılan bir çalışmada, bina iç dekorasyon işlemleri ve endüstriyel solvent kullanımının iç ortam UOB seviyelerini belirgin olarak arttırdığı bulunmuştur [16]. Amerikada yapılan bir çalışmada (TEAM çalışması) ise, iç ortam kirletici seviyelerinin bütün UOBler açısından, belirgin olarak dış ortam seviyelerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir [17]. Bu çalışmada toluen seviyeleri bizimkinden yüksek, *m,p*-ksilen seviyeleri ise benzer bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada, ev ve işyerlerinde ölçülen BTEX seviyeleri sınıf ve alışveriş merkezlerinden, genelde daha düşük bulunmuştur. BTEX Konsantrasyonları Japonya'da yapılan bir çalışmada, iç ortamda dış ortama göre daha yüksek bulunmuştur [18]. Benzer sonuçlara Baltimore'da [19], Minneapolis'de [20] ve Almanya'da [21] yapılan çalışmalarda da rastlanmıştır. Kocaeli'nde iç ve dış ortamlarda yapılan UOB ölçüm çalışmasında tespit edilen bileşiklerden toluen'in konsantrasyonu Ankara'da yapılan bu çalışmaya göre yüksek bulunmuştur [22]. İzmir'de ilkokullarda yapılan bir diğer çalışmada ise UOB seviyeleri bu çalışmaya göre düşük bulunmuştur [23].

İlkokul, kreş, işyeri ve ev gibi insanların yaşamları süresince zamanlarının büyük bölümünü geçirdiği bu dört mekanın farklı noktalarında ve dış ortamlarında ölçülen organik bileşik seviyeleri yukarıda sunulmuştur. Buna göre, organik bileşik seviyelerinin yüksekten alçağa sırasıyla, kreş, ilkokul, işyeri ve ev ortamlarında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Her dört mekanda da yapılan ölçümlere göre, dış ortamda ölçülen organik bileşik seviyeleri, kendi iç ortamlarıyla kıyaslandığında, daha düşük olarak bulunmuştur. Elde edilen bu bulgu, söz konusu organik bileşiklerin bu seviyelere ulaşmasında herhangi bir iç ortam kirletici kaynağının etkin olduğuna işaret etmektedir. İç ortam havasında organik kirleticilerin birçok kaynağı bulunmaktadır. Bunlardan yaygın olarak kullanılanları temizlik malzemeleri, ahşap eşya, boya, kozmetik ürünleri, ısınma yakıtı ve preslenmiş tekstil ürünleri olarak sıralanabilir [4]. Bu kaynakların haricinde, yetersiz havalandırma da söz konusu kirletici seviyelerinin, iç ortam havasının seyrelmemesi nedeni ile yükselmesine de olanak sağlamaktadır.

Yapılan bu çalışmada, hava kirleticilerinin seviyelerinin kreş ve ilkokul gibi halk sağlığı açısından en hassas grupların zamanlarının büyük bölümünü geçirdikleri mekanlarda, dış ortam seviyelerine göre yüksek olduğu görülmüştür. Çocukların ve öğrencilerin solunum yolu semptomlarının artmasına neden

olan kötü iç ortam hava kalitesi şartlarının düzeltilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kirliliğe neden olan kaynakların veya ekstrem koşulların ortadan kaldırılması gerekmektedir.

İç ortamlarda insanların maruz kaldığı UOB seviyelerinin belirlenmesi, risk hesabı ve iç ortamda kirlenici olarak emisyon yapan kaynakların tespit edilmesi için yapılması gereken ilk işittir. Bu nedenle çeşitli özelliklerdeki iç ortamlarda, veri sayısı yüksek tutularak, mümkün olduğunca çok UOB ölçümü yapılmalıdır. Bu ölçümlerin yapıldığı mekanlarda UOB kaynakları olabilecek faktör ve aktiviteler dikkate alınarak kaynak profili çıkarılmalıdır. UOB seviyeleri ve kaynaklarının neler olduğunu bilmek, insanların maruz kaldığı seviyeleri azaltmak için yetersizdir. Bu nedenle, yapılması gereken son ve en önemli adım, en muhtemel kaynakları ve seviyeleri belirlenen UOB emisyonlarının azaltılması için yasal dayanağı bulunan ticari kuralların ithalat ve ihracat prosedürleri içerisine alınarak yürürlüğe girmesidir.

## KAYNAKLAR

- [1] WHO, "Indoor air quality: organic pollutants," EURO Reports and Studies NO. 111, World Health Organization, Copenhagen, 1989.
- [2] EPA, "Benzene", <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/benzene.html>, erişim tarihi: 12.11.2008
- [3] LEE, C.W., DAI, Y.T., CHIEN, C.H., HSU, D.J., "Characteristics and health impacts of volatile organic compounds in photocopy centers", Environmental Research, 100, 139-149, 2006.
- [4] GODISH, T., "Indoor Environmental Quality", Lewis Publishers, Boca Raton New York Washington D.C., 2001.
- [5] WOLKOFF, P., NIELSEN, G.D., "Organic compounds in indoor air-their relevance for perceived indoor air quality?", Atmos Environ, 35, 4407-4417, 2001
- [6] BI, X., SHENG, G., FENG, Y., FU, J., XIE, J., "Gas-and particulate—phase specific tracer and toxic organic compounds in environmental tobacco smoke", Chemosphere, 61, 1512-1522, 2005.
- [7] ISO 16017-1, Indoor, ambient and workplace air - Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography - Part 1: Pumped sampling, 2000.
- [8] US EPA, "Compendium Method for the Determination of Organic Compounds in Ambient Air TO-17, EPA/625/R-96010b, 1999.
- [9] BROWN, S.K., "Occurrence of volatile organic compounds in indoor air", in: Salthammer, T. (Ed.), Organic Indoor Air Pollutants, Weinheim, Wiley-VCH, 1999.
- [10] BERNHARD, C.A., KIRCHNER, S., KNUTTI, R., LAGOUDI, A., "Volatile organic compounds in 56 European Office buildings", in: Maroni, M. (Ed.), Proceedings of Healthy Buildings '95, Milan, 3, 1347-1352, 1995.
- [11] HOLCOMB, L.C., SEABROOK, B.S., "Indoor concentrations of volatile organic compounds: implications for comfort, health and regulation", Indoor Environment, 4, 7-26, 1995.
- [12] GIRMAN, J.R., HADWEN, G.E., BURTON, L.E., WOMBLE, S.E., MCCARTHY, J.F., "Individual volatile organic compound prevalence and concentrations in 56 buildings of the building assessment survey and evaluation (BASE) study", Proceedings of the 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Edinburgh, 2, 460-465, 1999.
- [13] BORNEHAG, C.G., STRIDH, G., "Volatile organic compounds (VOCs) in the Swedish housing stock", In: Seppanen, O., Sateri, J. (Eds.), Proceedings of the Healthy Buildings '00, Espoo, 1, 437-442, 2000.
- [14] REITZIG, M., MOHR, S., HEINZOW, B., KNOPPEL, H., "VOC emissions after building renovation: traditional and less common indoor air contaminants, potential sources, and reported health complaints", Indoor Air, 8, 91-102, 1998.
- [15] HINWOOD, A.L., BERKO, H.N., FARRAR, D., GALBALLY, I.E., WEEKS, I.A., "Volatile organic compounds in selected micro-environments", Chemosphere, 63, 3, 421-429, 2006.
- [16] LEE, S.C., GUO, H., LI, W.M., CHAN, L.Y., "Inter-comparison of air pollutant concentrations in different indoor environments in Hong Kong", Atmos Environ., 36, 1929-1940, 2002.

- [17] WALLACE, L., PELLIZZARI, E., WENDEL, C., "Total volatile organic concentrations in 2700 personal, indoor: and outdoor air samples collected in the US EPA Team Studies", Indoor Air, 1(4), 465-477, 1991.
- [18] OHURA, T., AMAGAI, T., SENGAI, Y., FUSAYA, M., "Organic air pollutants: inside and outside residences in Shimizu, Japan: Levels, sources and risks", Sci Total Environ., 336 (2-3), 485-499, 2006.
- [19] PAYNE-STURGES, D..C., BURKE, T.A., BREYSSE, P., DIENER-WEST, M., BUCKLEY, T.J., "Personal exposure meets risk assessment: a comparison of measured and modeled exposures and risks in an urban community", Environ Health Perspect, 112, 589-98, 2004.
- [20] SEXTON, K., ADGATE, J.L., RAMACHANDRAN, G., PRATT, G.C., MONGIN, S.J., STOCK, T.H., et al., "Comparison of personal, indoor, and outdoor exposure to hazardous air pollutants in three urban communities", Environ Sci Technol., 38, 423-30, 2004.
- [21] REHWAGEN, M., SCHLINK, U., HERBARTH, O., "Seasonal cycle of VOCs in apartments", Indoor Air, 13, 283-91, 2003.
- [22] PEKEY, H. ARSLANBAŞ, D., "The Relationship Between Indoor, Outdoor and Personal VOC Concentrations in Homes, Offices and Schools in the Metropolitan Region of Kocaeli, Turkey", Water, Air, Soil Pollut, 191, 113-129, 2008
- [23] Aslan, G., Özeren, F., Kavcar, P., Sofuoğlu, A., İnal, F., Odabaşı, M., Sofuoğlu, S.C., "İzmir Metropolitan alanında iki ilköğretim okulunda kış ve bahar dönemlerinde Uçucu Organik Bileşik ve Formaldehit derişimleri", Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2008, 22-25 Ekim 2008, Hatay, bildiriler kitabı, 81-94, 2008.

## ÖZGEÇMİŞ

### Sibel MENTEŞE

1981 doğumlu Menteşe, 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Yüksek Mühendis ünvanını almıştır. 2004 yılından beri aynı üniversitede Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır ve İç Ortam Hava Kirliliği üzerine doktora çalışmasını sürdürmektedir. Sosyal Çevre konuları üzerine de ilgisi olan Menteşe, 2007 yılında Ankara Üniversitesi Sosyal Çevre Bilimleri Bölümünden ikinci Yüksek Lisans derecesini almıştır.

### Gülen GÜLLÜ

1965 yılı Ankara doğumludur. 1987 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 1989 yılında Yüksek Mühendis ve 1996 yılında Doktor ünvanını almıştır. Orta Doğu Teknik Üniversitesinde 1987-1996 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 1996-1999 yılları arasında uzman olarak görev yapmıştır. Doçentlik ünvanını 1999 yılında Hacettepe Üniversitesinde Öğretim Üyesi iken alan, Dr. Güllü, 2006 yılından bu yana Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Prof. Dr. olarak görev yapmaktadır. Dr. Güllü, İç ve dış ortam hava kirliliği konularında çalışmaktadır.