



## Araştırma Makalesi

# Üniversite Laboratuvarlarında İç Hava Kalitesi ve Çalışanların Mesleki Risk Etmenleri

Melis TOPRAK<sup>1</sup>, Gül GÜR SOY<sup>2</sup>, Yücel DEMİRAL<sup>3</sup>, Arif H. ÇİMRİN<sup>4</sup>, Sait C. SOFUOĞLU<sup>5</sup>✉

<sup>1</sup>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Gülbahçe, Urla 35430 İzmir

<sup>2</sup>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, SKS Dairesi Başkanlığı, Gülbahçe, Urla 35430 İzmir

<sup>3</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Balçova 35340 İzmir

<sup>4</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Balçova 35340 İzmir

<sup>5</sup>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kimya Müh. Bölümü ve Çevre Ar-Ge Merkezi, Gülbahçe, Urla 35430 İzmir

Sunuluş tarihi: 10 Mayıs 2013, Kabul edilme tarihi: 27 Haziran 2013

## ÖZET

İnsanlar günün büyük bir kısmını iç ortamlarda geçirmektedir. İç ortamlar arasında iş yerleri günde ortalama sekiz saat ile önemli bir yer tutmakta ve buralarda geçirilen zaman zarfında işyerinin özelliklerine bağlı olarak çeşitli iç hava kirleticilerine maruz kalınmaktadır. İç hava kirliliği insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen etkenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada üniversite laboratuvarlarında maruz kalınabilecek iç hava kirletici derişimlerinin ve çalışanların mesleki risklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde üç laboratuvarında iç hava kalitesi belirleme ve 19 laboratuvarında çalışan kişilerden deneysel çalışmaları sırasında karşılaştıkları mesleki risk etmenlerini belirleme çalışmaları yapılmıştır. Mesleki risk değerlendirmesi, hazırlanan durum ve tehlike saptama formlarının yüz yüze görüşme yöntemi ve gözlem sonucu doldurulması ile gerçekleştirilmiştir. İç hava kalitesi parametrelerinden PM<sub>2.5</sub> bir Harvard Impactor kullanılarak gravimetrik yöntemle 8 saatlik ortalamalar halinde, PM<sub>10</sub>, Toplam Uçucu Organik Bileşikler, CO<sub>2</sub> ve CO derişimleri ise bir sürekli izleme cihazı ile izlenmiş ayrıca sıcaklık ve bağıl nem değerleri de kaydedilmiştir. Ölçülen değerler uluslararası iç hava kalitesi standartları veya rehber değerleri ve uluslararası iş sağlığı standartları ile karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Üniversite, laboratuvar, iç hava kalitesi, mesleki risk etmenleri.

© Tüm yayın hakları Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Millî Komitesi'ne aittir.

## 1. Giriş

İnsanlar zamanlarının çok büyük bir kısmını bina-içi mikro-çevrelerde, özellikle işyerlerinde ve evlerinde geçirdiklerinden, maruziyet açısından düşünüldüğünde, iç hava kalitesi insan sağlığı açısından çok önemli bir yer tutmaktadır. Bina-içi ortamlarda geçirilen zaman dilimi arttıkça buralardaki iç hava kalitesi giderek büyüyen bir kaygı haline gelmiş ve iç hava kalitesinin insan sağlığına olan etkisinin dış havanın etkisinden daha fazla olabildiği gözlemlenmiştir. Birçok araştırma iç hava kirletici seviyelerinin dış havadaki kirletici seviyelerinden çok daha yüksek olabildiğini göstermektedir (Daisey vd., 2003; Weschler, 2009; Sofuoğlu vd., 2011).

Otuz yıllık bir iş hayatı düşünüldüğünde, çalışma ortamlarında geçirilen günde ortalama 8 saatlik süre zarfında iç ortamda solunan havada bulunan kirleticilere uzun süreli kişisel maruziyet söz konusudur. Çalışma ortamlarında genelde maruz kalınan kirleticilere örnek olarak partikül

madde (PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub>), uçucu organik bileşikler, inorganik bileşikler (NO<sub>2</sub>, CO vb.) verilebilir. Maruz kalınan bu iç hava kirleticileri çeşitli sağlık problemlerine yol açmaktadır.

İç ortam hava kalitesi ve insan sağlığı açısından önemli olan partikül madde boyutları 0,1-10 µm aralıdır. 0,1 µm'den küçük partikül maddeler kısmen nefesle dışarı verilir. 10 µm'den büyük partikül maddeler ise üst solunum yollarında tutulur (Health Canada, 1995a). İç ortamlarda partikül maddelerden kaynaklı sağlık etkileri göz, burun ve solunum yolları tahrişi, astım, bronşit, akciğer hasarı, kanser, ağır metal zehirlenmesi, kardiyovasküler etkiler olarak belirtilmiştir (USEPA, 2012).

Norback ve arkadaşları (1995) uçucu organik bileşiklerin düşük konsantrasyonlarda bitkinlik, bellek kaybı, baş ağrısı, anksiyete, cilt ve gözlerde tahriş gibi şikayetlere neden olduğunu bildirmiş ancak bu kirleticilerin bazılarında

maruziyetin kronik olarak devam etmesi durumunda kanserojenik etkilerin ve solunum yolu hastalıklarının ortaya çıkabileceği belirtilmiştir. Karbon monoksit gazının insan sağlığı üzerine olan etkileri asfiksi, iş gücünün azalması, baş ağrısı, hastalarda kalp-akciğer fonksiyonlarında olumsuz etkiler olarak bildirilmiştir (TC Sağlık Bakanlığı, 2010).

Bu çalışmada üniversite laboratuvarlarında karşılaşılabilecek bina-içi hava kirletici seviyelerinin ve çalışanların mesleki risk etmenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada yer alan sonuç ve değerlendirmeler halen yürütülmekte olan "İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde Çalışan Araştırma Görevlilerinin Mesleki Risklerinin Belirlenmesi Projesi"nin ilk kısmında elde edilen verilerden üretilmiştir. İç hava kalitesi değişkenleri arasında  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , toplam uçucu organik bileşikler (TUOB) ve CO derişimleri, bina-içi çevresel konfor değişkenleri olan  $CO_2$ , sıcaklık ve bağıl nem ölçülmüştür. Mesleki risk etmenleri kapsamında kimyasal, fiziksel, biyolojik ve ergonomik etmenler ile acil durum ve laboratuvar güvenliği eğitimleri incelenmiştir.

## 2. Malzeme ve Yöntem

Bu çalışmada İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Kimya Mühendisliği Bölümü'nde yer alan üç laboratuvarda ölçümler yapılmıştır. Laboratuvarlar sırasıyla Lab-1, Lab-2 ve Lab-3 olarak adlandırılmıştır. Bu çalışma sırasında, üç laboratuvardan biri göreceli az kullanılan bir laboratuvar (Lab-1) iken, diğer iki laboratuvar (Lab-2 ve Lab-3) daha fazla kişi tarafından daha uzun süreler kullanılmaktaydı. Laboratuvarlar alanları, havalandırma, ısıtma ve soğutma sistemleri bakımından benzer olmakla beraber, yürütülen çalışma konuları, kullanılan mevcut cihazlar ve sayıları farklılık göstermektedir. Laboratuvarlardaki temizlik sıklığı benzerdir. Lab-2 ve Lab-3'te kullanılan temizlik malzemeleri ayırdır; ancak Lab-1'de yapılan deneysel çalışmalar dolayısıyla temizlik malzemesi olarak sadece su kullanılmaktaydı.

Seçilen laboratuvarların her birinde üçer gün sekiz saatlik ölçümler yapılmıştır. İç hava kalitesi parametrelerinden  $PM_{2.5}$  derişimleri bir Harvard impactor kullanılarak gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Bir sürekli izleme cihazı olan EVM-7 (3M Quest Technologies) ile  $PM_{10}$ , TUOB,  $CO_2$  ve CO derişimleri izlenmiş ayrıca sıcaklık ve bağıl nem değerleri kaydedilmiştir. Sürekli izleme cihazının kalibrasyonu parçacık boyutu ve kompozisyonu bakımından 'Arizona Yol Tozu'na göre yapıldığı için ölçüm çalışması öncesinde 'Toz Düzeltme Faktörü' belirleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılacak olan laboratuvarların birinde yirmidört saat süresince hem EVM-7 cihazı hem de Harvard impactor ile gravimetrik yöntemle gerçek zamanlı  $PM_{10}$  derişimi belirleme çalışmaları gerçekleştirilmiş, bu çalışma üç defa tekrarlanarak laboratuvar ortamı için gerekli faktör değeri belirlenmiştir.

Ölçümlerde kullanılan EVM-7 sürekli izleme cihazının akış hızı sabit olup değeri 1,67 l/dk'dır. Bu cihaz  $90^\circ$  optik ışık yayan bir fotometre kullanarak gerçek zamanlı  $PM_{10}$  derişimlerini, TUOB derişimlerini fotoiyonizasyon detektörü (PID sensörü) ile ppb seviyelerinde, NDIR (yayılmasız kızılötesi) sensörü ile  $CO_2$  ve CO derişimlerini ppm düzeyinde ölçüp kaydedebilmektedir. İzlenen tüm maddelerin derişimleri 15 saniyelik ortalama, bu anlık ölçümlerden hesaplanan 15 dakikalık ortalama, en düşük, en yüksek, ve 8-saatlik ortalama değerler şeklinde kaydedilmiştir.

Harvard impactor cihazı 20 l/dk akış hızında ayarlanmış ve Defender 510 kalibrasyon cihazı (Bios International Corp.) kullanılarak her örneklemeden önce kalibrasyonu yapılmıştır.  $PM_{2.5}$  sekiz saat boyunca 37 mm çapında cam elyaf filtreye toplanmıştır. Ölçümde kullanılan filtreler ölçüm öncesi kül fırınında  $450^\circ C$ 'de bir gece boyunca bekletilmiş ve hassas terazinin bulunduğu laboratuvarında desikatörde en az yirmidört saat şartlandırıldıktan sonra boş filtre ağırlığı hassas terazide belirlenmiştir. Ölçüm sonrasında filtreler yine aynı desikatörde en az yirmi dört saat şartlandırıldıktan sonra her bir filtre üzerinde toplanan kütle hassas terazide tartılarak belirlenmiş ve filtre üzerinden geçen hava hacmine oranlanarak  $PM_{2.5}$  derişimleri hesaplanmıştır.

Mesleki risk değerlendirmesi için Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nde bir örnek grubu seçilmemiş, bölüm laboratuvarlarının tüm çalışanlarına ulaşılması hedeflenmiştir. Kimya Mühendisliği Bölümü'nde 19 laboratuvar bulunmaktadır. Bu laboratuvarlarda çalışan araştırma görevlisi/uzman/teknisyenlerin %90,2'sine (N=38) ulaşılmıştır. Mesleki risk etmenlerini belirlemede laboratuvarlar için 'Durum Saptama Formu', çalışanlar için ise 'Tehlike Saptama Formu' geliştirilmiştir. Veri toplama aşamasında laboratuvarlar ve çalışanlar eşzamanlı olarak değerlendirilmiş; gözlem ve yüz-yüze görüşme yöntemi uygulanmıştır. Mesleki risk etmenleri fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik risk etkenleri ile çalışma alanı güvenliği ve iş kazaları, ve genel hijyen koşulları olarak gruplandırılmıştır. Çalışanların acil durum ve laboratuvar güvenliği eğitimleri de sorgulanmıştır. Formlarda araştırılan risk etmeni türüne göre; 'tehlike yok/kesinlikle uygun/kesinlikle güvenli', 'tehlike var-önlem yeterli/uygun/güvenli', 'tehlike var-önlem yetersiz/yeterince uygun değil/yetersiz güvenlik' ve 'tehlike var-önlem yok/uygun değil/güvensiz' sınıflamaları kullanılmıştır. Karşılaşılan her bir etmenin türü, miktarı ve süresi sorgulanmıştır. Karşılaşılan (maruz kalınan) süre değerlendirmesi için '2 saatten az', '2-4 saat', '4-8 saat', '8 saatten çok' gruplamaları yapılmıştır. Veriler SPSS 14.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Değerlendirmede ağırlıklı olarak kimyasal etmenler arasında (a) metallere, (b) çözücülerle, (c) asitlerle (d) gazlarla karşılaşma ve fiziksel etmenler arasında ise

havalandırma sistemi, termal konfor, gürültü, titreşim ve radyasyon yer almıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Partikül Madde

**PM<sub>2,5</sub>**. Lab-1, Lab-2 ve Lab-3'te ölçülen üç günlük ortalama PM<sub>2,5</sub> derişimleri Tablo 1'de gösterilmektedir. PM<sub>2,5</sub> seviyeleri yapılan çalışma yoğunluğuna paralel olarak günden güne farklılık göstermekle birlikte ölçülen en yüksek 8-saatlik ortalama derişim (25 µg/m<sup>3</sup>) çalışmaların sürekli devam ettiği Lab-3'te gözlemlenmiş, en düşük 8-saatlik ortalama PM<sub>2,5</sub> (1,0 µg/m<sup>3</sup>) ise çalışmaların sürekli olmadığı Lab-1'de görülmüştür. Dolayısıyla, ölçülmüş olan derişimlerin yapılan faaliyetlerle ilgili olduğu, yani ana kaynaklarının iç kaynaklar olduğu düşünülebilir.

Uluslararası İç Hava Kalitesi Standartları / İş Sağlığı Standartları PM<sub>2,5</sub> için 8-saatlik ortalama olarak Amerika Birleşik Devletleri İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi (OSHA) tarafından 5000 µg/m<sup>3</sup>, Devlet Endüstriyel Hijyen Uzmanları Amerikan Konseyi (ACGIH) tarafından 3000 µg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Tablo 2'de bu çalışmaya konu olan kirleticiler için yayınlanmış olan iç hava kalitesi uluslararası standart değerleri (EPA, ACGIH, Health Canada) ve iş sağlığı standart değerleri (OSHA) verilmiştir (NRC, 2005; OSHA, 2004). Laboratuvarlarda yapılan PM<sub>2,5</sub> ölçüm sonuçları uluslararası iç hava kalitesi standartları / iş sağlığı standartları ile karşılaştırıldığında tüm PM<sub>2,5</sub> derişimlerinin sınır değerlerin altında kaldığı görülmektedir.

**Tablo 1.** Laboratuvarlarda ölçülen PM<sub>2,5</sub> derişimleri

PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	8 saatlik Ortalama			3-Günlük Ortalama	Ortanca	Standart Sapma
	1.Gün	2.Gün	3.Gün			
Lab-1	4,17	1,04	17,7	7,64	4,17	8,86
Lab-2	9,38	15,6	6,3	10,4	9,38	4,77
Lab-3	17,7	25,0	15,6	19,4	17,7	4,92

**Tablo 2.** Uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı standartları ve rehber sınır değerleri

	Limit Değerler	Ortalama Zaman	Kaynak
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	65	24 saat	EPA
	5000	8 saat	OSHA
	3000	8 saat	ACGIH
	100	1 saat	HC
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	150	24 saat	EPA
	100	1 saat	Health Canada
	20/180 <sup>a</sup>	8 saat	Hong Kong
	10000	8 saat	ACGIH
TUOB (µg/m <sup>3</sup> )	87 / 261 <sup>a</sup> (ppb)	8 saat	Hong Kong
	200/600 <sup>b</sup>	8 saat	Hong Kong
	300	8 saat	EC
	600 / 3000 <sup>b</sup>	8 saat	HKEPD
CO (ppm)	9	8 saat	EPA
	30	8 saat	DFG
	11	8 saat	HC
	10	8 saat	WHO
	1,7/8,7 <sup>a</sup>	8 saat	Hong Kong
	13/1,3 <sup>b</sup>	8 saat	German
CO <sub>2</sub> (ppm)	25	8 saat	ACGIH
	800/1000 <sup>a</sup>	8 saat	Hong Kong
	5000	8 saat	OSHA, NIOSH, ACGIH
	10000	1 saat	DFG

a) İç Hava Kalitesi Mükemmel Sınıf Kılavuz Değeri / İç Hava Kalitesi İyi Sınıf Kılavuz Değeri (Hong Kong, 2003)

b) Seviye I / Seviye II (HKEPD)

c) Rehber Değer II (mevcut toksikolojik ve epidemiyolojik bilgiye dayalı sağlık ile ilgili değerler) / Rehber Değer I (Tek bir maddeye ömür boyu maruziyette bile olumsuz sağlık etkilerine yol açmayacak konsantrasyon); Değerler mg/m<sup>3</sup> biriminden ppm birimine 25 °C 'de ve 1 atm'de dönüştürülmüştür.

(EPA): Environmental Protection Agency-Çevre Koruma Ajansı Ulusal Hava Kalitesi Standartları (NAAQS), (DFG): Deutsche Forschungs Gemeinschaft - Alman Araştırma Topluluğu, (2000), (HC): Health Canada - Kanada Sağlık Bakanlığı, (1995), (WHO Europe): The World Health Organization - Dünya Sağlık Örgütü, (2000), (Hong Kong): The Government of the Hong Kong Special Administrative Region - Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti, (2003), (German): German Federal Environmental Agency - Alman Federal Çevre Ajansı, (2005), (ACGIH):The American Council of Governmental Industrial Hygienists - Devlet Hijyen Uzmanları Amerikan Konseyi, (2001)

**PM<sub>10</sub>**, Sürekli izleme cihazıyla ölçülen PM<sub>10</sub> derişimleri 8 saat boyunca anlık olarak izlenmiş, ölçülen değerler kaydedilmiştir. Laboratuvarlarda ölçülen PM<sub>10</sub> derişimlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3'te sunulmuştur. Üç günlük ortalama değerler karşılaştırıldığında PM<sub>2,5</sub> derişimleri ile benzer bulgular elde edildiği görülmektedir. Sekiz saatlik ortalama en yüksek PM<sub>10</sub> derişimi 86,8 µg/m<sup>3</sup> olarak Lab-3'te, en düşük derişim ise 4,63 µg/m<sup>3</sup> olarak Lab-2'de kaydedilmiştir. Anlık en yüksek PM<sub>10</sub> derişimi 206 µg/m<sup>3</sup> olarak Lab-3'te ölçülmüş, anlık en düşük PM<sub>10</sub> derişimi ise Lab-2'de 1,35 µg/m<sup>3</sup> olarak kaydedilmiştir. Anlık derişimler yüksek düzeylere çıkabilmekle beraber esasen ölçüt olarak alınması gereken üç günlük ortalama ve ortanca istatistiklerini incelediğimizde en yüksek PM<sub>10</sub> derişimi 48,3 µg/m<sup>3</sup> olarak Lab-3'te ölçülmüş, en düşük derişim ise 12,5 µg/m<sup>3</sup> olarak Lab-1'de ölçüldüğü görülmektedir.

PM<sub>10</sub> uluslararası iç hava kalitesi standartları 8-saatlik ortalama olarak Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti (HKÖYH) tarafından İç Hava Kalitesi Mükemmel Sınıf Kılavuz Değeri 20 µg/m<sup>3</sup>, İç Hava Kalitesi İyi Sınıf Kılavuz Değeri ise 180 µg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Devlet Endüstriyel Hijyen Uzmanları Amerikan Konseyi tarafından belirlenen limit değer ise 10 000 µg/m<sup>3</sup> 'tür. Uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı PM<sub>10</sub> standartları ve rehber sınır değerleri Tablo 2'de sunulmuştur (Health Canada,

1995b; Hong Kong, 2003; NRC, 2005). Laboratuvarlarda ölçülen derişimler ile uluslararası sınır değerleri karşılaştırdığımızda Lab-1 ve Lab-2'de ölçülen anlık en yüksek PM<sub>10</sub> derişimlerinin oldukça yüksek düzeylere çıkabildiği ancak 8-saatlik ortalama değerlere bakıldığında Lab-3'te ölçülen en yüksek PM<sub>10</sub> derişiminin 86,8 µg/m<sup>3</sup> ve Lab-2'de ölçülen en yüksek PM<sub>10</sub> derişiminin 20,5 µg/m<sup>3</sup> olarak kaydedildiği ve sadece HKÖYH mükemmel sınıf kılavuz değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

### 3.2. Toplam Uçucu Organik Bileşikler

Karbon ve hidrojen içeren kimyasal maddeler "organik bileşik" olarak adlandırılmaktadır. Uçucu organik maddeler ise kaynama noktaları 50-250 °C arasında olan maddelerdir. Literatürde, uçucu organik bileşiklerin 900'den fazlası iç hava ortamlarında tespit edilmiş olup bunlardan 250'den fazlasının derişiminin 1 ppb'den yüksek olduğu tespit edilmiştir (Health Canada, 1995a). Tablo 3'te bu çalışmada laboratuvarlarda ölçülen TUOB derişimleri sunulmuştur. Lab-1 ve Lab-2'de belirlenen 8-saatlik ortalama en yüksek TUOB derişimleri 20,8 ppb ve 26,3 ppb olarak birbirine yakın çıkmasına rağmen çok muhtemelen Lab-3'te yapılan deneysel çalışmalardan kaynaklı olarak TUOB 8 saatlik ortalama en yüksek derişimin çok daha yüksek seviyelerde 297 ppb olduğu gözlemlenmiştir.

**Tablo 3.** Laboratuvarlarda ölçülen PM<sub>10</sub>, TVOC, CO, CO<sub>2</sub> derişimleri

	Sekiz-Saatlik Ortalama			3-Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )								
Lab-1	15,2	6,25	15,9	12,5	9,43	8,24	2,35	39,0
Lab-2	18,0	20,5	4,63	14,4	14,6	9,06	1,35	47,1
Lab-3	17,8	86,8	40,2	48,3	32,2	39,2	6,10	206
TVOC (ppb)								
Lab-1	8,38	20,8	12,0	13,8	14,1	7,55	2,80	63,5
Lab-2	12,3	22,2	26,3	20,3	13,8	15,3	6,40	76,6
Lab-3	42,5	206	297	182	103	288	3,70	2379
CO (ppm)								
Lab-1	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00	0,03	0,60	1,05
Lab-2	0,51	1,00	0,44	0,65	0,95	0,50	0,00	1,95
Lab-3	0,01	0,00	0,22	0,08	0,00	0,24	0,00	1,00
CO <sub>2</sub> (ppm)								
Lab-1	390	459	391	413	398	42,0	356	608
Lab-2	425	381	401	402	406	41,7	316	622
Lab-3	398	434	396	410	411	35,2	343	536

Uluslararası iç hava kalitesi TUOB rehber sınır değerleri Tablo 2'de sunulmuştur. TUOB ile ilgili HKÖYH'nin hazırladığı iç hava kalitesi ile ilgili sertifika planında 8-saatlik ortalama TUOB iç hava kalitesi mükemmel sınıf kılavuz değeri 67 ppb, iç hava kalitesi iyi sınıf kılavuz değeri ise 261 ppb olarak belirtilmiştir. Lab-3'te yapılan ölçümlerin 2. gününde belirlenen 8-saatlik ortalama TUOB derişiminin 206 ppb ile iç hava kalitesi iyi sınıf kılavuz değerinin üzerinde olduğu, 3. gün görülen 8-saatlik ortalama TUOB derişiminin 297 ppb ile iç hava kalitesi mükemmel sınıf kılavuz değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Kanada Sağlık Bakanlığı'nın (Health Canada, 1995a) hazırladığı rehberde, Avrupa Topluluğu (The European Community) tarafından TUOB iç ortamdaki hedef rehber değerinin  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirlendiği ve her bir uçucu organik bileşik derişiminin TUOB için belirlenen rehber değerin %10'unu geçemeyeceği ifade edilmektedir. Hong Kong Çevre Koruma Biriminin (The Hong Kong Environmental Protection Department) hazırladığı rehber notlarında (Lee vd., 2002) ise 8-saatlik ortalama TUOB için Seviye I değeri  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak, Seviye II değeri  $3000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirtilmiştir.

Literatürde farklı iç hava ortamlarında TUOB derişimlerinin belirlendiği çalışmalar bulunmaktadır (Andersson vd., 1997, Daisey vd., 2003; Weschler, 2009; Sofuoglu vd., 2011). Laboratuvar ortamında Srivastava ve arkadaşları (Srivastava vd., 2000) tarafından yapılan çalışmada belirlenen TUOB derişim seviyeleri 51,3 ile 301 ppb aralığında bulunmuş, Lab-1 ve Lab-2'de ölçülen TUOB seviyeleri kaydedilen bu sonuçlardan daha düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiş ancak Lab-3'te 182 ppb olarak gözlemlenen TUOB 3-günlük ortalama derişimi Srivastava vd. (2000) yaptığı çalışmada 115 ppb olarak kaydedilen ortalama değerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

### 3.3. Karbon Monoksit

Anlık olarak en yüksek CO derişimi 1,95 ppm ile Lab-2'de, anlık en düşük CO derişimi 1 ppm ile Lab-3'te kaydedilmiştir. 8 saatlik ortalama derişimlerde ise en yüksek CO derişimi 1 ppm ile Lab-1'de kaydedilmiştir. CO derişimleri için tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 3'te uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı CO Standartları ve rehber sınır değerleri sunulmaktadır (NRC, 2005; Hong Kong, 2003; Health Canada, 1995b; WHO, 2000). Bütün standart değerler 8-saatlik ortalama sınır değerlerdir ve 1,3 ppm ile 25 ppm arasında değişmektedir. Laboratuvarlarda belirlenen CO derişimleriyle uluslararası standartlar karşılaştırıldığında Laboratuvarlarda ölçülen 8-saatlik ortalama CO derişimleri, uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı CO Standartları ve rehber sınır değerlerinin altında kalmaktadır.

### 3.4. Çevresel Konfor Değişkenleri

**CO<sub>2</sub>.** Laboratuvarlarda belirlenen CO<sub>2</sub> derişimlerinin anlık olarak en yüksek değeri 622 ppm ile Lab-2'de gözlemlenmiştir. En yüksek 8 saatlik ortalama derişim 459

ppm ile Lab-1'de, 8-saatlik ortalama en düşük derişim Lab-2'de 381 ppm olarak kaydedilmiştir. Üç-günlük ortalama derişimlere baktığımızda Lab-1 CO<sub>2</sub> derişiminin 413 ppm ile en yüksek olduğu ve Lab-2'de 402 ppm ve Lab-3'te ise 410 ppm olarak kaydedildiği Tablo 3'te görülmektedir.

Laboratuvarlarda belirlenen CO<sub>2</sub> derişimleri Tablo 2'de sunulan uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı CO<sub>2</sub> Standartları ve rehber sınır değerleri (Hong Kong, 2003; OSHA, 2004; NRC, 2005) ile karşılaştırıldığında ölçülen tüm CO<sub>2</sub> derişimlerinin sınır değerlerin altında kaldığı görülmektedir. Elde edilen bu bulgu laboratuvarlarda bulunan kişi sayısına göre havalandırmanın yeterli olduğunu göstermektedir. Laboratuvarların havalandırma sistemleri toksik bileşenlerin yüksek seviyelere çıkmasını önlemek üzere yüksek hızlarda çalışmak üzere tasarlandığından, havalandırma sistemleri çalıştığı sürece insan kaynaklı CO<sub>2</sub> derişimlerinin yüksek düzeylere ulaşmayacağı beklenmektedir.

**Sıcaklık ve Bağıl Nem.** Laboratuvarlarda yapılan tüm ölçümler 2012 yılının Mayıs ayı içerisinde gerçekleştirilmiş olup sıcaklık değerleri 21-32°C arasında gözlemlenmiştir. Bu geniş sıcaklık aralığı ile karşılaşmış olmasının sebebi laboratuvarlarda sürekli havalandırma yapılmasına rağmen iklimlendirme sadece kış ve yaz aylarında yapılmaktadır. Ayrıca, iklimlendirme sadece mesai saatlerini kapsamaktadır. Anlık en düşük sıcaklık değeri 21°C olarak Lab-3'te, anlık en yüksek sıcaklık değeri ise 32°C olarak Lab-2'de kaydedilmiştir. Sekiz-saatlik ortalama değerlere göre en düşük sıcaklığın 25°C ile Lab-3'te, en yüksek sıcaklığın ise Lab-2 30°C olarak kaydedildiği görülmektedir (Tablo 4).

Bağıl nem değerleri ise % 30-53 arasında kaydedilmiştir. İklimlendirmenin yılın ve günün belirli zamanlarında yapılması nedeniyle kalan zamanlarda iç hava sıcaklık ve bağıl nem düzeyleri tamamıyla dış hava şartlarına göre oluşmaktadır. Tablo 4'te laboratuvarlarda ölçülen bağıl nem değerleri görülmektedir. Yüzde 30 ile anlık en düşük bağıl nem değeri Lab-2'de kaydedilmiş, anlık en yüksek bağıl nem değeri ise %53 olarak Lab-3'te kaydedilmiştir. Sekiz-saatlik ortalama bağıl nem değerlerine dikkate alındığında, kaydedilen en düşük değer %34 ile Lab-2'de, en yüksek ise %50 ile Lab-3'te kaydedilmiştir.

Tablo 5'te sunulan uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı sıcaklık ve bağıl nem standartları ve rehber sınır değerleri (Alberta, 2003; Ashrae, 2004; Bulut, 2011) ile laboratuvarlarda kaydedilen sıcaklık ve bağıl nem değerlerini karşılaştırdığımızda Lab-3'te kaydedilen anlık en düşük sıcaklık olan 21°C ASHRAE'nin yaz mevsimi için belirlediği en düşük sıcaklık değerinin (24.5°C) altında kaldığı görülmektedir. Sıcaklık değerinin anlık en yüksek 32°C kaydedildiği Lab-2'de, ASHRAE'nin belirlediği yaz mevsimi için verilen en yüksek sıcaklık (28°C) değerinin üzerine çıktığı görülmektedir. Laboratuvarlarda belirle-



**Tablo 4.** Laboratuvarlarda ölçülen sıcaklık ve bağıl nem tanımlayıcı istatistikleri

	Sekiz-Saatlik Ortalama			3-Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
Sıcaklık (°C)								
Lab-1	27	28	29	28	28	1	24	30
Lab-2	30	30	29	30	30	1	27	32
Lab-3	26	25	27	26	26	1	21	28
Bağıl Nem (%)								
Lab-1	42	41	38	40	40	2	37	47
Lab-2	42	40	34	39	39	4	30	49
Lab-3	41	50	47	46	48	5	35	53

**Tablo 5.** Uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı sıcaklık ve bağıl nem standartları ve rehber sınır değerleri

Mevsim	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Referans
Yaz Mevsimi	24.5-28	30	ASHRAE
Kış Mevsimi	23-25.5	60	
–	–	30-60	Alberta
–	20-25.5	40-70	Hong Kong

(ASHRAE): American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers - Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri (2004), (Alberta) : Alberta Infrastructure: Indoor Air Quality Guideline - Alberta Altyapı: İç Hava Kalitesi Rehberi (2003), (Hong Kong) : The Government of the Hong Kong Special Administrative Region - Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti, (2003).

nen 8-saatlik ortalama değerlere baktığımızda Lab-1'de kaydedilen 29°C, ASHRAE'nin yaz mevsimi için belirlediği en yüksek sıcaklık değerinin üzerindedir. Lab-2'de kaydedilen 30°C ASHRAE, CSA ve Hong Kong tarafından belirlenen en yüksek sıcaklık değerlerinin üzerindedir. Kaydedilen bağıl nem değerleri ise 8-saatlik ve 3-günlük ortalama değerler düşünüldüğünde genelgeçer %40-60 konfor aralığının içinde yer alırken anlık en düşük değerlerin bu aralığın dışına çıkabildiği görülmektedir.

### 3.5. Mesleki Risk Değerlendirmesi

Kimya Mühendisliği Bölümü'nde çalışmaya katılan araştırma görevlisi/uzman/teknisyenlerin %76,3'ü (n=29) kadınlardan oluşmaktadır. Bölümdeki laboratuvarlarda kullanılan kimyasal maddelerin envanteri bir bilgisayar programı ile tutulmaktadır. Dolayısıyla, incelenen tüm laboratuvarlarda bulunan kimyasalların büyük çoğunlukla (15 laboratuvar) ve kısmen (4 laboratuvar) kayıt altında olduğu tespit edilmiştir. Risklerin en aza indirilebilmesi için laboratuvarlarda, tüm kimyasalların kayıt altına alınması gerekmektedir.

Laboratuvarlarda uygulanan durum saptama formlarından elde edilen verilere göre havalandırma sistemi büyük oranda (%89,5) yeterince uygun veya uygun bulunmamış, kesinlikle uygun bulunan laboratuvar yoktur. Laboratuvarlarda termal konfor büyük oranda (%73,7) yeterince uygun bulunmamış, 2 laboratuvar (%10,5) uygun bulunmuş, sadece 3 laboratuvar (%15,8) kesinlikle uygun bulunmuştur. Laboratuvarlar gürültü yönünden çoğun-

lukla (%52,6) yeterince uygun veya uygun bulunmamış, yani %47,4 oranında uygun veya kesinlikle uygun bulunmuştur (Tablo 6). Titreşim ve radyasyon açısından ise hiçbir laboratuvar da tehlike oluşmadığı belirlenmiştir.

Kimyasal risk etmenleri değerlendirildiğinde, laboratuvarlarda en fazla gazlarla (%80,0) en az ise metallerle (%57,9) karşılaşıldığı (maruz kalındığı) saptanmıştır. Her dört kategori için hiç önlem alınmayan bir laboratuvar olmadığı ancak bu kategorilerden çözücüler (%47,4) ve asitlerle (%47,4) karşılaşma açısından önlemlerin çoğunlukla yetersiz olduğu görülmektedir (Tablo 6). Kullanılan gazlar N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Ar ve He'dur. Önlemler gazlarla karşılaşma açısından değerlendirildiğinde, laboratuvarlarda çoğunlukta boğucu gazların kullanıldığı ancak önlemlerin çoğunlukla yeterli olduğu gözlenmiştir. Laboratuvarlarda önlemlerin yetersizlik nedenleri, bağlanan hortumların ekli olmasından, bağlanan hortumların tüp dolap kapaklarının açık bir şekilde kullanılmasına neden olmasından, işlem sonrası çıkış hortumlarının laboratuvar ortamına verilmesinden ve gaz detektörü bulunmamasından kaynaklanmaktadır.

Laboratuvarların çoğunluğu çalışma alanı temizliği ve düzeni açısından kesinlikle uygun (n=5) veya uygun (n=5) bulunurken, sadece bir laboratuvar kesinlikle uygun değil olarak değerlendirilmiştir. Uygun değil sınıfında değerlendirilen laboratuvar sayısı sağlık ve güvenlik talimatlarına uygunluk açısından dörde yükselirken, çoğunluk (n=9) yeterince uygun değil sınıfında bulunmuştur. Yetersizlikler; laboratuvar da sıkışık, üst üste malzeme ve cihaz

**Tablo 6.** Laboratuvarların fiziksel ve kimyasal risk etmenlerine göre dağılımı (%)

Fiziksel Etmenler	Kesinlikle Uygun	Uygun	Yeterince Uygun Değil	Uygun Değil
Havalandırma Sistemi	0,00	10,5	68,4	21,1
Termal Konfor	15,8	10,5	73,7	0,00
Gürültü	36,8	15,8	36,8	15,8
Kimyasal Etmenler	Tehlike yok	Tehlike var-önlem yeterli	Tehlike var-önlem yetersiz	Tehlike var-önlem yok
Metaller	57,9	26,3	15,8	0,0
Çözücüler	15,8	36,8	47,4	0,0
Asitler ve Bazlar	15,8	36,8	47,4	0,0
Gazlar	20,0	68,0	12,0	0,0

kullanımı, güvenlik duşlarının amacı dışında kullanılması, kullanılmayan tüplerin güvenlik kapaklarının yerinde olmaması, tüp dolabı kapaklarının kapalı tutulmaması, tüplerin dolap dışında bulunması, tüp dolapları üzerindeki aspiratörlerin çalıştırılmaması, gaz detektörlerinin bulunmaması ve yeterli havalandırmanın olmamasından kaynaklanmaktadır. Yedi laboratuvar çalışma ortamında acil durumlara karşı oluşturulan eylem planı talimatlarına 'uygun değil', 6 laboratuvar ise 'yeterince uygun değil' olarak değerlendirilmiş; 'kesinlikle güvenli' laboratuvar bulunmamıştır.

Çalışanlarla yapılan yüz-yüze görüşme yöntemiyle toplanan verilere göre karşılaşılan kimyasal risk etmenlerine ait oranlar Tablo 7'de özetlenmiştir. Buna göre kimyasal risk etmenlerinden en çok gazlarla (%86,8), daha sonra çözücü ve asitlerle (%84,2), en az metallerle karşılaşılmaktadır. Çalışanlar deneysel çalışmalarında: kloroform, n-hekzan, aseton, etanol, metanol, diklorometan, etil asetat gibi organik çözücülerini çözelti hazırlamada ve uçurma işlemlerinde kullanmaktadır; işlemler çoğunlukla çeker ocak altında yapılmakla birlikte çeker ocakların gücü tartışmalıdır. Ayrıca, yetiştirme telaşı ile açıkta ve kişisel korunmasız olarak da işlemler yapılabildiği belirtilmiştir. Asetik asit, sülfürik asit, nitrik asit gibi asitler ile NaOH, amonyak gibi bazlar temizleme işleri veya

katalizör olarak kullanılmaktadır; temizlik işlerinde geniş kaplarda üzeri açık bir şekilde de bırakılabilmektedir. Lityum klorür, bakır borat, nikel borat, kalsiyum klorür, gümüş nitrat gibi bileşikler de az miktarda kullanılmaktadır.

Her bir kimyasal grubu için karşılaşma süreleri incelendiğinde sürelerin çoğunlukla iki saatin altında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte 8 saat ve üzerinde en yüksek oranda çözücülerle (%39,5) sonra gazlarla (%26,3) karşılaşılmaktadır (Tablo 8). Diğer taraftan laboratuvar çalışması, birden fazla kişinin çalıştığı ortamlar olması sebebiyle ve bir çalışanın birkaç kimyasal maddeyi birlikte kullanarak çalışması; çalışanların aynı anda birden fazla kimyasal etmenle karşılaşmasına yol açmaktadır.

Son olarak, geçirilen kaza sayıları belirlenmiştir. Çalışanların %68,4'ü (n=26) en az bir laboratuvar kazası geçirdiğini ifade etmiştir. Kazalardan üçü, tüplerin taşınması sırasında asansörün arızalanması ile ilgilidir. Bunlar hasara yol açmadığı için kılıpayı kaza olarak değerlendirilebilir. Diğer kazaların ise asit, çözücü gibi kimyasalların yüz ve ellere sıçraması, pipet kazaları olduğu saptanmıştır.

**Tablo 7.** Laboratuvarda çalışanların kimyasal risk etmeni grupları ile karşılaşmasına göre dağılımı

	Metaller		Çözücüler		Asitler		Gazlar	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Yok	23	60,5	6	15,8	6	15,8	5	13,2
Var	15	39,5	32	84,2	32	84,2	33	86,8
Toplam	38	100	38	100	38	100	38	100

**Tablo 8.** Laboratuvarda çalışanların kimyasal risk etmeni grupları ile karşılaşma sürelerine göre dağılımı

	Metaller		Çözücüler		Asitler		Gazlar	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
<2 saat	9	23,7	15	39,5	27	71,1	14	36,8
2-4 saat	1	2,6	2	5,3	3	7,9	9	23,7
4-8 saat	2	5,3	10	26,3	0	0,0	7	18,4
>8 saat	3	7,9	5	13,2	2	5,3	3	7,9

#### 4. Sonuçlar

İYTE Kimya Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarının üçünde bina-içi hava kalitesi (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> TUOB, CO) ve çevresel konfor (CO<sub>2</sub>, sıcaklık ve bağıl nem) değişkenleri ölçülmüştür. TUOB, PM<sub>10</sub>, sıcaklık ve bağıl nem düzeylerinden bazılarının uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı sıcaklık ve bağıl nem standartları ve rehber sınır değerlerinin üzerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Bölümdeki tüm laboratuvarlarda ve 38 çalışanında mesleki riskler değerlendirilmiştir. Laboratuvarlar mevcut havalandırma sistemi ve termal konfor açısından büyük oranda 'Yeterince Uygun Değil' olarak sınıflandırılmıştır. Çalışanların en fazla karşılaştıkları kimyasal risk etmenleri sırasıyla gazlar, çözücüler ve asitler olduğu belirlenmiştir. Gazlar dışındaki kimyasal risk etmenlerinde önemli oranda alınan önlemlerle ilgili 'Yeterince Uygun Değil' sınıflaması ile karşılaşılmıştır. Ölçüm yapılan laboratuvarlarda derişimlerinden bazılarının uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı standartları ve rehber sınır değerlerinin üzerinde olduğu ve çalışanların risk etmenleriyle karşılaşma sürelerinin 8 saati aşabildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçları değerlendirdiğimizde tüm laboratuvarlarda alınan önlemlerin artırılmasının, havalandırma sisteminin iyileştirilmesinin, laboratuvar ve çalışanlar açısından sağlık ve güvenlik talimatlarına uygunluğun sürekli olarak denetlenmesinin gerekli olduğu görülmektedir.

#### Kaynaklar

Bu çalışma kısmen İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü BAP (2011İYTE01) tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Alberta Infrastructure (Government of Alberta Ministry of Infrastructure), 2003. Indoor Air Quality Guideline, Technical Services Branch-2003, Edmonton.
- Andersson, K., Bakke, J. V., Bornehag, CG., Clausen, G., Hongslo, J. K., Kjellman, M., Kjærgaard, S., Levy, F., Mölhave, L., Skerfving, S., Sundell, J., 1997. TVOC and health in non-industrial indoor environments: report from a Nordic scientific consensus meeting at Langholmen in Stockholm, Indoor Air 7, 78-91.
- Ashrae (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), 2004. Standard 55-2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta.
- Bulut H., 2007. Konutlarda İç Hava Kalitesi İle İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Nisan 13-16, İzmir-Türkiye, 415-427.

- Daisey, J. M., Angell, W. J., Apte, M. G., 2003. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. Indoor Air 13, 53-64.
- Health Canada, 1995a. Indoor Air Quality in Office Buildings: A Technical Guide. Communications Branch, Health Canada, Ottawa, 36pp.
- Health Canada, 1995b. Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality: A Report of the Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health, Ottawa.
- Hong Kong, 2003. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region Indoor Air Management Group, A guide on indoor air quality certification scheme for offices and public places, Hong Kong, 14pp.
- Lee, S.C., Guo, H., Li, W.M., Chan, L.Y., 2002. Inter-comparison of air pollutant concentrations in different indoor environments in Hong Kong", Atmospheric Environment 36, 1929-1940.
- 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, 388-395.
- NRC (National Research Council Canada), 2005. Indoor air quality guidelines and standards - Final Report 5.1 - CMEIAQ-II: Consortium for Material Emission and IAQ Modelling II, 10pp.
- OSHA (Occupational Health and Safety Agency), 2004. Regulations (Standards - 29 CFR): TABLE Z-1 Limits for Air Contaminants, [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadispl.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadispl.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992), erişim: Temmuz 2013.
- Sofuoglu, S.C., Aslan, G., Inal, F., Sofuoglu, A., 2011. An assessment of indoor air concentrations and health risks of volatile organic compounds in three primary schools, International Journal of Hygiene and Environmental Health 214, 36-46.
- Srivastava P.K., Pandit G.C., Sharma S., Mohan A.M., 2000. Volatile organic compounds in indoor environments in Mumbai-India, Science of the Total Environment 255, 161-168.
- TC Sağlık Bakanlığı, 2010. Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım, Sağlık Bakanlığı, Yayın No: 811, Ankara, 21s.
- U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency), 2012 [http://www.epa.gov/iaq/rpart.html#Health\\_Effects](http://www.epa.gov/iaq/rpart.html#Health_Effects), erişim: Temmuz 2013
- Weschler, C.J., 2009. Changes in indoor pollutants since the 1950s, Atmospheric Environment 43, 153-169.
- WHO (World Health Organization), 2000. Air Quality Guidelines for Europe, 2nd Edition, World Health Organization Regional Publications, European Series No. 91, Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.





Research Article

Indoor Air Quality and Occupational Risk Factors in University Laboratories

Melis TOPRAK<sup>1</sup>, Gül GÜRSOY<sup>2</sup>, Yücel DEMİRAL<sup>3</sup>, Arif H. ÇİMRİN<sup>4</sup>, Sait C. SOFUOĞLU<sup>5</sup>✉

<sup>1</sup>İzmir Institute of Technology, Environmental Engineering Graduate Program, Gülbahçe, Urla 35430 İzmir

<sup>2</sup>İzmir Institute of Technology, The Center for Health, Culture and Sports, Gülbahçe, Urla 35430 İzmir

<sup>3</sup>Dokuz Eylül University, Faculty of Medicine, Department of Public Health, Balçova 35340 İzmir

<sup>4</sup>Dokuz Eylül University, Faculty of Medicine, Department of Pulmonary Medicine, Balçova 35340 İzmir

<sup>5</sup>İzmir Institute of Technology, Dept. of Chemical Engineering and Environmental Research Center, Gülbahçe, Urla 35430 İzmir

Received: May 10, 2013; Accepted: June 27, 2013

ABSTRACT

People spend most of their time indoors. Workplaces hold an important place among other indoor micro-environments with an average of eight hours a day. People are exposed to various occupational indoor air pollutants depending on the characteristics of the workplace. Indoor air pollution is considered to be one of the factors that adversely affect human health. This study aimed to determine indoor air pollutant exposure concentrations in university laboratories, and the employees' occupational risks. Indoor air quality surveys were carried out in three laboratories at İzmir Institute of Technology. Face-to-face questionnaire surveys were administered to the personnel who work in 19 laboratories to assess occupational risk factors. A Harvard impactor was used to collect 8-hour PM<sub>2.5</sub> samples. A continuous monitoring device was used to measure PM<sub>10</sub>, Total Volatile Organic Compounds, CO<sub>2</sub>, and CO concentrations. In addition, temperature and relative humidity values were recorded. Measured concentrations were evaluated by comparing to the international indoor air quality standards or indoor air quality guideline values and international occupational health standards.

**Keywords:** University, laboratory, workers, indoor air quality, occupational risk factors.

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.