



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİR YAPIŞKAN BANT ÜRETİM TESİSİ KAPALI
ORTAMINDA UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN
BELİRLENMESİ**

NURGÜL ELİF OĞUR

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. ÜLKÜ ALVER ŞAHİN**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

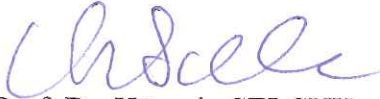
İSTANBUL-2018

Bu çalışma, 17.07.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı , Çevre Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Doç. Dr. Ülkü ALVER ŞAHİN(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Hüseyin SELÇUK
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Doç. Dr. Atakan ÖNGEN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Doç. Dr. Burcu ONAT
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Doç. Dr. Selami DEMİR
Yıldız Teknik Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

[Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL-2017/24775 numaralı projesi ile desteklenmiştir.]

[

ÖNSÖZ

[Yüksek lisans öğrenimim boyunca gösterdiği anlayış, sabır ve her türlü yardımından dolayı değerli hocam Doç.Dr. Ülkü Alver Şahin'e ,

Yine yüksek lisans tezimin hazırlanmasında emeği geçen, benden desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç.Dr. Burcu Onat'a ve deneylerimin yapılmasındaki önemli katkı ve bilgi paylaşımı için değerli hocam Dr. Yetkin Dumanoglu'na,

Ölçümleri yaparken destek veren değerli arkadaşlarım Burcu Uzun'a, Özcan Akın'a, Coşkun Ayvaz'a,

Hayatım boyunca yanımda olan ve birçok fedakarlık gösterip beni destekleyerek, sabırlarını esirgemeyen aileme yine bu süreçte bana koşulsuz destek veren eşim Emre'ye, bu sürenin sürekli uzamasına neden olsa da aralarda çalışmama müsaade eden oğlum Deniz'e,

Çalışmamı destekleyen İstanbul Üniversitesi'ne, çalışmam sırasında destek veren herkese çok teşekkür ederim.]

Temmuz 2018

[Nurgül Elif İLKILIÇ]

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	2
2.1. SOLVENTİN TANIMI	2
2.2. SOLVENT KULLANIM ALANLARI	2
2.3. UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER(UOB) VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ	4
2.3.1. Uçucu Organik Bileşikler’ in Tanımı	4
2.3.2. Formaldehit.....	8
2.3.3. Toluen.....	10
2.3.4. Benzen	11
2.3.5. Ksilen.....	12
2.3.6. Etilbenzen	13
2.4. SOLVENT RİSKİNİN KONTROLÜ	14
2.5. ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ	17
2.6.TÜRKİYE’DE VE DÜNYADA İŞYERİ ORTAMLARINDA UÇUCU ORGANİK BİLEŞİK (UOB) SEVİYELERİ	19
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	24
3.1. ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI TESİSİN TANIMI	24
3.2. UOB ÖRNEKLEME NOKTALARI.....	24
3.3. UOB ANALİZİ	28
3.4. İKLİMLENDİRME PARAMETRELERİNİN ÖLÇÜMÜ	29
4. BULGULAR.....	30
4.1. TESİS İÇİ UOB KONSANTRASYONLARI.....	30
4.2. DIŞ ORTAM UOB KONSANTRASYONLARI.....	40

4.3. TESİS İÇİ İKLİMLENDİRME ÖLÇÜMLERİ	42
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	48
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	55

|



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Ksilen'in izomerleri.	12
Şekil 2.2: Endüstriyel havalandırma teknolojileri (Sert, 2014).	18
Şekil 3.1: Fabrika içi üretim bölümü yerleşim planı ve ölçüm noktaları. (N1...N9: 1. ... 9. UOB örnekleme noktaları, İK: İklimlendirme ölçüm noktası, DO: Dış ortam örnekleme noktası).	25
Şekil 3.2: Ölçüm yapılan çalışma ortamı havalandırma planı a) Yenileme öncesi b)Yenileme sonrası genel şekli.	25
Şekil 3.3: Örnekleme düzeneğinin genel görüntüsü.	27
Şekil 3.4: İklimlendirme cihazının genel görüntüsü.	29
Şekil 4.1: 1.ölçüm döneminde UOB konsantrasyonları.	32
Şekil 4.2: 2. ölçüm döneminde tüm UOB konsantrasyonları.	32
Şekil 4.3: 1. ve 2.ölçüm en yüksek 20 UOB değerinin karşılaştırılması.	33
Şekil 4.4: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının Toluen Konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.	34
Şekil 4.5: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının 3-Metilpentan konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.	35
Şekil 4.6: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının Trikloretan konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.	35
Şekil 4.7: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının Tetrakloretan konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.	36
Şekil 4.8: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının Metilsiklopentan konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.	37
Şekil 4.9: Dış ortam ölçümü UOB konsantrasyonları.	38
Şekil 4.10: Dış ortam ölçümü en yüksek UOB konsantrasyonları.	38
Şekil 4.11: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde CO ₂ 'nin gün içindeki zamansal değişimi.	40

Şekil 4.12: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerinde CO ₂ 'nin gün içindeki zamansal değişimi.	40
Şekil 4.13: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde sıcaklık değişimi.	41
Şekil 4.14: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerine sıcaklık değişimi.....	41
Şekil 4.15: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde nem değişimi.....	45
Şekil 4.16: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerinde nem değişimi.	45
Şekil 4.17: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde basıncın değişimi.	46
Şekil 4.18: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerinde basıncın değişimi.	46
Şekil 4.19: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde havalandırma hızının gün içindeki değişimi.	47
Şekil 4.20: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerinde havalandırma hızının gün içindeki değişimi.	47

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Solvent sektöründe kullanılan bazı kimyasallar ve kullanıldıkları iş kolları(Karadağ, 2005).	3
Tablo 2.2: Organik bileşiklerden bazılarının kaynama noktaları ve buhar basınçları (Alyüz ve Veli, 2006).	4
Tablo 2.3: İç ortam ölçümlerinde tespit edilebilecek UOB kaynakları (Alyüz ve Veli, 2006).	5
Tablo 2.4: UOB'lerin bazıları için toksisite değerleri (US EPA, 1998a,b).	6
Tablo 2.5: Bazı solvent kimyasallarının beraber anıldıkları sağlık bozuklukları (Karadağ, 2005).	7
Tablo 2.6: Formaldehit maruziyetinin akut sağlık etkileri (Kim ve ark., 2011).	9
Tablo 2.7: Bazı UOB maruziyeti yönetmelik sınır değerleri (Sert, 2014).	19
Tablo 2.8: Değişik sektörlerde organik madde maruziyeti (Sert, 2014).	21
Tablo 3.1: Örneklem noktaları ve örneklem bilgileri.	26
Tablo 3.2: Tesiste yapılan örneklemeler sırasında alınan şahit numunelerde tespit edilen ortalama UOB değerleri (ng/ml).	29
Tablo 4.1: Kasım 2016 Ölçümleri Toplam UOB değerleri.	30
Tablo 4.2: Şubat 2018 Ölçümleri Toplam UOB değerleri.	31
Tablo 4.3: Kasım 2016 ölçümleri toplam UOB ve ortalama iklimlendirme değerleri.	42
Tablo 5.1: Literatürdeki ve bu çalışma sonucundaki genel BTEX maruziyet seviyeleri.	38

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler

Açıklama

ACGIH	: American Conference of Governmental Industrial Hygienists,
CO	: Karbonmonoksit,
CO₂	: Karbondioksit,
mg/m³	: Miligram/metre küp,
NO_x	: Azot oksitler (Nitrogen oxides),
Ppm	: Parts per million (Milyonda bir birim),

Kısaltmalar

Açıklama

BTEX	: Benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler,
İSGÜM	: İşçi Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü,
NIOSH	: National Institute for Occupational Safety and Health (ABD Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü)
NO_x	: Azot oksitleri (Nitrogen oxides),
ppm	: Parts per million (Herhangi bir karışımda toplam madde miktarının milyonda 1 birimlik maddesine 1 ppm denir.
STEL	: Short Term Exposure Limit – Kısa Süreli Maruziyet Limiti,
UOB(VOC)	: Uçucu Organik Bileşik (Volatile organic compounds),
ZAOD/TWA	: Zaman Ağırlıklı Ortalama Sınır Değer,

ÖZET

BİR YAPIŞKAN BANT ÜRETİM TESİSİ KAPALI ORTAMINDA UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurgül Elif İLKILIÇ

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Ülkü ALVER ŞAHİN

Bu çalışma kapsamında İstanbul’da faaliyet gösteren bir yapışkan bant üretim tesisi iç ortam havasında bulunan Uçucu Organik Bileşik (UOB) seviyeleri incelenmiştir. Bu amaçla tesiste üretim bölümlerinden en yüksek UOB seviyesi olan bir bölüm seçilerek iki farklı havalandırma sisteminin çalışması halinde farklı noktalardaki UOB çeşitleri ve konsantrasyon değişimi ölçümlerle belirlenmiştir. Çalışma süresince tesis iç ortamında alınan toplam 35 UOB örneğinde 40 bileşen tespit edilebilmiştir. Tespit edilen UOB’lerden Toluen’in değişim aralığı 22,8 ile 5560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Etilbenzen’in değişim aralığı 0,1 ile 35,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ksilen’in değişim aralığı 1,59 ile 197,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Benzen’in değişim aralığı 0,1 ile 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak belirlenmiştir. Yapılan ölçümler iş sağlığı ve güvenliği kapsamında tanımlanan limit değerlerin oldukça altında kalmaktadır. Ancak bu konsantrasyonlara işçilerin günde 8 saat ve uzun çalışma yılları süresince sürekli maruz kalması sağlık problemleri oluşturabilecektir. İş sağlığı ve güvenliği kapsamında genel sağlık tetkiklerinin düzenli yapılması, kan ve idrar tetkik sonuçlarının dikkatle incelenmesi önemlidir. Ayrıca işyeri havalandırma sistemlerinin de etkin ve verimli çalıştırılması, tasarlanan havalandırma sistemlerinin uygulanabilirliğinin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın tamamen dış ortam havası ile yapılacağı durumlarda, dış ortam hava kalitesi çok önemli bir faktördür ve iç ortamda birikime sebep olabilmektedir.

[Temmuz 2018, 69.] sayfa.

Anahtar kelimeler: [Solvent, UOB, iç ortam hava kalitesi, toluen, BTEX.]



SUMMARY

THE DETERMINATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN AN ADHESIVE TAPE PRODUCTION FACTORY INDOOR

M.Sc. THESIS

Nurgül Elif İLKILIÇ

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Environmental Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ülkü ALVER ŞAHİN

Within the scope of this study, the levels of Volatile Organic Compounds (VOC) on indoor air quality of the adhesive tape production facilities that are operating in Istanbul were investigated. To that end the production unit of the facility with highest VOC level was singled out and, having run two different ventilating systems, VOC types and changes in concentration at different spots were determined by performing measurements. Throughout the study, 40 compounds were detected in 35 VOC samples taken from the indoor environment. The value range of toluen from the detected VOC samples was from 22.8 to 5560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ethylbenzene was from 0.1 to 35,55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, xylene was from 1,59 to 197.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and the value range of benzene was from 0.1 to 1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The data acquired from the performed measurements are substantially below the limiting values defined by the occupational health and safety standards. Though, taking in consideration the daily office

hours and long years of exposure to these concentrations, it is not likely not to have health issues for workers in long term. General medical examinations must be carried out regularly and, blood tests and urinalysis must be examined cautiously. In addition, effective and efficient operation of the workplace ventilation systems and the feasibility of the designed ventilation systems must be well evaluated. When the ventilation is done with completely outside air, the outdoor air quality is a very important factor and may cause accumulation in the indoor environment. |

| July 2018, | 69, | pages.

Keywords: | Solvents, VOC, indoor workplace, toluene, BTEX. |

1. GİRİŞ

Çalışmak ve üretim yapmak insan hayatının sürekliliği için vazgeçilmez bir gerekliliktir. İnsanoğlunun gelişim süreci emek vererek ve üreterek kıymetli bir maddeyi daha kıymetli ve kullanılabilir bir başka madde haline getirmesi ile ilerlemektedir. Bu süreç beraberinde sanayileşme ve teknolojik ilerlemeyi getirmektedir. Bu ilerlemelerle birlikte de çalışanlar bakımından sağlık ve güvenlik risklerinin artması kaçınılmazdır.

İş sağlığı ve güvenliği konusu Türkiye’de önemi giderek artan bir alandır. Ancak bazı konuların gözden kaçtığı görülmektedir. Özellikle işyerlerinde işçilerin sürekli solunum yolu ile maruz kaldığı kirleticiler veya toksik bileşenlerin yaşam süresi boyunca kronik sağlık etkisi değerlendirilmelidir. Bu konu ancak işyeri ortamlarındaki sürekli ölçümler ve işçilerin kan ve idrar testleri ile takip edilebilmektedir. Bu çalışmada ülkemizde ve dünyada işyeri ortamlarında UOB maruziyeti konusundaki çalışmalar incelenmiş ve ülkemizde örnek bir tesiste ölçümler yapılmıştır.

Düşük konsantrasyonlarda UOB’lere maruziyet, tutukluk, baş ağrısı ve bitkinlik gibi öncelikle sinir sistemiyle ilgili sıkıntılar doğurabilecekken, maruziyetin sürekli hale gelmesi ile solunum yolu rahatsızlıkları gibi önemli sağlık sorunları oluşturabilecektir (Yu, 2005). UOB’lerden en sık rastlanılan grup kısaca BTEX olarak adlandırılan benzen, toluen, etilbenzen, ksilen yüksek zehirlilik oranları ile en zararlı UOB’lerdendir. Maruziyet yoğunluğu arttıkça tesirler de artar. Bu tesirler yaşamsal faaliyetlerin sonlanmasına kadar gidebilir. Türkiye’de işyerlerinde ortam ölçümü veya kişisel maruziyet çalışmaları yaygın değildir ve kısıtlı sayıda literatür bilgisi mevcuttur. |

2. GENEL KISIMLAR

2.1. SOLVENTİN TANIMI

Endüstriyel faaliyetlerin birçoğunda temel hedef doğal maddelerin işlenerek yeni ürünlere dönüştürülmesidir. Tüm bu üretim süreçlerinde geçen kimyasallar doğayı negatif etkilediği gibi işçi sağlığı için de risk teşkil etmektedir. Kullanılan kimyasalların etki düzeyleri ve etkileme şekilleri farklılık göstermektedir. Bu kimyasallardan, çözücü anlamına gelen solventler birçok sektörde yaygın olarak ve yüksek miktarlarda kullanılmaktadır. Solventler, çoğunlukla diğer maddeleri veya malzemeleri çözmek veya seyreltmek için kullanılan çok sayıda kimyasal maddeden oluşan organik sıvılardır. Bunun sonucu olarak solventlerle ve buharlarıyla etkileşim kaçınılmazdır. Uzun süreli maruziyet sonucunda çeşitli rahatsızlıklar ortaya çıkmakta, çalışma gücü azalmakta, iş verimi düşmekte bunların sonucu olarak da kaza yapma olasılığı artmaktadır (Arslan Tatar ve Özdemir, 2012).

2.2. SOLVENT KULLANIM ALANLARI

Çam ağacı reçinelerinden elde edilen terebentin gibi hidrokarbon yapılar ve şaraptan üretilen etanol ilk suni solventlerdir. İlk medeniyetler üzüm ve seker kamışından fermantasyon yoluyla ürettikleri etanol ile çam sakızı ve yağı eritmeyi başarmışlardır. Milattan sonra 9.yüzyılda Asurlular bazı göz hastalıklarında ilaç olarak solvent kullanmışlardır. Eski Mısır’lılar ise solventlerden kozmetik üretiminde yararlanmışlardır. 1716’da Fransa’da yayımlanan “Secrets Concernant les Arts et Metiers” adlı kitapta, terebentin ruhunun ipek kumaşlardaki yağ lekelerini gidermesinden bahsedilmiş, 1852’de Kanada’da ise Alfred Gesner’in petrolden elde ettiği gazyağının kullanıma geçmesiyle de özellikle A.B.D.’de sanayide oldukça ilerleme olmuştur (Karadağ, 2005).

Çok yaygın olarak kullanılan kozmetik ürünler, boya, vernik, reçineler, tiner, lastik, deterjan, yağ giderme maddeleri, tıbbi ve zirai ilaçlar, plastik, yapıştırıcılar, mürekkep ve mürekkep çıkarıcılar, kuru temizleyiciler gibi pek çok üründe solvent bulunmaktadır.

Solventlerin endüstrinin gelişiminde büyük rol oynamalarının yanı sıra, insan ve çevreye olan zararları yapılan bilimsel çalışmalarla ispatlanmış dolayısıyla süregelen zaman diliminde

bazılarının kullanımına kısıtlamalar ve yasaklar getirilmiştir. Kimyasalların Kaydedilmesi, Değerlendirilmesi ve Yetkilendirilmesi (REACH) mevzuatının Avrupa’da yürürlüğe girmesi bu kısıtlamaların başlıcalarıdır. Prosesinde solvent kullanılan işyerlerinde solvent maruziyetini belirlemek ve meslek hastalıklarını önlemek işyeri hekimlerinin en önemli görevleri olarak benimsenmelidir. Solventlerin vücut sistemimizi nasıl etkilediği, akut ve kronik etkileri, erken belirtilerinin neler olduğu, nasıl anlaşılacağı araştırılmalı, belirlenmelidir. Bunların dışında yasal mevzuat gibi konular da iyice araştırılmalı, gerektiğinde diğer uzmanlarla işbirliği yapılarak oluşabilecek sorunlar engellenmelidir. Bazı solventlerin kullanıldıkları iş bölümleri Tablo 2.1’de verilmiştir (Karadağ, 2005). Kullanılan solventlerin hepsinin malzeme güvenlik formları (MSDS) bulunmaktadır, içerdikleri kimyasallar bu formlardan görülebilir. Kullanıcıların ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının bu formları detaylı şekilde inceleyerek tehlikeleri belirlemeleri ve gerekli önlemleri almaları gerekmektedir.

Tablo 2.1: Solvent sektöründe kullanılan bazı kimyasallar ve kullanıldıkları iş kolları(Karadağ, 2005).

Solvent Kimyasalı	Sık Kullanıldığı İş
Aseton	Endüstriyel kaplama, kozmetik üretimi
Trikloroetilen	Yağ Giderme
Toluen	Endüstriyel kaplama, çeşitli üretim işleri (geniş kullanım alanı)
Metilklorit	Boya sökme
Metil Etil Keton (MEK)	Basım İşleri (mürekkep içeriği ve mürekkep çıkarıcı), böcek öldürücü üretimi
Sikloheksan	Plastik, böcek öldürücü üretimi, elektronik endüstrisinde kaplama işi
N Metil Pirolidin (NMP)	Elektronik endüstrisinde, plastik üretimi, petrokimya endüstrisi, böcek öldürücü üretimi
Tetrahidrofuran (THF)	Plastik üretimi, böcek öldürücü imalatı, polimer kaplama parfüm üretimi

2.3. UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER(UOB) VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

2.3.1.Uçucu Organik Bileşikler’ in Tanımı

Genellikle canlıların yapısında bulunan ve yapılarında mutlaka bir karbon atomu ihtiva eden bileşiklere organik bileşikler denmektedir. Bu bileşikler uçucu, yarı uçucu ve uçucu olmayan bileşikler olmak üzere 3’e ayrılmaktadır. Havada en çok bulunan kirleticilerden olan uçucu organik bileşiklerin kaynama noktaları 50°C’den 260°C arasında değişmektedir (Alyüz ve Veli, 2006). UOB’ler kaynama noktalarının düşük olması dolayısıyla iç ortam havasında buhar halinde bulunurlar (Tablo 2.2).

Tablo 2.2: Organik bileşiklerden bazılarının kaynama noktaları ve buhar basınçları (Alyüz ve Veli, 2006).

Uçucu Organik Bileşik	Kaynama Noktası Sıcaklığı (°C)	Buhar Basıncı (mm Hg)
Benzen	80,1	95,20 (25 °C)
Toluen	111,0	22,00 (20 °C)
Kloroform	62,0	160,00 (20 °C)
o-ksilen	144,0	7,00 (20 °C)
1,1,1 Trikloroetan	74,1	10,00 (20 °C)
1,2,4 – Trimetilbenzen	169,0	2,03 (25 °C)
p-ksilen	138,0	9,00 (20 °C)
Etilbenzen	136,0	10,00 (20 °C)
Stiren	145,0	5,00 (20 °C)
Karbon tetra klorür	76,8	91,30 (20 °C)
Dikloro benzen	174,0	10,00 (55 °C)
Metil klorür	39,8	350,00 (20 °C)

Atmosferde bulunan ve insan faaliyetleri neticesinde oluşan UOB'lerin birçok zararlı çevresel etkisi mevcuttur. UOB'lerin ozon tabakasının incilmesi, yer seviyesi ozon teşekkülü, ikincil aerosollerin meydana gelmesi, küresel sera etkisi, doğada birikimi gibi çevresel etkileri yanında insan sağlığı üzerinde önemli toksik ve kanserojenik etkisi bulunmaktadır (Tecer ve ark., 2015; Dinçer ve ark., 2017). Şehir havasında bulunan metan dışı UOB'lerin neredeyse %60'ını BTEX olarak adlandırılan bileşikler oluşturmaktadır (Hoque ve ark., 2008). İnsan sağlığı üzerinde bilinen kanserojen etkisi nedeni ile en önemli UOB Benzen'dir (Tecer ve ark., 2015). İç ortam havasında bulunabilecek UOB'ler ve kaynakları Tablo 2.3'te görülebilir.

Tablo 2.3: İç ortam ölçümlerinde tespit edilebilecek UOB kaynakları (Alyüz ve Veli, 2006).

Kaynaklar	Tipik Kirleticiler
Ticari ürünler	Alifatik hidrokarbonlar (n-dekan, dallanmış alkanlar, aromatik hidrokarbonlar, (toluen, ksilen) halojenlenmiş hidrokarbonlar, (metil klorür) alkoller, ketonlar, (aseton, metil etil keton) aldehydler (formaldehit), esterler (glikoeterler), terpenler, (limonen, alfa-pinen)
Boyalar	Alifatik hidrokarbonlar (n-hekzan, n-heptan), aromatik hidrokarbonlar (toluen), halojenlenmiş hidrokarbonlar, (metil klorür, propilen diklorür) alkoller, ketonlar (metil etil keton) esterler (etil asetat), terpenler, (limonen, alfa-pinen)
Yapıştırıcı malzemeler	Alifatik hidrokarbonlar (hekzan, heptan), aromatik hidrokarbonlar, halojenlenmiş hidrokarbonlar, alkoller, aminler, ketonlar (aseton, metil etil keton) esterler (vinil asetat), terpenler, (limonen, alfa-pinen)
Döşeme ve kumaşlar	Aromatik hidrokarbonlar (stiren, bromlanmış aromatikler), halojenlenmiş hidrokarbonlar (vinil klorür), aldehydler (formaldehit), eterler, esterler
Yapı malzemeleri	Alifatik hidrokarbonlar (n-dekan, n-dodekan), aromatik hidrokarbonlar (tolüen, etil benzen, halojenlenmiş hidrokarbonlar (vinil klorür), aldehydler (formaldehit), ketonlar (aseton), eterler, esterler

UOB'ler içerisinde, BTEX grubu bileşikler yaygın olmalarının dışında toksisiteleriyle de dikkat çekmektedirler. Tablo 2.4'te bu maddelerin toksisite değerleri kısaca listelenmiştir.

Tablo 2.4: UOB'lerin bazıları için toksisite değerleri (US EPA, 1998a,b).

Kimyasal	Referans Doz (mg/kg/gün)	Kanser Faktörü (mg/kg/gün) ⁻¹	US EPA Kanser Sınıflandırması
Benzen	$8,57 \times 10^{-3}$	$2,73 \times 10^{-2}$	A (Kanserojen)
Toluen	$1,14 \times 10^{-1}$	-	-
Etilbenzen	$2,86 \times 10^{-1}$	-	-
Ksilen	$2,86 \times 10^{-2}$	-	-
Stiren	$2,86 \times 10^{-1}$	-	-
Karbon tetraklorür	7×10^{-4}	$1,3 \times 10^{-1}$	B2 (Kanser yapıcı olma ihtimali yüksek)
Kloroform	1×10^{-2}	$6,1 \times 10^{-3}$	B2 (Kanser yapıcı olma ihtimali yüksek)

Türkiye'nin birçok şehrinde dış ortam hava kalitesi çalışmalarında UOB analizleri yapılmıştır. Genel olarak şehir atmosferinde benzen konsantrasyonları $0,5-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, toluen konsantrasyonu ortalama $4-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ksilen konsantrasyonu ise ortalama $0,5-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelerindedir (Karaca, 2012, Dolmacı ve ark., 2013). Ancak İstanbul'da 10 farklı noktada UOB örnekleme yapılan bir başka çalışmada toluen değerleri genel ortalamanın çok üzerinde ($700-1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tespit edilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre örnekleme noktası trafik yakınında ise benzen değerleri artmakta endüstriyel alana yakın noktalarda ise tüm UOB seviyeleri artış göstermektedir (Ercan ve ark., 2015). İstanbul'da yapılan bir başka çalışmada Davutpaşa bölgesinde UOB'lerin atmosferik konsantrasyonları ölçülmüş ve kaynakları tespit edilmiştir (Demir, 2011). Altı temel UOB kaynağının belirlendiği çalışmada en önemli kaynağın özellikle gündüz saatlerinde solvent kullanımına bağlı olduğu vurgulanmıştır. Dış ortam UOB seviyesine solvent kullanımının katkısının gündüz saatlerinde $21,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gece saatlerinde ise $14,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olduğu belirlenmiştir. İkinci önemli kaynağın ise boya kullanımına bağlı olduğu tespit edilmiştir. İzmir Aliğa'da Petrol Rafinerileri yakınında

yapılan bir başka çalışmada toplam UOB seviyesi 60-100 µg/m³ arasında ölçülmüştür (Çetin ve ark., 2003). Tablo 2.5’de bazı solvent kimyasallarının neden olabileceği sağlık bozuklukları tanımlanmıştır.

Tablo 2.5: Bazı solvent kimyasallarının beraber anıldıkları sağlık bozuklukları (Karadağ, 2005).

Kimyasal	PEL (ppm)	Etkilenen Organ	Sağlık Bozukluğu
Alkoller			
Metanol	200	D, G, MSS	Görme sınırı hasarı, puslu görme
Etanol	1000	G, ÜSY, D	Irgalanma, başağrısı, uyuklama, deri iltihaplanması
Alifatik Hidrokarbonlar			
Pentanlar	1000	D, G, ÜSY, A	Irgalanma, deri iltihaplanması, kimyasal pnömoni
Hekzanlar	500	D, ÜSY, USS, MSS, A	Irgalanma, narkoz etkisi, kas gücü kaybı, kimyasal pnömoni
Heptanlar	500	D, ÜSY, A	Irgalanma, deri iltihaplanması, akciğer ödemi, kimyasal pnömoni
Aromatik Hidrokarbonlar			
Benzen	1	D, MSS, Kr, Kc, B	Deri iltihaplanması, narkoz etkisi, lösemi, aplastik anemi
Toluen	200	MSS, Kc, ÜSY, B, D	Kuruma, narkoz etkisi, koma, kas yorgunluğu, karaciğer, böbrek ve deri hasarı
Ksilen	100	ÜSY, D, MSS, Kc	Irgalanma, narkoz etkisi, akciğer ödemi, mide ağrısı, bulantı, karaciğer ve böbrek hasarı
Nitrobenzen	1	G, MSS, K	Irgalanma, narkoz etkisi, morarma, dalak ve karaciğer hasarı
Klorinli Hidrokarbonlar			
Metil kloroform	350	D, MSS, KI	Kuruma, narkoz etkisi, kalp ritmi bozukluğu, baş dönmesi
Tetrakloreten	5	D, MSS, K, Kc, B, USS	Titremeler, kol ve bacaklarda yorgunluk hissi, narkoz etkisi, sayıklama, çırpınma
Trikloretilen	100	D, B, MSS, KI	Irgalanma, narkoz etkisi, kalp ritmi bozukluğu, (kansere yol açtığı şüphesi vardır)
Ketonlar			
Aseton	1000	D, ÜSY, MSS	Irgalanma, narkoz etkisi, deri iltihaplanması
Eterler			
Etil eter	400	MSS, D, ÜSY, G	Irgalanma, narkoz etkisi, bulantı, deri iltihaplanması
Etil asetat	400	ÜSY, D, G, MSS	Irgalanma, narkoz etkisi
Diğerleri			
Dioksan	100	Kc, B, D, G	Irgalanma, uyku hali, uyuşukluk, mide ağrısı, karaciğer ve böbrek hasarı

D: Deri, G: Göz, MSS: Merkezi Sinir Sistemi, USS: Uç Sinir Sistemi, ÜSY: Üst Solunum Yolları, A: Akciğerler, K: Kan, Kc: Karaciğer, Kr: Kromozom, M: Mide, KDS: Kalp Damar Sistemi, KI: Kalp, İ: İdrar Torbası.

2.3.2. Formaldehit

Formaldehit aldehyitlerin en basit üyesi olup (CH_2O), zehirli, renksiz, yanıcı, keskin kokulu bir kimyasaldır. Çoğunlukla formalin adı verilen, %37'lik sulu çözelti biçiminde taşınarak saklanır (URL1). Formaldehit bazı tutkallar, yapı malzemeleri, temizlik malzemelerinde, dış macununda, bazı ev tekstili ürünlerinde bulunabilir aynı zamanda antiseptik ve dezenfektan amacıyla sanayide, morglar ve laboratuvarlarda koruyucu işlevinde kullanılmaktadır. Sigara içilen ortamlarda da formaldehite maruziyet söz konusudur. Canlı organizmaların tabii metabolik proseslerinin bir parçası olarak eser miktarlarda üretilen formaldehite birçok ortamda rastlanabilmesinin yanında bu kimyasal odunun bünyesinde dahi bulunmaktadır (URL 4).

Formaldehitin insanları etkileme düzeyi farklılık göstermektedir, bazı insanlar düşük konsantrasyonlardan hiç etkilenmezken, diğerlerinin aynı konsantrasyonlardaki etki durumları çok ciddi olabilmektedir (Boran ve ark., 2010). Bunun sebebi insanlardaki hassasiyet durumuyla ilgilidir. Kısa süreli maruziyetlerin başlıca etkileri gözlerde ve üst solunum yollarında tahriştir. Yüksek miktarda formaldehit maruziyeti insanlarda ciddi boyutlarda toksisite riski yaratabilirken, uzun süreçteki maruziyetler ise yine süregelen zehirlenmeden kansere kadar çok farklı sıkıntılara neden olabilir. Yaratabilecekleri bu olumsuz etkiler dolayısıyla tüm dünyada odun ürünlerinden salınan emisyonun giderilmesi ve azaltılması yönünde düzenleyici baskılar vardır (Boran ve ark., 2011). A.B.D. Çevre Sağlığı Bilimleri Ulusal Enstitüsü Ulusal Toksikoloji Programı'nın hazırladığı insanlar üzerinde kanser yapıcı etkisi olan maddeler listesine formaldehiti de eklemiştir (URL1). Bu maruziyeti yaşayan işçilerde akciğer kanseri görülme oranının %30 daha fazla olduğu görülmüştür (Ünsaldı E., Çiftçi M.K., 2009). A.B.D. Ulusal kanser enstitüsünün bu konuyla alakalı yaptığı bir çalışmada kan ve lenf sistemi rahatsızlıklarında formaldehit kimyasalına maruziyet ile ölüm oranının birbiriyle ilişkili olabileceğini belirtmiştir özellikle miyeloid lösemi kanseri vakalarında bu ilişki çok daha barizdir (URL1).

Formaldehitin sadece kullanım aşamasında değil üretim aşamasında da sağlık üzerine negatif etkide bulunduğu göz ardı edilmemelidir. Ağız yoluyla alınan formaldehit ise ölüme sebebiyet verebilmektedir.

İşyerlerinde ortam havasındaki kimyasal madde seviyeleri için İş Güvenliği ve Sağlığı Standartları Kurulu izin verilen maruziyet limitlerini belirtmiştir. Bu belirlenen sınır değerlerle çalışanların maruz kaldıkları kimyasalların olumsuz etkilerinden korunmaları hedeflenmektedir. Kurulun belirttiği limit değer 0,75ppm'dir. Mevcut yasal düzenlemelerde bu limitin altında kalınması ön koşuluyla yalnızca bir defa bunun üstüne çıkılması tolere edilebilir. Ancak 8 saat süren bir çalışma diliminde ortalama maruziyet seviyesi 0,75ppm'in üzerine çıkamaz. Kurulun kısa zamanlı maruz kalma limiti ise 2 ppm'dir. Çalışan bireylerin 15 dk'lık çalışma süresi içerisinde maruz kalabileceği seviye 2 ppm'i aşamaz. Aşması durumunda kişisel koruyucu donanımlar kullanılması gerekmektedir. Özetlemek gerekirse, bir çalışanın 8 saatlik çalışma süresinde maruz kaldığı değer 0,5 ppm'in üstündeyse özel teçhizat, medikal denetleme ve ortam hava kalitesinin takibi zorunludur (URL3). Çeşitli sektörlerde yapılan maruziyet çalışmalarına göre en yüksek değer 3,48 ppm'le kontraplak ve yonga levha imalat sektöründe gözlenirken, en düşük değere 0,04 ppm'le kimyasal madde imalatında rastlanmıştır, ayrıca formaldehit maruziyet değerlerine göre oluşan etkiler Tablo 2.6'da görülebilir (Kim ve ark., 2011).

Tablo 2.6: Formaldehit maruziyetinin akut sağlık etkileri (Kim ve ark., 2011).

Formaldehit konsantrasyonu ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Sağlık Etkisi
<67	Belirsiz
67-2000	Nöropsikolojik etkiler
67-1337	Koku eşik limiti
13-2674	Göz tahrişi
134-33425	Üst solunum yollarının tahrişi
6685-40110	Alt solunum yollarının tahrişi
66850-133700	Akciğerlerde ödem, iltihaplanma, zatürre
>137000	Koma ve ölüm

2.3.3. Toluen

Önceleri toluol olarak da bilinen toluen (C_7H_8), 92,14 gr/mol molekül ağırlığına sahip renksiz karakteristik solvent kokulu, suda çözünmeyen, sıvı formunda olan aromatik bir hidrokarbondur (URL5). Toluen maruz kalınması halinde hem lokal hem de sistemik hasarlara neden olabilmektedir (Çomunoğlu ve ark., 2009).

Toluene maruziyet birçok yolla olabilmektedir; solunum, deride emilim, sindirim ve deri veya gözle temas şeklinde olur. Maruziyet sonucu çeşitli sağlık problemleri oluşur. Bunlardan başlıcaları; burun, göz ve solunum yolunda irritasyon, baş ağrısı, dalgınlık, gözlerde sulanma, uykusuzluk, karaciğer ve böbreklerde hasar olarak sayılabilir (NIOSH, 2017). Güneş ve ark., (2013)'in solunum yoluyla yüksek toluene maruz kalan bir çalışan üzerinde yaptıkları çalışmada, toluenin lipofilik yapısı sayesinde kolaylıkla lipidce zengin sinir sistemine giriş yapabildiği ve başlıca etkisinin santral sinir sisteminde olduğu belirtilmiştir. Etkilenen diğer organlar ise kalp, böbrek, karaciğer, akciğerler ve kemik iliği olarak sayılabilir. Toluen maruziyeti kesildikten sonra işçinin sağlık durumunda belirgin bir iyileşme olduğu görülmüştür.

Toluen muhtelif organik maddeler için oldukça iyi bir çözücüdür, Benzen'in aksine kanserojen olmadığı için endüstride solvent olarak daha fazla tercih edilir. Ancak tepkimelerden sonra ortamdan uzaklaştırılması biraz güçtür. Kuvvetli asitlerle ve oksitleyicilerle şiddetli tepkimeye girer. Sahip olduğu metil grubu nedeniyle benzenden 25 kat daha fazla reaktiftir (URL5). Genellikle fosil yakıt kaynaklarından üretildiği için ekonomik olarak değerlendirilir ve bu nedenle de büyük miktarlarda üretilir. Dünya genelinde yıllık toluen üretim miktarı yaklaşık 12 milyon tondur (URL5).

Sanayide plastik (kauçuk) imalatında, mürekkep, yapıştırıcı, dezenfektan yapımında, yakıtlarda oktan artırıcı olarak, patlayıcı imalatında (TNT- Trinitro toluen), biyokimyada alyuvarları parçalayıp hemoglobini ortaya çıkarmada kullanılır. En yaygın kimyasal kullanımı benzen ve ksilen eldesidir (URL5). Solvent olarak ise boyalarda sıklıkla kullanılır. Ayrıca önemli bir karbon kaynağıdır. Çalışma ortamlarındaki toluen maruziyet etkilerinin belirlenebilmesi için vardiya bitiminde kanda toluen veya idrarda benzil alkol, o-kresol, benzilmerkapturik asit ve hipürik asit gibi maddeler takip edilmelidir (Ikeda ve ark., 2008; Sahrim ve Widanjatin, 2013; Decharat 2014).

12 Ağustos 2013 tarih ve 28733 sayılı Resmi gazetede yayınlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik Ek-1'de toluen için mesleki maruziyet TWA (8 saatlik ölçülen zaman ağırlıklı ortalama) değeri 50 ppm (192 mg/m³) ve STEL (15 dakikalık süreçte aşılmaması gereken değer) miktarı 100 ppm (384 mg/m³) olarak verilmiştir.

2.3.4. Benzen

Eskiden balina yağının parçalanmasından (piroliz) elde edilen gaz, basınçla kullanıma hazırlanır ve aydınlatmada kullanılırdı. Benzenin keşfedilmesi Michael Faraday'ın 1825'te bu gazdan kalan yağimsı kısımda benzeni bulmasıyla gerçekleşmiştir. Aromatik hidrokarbonların önemli bir üyesi olan benzen (C₆H₆), düşük konsantrasyonlarda doğal olarak oluşsa da daha çok insan faaliyetleri sonucu meydana gelir (URL6; Arı ve Dere, 2002). Yaklaşık 650 °C'ye kadar ısıya ve oksidasyona dirençli olmasına karşı çok kolay buharlaşabilir ve buharı havadan ağır olduğu için yer seviyesinde birikir (URL7).

Toksik özelliği dışında kan hücrelerini öldürme etkisi nedeniyle kanserojen olarak da bilinen benzen NSA'da kaynama noktası 80,1 °C ve erime noktası 5,5 °C olan renksiz, alevlenir bir sıvıdır. Benzen, sanayide plastik üretiminde rol alan stiren, fenol sentezindeki başlangıç kimyasalı olarak, naylon sektöründe, sentetik deterjan üretiminde, tüketim mallarında kimyasal kaynak, böcek ilacı olarak, ziraatte, otomobil ve uçak yakıtlarında sıkça kullanılmaktadır (Arı ve Dere, 2002). İyi bir çözücü olan benzen endüstriyel atık sular ve atmosferik kirlilik ile suya karışabilir.

Benzen konsantrasyonunu artıran insan aktiviteleri, petrol ve petrolden mamul kullanımı, işlenmiş tütün ürünleri kullanımı, çeşitli tüketim malları kullanımı, kömür ocakları faaliyetleri ve endüstriyel alanda kullanımı ile olur.

Maruziyet sonucu metabolizmaya giren benzen, öncelikle karaciğer daha sonra kas, kemik iliği, akciğer, bağırsak, dalak, beyin ve testis gibi muhtelif dokuya ulaşır ve özellikle lipit ve lipitçe zengin dokularda depolanmaktadır. İnsanda ortaya çıkabilecek en mühim etkisi aplastik anemiye sebep olan kemik iliği depresyonudur (Arı ve Dere, 2002).

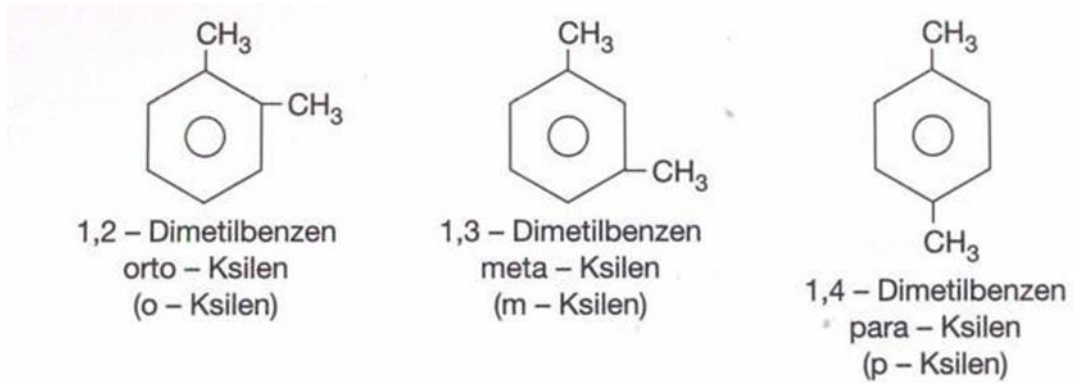
Aslında benzenden çok onun metabolitleri olan hidrokinon, benzokinon, fenol, mukonaldehid ve bunların ara etkileşimleri zehirlilik ve kanserojen etki bakımından çok daha etkili olup

DNA, protein, lipidler ve karbonhidratlara zarar verebilir (Arı ve Dere, 2002). Ayrıca merkezi sinir sistemini etkiler ve beyin damarlarında tıkanıklığa, körlüğe, lösemiye ve duylarda hasara yol açabilir (Tonguç, 2003). Tüm bu zararlı etkilerine rağmen endüstriyel, teknolojik ve bilimsel alanda ihtiyaç duyulduğu için yaygın olarak kullanılmaktadır (Tonguç, 2003).

2.3.5. Ksilen

Ksilen $C_6H_4(CH_3)_2$, benzen halkasına iki adet metil grubu bağlanmasıyla oluşan bileşiktir. Ksilenin, benzene oranla narkotik etkisi daha az ancak daha uzun sürelidir. Ksilen üst solunum yollarında ve mukoza tabakasında tahrişe neden olduğu için, uzun süre maruz kalındığı zaman kalp damar sisteminde bozukluklara, gözde yanmalara ve burun kanamalarına neden olmaktadır. Ksilen vücuttan metil hippürik asit şeklinde atılmaktadır. Bunun nedeni ksilen ve hippürik asit aynı biyotransformasyon yolunu kullandığı için vücuttan metilhippürik asit (MHA) şeklinde atılmaktadır (Vural ve Doğanyığıt, 2002). Organik bir çözücü olan ksilen 3 izomeri olan meta- para- orto- ksilen karışımı şeklinde bulunur (Şekil 2.1). Bu izomerlerden en çok meta izomeri olduğu için idrarda meta-Metil Hippürik Asit ölçümüne bakılır. Ksilen sanayide sık kullanılır. En sık çözücü olarak yağ, vernik, boya, kauçuk, sektörlerinde kullanılır.

Ülkemizde 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu kapsamında çıkan “Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğe” göre, M-Ksilenin, mesleki maruziyet sınır değeri, 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalaması (TLV) 221 mg/m^3 veya 50 ppm, 15 dakikalık bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeri (STEL) ise 442 mg/m^3 veya 100 ppm’dir.



Şekil 2.1: Ksilen’in izomerleri.

2.3.6. Etilbenzen

Aromatik hidrokarbonlardan olan etilbenzen (C_8H_{10}), renksiz, yanıcı, sıvı, kokusu benzine benzeyen, etil ve benzenden üretilen organik bir bileşiktir. Kaynama noktası 136,2 °C, donma noktası -95 °C'dir. Fenil etan, etil benzol ve EB olarak da adlandırılan etil benzen doğal yollardan, benzin ve kömür katranı içinden bulunmuştur. Ayrıca boya, mürekkep, böcek ilacı gibi maddelerin üretim aşamalarında da görülmüştür.

Etilbenzene maruziyet genellikle solunumla olmaktadır, buharları cilt ve yutmayla vücuda etki eder. Bu sıvının gıdalarla veya çeşitli yollarla yutulması ciğerlere çekilmesine sebep olur, bu da akciğer iltihabının oluşmasını tetikleyebilir. Yapılan çalışmalarda deney hayvanları üzerinde kanserojen olduğuna dair yeterince veri elde edilmiş olmasına karşı insanlar için aynı şey söylenememiştir ve muhtemelen kanserojen olarak sınıflandırılmıştır. Sıçanlarda ve farelerde yapılan kronik çalışmalar, etilbenzen maruziyetinin böbrek (erkek ve dişi sıçanlar), akciğer (erkek fareler), karaciğer (dişi fareler) ve testis (erkek sıçanlar) gibi çeşitli bölgelerde tümör oluşumuna neden olabileceğini göstermektedir. Etilbenzene kısa süreli maruziyet sonucu, göz, cilt ve solunum sistemi tahriş olur, merkezi sinir sistemine tesir eder (URL8).

Hayvanlarda yapılan çalışmalar etilbenzenin ilk hedef organlarının karaciğer ve böbrek olduğunu göstermiştir. Sıçanlar ve farelerde etilbenzenin inhalasyonu ve yutulması, karaciğer ve böbrek genişlemesine, böbrek rahatsızlığının şiddetlenmesine ve hipofiz bezi üzerine olumsuz etkilere neden olmuştur. Çalışma yetersizliği dolayısıyla insanlar üzerindeki etkileri konusunda çok az veri bulunmaktadır (URL9).

Etilbenzenin başlıca kullanım alanı petrokimya endüstrisidir. Ayrıca stiren üretiminde kullanılan önemli bir ara maddedir. Çözücü olarak, diğer kimyasal maddelerin oluşumunda, yakıtlarda nafta ve asfaltın oluşumunda kullanılır. Boya endüstrisinde ise karışımda bulunan madde olarak kullanılır.

Mesleki maruziyet için sınır değerler şu şekildedir ; TLV: 100 ppm TWA olarak 125 ppm STEL olarak A3 (İnsanlarda anlamlılığı bilinmemekle beraber hayvanlar için kanserojen).

2.4. SOLVENT RİSKİNİN KONTROLÜ

Zararlı etkilerinin bilinmesine rağmen solventler endüstriden çıkarılamayacak maddelerdir. Bu olumsuz etkileri azaltmak için iyi bir risk yönetimi gerçekleştirilmelidir.

Öncelikle iş sağlığı güvenliği alanında en önemli basamak olan risk kaynağının yok edilip edilemeyeceği araştırılmalıdır. Solventin mümkünse kullanılmaması mümkün değilse de yerine zararsız ya da daha az zararlı başka bir solvent kullanılması olasılığı değerlendirilmelidir.

Bir diğer önemli basamak ise mühendislik önlemleridir. Bunlardan ilk akla geleni otomasyondur. Solventli üretimlerde, kullanılan kimyasalların kaynaktan çevreye yayılmadan direkt uzaklaştırılması için bölgesel havalandırma sistemleri kurulmalıdır. Bu sistemler epey karışıktır ve tasarlanması kurulması uzmanlık gerektirir. Tüm detaylar araştırılıp, olasılıklar düşünülerek uzun çalışmalar sonucu yapılmalıdır, üzerinde fazla düşünülmeden yapılan lokal havalandırma sistemleri işe yaramayacağı gibi zaman ve maddiyat bakımından kayıp oluşturur. Bu sistemler tasarlanırken her detay çok önemlidir, davlumbazların şekli, kaynağa ve tehlikeye göre konumlanması, yüksekliği, taşıyıcı kanalların şekilleri ve ebatları, fanların yerleri, gürültüsü, elektrik tüketimi, gücü, kirli havanın atış yapılacağı bacalar, konumları, havanın atılma koşulları, dışardan temiz hava beslemeli yapılacaksa emişin yapılacağı noktalar iyice düşünülmelidir. Solventli proseslerin, solventsiz proseslerden ayrı tutulması, solvante maruz kalan çalışan sayısını azaltmak adına bir olanak sağlayabilir. Bunun dışında tüm tesis genelindeki solvent yoğunluğunun azaltılması maruziyet yoğunluğunun da azalmasını sağlayarak, etkilenme oranını da düşürecektir. Genel havalandırma planlanırken bilirkişilerden görüş alınmalı, termal konfor şartları göz ardı edilmemelidir.

Bir diğer basamak olan yönetsel tedbirlerin genel ve en bilineni ‘işverenin çalışan sağlığını koruma yükümlülüğünden’ doğan deri ve solunum yoluyla solventle etkilenmenin engellenmesidir.

Solvent kullanılan iş yerlerinde genel sağlık güvenlik politikasının dışında “solvent maruziyetini önleme politikası” da oluşturularak, duyurulmalı ve bu doğrultuda çalışılmalıdır. İş yerinde tüm kimyasalların “Malzeme Güvenlik Formları Hazırlanmalı” veya tedarikçilerden temin edilmelidir. Solvent buharı bakımından yoğunlaşmış alanlar ayrılmalı ve bu alanlara giriş yasaklanmalıdır. Solventlerin ve solventli kimyasalların kapları ağız açık

tutulmamalı, kapların üstüne içindeki kimyasalları tanımlayan etiketler çalışanların anlayacağı şekillerde yazılmalıdır. İş yerinde hijyen kurallarına önem gösterilmeli, kirli alanlarda gıda maddelerinin tüketilmesi engellenmeli, sigara içilmesi yasaklanmalıdır. Solvent maruziyetinin yoğun olabileceği bölümlere uyarıcı levhalar asılmalı, çalışanlar kullanılan kimyasallar, riskleri ve korunma önlemleri konularında bilgilendirilmelidir. Kimyasalların depolanacağı alanlar dikkatle seçilmeli, malzeme güvenlik bilgi formlarındaki depolama şartları göz önünde bulundurulmalı, kimyasalların yanıcılıkları ve buharlaşabilirlikleri dikkate alınmalı, depolama alanı sık kontrol edilmelidir.

Kişisel koruyucu donanımların kullanılması risk yönetiminde diğer basamakları destekleyicidir. Yani tek başına bir önlem olarak değerlendirilmemelidir. Kişisel koruyucu donanımların riske uygun seçilmesi, çalışana uygun olması, kullanımı ve bakımı ile ilgili çalışanların bilgilendirilmesi gereklidir.

Tüm bu önlemler alındığı halde uçucu organik bileşik yoğunluğu istenilen seviyeye getirilememişse solunum koruyucular kullanılmalıdır. Koruyucu maskeler ya “kimyasal tutucu filtreli” veya “hava beslemeli” tipte olmalıdır. Maske seçerken, ortam çözücü konsantrasyonu, maruziyet ağırlığı, maruziyet süreğenliği gibi değişkenlere göre tercih yapılmalıdır.

Solunum koruyucular dışında deri yoluyla maruziyetin engellemesi hedeflenerek ‘solvent geçirmeyen’ eldivenler, ayakkabı ve iş giysileri kullanılmalıdır. Ek olarak derinin solvente karşı geçirgenliğini engelleyecek kremlerle de derinin korunması sağlanabilir. Göz ve yüz etkilenmesini engellemek için de gözlük veya yüz örtücüler kullanılmalıdır.

Ortama yönelik, kaynağında kontrol ve kişisel korunma yöntemleri uygulamalarından sonra, ortamda bulunan solvent yoğunluğu yasal sınırların altına düşürülebilir. Ancak bu değerler kabul edilebilir değerlerin altına düşmüş olsa bile solventin işçi sağlığını bozma riski sıfır kabul edilmez. Bu yüzden iş sağlığı ve güvenliği açısından riskin yönetimi bazı izleme ve performans kriterleri belirlenmelidir. Bu izleme ve performans kriteri ortam ölçümlerinin yanı sıra çalışanların sağlık kayıtlarını da içermelidir. Belirli periyotlarla yapılan testlerle işçilerde solventten etkilenme görülmesi, tüm risk yönetimi prosesinin tekrar ele alınmasını gerektirmektedir.

6331 sayılı “İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” gereğince iş yeri hekimi tarafından yapılan çalışanın işe başlamadan önce alacağı işe uygunluk raporunda, iş yeri hekimi ayrıntılı bir değerlendirme yapmalıdır. Bu değerlendirmede işyeri hekimi, çalışanın geçmişte yaşamış olduğu rahatsızlıkları, özellikle böbrek, akciğer, solunum sistemi rahatsızlıkları ve kalp ritm bozuklukları gibi rahatsızlıkları dikkatle ele almalıdır. Çalışanın kronik deri iltihabı olup olmadığı konusunda değerlendirme yapmalı, yine çalışanın varsa karaciğer ve akciğerle ilgili hastalıkları ile ilgili kanıta dayalı değerlendirme yapmalıdır. .bu değerlendirme için çalışanın sigara, alkol alışkanlıkları ve kişisel hijyeni de değerlendirmede göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışanların uç sinir değerlendirmesi de her çalışan için gerçekleştirilmelidir. Periyodik muayenelerde maruziyetin, sağlık zararı, yakınma oluşturmada tespit amaçlanmalıdır. Fakat solvent maruziyeti nedeniyle oluşmuş olabilecek yakınmalar dikkatle değerlendirilmelidir.

Solventler, kısa sürede dolaşıma geçebilirler ve enzimler vasıtasıyla vücudumuzda yıkım ürünleri şeklinde veya kendiliğinden vücuttan atılırlar. Solventler kanda, idrarda ve hatta solunumla çıkarılan havada tespit edilebilir, aynı şekilde yıkım ürünlerinin de idrarda, kanda tespiti mümkündür. Bu durum, periyodik muayenelerde idrarda ve kanda solventlerin veya yıkım ürünlerinin belirlenmesini sağlar. Kanda ve idrarda tespit edilebilen solventler arasında; toluen, ksilen, stiren, diklorometan, trikloretan, tetrakloretilen, aseton gibi solventler sayılabilir. Ayrıca sayılabilecek yıkım ürünlerinden, tolueenin yıkım ürünü hipürik asit ve o-kresol; benzenin yıkım ürünü fenol; transmukonik asit, s-fenilmerkaptürik asit; stiren yıkım ürünü mandelik asit; n-heksan yıkım ürünü 2,5-heksandion idrar örneklerinde tespit edilebilir (URL4). Bunlar ve benzer yıkım ürünlerinin kabul edilebilir bir değerin üstünde çıkması bir rahatsızlık oluştuğunu göstermez fakat çalışma ortamında solvent riskinin yönetilemediği kesinlikle söylenebilir.

Kısacası periyodik sağlık kontrollerinde solvent ve solventlerin parçalanması sonucu oluşan ürünlerinin karaciğer fonksiyon testleri, idrar ve kan tahlilleri ile incelenmesi yapılmalıdır. Solunum fonksiyon testi ve akciğer grafisi ile solunum sistemi kontrol edilmelidir. Kan hücreleri sayımı ile sinir sistemi muayenesi yapılmalıdır.

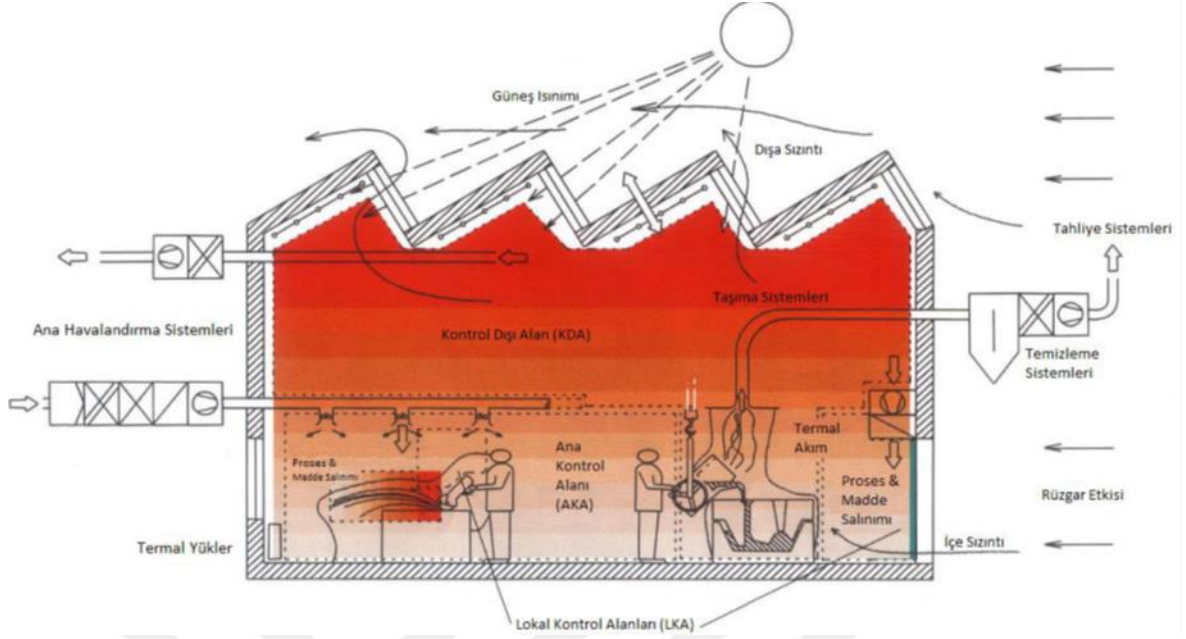
2.5. ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

İsgüm (İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi Müdürlüğü) endüstriyel havalandırma sistemini, çalışma ortamındaki kirli havayı iyileştirmek için ısı değişimi yaparak ya da yapmayarak, hava akımı, mekanik ve etkin basınç kullanılarak ortamdan kirli havanın emilerek dışarı atılması veya ortama taze hava verilmesi amacıyla kurulmuş mekanik sistem olarak tanımlamıştır (Eğri ve ark., 2011).

Hava kalitesinin iyileştirilmesi sağlıklı bir şekilde çalışan personelin daha az iş gücü kaybı yaşanmasını, mesleki tatmin, verimlilik artışını, çalışanlardan kaynaklanan üretim hatalarının azalmasını sağlar. Havalandırma sisteminin yenilenmesi ve hava akımının azaltılması ile birlikte enerji tüketimleri düşer, ferah ve temiz bir havaya sahip bir işyeri ortamı oluşturur. Teknolojik ekipman ve sistemler işyeri prestijinin artmasını sağlar.

Enerji tüketiminin düşürülmesi ve emisyon miktarının azaltılması çevre kirliliğinin azaltılmasını sağlayarak, uzun ömürlü ve daha fazla sürdürülebilir üretimin olmasını sağlar.

Yapılan saha çalışmalarında gelişmiş endüstriyel havalandırma teknolojilerinin enerji tasarrufu yaptığı gözlenmiştir (Goodfellow ve Tahti, 2001). Yapılan bir çalışmada kaynak faaliyetinde bulunan teknik donanım bakımından yüksek benzerlik gösteren işyerleri arasında enerji tüketimini bakımından oldukça farklılık olduğu görülmüştür. Havalandırma sistemi yenilenmiş, hava kalitesinin en yüksek olduğu iş yerinde diğer iş yerine göre 5'te 1 oranında enerji tasarrufu yapıldığı belirtilmiştir. Bu referansa göre sanayide var olan son teknoloji modelleme fikirleri ile emisyon yükünü %90, ısı yükü de %60 oranında azaltmak mümkündür (Goodfellow ve Tahti, 2001).



Şekil 2.2: Endüstriyel havalandırma teknolojileri (Sert, 2014).

Şekil 2.2’de genel bir çalışma ortamının havalandırma sistemi çizilmiştir (Sert, 2014). Gelişmiş endüstriyel havalandırma sistemlerinde tüm çalışma atmosferinde bölgesel alanlar belirlenerek bölgesel hava kaliteleri belirlenebileceği gibi tüm çalışma ortamı için tek bir hava kalitesi hedefi de belirlenebilir. Ancak işyerlerinde genellikle prosesin yapıldığı, maruziyetin daha çok olduğu alanlar belirlenerek bölgesel kontrol yapılması gerekmektedir aksi takdirde bölgesel denetim gerçekleştirmediği için tüm işyeri hava kalitesini de aşağı çekecektir.

Şekil 2.2’de görüleceği gibi işyeri ortamı bölümlere ayrılarak bölgesel kontrol kolaylaştırılmıştır. İşleyişin gerçekleştiği hava kısımları lokal kontrol alanları (LKA) olarak isimlendirilir, çalışanların olduğu bölüm ise ana kontrol alanı(AKA) şeklinde adlandırılabilir. Bu şekilde diğer alanlar da kontrol dışı alan(KDA) olarak ayrılabilir. Lokal kontrol alanları özellikle UOB bakımından yoğun konsantrasyonlar içereceğinden yani diğer bölgelere göre yüksek kirletici ve ısı yükü olacağından bu alanlarda farklı havalandırma hedefleri belirleyip lokal kontrol daha kolay sağlanabilir, diğer ortamlardan ayrılarak, kontrol dışı alanların etkilenmesi engellenebilir. Bunlara ek olarak tüm işyeri ortamında havayı yenileyen genel ya da tabii havalandırma sistemi tasarlamak da enerji, iş sağlığı, ürün kalitesi gibi çeşitli parametreler bakımından en yararlı yaklaşımdır (Sert, 2014).

2.6. TÜRKİYE’DE VE DÜNYADA İŞYERİ ORTAMLARINDA UÇUCU ORGANİK BİLEŞİK (UOB) SEVİYELERİ

Türkiye’de işyeri ortamlarında UOB bileşenlerin tespiti konusunda çok kısıtlı çalışmanın olduğu görülmüştür. İşyerleri daha çok, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında işyeri ortamlarındaki değerlerin kontrolü gereği zorunluluktan, ilgili akredite kurumlara ölçümler yaptırmaktadır. Bu ölçümlere ait raporlar açık kaynak niteliğinde değildir. Bu nedenle işyerleri bu konuda bir Ar-Ge çalışması planlamadıkları sürece detaylı bir veri üretilmemektedir ve yayınlanamamaktadır. Türkiye Fabrika çalışma ortamlarında UOB seviyelerinin tespitine yönelik en kapsamlı çalışma Sert (2014) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada altı farklı sektörde UOB seviyeleri tespit edilmiştir.

Plastik ürünlerin imalatının yapıldığı işletmede, bir çalışan üzerinde 4 adet aromatik hidrokarbon maruziyet ölçümü ile etil alkol için ortam ölçümü yapılmıştır (Sert, 2014). Bu ölçümler sonucunda baskı/kalıp işi yapan çalışanda benzen maruziyeti tespit edilmemiş, 0,4925 mg/m³ toluen, 0,0702 mg/m³ etilbenzen ile 0,2825 mg/m³ ksilen maruziyetleri olduğu tespit edilmiştir. Yapılan ortam ölçümü sonucunda ise baskı işinin yapıldığı sırada ortama referans sınır değerinde 1000 ppm etil alkol yayıldığı tespit edilmiştir. Benzen için mevzuat sınır değeri 3,25 mg/m³, toluen için 192 mg/m³, etilbenzen için 442 mg/m³, ksilen için 221 mg/m³’dir (Tablo 2.7).

Tablo 2.7: Bazı UOB maruziyeti yönetmelik sınır değerleri (Sert, 2014).

Sınır Değerler	Benzen (mg/m ³)	Toluen (mg/m ³)	Etilbenzen (mg/m ³)	Ksilen (mg/m ³)
Kan. Mut. Mad. Çal. Sağ.Güv. Önl.Hk. Yön.	3,25			
Kim. Mad. Çal.Sağ. Güv. Önl. Hk. Yön.		192	442	221
ACGIH	1,6	188	434	434

Metallerin makinede işlenmesi işinin yapıldığı işletmede ise 5 adet solunabilir toz maruziyet ölçümü, 2 adet lifsi toz maruziyeti, aynı çalışan üzerinde 3 adet ağır metal (Fe, Zn, Cu) maruziyet ölçümü ve 3 farklı çalışan üzerinde benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen olmak üzere dört farklı aromatik hidrokarbon maruziyet ölçümü ile dökümhane ve kaynak atölyesinde karbondioksit (CO₂), karbonmonoksit (CO) ve azot oksit (NO_x) tespiti için ortam

ölçümleri yapılmış (Sert, 2014). Lastik sal atölyesinde başka bir çalışan üzerinde yapılan ölçüm sonucunda ise sınır değerden çok yüksek miktarda, $17,777 \text{ mg/m}^3$ benzene, $0,780 \text{ mg/m}^3$ etil-benzene maruziyet tespit edilmiş, toluen ve ksilen maruziyeti tespit edilememiştir. Boyahanede boyama işi yapan iki farklı çalışan üzerinde yapılan ölçüm sonucunda ise bir çalışanın $0,504 \text{ mg/m}^3$ benzen, $185,24 \text{ mg/m}^3$ toluen, $0,037 \text{ mg/m}^3$ etilbenzen ve $48,827 \text{ mg/m}^3$ ksilen maruziyeti; diğer çalışanın ise $128,40 \text{ mg/m}^3$ toluen, $0,033 \text{ mg/m}^3$ etilbenzen, $46,057 \text{ mg/m}^3$ ksilen maruziyeti tespit edilmiş, benzen maruziyeti tespit edilememiştir (Sert, 2014).

Ateşli silahların ve savaş malzemelerin bakım ve tamirinin yapıldığı işletmede 3 adet solunabilir toz maruziyet ölçümleri, iki farklı çalışan üzerinde 3 adet ağır metal (Fe, Zn, Cu) maruziyet ölçümleri ve bir çalışan üzerinde benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen olmak üzere dört farklı aromatik hidrokarbon maruziyet ölçümleri ile kaynak atölyesinde karbondioksit (CO_2), karbonmonoksit (CO), azot oksit (NO_x) ve trikloroetilen tespiti için ortam ölçümleri yapılmış. Lastik plastik bölümünde baskı kalıp işi yapan bir çalışan üzerinde yapılan ölçüm sonucunda $1,99 \text{ mg/m}^3$ benzene, $0,17 \text{ mg/m}^3$ toluene, $2,64 \text{ mg/m}^3$ etilbenzene ve $14,3 \text{ mg/m}^3$ ksilene maruziyet tespit edilmiştir (Sert, 2014).

Pamuk elyafının bükülmesi, iplik haline getirilmesi ve tekstil ürünleri imalatı işlerinin yapıldığı tekstil fabrikasında 27 farklı çalışan üzerinde solunabilir toz maruziyet ölçümleri, 3 farklı çalışan üzerinde lifsi toz maruziyet ölçümleri ile 2 farklı çalışan üzerinde benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen olmak üzere dört farklı aromatik hidrokarbon maruziyet ölçümleri yapılmıştır (Sert, 2014). Boyahanede boyama işi yapan bir çalışan üzerinde yapılan ölçüm sonucunda bir çalışanın $1,05 \text{ mg/m}^3$ benzen ve $0,012 \text{ mg/m}^3$ ksilen maruziyeti tespit edilmiş, toluen ve etilbenzen maruziyeti tespit edilememiştir. Apre makinesinde görevli bir çalışanın ise $0,375 \text{ mg/m}^3$ benzen maruziyeti tespit edilmiş, toluen, etilbenzen ve ksilen maruziyeti tespit edilememiştir.

Bağlarbunarinin 2010 yılında yaptığı bir tez çalışmasında Türkiye’de bir alüminyum jant üretim tesisinde çalışma ortamının birçok noktasında işçilerin maruz kaldığı Uçucu Organik Bileşikler (UOB)’i tespit etmiştir. Ölçümler için jant üretimi yapılan alüminyum ergitme ve şekillendirme fabrikası seçilmiştir. Üretim bölümünde seçilen toplam 7 noktada partikül madde (PM_{10} ve maruziyet tozları), gaz (UOB) ve iz element örnekleme yapılmıştır. Havalandırma sistemin yenilenmesi sonrasında eski ölçümler tekrarlanmış ve havalandırma

performansı belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre ölçülen tüm değerler uluslararası sınır değerlerin altında belirlenmiştir. En yüksek UOB asetat bileşenleri olmuş ve 1398-2010 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerleri ölçülmüştür. Daha sonra ise kloroform, ksilen, benzen ve toluen yüksek değerlerde ölçülmüştür. Benzen konsantrasyonu havalandırma sistemi yenilenmeden önce 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iken yenilendikten sonra 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e düşmüştür. Toplam UOB değerlerinde havalandırma sisteminin yenilenmesi %50 ye yakın azalma kaydedilmesine neden olduğu bu çalışmada gözlenmiştir (Bağlarbunari, 2010). Tablo 2.8’de çeşitli sektörlerde tespit edilen organik madde maruziyet değerleri görülmektedir (Sert, 2014).

Tablo 2.8: Değişik sektörlerde organik madde maruziyeti (Sert, 2014).

Sektör Tanımı	İşyeri Bölümü	Benzen (mg/m^3)	Toluen (mg/m^3)	Etilbenzen (mg/m^3)	Ksilen (mg/m^3)
Plastik poşet, çöp torbası, çanta, torba, çuval, file, sandık, kutu, kasa, damacana, şişe, bidon, makara, masura, bobin, tıpa, kapak, kapsül vb. paketleme malzemelerinin imalatı	Baskı-Kalıp Bölümü (Lastik, Plastik)	Tespit edilemedi.	0,4925	0,0702	0,2825
Metallerin makinede işlenmesi (torna tasfiye işleri, metal parçaları delme, tornalama, frezeleme, rendeleme, parlatma, oluk açma, perdelama, birleştirme, kaynak yapma vb. faaliyetler)	Lastik Sal Atölyesi	17,777	Tespit edilemedi.	0,780	Tespit edilemedi.
	Boyahane	0,504	185,24	0,0366	48,827
	Boyahane	Tespit edilemedi.	128,4	0,033	46,057
Ateşli silahların ve savaş gereçlerinin bakım ve onarımı	Baskı-Kalıp Bölümü (Lastik, Plastik)	1,99	0,17	2,64	14,3
Pamuk elyafının bükülmesi ve iplik haline getirilmesi	Boyahane	1,05	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.	0,012
	Apre Makinesi	0,375	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.
Gemilerin ve teknelerin bakım ve onarımı	Kumlama Bölümü		0,51		
	Gemi Söküm	3,27	0,40	3,76	15,65
Kamu kurumları tarafından verilen insan sağlığına yönelik yataklı hastane hizmetleri	Laboratuvar			0,36	1,12
	Laboratuvar			2,85	9,41

Panel mobilya imalatında kullanılan yonga levha, lif levha ve benzeri ahşap malzeme üretiminde üre formaldehit (ÜF) tutkalı kullanılmaktadır. Üretiminde bu tür kimyasalların geçtiği ürünlerden bu kimyasallar zamanla yayılım göstermektedir. Özellikle kapalı ortamlarda gerçekleşen emisyon insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz etki, formaldehitin konsantrasyonuna bağlı olarak cilt, göz ve solunum yollarında alerjik tepkimeler oluşturduğu gibi kansere de sebebiyet verebilmektedir. Bu tür etkilerin azaltılması için, ahşap levhalardan yayılan formaldehitin konsantrasyonuna belirli yasal sınırlandırmalar getirilmiştir (URL1). Üre formaldehit tutkalının mobilya ,panel vb. ürünlerde yaygın olarak tercih edilmesinin nedeni, söz konusu tutkalın reaksiyona girme eğiliminin yüksek olması ve maliyetinin düşük olmasıdır. Dünya sağlık örgütü 2004 yılında formaldehitin Grup 2A kansere sebep olabilen gruptan, Grup 1'e dahil edilmesini önermiş ve 2006 yılından itibaren Grup 1'e yani insanlar için kanserojen sınıfına dahil edilmiştir. Avrupa Birliği ise formaldehiti, şüpheli kanserojen grubundan, insanlar için kanserojen grubuna dahil edilmesi gerektiğini öngörmüştür (URL2).

Türkiye'de işyeri ortamlarında UOB seviyeleri konusunda literatürde kısıtlı çalışmaya rastlanırken diğer ülkelerde yapılmış birçok bilimsel çalışmanın olduğu görülmektedir (Tsai ve ark. 2001; Shih ve ark., 2006; Decharat ve ark., 2017). Tayvan'da yapılan bir çalışmada petrol işleme tesisi işyeri ortamında Poliaromatik Hidrokarbon (PAH) bileşenleri araştırılmıştır. PAH bileşenlerin gaz fazında olanlarının toplam PAH içerisindeki oranları %69,2 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Shih ve ark. (2006) tarafında yine Tayvan'da yapılan bir başka çalışmada sinterleme tesisinde dört farklı işyeri ortamında ortam havasında bulunan poliklorinated dibenzo-p-dioxin'ler ve dibenzofuranlar tespit edilmiştir. Arjantin'de yapılan başka bir çalışmada ise dört farklı işyeri ortamında partikül madde, metaller ve PAH'lar tespit edilmiştir ve önemli miktarda benzofloranten ve benzopren varlığı belirtilmiştir (Lerner ve ark., 2018). UOB'lerin tür çeşitliliğinin belirlenmesi önemli iken sürekli ölçümü uygulanabilir olmadığından literatürde işyeri ortamlarında direk toplam UOB takibinin sürekli ölçüm sistemleri ile yapılmasına yönelik çalışmalarda mevcuttur. Duarte ve ark. (2014) bu konuda yapılan tüm çalışmaları irdeleyen bir derleme makalesi yayınlamışlardır. Sağlık etkileri ile UOB seviyelerinin kıyaslandığı çalışmalar da mevcuttur. Decharat (2017) yaptığı çalışmada Tayland'da baskı fabrikasında hipürik asit ve toluen seviyeleri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve bu iki parametre arasında 0,7 düzeyinde bir korelasyon olduğunu belirtmiştir. Vyskocil ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada işyeri ortamlarındaki toksik bileşenlerin tek tek değil birlikte

bulunmaları halinde interaktif sağlık risklerini kullanıcı dostu bir yazılım ile tanımlamıştır. Bu çalışmaya göre bileşenlerin tek başlarına sağlık riskleri bazen önemsizken birçok bileşenin aynı anda maruziyeti önemli riskler oluşturabilmektedir. |



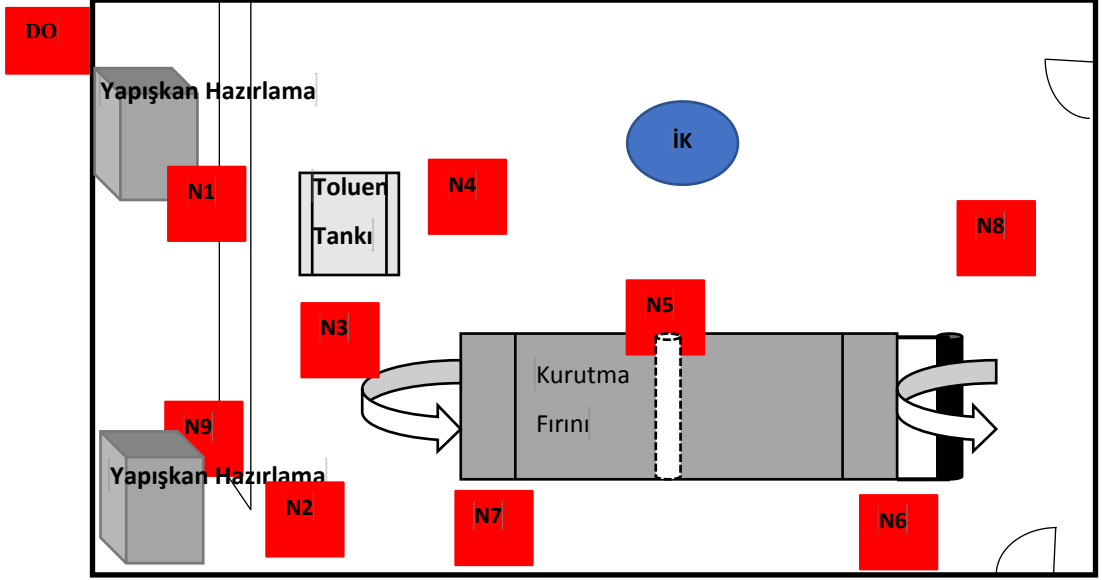
3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI TESİSİN TANIMI

Bu çalışmada seçilen örnek endüstri, muhtelif yapışkanlı bant üretim tesisidir. Tesiste yapışkan bant üretimi yapılan birçok bölüm bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında iç ortam UOB konsantrasyonu en yüksek olan ve havalandırma sisteminin yenileneceği bir bölüm seçilmiştir. Çalışmanın yapıldığı bölümde, sıcak yapışkanın farklı özelliklerdeki filmlere uygulanması prosesi yürütülmektedir. Tesisin bu bölümünde iki adet sıcak yapışkan sürme makinesi ve bir adet sıcak yapışkan küçük sürme makinesi mevcuttur. Film halindeki polipropilen malzeme release ünitesinde release kimyasalı tatbik edildikten sonra kurutma işleminden geçirilir (koli bandı, ön bant ve seloteyp bantlar için, diğer ürünlere release uygulanmaz). Ardından makinelerin korona ünitesine alınarak yapışkanın (Hotmelt) film üzerinde tutulması için elektriksel akım işlemine tabi tutulur. Daha sonra tutkal sürme bölümüne gelir. Her makinenin olduğu yerde birer adet yapışkan hazırlama bölümü (Hotmelt Hazırlama) mevcuttur. Hazırlanan tutkallar sürme ünitesinde sürüldükten sonra soğutma silindirlerinden geçirilerek, yapışkanın kurutma işlemi gerçekleştirilir. Soğutma işlemi tamamlandıktan sonra ürün sarma ünitesine alınarak oradan kesme ünitesine aktarılır.

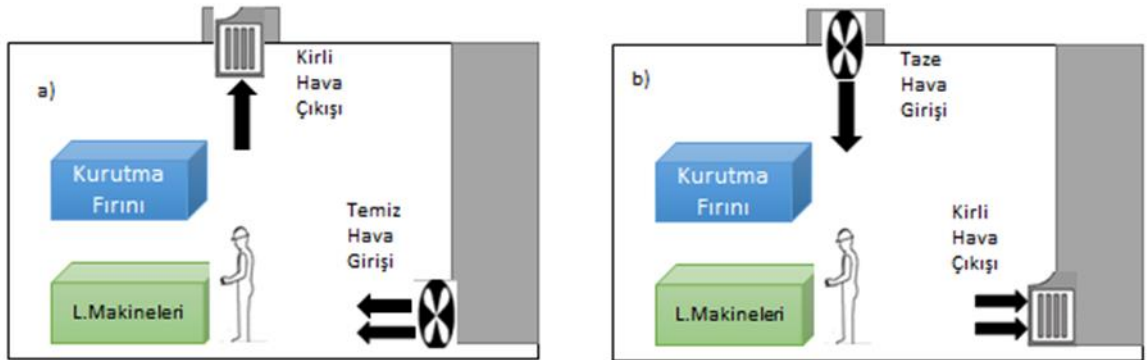
3.2. UOB ÖRNEKLEME NOKTALARI

Şekil 3.1’de tesiste ölçüm yapılan bölümün genel görünüşü ve ölçüm noktalarının konumları verilmiştir. N6, N8 ve N3 kurutma fırını yakınındaki noktalardır. Film ve Tekstil yapışkan solvent ile (Toluen içeren) kurutma fırını başında buluşturulmakta ve kurutma fırını boyunca yaklaşık 40 °C’de kurutularak proses gerçekleşmektedir. N3 kurutma fırını girişindeki N6 ise kurutma fırını çıkışındaki örnekleme noktalarıdır. Kurutma fırını içinde buhar faza geçiş yapan solventler UOB’ler olarak çalışma ortamı iç havasına dağılmaktadırlar. N3 ve N6 noktalarının olduğu koridor (duvar ile makineler arası) yaklaşık 3 m’dir ve UOB’lerin dağılımı diğer noktalara kıyasla daha yavaş gerçekleşmektedir.



Şekil 3.1: Fabrika içi üretim bölümü yerleşim planı ve ölçüm noktaları. (N1...N9: 1. ... 9. UOB örnekleme noktaları, İK: İklimlendirme ölçüm noktası, DO: Dış ortam örnekleme noktası).

Şekil 3.2’de ise tesiste havalandırma sisteminin yenilenmeden önceki ve yenilendikten sonraki genel havalandırma planları verilmiştir. Şekil 3.2-a’da görüldüğü gibi eski havalandırma sistemi alttan temiz hava girişi, üstten kirli hava çıkışı olacak şekilde tasarlanmış ve çalıştırılmaktadır. Buna karşın Şekil 3.2-b’de görüleceği gibi yeni havalandırma sisteminde ise temiz hava girişi üstten kirli gaz çıkışı alttan olacak şekilde havalandırma kurulumu ve işletilmesi yapılmaktadır.



Şekil 3.2: Ölçüm yapılan çalışma ortamı havalandırma planı a) Yenileme öncesi b)Yenileme sonrası genel şekli.

Örnekleme noktaları ve örnekleme sürecine ait detaylı tanımlama değerleri Tablo 3.1’de özetlenmiştir.

Tablo 3.1: Örnekleme noktaları ve örnekleme bilgileri.

Havalandırma Yenileme Öncesi				
Örnekleme Tarihi	Örnekleme Noktaları	Örnekleme zamanı (saat:dakika)	Örnek Miktarı (L)	Örnek Noktası Tanımı
07/11/2016	1	Sabah 8:55-11:58 Ö.Sonra 12:03-14:56	91,5 86,5	Yapışkan Hazırlama 1 Bölümü Yanı
07/11/2016	2	Sabah 8:57-11:57 Ö.Sonra 12:04-14:55	90,0 85,5	Kurutma Fırını Arkası
03/11/2016 02/11/2016	3	Sabah 8:52-11:57 Ö.Sonra 11:51-15:05	92,5 90,5	Toluen Tankı Arkası
08/11/2016	4	Sabah 8:40-11:48 Ö.Sonra ÖA ¹	94,0	Toluen Tankı Yanı
08/11/2016	5	Sabah 8:42-11:49 Ö.Sonra 11:51-14:52	93,5 90,5	Üretim alanı orta noktası
03/11/2016 02/11/2016	6	Sabah 8:47-11:54 Ö.Sonra 11:45-15:02	93,5 92	Yapışkan sürme bandı arkası
08/11/2016	7	Sabah 8:38-11:51 Ö.Sonra 11:52-14:53	96,5 90,5	Kurutma Fırını Arkası
02/11/2016	8	Sabah 8:45-11:50 Ö.Sonra 11:42-14:59	92,5 92	Üretim Alanı Girişi
07/11/2016	9	Sabah 8:55-11:58 Ö.Sonra 12:01-14:56	91,5 87,5	Yapışkan Hazırlama 2 Bölümü yanı
Havalandırma Yenileme Sonrası				
Örnekleme Tarihi	Örnekleme Noktaları	Örnekleme zamanı (saat:dakika)	Örnek Miktarı (L)	Örnek Noktası Tanımı
09/02/2018	1	Sabah 9:00-12:11 Ö.Sonra 12:12-15:20	95,5 94	Yapışkan Hazırlama Bölümü Yanı
09/02/2018	2	Sabah 9:13-12:15 Ö.Sonra 12:16-15:24	91 94	Kurutma Fırını Arkası
06/02/2018	3	Sabah 10:00-13:03 Ö.Sonra 13:07-16:40	88 105	Toluen Tankı Arkası
07/02/2018	4	Sabah 10:03-13:07 Ö.Sonra 13:09-16:19	92 95	Toluen Tankı Yanı
07/02/2018	5	Sabah 10:00-13:05 Ö.Sonra 13:06-16:19	92,5 96,5	Üretim alanı orta noktası
06/02/2018	6	Sabah 10:20-13:20 Ö.Sonra 13:21-16:30	90 94,5	Yapışkan sürme bandı arkası
09/02/2018	7	Sabah 9:17-12:17 Ö.Sonra 12:19-15:25	90 93	Kurutma Fırını Arkası
06/02/2018	8	Sabah 10:15-13:15 Ö.Sonra 13:15-16:30	90 97,5	Üretim Alanı Girişi
07/02/2018	9	Sabah 10:05-13:11 Ö.Sonra 13:13-16:21	93 94	Yapışkan Hazırlama Bölümü Yakını (Hizası)
06-07-09/02/2018	Dış ortam ²	06/02/18 10:40-16:35 07/02/18 10:04-16:29 09/02/18 09:22-15:26	71,0 77,0 72,0	Üretim Binası Dışı

¹: ÖA: Örnek Alınamadı; ²: Hava Akış hızı 200 cc'dir. Ö.Sonra: Öğleden sonra.

UOB ölçümlerinin yapıldığı bölmede teknik imkanlar nedeni ile toplam üç adet örnekleme düzeneği kurulmuş ve aynı anda sadece seçilen üç noktadan örnek alınabilmektedir. Bu örnekleme noktalarının seçimi çalışma alanı içinde UOB dağılımını gözlemleyebilmek için homojen seçilmeye çalışılmıştır. Örnekleme çalışması tesiste toplam 3,5 gün havalandırma öncesi ve toplam 3 gün havalandırma yenileme çalışması sonrası yapılmıştır.

Çalışmada tesis içindeki UOB miktarını belirlemek ve cihazların güvenliğini sağlayabilmek için sabit 3 adet platform yapılmıştır. Cihazlar 1 m yükseklikte 80x80 cm ebatlarında yapılan bu platformlara yerleştirilmiştir. Örnekleme düzeneğinin fotoğrafı Şekil 3.3’de gösterilmiştir. UOB örneklemleri üretim sürecinin aktif çalışır konumda olduğu zamanlarda yapılmıştır ve 3 örnekleme sistemi aynı anda çalıştırılmıştır. Havalandırma sisteminin yenilenmesi öncesinde, 2, 3, 7 ve 8 Kasım 2016’da sabah ve öğleden sonra olmak üzere tesis içinde toplam 9 noktada 17 örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3.3: Örnekleme düzeneğinin genel görüntüsü.

İkinci ölçümler havalandırma sistemi yenilendikten sonra 6,7 ve 9 Şubat 2018’de iç ortamda toplam 9 noktada sabah ve öğleden sonra, dış ortamda bir noktada tüm gün olmak üzere 21 örnekleme yapılmıştır. Her örnekleme sürecinde 3 adet aktif karbon tüpü alan şahit olarak kullanılmıştır. İç ortamdaki her bir noktadan bir sabah bir de öğleden sonra olmak üzere üçer

saat örnekleme yapılmıştır. Alınan örnekler soğuk zincir kargolama metodu kullanılarak Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği laboratuvarına gönderilmiştir.

3.3. UOB ANALİZİ

İşyeri ortamında UOB derişimlerinin belirlenmesinde ASTM D 3686 ve ASTM D 3687 referans metotlarına göre örnekleme düzenekleri kurulmuş ve numuneler alınmıştır. Örnekleme sistemi olarak 100/50 mg'lık aktif karbon tüpü (plastik kapakları çıkarılmış ve uçları kırılmış), rotometre, silika jel ve pompa sırasıyla kurulmuştur. Sistemin sızıntı kontrolleri yapılmıştır. Pompa çalıştırılmış ve örnekleme için gerekli debi 30 L/Saat civarında ayarlanmıştır. Örnekleme debisi ve örneklemenin başlangıç saati kayıt edilmiş ve 3 saat boyunca örnek alınmıştır. Örneklemeden sonra aktif karbon tüplerinin plastik kapakları kapatılmış ve örnekleri tanımlamak amacıyla etiketlenmiş, buzdolabında muhafaza edilmiştir. Örnek tüpleri son örneğin alındığı günden itibaren 48 saat içinde soğuk zincir kargolama yöntemi ile analiz için laboratuvara ulaştırılmıştır.

Laboratuvara getirilen aktif karbon tüpleri kırılarak içindeki aktif karbonlar 2 ml'lik viallere boşaltılmış ve üzerine 1 ml karbon disülfid (CS₂) ilave edilmiştir. Numuneler ultrasonik banyoda 15 dakika ekstrakte edildikten sonra berrak bölümün oluşması için 15 dakika santrifüjlenmiş, berrak bölüm GC-MS'de analizlenmek üzere 2 ml'lik cam viallere aktarılmıştır. Örnekleme süresince üç adet ilk üç adet son örnekleme olmak üzere toplam 6 şahit UOB örneği alınmış ve aynı şekilde analizi yapılmıştır. Şahit Aktif Karbon tüplerine ait GC-MS'de okunan UOB ortalama konsantrasyonları Tablo 3.2'de verilmiştir. Her bir örnek için yapılan ölçümlerdeki UOB seviyesi şahit değerleri çıkarılarak hesaplanmıştır. Hesaplama aşağıdaki formül kullanılarak yapılmıştır;

$$UOB \text{ Konsantrasyonu} = \frac{[UOB \text{ GC MS Okunan Değer} (\frac{ng}{ml}) - \text{Şahit GC MS Okunan Değer} (\frac{ng}{ml})] * 1 \text{ ml}}{\text{Hava hacmi (l)}}$$

[3.1]

Tablo 3.2: Tesiste yapılan örneklemler sırasında alınan şahit numunelerde tespit edilen ortalama UOB değerleri (ng/ml).

Kimyasal	1. Ölçüm		2. Ölçüm	
	ortalama	standart sapma	ortalama	standart sapma
3-Methylpentane	99.4	13.9	258.3	33.3
n-Pentane	235.3	59.3		
2,4-Dimethylpentane	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.	34.8	6.0
Methylcyclopentane	25.7	10.1	146.4	32.5
2,2,4-Trimethylpentane	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.	449.5	24.2
Toluene	28.2	15.6	15.6	1.9
m,p-Xylene	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.	2.4	0.3
n-Decane	91.3	3.5	45.3	3.1
Cyclohexane	58.3	3.4	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.
3-Methylpentane	99.4	13.9	258.3	33.3

3.4. İKLİMLENDİRME PARAMETRELERİNİN ÖLÇÜMÜ

UOB ölçümleri sırasında Testo 480 Model iklimlendirme cihazı tesis içinde uygun bir noktaya yerleştirilmiş ve sürekli CO₂, nem, sıcaklık, hava akım hızı, ışık şiddeti ve basınç değerleri ölçülmüştür. Bu cihaz klimatüre edilmiş parametreleri ölçmek için bir ölçüm cihazıdır. Testo 480, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde ve işyerinde değerlendirme ve akış ölçümleri için konfor seviyesi ölçümleri için idealdir. Şekil 3.4'te iklimlendirme cihazının görüntüsü görülmektedir.



Şekil 3.4: İklimlendirme cihazının genel görüntüsü. |

4. BULGULAR

4.1. TESİS İÇİ UOB KONSANTRASYONLARI

Bu tez çalışması bir yapışkan bant üretim tesisindeki üretim ünitelerinden birinde iç ortam hava kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Tesiste seçilen bir üniteye mevcuttaki havalandırma sistemi çalışırken ve havalandırma sisteminin yenilenmesi sonrası iki farklı dönemde UOB ölçümleri yapılmıştır. Tablo 4.1’de eski havalandırma sistemi mevcutken yapılan ölçüm sonuçları, Tablo 4.2’de ise yeni havalandırma sistemi çalışırken yapılan ölçüm sonuçları verilmiştir. Eski havalandırma sistemi olduğunda yapılan toplam UOB ölçümlerinin 111 ile 8899 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Havalandırma sisteminin yenilenmesini takiben yapılan ikinci örneklemelerde ise toplam UOB değerlerinin 1700 ile 23121 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

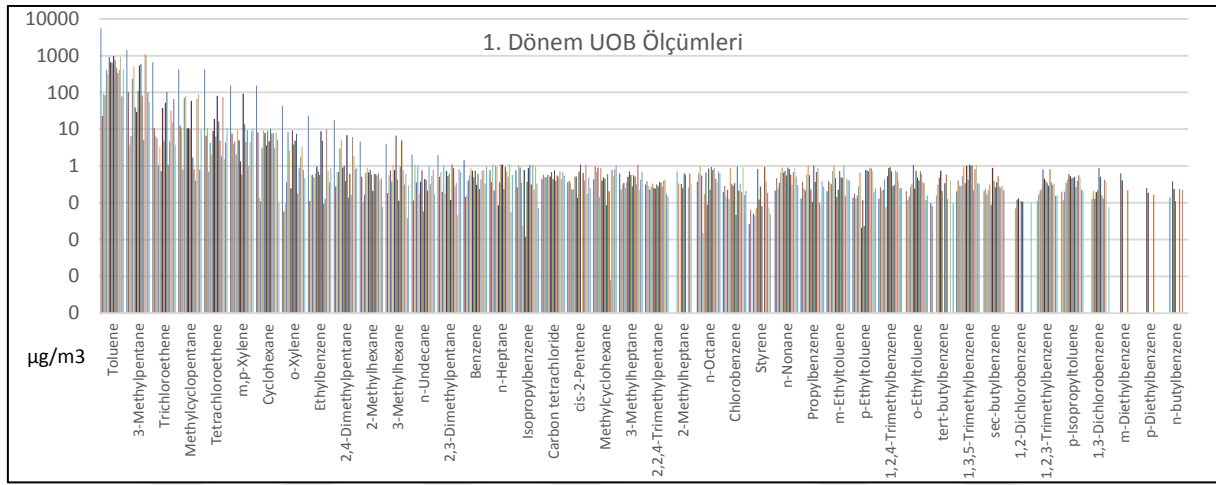
Tablo 4.1: Kasım 2016 Ölçümleri Toplam UOB değerleri.

Parametre	2 Kasım 2016		3 Kasım 2016		7 Kasım 2016		8 Kasım 2016	
	Sabah	Öğleden Sonra	Sabah	Öğleden Sonra	Sabah	Öğleden n Sonra	Sabah	Öğleden n Sonra
UOB, $\mu\text{g}/\text{m}^3$					8899,1	180,7		
N1					139,8	111,7		
N2		961,7	748,5				1010,2	
N3							792,0	786,1
N4								
N5		1523,2	1836,4					
N6							594,4	379,3
N7		2085,9	1709,1					
N8					275,5	528,8		
N9								
ORT $\pm$ SS		1523,6 $\pm$ 562,1	1413,3 $\pm$ 594,8		3104,8 $\pm$ 5 018,5	273,7 $\pm$ 223,6	798,9 $\pm$ 208,0	582,7 $\pm$ 287,7

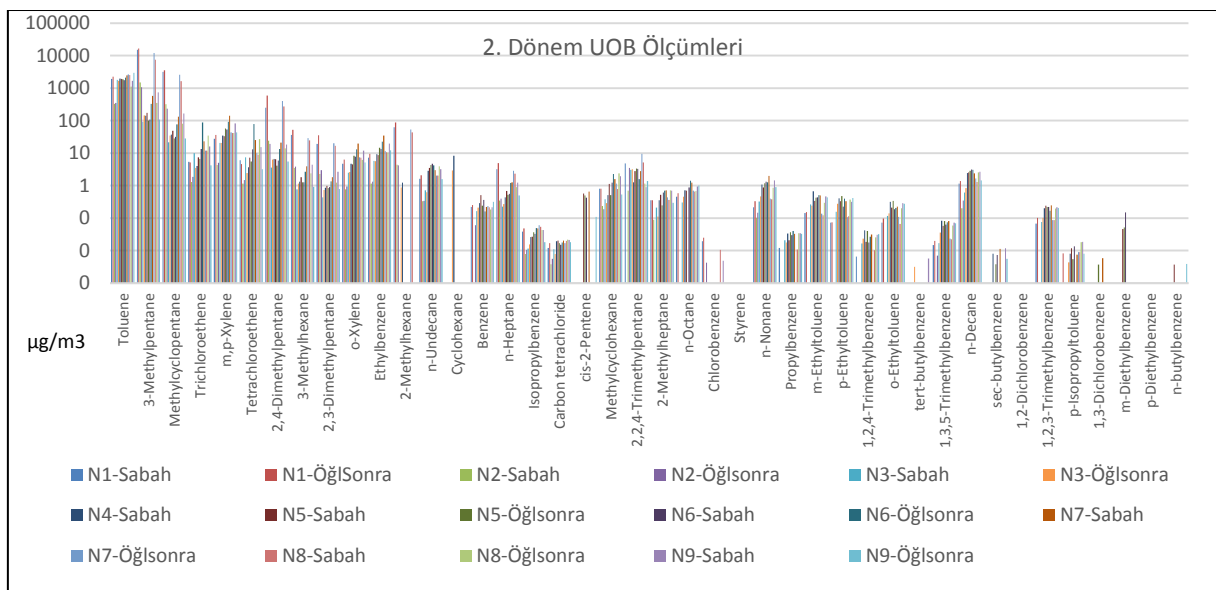
Tablo 4.2: Şubat 2018 Ölçümleri Toplam UOB değerleri.

Parametre	6 Şubat 2018		7 Şubat 2018		9 Şubat 2018	
	Sabah	Öğleden Sonra	Sabah	Öğleden Sonra	Sabah	Öğleden Sonra
UOB, N1					20807,5 2200,8	23121,3 1700,4
N2	1944,4	1914,7				
N3			2234,7	2213,6		
N4			2125,6	2013,6		
N5	2820,9	3436,0				
N6					17946,5	12046,7
N7	1711,0	2758,6				
N8			3161,8	3014,3		
N9						
ORT±SS	2158,8 ±585,2	2703,1 ±762,2	2507,4 ±569,4	2413,8 ±529,5	13651,6±1 0019,3	12289,5 ±10712,5

2 Kasım öğleden sonra, 3 Kasım sabah, 7 Kasım ve 8 Kasım 2016'da hem sabah hem de öğleden sonra aktif karbon tüplerine UOB örneklemeleri toplamda 9 farklı noktada yapılmıştır. Her örnekleme sürecinde aynı anda üç farklı noktada UOB örnekleme yapılmıştır. Aynı zamanda da iklimlendirme verilerinin her yarım dakikada bir ölçümü tesis içinde temsil edici sabit bir noktada yapılmıştır. Şekil 4.1'de ve Şekil 4.2'de örneklerin toplandığı aktif karbon tüplerinde GC-MS ile tespit edilebilen 40 çeşit UOB türünün her bir örnekteki tespit edilen değerleri verilmiştir.

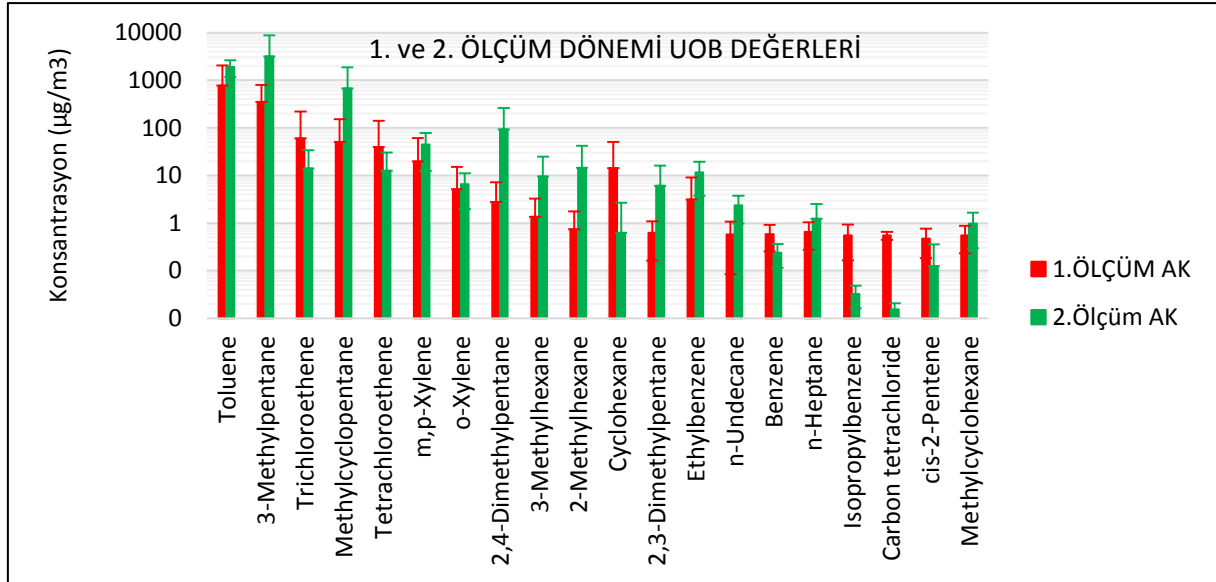


Şekil 4.1: 1.ölçüm döneminde UOB konsantrasyonları.



Şekil 4.2: 2. ölçüm döneminde tüm UOB konsantrasyonları.

Şekil 4.3’de ise her iki dönemde yapılan örneklemler sonucu ölçülen baskın ilk 20 UOB’nin ortalama konsantrasyon değişimi ve standart sapmaları gösterilmiştir.



Şekil 4.3: 1. ve 2.ölçüm en yüksek 20 UOB değerinin karşılaştırılması.

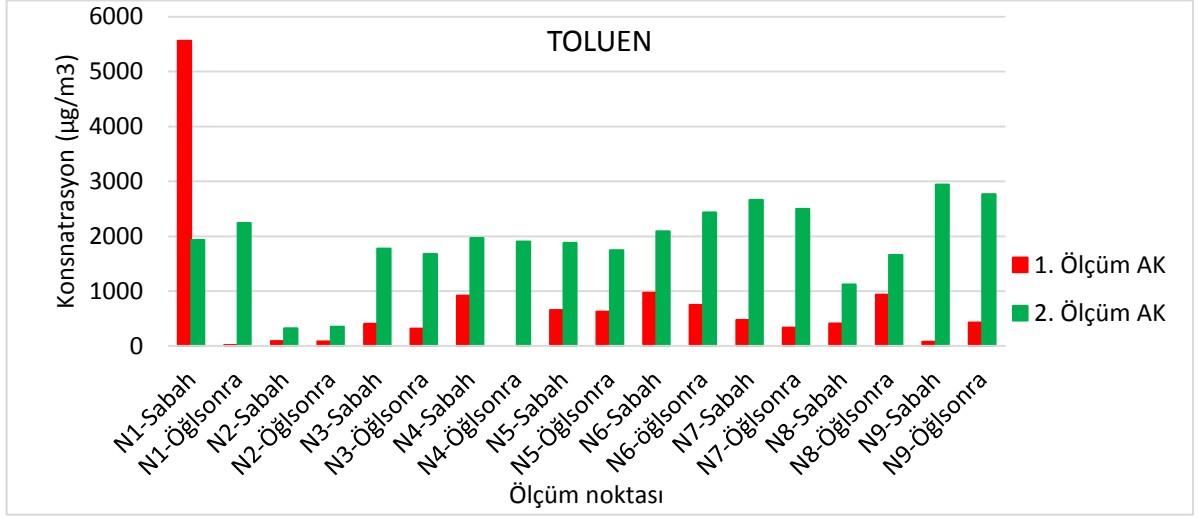
1.örnekleme döneminde en yüksek $768,4 \pm 1272,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ortalama ile Toluen bileşeni sonrasında $350,2 \pm 444,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ortalama ile 3-Methylpentan ölçülmüşken 2.örnekleme sürecinde $3144,5 \pm 5565,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ortalama ile en yüksek 3-Methylpentan bileşeni sonrasında ise $1887,8 \pm 721,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ortalama ile Toluen bileşeni ölçülmüştür. 1.örnekleme sürecinde tüm UOB ölçümlerinin ortalama %57,9’u Toluen bileşeni iken 2.ölçüm sürecinde Toluen toplam UOB’nin ortalama %26,4’ünü oluşturmaktadır. 2.ölçüm sürecindeki baskın bileşenin 3-Methylpentan olduğu görülmektedir (%52,8). Görüldüğü gibi yenilenen havalandırmaya rağmen genel UOB konsantrasyonları ikinci ölçümde çok daha yüksek çıkmıştır. Özellikle 3-Metilpentan, Metilsiklopentan, 2,4-dimetilpentan gibi pentan türevlerinde büyük artış olmuştur.

Şekil 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de en yüksek ilk beş UOB (Toluen, Tetrachloroethan, Trichlorethan, 3- methylpentan, Metilsiklopentan) değeri her örnekleme süreci ve her ölçüm noktası için karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

1.Örnekleme sürecinde en yüksek toplam UOB değeri ($8899,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 7 Kasım 2016 tarihinde sabah örneklemede sadece 1. ölçüm noktasında kaydedilmiştir. 7 Kasım 2016 tarihi Pazartesi sabah hafta vardiya başlangıcı olduğundan makinelerin solventler ile temizliği yapılmaktadır. Bu yüksek UOB değerinin üretimden değil genel temizlik işlemlerinden kaynaklandığı yapılan gözlemler ve firmadan alınan teknik bilgiler ile belirlenmiştir. Bunun dışında en yüksek toplam UOB konsantrasyonları 8. ölçüm noktası ($1700-2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 6. ölçüm noktası ($1500-1800 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ve 3. ölçüm noktasında ($750-1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 2-3 Kasım tarihlerinde ölçülmüştür. UOB konsantrasyonları 8 Kasım’da $600-800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (N4, N5 ve N7) aralığında 7 Kasım’da ise en düşük değerler olan $200-300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (N2 ve N9) aralığında değişmiştir.

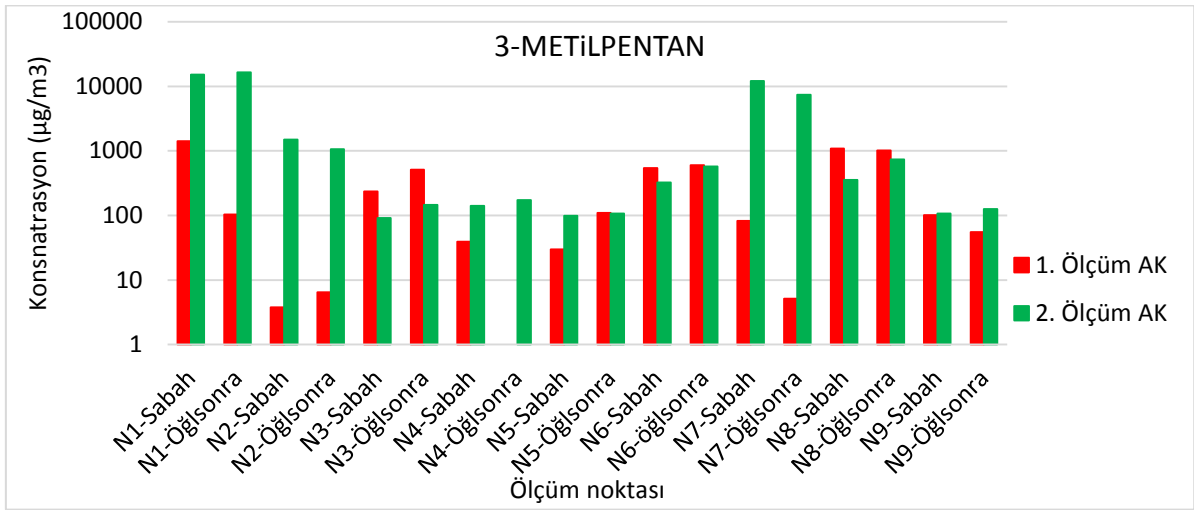
2.örnekleme sürecinde en yüksek toplam UOB değeri 1. ölçüm noktasında sabah ve öğleden sonra yapılan ölçümlerde gözlenmiştir ($23121,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $2200,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). UOB konsantrasyonları genel olarak 6 Şubat’ta $1750-3500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında (N3, N6, N8), 7 Şubat’ta $2000-3200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerleri arasında (N4, N5, N9), 9 Şubat günü ise $1700-23000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (N1, N2, N7) aralığında ölçülmüştür.

Toluen ölçümlerinde genel olarak tüm ölçüm noktalarında 2. ölçüm sürecinde belirlenen değerler ilk ölçüm sürecinin yaklaşık 2 katı yüksek değerler almıştır (Şekil 4.4). Toluen ölçümlerinde en yüksek değer ($5560.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ilk ölçümde 1.noktada sabah alınmıştır. Daha sonraki en yüksek değer ($2940.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ikinci ölçümde 9.noktada sabah gözlenmiştir. İlk ölçümlerde toluen konsantrasyonu 22.84 (N1-Öğleden sonra) – 5560.36 (N1-Sabah) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında çıkmıştır. İkinci ölçümlerde ise toluen konsantrasyonu 325.39 (N2-Sabah) – 2940.32 (N9-Sabah) aralığında değişim göstermektedir.



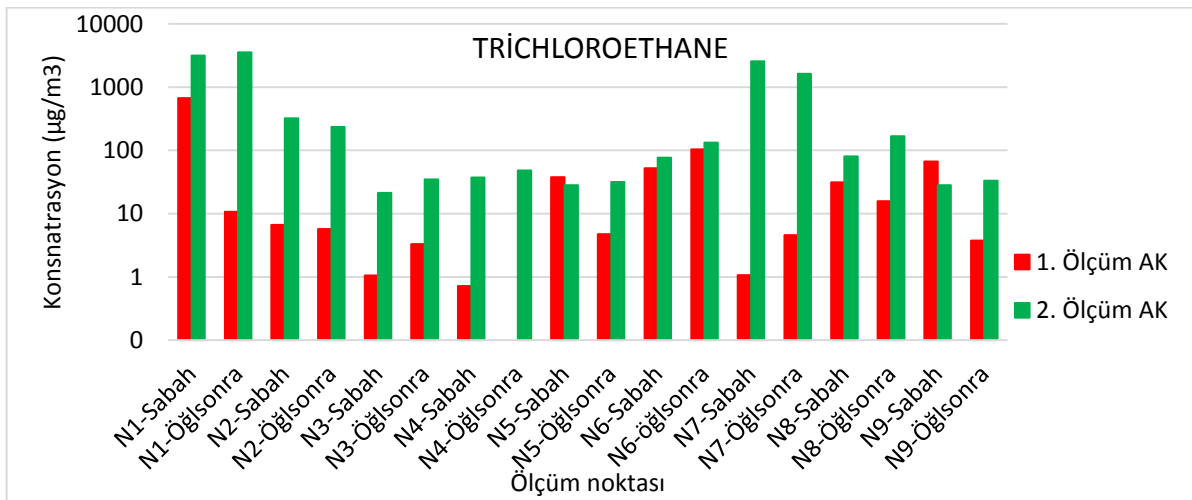
Şekil 4.4: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının Toluen Konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.

Şekil 4.5'te görüldüğü gibi 3-Metilpentan konsantrasyonu ikinci ölçümlerde ilk ölçüme göre çok yüksek çıkmıştır. İlk ölçümlerde 3-Metilpentan konsantrasyonu 3.77 (N2-Sabah) - 1414.88 (N1-Sabah) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında çıkmışken, havalandırma yenilenmesi sonrası yapılan ölçümlerde 91.09 (N3-Sabah) – 16419.37 (N1-Öğleden sonra) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında değişim göstermektedir. Özellikle 1. ve 7. örnekleme noktalarında 2.ölçüm sürecinde yaklaşık 7500-16000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında konsantrasyonlar ölçülmüştür ve bu değerler ilk ölçüm sürecinin 10-400 katı fazla değerlerdir. Buna karşın 3., 6. ve 8. örnekleme noktalarında ilk ölçümler ikinci ölçümlerin yaklaşık 2-3 katı fazladır.



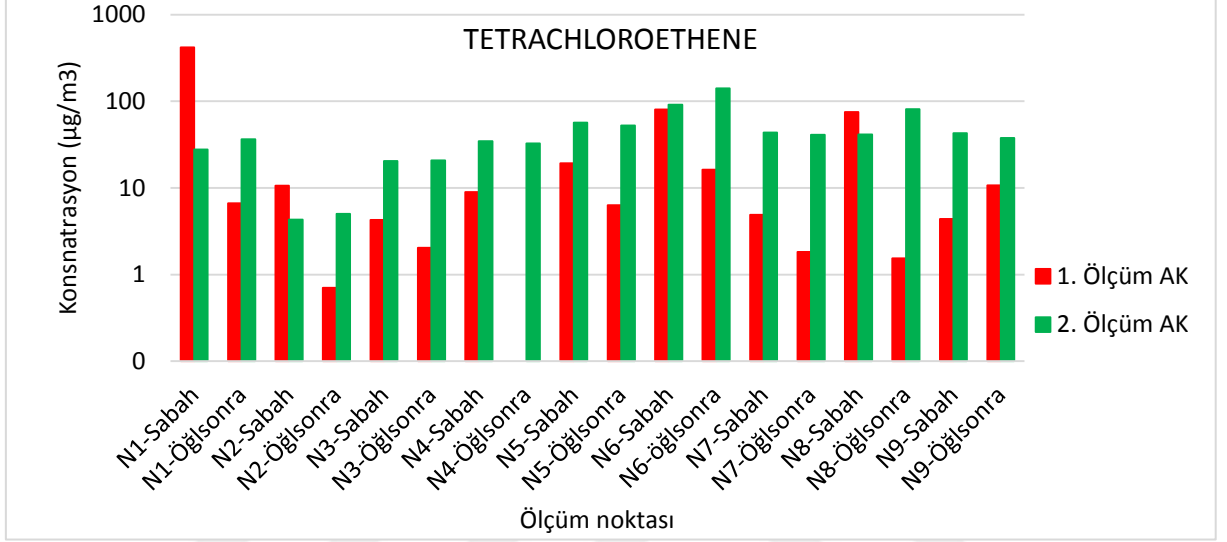
Şekil 4.5: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının 3-Metilpentan konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.

Şekil 4.6’da Trikloretan konsantrasyonları görülmektedir. İkinci ölçümlerde birinci ölçümlere göre yüksek değerlerle karşılaşmıştır. Trikloretan değişim aralığı ilk ölçümlerde 0,72 (N4-Sabah) – 669,36 (N1-Sabah) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olurken, ikinci ölçümlerde 21,28 (N3-Sabah) – 3546,31(N1-Öğleden sonra) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ şeklinde çıkmıştır. 3-Metilpentan değişimine benzer şekilde 1. ve 7. Örnekleme noktalarında ikinci örnekleme sürecinde çok daha yüksek değerler ölçülmüştür.



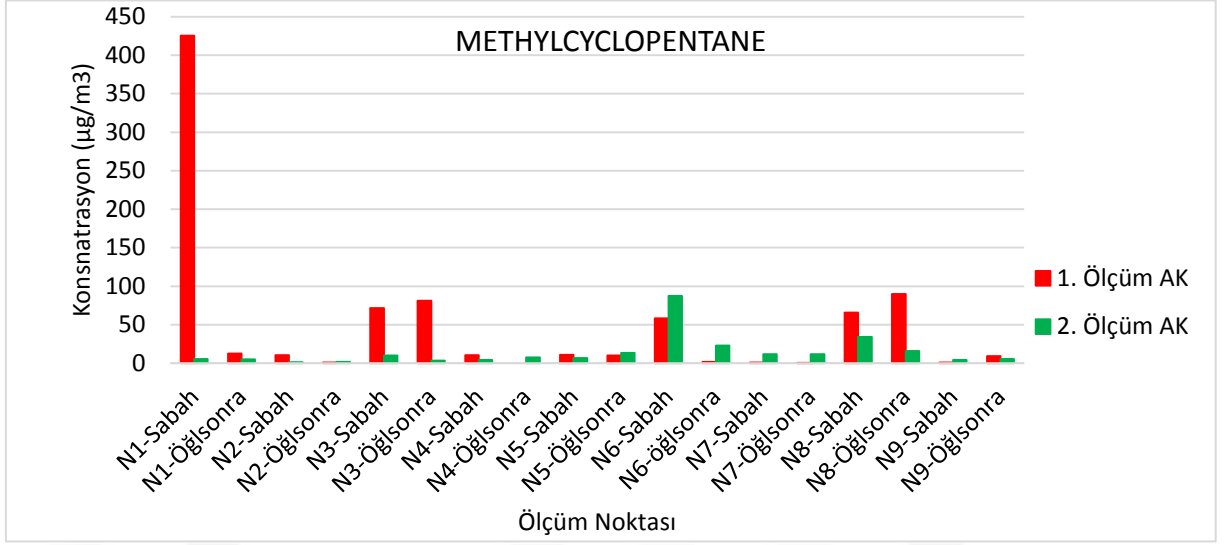
Şekil 4.6: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının Trikloretan konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.

Şekil 4.7’de iki ölçüm sonucu Tetrakloreten bakımından karşılaştırılmıştır. 1.ölçümde konsantrasyon aralığı 0,70 (N2-Öğleden sonra) - 417,61(N1-Sabah) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’dir. 2.ölçümlerde ise 4,29 (N2-Sabah) – 141,15 (N6-Öğleden sonra) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ şeklinde çıkmıştır. N1, N2 ve N8 sabah ölçümleri dışında diğer tüm noktalarda Tetrakloreten konsantrasyonu bakımından da ikinci ölçüm sonuçları daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.7: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının Tetrakloreten konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.

Şekil 4.8’de Metilsiklopentan konsantrasyon değerleri karşılaştırılmıştır. 1.ölçümler sonucunda Metilsiklopentan konsantrasyonu değişim aralığı 0,40 (N7-Öğleden sonra) – 425,52 (N1-Sabah) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ şeklinde çıkarken, 2.ölçüm sonuçları 1,29 (N2-Sabah) – 87,37 (N6-Sabah) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında değişim göstermektedir. Yapılan tüm örneklemeler sabah ve öğleden sonra üçer saat şeklindedir.



Şekil 4.8: 1.ve 2. Ölçüm sonuçlarının Metilsiklopentan konsantrasyonu bakımından karşılaştırılması.

Tüm UOB seviyelerinin sabah ve öğleden sonra değerleri incelendiğinde aynı nokta için sabah ve öğleden sonra değişimlerinin ekstrem değerler hariç önemli bir farklılık göstermediği söylenebilir. Her bir noktadaki UOB seviyesi gün boyu benzerlik göstermektedir.

Arslan Tatar ve ark. (2012)'ın yaptıkları çalışmada solvent kullanan tesislerde sağlık risk değerlendirmesi yapmışlardır. Boyahanelerde UOB kokusuna maruziyet sonucu olası risk seviyesini D olarak belirlemişlerdir. Bu risk düzeyi ek önlemler gerektirmektedir. Bu ek önlemler ortam havalandırma hızının artırılması, temiz hava akımının sağlanması, hava kalitesi iyileştirme teknolojilerinin uygulanması ve periyodik sağlık kontrollerinin yapılmasıdır.

Ülkemizde tesis iç ortam hava kalitesi çalışmaları oldukça kısıtlıdır. Tablo 5.1'de bu çalışma ve literatürdeki bazı çalışmaların BTEX türleri bakımından konsantrasyonları karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.3: Literatürdeki ve bu çalışma sonucundaki genel BTEX maruziyet seviyeleri.

Sektör Tanımı	Bölüm	Benzen (mg/m ³)	Toluen (mg/m ³)	Etilbenzen (mg/m ³)	Ksilen (mg/m ³)	Sektörün Bulunduğu Ülke	Kaynak
Yapışkanlı Bant Üretimi	Solventli Yapışkan Sürme	0-0,00	0,02-5,56	0-0,02	0-0,20	Türkiye	Bu çalışma
Plastik malzeme imalatı	Baskı-Kalıp	Tespit edilemedi.	0,49	0,07	0,28	Türkiye	Sert, 2014
Metal Sanayi	Lastik Atölyesi	17,77	Tespit edilemedi.	0,78	Tespit edilemedi.		
	Boyahane	0,50	185,24	0,03	48,82		
Makine İmalat Sanayi	Boya Atölyesi	2,43	0,80	Tespit edilemedi.	0,70		
	Elektrojen Atölyesi	1,78	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.	Tespit edilemedi.		
Silah Sanayi	Baskı-Kalıp	1,99	0,17	2,64	14,30		
Pamuk İşleme Sanayi	Boyahane	1,05	TESPİT EDİLEMEDİ.	TESPİT EDİLEMEDİ.	0,01		
	Apre Makinesi	0,37	TESPİT EDİLEMEDİ.	TESPİT EDİLEMEDİ.	TESPİT EDİLEMEDİ.		
Gemi/Tekne Bakım-Onarım Sanayi	Kumlama Bölümü		0,51				
	Gemi Söküm	3,27	0,40	3,76	15,65		
Hastaneler	Laboratuvar			0,36-2,85	1,12-9,41		
Alüminyum Jant Üretim Tesisi ^a	Ergitme ve şekillendirme	0,02	0,01	0,29	0,41	Türkiye	Bağlarbunari, 2010
Boya Sanayi	Boyahane	-	35,87	-	11,72	Tayland	Thetkathuek, 2015
Mobilya Sanayi	Boyahane	-	1925,87	99,91	247,62	Portekiz	Pedro ve Dias-Teixeira, 2016
Baskı Sanayi	Baskı Bölümü	3,97	98,18	44,31	202,0	İran-Tahran	Mansouri ve ark., 2015

^a: Havalandırma sistemi yenilenmeden önce en yüksek değerler verilmiştir.

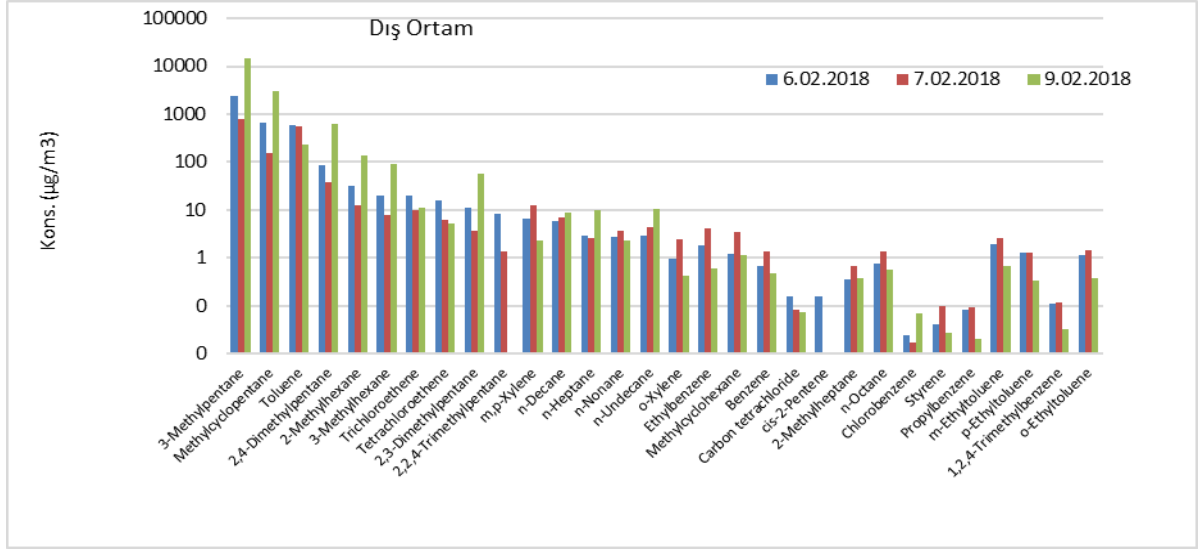
Yapılan çalışmalarda genel olarak tüm BTEX türlerinin Portekiz ve İran'da Mobilya ve Baskı sektöründe yüksek değerler aldığı gözlenmiştir (Pedro ve Dias-Teixeira, 2016; Mansouri ve ark., 2015). Toluen bakımından en yüksek seviyelerin gözlemlendiği sektörün Mobilya ve Metal boyahaneleri olduğu görülmektedir. Sert (2014) tarafından yapılan çalışmada toluenin ve ksilenin en yüksek değeri bir metal tesisi boyahanesinde (185,24 ve 48,82 µg/m³) ölçülmüştür. Bu çalışma sonuçlarının Türkiye'de yapılan çalışmalardaki diğer sektörlerdeki

seviyeler ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. Sadece boyahane dışındaki sektörlerde literatürde Toluen seviyesi 0,01 ile 0,5 mg/m³ arasında değişirken bu çalışma sonucunda daha yüksek toluen seviyeleri (0,02-1 mg/m³; maksimum 5,6 mg/m³) gözlenmiştir. Seçilen tesis bir yapışkan bant üretim tesisi olduğundan kullanılan solvent türleri Toluen ve Hekzan'dır. Bu çalışmada tespit edilen UOB'lerden Toluen'nin değişim aralığı 22,8 ile 5560 µg/m³, Etilbenzen'nin değişim aralığı 0,1 ile 35,5 µg/m³, Ksilen'nin değişim aralığı 1,59 ile 197,5 µg/m³, Benzen'nin değişim aralığı 0,1 ile 1,4 µg/m³ olarak çıkmıştır). Ölçümlerde görülen yüksek değişim aralığı tesiste uygulanan üretim prosesi farklılığından kaynaklanabilmektedir. Tesis içi gizlilik prensibi sebebiyle tüm üretim sürecindeki teknik detaylar temin edilememiştir.

Bu çalışma kapsamında yapılan ölçümler iş sağlığı ve güvenliği kapsamında tanımlanan limit değerlerin oldukça altında kalmaktadır. Ancak bu konsantrasyonlara işçiler günde 8 saat ve çalışma yılları süresince sürekli maruz kalmaktadır. Bu nedenle uzun süreli sağlık problemlerinin oluşumu göz ardı edilmemelidir. Ayrıca çalışma ortamında birden çok kimyasalın varlığı da göz önünde bulundurulmalıdır. İşyerlerinde bulunan kimyasallar iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilirken her bir kimyasal göz önüne alınarak değerlendirilmelidir. Sınır değerleri aşmayan uçucu bileşenler birlikte narkoz etkisine ve çeşitli sağlık bozukluklarına sebep olurlar. Böyle durumlarda biyolojik takip yeterli bilgi vermeyecektir. Fakat detaylı ve özenli yapılan periyodik muayene faydalı olabilir ve bu bilgilerin uluslararası kuruluşlarla paylaşılması sonucu yeni bakış açısı getirilip belirlenen sınır değerlerin değiştirilmesi gündeme gelebilir.

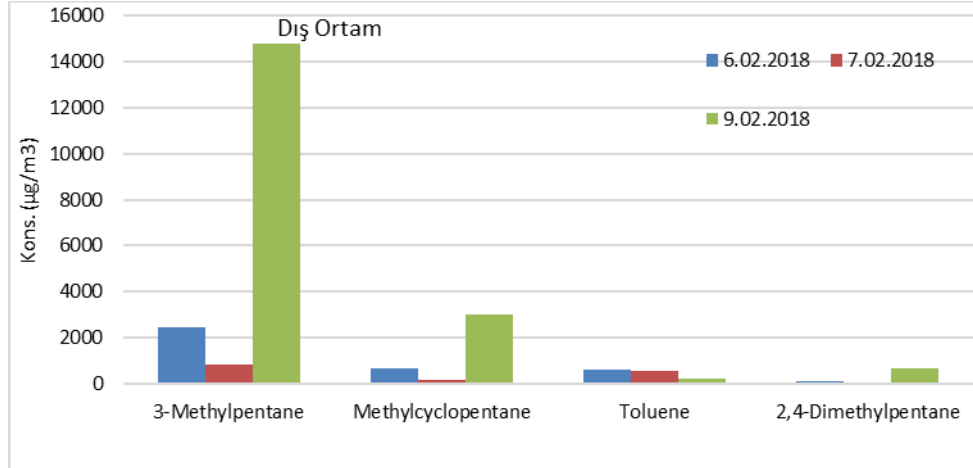
4.2. DIŞ ORTAM UOB KONSANTRASYONLARI

Tesiste iç ortamda her iki dönemde de aynı noktalarda ölçüm yapılmıştır. Sadece ikinci ölçüm döneminde ek olarak dış ortamda da ölçüm yapılmıştır. Bu dış ortam ölçümleri 6, 7 ve 9 Şubat 2018'de Şekil 3.1'de (DO) verilen noktada gün boyu tek örnek alınarak yapılmıştır. Şekil 4.9'da Şubat 2018'de üç gün boyunca yapılan dış ortam UOB seviyeleri ve bileşen değişimi verilmektedir.



Şekil 4.9: Dış ortam ölçümü UOB konsantrasyonları.

Dış ortam ölçümleri üretim noktasına en yakın acil çıkış kapısı önünden yapılmıştır ve bu ölçümlerde en yüksek UOB olarak 3-Metilpentan ($814-14816 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Metilsiklopentan ($155-2997 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Toluen ($232-572 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ve 2,4-Dimetilpentan ($38-643 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ölçülmüştür. Bu dört bileşenin üç farklı gündeki değişimi Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10: Dış ortam ölçümü en yüksek UOB konsantrasyonları.

9 Şubat günü yapılan tüm ölçümlerin diğer günlere kıyasla pentan bileşenleri için en az 10 kat daha yüksek olduğu görülmektedir. Toluen için ise bu durum geçerli değildir ve 6 ve 7

Şubat'ta benzer şekilde yaklaşık 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 9 Şubat'ta yaklaşık 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerine düşmektedir.

Dış ortamda pentan değerinin artışına neden olan kaynakların olduğu tahmin edilmektedir. Aynı şekilde tesis içinde yapılan ölçümlerde de 9 Şubat ölçümlerinin benzer şekilde pentan değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Pentan bileşenleri kullanılan solventlerde çoğunlukla kirlilik olarak bulunabilmekte ve emisyon akımları ile baca gazından dış atmosfere karışabilmektedir. Çalışmanın yapıldığı ikinci örnekleme sürecinde yenilenen havalandırma sistemi ile güçlendirilen havalandırma performansı dış ortam havasının tesis içine daha fazla alınmasına neden olmuştur. Bu durum dışardaki bileşenlerin iç ortamda birikimine sebep olmuştur.

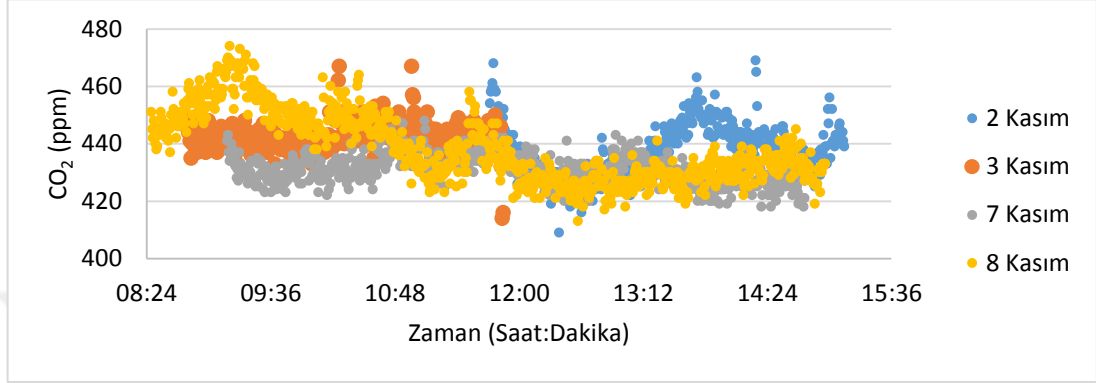
4.3. TESİS İÇİ İKLİMLENDİRME ÖLÇÜMLERİ

Ölçüm yapılan her günde iç ortam iklimlendirme verileri de takip edilmiştir. Tablo 4.3'de yapılan tüm iklimlendirme parametresi ölçümlerinin günlük ortalama değerleri verilmiştir.

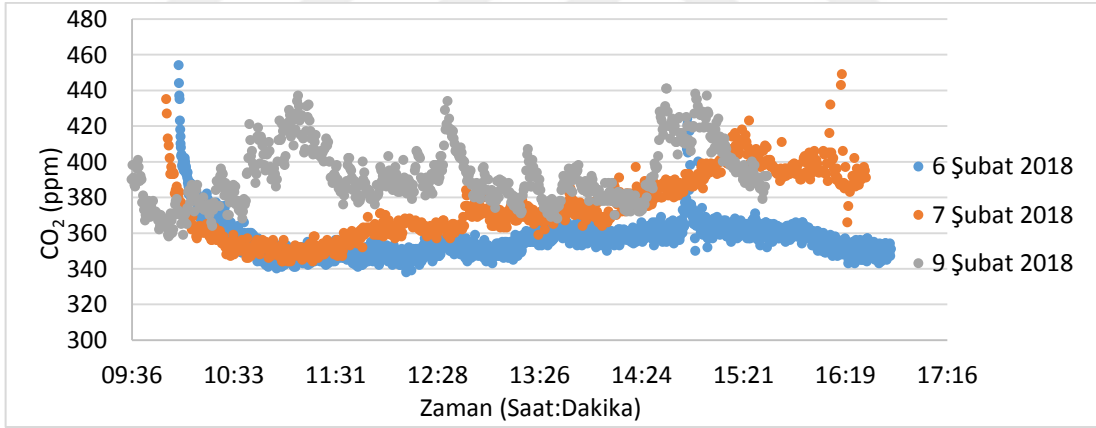
Tablo 4.4: Kasım 2016 ölçümleri toplam UOB ve ortalama iklimlendirme değerleri.

İklimlendirme Verileri	1. Ölçüm süreci tarihleri			
	2 Kasım 2016	3 Kasım 2016	7 Kasım 2016	8 Kasım 2016
CO ₂ , ppm	437,2±9,6	442,5±5,0	431,0±5,4	438,4±12,2
Nem, %	25,7±1,9	26,9±0,7	41,9±2,2	37,6±1,6
Sıcaklık, °C	26,5±1,0	27,7±0,7	26,3±0,9	27,0±0,7
Basınç, mbar	1001,1±0,8	997,2±0,2	993,2±0,2	992,23±0,5
Hava Hızı, m/sn	0,2±0,3	0,4±0,6	0,4±0,3	0,8±0,3
	2. Ölçüm süreci tarihleri			
	6 Şubat 2018	7 Şubat 2018	9 Şubat 2018	
CO ₂ , ppm	357±10	374±18	392,1±16,3	
Nem, %	38,5±2,6	44,0±3,3	41,9±4,0	
Sıcaklık, °C	18,4±0,6	18,9±1,7	20,6±1,6	
Basınç, mbar	1002,1±0,3	1000,6±1,4	994,2±0,4	
Hava Hızı, m/sn	0,4±0,2	0,3±0,2	0,2±0,1	

Buna göre eski havalandırma sisteminde CO₂'nin ortalama değişim aralığı 431- 442 ppm iken yeni havalandırma sisteminde 357-392 ppm olmuştur. Yeni havalandırma sistemi ortalama 60 ppm'lik bir CO₂ azalması oluşturmuştur. Dış ortam havasının iç ortama tamamen beslendiği düşünüldüğünde olası bir sonuçtur.

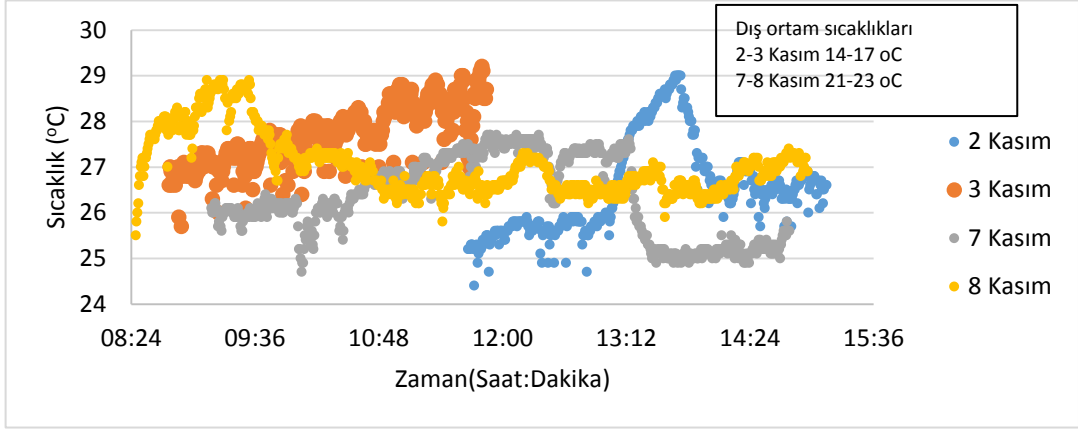


Şekil 4.11: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde CO₂'nin gün içindeki zamansal değişimi.

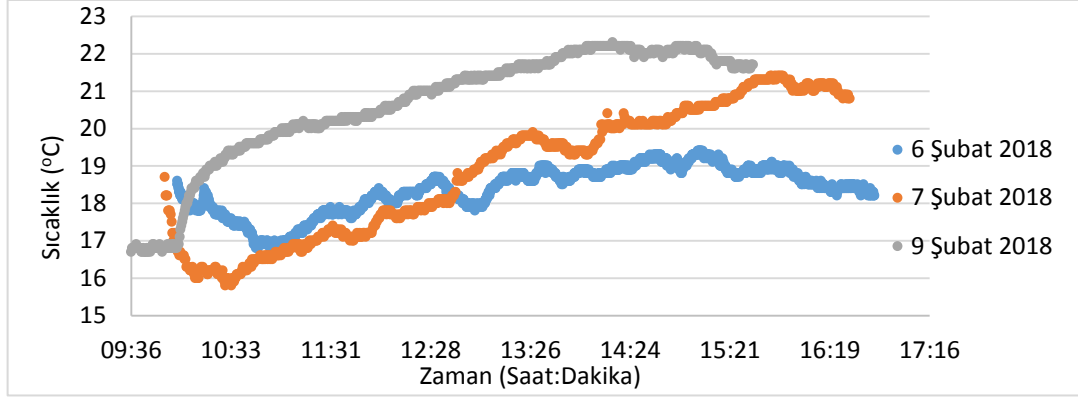


Şekil 4.12: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerinde CO₂'nin gün içindeki zamansal değişimi.

Benzer durum ortam sıcaklık değişiminde de görülmektedir. Eski havalandırma sisteminde sıcaklık ortalama 26 °C iken yenilenen sistem ile 19 °C değerlerine düşmüştür. Her iki havalandırma sisteminde de ısıtma ve soğutma devrede değildir. Sadece dış ortam havası ile havalandırma yapılmaktadır.



Şekil 4.13: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde sıcaklık değişimi.



Şekil 4.14: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerine sıcaklık değişimi.

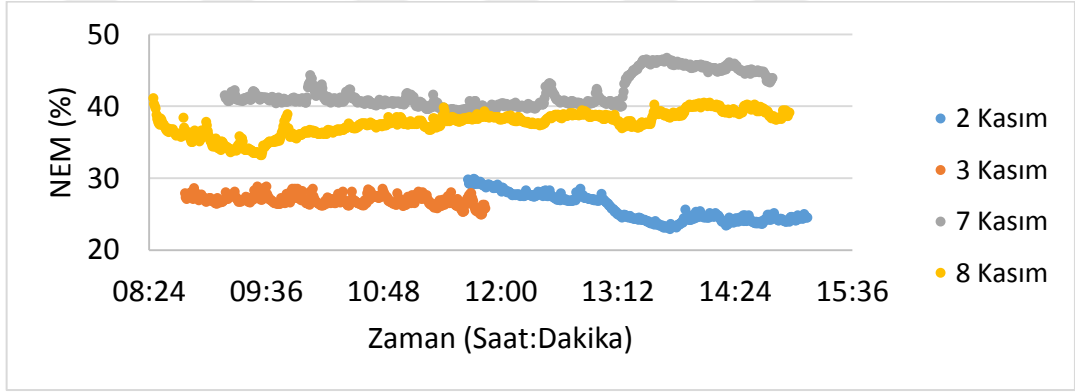
Ayrıca ortamdaki sıcaklık artışı CO₂ seviyesinin de artmasına ($R=0,82$) sebep olmaktadır. Dış ortamda bulunan CO₂ miktarı 300-500 ppm aralığındayken, iç ortamda bu değerin genellikle 1000 ppm'i aştığı gözlenmektedir. ASHRAE 62.1-2013'de iç-dış ortamlar arasında CO₂ konsantrasyon farkının 700 ppm'i aşmaması tavsiye edilmektedir. Buna karşın yapılan araştırmalarda CO₂ seviyesinin 1000 ppm civarına gelmesi ortamda yaşayanlarda baş ağrısı, iştah sorunu, göz, burun ve boğaz tahrişi, üst solunum yolu tahriş belirtileri vuku bulmaktadır (Güllü, 2015).

Tablo 4.3'de ve Şekil 4.11, 4.13, 4.15, 4.17'de görüldüğü gibi tesisin ölçüm yapılan çalışma alanında Kasım ayı ölçümlerinde CO₂ değişim aralığı genel olarak 430-440 ppm, ortam sıcaklığı 26-27 °C, ortam basıncı 1001-992 mbar, ortam nemi % 25-42'dir.

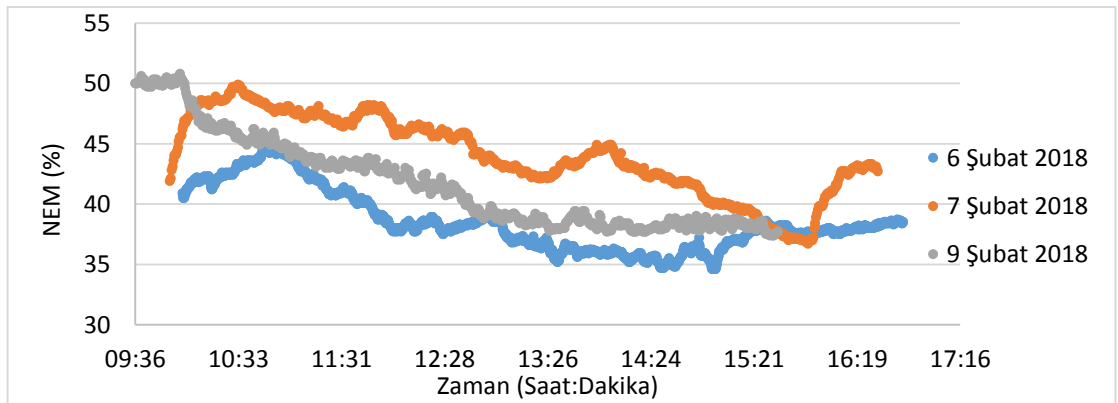
Şekil 4.12, 4.14, 4.16, 4.18’de görülen Şubat ayı ölçüm değerlerine göre ise CO₂ değişim aralığı genel olarak 360-390 ppm, ortam sıcaklığı 18-20 °C, ortam basıncı 994-1002 mbar, ortam nemi % 38-42’dir.

Tablo 4.1 ve 4.2’de verilen UOB değerlerinin iklimlendirme verileri ile ilişkisi korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Buna göre UOB konsantrasyonunun artması ortamdaki nem seviyesinin düşüşü ile yüksek korelasyonla ilişkilidir ($R=0,98$). Nemin düşmesi ise basınç artışı ile ($R=0,86$), basınç artışı ise havalandırma hızının düşüklüğü ile yüksek korelasyon göstermektedir ($R=0,79$).

Şekil 4.15’te ve 4.16’da Kasım ayı ve Şubat ayı nem konsantrasyonlarının gün içindeki değişimleri görülmektedir.

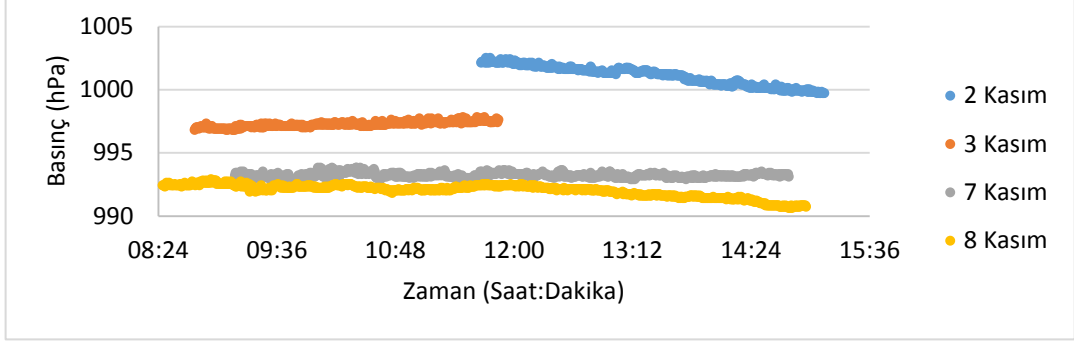


Şekil 4.15: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde nem değişimi.

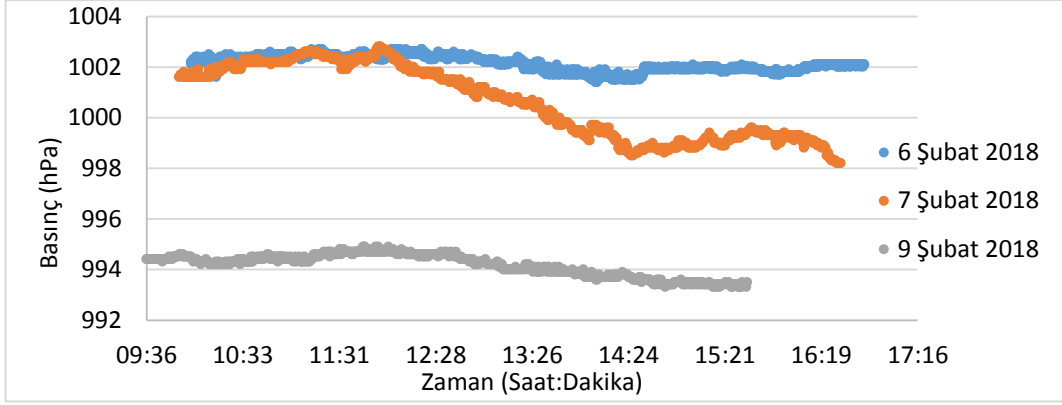


Şekil 4.16: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerinde nem değişimi.

Şekil 4.17’de ve 4.18’de Kasım ayı ve Şubat ayı basınç değerlerinin gün içindeki değişimleri görülmektedir.

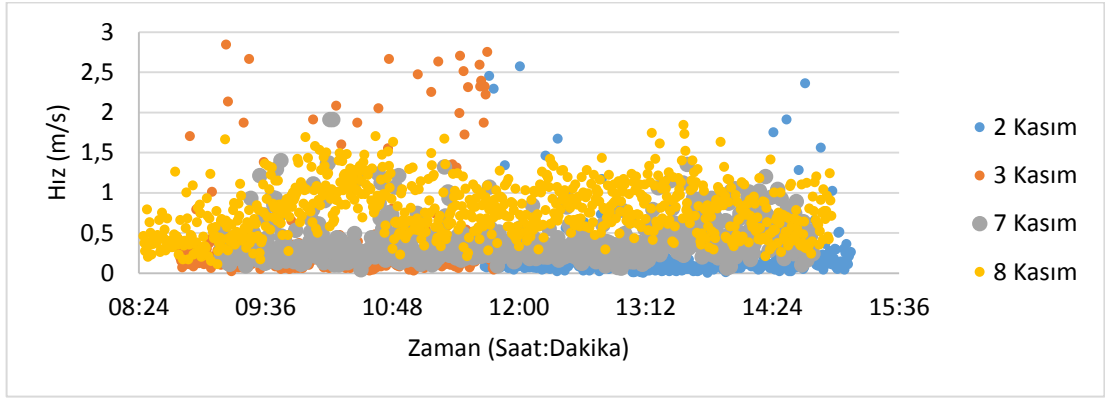


Şekil 4.17: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde basıncın değişimi.

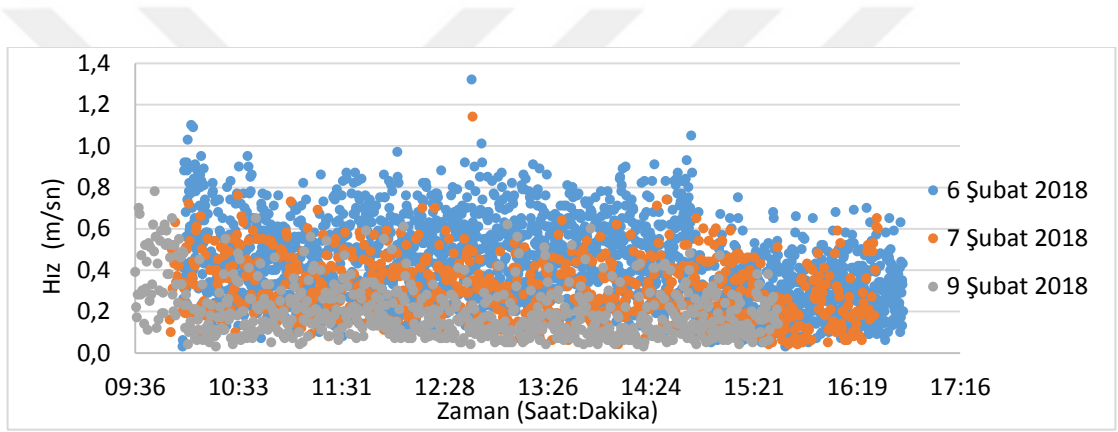


Şekil 4.18: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerinde basıncın değişimi.

Şekil 4.19’da ve Şekil 4.20’de iklimlendirme ölçümü sonucunda elde edilen havalandırma hızı değerlerinin gün içindeki zamanla değişimi görülmektedir. Kasım ayı ölçüm sonuçlarında en düşük havalandırma hızı 2 ve 3 Kasım tarihlerinde görülmüştür. Şubat ayı ölçüm sonuçlarına göre ise en düşük havalandırma hızı UOB konsantrasyonunun en yüksek çıktığı 9 Şubat günü ölçülmüştür. UOB seviyesinin yükselmesinde havalandırma hızının etkinliği açıkça görülmektedir ve düşük havalandırma hızlarında ortam basıncının artışı ile UOB seviyeleri yükselmektedir.



Şekil 4.19: Kasım ayı iklimlendirme ölçümlerinde havalandırma hızının gün içindeki değişimi.



Şekil 4.20: Şubat ayı iklimlendirme ölçümlerinde havalandırma hızının gün içindeki değişimi.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında yapışkan bant üretimi yapan bir tesiste iç ortam hava kalitesi UOB seviyeleri incelenmiştir. Bu amaçla tesiste üretim bölümlerinden seçilen bir bölümde iki farklı havalandırma sisteminin çalışması halinde farklı noktalardaki UOB çeşitleri ve konsantrasyon değişimi ölçümlerle belirlenmiştir. Yapılan ölçümlere göre yapışkan bant üretim tesisi laminasyon ünitesi çalışma ortamında eski havalandırma sistemi mevcut olduğunda ve Kasım 2016 yılında yapılan ölçümlere göre toplam UOB değişimi ortalama $1327,2 \pm 2044,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortanca= $786,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)'dür. Şubat 2018 de yeni havalandırma sistemi çalışırken yapılan ölçümlerde ise toplam UOB değişimi ortalama $5954,1 \pm 7193,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortanca= $2496,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$)'dür. Ortanca değerler dikkate alındığında yenilenen havalandırma sisteminin UOB seviyesini 3 kat artırdığı görülmüştür. Eski havalandırma sisteminin çalışma şekli dış ortam havasının alttan tesis içine beslenmesi ve üstten çekilmesi şeklindedir ve havalandırma emiş bacası tesis dış cephesindendir. Ancak yeni havalandırma sistemi üstten hava basmakta ve alttan emiş yapmaktadır ve havalandırma emiş bacası tesis çatısındadır.

Çalışma süresince tesis iç ortamında alınan toplam 35 UOB örneğinde 40 bileşen tespit edilebilmiştir. 1. Ölçüm sürecinde ölçümü yapılan toplam 40 adet UOB toplamının yaklaşık %59,1'i Toluen, % 29,1'i Pentan, % 6,1'i Etan, % 2,1'i Ksilen, % 1,5'i Hekzan, % 0,9'u Benzen'den oluşmaktadır. 2. Ölçüm sürecinde ölçümü yapılan toplam 40 adet UOB toplamının yaklaşık %31,7'si Toluen, % 65,8'i Pentan, % 0,4'i Etan, % 0,8'i Ksilen, % 0,4'i Hekzan, % 0,2'si Benzen'den oluşmaktadır. İlk havalandırma sisteminde tesis içinde Toluen bileşeni etkin paya sahipken ikinci havalandırma sisteminde Pentan bileşenleri toplam UOB'nin önemli kısmını oluşturmaktadır. İkinci örnekleme sürecinde dış ortamdan da UOB örnekleri alınmıştır. Dış ortam ölçümlerinde de pentan değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Pentan bileşenleri kullanılan solventlerde çoğunlukla kirlilik olarak bulunabilmekte ve emisyon akımları ile baca gazından dış atmosfere karışabilmektedir. Çalışmanın yapıldığı ikinci örnekleme sürecinde yenilenen havalandırma sistemi ile güçlendirilen havalandırma performansı dış ortam havasının tesis içine daha fazla alınmasına neden olmuştur. Ayrıca havalandırma için temiz hava emiş bacası çatıya konumlanmıştır ve

emisy on akımlarının yakınındadır. Bu durumun dışardaki bileşenlerin iç ortamda birikimine sebep olduğu ö ngör÷lmektedir.

Bu çalışma kapsamında yapılan ölç÷mler iş sağlığı ve güvenliği kapsamında tanımlanan limit değ erlerin oldukça altında kalmaktadır. Ancak bu konsantrasyonlara işç iler günde 8 saat ve çalışma yılları süresince sürekli maruz kalmaktadır. Uzun süreli sağlık riski oluş umunun tespiti açısından işyeri hekimleri önemli bir sorumluluğa sahiptir. İşç ilerın sağlık kontrollerinin düzenli yapılması ve kan ve idrar test takiplerinin dikkatle irdelenmesi gerekir. Bunun dışında özellikle solventlerle çalış ılan sanayi tesislerinde işyeri havalandırma sistemlerinin etkin ve verimli çalış tırılması, gerekli olması halinde kimyasal veya fiziksel UOB giderim yöntemlerinin iç mekan havalandırma sistemlerine entegre edilerek işyeri ortamındaki UOB maruziyetinin azaltılması sağlanmalıdır. Havalandırmanın tamamen dış ortam havası ile yapılacağı durumlarda dış ortam hava kalitesi önemli bir faktördür ve iç ortamda birikime sebep olabilmektedir. Bu çalış mada dış ortam hava kalitesinin önemi anlaşılmaktadır. |

KAYNAKLAR

- [Alyüz, B., Veli, S.,2006, İç Ortam Havaında Bulunan Uçucu Organik Bileşikler ve Sağlık Üzerine Etkileri, *Trakya Univ J Sci*, 7(2): 109–116.
- ANSI/ASHRAE,. Comfort Standard 55. Thermal Requirements for Human Occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2013.
- Arı, F., Dere, E., 2002, Benzen'in Karaciğer Glutasyon S-transferaz Enzim Aktivitesine In Vitro Etkisi, C.Ü.Fen-Edebiyat Fakültesi, *Fen Bilimleri Dergisi*, 2003, 24-1 .
- Arslan Tatar, Ç.P., Özdemir G., (2012), *Solvent Kullanılan Sektörlerde Risk Değerlendirmesi*, Onuncu Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 3-6 Eylül 2012, Koç Üniversitesi, İstanbul.
- Bağlarbunari, P., 2010, *Air Quality In Workplace Of An Aluminium Wheel Production Plant*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Boran S, Usta M, Gümüşkaya E., 2011, Decreasing Formaldehyde Emission From Medium Density Fiberboard Panels Produced By Adding Different Amine Compounds To Urea Formaldehyde Resin, *International Journal Of Adhesion & Adhesive*, 31: 674-678.
- Boran S, Usta M. *Odun Esaslı Panellerde Açığa Çıkan Formaldehit Ve Formaldehit Sınırları Hakkında Bilgiler*, 3.Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 2010; Cilt:5 1968-1975.
- Çetin, E., Odabaşı, M., Seyfioğlu, R.,2003, Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery, *The Science of the Total Environment* 312 (2003) 103–112.
- Çomunoğlu, N, Doğan Ekici, I, Eren B, Türkmen, N, Fedakar R, Çöloğlu S., Toluen Bileşiklerinin Toksik Etkilerinin 4 Otopsi Olgusu Üzerinden Değerlendirilmesi, *Adli Tıp Dergisi*, 23(1):33-43, 2009.
- ÇSGB-İSGGM, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Ankara: Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 06.08.2013a.
- ÇSGB-İSGGM, Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Ankara: Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 25.01.2013b.
- ÇSGB-İSGGM, Tozla Mücadele Yönetmeliği, Ankara: Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 05.10.2013c.

- ÇSGB-İSGGM, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Ankara: Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 12.08.2013d.
- Decharat, S., Hippuric Acid Levels in Paint Workers at Steel Furniture Manufacturers in Thailand, *Safety and Health at Work*, 227-233, 2014.
- Demir, S., 2011, *İstanbul Atmosferinde Uçucu Organik Bileşik Kirliliğinin Kaynaklarının Belirlenmesi: Ytü Davutpaşa Kampüsü Örneği*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Diñçer, F., Ercan, Ö., Ceylan, Ö., *Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinde Pasif Örnekleme Metodu İle Btex (Benzen, Toluen, Etil Benzen Ve Ksilen) Seviyelerinin Belirlenmesi Ve Değerlendirilmesi*, VII. Ulusal Hava Kirliliği Ve Kontrolü Sempozyumu, Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 1-3 Kasım 2017-Antalya
- Dolmacı, E., Özden, Ö., Döğeroğlu, T., Gaga, E.O., 2013, Eskişehir’de Bir Petrol İstasyonu Çevresindeki Dış Ortam Uçucu Organik Bileşik (UOB) Derişimlerinin Belirlenmesi, *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 36-44.
- Duarte, K., Justino, C.I.L., Freitas, A.C., Duarte, A.C., Teresa, A.P.R., 2014, Direct-reading methods for analysis of volatile organic compounds and nanoparticles in workplace air, *Trends in Analytical Chemistry*, 53 (2014) 21-32.
- Eğri, N., İmancı, C. ve Akpolat, M.S., 2011, *Endüstriyel Havalandırmaya Giriş*, İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Ercan, Ö., Diñçer, F., Ceylan, Ö., *İstanbul Atmosferinde Pasif Örnekleme Metodu Kullanılarak Hava Kalitesi Seviyelerinin Belirlenmesi*, 6.Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015, 7-9 Ekim 2015, İzmir.
- Goodfellow, H., Tahti, E., 2001, *Industrial Ventilation Design Guidebook*, Academic Press, USA, ISBN:0-12-289676-9..
- GÜLLÜ, G., *İlköğretim Okullarında İç Ortam Hava Kalitesi ve Sağlık Etkileşimi*, 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 8-11 Nisan 2015, İzmir, 2015.
- Güneş, F., Akbal, E., Şen, H., Temiz, A., Toluen Maruziyeti Nedeniyle Gelişen Dilate Kardiyomiyopati Ve Ventriküler Taşikardi, *International Journal Of Clinical Research (Case Report)*, 1(1):22-23, 2013.
- Hoque, R.R., Khillare, P.S., Agarwal, T., Shridhar, V., Balachandran, S., 2008, Spatial and temporal variation of BTEX in the urban atmosphere of Delhi, India, *Science of the Total Environment*, 392, 30-40.

- Ikeda, M., Ukai, H., Kawai, T., Inoue, O., Maejima, Y., Fukui, Y., Ohashi, F., Okamoto S., Takada, S., Sakurai, H., 2008, Changes In Correlation Coefficients Of Exposure Markers As A Function Of Intensity Of Occupational Exposure To Toluene, *Toxicology Letters*, 181:133-139, 2008.
- Karaca, F., 2012, İstanbul'un Tarihi Yarımadası'nda BTEK Yüzey Yayılım Profiline Araştırılması, *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 1, 53-65.
- Karadağ, Ö.K., 2005, Solvent Nedenli Sağlık Risklerinin Yönetimi, *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, Ekim-Kasım-Aralık 2005. <http://www.isgebrar.com/ebr/144.pdf>
- Kim K., H., Jahan, S., A., Lee J., T., 2011, Exposure to formaldehyde and its potential human health hazards, *Journal of Environmental Science and Health*, Part C, 29:277-299.
- Lerner, J.E.C., Elordi, M.L., Orte, M.A., Giuliani, D., Gutierrez, M.A., Sanchez, E., Sambeth, J.E., Porta, A.A., 2018, Exposure and risk analysis to particulate matter, metals, and polycyclic aromatic hydrocarbon at different workplaces in Argentina, *Environmental Science and Pollution Research*, 25:8487-8496.
- Mansouri, N., Eynipour, A., Behrami, Z., Mahbobi, M., Evaluating Of Exposure Measure To BTEX In Offset Printing, Silk And UV Workplace In Tehran, *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences (TJEAS)*, 5-3, 123-126. 2015.
- NIOSH, The National Institute for Occupational Safety and Health, <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0619.html>, 20 Ocak 2017.
- Pedro, M., Dias Teixeira, M., *Perception Of Occupational Risk Exposure To Xylene, Ethylbenzene And Toluene By Workers Of Furniture Industry*, Occupational Safety and Hygiene IV-Arezes et al. (eds), Taylor&Francis Group, London, ISBN:978-1-138-02942-2, 2016.
- Sahrım, M., Wıdanjantın, N., Evaluation of Toluene Exposure in Workers at Industrial Area of Sidoarjo, Indonesia by Measurement of Urinary Hippuric Acid, *Asia Pacific Journal of Medical Toxicology*, 2: 145-149, 2013.
- Sert, Ö., 2014, *İşyerinde Aeresol Maruziyeti ve Alınan Önlemler*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi.
- Shih, M., Lee, W., Shih, T., Huang, S., Chang-Chien, G., Wang, L., Tsai, P., 2006, Characterization of dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) in the atmosphere of different workplaces of a sinter plant, *Science of the Total Environment*, 366 (2006) 197-205.
- Tecer, L.H., Tağıl, Ş., Fıçı, M., *Yalova Kent Merkezinde BTEX Konsantrasyonlarının Pasif Örnekleme Yöntemiyle Belirlenmesi Ve Kirlilik Haritalarının Çıkarılması*, 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015, 7-9 Ekim 2015, İZMİR

- Thetkathuek, A., Jaidee, W., Saowakhontha, S., Ekburanawat, W., Neuropsychological Symptoms Among Workers Exposud To Toluene And Xylene In Two Paint Manufacturing Factories In Eastern Thailand, *Advances in Preventive Medicine*, 2015.
- Tonguç, E., 2003, *Meslek Hastalıklarına Genel Bakış*, İş Hekimliği Ders Notları, 3.Basım, Türk Tabipler Birliği Yayını, Ankara.
- Tsai, P., Shieh, H., Lee, W., Lai, S., 2002, Characterization of PAHs in the atmosphere of carbon black manufacturing workplaces, *Journal of Hazardous Materials*, A91 (2002) 25-42.
- URL1, Özlüsoylu, İ., 2015, İstek, A., *Mobilya Üretiminde Kullanılan Panellerden Salınan Formaldehit Emisyonu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri*, <http://sutod.selcuk.edu.tr/sutod/article/view/228/178>, 21 Aralık 2016.
- URL2, <http://www.chimarhellas.com/wp-content/uploads/2013/03/CHIMAR-AdhesiveTechnologies-EA-CM-21112013.pdf>
- URL3, <http://www.cdph.ca.gov/programs/hesis/Documents/formaldehyde.pdf>
- URL4, http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwid5ZabpprbAhWENJoKHVSEApkQFggMAE&url=http%3A%2F%2Fdergipark.gov.tr%2Fdownload%2Farticlefile%2F146504&usg=AOvVaw1pwwHi9xMd4ZI65A4_3VUc
- URL5, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Toluen>
- URL6, <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-benzene/page-3-guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-benzene.html>, Haziran 2018.
- URL7, <http://www3.csgeb.gov.tr/csgebPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/isggm/dosyalar/Meslek-Hastaliklari-Kitab%C4%B1>
- URL8, <http://www.erimsever.com/ISG/KGK/ETHYLBENZENE.pdf>, Haziran 2018.
- URL9, <http://www.kimyaders.com/etil-benzen.html>, Haziran 2018.
- US EPA. Integrated Risk Information System, 1998a. <http://www.epa.gov/iris>.
- US EPA. Carcinogenic effects of benzene: an update. Office of Research and Development, EPA/600/P97001F. Washington, 1998b.
- Ünsaldı E., Çiftçi M.K., 2009, Formaldehit, Kullanım Alanları, Risk Grubu, Zararlı Etkileri ve Koruyucu Önlemler, *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2010, 21 (1), 71 – 75.

- Vyskocil, A., Drolet, D., Viau, C., Brodeur, J., Tardif, R., Gerin, M., Baril, M., Truchon, G., Lapointe, G., 2004, Database for the toxicological evaluation of mixtures in occupational atmospheres, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 18 (2004) 235-242.
- Vural, N., Dođanyigit, R., Ankara Sitelerde Mobilya İşçilerinde Toluen Ve Ksilen Maruziyetinin Biyolojik İzlenmesi, *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, Ocak 2002.
- Yu, M.H. , 2005, *Environmental Toxicology: Biological and health effects of pollutants*, 2.baskı, CRC Press, ABD, 1-56670-670-X.

|

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Nurgül Elif İlkılıç Oğur
Doğum Yeri	Kayseri
Doğum Tarihi	23.06.1985
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	0534 849 98 02
E-Posta Adresi	elifilkilic@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Biyoloji
Mezuniyet Yılı	2008

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Çevre Mühendisliği Programı