

ÜNİVERSİTE LABORATUVARLARINDA İÇ HAVA KALİTESİ VE ÇALIŞANLARIN MESLEKSEL RİSK ETMENLERİ

Melis TOPRAK
Gül GÜRSOY
Yücel DEMİRAL
Arif ÇİMRİN
Sait C. SOFUOĞLU

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 kirleticilerinin derişimlerinin ve çalışanların mesleki risklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde üç laboratuvarında iç hava kalitesi belirleme ve 19 laboratuvarında çalışan araştırma görevlileri, uzmanlar ve teknisyenlerden deneysel çalışmaları sırasında karşılaştıkları mesleki risk etmenlerini belirleme çalışmaları yapılmıştır. Mesleki risk değerlendirme, hazırlanan durum ve tehlike saptama formlarının yüz yüze görüşme yöntemi ve gözlem sonucu doldurulması ile gerçekleştirilmiştir. İç hava kalitesi parametreleri arasından, bir Harvard Impactor kullanılarak gravimetrik yöntemle 8 saatlik ortalama PM_{2.5} derişimleri belirlenmiş, bir sürekli izleme cihazı ile PM₁₀, Toplam Uçucu Organik Bileşikler, CO₂ ve CO derişimleri izlenmiş ayrıca sıcaklık ve bağıl nem değerleri kaydedilmiştir. Ölçülen değerler uluslararası iç hava kalitesi standartları veya rehber değerleri ve uluslararası iş sağlığı standartları ile karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

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

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 research assistants and personnel who work in 19 laboratories to assess occupational risk factors. A Harvard impactor was used to collect 8-hour PM_{2.5} samples. A continuous monitoring device was used to measure PM₁₀, Total Volatile Organic Compounds, CO₂, 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.

Key Words: University, laboratory, workers, indoor air quality, occupational risk factors.

1. GİRİŞ

Endüstriyel olmayan binaların içindeki ortam havasında insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen kirleticilerin (partikül madde, inorganik bileşikler, uçucu organik bileşikler, biyolojik, fiziksel ve kimyasal etkenler vd.) görülmesi "İç Hava Kirliliği" olarak tanımlanmaktadır. İç ortamda bulunan kirleticilerin sağlığa olan etkilerinden korunmak ve bu etkileri önlemek amacıyla gelişen bilimsel alan da "İç Hava Kalitesi" olarak ifade edilmektedir [1].

İnsanlar zamanlarının %90'nını kapalı ortamlarda özellikle işyerlerinde ve evlerinde geçirdiklerinden dolayı iç hava kalitesi insan sağlığı açısından çok önemli bir yer tutmaktadır [2]. Bina-içi ortamlarda geçirilen zaman dilimi arttıkça buralardaki iç hava kalitesi giderek büyüyen bir kaygı haline gelmiş, 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 olduğunu göstermektedir [3].

Otuz yıllık bir iş hayatı düşünürsek, 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_{2.5} ve PM₁₀), uçucu organik bileşikler, inorganik bileşikler (NO₂, CO vb.) verilebilir. Maruz kalınan 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 aralığıdır. 0,1 µm'den küçük partikül maddeler kısmen nefesle dışarı verilir. 10 µm'den büyük partikül maddeler ise üst solunum yollarında tutulur [4]. İç ortamlarda partikül maddelerden kaynaklı sağlık etkileri EPA [5] tarafından göz tahrişi, astım, bronşit, akciğer hasarı, kanser, ağır metal zehirlenmesi, kardiyovasküler etkiler olarak belirtilmiştir.

Norback ve arkadaşlarının [6] yaptığı çalışmada uçucu organik bileşiklerin düşük konsantrasyonlarda bitkinlik, bellek kaybı, baş ağrısı, anksiyete, cilt ve gözlerde tahriş gibi şikayetlere neden olduğu tespit edilmiş ancak bu kirleticilerin bazılarının maruziyetin kronik olarak devam etmesi durumunda kanserojenik etkilerin ve solunum yolu hastalıklarının ortaya çıktığı belirtilmiştir. Karbon monoksit gazının insan sağlığı üzerine olan etkileri asfiksi, iş gücünün azalması, baş ağrısı, hastalarda kalp-akciğer fonksiyonlarında olumsuz etkiler olarak bildirilmiştir [1].

Bu çalışmada üniversite laboratuvarlarında karşılaşılabilecek bina-içi hava kirletici seviyelerinin ve çalışanların mesleki risk etmenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bildiriye yer alan sonuç ve değerlendirmeler halen yürütülmekte olan "İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde Çalışan Araştırma Görevlilerinin Mesleki Risklerin Belirlenmesi Projesi"nin ilk kısmında elde edilen verilerden üretilmiştir. İç hava kalitesi değişkenleri arasından PM_{2.5}, PM₁₀, Toplam Uçucu Organik Bileşikler (TUOB) ve CO derişimleri, bina-içi çevresel konfor değişkenleri olan CO₂, 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 Kimya Mühendisliği Bölümü'nde yer alan üç laboratuvarla ölçümler yapılmıştır. Laboratuvarlar sırasıyla Lab-1, Lab-2 ve Lab-3 olarak adlandırılmıştır. Üç laboratuardan biri göreceli az kullanılan bir laboratuvar (Lab-1) olup diğer iki laboratuvar (Lab-2 ve Lab-3) aktif çalışmaların sürekli devam ettiği laboratuvarlardır.

Laboratuvarların alanları, havalandırma, ısıtma ve soğutma sistemleri benzer olmakla beraber laboratuvarlardaki çalışma konuları ve mevcut cihazlar ve sayıları farklılık göstermektedir. Laboratuvarlardaki temizlik sıklığı benzerdir. Lab-2 ve Lab-3 'te kullanılan temizlik malzemeleri aynıdır ancak Lab-1 'de yapılan deneysel çalışmalar dolayısıyla temizlik malzemesi olarak sadece su kullanılmaktadır.

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 daha sağlıklı sonuçlar elde edebilmek amacıyla ölçüm çalışması öncesinde 'Toz Düzeltme Faktörü' belirlenme 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 belirlenme çalışmaları gerçekleştirilmiş, bu çalışma üç defa tekrarlanarak laboratuvar ortamı için gerekli faktör belirlenmesi yapılmıştır.

Ölçümlerde kullanılan EVM-7 sürekli izleme cihazının akış hızı sabit olup değeri 1.67 l/dk'dır. Bu cihaz 90° optik ışık yayan bir fotometre kullanarak gerçek zamanlı PM_{10} derişimlerini, TUOB derişimlerini fotoiyonizasyon detektörü (PID sensörü) ile ppb seviyelerinde, NDIR (yayılmaz kızılötesi) sensörü ile CO_2 ve CO derişimlerini ppm düzeyinde kaydedebilmektedir. İzlenen tüm maddelerin derişimleri 15 saniyelik ortalama, bu anlık ölçümlerden hesaplanan 15 dakikalık ortalama, maksimum, minimum, ortalama ve 8 saatlik ortalama 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 laboratuvar da 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.

Mesleksel 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. Mesleksel 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. Mesleksel risk etmenleri fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik risk etkenleri ile çalışma alanı güvenliği ve iş kazaları, ve genel hijyen koşulları olarak gruplanmıştır. Çalışanların acil durum ve laboratuvar güvenliği eğitimleri de değerlendirilmiştir. 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 güvenli' ve 'tehlike var-önlem yok/uygun değil/güvensiz' sınıflamaları kullanılmıştır. Karşılaşılan her bir etmenin türü, miktarı ve süresi sorgulanmıştır. Karşılaşılan 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) metallerle, (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 TARTIŞMA

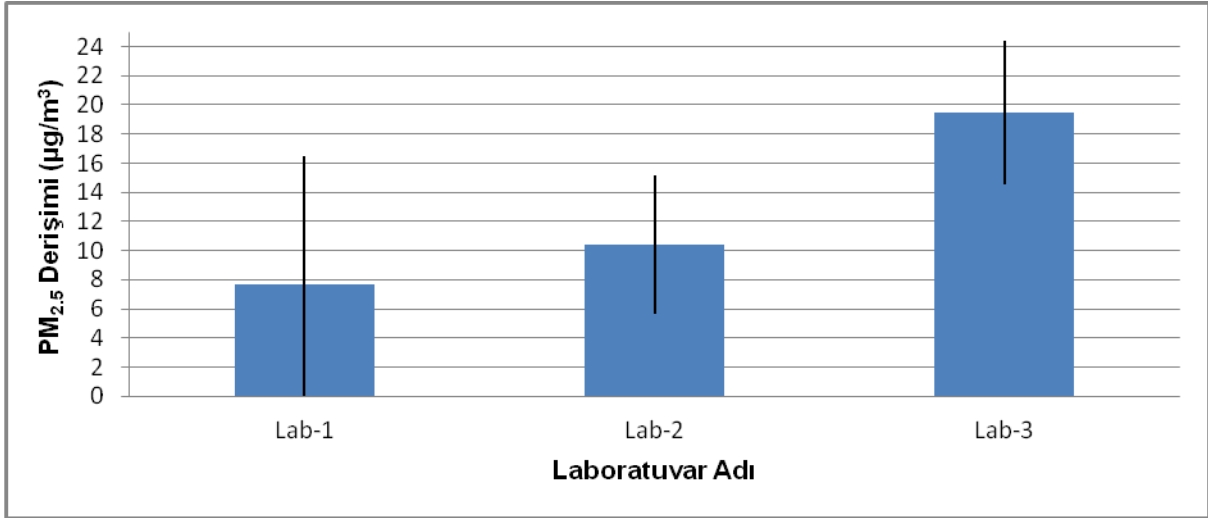
Partikül Madde

$PM_{2.5}$

Üç laboratuvar da yapılan ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında $PM_{2.5}$ derişimlerinin laboratuvar da çalışma süresiyle orantılı olduğu gözlemlenmiştir. Lab-1, Lab-2 ve Lab-3'te ölçülen üç günlük ortalama $PM_{2.5}$ derişimleri Şekil 2'de gösterilmektedir. Partikül madde seviyeleri yapılan çalışma yoğunluğuna paralel olarak günden güne farklılık göstermekle birlikte ölçülen en yüksek 8 saatlik ortalama $PM_{2.5}$ derişim

seviyesi ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) çalışmaların sürekli devam ettiği Lab-3'te gözlemlenmiş, en düşük 8 saatlik ortalama $\text{PM}_{2.5}$ derişim seviyesi ($1,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ise çalışmaların sürekli olmadığı Lab-1'de gözlemlenmiştir. Laboratuarlarda ölçülen $\text{PM}_{2.5}$ derişimlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Uluslararası İç Hava Kalitesi Standartları / İş Sağlığı Standartları $\text{PM}_{2.5}$ için 8 saatlik ortalama derişimleri Amerika Birleşik Devletleri İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi (OSHA) tarafından $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Devlet Endüstriyel Hijyen Uzmanları Amerikan Konseyi (ACGIH) tarafından $3000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak belirlenmiştir. Tablo 2'de $\text{PM}_{2.5}$ için yayınlanmış olan İç Hava Kalitesi Uluslararası Standart değerleri (EPA, ACGIH, Health Canada) ve İş sağlığı Standart değerleri (OSHA) verilmiştir [7,8]. Laboratuarlarda yapılan $\text{PM}_{2.5}$ ölçüm sonuçları Uluslararası İç Hava Kalitesi Standartları / İş Sağlığı Standartları ile karşılaştırıldığında tüm $\text{PM}_{2.5}$ derişimlerinin sınır değerlerin altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 2. Laboratuarlarda Ölçülen 8 saatlik Ortalama $\text{PM}_{2.5}$ Derişimleri

Tablo 1. Laboratuarlarda Ölçülen $\text{PM}_{2.5}$ Derişimleri

$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8 saatlik Ortalama			3 Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
Lab-1	4,17	1,04	17,7	7,64	4,17	8,86	1,04	17,7
Lab-2	9,38	15,6	6,3	10,4	9,38	4,77	6,25	15,6
Lab-3	17,7	25,0	15,6	19,4	17,7	4,92	15,6	25,0

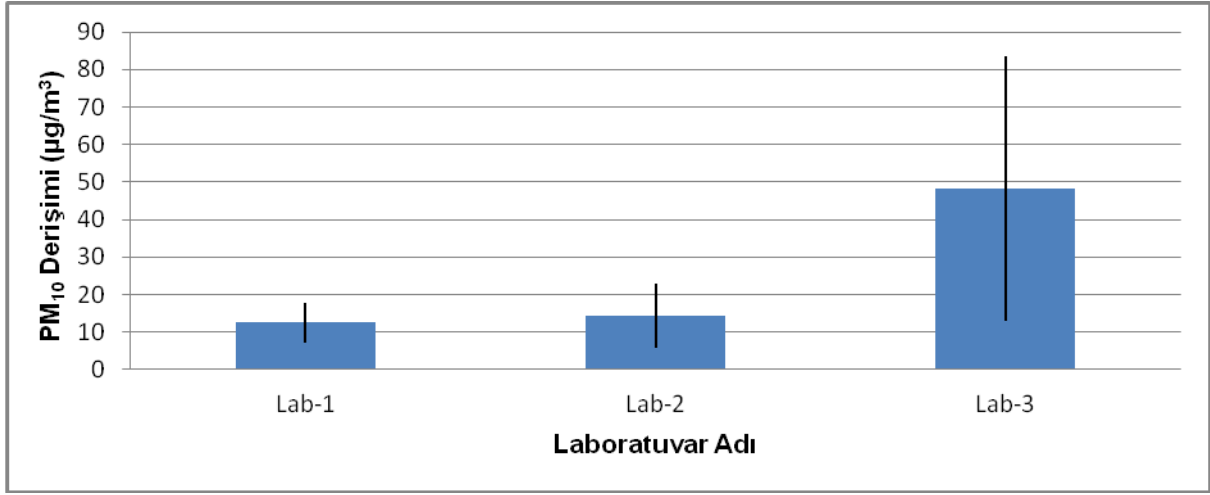
Tablo 2. Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı $\text{PM}_{2.5}$ Standartları ve Rehber Sınır Değerleri

İç hava Kalitesi Parametresi	Limit Değerler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ortalama Zaman	Kaynak
$\text{PM}_{2.5}$	65	24 saat	EPA
	5000	8 saat	OSHA
	3000	8 saat	ACGIH
	100	1 saat	HC

(EPA) : Environmental Protection Agency-Çevre Koruma Ajansı (Ulusal Hava Kalitesi Standartları (NAAQS)), (OSHA) : The U.S. Occupational Health and Safety Administration - Amerika Birleşik Devletleri İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi, (ACGIH) : The American Council of Governmental Industrial Hygienists - Devlet Hijyen Uzmanları Amerikan Konseyi,(2001), (HC) : Health Canada - Kanada Sağlık Bakanlığı, (1995)

PM₁₀

Sürekli izleme cihazıyla ölçülen PM₁₀ derişimleri 8 saat boyunca anlık olarak izlenmiş, ölçülen değerler kaydedilmiştir. Üç günlük ortalama değerler karşılaştırıldığında PM_{2.5} derişimleri ile benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Şekil 3'te Lab-1, Lab-2 ve Lab-3'te ölçülen üç günlük ortalama PM₁₀ derişimlerinin grafiksel karşılaştırması verilmektedir. Sekiz saatlik ortalama PM₁₀ derişimlerine baktığımızda en yüksek derişim 86,8 µg/m³ olarak Lab-3'te en düşük derişim ise 4,63 µg/m³ olarak Lab-2'de kaydedilmiştir. Anlık en yüksek PM₁₀ derişimi 206 µg/m³ olarak Lab-3'te ölçülmüş, anlık en düşük PM₁₀ derişimi ise Lab-2'de 1,35 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Üç günlük ortalama ve ortanca istatistiklerini incelediğimizde en yüksek PM₁₀ derişimleri 48,3 µg/m³ olarak Lab-3'te ölçülmüş, en düşük derişim ise 12,5 µg/m³ olarak Lab-1'de ölçülmüştür. Laboratuvarlarda ölçülen PM_{2.5} derişimlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Laboratuvarlarda Ölçülen 8 Saatlik Ortalama PM₁₀ Derişimleri

Tablo 3. Laboratuvarlarda Ölçülen PM₁₀ Derişimleri

PM ₁₀ (µg/m ³)	8-Saatlik Ortalama			3 Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
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

Uluslararası İç Hava Kalitesi Standartları PM₁₀ için 8 saatlik ortalama derişimleri Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti tarafından İç Hava Kalitesi Mükemmel Sınıf Kılavuz Değeri 20 µg/m³, İç Hava Kalitesi İyi Sınıf Kılavuz Değeri ise 180 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Devlet Endüstriyel Hijyen Uzmanları Amerikan Konseyi tarafından belirlenen limit değer ise 10000 µg/m³'tür. Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı PM₁₀ Standartları ve Rehber Sınır Değerleri ayrıntılı olarak Tablo 4'te sunulmuştur [7,9,10]. Laboratuvar sonuçları ile uluslararası sınır değerleri karşılaştırdığımızda Lab-1 ve Lab-2'de ölçülen anlık en yüksek PM₁₀ derişimlerinin sırasıyla 39,0 µg/m³, 47,1 µg/m³ değerleriyle Hong Kong Özel Yönetim Hükümeti mükemmel sınıf kılavuz değerinden yaklaşık iki kat daha yüksek olduğu, Lab-3'te ölçülen en yüksek PM₁₀ derişiminin ise 206 µg/m³ olarak kaydedildiği ve Hong Kong Özel Yönetim Hükümeti iyi sınıf kılavuz değerinin üzerinde olduğu ayrıca mükemmel sınıf kılavuz değerinden de yaklaşık on kat daha yüksek olduğu görülmektedir. 8 saatlik ortalama değerlere bakıldığında Lab-3'te ölçülen en yüksek PM₁₀ derişiminin 86,8 µg/m³ ve Lab-2'de ölçülen en yüksek PM₁₀ derişiminin 20,5 µg/m³ olarak kaydedildiği ve Hong Kong Özel Yönetim Hükümeti mükemmel sınıf kılavuz değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı PM₁₀ Standartları ve Rehber Sınır Değerleri

İç hava Kalitesi Parametresi	Limit Değerler (µg/m ³)	Ortalama Zaman	Kaynak
PM ₁₀	150	24 saat	EPA
	100	1 saat	Health Canada
	20/180 ^a	8 saat	Hong Kong
	10000	8 saat	ACGIH

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

(EPA): Environmental Protection Agency-Çevre Koruma Ajansı (Ulusal Hava Kalitesi Standartları (NAAQS), (HC): Health Canada - Kanada Sağlık Bakanlığı, (1995), (Hong Kong): The Government of the Hong Kong Special Administrative Region - Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti, (2003), (ACGIH): The American Council of Governmental Industrial Hygienists - Devlet Endüstriyel Hijyen Uzmanları Amerikan Konseyi, (2001)

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. Uçucu organik bileşiklerin 900'den fazlası iç hava ortamında tespit edilmiş olup bunlardan 250'den fazlasının iç hava ortamındaki derişiminin 1 ppb'den yüksek olduğu tespit edilmiştir [4].

Tablo 5'te 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 Lab-3'te yapılan deneysel çalışmalardan kaynaklı olarak TUOB 8 saatlik ortalama en yüksek derişimin çok daha yüksek seviyelerde 297 ppb olduğu gözlemlenmiştir.

Toplam uçucu organik maddelerle ilgili Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti'nin hazırladığı İç Hava Kalitesi ile ilgili Sertifika Planında [9] TUOB İç Hava Kalitesi Mükemmel Sınıf Kılavuz Değeri 67 ppb, İç Hava Kalitesi İyi Sınıf Kılavuz Değeri ise 261 ppb olarak belirtilmiştir. Laboratuvarlarda yapılan ölçüm sonuçlarına bakıldığında Lab-3'te yapılan ölçümlerin 2. gününde elde edilen 8 saatlik ortalama TUOB derişiminin 206 ppb ile İç Hava Kalitesi İyi Sınıf Kılavuz Değeri'nin üzerinde olduğu, 3. günü elde edilen 8 saatlik ortalama TUOB derişiminin 297 ppb ile İç Hava Kalitesi Mükemmel Sınıf Kılavuz Değeri'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Kanada Sağlık Bakanlığı'nın (Health Canada) [4] hazırladığı rehberde, Avrupa Topluluğu (The European Community) tarafından TUOB iç ortamdaki hedef rehber değerinin 300 µg/m³ olarak belirlendiği ve her bir uçucu organik bileşiğin 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 [11] ise 8 saatlik ortalama TUOB için Seviye I değeri 600 µg/m³ olarak, Seviye II değeri 3000 µg/m³ olarak belirtilmiştir. Uluslararası İç Hava Kalitesi TUOB Rehber Sınır Değerleri ayrıntılı olarak Tablo 6'da sunulmuştur.

Literatürde farklı iç hava ortamlarında TUOB derişimlerinin belirlendiği çalışmalar bulunmaktadır [12]. Laboratuvar ortamında Srivastava ve arkadaşları [13] 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 ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 115 ppb olarak kaydedilen ortalama değerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Laboratuvarlarda Ölçülen TUOB Derişimleri

TVOC (ppb)	8 saatlik Ortalama			3 Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
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

Tablo 6. Uluslararası İç Hava Kalitesi TUOB Rehber Sınır Değerleri

İç hava Kalitesi Parametresi	Limit Değerler	Ortalama Zaman	Kaynak
TUOB	87 / 261 ^a (ppb)	8 saat	Hong Kong
	200/600 ^a (µg/m ³)	8 saat	Hong Kong
	300 (µg/m ³)	8 saat	EC
	600 / 3000 ^b (µg/m ³)	8 saat	HKEPD

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

b) Seviye I / Seviye II (HKEPD)

(**Hong Kong**): The Government of the Hong Kong Special Administrative Region - Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti, (2003), (**EC**): The European Community - Avrupa Topluluğu, (**HKEPD**): The Hong Kong Environmental Protection Department - Hong Kong Çevre Koruma Birimi, (1999)

İnorganik Gazlar

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 7'de sunulmuştur.

Tablo 8'de Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı CO Standartları ve Rehber Sınır Değerleri sunulmaktadır [7,9,10,14]. Bütün standart değerler 8 saatlik ortalama sınır değerleridir ve 1,3 ppm ile 25 ppm arasında değişmektedir. Laboratuvarlarda belirlenen CO derişimleriyle uluslararası standartlar karşılaştırıldığında Lab-2'de anlık olarak belirlenen en yüksek derişim 1,95 ppm ile Alman Federal Çevre Ajansının belirlediği 1,3 ppm sınır değerinin ve Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti tarafından belirlenen 1,7 ppm sınır değerinin üzerinde olduğu görülmektedir ancak laboratuvarlarda ölçülen 8 saatlik ortalama CO derişimleri, Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı CO Standartları ve Rehber Sınır Değerlerinin altında kalmaktadır.

Tablo 7. Laboratuvarlarda Ölçülen CO Derişimleri

CO (ppm)	8 saatlik Ortalama			3 Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
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

Çevresel Konfor Değişkenleri

Karbon dioksit

Laboratuvarlarda belirlenen CO₂ derişimlerinin anlık olarak en yüksek değeri 622 ppm ile Lab-2'de gözlemlenmiştir. Gözlemlenen bu yüksek değer Lab-2'de yapılan deneysel çalışmalardan kaynaklandığı muhtemeldir. 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. 3 günlük ortalama derişimlere baktığımızda Lab-1 CO₂ derişiminin 413 ppm ile en yüksek olduğu ve Lab-2'de 402 ppm ve Lab-3'te ise 410 ppm olarak kaydedildiği Tablo 9'da görülmektedir.

Laboratuvarlarda belirlenen CO₂ derişimleri Tablo 10'da sunulan Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı CO₂ Standartları ve Rehber Sınır Değerleri [7,8,9] ile karşılaştırıldığında ölçülen tüm CO₂ derişimlerinin sınır değerlerin altında kaldığı görülmektedir. Elde edilen bu sonuç laboratuvarlarda bulunan kişi sayısına göre havalandırmanın yeterli olduğunu göstermektedir. Laboratuvarların havalandırmaları toksik bileşenlerin yüksek seviyelere çıkmasını önlemek üzere yüksek hızlarda çalışmak üzere tasarlandığından, havalandırma sistemleri çalıştığı sürece CO₂ derişimlerinin yüksek düzeylere ulaşmayacağı beklenmektedir.

Tablo 8. Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı CO Standartları ve Rehber Sınır Değerleri

İç hava Kalitesi Parametresi	Limit Değerler (ppm)	Ortalama Zaman	Kaynak
CO	9	8 saat	EPA
	30	8 saat	DFG
	11	8 saat	HC
	10	8 saat	WHO
	1,7/8,7 ^a	8 saat	Hong Kong
	13/1,3 ^b	8 saat	German
	25	8 saat	ACGIH

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

b) 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/m³ biriminden ppm birimine 25 °C 'de ve 1 atm'de dönüştürülmüştür. (German, 2005) (**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)

Tablo 9. Laboratuvarlarda Ölçülen CO₂ Derişimleri

CO ₂ (ppm)	8 saatlik Ortalama			3 Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
Lab-1	390	459	391	413	398	41,96	356	608
Lab-2	425	381	401	402	406	41,72	316	622
Lab-3	398	434	396	410	411	35,21	343	536

Tablo 10. Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı CO₂ Standartları ve Rehber Sınır Değerleri

İç hava Kalitesi Parametresi	Limit Değerler (ppm)	Ortalama Zaman	Kaynak
CO ₂	800/1000 ^a	8 saat	Hong Kong
	5000	8 saat	OSHA, NIOSH, ACGIH
	10000	1 saat	DFG

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

(**Hong Kong**): The Government of the Hong Kong Special Administrative Region - Hong Kong Özel Yönetim Bölgesi Hükümeti, (2003), (**OSHA**): The U.S. Occupational Health and Safety Administration - Amerika Birleşik Devletleri İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi, (**NIOSH**): U.S. National Institute for Occupational Safety and Health - Amerika Birleşik Devletleri İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü (1992), (**ACGIH**): The American Council of Governmental Industrial Hygienists - Devlet Endüstriyel Hijyen Uzmanları Amerikan Konseyi, (2001), (**DFG**): Deutsche Forschungs Gemeinschaft - Alman Araştırma Topluluğu, (2000)

Sıcaklık ve Bağıl Nem

Laboratuvar çalışmasında yapılan tüm ölçümler 2012 yılının Mayıs ayı içerisinde gerçekleştirilmiş olup sıcaklık değerleri 21 - 32 °C arasında gözlemlenmiştir. Anlık en düşük sıcaklık değeri 21 °C olarak Lab-3'te, anlık en yüksek sıcaklık değeri ise 32 °C olarak Lab-2'de kaydedilmiştir. 8 saatlik ortalama

değerlere baktığımızda en düşük sıcaklığın 25 °C ile Lab-3'te, en yüksek sıcaklığın ise Lab-2 30°C olarak kaydedildiği Tablo 11'de görülmektedir.

Bağıl nem değerleri ise % 30-53 arasında kaydedilmiştir. Tablo 12'de 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. 8 saatlik ortalama bağıl nem değerlerine baktığımızda kaydedilen en düşük değer % 34 ile Lab-2'de, en yüksek 8 saatlik ortalama bağıl nem değeri ise %50 ile Lab-3'te kaydedilmiştir.

Tablo 13'te sunulan Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı Sıcaklık ve Bağıl Nem Standartları ve Rehber Sınır Değerleri [15,16,17,18] ile laboratuvarlarda kaydedilen sıcaklık ve bağıl nem değerlerini karşılaştırdığımızda Lab-3'te kaydedilen anlık en düşük sıcaklık ve nem değeri 21°C ve %35 ile ASHRAE'nin yaz mevsimi için belirlediği en düşük sıcaklık değerinin (24.5°C) altında kaldığı, bağıl nem değerinin ise %30'un üzerinde olduğu Tablo 12'de görülmektedir. Sıcaklık değerinin anlık en yüksek 32°C kaydedildiği Lab-2'de ise bağıl nem değeri %49 olarak kaydedilmiş, ASHRAE'nin belirlediği yaz mevsimi için verilen en yüksek sıcaklık (28°C) ve bağıl nem (%30) değerinin üzerinde kaydedildiği tespit edilmiştir. Laboratuvarlarda belirlenen 8 saatlik ortalama değerlere baktığımızda Lab-1'de kaydedilen 29°C, ASHRAE'nin yaz mevsimi için belirlediği en yüksek sıcaklık değerinin ve CSA'nın yaz mevsimi için belirlediği en yüksek sıcaklık değerinin (26°C) üzerinde kaydedildiği tespit edilmiştir. Lab-2'de kaydedilen 30°C ASHRAE, CSA ve Hong Kong tarafından belirlenen en yüksek sıcaklık değerlerinin üzerindedir. Kaydedilen en yüksek 8 saatlik ortalama bağıl nem değerlerine baktığımızda Lab-1'de %42, Lab-2'de %42, Lab-3'te ise %50 olduğu belirlenmiş ve yaz mevsimi için ASHRAE'nin belirlediği %30 standart değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 11. Laboratuvarlarda Ölçülen Sıcaklık Değerleri

Sıcaklık (°C)	8 saatlik Ortalama			3 Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
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

Tablo 12. Laboratuvarlarda Ölçülen Bağıl Nem Değerleri

Bağıl Nem (%)	8 saatlik Ortalama			3 Günlük Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Düşük	En Yüksek
	1.Gün	2.Gün	3.Gün					
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 13. Uluslararası İç Hava Kalitesi / İş Sağlığı Sıcaklık ve Bağıl Nem Standartları ve Rehber Sınır Değerleri

İç Hava Kalitesi Parametresi		Zaman	°C	%	Referans
Sıcaklık	Bağıl Nem	Yaz Mevsimi	24.5-28	30	ASHRAE
		Kış Mevsimi	23-25.5	60	
		-	> 0	30-60	Alberta
		-	20-25.5	40-70	Hong Kong
		Yaz Mevsimi	23-26	50	CSA
		Kış Mevsimi	20-23.5	50	

(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), (CSA) : CSA Standard Z412-00, Guideline on Office Ergonomics. Canadian Standards Association - Ofis Ergonomileri Hakkında Rehber, Kanada Standartlar Birliği (2005)

Mesleki Risk Değerlendirmesi

Kimya Mühendisliği Bölümü'nde çalışmaya katılan araştırma görevlisi/uzman/teknisyenin %76,3'ü (n=29) kadınlardan oluşmaktadır. Bölümdeki laboratuvarlarda kullanılan kimyasal maddelerin envanterinin bir bilgisayar programı ile tutulduğu belirlenmiştir. 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 çoğunlukla (%52,6) yeterince uygun veya uygun bulunmamış, yani %47,4 oranında uygun veya kesinlikle uygun bulunmuştur (Tablo 14). Titreşim ve radyasyon açısından ise hiçbir laboratuvarında tehlike oluşmadığı belirlenmiştir.

Kimyasal risk etmenleri değerlendirildiğinde, laboratuvarlarda en fazla gazlarla (%80,0) en az ise metallerle (%57,9) karşılaşmanın olduğu 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 15). Kullanılan gazlar N₂, H₂, O₂, CO₂, Ar ve He'dur. Önlemler gazlarla karşılaşma açısından değerlendirildiğinde, laboratuvarların çoğunluğunda boğucu gazların kullanıldığı ancak önlemlerin çoğunlukla yeterli olduğu gözlemlenmiştir. 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.

Tablo 14. Laboratuvarların Fiziksel Risk Faktörlerine Göre Dağılımı

	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

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; laboratuvarında sıkışık, üst üste malzeme ve cihaz 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.

Tablo 15. Laboratuvarların Kimyasal Risk Etmenlerini Barındırma Özelliklerine Göre Dağılımı

	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

Çalışanlarla yapılan yüz-yüze görüşme yöntemiyle toplanan verilere göre karşılaşılan kimyasal risk etmenlerine ait oranlar Tablo 16'da 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-heksan, 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 yapılabilmektedir. 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.

Tablo 16. 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

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 17). 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 17. Laboratuvarında 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

SONUÇ

İYTE Kimya Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarından üçünde bina-içi hava kalitesi (PM_{2.5}, PM₁₀ TUOB, CO) ve çevresel konfor (CO₂, sıcaklık ve bağıl nem) değişkenleri ölçülmüştür. TUOB, PM₁₀, sıcaklık ve bağıl nem düzeylerinden bazılarının uluslararası iç hava kalitesi / iş sağlığı sıcaklık ve bağıl nem standartları ve rehber sınır değerlerinin üzerinde çıktığı 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 karşılaşmıştır. 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

- [1] TC SAĞLIK BAKANLIĞI, "Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım," Sağlık Bakanlığı Yayın No: 811, Ankara, 2010.
- [2] LEE, S.C., CHANG, M. "Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong", Chemosphere. 41 : 109-113, 2000.
- [3] WESCHLER, C.J., "Changes in indoor pollutants since the 1950s" Atmospheric Environment, vol 43, no. 1, pp.153-169, 2009.
- [4] NATHANSON T. "Indoor Air Quality in Office Buildings: A Technical Guide. Communications Branch", Health Canada, Ottawa, p.36, 1995.
- [5] <http://www.epa.gov/eogapti1/course422/ap7a.html> [Erişim Tarihi : 18.01.2013]
- [6] NORBACK D, BJORNSSON E, JANSON C, WIDSTROM J, BOMAN G. "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, 1995.
- [7] CHARLES, K., MAGEE, R.J., WON, D., LUSZTYK, E., "Indoor Air Quality Guidelines and Standards.", National Research Council Canada, March 2005.
- [8] OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA), "Regulations (Standards - 29 CFR):TABLE Z-1 Limits for Air Contaminants.", 02 February, 2004.
http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992 [Erişim Tarihi: 17.01.2013]
- [9] THE GOVERNMENT OF THE HONG KONG SPECIAL ADMINISTRATIVE REGION (HONG KONG), "A Guide on Indoor Air Quality Certification Scheme" p.14, 2003.

- <http://www.iaq.gov.hk/cert/doc/CertGuide-eng.pdf> [Erişim Tarihi : 15.01.2013]
- [10]HEALTH CANADA, "Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality: A Report of the Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health", Ottawa, 1995.
- [11]LEE, S.C., GUO, H., LI, W.M., CHAN, L.Y., "Inter-comparison o air pollutant concentrations in different indoor environments in Hong Kong", Atmos Environ., 36, 1929-1940, 2002.
- [12]ANDERSSON, K., BAKKE, J. V., BORNEHAG, CG., CLAUSEN, G., HONGSLO, J. K., KJELLMAN, M., KJÄRGAARD, S., LEVY, F., MÖLHAVE, L., SKERFVING, S., SUNDELL, J., "TVOC and health in non-industrial indoor environments: report from a Nordic scientific consensus meeting at Langholmen in Stockholm", Indoor Air, 1997 7(2) : pp.78-91, 1996.
- [13]SRIVASTAVA PK, PANDIT GC, SHARMA S, MOHAN AM,"Volatile organic compounds in indoor environments in Mumbai-India", Sci Total Environ, 255:161-168, 2000.
- [14]WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), "Air Quality Guidelines for Europe", 2nd Edition, World Health Organization Regional Publications, European Series No. 91, Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, 2000.
- [15]ASHRAE STANDARD 55-2004, "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy"
- [16]ALBERTA INFRASTRUCTURE "Indoor Air Quality Guideline. Technical Services Branch", August 2003.
- [17]BULUT H., "Konutlarda İç Hava Kalitesi İle İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi", VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 2011.
- [18]CSA Standard Z412-00, Guideline on Office Ergonomics. Canadian Standards Association. (Reaffirmed 2005).

ÖZGEÇMİŞ

Melis TOPRAK

1988 yılında İzmir'de doğmuştur. DEÜ Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2010 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği ana bilim dalında yüksek lisans eğitimine başlamış, 2010 yılı Aralık ayından bu yana Araştırma Görevlisi olarak görev yaptığı İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Çevre Mühendisliği Anabilim Dalındaki yüksek lisans çalışmalarını bina-içi hava kirliliği üzerine sürdürmektedir.

Gül GÜRİSOY

DEÜ Tıp Fakültesinden mezun oldu. Tekstil ve kimya sektöründe işyeri hekimliği yaptı. DEÜ Tıp Fakültesi Halk Sağlığı ABD'de İş Sağlığı doktorası yaptı. Doktora tezini mesleki kanserler konusunda yaptı. Sağlık Bakanlığı Kansere Savaş Dairesi Başkanlığında ve Hıfzısıhha Mektebi Müdürlüğünde çalıştı. İYTE'de Çalışan Araştırma Görevlilerinin Mesleki Riskleri Projesini Doç. Dr. Sait C. Sofuoğlu ile birlikte yürütmektedir. Halen İYTE'de Mediko-sosyal, Sağlık, Kültür ve Spor Dairesi hekimisi olarak çalışmaktadır ve DEÜ Çalışma Ekonomisi ve Endüstriyel İlişkiler Bölümü'nde yüksek lisans öğrencisidir.

Yücel DEMİRAL

İş sağlığı doktoru. DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD öğretim üyesi ve DEU İş Sağlığı Araştırma ve Uygulama Merkezi müdür yardımcısı olarak görev yapmakta. Kardiyovasküler hastalıklar, psikososyal riskler, sağlık çalışanları alanlarında çalışmalar yapmaktadır.

Arif ÇİMRİN

1958 yılında Sivas'da doğmuştur. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesinden 1981 yılında mezun olmuştur. 1986 yılında aynı kurumda çalışarak Göğüs Hastalıkları uzmanı olmuştur. Aynı yıl Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalında çalışmaya başlamıştır. 2012 yılından bu yana İş ve Meslek Hastalıkları üst uzmanı olmaya hak kazanmıştır. Halen aynı birimde Göğüs



Hastalıkları Profesörü olarak görevini sürdürmektedir. Havayolu hastalıkları ve mesleksi akciğer hastalıkları ana ilgi alanlarıdır.

Sait C. SOFUOĞLU

DEÜ Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü' den mezun oldu. İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak iki yıl çalıştı. Öğrenimine ABD'de devam edip yüksek lisans ve doktorasını Illinois Institute of Technology' den aldı. Süleyman Demirel Üniversitesi Çevre Mühendisliği ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Mühendisliği bölümlerinde Yardımcı Doçent unvanı ile çalışan SC Sofuoğlu, halen İYTE'de Doçent unvanı ile öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Bina-içi hava kirliliği, hava kirliliği ve maruziyet ve risk değerlendirmesi konularında araştırmalar yapmakta ve bu konularda dersler vermektedir.