

# EV, OKUL, OFİS VE ALIŞVERİŞ MERKEZLERİNDE UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN BELİRLENMESİ

**Ayşe Anıl GÜNEY**  
**Burcu ONAT**  
**Salih CENGİZ**  
**Ülkü ALVER ŞAHİN**  
**Zeynep TÜRKMEN**  
**Selda MERCAN**

## ÖZET

İç ortam hava kirliliği günümüzde insan sağlığını tehdit eden en önemli risklerden biri olarak kabul edilmektedir. Bina içerisinde kullanılan malzemelerden yüksek oranda emisyonla sahip olan uçucu organik bileşikler (UOB) bina-içi hava kalitesi açısından önem taşımaktadır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda UOB'lerin çeşitli solunum yolu hastalıkları ve kanser gibi rahatsızlıklara sebep olduğu belirlenmiştir. UOB'lerin bina içinde pek çok kaynağı bulunmaktadır. UOB'ler boya, cila, halı kaplama, yapay ahşap levhalar, bazı yalıtım malzemeleri, çeşitli dekorasyon malzemeleri gibi çok sayıda yapı malzemesi ve ev ürünleri endüstrisinde, mobilyalarda, ayrıca bazı temizleyici kozmetik ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada; ev, okul, ofis ve alışveriş merkezi (AVM) gibi farklı türdeki iç ortamlardan alınan hava örneklerinde benzen, kloroform, ksilenler (o,m,p) ve toluen derişimleri belirlenmiştir. Örneklemeler bina içinde ve dışında yapılarak dış ortam konsantrasyonuyla karşılaştırmalar yapılmıştır. Örnekler, Haziran-Aralık 2010 döneminde, SKC sampling cihazı ile aktif örnekleme yöntemi kullanarak tenax tüplerine toplanmıştır. Sonra da Termal Desorber-Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi (TD-GC/MS) cihazı ile kantitatif sonuçlarına ulaşılmıştır.

Çalışmanın sonucunda, kloroform ve mp-ksilen derişimleri seçilen ortamlarda yüksek konsantrasyonda ölçülmüştür. Ayrıca, bu UOB'lerin iç-dış hava (İ/D) derişim oranları hesaplanmıştır. İ/D oranları evlerde 0.78 ile 1.88 arasında, okullarda 1.26 ile 1.78, ofislerde 1.09 ile 3.52, AVM'lerde 0.49 ile 1.51 arasında değişmektedir. Bina içi konsantrasyonlar benzen için  $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ , kloroform için  $6.5\mu\text{g}/\text{m}^3 - 371.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mp-ksilen için  $4.3\mu\text{g}/\text{m}^3 - 311.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ , o-ksilen için  $1.4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 32.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ , toluen için  $6.7\mu\text{g}/\text{m}^3 - 163.9\mu\text{g}/\text{m}^3$  arasında tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bina içi hava kalitesi, uçucu organik bileşikler, ev, okul, alışveriş merkezi, ofis

## ABSTRACT

Recently, indoor air pollution that affects human health, as one of the most important risk is accepted. Volatile organic compounds (VOCs) have been receiving considerable interest in indoor air field studies because of their high emission rates from products used indoor environments. Variety of respiratory diseases in epidemiological studies made VOCs and cause diseases such as cancer that have been identified. There are many sources of VOCs in the building. VOCs are used widely for paint, varnish, carpet, artificial wood plates, some insulation materials, decoration materials, such as a variety of numerous building materials and household products industries, furniture and some cleaners in cosmetic products.

In this work, home, school, office and shopping center (AVM) in different types of air samples taken from benzene, chloroform, xylenes (o, m, p) and the toluene concentration was determined. Sampling

within and outside the building with outdoor concentrations were compared. Samples in 2010, on June to December months were collected by SKC sampling device (the active tube sampling method) with tenax tube. Thermal Desorber -Gas Chromatography / Mass Spectrometry (TD-GC/MS) device was used to analyze of samples.

In conclusion, chloroform, and mp-xylene concentrations were measured in high concentrations in selected area. In addition, the indoor-outdoor (I/O) ratios of VOC's concentration were calculated. I/O ratio ranged from 0.78 to 1.88 at home, from 1.26 to 1.78 in school, from 1.09 to 3.52 in the office, from 0.49 to 1.51 in AVMs. The results of indoor concentrations were  $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15.8\mu\text{g}/\text{m}^3$  for benzene,  $6.5\mu\text{g}/\text{m}^3 - 371.6\mu\text{g}/\text{m}^3$  for chloroform,  $4.3\mu\text{g}/\text{m}^3 - 311.8\mu\text{g}/\text{m}^3$  for mp-xylene,  $1.4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 32.9\mu\text{g}/\text{m}^3$  for o-xylene and  $6.7\mu\text{g}/\text{m}^3 - 163.9\mu\text{g}/\text{m}^3$  for toluene.

**Key Words:** Indoor Air Quality, Volatiles Organic Compounds , house, school, shopping centre,office.

## GİRİŞ

Günümüzde nüfusun hızla artmasıyla, hava kirliliği en önemli çevre sorunlarından biri haline gelmiştir. Dışarıda soluduğumuz havanın kalitesinin bozulması dikkatleri iç ortamlardaki hava kalitesine çekmiştir. İç ortam hava kirliliği insan sağlığını tehdit eden en önemli risklerden biri olarak kabul edilmektedir [1]. Amerika Çevre Koruma Ajansı tarafından (EPA) kapalı ortam hava kirliliğinin dış ortam hava kirliliğinden 2 ile 10 kat arasında daha tehlikeli olduğu açıklanmıştır [2].

Konutlarda endüstri dışı kapalı yapılarda iç ortam havasında; insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen karbon monoksit, karbon dioksit, kükürt dioksit, azot oksitler, formaldehit, sigara dumanı, radon, asbest, kurşun, uçucu organik moleküller, çeşitli mikroorganizma ve alerjenler gibi biyolojik, fiziksel ve kimyasal zararlı etkenlerin görülmesi kapalı ortam kirliliği olarak tanımlanır [3].

Düşük enerji kullanımı amacıyla yapılan izolasyonlu binalar hava değişim oranını en minimum hale getirmiş, bunun sonucu olarak iç ortam kirliliği dikkate değer bir öneme sahip olmuştur [4,5].

Dış ortam hava kalitesi, insan aktiviteleri ve kapalı mekânın özellikleri, iç ortam hava kalitesini etkileyen başlıca faktörlerdir. İç ortam havasındaki kirleticilerin görülme oranı; yapının özelliklerine, yapımında kullanılan malzemeye, ısıtma sistemine, havalandırma durumuna, içinde yapılan faaliyete (konut, işyeri, fabrika vb. olması), içinde yaşayan kişilerin davranış biçimlerine (sigara içme gibi) bağlıdır. İç hava kalitesini tehdit eden en önemli kirleticilerden biri olan uçucu organik bileşiklerin (UOB) iç ortamlardaki konsantrasyonları genellikle kokuyla algılanabilen seviyenin altındadır. Binalarda UOB'lerin kaynakları çok çeşitlidir. Bunlar; bina yapı malzemeleri (boya, vernik, yapıştırıcı ve inşaat malzemeleri), okul ve ofis ortamlarında kullanılan yazıcılar ve fotokopi makineleri ve yoğun trafiğe sahip dış mekanlardır. Uçucu organik bileşiklerin diğer bir kaynağı ise sigara dumanıdır.

Düşük derişimlerde, hasta bina sendromu belirtilerine yol açması ve maruziyetin kronik hale gelmesi ile kanser de dahil olmak üzere ciddi sağlık etkileri gösterebilen UOB'ler en önemli iç ortam hava kirleticileri arasındadır [6,7,8].

Bu çalışmada farklı bina içi ortamlarda, bina içi ve dışında uçucu organik bileşiklerin örneklemeleri yapılmıştır. Bu kapsamda ilköğretim okulu, alışveriş merkezi, ofis ve ev ortamından örnekler alınmıştır.

## 3.MALZEME YÖNTEM

### 3.1. Örneklem Yerleri

Bu çalışmada farklı kapalı ortamlarda, bina içi ve dışında uçucu organik bileşiklerin örneklemeleri yapılmıştır. Bu kapsamda 2 evden, 2 ilköğretim okulundan, 1 ofisten ve 2 alışveriş merkezinden (AVM)

örnekler alınmıştır. EV1 25 yıllık iken EV2 1 yıllık yeni binadır. Her iki ev de doğal gaz ile ısınırken iç dekorasyon olarak EV1 plastik boya, laminant; EV2 saten boya, laminant döşemedir. EV1 ana caddeye 15m E6 otoban yoluna 1km uzaklıkta, yerleşim bölgesinde bulunmaktadır. EV2 ana caddeye 100m, E5 ve E6 otoban yollarına 10km uzaklıkta bulunan hem yerleşim yeri hem de iş merkezi bölgesinde bulunmaktadır. Bina tipi olarak EV1 bina/betonarme ve ev alanı 90m<sup>2</sup>, EV2 rezidans/hazır beton ve 140 m<sup>2</sup>'dir. EV1 ve EV2'nin iç ortamlarından 10'ar adet, dış ortamlarından 6'şar adet örnekleme alınmıştır. Her iki okul da doğal gaz ile ısınmaktadır. OKUL1 2000m<sup>2</sup> iken OKUL2 600m<sup>2</sup>'dir. Her ikisi de şehir merkezindedir. OKUL1 1999 yılında OKUL2 1979 yılında inşa edilmiştir. Yılda 1 kere iki okulda plastik duvar boyası ile boyama yapılmaktadır. OKUL1 ve OKUL2'nin iç ortamlarından 10'ar adet, dış ortamlarından 6'şar adet örnekleme alınmıştır. Ofis örneğinin bina tipi betonarme, bina yaşı 31'dir. Plastik boya, laminant döşeme ile dekore edilmiştir, 30 m<sup>2</sup>'dir. 1 adet fotokopi makinası bulunmaktadır. Fuel oil ile merkezi sistem ile ısınmaktadır. Ofis ortamının iç ortamından 10'ar adet dış ortamından 6'şar adet örnekleme alınmıştır. Alışveriş merkezi örneklerinin alındığı AVM1 1990 yılında inşa edilmişken, AVM2 2009 yılında inşa edilmiştir. Her iki AVM de şehir merkezinde bulunmaktadır. AVM1 içinde yemek bölümü, otobüs durağı, kapalı-açık otopark bulunurken AVM2'de sinema, yemek bölümü, otobüs durağı, metro, kapalı-açık otopark, buz pateni pisti bulunmaktadır. AVM1 2200 m<sup>2</sup> 2 katlı AVM2 ise 495000 m<sup>2</sup> 5 katlıdır. İki alışveriş merkezi de yoğun trafiğin bulunduğu iş merkezi, endüstri merkezi, yerleşimin bulunduğu bölgede bulunmaktadır. AVM1 ve AVM2'nin iç ortamlarından 10'ar adet, dış ortamlarından 6'şar adet örnekleme alınmıştır.

### 3.2.Örnekleme Sistemi ve Analiz

Bu çalışmada kapalı ortam ve dış ortam paralel örnekleme için SKC örnekleme sistemi kullanılmıştır. Sistem 2 adet pompadan, 1 adet paralel örnekleme aparatından ve tenax tüplerinden oluşmaktadır. SKC pompa olarak (Aircheck 2000 pump ve Airlite Pump) kullanılmıştır. Örnekleme için % 10'u paralel alınmıştır. Örnekleme başlamadan önce tüm sistem pompa kalibratörü (Defender 510 kalibrasyon cihazı) ile kalibre edilmiştir. Optimum hava akış hızı (30 ml/dk) belirlenmiştir. Tenax tüp çeşidi olarak 35/60 seçilmiştir. Örnekleme süresi 60 dakika olarak belirlenmiştir. Tenax tüpüne hapsolan uçucu organikleri muhafaza etmek için tenax tüpüne ait contalar ile tüpün her iki yönü sıkıca kapatılmıştır. Soğuk ortam oluşturacak buz kalıpları ile koruyucu çantasının içinde laboratuvara ulaştırılmıştır. Her örneklemede, örnekleme tüpünün numarası, pompaların örnekleme süresi ve saati, örnekleme yerinin durumu gibi bilgileri bulduran örnekleme tutanağı doldurulmuştur.

Laboratuvara gelen tenax tüpler analiz aşamasına kadar -20°C'de bulunan buzdolabında bekletilmiştir. Analiz işlemi Markes marka Termal Desorber(TD) ünitesi ile Agilent marka Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi(GS/MS) sistemleri ile yapılmıştır. Kolon olarak DB-VRX kolonu kullanılmıştır.

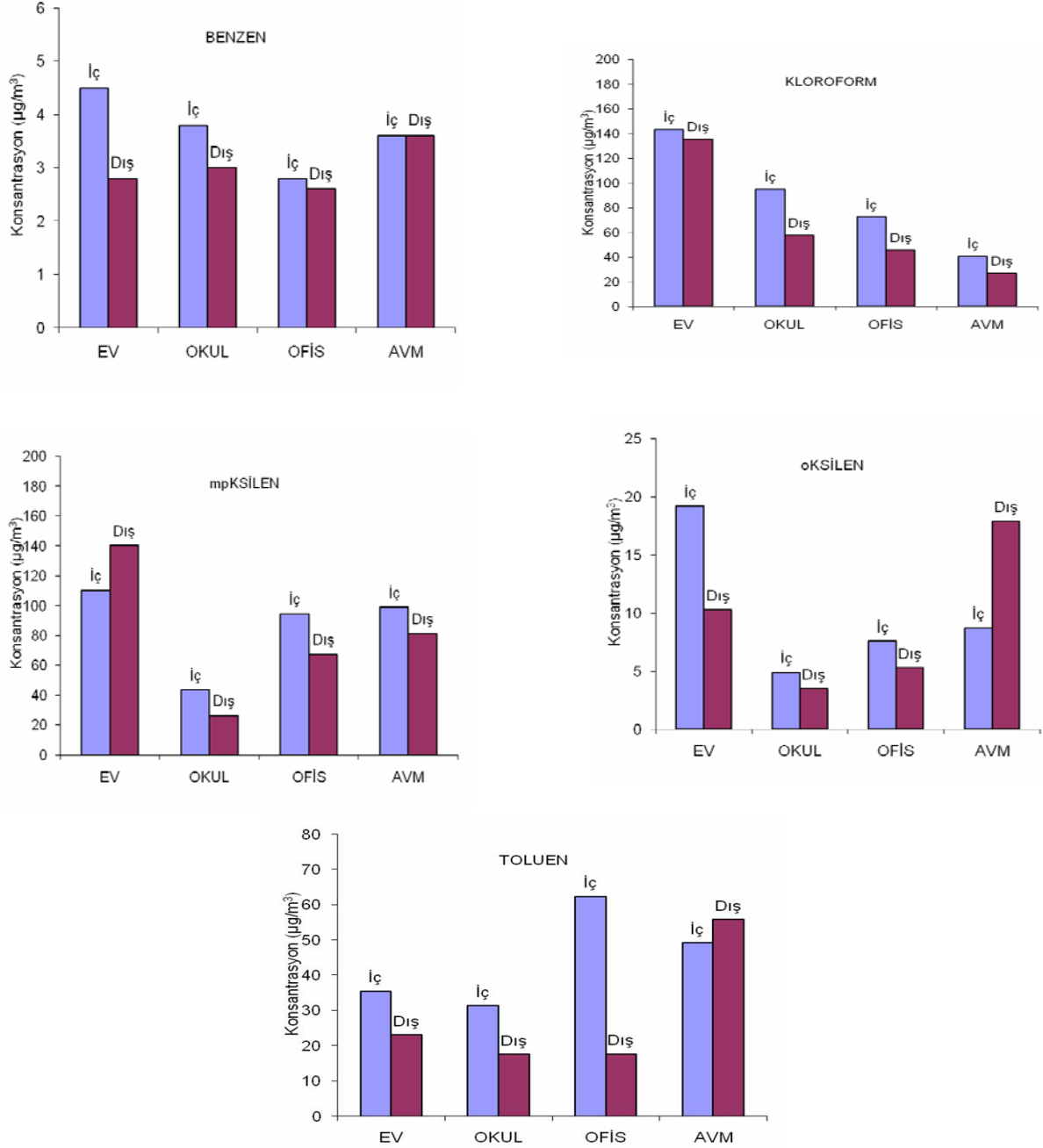
Analiz metodu olarak havadaki uçucu organik bileşiklerin tespit metodu olan EPA TO 17 seçilmiştir. Toplam iyon kromatogramının(TIC) verileri göz önüne alınarak örnekleme noktalarında en fazla gözlenen Kloroform, Toluen, mp ksilen, o-ksilen ve benzen olmak üzere 6 adet uçucu organik bileşik kantitatif olarak sonuçlandırılmasına karar verilmiştir.

Tenax tüpleri örnekleme öncesi şartlandırılmıştır. Tüpün içinde herhangi bir organik madde kalıntısının kalmaması için yapılan bu işlemde sonra tüp analiz edilmiştir. Temiz olan tüpün kromatogramı elde edilmiştir. Örnekleme alanına ulaşana kadar geçen sürede tenax tüplerinin kapakları jontalı sistemle kapatılarak içeri hava girişi engellenmiştir. Ayrıca örnekleme alanı ile laboratuvar arasında geçen sürede tüm tenax tüpleri soğuk çantada muhafaza edilmiştir. Buz kütleleri ile bu ortamın soğukluğu sağlanmıştır. Sahada alınan ve +4 °C'de koruyucu çantada muhafaza edilen örnekler aynı gün içinde soğutucuya konarak -20°C'de korunmuştur. En geç 48 saat içinde analiz edilmiştir. Tüplerin taşınması sırasında örnekleme yapılacak olan tüplerle birlikte bir adet de örnekleme şahidi olarak adlandırılan tüp taşınmıştır. Ortamdan gelen maruziyetlerin etkisi bu tüple gözlemlenmiştir. Her iki pompa da 30ml/dk ayarlandıktan sonra örnekleme işlemi başlamıştır. Kapalı ortamda orta noktadan ve 1.5m yükseklikten örnekleme yapılmıştır. Kapalı ortama ait dış ortam örneği de iç ortamı besleyen havanın girişi noktasından (pencere) alınmıştır.

Örneklemeden gelen tenax tüpleri analize alınmadan önce sistemin günlük kontrolleri yapılmıştır. İlk olarak sistem şahidi (blank) olarak adlandırdığımız boş tenax tüpü (içindeki aktif karbon

uzaklaştırılmış) analiz edilmiştir. Ardından günlük hazırlanmış olan standartla zenginleştirilmiş tenax tüpü analiz edilmiştir. Üçüncü okuma olarak analize giden tenax tüpleri ile birlikte taşınan örnekleme şahidi analiz edilmiştir. Tüm bu veriler ile sistemin temiz olduğu, kalibrasyon eğrisinde sorun olmadığı ve taşıma sırasında ilk okumaları yapılmış olan tenax tüplerinin dışardan bir kirleticiye maruz kalmadıkları kesinleştirilmiştir. Sistemden tamamen emin olduktan sonra -20°C'de korunan örnekler analiz edilmiştir.

## SONUÇ



Şekil 1. Örnekleme Yapılan Ortamlarda İç ve Dış UOB'in Ortalama Konsantrasyonları

Bu çalışmada, iç ortam hava kalitesini temsil edici özellikle olabildiği için günlük hayatın geçtiği ev, okul, ofis ve alışveriş merkezi gibi kapalı ortamlarda UOB örneklemeleri yapılmıştır. Alınan örnekler TD-GC/MS sistemi ile analiz edilmiştir. İç ortam ve bu ortama ait dış ortam analizlerinin sonuç grafikleri Şekil1 de verilmiştir.

Şekil1’de görüldüğü gibi Benzenin değeri, Ev iç ortamında diğer örneklem yerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Kanserojen etkisi yüksek olarak bilinen benzen ev ortamında bulunmuştur. Genelde iç ortamlarda daha yüksek bulunduğu, grafikte görülmektedir. Kloroformun en yüksek değeri Ev’in iç ortamında tespit edilmiştir. Ancak bu değer dış ortam değeriyle paralellik göstermektedir. Bu kirleticinin kaynağının sadece iç ortam olmadığı ve dış ortam hava kirliliğinin iç ortamı da etkilediği söylenebilir. Okullarda iç ortam, dış ortama göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebepleri arasında okul dersliklerinde kullanılan temizlik malzemelerinin çeşidi, kalitesi ve kullanım sıklığı dikkate alınmalıdır. En yüksek mp-Ksilen evde tespit edilmiş ve dış ortamın bina içi mp-ksilen konsantrasyonlarını etkilediği söylenebilir. AVM ve Ofiste bulunan değerlerinde iç ortam kaynaklı olduğu düşünülebilir. En düşük mp-Ksilen konsantrasyonları okul ortamında tespit edilmiştir. o-Ksilen değeri Ev ortamında yüksek iken AVM dış ortamında daha yüksek çıkmıştır. Evlerde o-Ksilen kaynağının iç ortam kirleticileri olduğu düşünülmüştür. AVM için ise o-ksilen dış ortamda daha yüksek bulunmuş, taşıtlardan verilen egzost emisyonlarının etkisi olduğu düşünülmüştür. Toluen değeri genel olarak tüm ortamlarda bina içinde daha yüksek tespit edilmiştir. Sadece AVM’lerde dış ortamda daha yüksek olduğu görülmektedir. Taşıt egzost emisyonlarının dış ortamdaki Toluene etkisi olduğu düşünülebilir. Toluen, ev dekorasyon boya maddelerinde, laminantın yapıştırma malzemesinde, kırtasiye malzemelerinde yüksek oranlarda bulunmaktadır. İç ortamlarda bulunan değerler kullanılan bu maddelerin etkisi olarak kabul edilmiştir.

Örnekleme yapılan iç ortamlar ve bunlara ait dış ortamlardaki UOB’lerin birbirleriyle olan oranları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** UOB’lerin İç Ortam Ortalama(I)/Dış Ortam Ortalama(D) Karşılaştırması

	Benzen (I/D)	Kloroform (I/D)	mp-Ksilen (I/D)	o-Ksilen (I/D)	Toluen (I/D)
EV (n <sub>iç</sub> : 20, n <sub>dış</sub> :12)	1.62	1.06	0.78	1.54	1.88
OKUL (n <sub>iç</sub> : 20, n <sub>dış</sub> :12)	1.26	1.65	1.66	1.78	1.38
OFİS (n <sub>iç</sub> : 10, n <sub>dış</sub> :6)	1.09	1.59	1.40	3.52	1.45
AVM (n <sub>iç</sub> : 20, n <sub>dış</sub> :12)	0.99	1.51	1.22	0.88	0.49

I/D oranları, genel olarak iç ortamda tespit edilen değerlerin dış ortam ile çok ciddi farklılığı olmadığını göstermektedir (Tablo 1). En belirgin bina içi kaynaklı kirlilik Ofis örneğindeki o-Ksilende görülmüştür. Bina içinde gözlenen değer dış ortamının yaklaşık 3,5 katıdır.

Literatür incelendiğinde, Kuzey Kore’de yapılan çalışmada seçilen 6 yeni binada iç ortam uçucu organik bileşiklerinin analizleri yapılmıştır. Benzen değeri 14–9 µg/m<sup>3</sup>, Toluen 416–170 µg/m<sup>3</sup>, mp-Ksilen 21–77 µg/m<sup>3</sup> aralığında bulunmuştur [9]. Kore’de yapılan başka bir çalışmada 12 restaurant, 12 ev, 12 ofis ortamından örnekler alınıp analiz edilmiştir. İç ortam değerlerinin ortalamaları, Benzen için 8.2 µg/m<sup>3</sup>, Toluen için 42.3 µg/m<sup>3</sup>, mp-Ksilen için 14.4 µg/m<sup>3</sup>, o-Ksilen için 9.1 µg/m<sup>3</sup>tür [10].

Tayvan'da yapılan çalışmada sadece fotokopi merkezlerinden örnekler alınmıştır. Bulunan derişimlerin ortalamalarında benzen miktarı  $124.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iken, Toluen miktarı  $289.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mp-Ksilen miktarı  $81.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür [11]. Belçika'da 19 ev ve 27 okulda yapılan çalışmada Benzen  $2.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Toluen  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mp-Ksilen  $2.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o-Ksilen  $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bulunmuştur[12]. Brezilya'da 2 okuldan alınan örneklemeler sonucunda Benzen için en yüksek  $0.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Toluen için en yüksek  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mp-Ksilen için en yüksek  $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o-Ksilen için en yüksek  $0.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  değerleri bulunmuştur [13]. Ülkemizde İzmir'de okullardan alınan örneklerin ortalama değerleri Benzen  $4.9-8.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Toluen  $15.5-97.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mp-Ksilen  $0.54-5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o-Ksilen  $0.47-1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Kloroform  $0.21-0.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında bulunmuştur [14].

**Tablo 2.** İç Ortam Örnekleme Sonuçlarının Ortalama Derişimleri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

UOB	Ev	Okul	Ofis	AVM
Benzen	4.5	3.8	2.8	3.6
Kloroform	143.2	95	72.7	40.6
mp-Ksilen	110	43.7	94.4	98.9
o-Ksilen	19.3	4.9	7.6	8.8
Toluen	35.5	31.4	62.4	35.5

Her örnekleme yerinin iç ortamından alınan 10 bağımsız örneğin ortalama değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Bu çalışmada ve literatürde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara bakıldığında UOB konsantrasyonlarının geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Bu çalışmada Kloroform ve mp - Ksilen değerleri, literatüre göre daha yüksek ( $40.6-143.2$ ;  $43.7-110$ ) konsantrasyonlarda bulunmuştur. Benzen, o-Ksilen ve Toluen değerlerinin ise literatürle benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Bu çalışmadaki ev örneklerinde UOB'lerin ortalama değerleri diğer ortamlara göre daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. Benzen, Kloroform, mp-Ksilen, o-Ksilen ve Toluen için tespit edilen konsantrasyonlar sırasıyla;  $4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $143.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $19.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $35.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Ev örneklerinin bulunduğu konum gereği dış ortam kirliliğinden etkilendiği kabul edilmiştir (Tablo 2).

Türkiye'de iç ortam hava kalitesi konusu yeni olmasından dolayı yapılan çalışmalar daha çok yurt dışı ağırlıklıdır. Bu konuda yapılacak çalışmaların sayısının artması ilgili iç hava kalitesi standartlarının oluşturulmasında büyük fayda sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] SOFUOĞLU, A., 2003. Hava Kirliliği [online]. TUBİTAK. [http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/csk/EK-6.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-6.pdf) [Ziyaret Tarihi: 14 Temmuz 2010]
- [2] OHURA, T., AMAGAI, T., SHEN, X. LI. S., ZHANG, P., ZHU, L., 2009. Comparative Study On Indoor Air Quality In Japan And China: Characteristics Of Residential Indoor And Outdoor VOCs. Atmospheric Environment. 43(40). 6352–6359
- [3] SOYSAL, A., DEMİREL, Y., 2007. Kapalı Ortam Hava Kirliliği. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 221 – 226.
- [4] POLZIN, G. M. KOSA-MAINES, R.E., ASHLEY, D. L., WATSON, C. H., 2007. Analysis Of Volatile Organic Compounds In Mainstream Cigarette Smoke.
- [5] NA, K., KIM, Y. P., MOON. I., MOON. K., 2004. Chemical Composition Of Major VOC Emission Sources In The Seoul Atmosphere. Chemosphere .55(4). 585–594. Environmental Science Technology. 41 (4)1297–1302.
- [6] ASLAN, G., SOFUOĞLU, A., İNAL, F., ODABAŞI, M., SOFUOĞLU, S.C., 2009. İlköğretim Okullarında Bina İçi-Dışı Hava Uçucu Organik Madde Derişimleri: Derslikler İle Anasınıfları Karşılaştırılması. . 9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi



- [7] ÖZYARAL, O., KESKİN, Y., ERKAN, F., HAYRAN, O., ÖZYARAL, O., KESKİN, Y., ERKAN, F., HAYRAN, O., 2006. Küflerin Etken Olduğu Ekzojen Allerjik (TESKON). 6–9 Mayıs 2009. İzmir. Bildiriler Kitabı. 683–691.
- [8] NORBACK, D., BJORNSSON, E., JANSON, C., WIDSTROM, J., BOMAN, G., 1995. Asthma And The Indoor Environment: The Significance Of Emission Of Formaldehyde And Volatile Organic Compounds From Newly Painted Indoor Surfaces. Occupational and Environmental Medicine. 52(69).388–395.
- [9] KIM, S.S., KANG, D.H., CHOI, D.H., YEO, S.M., KIM, K.W., 2008. Comparison Of Strategies To Improve Indoor Air Quality At The Pre-Occupancy Stage In New Apartment Buildings. Building And Environment. 43(3). 320–328.
- [10] BEAK, S.O., KIM, Y.S., PERRY, R., 1996. Indoor Air Quality In Homes. Offices And Restaurants In Korean Urban Areas--Indoor/Outdoor Relationships .Atmospheric Environment .31(4). 529–544.
- [11] LEE, C.W., DAI, Y.T., CHIEN, C.H., HSU, D.J., 2005. Characteristics And Health Impacts Of Volatile Organic Compounds In Photocopy Centers. Environmental Research. 100. 139–149.
- [12] STRANDBERG, B., SUNESSON, A.L., SUNDGREN, M., LEVIN, J.O., SÄLLSTEN, G., BARREGARD, L., 2006. Field Evaluation Of Two Diffusive Samplers And Two Adsorbent.
- [13] GODOI, R.H.M., AVIGO, JR. D., CAMPOS, V.P., TAVARES, T.M., DE MARCHI, M.R.R., GRIEKEN, R.V., GODOI, A.F.L., 2009. Indoor Air Quality Assessment of Elementary Schools in Curitiba, Brazil. Water Air Soil Pollution: Focus. 9(3–4).171–177.
- [14] ASLAN, G., SOFUOĞLU, A., İNAL, F., ODABAŞI, M., SOFUOĞLU, S.C., 2009. İlköğretim Okullarında Bina İçi-Dışı Hava Uçucu Organik Madde Derişimleri: Derslikler İle Anasınıfları Karşılaştırılması. . 9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi (TESKON). 6–9 Mayıs 2009. İzmir. Bildiriler Kitabı. 683-691..

## ÖZGEÇMİŞ

### Ayşe Anıl GÜNEY

1984 yılı Bitlis doğumludur. 2006 yılında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 2010 yılında Yüksek Mühendis ünvanını almıştır. 2007–2009 yılları arasında Çevre Analiz Laboratuvarında çalışmıştır. 2011 yılında yine İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü doktora programına kayıt yaptırmıştır. Aynı zamanda Bina İnşaat Taahhüt Şirketinde Bodrum İçme Suyu Arıtma Tesisi işletme şefi olarak çalışmaktadır.

### Burcu ONAT

1973 yılı İstanbul doğumludur. 1994 yılında İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 1998 yılında Yüksek Mühendis, İstanbul Üniversitesinden 2004 yılında Doktor ünvanı almıştır. 1994–1995 yılları arasında proje mühendisi olarak, 1995–2000 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2000–2004 yılları arasında Azerbaycan-Bakü’de yürütülen Şahdeniz Projesinde Çevre Uzmanı ve Kalite Güvence Mühendisi olarak görev almıştır. 2006 yılından beri İÜ Çevre Mühendisliği Bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Hava Kalitesi, Partikül Madde, Kalite Güvence, Çevre Yönetim Sistemleri konularında çalışmaktadır.

### Salih CENGİZ

1952 yılı Mersin doğumludur. İstanbul Üniversitesi Kimya Fakültesini bitirmiştir. 1976 yılında aynı Üniversiteden Yüksek Mühendis, 1981 yılında Hacettepe Üniversitesi’nden Doktor, 1987 yılında da Biyokimya Anabilim Dalı’ndan Doçentlik ünvanını almıştır. 1987–1989 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesinde, 1989–1995 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü’nde Doçent olarak görev yapmıştır. 1995 yılından itibaren aynı üniversitede Profesör olarak çalışmaktadır. Zehir ve zehirlenme delillerinin analizi ve değerlendirilmesi, uyuşturucu madde analizi ve delillerinin

incelenmesi ve değerlendirilmesi, yangın başlatıcıları ve artıklarının analizi ve delillerinin değerlendirilmesi, patlayıcı ve atış artıklarının analizi ve delillerinin değerlendirilmesi konularında çalışmaktadır.

#### **ÜİKÜ ALVER ŞAHİN**

1975 yılı Ordu doğumludur. 1996 yılında İÜ Çevre Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 2001 yılında Yüksek Mühendis, 2005 yılında Doktor ünvanı almıştır. 1998–2007 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2007 yılından beri İÜ Çevre Mühendisliği Bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Hava Kirlenmesi, Yapay sinir ağları, Partikül madde, Ağır metal konularında çalışmaktadır.

#### **Zeynep TÜRKMEN**

1977 yılı Muğla doğumludur. 2000 yılında HÜ. Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümünü bitirmiştir. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Genel Kimya bölümünde Bitki Kimyası çalışmalarına Araştırma Görevlisi olarak katılmış ve 2004 yılında Yüksek Lisansını almıştır. 2005'den bugüne dek aynı üniversitede Adli Tıp Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Doktoraya halen devam etmektedir. Adli toksikoloji, Sistemik toksikolojik analiz, analitik cihazlar, çevre toksikolojisi alanlarında çalışmaktadır.

#### **Selda MERCAN**

1980 yılı İstanbul doğumludur. 2003 yılında İÜ. Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversitenin Adli Tıp Enstitüsü'nden 2006 yılında Yüksek Lisansını almıştır. Doktoraya halen devam etmektedir. 2005'den bugüne dek aynı üniversitede Adli Tıp Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Adli toksikoloji, İnorganik analiz ve Farmakogenetik alanlarında çalışmaktadır.