

İSKENDERUN VE PAYASTAKI İLKÖĞRETİM OKULU ÖĞRENCİLERİNİN BTEX BİLEŞENLERİNE MARUZİYETİ

Gülçin DEMİREL¹, Eftade O. GAGA^{1(*)}, Sermin ÖRNEKTEKİN²
Tuncay DÖĞEROĞLU¹, Wim van DOORN³

¹ Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
Eskişehir

² Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Hatay

³ Royal Haskoning, Nijmegen, Netherlands (Hollanda)

ÖZET

İnsan ve çevreye olan etkileri göz önüne alındığında Uçucu Organik Bileşikler (UOB'ler) önemli hava kirleticileri grubundadır. Bazı oksitleyicilerle fotokimyasal sis oluşumunda önemli rol oynarlar. Aynı zamanda, insanların bu tür kirleticilere maruziyetleri önemli sağlık etkilerine sebep olabilmektedir. Özellikle benzen ve formaldehitin kansere sebep olduğu bilinmektedir. Temiz hava planları ve halk sağlığı planlarının hazırlanması açısından UOB'lerin monitorlamasının yapılması önemlidir. Çeşitli yöntemlerle monitorlanabilen UOB'ler, bu çalışmada son yıllarda popülerliği artan, aktif örnekleme yöntemine göre çok daha basit ve ucuz olan pasif örnekleme tekniği ile kişisel örnekleyciler kullanılarak 24 saatlik bir periyotta örneklenmiştir. İskenderun ve Payas'ta 11-12 yaş grubundan 105 öğrencinin giysilerine takılan örnekleycilerde toplanan kirleticiler uygun yöntemlerle analiz edilmiştir. Analizler GC-MS ile yapılmıştır. Katılımcılara günlük alışkanlıkları ve yaşama ortamları hakkında bir anket uygulanmış ve yaşadıkları ortamın, soludukları UOB derişimlerine etkileri araştırılmıştır.

ABSTRACT

Volatile organic compounds (VOC's) are important group of air pollutants because of their adverse effect on environment and human health. They play role on photochemical smog formation with some oxidants. Exposure of these kind of pollutants may cause important health problems. Especially benzene and formaldehyde is known to be carcinogenic. Monitoring of VOC's is important for preparing clean air and public health plans. In this study passive samplers, which is more simple and cheaper according to active samplers, becoming more popular in the last years are used for the sampling. Sampling period was 24 hours. VOC samples are analysed on 105 students in the age group of 11-12 are carried the passive samplers on their clothes in İskenderun and Payas. Analysis were performed by GC-MS. A questionnaire was filled by participants about their daily habits and living environment.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

BTEX, Kişisel Maruziyet, GC-MS, Pasif Örnekleyci, Hava Kalitesi

* egaga@anadolu.edu.tr

GİRİŞ

Antropojenik ve doğal aktiviteler sonucu pek çok kirletici çeşitli ortamlara salınmaktadır. Uçucu organik bileşikler (UOB) dış ortamda bulunan en önemli hava kirleticilerinden biridir. İnsan sağlığı açısından oldukça zararlı oldukları bilinmektedir. Örneğin benzen ve formaldehit Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (International Agency for Research on Cancer, IARC) tarafından kanser yapıcı bileşikler listesine alınmıştır (Ohura vd., 2007).

UOB'lerin iç ortam kaynakları arasında sigara kullanımı, bina yapı malzemeleri, mobilyalar, boyalar, yapıştırıcılar ve bunun gibi diğer malzemelerle beraber yanma prosesleri yer almaktadır. Havalandırmaya bağlı olarak iç ortam seviyelerini de etkileyen dış ortam kaynakları ise başlıca otomobil egzostları ve endüstriyel emisyonlardır. Düşük seviyeli iç ortam VOC derişimleri çok da spesifik olmayan bazı semptomlara yol açmaktadır. Bunlar baş ağrısı, göz, burun ve deri tahrişi gibi hasta bina sendromu olarak adlandırılan semptomlardır (Elke vd., 1998).

Bu çalışma kapsamında incelenen bileşiklerden benzenin dış ortamdaki en önemli kaynağı taşıt emisyonları ve endüstriyel aktivitelerdir (Wallace, 1996). Toluene de benzen gibi taşıtlardan ve gazyanın buharlaşmasından atmosfere salınmaktadır. Öte yandan bu tür bileşiklerin en önemli kaynağı yoğun olarak endüstriyel amaçlı üretilmesi ve kullanılmasıdır. Özellikle petrolün katalitik reformasyonunda çokça üretilmektedir. Sitiren üretiminde ve kok fırın işlemlerinde yan ürün olarak da açığa çıkmaktadır. İzole edilen toluene daha sonra benzen üretiminde de kullanılmaktadır (Fishbein, 1988).

Son yıllardaki çalışmalar iç ortam hava kalitesinin insan sağlığı açısından önemli bir gösterge olduğunu ortaya koymuştur. İnsanlar zamanlarının % 90'ını büyük ve çok fazla sanayileşmiş şehirlerin dış ortam havasından daha fazla hava kirletici içerebilen iç ortamlarda geçirmektedirler. Bir kişinin bu tip mikroortamlarda harcadığı vakit o insanın sağlığını doğrudan etkileyebilmektedir (Payne-Sturges, 2004; Ohura, 2006; Pekey ve Arslanbaş, 2008).

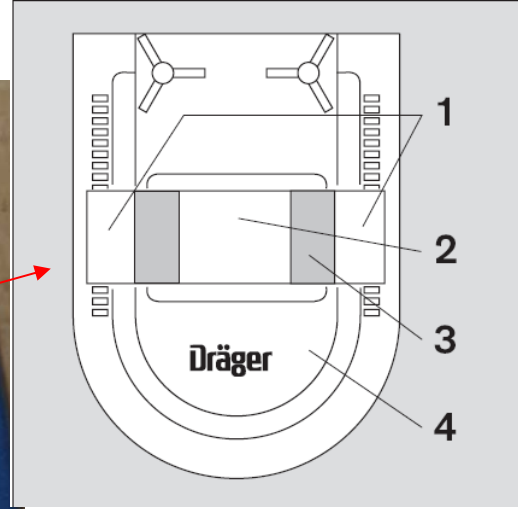
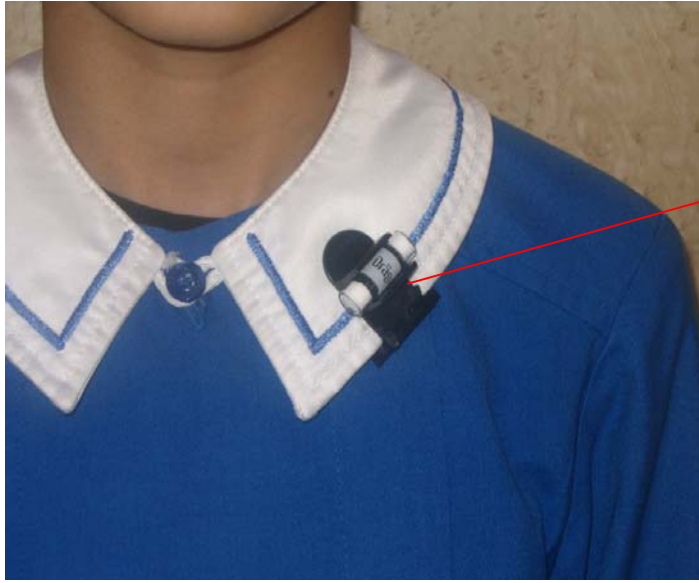
İnsan maruziyetinin doğru olarak tespit edilmesi halk sağlığının korunması için atılacak en önemli adımlardan biridir. Özellikle çocuklar maruziyet, psikolojik faktörler ve farmakolojik özellikleri bakımından yetişkinlerden farklıdır. Ayrıca BTEX gibi bileşiklere maruziyet açısından da yetişkinlere göre daha fazla risk altındadırlar (Deary ve Collman, 1999; Park ve Jo, 2004).

UOB'ler aktif ve pasif örnekleme metodları kullanılarak örneklenebilirler. Pasif örnekleme metodunun aktif örneklemeye göre çeşitli avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Herhangi bir elektrik gücü ve akış ölçer gibi diğer gereksinimlere ihtiyaç duyulmaz. Kullanımı oldukça basittir ve aktif örneklemeye göre daha ucuzdur. Ancak derişimlerin düşük olduğu durumlarda örnekleme süresi genel olarak aktif örneklemeden daha olması gerekmektedir. Hollanda Hükümeti destekli MATRA projesi kapsamında yürütülen bu çalışmada 11-12 yaş grubu ilköğretim öğrencilerinin 24 saatlik BTEX maruziyetleri kişisel örnekleyciler kullanılarak belirlenmiştir.

MATERYAL METOD

Örnekleme Noktaları Ve Örnekleyciler

Yapılan bu çalışmada İskenderun ve Payas'ta 11-12 yaş grubu ilköğretim okulu öğrencilerinin Draeger marka pasif kişisel örnekleyciler (Şekil 1) kullanılarak BTEX maruziyeti belirlenmiştir. Örnekleyci cam bir tüp içerisine doldurulmuş parçacık çapı 0,4-0,8 arasında değişen yaklaşık 400 mg aktif karbon ve cam tüpün iki tarafına yerleştirilmiş difüzyon ara yüzeyinden oluşmaktadır.

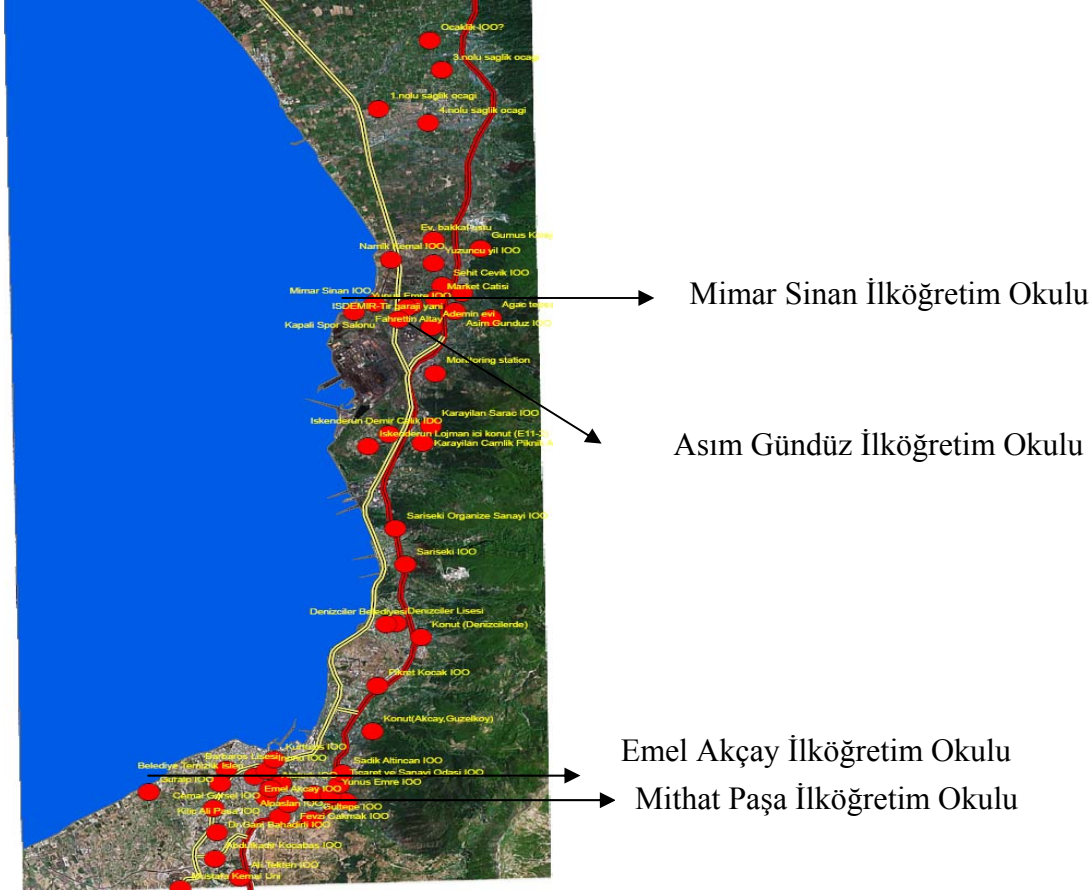


- 1: Difüzyon bariyeri (Selüloz asetat),
- 2: Etiket,
- 3: Adsorbsiyon katmanı (Aktif karbon),
- 4: Klips

Şekil 1. Draeger marka pasif örnekleyci (Dräger ORSA 5 User Guide: 19)

MATRA projesi kapsamında 2007-2008 Kış döneminde yapılan pasif örnekleme ile NO₂, SO₂ ve O₃ için kirlilik haritaları oluşturulmuştur. Hazırlanan kirlilik haritaları dikkate alınarak İskenderun ve Payas'ta ikişer okul ve bu okullarda okuyan 4. ve 5. sınıf öğrencileri seçilmiştir. Seçilen okulların konumları Şekil 2'de gösterilmiştir. Aynı şekilde MATRA projesi kapsamında yapılan ön anket çalışması verileri kullanılarak seçilen okullardaki çocukların ebeveynlerinin sigara içme durumu ve cinsiyetleri göz önüne alınarak çalışmaya katılacak gönüllü öğrenciler belirlenmiştir. Her okuldan seçilen 25 öğrenciden yarısının ailesinde sigara kullanan bireylerden diğer yarısının ise ailesinde sigara kullanmayan bireylerden seçilmesine özen gösterilmiştir. Öte yandan öğrencilerde eşit sayıda cinsiyet dağılımı sağlanmasına çalışılmıştır.

24 saatlik örnekleme periyodu süresince toplam 105 öğrenci 24 saat süreyle pasif BTEX örnekleycisi taşımıştır. Aynı zamanda öğrenci aileleri evlerinde ziyaret edilerek yaşadıkları ortam incelenmiş ve muhtemel maruziyet kaynakları gözlemlenmiştir. Ayrıca ailelere küçük bir anket uygulanarak çocukların günlük alışkanlıkları ve ailenin yaşam biçimi hakkında bilgi edinilmiştir.



Şekil 2. Örneklem noktaları

Örneklerin Ekstraksiyonu Ve Analizi

Örnekler analiz edilene kadar derin dondurucuda -20°C 'de saklanmıştır. Analizler öncesinde örnekler ağız iyice kapanabilen teflon kapaklı vialerde karbondisülfür ile ultrasonik banyo kullanılarak ekstrakte edilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Analizler Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS) cihazında yapılmıştır. Ekstrakte edilen örneklerin aktif karbon partiküllerinden arındırılması amacıyla, örnekler GC-MS analizinden önce santrifüjlenmiştir. Analizden sonra her bir kromotogram tek tek incelenerek integrasyonu yapılmıştır. Tablo 1'de GC-MS parametreleri görülmektedir.

Tablo 1. GC-MS parametreleri

Parametreler	Özellikleri
GC kolonu	60 m x 250 μm x 1,40 μm , HP 624,
Taşıyıcı gaz	Ultra saf Helyum, %99,999, 1mL dk ⁻¹
Enjeksiyon tipi	Splitless
Enjeksiyon portu sıcaklığı	280°C
Fırın sıcaklığı	32°C (8 dk), 30°C dk ⁻¹ 160°C (5 dk), 25°C/dk 200°C (1dk)
Enjeksiyon hacmi	1 μL
Kütle spektrometrisi	Electron impact, 70 eV
Kütle spektrometrisi kuadropol sıcaklığı	150 °C
Kütle spektrometrisi kaynak sıcaklığı	230 °C

GC-MS kullanılarak örneklerde ölçülen derişimler dış ortam derişimlerine aşağıdaki eşitlik yardımıyla dönüştürülmüştür.

$$C_i = \frac{K_{ORSA5} \cdot M_i}{D_A \cdot D_i \cdot t} \quad (1)$$

- C_i : Kirletici bileşenin derişimi (ng cm^{-3})
 K_{ORSA5} : Örnekleyici sabiti ($0,8 \text{ cm}^{-1}$)
 M_i : GC cihazı tarafından hesaplanan kirletici bileşimin kütlesi (ng)
 D_A : Kirletici bileşen desorpsiyon verimliliği (1'e eşit veya küçük)
 D_i : Kirletici bileşen difüzyon katsayısı ($\text{cm}^2 \text{ s}^{-1}$)
 t : Örnekleme süresi (sn)

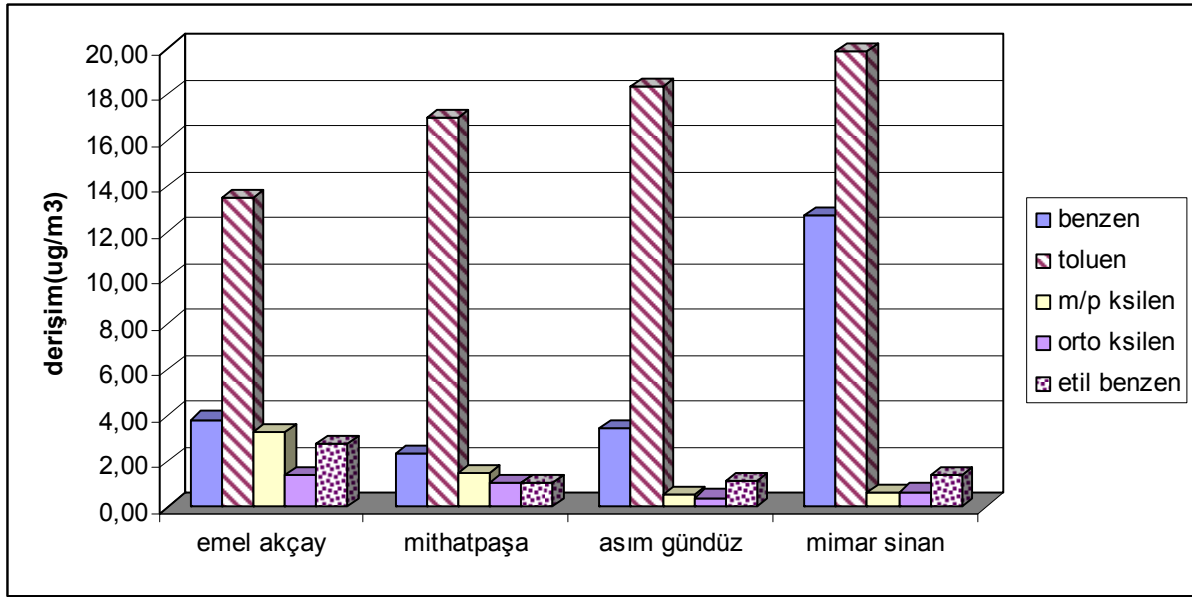
SONUÇLAR

İkisi İskenderun ve ikisi Payas'ta olmak üzere dört farklı okulda eğitim gören çocuklardan 24 saat süresince toplanan pasif örnekler analiz edilmiş, derişimler difüzyon katsayıları ve ilgili sabitler kullanılarak $\mu\text{g m}^{-3}$ cinsinden ifade edilmiştir. Çalışmada elde edilen ilk sonuçlar, Şekil 3'de gösterilmiştir. Özellikle benzene ve toluene açısından en yüksek derişimler Mimar Sinan ilköğretim okulunda eğitim gören çocuklarda tesbit edilmiştir. Çalışma sırasında okulda eğitim gören çocukların okul çevresinde ikamet etmelerine de özen gösterilmiştir. Mimar Sinan ilköğretim okulu 4 okul arasında endüstriyel aktivitelere en yakın okuldur.

Okullar İskenderun merkez ve Payas olmak üzere ikiye gruplandırılmış ve her iki grup arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Bu amaçla non-parametric testlere (Mann Whitney test) başvurulmuştur. İskenderun merkez ve Payas okulları olarak iki grup oluşturulduğunda Payas'da yaşayan ilköğretim çocuklarının benzen maruziyet düzeylerinin istatistiksel olarak İskenderun merkez'de ölçülen derişim seviyelerinden yüksek olduğu görülmüştür ($P < 0.05$, % 95 güven aralığı). Öte yandan toluene ve etilbenzen derişimleri açısından istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Diğer önemli bulgu ise Payasda ölçülen m^{-1} ksilen ve orta ksilen derişimlerinin istatistiksel olarak İskenderun'dan düşük olmasıdır.

Kuşkusuz ölçülen UOB derişimlerini sadece dış ortam derişimleri ile ilişkilendirmeye çalışmak yetersiz bir yaklaşım olacaktır. Zira çocuklar zamanlarının büyük bir kısmını iç ortamlarda geçirmektedirler ve iç ortamlarda da pekçok UOB kaynağı mevcuttur. İç ortamdaki en önemli BTEX kaynakları sigara, boyalar, çözücüler ve yanma kaynaklarıdır. Ayrıca kullanılan havalandırma yöntemi ve sıklığı maruziyeti etkileyen parametreler arasındadır.

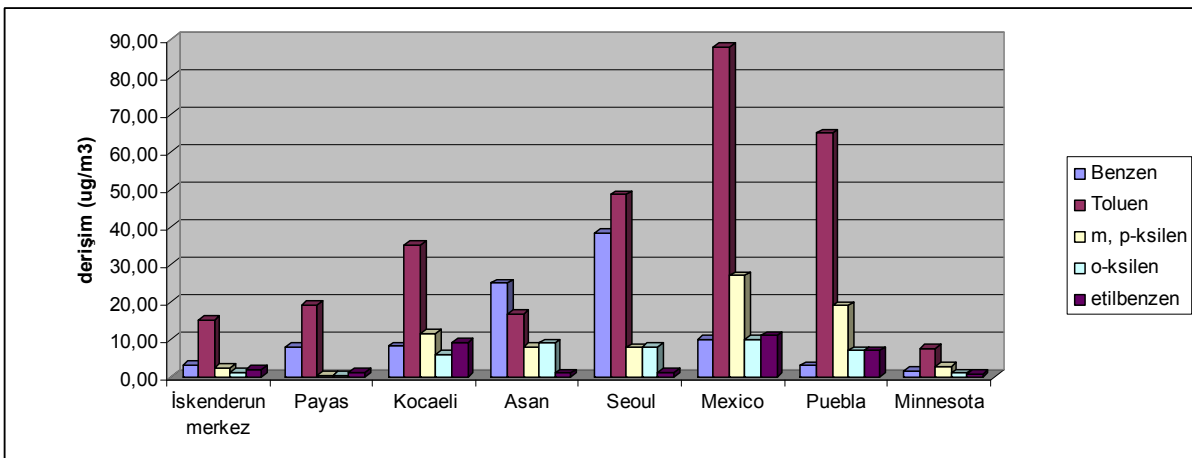
Ölçülen BTEX derişimlerinin çocukların günlük aktiviteleri ve yaşam ortamlarıyla ilişkilerini irdeleyebilmek amacıyla anketler hazırlanmış ve ev ziyaretleriyle öğrencilerin ebeveynleri ile birlikte doldurulmuştur. Anketler istatistiksel yöntemlerle incelendikten sonra 4 farklı bölgedeki çocuklarda ölçülen BTEX derişimlerini etkileyen parametreler de daha ayrıntılı şekilde irdelenmiş olacaktır.



Şekil 3. Dört farklı okulda okuyan öğrencilerin UOB'lere maruziyet düzeyleri

İskenderun ve Payas'da yaşayan çocukların UOB'lere maruziyet düzeyleri farklı çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 4). Şekil 3 ve şekil 4'te verilen değerler çocukların 24 saat boyunca iç ve dış ortamda geçirdikleri saatler boyunca maruziyetini göstermektedir. Şekil 4'teki literatür çalışmalarında da benzer yöntemlerle 24 saatlik kişisel örnekleme yapılmıştır.

Şekil 4 incelendiğinde Asan hariç tüm çalışmalar UOB bileşiklerin arasında en yüksek derişimlerin toluene ait olduğu görülmektedir. İskenderun ve Payas'taki değerlere bakıldığında literatür değerleri ile benzerlik göstermektedir. Benzen derişimleri pek çok farklı kaynağa, yaşam şekli ve yaşama alanındaki potansiyel kaynaklara bağlı olduğu için derişimler çok geniş bir aralıkta olabilmektedir. Ölçülen değerler BTEX bileşikleri için Minnesota hariç diğer çalışmalarda ölçülen değerlerden daha düşüktür. Öğrencilerin maruz kaldıkları UOB derişimleri değerlendirildiğinde, literatürde rastlanmayan seviyelerde yüksek bir değer görülmemiştir.



Şekil 4. Bu çalışmada elde edilen verilerin daha önce yapılmış olan çalışmalarla karşılaştırılması

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hollanda Hükümeti Dış İşleri Bakanlığı MATRA programı tarafından finansal olarak desteklenmektedir. Yazarlar, maddi desteklerinden dolayı: Hollanda Hükümeti Dış İşleri Bakanlığı MATRA programına teşekkür ederler. Örnekleme sırasındaki yardımlarından dolayı Nesimi Akyol'a, analizlerdeki desteğinden dolayı Akif Arı'ya, yakın ilgi ve desteklerinden dolayı Emel Akçay, Mimar Sinan, Asım Gündüz ve Mithat Paşa İlköğretim okulu yöneticilerine, personeline, çalışmamıza katılan öğrencilerine ve desteklerinden dolayı ailelerine ayrıca teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Ahumada, T.H. ve Whitehead, L. Personal exposures to volatile organic compounds among outdoor and indoor workers in two Mexican cities, *Science of the Total Environment*, 376, 60-71, 2007.

Dearry, A. ve Collman, G. Children's environmental health and disease prevention research, *Environmental Health Perspectives* 107, 391-460, 1999.

Elke, K., Jermann, E., Begerow, J. ve Dunemann, L. Determination of Benzene, Toluene, Ethylbenzenes and Xylenes in Indoor Air at Environmental Levels Using Diffusive Samplers in Combination with Headspace Solid-Phase Microextraction and High Resolution Gas Chromatography –Flame Ionization Detection, *Journal of Chromatography*, 191

Fishbein, L. Toluene: uses, occurrence and exposure. In Environmental Carcinogens Methods of Analysis and Exposure Measurement (Fishbein L and O'Neill IK, eds) Vol 10, Publication 85. Benzene and alkylated benzenes. IARC Sci Lyon, IARC, 1988.

[http 1: epa.gov/region1/eo/air](http://epa.gov/region1/eo/air).

Kume, K., Ohura, T., Amagai, T. ve Fusaya, M. Field Monitoring of Volatile Organic Compounds Using Passive Air Samplers in an Industrial City in Japan, *Environmental Pollution*, 1-9, 2007.-200, 1998.

Ohura, T., Amagai, T., Senga, Y. ve Fusaya, M. Organic air pollutants inside and outside residences in Shimizu, Japan: Levels, sources and risks, *The Science of the Total Environment*, 366, 485-499, 2006.

Payne-Sturges, D. C., Burke, T. A., Breysse, P., Diener-West, M. ve Buckley, T. J. Personal exposure meets risk assessment: a comparison of measured and modeled exposures and risks in an urban community, *Environmental Health Perspectives*, 112, 589-598, 2004.

Park, K.H. ve Jo, W.K., Personal Volatile Organic Compound (VOC) Exposure of Children Attending Elementary Schools Adjacent to Industrial Complex Atmospheric Environment, 38, 1303-1312, 2004.

Pekey, H. ve 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.

Son, B., Breyse, P. ve Yang, W. Volatile Organic Compounds Concentrations in Residential Indoor and Outdoor and its Personal Exposure in Korea, *Environmental International*, 29, 79-85, 2003.

Wallace, L. Environmental Exposure To Benzene: An Update, *Environ. Health Perspect*, 104, 1129-1136, 1996.