

**ESKİŞEHİR, İSKENDERUN ve PAYAS'TAKİ İLKÖĞRETİM OKULU
ÖĞRENCİLERİNİN UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERE KİŞİSEL
MARUZİYETLERİNİN İNCELENMESİ**

Gölçin DEMİREL

Yüksek Lisans Tezi

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak - 2010

**Bu Çalışma Hollanda Hükümeti Destekli, "Eskişehir ve İskenderun'da
Temiz Hava İçin El Ele" başlıklı MATRA projesi'nin bir parçasıdır.**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Gülçin DEMİREL'in "Eskişehir, İskenderun Ve Payas'taki İlköğretim Okulu Öğrencilerinin Uçucu Organik Bileşiklere Kişisel Maruziyetlerinin İncelenmesi" başlıklı Çevre Mühendisliği Anabilim Dalındaki Yüksek Lisans Tezi tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü 2009-2010 Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı – Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı): Yard. Doç. Dr. EFTADE GAGA
Üye (II. Danışman) : Prof. Dr. TUNCAY DÖĞEROĞLU
Üye : Doç. Dr. SAİT SOFUOĞLU
Üye : Yard. Doç. Dr. OZAN DEVRİM YAY
Üye : Yard. Doç. Dr. GONCA ÇAKMAK DEMİRCİGİL

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ESKİŞEHİR İSKENDERUN, PAYAS'TAKİ İLKÖĞRETİM OKULU ÖĞRENCİLERİNİN UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERE KİŞİSEL MARUZİYETLERİNİN İNCELENMESİ

Gülçin DEMİREL

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Eftade O. GAGA

2010, 157 sayfa

Bu tez çalışması kapsamında İskenderun, Payas ve Eskişehir'de yaşayan 11-12 yaş grubu İlköğretim okulu öğrencilerinin BTEX (Benzen, toluen, etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen), NO₂ ve ozon bileşiklerine maruziyetleri incelenmiştir. İskenderun ve Payas bölgelerinde seçilen 4 okuldan toplam 102 öğrenci, Eskişehir'de ise toplam 2 okuldan 65 öğrenci çalışmaya katılmıştır.

Çalışma sonucunda Eskişehir, İskenderun ve Payas'ta öğrencilerin BTEX bileşiklerine maruziyetleri belirlenmiş ve bu derişimlerden faydalanılarak bir sağlık riski değerlendirmesi yapılmıştır. Bölgeler arasındaki farklar ve yaşam alışkanlıklarının BTEX bileşilerine maruziyet ile olan ilgisi anket verileri yardımıyla belirlenmiştir. Eskişehir'de ölçülen iç ortam ve dış ortam derişimlerinden faydalanılarak kişisel maruziyetler modellenmiş, I/O oranları hesaplanarak hedef kirleticiler için kaynak belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kişisel maruziyet, BTEX, Risk analizi, NO₂-Ozon, kişisel maruziyet modellenmesi

ABSTRACT

Master of Science Thesis

INVESTIGATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS PERSONAL EXPOSURES OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN ESKİŞEHİR, İSKENDERUN AND PAYAS

Gülçin DEMİREL

Anadolu University

Graduate School of Sciences

Environmental Engineering Program

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Eftade O. GAGA

2010, 157 pages

In this study, exposure of 11-12 years old primary school children to BTEX (benzene, toluene, ethylbenzene, m,p-xylene and o- xylene), NO₂ and ozone were investigated in Iskenderun, Payas and Eskişehir. A total of 102 children were recruited from 4 schools in Iskenderun and Payas and 65 students were recruited from 2 schools in Eskişehir.

BTEX exposure of children living in Eskişehir, Iskenderun and Payas were determined and health risk assessment was done by the help of personal exposure data. Differences between the regions were determined by the statistical analysis. Questionnaires were used to assess the relationship between the personal exposure and lifestyle. A linear model was used to calculate time weighted average personal exposure data in Eskişehir where indoor and outdoor sampling was also carried out. Indoor/Outdoor (I/O) ratios were used for the source characterization.

Keywords: Personal Exposure, BTEX, Risk Analysis, NO₂-Ozone, Personal Exposure Modelling

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitime başlamamda çok önemli bir rol oynayan, bilgi, tecrübesi ve çalışma disiplini ile kariyerime büyük katkıları olan, kendisiyle çalışmaktan her zaman büyük mutluluk duyduğum ve başka çalışmalarda da yanında yer almak istediğim sevgili danışman hocam Yrd. Doç Dr. Eftade Gaga'ya,

Çalışmamın her aşamasındaki desteklerinden dolayı Prof. Dr. Tuncay Döğeroğlu'na,

Saha çalışmaları sırasında çok önemli yardımlarda bulunan sevgili arkadaşlarım Nesimi Akyol ve Vesile Özlem Erkan'a, araştırma görevlisi Özlem Özden'e, analizlerim sırasındaki büyük desteğinden ötürü araştırma görevlisi Akif Arı'ya,

Hayatımın her aşamasında destekleri ve sevgileriyle güç bulduğum aileme,

Eskişehir'de geçirdiğim eğitim sürecinde yanımda olmalarından ve yanlarında olmaktan mutluluk duyduğum tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Gülçin DEMİREL

Ocak 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (UOB).....	2
2.1. Uçucu Organik Bileşiklerin Kaynakları.....	3
2.1.1. Uçucu organik bileşiklerin dış ortam kaynakları	3
2.1.2. Uçucu organik bileşiklerin iç ortam kaynakları	4
2.2. Uçucu Organik Bileşiklerin Sağlık Etkileri	7
2.2.1. Hasta bina sendromu	7
2.3. Uçucu Organik Bileşiklerin Vücuda Girme Yolları.....	8
2.4. İç ortamda Uçucu Organik Bileşiklerin Kontrolü	8
3. BENZEN, TOLUEN, ETİLBENZEN, M,P-KSİLEN, O-KSİLEN	10
3.1. Benzen	10
3.1.1. Benzen maruziyeti kaynakları.....	10
3.1.2. Toksikokinetikler	11
3.1.3. Sağlık etkileri	11
3.2. Toluen.....	12
3.2.1. Toluen maruziyet kaynakları.....	12
3.2.2. Toksikokinetikler	13

3.2.3. Sağlık etkileri	13
3.3. Etilbenzen ve Ksilenler	14
3.3.1. Etilbenzen ve ksilenlerin maruziyet kaynakları	14
3.3.2. Toksikokinetikler	14
3.3.3. Sağlık etkileri	15
4. RİSK ANALİZİ.....	16
4.1. Tehlike değerlendirme	18
4.2. Doz Yanıt Eğrileri	18
4.3. Maruziyet Değerlendirmesi.....	19
4.4. Risk Karakterizasyonu	22
5. UÇUCU ORGANİK BİLEŞENLERİN ÖRNEKLEME VE ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	24
5.1. Örneklemeye Yöntemleri	24
5.1.1. Aktif Örneklemeye.....	24
5.1.2. Pasif Örneklemeye	24
5.2. UOB'lerin Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi ile Analiz Yöntemleri	25
6. LİTERATÜR.....	27
6.1. UOB'lerin atmosferik derişimlerinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar	27
6.2. UOB'lerin İç ortam derişimlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar.....	31
6.3. Kişisel maruziyetlerle ilgili yapılan çalışmalar	35
6.4. Risk analizi ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar	39
7. MATERYAL VE METOD.....	43
7.1. Örneklemeye Bölgesi ve Özellikleri	43
7.1.1. İskenderun ve Payas Beldesi.....	43
7.1.2. Eskişehir	45
7.2. Örneklemeye Katılan Öğrenci Profili ve yürütülen örneklemeye çalışması	46
7.2.1. Zaman aktivite günlüğü ve anketler.....	51
7.2.2. Çalışmada kullanılan örnekleyiciler.....	52
7.3. Analiz Yöntemi	53
7.3.1. Kalibrasyon	54
7.3.2. Örneklerin hazırlanması ve analizi.....	54

7.4.	Kalite Kontrol.....	55
7.4.1.	Badge tipi örnekleyicilerde derişimlerin hesaplanması için kullanılan eşitlik	56
7.4.2.	3M örnekleyicilerin derişimlerinin hesaplanması için kullanılan eşitlik	56
7.5.	Verilerin İstatistiksel Analizi	57
8.	DENEYSSEL BULGULAR.....	58
8.1.	İskenderun ve Payas örneklemesinin sonuçları.....	58
8.2.	Sonuçların anket verileriyle beraber değerlendirilmesi	70
8.3.	Eskişehir Örneklemesinin Sonuçları	71
8.4.	Eskişehir verilerinin anketlerle beraber değerlendirilmesi.....	88
8.4.1.	Pasif içicilik- sigara dumanına maruz kalma ile ilişkilendirilen maruziyetler	88
8.4.2.	Trafik kaynaklı emisyonlarla ilişkilendirilebilen maruziyetler.....	88
8.4.3.	Evdeki yaşam alışkanlıklarıyla ilişkilendirilebilen maruziyetler.....	90
8.4.4.	Binanın özellikleriyle ilişkilendirilebilen maruziyetler	92
8.5.	Zaman Aktivite Günlükleri Kullanılarak verilerin modellenmesi	93
8.6.	Kişisel Maruziyet Derişimlerinden Yararlanılarak Risk Hesaplaması	98
9.	SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	110
EKLER.....		122

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1. İç ortam UOB maruziyet kaynakları	5
4.1. Risk değerlendirmesi basamakları.....	17
4.2. BTEX için elde edilen bir doz-ölüm eğrisi	19
4.3. Maruziyet değerlendirmesinin bileşenleri	22
7.1. İskenderun	44
7.2. İskenderun ve Payas örnekleme noktaları	44
7.3. Eskişehir örnekleme noktaları	46
7.4. Örnekleme Metodolojisi.....	48
7.5. İskenderun ve Payas'ta öğrencilerin yakasına iliştirilen örnekleyiciler.....	50
7.6. Eskişehir'de çocukların kollarına takılan NO ₂ -Ozon örnekleyicileri ve yakalarına iliştirilen UOB örnekleyicileri	50
7.7. Ev ve okullarda iç ortam ölçümleri için kullanılan örnekleyiciler ve velilerle birebir görüşülerek anketlerin doldurulması	51
7.8. Eskişehir'de dış ortam örnekleme için kullanılan örnekleyiciler ve askılar.....	51
7.9. Orsa5 Badges.....	52
7.10. 3M marka kişisel örnekleyici	52
7.11. Analizlerde kullanılan sıcaklık programından elde edilen bir kromatogram	54
8.1. BTEX'e ait dağılım histogramları.....	60
8.2. BTEX bileşikleri için ortanca değerleri işaretli kutu Grafik (İskenderun ve Payas).....	61

8.3. BTEX ortalamalarına ait bar grafik.....	63
8.4. İskenderun ve Payas'ta ölçülen BTEX için medyan değeri işaretli kutu grafik	64
8.5. Dört okulda BTEX dağılımlarının grafiksel gösterimi.....	68
8.7. Kişisel örnekleme sonucunda elde edilen BTEX derişimlerinin dağılımı.....	73
8.8.Eskişehir kişisel örneklemeleere ait derişimlerin kutu grafikle gösterimi.....	74
8.9. Benzen için I/O oranları	81
8.10. Toluen için I/O oranları.....	81
8.11. Etilbenzen için I/O oranları	81
8.12. m,p-ksilen için I/O oranları	82
8.13. o-ksilen için I/O oranları	82
8.14. NO ₂ için I/O oranları.....	83
8.15. Ozon için I/O Oranları.....	83
8.16.Çocukların kış döneminde belli mikro ortamlarda geçirdikleri zaman yüzdeleri.....	94
8.17. Modellenmiş BTEX derişimleri ve ölçüm ile elde edilen derişimlerin regresyon grafikleri.....	95
8.18. İskenderun için hesaplanan bireysel kanser risklerinin bar grafiği	102
8.19. Payas için hesaplanan bireysel kanser risklerinin bar grafiği.....	102
8.20. İskenderun ve Eskişehir'deki tüm okullara ait kanser riskleri ortalamasının bar grafikle gösterimi.....	103
8.21. Eskişehir için hesaplanan kanser risklerinin bar grafiği.....	104
8.22. Farklı çalışmalara ait kişisel örnekleme derişimleri.....	106

8.23. Farklı çalışmalara ait dış ortam derişimleri.....	107
8.24. Farklı çalışmalara ait iç ortam derişimleri.....	108
8.25. Farklı çalışmalara ait kanser riski seviyeleri	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. Bazı ülkelerde metan harici UOB'lerin kaynakları açısından kütleli (%) dağılımları	4
2.2. Bazı iç ortam UOB kaynakları	6
2.3. İç ortam hava kalitesini arttırmak için ilgili tarafların dikkat edilmesi gerekenhususlar	10
3.1. Benzenin sebep olduğu sağlık etkileri.....	13
4.1. Maruziyet analizinde önemli olan bazı terimler ve süreçler	21
4.2. Terimlerin açıklamaları	22
6.1. UOB'lerin dış ortam derişimleriyle ilgili daha önce yapılan çalışma verileri	30
6.2. İç Ortam derişimleriyle İlgili daha önce yapılan çalışmalar($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	34
6.3. Kişisel örneklemeyle ilgili daha önce yapılan çalışmalar($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	38
6.5. Bazı Ülkelerde hesaplanan Kanser ve Kanser dışı riskler.....	41
7.1. GC-MS parametreleri	53
7.2. BTEX için geri kazanım oranları	55
7.3. BTEX için A ve r değerleri	56
8.1. İskenderun'da örnekleme katılan öğrenci profili	57
8.2. Analiz edilen 102 örnek için temel istatistik değerlendirmeler	60
8.3. Dört okul için kişisel örnekleme sonuçları($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63
8.4. BTEX için Pearson korelasyon katsayıları.....	68
8.5. BTEX maruziyetlerinde çocukların yanında sigara içilmesi veya içilmemesi durumunda gözlenen ortalama değerler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	69
8.6. Eskişehir'de örnekleme katılan öğrenci profili	70

8.7. Eskişehir örnekleme kişisel örnekleme (K), iç ortam (İ) ve dış ortam (D) derişimleri için temel istatistik değerlendirmeleri	74
8.8. Kişisel Örnekleme sonucu elde edilen BTEX, NO ₂ ve Ozon derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	75
8.9. Okullara göre iç ortam BTEX, NO ₂ ve Ozon derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	77
8.10. Dış ortam BTEX, NO ₂ ve Ozon derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	78
8.11. Kişisel, İç ortam ve dış ortam verileri korelasyon katsayıları	83
8.12. E2 Okulu kişisel örnekleme, iç ortam ve dış ortam korelasyon çizelgesi	84
8.13. E1 okulu kişisel örnekleme, iç ortam ve dış ortam korelasyonu	85
8.14. Yanında sigara içilen ve içilmeyen çocuklarda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	86
8.15. Okula giderken işlek bir yol kullanılıp kullanılmaması durumunda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	87
8.16. Evin 500 m yakınında benzin istasyonu bulunup bulunmaması durumunda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	87
8.17. En yakın trafik ışıklığına uzaklığa göre ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	88
8.18. Evin etrafında par etmiş çok sayıda araç olup olmaması durumunda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	88
8.19. Son 6 ayda eve yeni halı veya mobilya alınıp alınmaması durumunda oluşan maruziyetler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	89
8.20. Son 2 günde çocuk tarafından veya çocuğun yanında uhu veya mum kullanılıp kullanılmaması durumunda ölçülen kirletici derişimleri	90
8.21. Binanın yaşı ile ilişkili kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	90

8.22. Evin büyüklüğü ile ilişkili kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	91
8.23. Evdeki oda sayısı ile ilişkili kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	91
8.24. Modellenen ve ölçülen kirletici derişimeri arasındaki korelasyon katsayıları ve p değerleri	95
8.25. Risk Hesaplamasında Kullanılan birim risk değerleri ve referans derişimler	97
8.26. İskenderun ve Payas'ta yaşayan, yanlarında sigara içilen/içilmeyen çocuklar için hesaplanan kanser riskleri.....	98
8.27. Eskişehir'de yaşayan, yanlarında sigara içilen/içilmeyen çocuklar için hesaplanan kanser riskleri.....	101

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A: Kesit Alanı

ATSDR: Toksik maddeler ve hastalık kayıt ajansı

BTEX: Benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler

C_i : Derişim

Cal/EPA: Kaliforniya çevre koruma ajansı

CASRN: Kimyasal özellikler kayıt numarası

CO: Karbon monoksit

CO₂: karbondioksit

D: Difüzyon katsayısı

Dk: dakika

DNA: Deoksiribonükleik asit

D_A : Kirletici bileşen desorpsiyon verimliliği

D_i : Kirletici bileşen difüzyon katsayısı

DOAS: Diferansiyel optik absorpsiyon spektroskopisi

eV: Elektron volt

ECD :elektron yakalama dedektörü

FID : alev iyonizasyonu dedektörü

GC: gaz kromatografisi

GC-MS: Gaz kromatografisi Kütle spektrometresi

GLC: Sabit fazı sıvı olan gaz-sıvı kromatografisi

GSC: Sabit fazlı katı olan gaz-katı kromatografisi

HAP: Tehlikeli Hava Kirleticileri

HBS: Hasta bina sendromu

HC: Hidrokarbonlar

İÖO: İlköğretim Okulu

İSDEMİR: İskenderun Demir Çelik Sanayii A.Ş

K_{ORSA5} : Örnekleyici sabiti

L: Difüzyon yüzeyinin uzunluğu

Md: Müdürlük

mg/m^3 : Birim hacimdeki kütle

Mg: miligram

MIMS: Membran geçirimli kütle spektrometresi

ml/dk: Birim zamandaki hacim

ml/kg-dk :Birim zamanda birim kütle başına hacim

Mm: Milimetre

mmHg: Milimetre civa

m,p-ksilen: meta, para ksilen

MS: Kütle spektrometresi

$\mu mol/L$: Birim hacimde bulunan mikro mol

ng/cm^{-3} : birim hacimde kütle

Ng: nanogram

NH_3 : amonyak

NMUOB: Metan olmayan uçucu organik bileşikler

M_i : GC cihazı tarafından hesaplanan kirletici bileşiğin kütlesi

NO₂: Azot dioksit
NRC: Ulusal kanser araştırmaları
IUR: Solunum yoluyla maruziyet için birim risk değeri
°C: Santigrat derece
OVM: organik buhar monitörleri
PAH: Poliaromatik hidrokarbonlar
PLOT alümina bazlı geçirgen tabakalı dolgulu
PM: Partikül Madde
ppb: Milyarda bir
ppm:Milyonda bir
ROG: Reaktif organik gazlar
RfC: Referans derişim
Sn: Saniye
SO₂: Kükürt dioksit
SR:Difüzyon hızı
t : Örnekleme süresi
UOB: Uçucu Organik Bileşikler
USEPA: Amerika Çevre Koruma Ajansı
VCC: Öldürücü doz
VCCo:Başlangıç öldürücü doz
WHO: Dünya Sağlık Örgütü
W : Kirletici kütlesi,
%: Yüzde oranı

km²: yüzey alanı, kilometrekare

m³: metreküp, hacim

°C / dk : birim zamandaki sıcaklık değişim

1. GİRİŞ

Bireylerin hava kirliliğine maruziyetlerinin belirlenmesi halk sağlığının korunması açısından oldukça önemlidir. Tehlikeli hava kirleticileri arasında bulunan uçucu organik bileşiklerden (UOB) bazılarının astım gibi hastalıkları tetiklediği bazılarının da mutajenik etkilerinin olduğu görülmüştür (Ohura ve ark. 2006).

UOB'ler hem iç ortamda hem de dış ortamda bulunabilen bileşiklerdir. Dış ortam kaynakları arasında araç emisyonları, çözücülerin buharlaşması ve endüstrilerden salınan emisyonlar örnek gösterilebilir. İç ortamda ise boyalar, sigara kullanımı ve temizlik ürünleri gibi birtakım tüketim maddeleri UOB'lere maruziyete sebep olmaktadır (Wang 2009).

BTEX bileşiklerinin i ve dış ortamda izlenmesi ve kişisel maruziyetlerinin belirlenmesiyle ilgili olarak Türkiye'de ve dünyada yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır.

Bu alışmada,

- İskenderun, Payas ve Eskişehir'de 11-12 yaş grubu öğrencilerin benzen, toluen, etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen'e (BTEX) maruziyetlerinin belirlenmesi,
- Kişisel maruziyetlerin, yaşam alışkanlıkları, demografik özellikler ve eğitim durumu gibi faktörlerin sorgulandığı anket verileriyle değerlendirilerek muhtemel maruziyet kaynaklarının araştırılması ve BTEX derişimleri ile arasındaki ilişkinin incelenmesi,
- Eskişehir popülasyonu için kişisel örnekleyici derişimleri ile i ve dış ortam derişimleri arasındaki ilişkisinin araştırılması ve kişisel maruziyetin hem ölüm yöntemiyle hem de model yaklaşımı ile hesaplanarak karşılaştırılması,
- llen BTEX derişimleri kullanılarak örneklem popülasyonu için kanser ve kanser dışı sağlık risklerinin hesaplanması amaçlanmıştır.

2. UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (UOB)

Tehlikeli hava kirleticileri (HAPs) olarak da bilinen bileşikler kansere ve daha pek çok ciddi sağlık sorunlarına yol açtığı bilinen veya şüphelenilen, olumsuz çevresel etkileri olan kirleticilerdir. Amerikan Çevre Koruma Ajansı (US EPA), toplamda 188 hava kirleticisini tehlikeli hava kirleticileri olarak belirlemiştir ve bunların 149 tanesi Uçucu Organik Bileşiktir (UOB). UOB'ler yeryüzünde birçok kaynaktan dağılıbilirler ve bazıları atmosferde oldukça kalıcıdır. Kalıcılık ekosisteme salınan bir bileşiğin bütün sağlık etkileri ve ekolojik etkilerini belirleyebilmek açısından önemli bir özelliktir (Sristava ve Som 2007). Özellikle klorlu ve bromlu uçucu organik bileşikler atmosferde oldukça kalıcıdır ve ozon oluşumunda büyük rol oynarlar (Hester ve Harrison 1995).

Uçucu Organik Bileşikler tüm kentsel ve endüstriyel alanlarda atmosferde yer seviyesinde bulunabilen önemli hava kirleticileridir. UOB'ler atmosferde gaz halinde bulunur ancak normal sıcaklık ve basınç altında sıvı veya katı halde de olabilirler. Bu bileşikler 20°C'de buhar basıncı 760 tordan (101.3kPa) küçük ve 1 tordan (0,13kPa) büyük organik bileşikler olarak tanımlanabilir. UOB'leri temsil eden diğer bileşik grupları hidrokarbonlar (HC's), reaktif organik gazlar (ROG's), metan olmayan uçucu organik bileşiklerdir (Hester ve Harrison 1995).

UOB'lerin temel antropojenik kaynakları yanma ve yakıtların buharlaşmasıdır. Kentsel bölgelerde hem buharlaşma hem de egzoz emisyonları en önemli UOB kaynaklarıdır (Jo ve Moon 1999, Khoder 2007, Derwent 2000). İç ortam UOB kaynakları kişisel maruziyetler açısından dış ortam kaynaklarına göre daha etkilidir. Bu durum ise insanların zamanlarının % 80'ini iç ortamlarda geçirmeleri ile ilişkilidir. Birçok bileşik için iç ortam derişimleri dış ortam derişimlerinden daha yüksektir (Son ve ark. 2003; Gallego ve ark. 2008,). İç ortamlarda yapı malzemelerinden, dekorasyondan ve sigara kullanımı, yemek pişirme gibi aktivitelerden UOB salınımı olmaktadır. Enerji tasarrufu adına yapılan çeşitli yalıtım önlemleri nedeniyle iç ortamlarda hava değişim hızı azalmakta ve kirletici bileşiklerin birikimi söz konusu olmaktadır. Bunun sonucu

olarak da iç ortam derişimleri dış ortama göre daha yüksek olabilmektedir (Schlink ve ark. 2004).

Uçucu Organik Bileşiklerin mukoza tabakasının tahrişi gibi basit etkileri, yorgunluk ve konsantrasyon bozukluğu gibi sistematik etkileri ve birtakım toksik, karsinogenik sağlık etkilerinin olduğu bilinmektedir (Bernstein ve ark. 2008, Pouli ve ark. 2003; Godish 2001).

2.1. Uçucu Organik Bileşiklerin Kaynakları

Uçucu organik bileşikler dış ortamda, iş yerlerinde ve birçok tüketim maddesinde bulunan bileşiklerdir. İnsanlar bu tip bileşiklere deri, solunum ve sindirim yoluyla maruz kalabilirler (Thammakhet ve ark. 2006; Shojania 1999). UOB'lerin pek çok iç ortam ve dış ortam kaynağı mevcuttur. Kişisel maruziyetler açısından iç ortam kaynaklarının her ne kadar daha önemli olduğu bilinse de dış ortam seviyelerinin çok yüksek olduğu bölgelerde bu bileşiklerin havalandırma yoluyla iç ortama taşındıkları ve iç ortam seviyelerini arttırdıkları bilinmektedir (Ohura ve ark. 2006a).

2.1.1. Uçucu organik bileşiklerin dış ortam kaynakları

Dış ortam kaynakları hareketli emisyon kaynakları (araçlar) ve sabit emisyon kaynakları (endüstriyel tesisler) olarak basitçe ikiye ayrılabilir. (Ohura ve ark. 2006b; Parra 2009).

İnsan aktiviteleri sonucu motorlu taşıt egzozlarından kaynaklanan emisyonlar, araç motorlarından petrolün buharlaşması, çözücü kullanımı, endüstriyel prosesler, petrol rafinerizasyonu, petrolün depolanması ve dağıtılması, katı atık bertaraf tesisleri, gıda sanayi ve tarım gibi faaliyetlerden atmosfere yüksek miktarlarda UOB salınımı mevcuttur. Bu kaynakların dışında dış ortam UOB seviyelerini arttıran doğal kaynaklar da mevcuttur. Bu kaynaklar; bitkiler, ağaçlar, vahşi hayvanlar, orman yangınları ve bataklıklardaki anaerobik süreçlerdir (Hester ve Harrison 1995).

Çizelge 2.1.'de bazı ülkelerde çeşitli kaynaklardan atmosfere yayılan Uçucu Organik Bileşik emisyonları verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği

üzere UOB'ler için en baskın kaynaklar hareketli kaynaklar ve çözücü kullanımıdır.

Çizelge 2.1. Bazı ülkelerde metan harici UOB'lerin kaynakları açısından kütleli (%) dağılımları (Hester ve Harrison 1995)

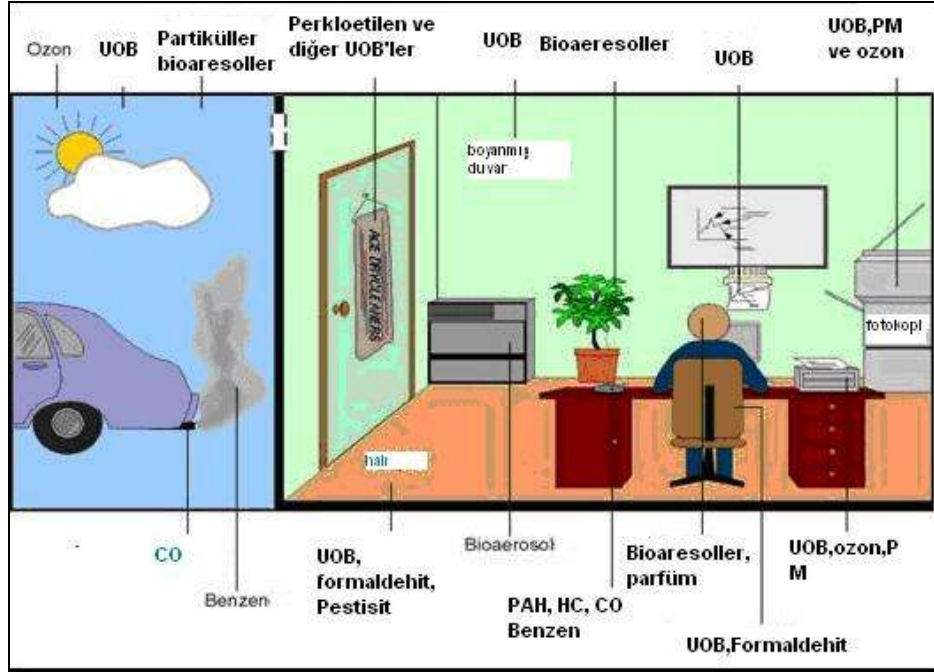
Kaynak Kategorisi	Avustralya	Norveç	İngiltere
Çözücü Kullanımı	36	12	28
Petrol Endüstrisi	2	44	16
Kimya endüstrisi	<1	<1	7
Sabit yanma Kaynakları	18	4	2
Diğer sabit kaynaklar	10	2	5
Hareketli kaynaklar	29	38	37
Doğal kaynaklar	-	-	3

2.1.2. Uçucu organik bileşiklerin iç ortam kaynakları

İç ortam hava kalitesi üç farklı açıdan değerlendirilebilir: insan, iç ortam özellikleri ve iç ortamı kirleten kaynaklar. İç ortam hava kalitesi belli bir havalandırma hızı ile ya da bazı bileşiklerin derişimi ile ifade edilir. Basit olarak bir iç ortamda kaynak veya kaynaklar direk veya dolaylı olarak bazı kirleticileri iç ortama yayarlar. Bu kirleticiler birbirleriyle veya başka kaynaklardan gelen diğer kirleticilerle reaksiyona girerek yeni kirleticiler oluşturabilirler. Bu iç ortama giren bir insan çeşitli kirleticilere maruz kalır ve bu durum hemen veya belli bir süre sonra kişide bir tepki oluşturur (Bluyssen 2009).

Binalarda bulunan her maddenin buharlaşarak veya süblimleşerek havaya geçebilecek organik bileşikler bulundurma potansiyeli vardır. Metal veya cam maddeler bile her ne kadar inorganik olsalar da yüzeylerine havadan organik buharları veya partikülleri birikmiş olabilir. Tipik bir konutta veya ticari binalarda kaynak oluşturabilecek çok çeşitli bina materyalleri mevcuttur (Şekil 2.1.). Bunlar hiç emisyonu olmayan maddelerden, büyük yüzey alanlı ve yüksek emisyon hızına sahip maddelere kadar oldukça çeşitlidir. İç ortamda bulunan eşya ve ürünlerden yayılan kirleticiler iç ortam hava kalitesini bozabilir ve uzun süreçte

içerisinde yaşayanları rahatsız edebilir (Spengler ve ark. 2000). Çizelge 2.2’de bazı UOB’ler için iç ortam kaynakları verilmiştir.



Şekil 2.1. İç ortam UOB maruziyet kaynakları (http 1)

Çizelge 2.2.’de ev içerisinde bulunabilecek ve çeşitli kaynaklardan yayımlanabilecek uçucu organik bileşikler gösterilmiştir. Bu tip ürünlerin evde bulunması, saklanması ve kişiler tarafından kullanılması ilgili bileşiğe maruziyette etkin birer yoldur. Çizelgeye göre evde bulunabilen en yaygın VOC emisyon kaynakları boyalar, yapıştırıcılar ve sigaradır. Bunun yanında kuru temizlemeye verilmiş kıyafetler, oda spreyleri ve meşrubatlar da birtakım uçucu organik bileşikler için kaynak durumundadır.

Çizelge 2.2. Bazı iç ortam UOB kaynakları (Spengler 2000)

UOB	Kaynak
1,1,1-trikloroetan	Kuru temizlemeye verilmiş kıyafetler
Alifatik hidrokarbonlar(oktan, dekan, andekan)	Boyalar, yapıştırıcılar, benzin, yanma işlemleri
Aromatik hidrokarbonlar(toluen, ksilenler, etilbenzen, trimetilbenzen)	Boyalar, yapıştırıcılar, benzin, yanma işlemleri
Benzen	Sigara, egzoz, pasif sigara içiciliği araç kullanma, yakıt doldurma
Karbontetraklorür, metilenklorür	Endüstriyel temizleyiciler, boya ve çözücü kullanımı
p-diklorobenzen	Oda spreyleri, güve ilaçları
Terpenler/ limonan, α -pinen	Deodorantlar, boyalar, yumuşatıcılar, sigara, yiyecekler, meşrubatlar
Tetrakloroetilen	Kuru temizlemeye verilmiş kıyafetlerin giyilmesi veya evde bulundurulması

Kaynaklar sürekli (sabit kaynak gücüne sahip, uzun süreli emisyonlar) ve sürekli olmayan emisyonlar (değişken kaynak gücüne sahip kısa süreli emisyonlar) olarak ikiye ayrılabilir. Sürekli kaynaklardan salınan emisyonların büyüklüğü genellikle sıcaklığa, bağıl neme ve bazen de havalandırma hızına bağlı olarak değişirken ve aylar bazında değişkenlik gösterirken, sürekli olmayan kaynaklar saat ya da dakika bazında değişiklik gösterirler. Örneğin iç ortamdaki boşluklar, havalandırma ve emisyon tipi iç ortamdaki UOB'lerin dinamik davranışını etkiler. Sürekli ve sürekli olmayan emisyonlar kaynağına göre üç gruba ayrılabilir; (i) dış ortam (hava, toprak ve su kaynakları); (ii) kişi ve kişinin aktiviteleri (vücut kokusu, enerji üretimi, sigara kullanma durumu, ev içerisindeki aktiviteleri ve hobi ürünleri); ve (iii) malzeme ve cihazlardır (bina ve tadilat malzemeleri, mobilyalar, koku verici malzemeler) (Hester ve Harrison 1995).

2.2. Uçucu Organik Bileşiklerin Sağlık Etkileri

Tehlikeli hava kirleticilerinin insanlar üzerinde çok çeşitli sağlık etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bileşiğin türüne, derişimine ve maruziyet süresine bağı olarak karsinojenik veya karsinojenik olmayan etkileri değişiklik gösterebilmektedir. Bazıları hem toksik hem karsinojenik etki gösterebilirler. Toksik etkiler akut (kısa süreli pek çok sağlık etkisi) veya kronik (uzun süreli kalıcı sağlık etkileri) olabilir. Karsinojenik olmayan etkiler deri tahrişinden yaşam ömrünün kısalmasına kadar çeşitlilik göstermektedir. Karsinojenler habis tümör veya kanser vakalarına sebep olabilir veya bu hastalıkların görülme sıklığını arttırabilir (Sristava ve Som 2007).

2.2.1. Hasta bina sendromu

Hasta bina sendromu (HBS) bir binanın içerisinde zaman geçirenlerin o binada geçirdikleri süre ile ilgili olarak yaşadıkları akut sağlık etkileri ve rahatsızlıkları ifade eden bir terimdir. Ancak bununla ilgili olarak belirli bir hastalık veya problem tanımlanamamıştır. Şikâyetler bir oda veya belirli bir bölge için ya da tüm bina için ortaya çıkabilir. En belirgin rahatsızlıklar baş ağrısı, göz, burun veya boğaz tahrişi, kuru öksürük, baş dönmesi, koordinasyon kaybı, konsantrasyon bozukluğu ve koku hassasiyetidir. Sebepleri ise yetersiz havalandırma, sigara kullanımına bağı olarak yüksek derecede UOB salınımı, partiküller ve diğer toksik kirleticilerdir. Bina içinde oluşan kirleticilerin dışında araç egzozları gibi dış ortam kirleticileri de bina içerisine girerek iç ortam hava kalitesini etkileyebilirler (US/EPA 1991).

Semptomların iç ortama girdikten 15-30 dakika ile birkaç saat içinde başladığı ve binadan ayrıldıktan sonra 30 dk ile birkaç saat içinde düzeldiği bildirilmiştir. HBS oldukça kompleks bir sorun olup çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Kişisel (yaş, cinsiyet, kişide var olan hastalıklar, meslek, sigara kullanımı, çocuklukta oluşan maruziyetler), mikrobiyolojik (biyoaerosoller), kimyasal (CO₂, UOB), fiziksel (havalandırma sistemleri ve havalandırma oranı, evle ilgili faktörler, iç ortam sıcaklığı ve bağıl nem, duvardan duvara halı) ve psikolojik faktörlerin kombinasyonu HBS semptomlarının görülme sıklığını arttırmaktadır (Zeydan ve ark. 2009; Jones 1999; Spengler ve ark. 2000).

2.3. Uçucu Organik Bileşiklerin Vücuda Girme Yolları

Toksik maddeler vücuda besin yoluyla, solunum sistemi veya deri yoluyla girebilir. Solunum yoluyla alınan kirleticiler akciğer ve alveollere geçerek, sindirim sistemi vasıtasıyla alınan kirleticiler karaciğere geçerek, deri yoluyla alınanlar ise direk kana ve yağ dokularına ulaşabilir. Burada metabolize olan kirleticiler kan ve yağ dokularında toksik birikime sebep olabilir veya böbreklerden üre vasıtasıyla atılabilir (McDermott 2004; Manahan 2003).

2.4. İç ortamda Uçucu Organik Bileşiklerin Kontrolü

Teorik olarak bir kirleticiyi kaynağında kontrol etmek kirleticiyi daha ciddi problemlere yol açtıktan sonra kontrol etmekten iyi bir yaklaşımdır. UOB'ler için kaynakta kontrol yöntemleri, (1) iç ortamlarda kirletici yayabilecek ürünlerin kullanımını minimum seviyede tutmak, (2) binaların inşasında, onarım ve bakımında kirliliği önleyecek veya minimize edecek ürünler kullanmak, (3) direk veya dolaylı olarak iç ortam kirliliği oluşturabilecek kaynakların bakımını veya değişikliklerini yapmak, (4) kirlilik kaynağın uzaklaştırılması, düşük veya sıfır kirlilik yayabilecek ürünleri kullanmak (Godish 2001)

İç ortam hava kalitesinin kontrolü ve düzenlenmesi bireylerin istek ve tutumlarına, yerel yönetimlerin ve devletlerin bu konudaki hassasiyet ve ciddiyetlerine bağlıdır. Çizelge 2.3'de UOB'lerin kontrolü için tarafların göz önüne alması gereken bazı hususlar verilmiştir. Hükümetler iç ortam hava kalitesini geliştirmek amacıyla temiz su yönetmelikleri veya iş yeri iç ortam hava kalitesi yönetmelikleri gibi pek çok yasal düzenleme yapabilirler. İç ortamda yasal yükümlülükler daha karmaşıktır ancak tüketici ürünlerinin standardize edilmesi, bina inşa ve dizayn aşamasında getirilebilecek yükümlülükler iç ortam hava kalitesinin geliştirilmesi açısından oldukça etkin birer örnektir. Tüm bunların yanında iç ortamda önemli bir kaynak olan pasif içicilik ise kişisel davranışlara bağlı olduğu için daha karmaşık bir durumdur. Sigara kullanma alışkanlıkları restoran, kafe, iş yeri gibi ortamda sigara içilmesinin yasaklanmasıyla kontrol altına alınabilirken evlerde bu durumu sağlamak için en etkin yol eğitimidir (Boubel ve ark. 1994)

Çizelge 2.3. İç ortam hava kalitesini arttırmak için ilgili tarafların dikkat etmesi gereken hususlar (Boubel ve ark. 1994)

Bireyler	Tüketiciler ve sağlık yetkilileri	Üreticiler	Ev sahipleri ve yöneticileri	Mimar ve mühendisler	Yerel yönetimler	Devlet
Düşük emisyonlu ürünler satın almak	Kirleticilerin yol açtığı semptomlar ve etkileri konusunda bilgili olmak	Ürün emisyonlarını minimuma indirecek test prosedürleri geliştirmek	Evlerde havalandırma sistemlerinin düzgün bir şekilde işleyişini sağlayarak bireylere yeterli temiz hava sağlamak	İç ortam hava kalitesini bir dizayn parametresi haline getirmek	Yerel düzeyde çalışmalar yaparak belirli problemleri araştırmak ve azaltma stratejileri geliştirmek	Araştırma ve teknoloji geliştirme programları düzenlemek
Emisyonları minimize etmek için ürünlerin bakımını yapmak	Toplum için eğitim programları uygulamak	Ürünleri emisyon miktarları hakkında bilgi verecek şekilde etiketlemek	Alansal havalandırma yapmak.	İç ortam hava kalitesi havalandırmasıyla ilgili şikayetleri dikkate almak.	Binalarda yeterli ve kaliteli hava sağlamak amacıyla dizayn ve havalandırma ile ilgili bina kodları üretmek	Diğer sektörlerle birlikte eylem koordine etmek.

3. BENZEN, TOLUEN, ETİLBENZEN, m,p-KSİLEN, o-KSİLEN

BTEX olarak adlandırılan benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler metan dışı hidrokarbonların önemli bir kısmıdır. Kimyasal yapıları birbirine benzeyen ve genelde aynı amaçlar için kullanılan bileşiklerdir. Toksik ve genotoksik oldukları bilinmektedir ve fotokimyasal reaksiyonlarda yer alırlar (Truch ve Oanh 2007).

3.1. Benzen

Benzenin oda sıcaklığındaki buhar basıncı 75mmHg'dır. Sudaki çözünürlüğü ise sadece % 0.06'dır ve etanol, dietileter, toluen ve diğer organik çözücülerle karışabilir (Grandjean 1990).

3.1.1. Benzen maruziyeti kaynakları

İnsanların davranışları ve yaşam koşullarının benzen maruziyeti üzerinde çok önemli etkilerinin olduğunu gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Pekey ve Aslanbaş 2008, Jia ve ark. 2008a, Sofuoğlu ve ark. 2008, Ahumada ve Whitehead 2007) Endüstriyel olmayan ve sigara kullanımına bağlı olmayan benzen maruziyetlerinin %20'sinin motorlu taşıtlarla yolculuktan kaynaklandığı belirtilmiştir. Dolum işlemlerindeki buharlaşmalar ve yüksek trafik yoğunluğu ise % 40'ını oluşturmaktadır(Horton ve ark. 2006). Horton ve arkadaşlarının 2006 yılında yapmış oldukları bir çalışmada her 1 saatlik yolculuğun benzen maruziyetini 0.74 µg/m³ arttırdığı görülmüştür. Ayrıca aynı çalışmada araçlarda dolum işlemi yapılmasının ise kişisel maruziyeti 1.50 µg/m³ arttırdığı belirtilmiştir. Benzindeki benzen derişimleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir örneğin Japonya'da %1, Çin'de %2.5, Tayland'da %3.5 ve Malezya'da % 5'dir (Truc ve Oanh 2007). Türkiye'de TÜPRAŞ rafinerisinde üretilen farklı özelliklerdeki kurşunsuz benzinin benzen içeriği %1 ile %2,5 arasında değişmektedir (http 7). Çevre Koruma Örgütü (EPA) Temiz Hava Planları Başlık II'de benzin içerisindeki benzen derişimini %1 ile sınırlandırmıştır (US/EPA 1990). Aynı şekilde Türkiye'de ise 2003 yılında yürürlüğe giren Benzin ve Motorin Kalitesi yönetmeliği ile benzin motor yakıtlarında %1 ile sınırlandırılmıştır.

İç ortamda ise sigara kullanımı benzen maruziyetinin temel sebebidir. Sigara kullananlar sigara başına 55 µg benzene maruz kalmaktadır bu nedenle sigara kullanımının olduğu iç ortamlarda benzen derişimleri dış ortam derişimlerinden daha yüksektir. Dış ortamdaki en önemli benzen kaynağı ise motorlu taşıtlardır (Hester ve Harrison 1998).

3.1.2. Toksikokinetikler

Solunum yoluyla alınan benzen akciğerler tarafından kolayca absorbe edilir. İnsanlarda 163-366 mg/m³ seviyelerindeki maruziyetlerde, solunum yoluyla alınan benzenin yaklaşık % 50'sinin absorbe edildiği bilinmektedir. Suda çözünürlüğünün az olması nedeniyle benzen en çok yağ oranı yüksek dokularda bulunur. Öncelikle karaciğerde metabolize olarak kararsız benzen oksit oluşturur. İnsanlarda nefes verilmesi esnasında metabolize olmadan atılabılırken metabolize olmuş kısım ise üre yoluyla atılır (Hester ve Harrison 1998)

3.1.3. Sağlık etkileri

Benzen pek çok olumsuz sağlık etkisi ile ilişkilendirilir. Maruziyet periyodu derişim seviyeleri ve yarattığı olumsuz sağlık etkileri Çizelge 3.1.'de verilmiştir (Holgate 1999). Benzene orta seviyede kısa süreli maruziyetler merkezi sinir sistemi bozukluklarına yol açabilir. Kan ve kan yapıcı organlara zarar vermesine ek olarak bir çeşit kan kanseri olan kemik iliği kanserinin sebeplerinden biri olarak görülmektedir. Muzaffer Aksoy isimli Türk hematolog, deri yapımında benzenin yaygın olarak kullanıldığı 1967-1974 yılları arasında ayakkabı, terlik ve çanta yapımında çalışan 28500 işçiyle gerçekleştirdiği epidemiyolojik çalışmada benzen maruziyeti ve kan kanseri arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (McLachlan 1980).

Çizelge 3.1. Benzenin sebep olduğu sağlık etkileri

Etki	Tanımlama	Maruziyet Periyodu	Derişim (ppm)
Ölüm		5-10 dk	20000
Merkezi sinir sistemi	Vertigo, uyuşukluk, baş ağrısı ve mide bulantısı	Saatler	250-500
Hematolojik	Pansitopeni, aplastik anemi, miyelodisplastik sendromlar	Yıllar	100
Mutajenik	Kromozom bozuklukları	Yıllar	35
Karsinojenik	Vücutta eğrilme	Yıllar	13-63
	Kan kanseri	Yıllar	20-50

Benzen için en önemli sağlık etkisi kansere sebep olmasıdır. Örneğin 1.3-4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasındaki benzen derişimine ömür boyu maruziyet durumunda kansere yakalanma olasılığı 10^5 kişide bir kişidir (US/EPA online veri tabanı).

3.2. Toluen

Toluen oda sıcaklığında sıvı haldedir, buhar basıncı 25°C 'de 28 mmHg'dır, kaynama noktası 110°C 'dir. Aseton ve karbondisülfürde çözünebilir (Grandjean 1990).

3.2.1. Toluen maruziyet kaynakları

Toluenin kırsal alanlarda ortalama dış ortam derişimi $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten daha azdır, kentsel alanlarda ise $5-150\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişkenlik gösterebilmektedir.. Endüstriyel alanlarda daha yüksek derişimler de ölçülebilir (WHO 2000).

Toluen ham petrolün ve doğal gazın bir bileşenidir. Volkanlar ve orman yangınları doğal kaynakları olmakla birlikte havadaki derişimlere en büyük katkıyı antropojenik kaynaklar yapmaktadır. Toluen endüstriyel olarak yüksek miktarlarda üretilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Stiren üretimi ve kömürün yanması esnasında yan ürün olarak ortaya çıkar. Ayrıca boya, kauçuk, baskı, kozmetik ve diğer yapıştırıcı endüstrilerinde kullanılır. Diğer pek çok

kimyasalın üretiminde başlangıç maddesi olarak kullanılabilir (poliüretan üretiminde kullanılacak olan toluen di isosiyanat (TDI) üretimi) (Holgate 1999).

3.2.2. Toksikokinetikler

İnsanların 10-15 dakika gibi kısa sürelerde 80 ppm toluene maruz kalması durumunda kandaki derişimi 2-5 $\mu\text{mol/L}$ arasında artabilir. Hayvanlarda yapılan testlerde, farelerde toluenin ciğerlerde kolayca absorbe olduğu görülmüştür. Kandaki toluen derişiminin havadaki toluen derişimi ile doğrusal bir ilişki göstermekte olduğu görülmüştür. Köpeklerde maruziyetin başlamasından yaklaşık 2 dk sonra kanda toluene rastlanmıştır (ATSDR 2000).

Vücuda alınan toluenin %75'inden fazlası, alındıktan 12 saat sonra uzaklaştırılır. Verilen nefeste kimyasal olarak değışmemiş biçimde kalabilir veya üre yoluyla farklı birtakım kimyasallara dönüştürüldükten sonra uzaklaştırılır. Genelde vücut, tolueni hipurik asit gibi daha az zararlı kimyasallara dönüştürür (ATSDR 2000).

3.2.3. Sağlık etkileri

Toluenin saf formda koku dedeksiyon eşiğı 1 mg/m^3 'tür. Ancak kokusu, toluen derişimi 10 mg/m^3 'dan yüksek olduğu durumlarda hissedilebilir hale gelir (WHO 2000).

Toluenin merkezi sinir sistemi üzerindeki akut ve kronik etkileri çok önemlidir. Ayrıca insanlarda büyüme bozuklukları ve doğum anormalliklerine sebep olabilir. Bu etkiler hayvanlar üzerindeki araştırmalarla kanıtlanmıştır (WHO 2000).

Yüksek derişimlerde toluen maruziyetleri gönüllüler üzerinde yapılan araştırmalarla incelenmiştir. Kaza sonucu ağır maruziyetlerin komaya sebep olabileceğı, 3000 mg/m^3 civarındaki maruziyetlerin şiddetli yorgunluk, kusma, bulantı, duygusal depresyona sebebiyet verebileceğı ve çocuk reflekslerinde güçlü etkileri olduğu görülmüştür. Bir fabrikada çalışan işçilerin 3 gün süresince yüksek dozda toluen içeren bir karışıma maruz kaldıktan sonra aylar süren bir hafıza problemi yaşadıkları görülmüştür. Dört gün boyunca günde 6 saat 100 ppm

toluene maruz kalmış gönüllülerde baş ağrısı, uykusuzluk ve patolojik hassasiyet görülmüştür (Holgate 1999).

3.3. Etilbenzen ve Ksilenler

Metil grubunun benzen halkasına bağlanış şekline bağlı olarak 3 farklı izomeri vardır. Bunlar meta-ksilen, orto-ksilen ve para-ksilendir. Ksilen bu 3 izomerin karışımıdır ve % 6-15 oranında etilbenzen içerir. Çok kolay buharlaşabilir ve yanabilir. İnsanlar genellikle kokusunu 0,08-3,7 ppm aralığında hissetmeye başlar (ATDSR 2007). Etilbenzen içinse koku eşiği 2 ppm'dir. Oda sıcaklığında kolayca buharlaşabilir ve yanabilir. Petrolün doğal bir bileşenidir (ATDSR 2007a)

3.3.1. Etilbenzen ve ksilenlerin maruziyet kaynakları

Etilbenzen ham petrolde bulunmaktadır. Doğal maddelerin tam yanmaması sonucu oluşur bu nedenle sigara ve orman yangınlarından etilbenzen salınımı olmaktadır. Etilbenzen, benzenin alkalileştirilmesi işleminde kullanılmaktadır. Bu yüzden bu endüstrilerde çalışan insanlar oldukça fazla miktarlarda etilbenzene maruz kalabilmektedir (WHO 1996).

Bunların dışında tüketim maddeleri, benzin, pestisit, çözücü, halı yapıştırıcıları, vernik, boya kullanımı ve sigara içilmesi de etilbenzen maruziyetine sebep olmaktadır (US/EPA 2000).

Ksilen maruziyeti öncelikle endüstriyel kaynaklardan, otomobil egzozlarından ve çözücü kullanımından kaynaklanabilir. Tehlikeli atık depo alanları ve ani dökülmeler de muhtemel maruziyet kaynaklarıdır. Etilbenzenle benzer olarak benzin, boya, cila, pas koruyucu ve sigara kullanımı ksilen maruziyetine sebep olmaktadır. Bunların dışında etilbenzen ve ksilenlerle kontamine olmuş yiyecekleri yemek veya suyu içmek maruziyete sebep olmaktadır (ATDSR 2007)

3.3.2. Toksikokinetikler

Etilbenzen vücuda solunum sistemi, sindirim sistemi ve deri ile temas yoluyla geçebilir. Vücuda alınan etilbenzen metabolizma ve metabolizma artıkları

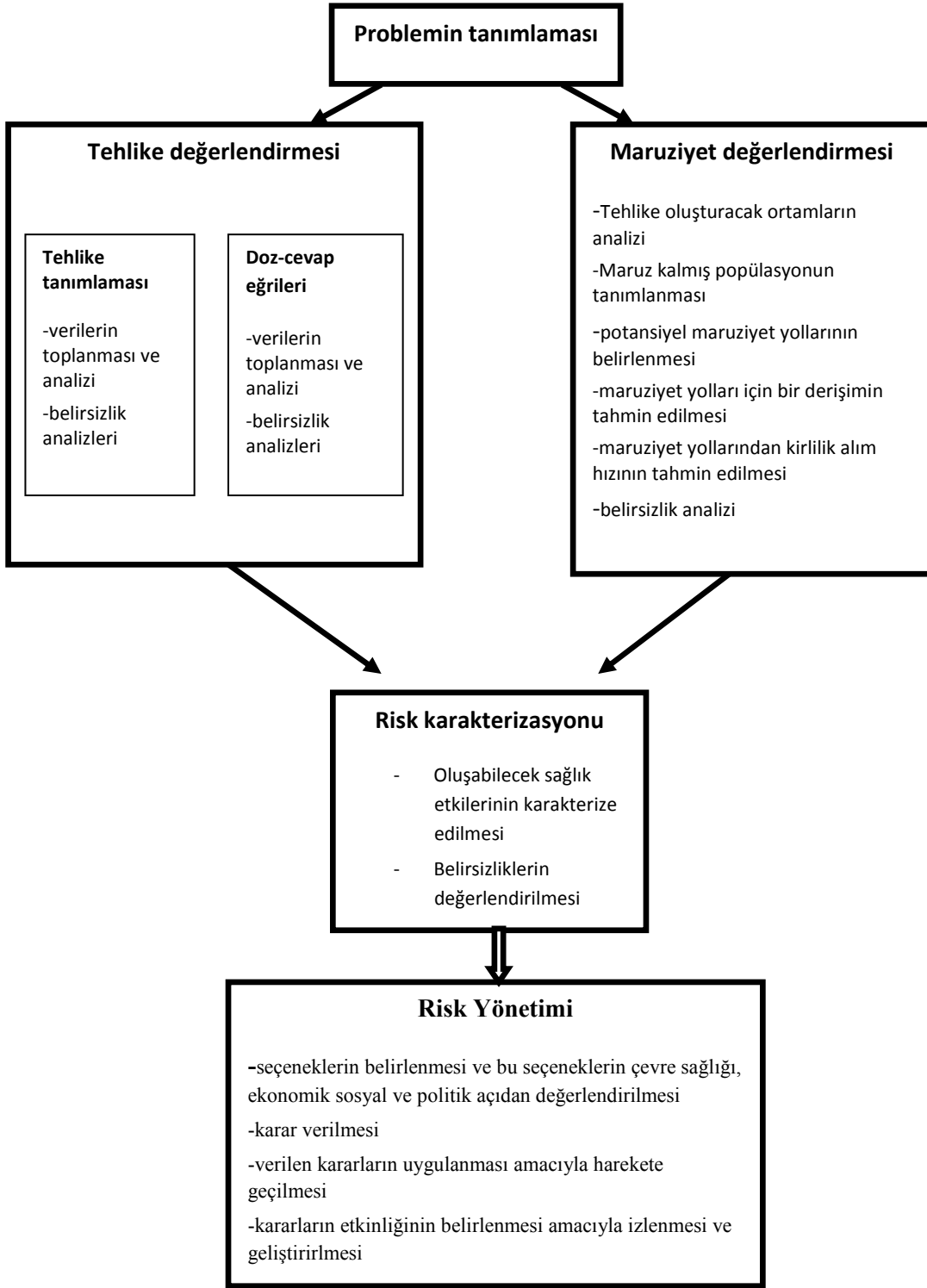
ile çabucak elimine edilir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalar etilbenzenin bu yolla hızlıca absorblandığını göstermiştir. 8 saat boyunca 23-85 ppm etilbenzene maruz kalan gönüllülerde etilbenzenin çoğunun insan vücudunda kaldığı ancak eser miktarda bir kısmının nefesle dışarı verildiği görülmüştür (ATDSR 1999).

3.3.3. Sağlık etkileri

Etilbenzen maruziyeti kaynaklı herhangi bir ölüm olayı raporlanmamıştır ancak erkek gönüllüler üzerinde yapılan deneylerde 2000 ppm'lik bir etilbenzen derişimine maruz kalma durumunda boğaz ve geniz tahrişi ve göğüs sıkışması gibi şikayetler görülmüştür. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar tahrişten akciğer tıkanıklığına kadar değişen etkiler göstermiştir (ATDSR 2007a)

4. RİSK ANALİZİ

Risk en basit tanımıyla istenmeyen bir durumun oluşma olasılığıdır. Risk analizi ise çeşitli sebeplerden oluşabilecek herhangi bir tehlike olasılığının tanımlanması ve değerlendirilmesidir. Toksik maddeler göz önüne alındığında risk analizi maruziyet olasılığının belirlenmesi ve sonuçta oluşabilecek tehlikenin belirlenmesidir (NRC 1983). Genel olarak tehlike tanımlanması, maruziyet değerlendirmesi, doz-yanıt değerlendirmesi ve risk karakterizasyonu olmak üzere 4 ana basamaktan oluşur (NRC 1983; Cal/EPA 2001; Frantzen 2002). Risk değerlendirmesi basamakları şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Risk değerlendirme basamakları (EHRA 2002)

4.1. Tehlike değerlendirmesi

Risk analizinin en çarpıcı kısmı tehlike değerlendirmesidir. Bu kısımda herhangi bir çevresel ajana maruziyetin çeşitli olumsuz sağlık etkilerinin (kanser, doğum kusurları) görülme sıklığını arttırıp arttırmadığı belirlenir (NRC 1983).

Kirletici ile ilişkili ne tip sağlık etkilerinin ortaya çıkabileceği ve bu sağlık etkilerinin ne kadar süre içerisinde kendini göstereceğine ilişkin belirlemeler bu kısımda yapılır. Sağlık etkileri ile ilgili veriler çeşitli toksikolojik ve epidemiyolojik çalışmalardan elde edilebilmektedir (EHRA 2002).

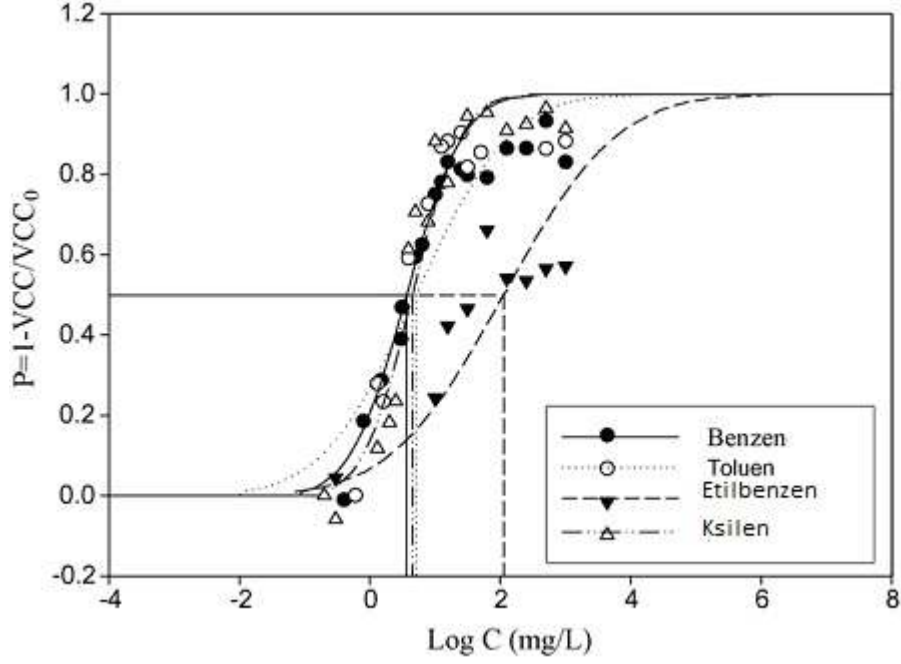
Tehlike değerlendirmesinin basamakları aşağıdaki şekilde özetlenebilir,

- Kirleticilere ait fiziksel kimyasal özellikler ve maruziyet yolları
- Kirletici ile ilgili yapısal ve işlevsel özelliklerin belirlenmesi
- Vücuttaki metabolik ve farmokinetik zellikleri
- Toksikolojik etkileri
- Kısa dönemli testler (kromozomal bozukluklar, DNA değişimleri)
- Uzun dönemli hayvanlar üzerinde yapılan alışmalar (USEPA 1987).

Tehlike değerlendirmesi çalışmaları kapsamında epidemiyolojik çalışmalar, hayvanlar üzerinde yapılan biyolojik denemeler ve araştırılan maddelerin bilinen kanserojen maddelerle molekül yapılarının karşılaştırılması gibi yöntemler izlenir (NRC 1983).

4.2. Doz Yanıt Eğrileri

Farklı maruziyet seviyelerinde çeşitli hastalıklarla ilgili vakaların ortaya çıkma sıklığıyla ilgili nitel ve nicel verileri elde etmeye yarayan eğrilerdir (EHRA 2002). İnsanlar ile ilgili verilerin yeterli olmadığı durumlarda genellikle hayvanlar üzerinde yapılan deneylerden elde edilen veriler kullanılır. Eğer yeterli miktarda nicel data varsa ve bir bileşiğe ait karsinojenik özellikler belirlenebilecekse cevap ve yanıt ilişkilendiren biyolojik bir model de kurulabilir (US/EPA 2005).



Şekil 4.2. BTEX için elde edilen bir doz-ölüm eğrisi (Chang ve Chen 2008)

4.3. Maruziyet Değerlendirmesi

Maruziyet; kimyasal bir maddeyle temas durumunda ortaya çıkan durumdur. Bu kimyasal madde havada, suda, toprakta, birtakım ürünlerde veya taşıma araçlarında bulunabilir. Maruziyet değerlendirme; maruziyetin uzunluğu ve sıklığının belirlenmesi, maruz kalan grupların ve hassas grupların belirlenmesi ve potansiyel maruziyet yollarının değerlendirilmesini içerir. Çevresel monitörlmeler veya tahmin modelleri belirli yollarla belirli noktalarda maruziyet seviyelerini belirlemede kullanılabilir (EHRA 2002; NRC 1983; Frantzen 2002). Temas noktasındaki kirletici derişimi maruziyet derişimidir. Belirli periyotlardaki maruziyetler maruziyet derişimi-zaman grafiği şeklinde gösterilebilir ve bu eğrinin altında kalan alan maruziyet büyüklüğüdür (NRC 1991; USEPA 1992). Çizelge 4.1’de Dünya Sağlık Örgütü’nün maruziyet değerlendirmesinde kullanılan terimler için verdiği açıklamalar görülmektedir.

Çizelge 4.1. Maruziyet analizinde önemli olan bazı terimler ve süreçler (WHO 2000)

Terim	Açıklama
Kirlетici	Biyolojik, kimyasal, fiziksel, tek madde, çoklu maddeler, karışımlar
Kaynaklar	Antropojenik/ doğal, nokta/alan, sabit/hareketli, iç ortam/dış ortam
Taşınma, taşınma aracı	Hava, su, toprak, çöp, besin, ürünler
Maruziyet yolu	Kontamine besinleri yeme, kontamine havayı soluma, kontamine yüzeylere dokunma
Maruziyet derişimi	mg/kg (besin), mg/litre (su), $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (hava),
Vücuda girme yolu	Solunum, deri teması, sindirim, birden fazla yolla temas
Maruziyet süresi	Saniye, dakika, saat, gün, hafta, ay, yıl, yaşam boyu
Maruziyet sıklığı	Sürekli, aralıklı, döngüsel, tesadüfi, nadiren
Maruziyet ortamı	Mesleki/mesleki olmayan, ikametgahla ilgili/ ikametgahla ilgili olmayan, iç ortam/dış ortam
Maruziyet Popülasyonu	Genel popülasyon, belli gruplar, bireyler
Coğrafi kapsam	Yerel, bölgesel, ulusal, uluslararası, küresel
Zaman çerçevesi	Geçmiş, şimdiki zaman, gelecek, eğilimli

Çizelge 4.2. Terimlerin açıklamaları (NRC 1991; Özkaynak 1999)

Terim	Açıklama
Maruziyet	Belirli bir zaman aralığı boyunca kirlenmiş bir ortamın insan vücudunun sınırlarıyla temas etmesidir
Toplam maruziyet	Maruziyet ortamı veya yoluna (solunum, sindirim veya deri yoluyla absorblama) aldırılmaksızın bir insanın belli bir kirlenmeye maruziyetlerinin toplamıdır.
Doz	Genellikle tek bir ortamdaki, belli bir zaman aralığı boyunca absorblanan veya vücutta depolanan kirlenme miktarıdır.
İnternal doz	Organ yüzeyleriyle belirli bir temas süresi boyunca vücut dokularında absorblanan kirlenme miktarıdır.
Biyolojik olarak etkili doz	Belli bir süre boyunca hedef bölgeyle etkileşime girerek onun fizyolojik işlevini değiştiren depolanmış veya absorblanmış kirlenme miktarıdır.

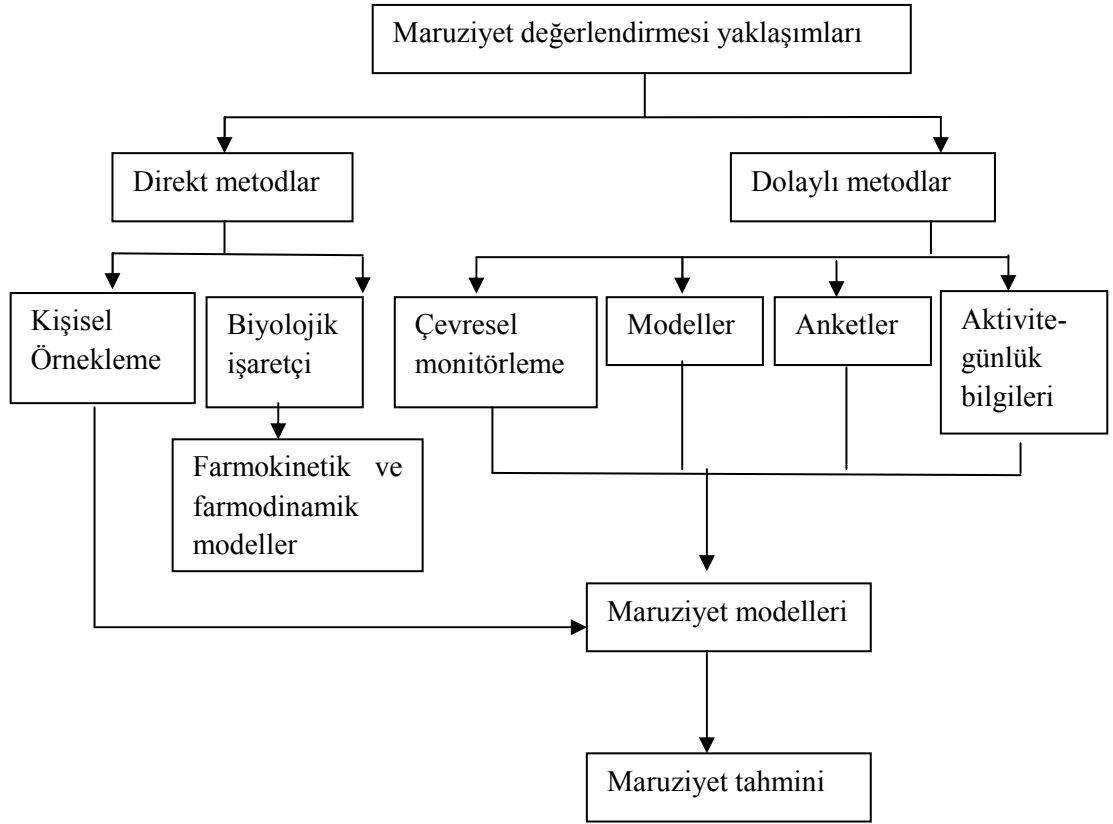
Çizelge 4.1. ve 4.2.'de gösterildiği gibi maruziyet analizi, seçilmiş kirlenmelerin anahtar kaynakların ve emisyon hızlarının belirlenmesiyle başlar. Maruziyet derişimi ve sıklığının belirlenmesi, etkin doz ve maruziyet popülasyonunun belirlenmesi ile devam eder (Özkaynak 1999).

Maruziyet değerlendirmesi için 3 farklı yaklaşım kullanılabilir. Bunlar;

1. Hem temas süresinin hem de maruziyet derişiminin ölçülerek entegre edildiği temas noktası ölçümleri.
2. Maruziyet derişimi ve temas süresinin ayrı ayrı ele alındığı ve daha sonra birleştirilmesi ile oluşturulan senaryo değerlendirmesi.
3. Maruziyet oluştuktan sonra dahili indikatörlerin (Biyolojik işaretçi, vücut yükü, idrar seviyeleri. vb) yardımıyla vücut dozundan tahmin edilmesi.

Yukarıdaki her 3 yöntem de birbirinden bağımsızdır çünkü her biri farklı verilere bağlıdır. Her bir yöntemin avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Bu yüzden 3 yaklaşımı birleştirmek çalışmanın güvenilirliğini artırır (USEPA 1992).

Maruziyet değerlendirmesi direkt ve dolaylı olmak üzere iki yolla yapılabilir. Maruziyet yaklaşımları şematik olarak Şekil 4.3’de görülmektedir. Direkt metotlar çeşitli kişisel veya mikro ortam ölçümlerini gerektirir. Ayrıca ek bilgi elde etmek için farklı maruziyet senaryoları da araştırılmalıdır. Dolaylı yöntem ise belirli mikro ortamlarda maruziyetin deneysel dağılımını, mikro ortam modellemesi çıktıları ve insan aktivite verisini kullanarak maruziyeti simule eden bir modelleme yaklaşımıdır (Klepeis 1999).



Şekil 4.3. Maruziyet değerlendirmesinin bileşenleri (EHRA 2002)

4.4. Risk Karakterizasyonu

Risk karakterizasyonunda maruziyet değerlendirmesi ve doz yanıt eğrilerinden elde edilen veriler birleştirilerek nicel olarak karsinojenik risk değerlendirmesi yapılır (EHRA 2002). Risk karakterizasyonu iki kısımdan oluşur. İlk kısım risk ile ilgili nümerik verilerin değerlendirilmesini, ikinci kısım ise riskin önemli olup olmadığını belirleyen taslakların oluşturulmasını

içerir. Doz cevap eğrileri ve maruziyet değerlendirmesi risk karakterizasyonunda kullanılır (US/EPA 1987).

5. UÇUCU ORGANİK BİLEŞENLERİN ÖRNEKLEME VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

5.1. Örneklemeye Yöntemleri

UOB'lerin atmosferik örneklemede kullanılan pek çok sistem mevcuttur. Bunlar örnekleme için entegre edilmiş bir detektörün bulunduğu direkt metotlar veya örneğin aracı başka bir maddeyle temas ettirildiği dolaylı metotlardır. Dolaylı metotlar aktif ve pasif örnekleme olarak iki ayrı şekilde sınıflandırılabilir (Colls 2002).

5.1.1. Aktif Örneklemeye

Aktif örneklemede, belirli miktarda hava bir pompa ya da vakum yardımıyla toplayıcı bir kap içerisine veya adsorbant bir yüzeye çekilir (Pluschke 2004). İlkinde hava vakum yardımıyla polimer torbalara (tedlar, teflon) veya metal örnekleme kapları (kanister) içerisine toplanır. Bu teknikte örnekleme oldukça basit ve hızlıdır. Örneklemeye sisteminde herhangi bir kırılma noktası, gözlenmez ancak örnekleme kabı içerisinde oluşabilecek reaksiyonlar ve duvarlarda fiziksel adsorblanma nedeniyle UOB kaybı oluşabilir (Pluschke 2004). Sorbentler üzerinde toplama tekniğinde ise aktif örnekleme yapılırken belirli miktarda sorbent cam veya paslanmaz çelik tüplere doldurulur. Belirli miktarda hava bu tüplerden geçirilerek örnekleme işlemi gerçekleştirilir ve hedef kirleticilerin sorbentler üzerinde tutunması sağlanır. Literatürde kullanılan en popüler sorbentler geçirimsiz polimer bazlı sorbentler (Tenax ve Chromosorb) ve karbon bazlı sorbentlerdir (aktif karbon, grafit karbon, anasorb). Örneklemeye için sorbent seçimi sorbentin hedef bileşiği adsorblama ve desorblama kapasitesine bağlıdır. Sorbent üzerinde tutunan kirletici miktarı ise genelde sorbent uzunluğu ve kütlesi ile belirlenir (Pluschke 2004).

5.1.2. Pasif Örneklemeye

Pasif örnekleme için herhangi bir pompa sistemi olmadan adsorbant yüzeye gazın difüzyonu esasına dayanır. Ucuz olmaları ve herhangi bir elektrik kaynağına ihtiyaç duymamaları sebebiyle oldukça yaygın olarak kullanılmaya başlayan örnekleme tipidir. NO₂, UOB, SO₂ ve NH₃ gibi pek çok gaz için pasif

örnekleyiciler geliştirilmiştir. Gaz molekülleri hava moleküllerinin arasında difüzyona uğrayarak adsorblayıcı yüzey üzerinde tutunurlar (Colls 2002) . Pasif örnekleyiciler esasında yüksek derişimli işyeri ortamlarında havadaki kirleticilere maruziyeti belirlemek amacıyla dizayn edilmiştir. Ancak günümüzde pek çok kişisel örnekleme, iç ortam ve dış ortam hava örnekleme çalışmaları kullanılmaktadır. Pasif örnekleyicilerin çok düşük örnekleme hızına (0,1-50 ml/dk) sahip olmaları ve bu yüzden uzun süreli örnekleme işlemi gerektirmeleri gibi birtakım dezavantajları da bulunmaktadır. Pasif örneklemede organik moleküller adsorban madde üzerine Fick'in 1. yasası uyarınca difüze olurlar,

$$SR=Dx A/L$$

SR: Difüzyon hızı

D: Difüzyon katsayısı

A: Kesit alanı

L: Difüzyon yüzeyinin uzunluğu (Hewitt 1999).

UOB'lerin pasif olarak izlenmesinde yaklaşık 15 çeşit ticari örnekleyici bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, Radiello difüzyif örnekleyiciler, OVM örnekleyiciler, ORSA tipte örnekleyiciler, Analyst, Perkin Elmer tüpleri, SKC örnekleyicileri ve TK-200 kişisel örnekleyicilerdir (Kot-Wasik ve ark. 2007).

5.2. UOB'lerin Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi ile Analiz Yöntemleri

Havada var olan organik bileşiklerin karmaşık yapılarından dolayı, bir bileşiği diğerinden ayırabilecek ve düşük derişimleri ölçebilecek analitik metotlara ihtiyaç vardır. Gaz kromatografisi (GC) tekniği bileşenleri bir kolon yardımıyla ayıran önemli analitik tekniklerden bir tanesidir. Gaz kromatografisinde yaygın olarak kullanılan 3 dedeksiyon metodu vardır. Bunlar alev iyonizasyonu dedektörü (FID), elektron yakalama dedektörü (ECD) ve kütle spektrometresidir (MS) (Anderson ve Albert 1999).

Gaz kromatografisinde diğer kromatografilerde olduğu gibi hareketli ve sabit olmak üzere iki faz bulunur. Ancak diğerlerinden farklı olarak gaz kromatografisinde ayrılmaları istenen madde ile hareketli faz arasında herhangi bir etkileşim olmaz. Hareketli fazın görevi sadece maddeleri taşımaktır. Hareketli

faz olarak He, Ne, Ar ve N₂ kullanılabilir. Temel olarak 6 ana kısımdan meydana gelir. Bunlar,

- 1) Taşıyıcı gaz sistemi, silindir kısmı
- 2) Numune enjekte etme kısmı
- 3) Isıtma kısmı
- 4) Ayırma kolonu
- 5) Detektör
- 6) Yazıcı kısmı

Taşıyıcı gaz olarak helyum, argon, azot, karbondioksit gibi inert gazlar kullanılır. GC-MS cihazında genel olarak paslanmaz çelik, saf bakır, alüminyum, teflon, cam ve eritilmiş silikadan yapılmış kolonlar kullanılmaktadır. Kolon sıcaklığı çok önemlidir. Bu nedenle kolon termostatlı bir etüv içine yerleştirilir. Kolon sıcaklığı üzerinde çalışılan numuneye ve istenen ayırma derecesine bağlı olarak değişir (Gündüz 2007). Genel olarak silikon bazlı kolonlar AT-1, EC-1, CPSil5CB, DB-1, BP-1, HP-1, OV-1, RSL-150, RTX-1, SPB-1 ve MXT-1 gibi farklı isimlerle anılmaktadır. Ancak üreticiler özellikle UOB'ler için EPA'nın öngördüğü metotlara uygun kolonlar üretmekte ve bu tip bileşiklerin analizi için bu kolonları önermektedir. Bu kolonlardan bazıları, UOBOL, RTX-VMS, RTX-VGC, RTX-VRX ,DB-VRX ve DB-624 isimli kolonlardır (Dewulf 2002).

6. LİTERATÜR

6.1. UOB'lerin atmosferik derişimlerinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar

UOB'lerin atmosferik derişimleriyle ilgili literatürde farklı şehirlerde yapılan pek çok çalışma mevcuttur. Örneklemenin yapıldığı şehirlerin endüstriyel, kentsel veya kırsal özellikte olmalarına göre ölçülen kirletici derişimleri farklılık göstermektedir. Sristava ve arkadaşlarının 2006 yılında Hindistan'ın Mumbai kentinde yapmış oldukları çalışmada mahallelerde ölçülen benzen derişimi $45,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken endüstriyel bölgelerde $201,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, trafik kesim noktalarında $348,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve petrol istasyonlarında $539,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bulunmuştur (Sristava ve ark 2006). Yapılan çalışmalar araç emisyonları için benzen/toluen oranının genelde 0,25- 0,5 aralığında olduğunu göstermiştir (Zou ve ark. 2003; Sweet ve Vermette 1992; Scheff ve Wadden 1993) . Zou ve arkadaşlarının Guanghu bölgesinde yapmış oldukları çalışmada endüstriyel ticari ve konut alanlarında yapılan BTEX ölçümlerinde benzen/toluen oranının 0,5 civarında olduğu bu durumun ise araç emisyonlarına işaret ettiği belirtilmiştir. Çöp depolama sahasının olduğu bölgede ise benzen/toluen oranı 0,61 olarak bulunmuştur. Kentsel bölgede BTEX oranı 2:4:1:2,6 iken çöp depolama sahası alanında 2:3,3:0,5:1 bulunmuştur. Bu oranlar da iki bölgedeki kaynakların farklı olduğunu göstermiştir (Zou ve ark. 2003). Dış ortam derişimlerini belirlemek amacıyla literatürden derlenen çalışmalar Çizelge 6.1.'de verilmiştir.

Tehlikeli bileşiklerin atmosferde bölgesel dağılımının incelenmesi bilinmeyen emisyon kaynaklarının keşfedilmesi açısından önem taşır. Kume ve arkadaşlarının (2004) Japonya'da yapmış oldukları çalışmada 3 örnekleme kampanyası düzenlenerek endüstriyel bir şehir olan Fuji'de 27 çeşit UOB bileşiğinin bölgesel dağılımı incelenmiştir. Bu çalışmada örnekler pasif örnekleyciler ile toplanmış ve aromatik hidrokarbonlar GC-MS ile uçucu organik halojenli bileşikler ise GC-ECD ile analiz edilmiştir. En sık rastlanan bileşik olan $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük ortalama derişimdeki tolueni, $4,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük ortalama derişimiyle asetaldehit ve $2,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük ortalama derişimiyle formaldehit takip etmiştir.

UOB'lerin bölgesel dağılımının tipik özellikte olduğu, formaldehit ve benzen derişimlerinin en yüksek olduğu bölgelerin ana yolların bulunduğu yerler, toluen ve tetrakloroetilen derişimlerinin yüksek olduğu bölgelerin ise fabrika yakınlarının olduğu belirtilmiştir (Kume ve ark. 2007).

Türkiye'de ise Eskişehir, İzmir, Ankara ve Kocaeli'nde yapılmış dış ortam UOB çalışmaları mevcuttur. Yorulmaz ve arkadaşlarının 2008 yılında ODTÜ kampüsünde uçucu organik bileşiklerin kaynaklarının belirlenmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada kampus için en belirgin kirlilik kaynağının trafik olduğu bulunmuştur. En yoğun kirleticinin ise toluen olduğu belirlenmiştir (Yorulmaz ve ark. 2008). Dinçer ve arkadaşları tarafından İzmir'de petrokimya endüstrisi ortamındaki koku ve uçucu organik bileşik seviyeleri incelenmiş, aldehit (hekzanal, propanal) ve mono aromatiklerin (benzen, toluen) kokuyu en iyi temsil eden gruplar olduğu bulunmuştur (Dinçer ve ark. 2008). Yine İzmir'de yapılan başka bir çalışmada petrol rafinerisi depolama tanklarından kaynaklanan uçucu organik bileşik emisyonları incelenmiş, rafineride ürünlerin tankerlere doldurulması sırasında oluşan yıllık kaçak UOB emisyonlarının tanklardan kaynaklanan emisyonlardan yaklaşık 14 kat fazla çıktığı ortaya konmuştur (Elbir 2008). Civan ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada İzmir Aliğa bölgesinde uçucu organik bileşik konsantrasyonları incelenmiş kirleticilerin yerel dağılımlarına bakıldığında en önemli UOB kaynaklarının rafineri ve petrokimya tesisleri olduğu görülmüştür (Civan 2008). Pekey ve Aslanbaş'ın Kocaeli'nde yapmış olduğu çalışmada elde edilen BTEX derişimleri çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. UOB'lerin dış ortam derişimlerinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar (ortalama, µg/m³)

Şehir	Örnekleyici	Örnek Sayısı	Mevsim	Benzen	Toluen	Ebenzen	m,p-Ksilen	o-ksilen	Yazarlar
Kopenhag	Pasif TENAX difüzyon tüpleri		Bahar	8,9	20		18**		Raaschou-Nielsen ve ark. 1997
Kopenhag kırsal kesimler		40	Bahar	1,9*	2,7*		2,6*		
Taegou	TENAX kartuşa aktif örnekleme	60	Kış	11,6	48,3	4,2	12,9	6	Jo ve Moon 1999
Hamburg	3M OVM	5	Kış	1,13*	4,46*	N.d	1,2*	N.d	Schneider ve ark. 2001
Erfurt	3M OVM	20	Kış	1,67*	4,98*	N.d	1,76*	N.d	Schneider ve ark. 2001
Guangzhou	TENAX kartuşa aktif örnekleme		Yaz	73	113	24	42	3,7	Zou ve ark. 2003
Çöp Depolama Sahası Kent atmosferi									
Hong Kong	Kanister	24	Kış	7,3	12	1,8	3,7	2,5	
Seoul	3M OVM	30	Yaz	5,38	55,78	6,31	5,83	5,04	Guo ve ark 2003
Asan	3M OVM	30	Yaz	39,81	147,87	1,64	38,99	50,52	Son ve ark. 2003
Minneapolis	3M OVM		Yaz	21,63	18,13	1,69	8,87	9,12	Adgate ve ark. 2004
			Kış	1,3*	2,6*	0,6*	2,3*	0,8*	
			Bahar	1,1	2,7	0,5	2	0,7	
Ankara	TENAX kartuşa aktif örnekleme	411	Tüm yıl	27,52	52,28	11,47	43,11	15,43	Kuntasal ve Ark. 2005
Benzin İstasyonu									
Mumbai	Pompalı aktif karbon örnekleme		Tüm yıl						Sristava ve ark. 2006
Mahalleler				45,31	29,16	0,2	0,81	0,31	
Ticari bölgeler				127,2	128,7	0,29	0,16	0,24	
Endüstriye bölgeler				201,58	79,64	0,27	0,13	0,08	
Trafik kesim noktaları				348,42	303,27	3,01	0,47	0,45	
Petrol istasyonları				539,95	44,75	1,24	0,85	0,81	

*Ortanca değerleri, **Ksilenler beraber verilmiştir, ***p-ksilen

Çizelge 6.1.(Devam) UOB'lerin dış ortam değişimlerinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar (ortalama, µg/m³)

Şehir	Örnekleyici	Örnek Sayısı	Mevsim	Benzen	Toluen	Ebenzen	m,p-Ksilen	o-ksilen	Yazarlar
Ramsis	Aktif karbon kartuşa aktif örnekleme	12	Yaz	87,2	213,8	43,3	140,8	73,77	Khoder 2007
Haram		12	Yaz	46,23	111,8	22,77	74,62	36,23	
Kafr El-Akram İzmir	Aktif karbon kartuşa aktif örnekleme	12	Yaz	5,81	7,48	2,51	4,11	2,4	
Rio de Janeiro	Aktif karbon kartuşa aktif örnekleme	9	Yaz	3,31	15,39	3,65	7,5***	5,74	Elbir ve ark 2007
Eskişehir	Aktif karbon kartuşa aktif örnekleme	30	Tüm yıl	1,1	4,8	3,6	10,4	3	Martins ve ak. 2007
Kocaeli	Aktif karbon kartuşa aktif örnekleme	3	Yaz		32,5	5,51	7,18	5,58	Demirel 2007
İzmir/Aliağa	Radiello	28	Yaz	6,58	14,73	4,44	7,58	3,77	Pekey ve Arslanbaş 2008
	Kromosorb kartuşa pasif örnekleme	28	Kış	8,18	21,37	5,16	15,06	8,29	
Barcelona	Orsa 5 Draeger örnekleme	55	Kış	0,4-46	0,011-93	0,14-21	0,053-19	0,012-41	Civan ve ark 2008
Kentsel alan Kırsal alan		164	Tüm yıl	3,5	34,2		31,3**		Gallego 2008
Pearl River Delta	Kanister	47		1,4	9,2		9,2		Chan ve ark. 2009
Boston		8	Kış	6,44	24,83	3,21	3,42	4,09	
	Termal desorpsiyon tüp örnekleme	80	Kış	0,88	2,3	0,42	1,3	0,47	Dodson ve ark. 2008

*Ortanca değerleri, **Ksilenler beraber verilmiştir, ***p-ksilen

6.2. UOB'lerin İç ortam derişimlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar

İç ortam hava kalitesinin gözlenmesi ve insanların iç ortam kaynaklı rahatsızlıklarının anlaşılabilmesi amacıyla okul, ev, hastane, ofis gibi pek çok iç ortamda UOB'lerin derişimleriyle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmaların çoğunda iç ortam derişimlerinin dış ortam derişimlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür (Jia ve ark. 2008; Schneider ve ark. 2001; Ohura ve ark. 2006; Gallego ve ark. 2008). Ayrıca iç ortam/dış ortam oranına bakılarak kirleticinin kaynağı hakkında çeşitli tahminler yapılmıştır. $I/O > 1$ olduğu durumlarda kirleticilerin iç ortam kaynaklı olduğu bilinmektedir (Lü ve ark. 2006; Gallego ve ark. 2008; Chan ve ark. 2009; Guo ve ark. 2003). Özellikle aromatik UOB'lerin iç ortam kaynaklı olduğu görülmüştür (Jia ve ark. 2008; Schneider ve ark. 2001).

Türkiye'de İzmir, Ankara, Kocaeli'nde iç ortamda UOB ölçümü ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında en yüksek benzen derişimi ($13.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Kocaeli kentindeki İlköğretim okullarında ölçülmüştür (Pekey ve Arslanbaş, 2008). Aynı şekilde Aslan ve arkadaşlarının (2008) İzmir kentinde ilköğretim okullarında yaptıkları çalışmada ortalama toluen derişimi $13.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Toluene derişimlerine bakıldığında en düşük toluen derişimi $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile Ankara'da Kuntasal ve arkadaşlarının (2005) ofislerde yaptığı ölçümlerde bulunmuştur. En yüksek toluen derişimi ise $62.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile Pekey ve Arslanbaş'ın (2008) Kocaeli'nde yaptıkları çalışmadaki okul örneklerinde bulunmuştur. İç ortamlardaki derişimleri iç ortamın fiziksel özellikleri (binanın yaşı, konumu, havalandırma) veya yaşayan kişilerin yaşama alışkanlıkları (sigara kullanımı, bazı temizlik ürünlerin kullanımı) etkileyebilmektedir. Mentşe ve arkadaşlarının (2008) Mayıs ve Haziran aylarında Ankara'da bir ilkokul ve kreşte yapmış oldukları çalışmada en yüksek derişimli bileşimin toluen olduğu, en düşük derişime sahip bileşimin ise benzen olduğu görülmüştür (Mentşe ve ark. 2008).

Gallego ve arkadaşlarının (2008) yapmış oldukları çalışmada kırsal ve kentsel alanlar için benzen derişimlerinin trafik yoğunluğuna bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği ve yine kırsal kesimde yapılan ölçümlerde evlerin bitişiğinde garaj olması veya olmaması durumunda benzen derişimlerinin önemli ölçüde değiştiği görülmüştür. Aynı iç ortam derişimleriyle ilgili daha önce yapılan çalışmalar çizelge 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.2.UOB'lerin İç Ortam derişimlerinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar (ortalama, µg/m³)

Şehir	örnekleiyici	örnekleme alanı	örnek sayısı	mevsim	benzen	toluen	ebenze n	m,p-ksilen	o-ksilen	Yazarlar
Taegu	TENAX kartuşa aktif örnekleme	ev	60	kış	18,3	69,1	8,9	19,7	9,8	Jo ve Moon 1999
Hamburg	3M OVM	ev	59	kış	19,6	72,3	10,4	24	12,2	Schneider ve ark. 2001
Erfurt	3M OVM	ev	5	kış	1,48	20,46	0,7	2,92	0,79*	Schneider ve ark. 2001
Seoul	3M OVM	ev	20	kış	2,12	37,29	1,67	2,92	0,79*	Son ve ark. 2003
Asan	3M OVM	ev	30	yaz	43,71	170,67	1,33	27,49	33,45	Guo ve ark 2003
Hong Kong	3M OVM	ev	30	yaz	20,26	17,31	1,33	10,43	9,32	
	kanister	ofis	24		4,4	47,29	7,81	12,99	14,54	
		ev	24		4,99	59,13	2,72	5,27	3,89	
		okul	24		3,04	17,31	4,12	3,12	1,67	
		alışveriş merkezi	24		11,54	127,85	11,86	14,88	9,34	
		restoran	24		10,34	85,77	8,59	10,93	5,94	
Baltimore	3M OVM	ev	33	kış/bahar	3,7	21,9	3,22	12,36**		Sturges ve ark. 2004
Minneapolis/Minnesota	3M OVM	ev	93	kış	2,2	8,2	1	3,7	1,2*	Adgate ve ark. 2004a
			88	bahar	2,1	8,9	1	3,3	1,1	
		okul	39	kış	0,6	2,9	0,6	2,3	0,8	
			47	bahar	0,6	1,6	0,3	1,2	0,4	
Ankara	Aktif TENAX örnekleme	ofis			0,96	2,4		1,34		Kuntasal ve ark. 2005
		ev			1,96	13,91		3,66		
Taiwan	Perkin-Elmer tüplerle aktif örnekleme	Fotokopici		Yaz	34,4	219,16	16,16	41,46**		Lee 2006
				kış	169,3	341	45	125,8		
Lower Saxony	Aktif TENAX örnekleme	Ev ahır	10			42,9	12	39,7	29,5	Beck ve ark. 2007
			9			2,5	0,4	2,2	1	

*Ortanca değerleri, **Ksilenler beraber verilmiştir, ***p-ksilen

Çizelge 6.2. (Devam)UOB'lerin iç ortam derişimlerinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar (ortalama, µg/m³)

Şehir	Örnekleyci	Örnekleme alanı	Örnek sayısı	Mevsim	Benzen	Toluen	Ebenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	Yazarlar
Michigan	Pasif termal desorpsiyon tüpleri	Ev	252	Yaz/kış	2,84	15,56	2,17	7,93	2,37	Jia ve ark. 2008
Barselona	Orsa 5 Draeger örnekleyci	Ev	183	Tüm yıl	4,3	64,8		47,6**		Gallego 2008
		Ev	57		5,8	67		51,4**		
Kocaeli	Radiello	Ev	15	Yaz	6,87	23,67	6,16	9,46	4,76	Pekey ve Arslanbaş 2008
		Ofis	10		9,82	50,79	9,16	15,05	12,33	
		Okul	3		6,67	44,78	9,03	11,93	4,87	
		Ev	15	Kış	9,28	41,39	14,59	25,56	14,05	
		Ofis	10		10,63	66,26	16,71	35,21	22,52	
		Okul	3		13,67	62,72	13,25	25,05	13,09	
İzmir	Pompaı TENAX kartuş örneklemesi	İlkokul	9	Kış	10,6	26,5		1,7**		Aslan ve ark. 2008
Pearl River Delta	Kanister	Otel	8	Kış	9,9	81,42	15,76	15,84	11,16	Chan ve ark. 2009

*Ortanca değerleri, **Ksilentler beraber verilmiştir, ***p-ksilen

6.3. Kişisel maruziyetlerle ilgili yapılan çalışmalar

Kişisel maruziyetleri belirlemeye yönelik çalışmalarda çeşitli mikro ortamlarda ölçülen derişimler anketler ve zaman aktivite çizelgeleri ile ilişkilendirilir. Kişilerin yaşam alışkanlıkları ve kişisel özellikleri ile birtakım kirleticilere maruziyetleri arasında önemli ilişkiler vardır. Anket uygulanmasının amacı da ölçüm verileri ve anket verilerini istatistiksel yöntemlerle inceleyerek bu ilişkileri belirleyebilmektir. (Horton 2006; Edwards 2006; Environment Australia 2003).

Horton ve arkadaşlarının (2006) yapmış olduğu çalışmada yüksek benzen derişimine sahip bir işyerinde çalışmayan, 18 yaşından büyük, sigara kullanmayan gönüllülerin benzen maruziyetleri incelenmiştir. Örnekleme 24 saatlik periyotlarla 7 gün boyunca pasif difüzyon örnekleyicileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Gönüllülerden zaman aktivite günlüğü ve anketleri doldurmaları istenmiştir. Yaz dönemi ve kış dönemi aritmetik ortalamaları BTEX için sırasıyla, 1.76 ve 1.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bulunmuştur. Cinsiyet faktörü ele alındığında yaz ve kış dönemlerinde kadınların erkeklere göre istatistiksel açıdan önemli derecede daha az benzene maruz kaldığı belirtilmiştir ($p=0.011$ yaz; $p=0.019$ kış). Yaş faktöründe benzen maruziyeti için önemli bir değişiklik görülmemiştir. Endüstriyel olmayan benzen maruziyetine en önemli katkının motorlu bir araçta yolculuk etmek ($p<0.0001$) ve yakıt doldurma işlemleri ($p=0.033$) olduğu görülmüştür. Yolculuk edilen her 1 saat için kişilerin $0.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lük benzene maruz kaldığı, yakıt dolum işlemlerinin benzen maruziyetini $1.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arttırdığı belirtilmiştir (Horton ve ark 2006).

Hinwood ve arkadaşlarının 2006 yılında yapmış olduğu çalışmada 4 Avustralya şehrinden mesleki maruziyeti olmayan ve sigara kullanmayan 204 kişinin BTEX maruziyeti araştırılmıştır. Katılımcılar yaz ve kış dönemlerinde 5 günlük periyotta, 24 saat boyunca 24 saatlik pasif BTEX örnekleyicileri taşımışlar ve her dönemde bir anket doldurmuşlardır. Ayrıca her gün aktivite günlükleri doldurmuşlardır. Bileşiklerin geometrik ortalamaları ve dağılımı şöyledir; benzen 2,78 (0,13-82,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); toluen 11,62 (0,12-9336 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); etilbenzen 2,31 (0,14-562 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ve ksilenler 9,68 (0,19-3296 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Araç tamiraty yapmak ve makine

kullanmak, motorlu araçlara dolun yapmak, kapalı park alanları içerisinde bulunmak ve el sanatlarıyla uğraşmak gibi aktivitelerin kişisel maruziyeti arttırdığı görülmüştür. 4 farklı şehirde de ortalama derişimler arasında oldukça büyük farklar görülmüştür bunun nedeninin ise yakıt bileşimindeki farklar, endüstri çeşidi ve yoğunluğu arasındaki fark, motorlu araç yoğunluğu ve açık ortam hava kirliliği arasındaki farkların olabileceği belirtilmiştir.

Pekey ve Arslanbaş'ın (2007) yapmış olduğu çalışmada Kocaeli şehrinde kırsal, endüstriyel ve kentsel bölgede iç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme yapılmıştır. Sigara içen katılımcılarda benzen, siklohekzan ve n-hekzan ve n-andekan seviyeleri içmeyenlere göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu bileşenler için sigara içenlerin derişimleri içmeyenlere göre yaklaşık 2 kat bulunmuştur.

Çizelge 6.3. UOB'lere kişisel maruziyetlerin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar (ortalama, µg/m³)

Şehir	Örnekleyici	Örnek sayısı	Örnekleme grubu	Benzen	Toluen	Ebenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	Kaynak
Kopenhag	Pasif TENAX difüzyon tüpleri	56	Kentte yaşayan çocuklar	4,5*	20*		13**		Raaschou-Nielsen ve ark. 1997
Kopenhag kırsal kesimler		40	Kırsalda yaşayan çocuklar	1,9*	2,7*		2,6**		
Taegu	Pompa ile adsorban üzerine örnekleme	10	Trafik polisleri	29,75	119	7,75	6,2	12,25	Jo ve Song. 2001
		8	Park yeri gösterme	31,35	124,5	9,9	7,95	17,25	
		10	Petrol istasyonu çalışması	78,25	133,5	12,5	13,85	25,25	
Seoul	3M OVM	30	Üniversite öğrencileri	41,22	193,34	1,97	35,49	39,49	Son ve ark. 2003
Asan	3M OVM	30	Üniversite öğrencileri	23,08	33,12	1,77	10,57	11,43	
Minneapolis/Minnesota	3M OVM		Okul çocukları	2,1	7,7	1	3,5	1,1	Adgate ve ark. 2004
	3M OVM	31	Sigara içmeyen	4,06	26,81	4,42	17,75**		Sturges ve ark. 2004
Atina, Helsinki, Oxford Prague	TENAX kartuşa aktif örnekleme	162	25-55 yaş arası yetişkin bireyler	5,7	29,25	4,65	16	5,2	Edwards ve ark. 2006
Taiwan	Perkin-Elmer tüplerle aktif örnekleme		Fotokopicide çalışanlar	31,2	214,3	16,4	41,3**		Lee 2006
Mexico C.	3M OVM	21	Ofis çalışanları	12	223	11	29	11	Ahumada ve Whitehead 2007
		23	Dış ortam çalışanları	59	256	36	96	34	
Puebla	3M OVM	12	Ofis çalışanları	6	82	9	24	9	Ahumada ve Whitehead 2007
		10	Dış ortam çalışanları	11	47	9	30	1	

*Ortanca değerleri, **Ksilenler beraber verilmiştir

Çizelge 6.3.(Devam) UOB'lere kişisel maruziyetlerin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar (ortalama, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Şehir	Örnekleyci	Örnek sayısı	Örnekleme grubu	Benzen	Toluen	Ebenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	Yazarlar
Minneapolis	3M OVM	333	Yetişkinler	7,2	30,4	5,5	20,3	6,5	Sexton ve ark. 2007
Kocaeli	Radiello	28		8,26	35,19	9,15	11,52	6,17	Pekey ve Arslanbaş 2008
USA	3M OVM	226			4,06	26,81	4,42	17,75	Jia ve ark. 2008a

*Ortanca değerleri, **Ksilenler beraber verilmiştir

6.4. Risk analizi ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar

Kanser ve kanser dışı sağlık risklerinin tahminine yönelik pek çok çalışma mevcuttur (Woodruff ve ark. 2000; Payne-Sturges ve ark. 2004, Sofuoğlu ve ark. 2008). Yapılan çalışmalarda risk analizi atmosferik derişimlerden, mikro ortam bazlı ölçümlerden veya kişisel örnekleme verilerinden faydalanılarak EPA'nın öngördüğü metodlar çerçevesinde yapılmaktadır. Risk analizinde kullanılan tahmini değerler için IRIS veri tabanı sıkça kullanılmaktadır. Risk analizi ile ilgili geçmişte farklı ülkelerde yapılmış çalışmaların sonuçları çizelge 6.5'te verilmiştir. Çizelgeye göre en yüksek değer Suudi-Arabistan'da petrolle kirlenmiş bir sahada yapılan dış ortam ölçümlerinden elde edilen maksimum kanser riskidir (Hejazi ve ark. 2003). Bu değer EPA'nın güvenli kabul ettiği 1×10^{-4} - 1×10^{-6} değerini aşmaktadır. Gou ve arkadaşlarının Hong Kong da yaptıkları bir çalışmada çeşitli mikro ortam ölçümlerinden faydalanılarak kanser riski hesaplanmıştır. Çalışmada sigara içilen bir evde oluşan kanser riskinin içilmeyen bir eve göre yaklaşık 8 kat fazla çıktığı göze çarpmaktadır (Gou ve ark. 2004).

Türkiye'de yapılan çalışmalara bakıldığında, İzmit'te Taşdemir ve arkadaşları tarafından (2009) katı atık depolama tesisinde ölçülen kirletici derişimleri ile orada çalışanlar ve etrafta yaşayanlar için hesaplanmış kanser riskleri, İzmir'de Sofuoğlu ve arkadaşları tarafından (2008) hesaplanan petrokimya endüstrisinin bulunduğu Aliağa ve Horozgediği bölgelerindeki risklere göre oldukça yüksektir.

Çizelge 6.4. Bazı Ülkelerde hesaplanan Kanser ve Kanser dışı riskler

Şehir/Ülke	Çalışma Grubu	Örnekleme sahası	Kanser riskler (10 ⁻⁵)	Kanser harici riskler			Referans		
				Benzen	Toluen	Etilbenzen			
Tainan/Tayvan		Fotokopici	8,5	0,86	0,28	0,03	0,01	Lee ve ark., 2006	
New Jersey/ABD	Yetişkinler		0,46	0,76		0,0023	0,02	0,0029	Hoddinot ve Lee Gou ve ark., 2004
Hong Kong		Ofis	0,93						
		Fotokopi odası	0,58						
		Çin restoranı	4,9						
		Sigara içilen bir ev	8,35						
		Sigara içilmeyen bir ev	1,81						
		Klimalı bir sınıf	0,432						
Portland/ABD		Dış ortam	1,53						
Kolkata/Hindistan	Petrol istasyonunda çalışanlar			0,774	0,0217	0,02	0,47		Tam ve Neumann Majumdar ve ark 2008
Suudi Arabistan		Petrolle kirlenmiş toprak en düşük	0,1		<1	<1	<1	<1	Hejazi ve ark., 2003
		en yüksek	258		<1	<1	<1	<1	

Çizelge 6.4 (devam) Bazı Ülkelerde hesaplanan kanser ve kanser dışı riskler

Şehir/Ülke	Çalışma Grubu	Örnekleme sahası	Kanser riskler (10 ⁻⁵)	Kanser olmayan riskler			Referans
				Benzen	Toluen	Etilbenzen	
İzmir/Türkiye		Petrokimya sanayi bölgesi(Aliğa)	0,227	0,015	0,014	0,195	Sofuoğlu ve ark. 2008
İzmit/Türkiye		Horozgediği	0,41				
Shimizu/Japonya		Katı Atık depo sahası	6,75				Durmuşoğlu ve ark. 2009
Maryland/ABD	Sigara kullananmayan kişiler	Endüstriyel bir bölge	1,4*				Ohura ve ark. 2006a Payne-Sturges ve ark. 2004
		Ev	2,85				
		Şehir Atmosferi	1,41				

*Geometrik Ortalama

Litaratür çalışmalarına bakıldığında, dış ortam ölçümleri için BTEX derişimlerinin en yüksek olduğu yerler trafiğin yoğun olduğu bölgeler, petrol istasyonları ve endüstriyel bölgelerdir. Araç emsiyonları için B/T oranı 0,25-0,5 arasında değişmektedir. Toluen derişimleri BTEX bileşikleri arasında en yüksek derişime sahip bileşiktir. İç ortam örneklemelelerinde en yüksek derişimlerin fotokopici ve ofislerde ölçülmektedir, evlerde ölçülen derişimlerin kişilerin yaşam alışkanlıkları ve özellikle sigara içme durumlarına göre değişmektedir. İç ortam/dış ortam oranları kaynak belirlemede sıkça kullanılmakta bu oranın >1 olduğu durumlarda etkin iç ortam kaynaklarının varlığından <1 olduğu durumlarda ise etkin olarak dış ortam kaynaklarının baskınlığından söz edilmektedir. Yaz ve kış örneklemelelerinin yapıldığı iç ortamlarda kış dönemine ait örneklerde BTEX derişimleri yaz dönemine göre daha yüksek ölçülmüştür. Bu duruma neden olarak yaz döneminde havalandırmanın daha uzun ve sık olduğu böylece iç ortamlardaki kirletici derişimlerinde seyrelme olduğu belirtilmiştir. Kişisel örneklemelelerde özellikle trafik polisleri, park yeri göstericileri ve petrol istasyonları çalışanları için oldukça yüksek BTEX derişimleri ölçülmüştür. Kişisel maruziyetleri kişilerin yaşam alışkanlıkları ve buldukları mikro ortam konsantrasyonları etkilemektedir. Pişirme aktivitelerinin olduğu, sigara kullanılan veya başka BTEX kaynaklarının olduğu ortamlarda bulunmak bu kirleticilere maruziyetleri arttırmaktadır. Kanseri riskleri özellikle mesleki maruziyetlerde yüksek olmakla beraber yoğun trafik ve endüstrinin bulunduğu bölgelerde kirletici derişimlerine bağlı olarak yüksek çıkmaktadır. Özellikle çöp depolama sahaları en yüksek risk seviyelerinin görüldüğu bölgelerdir. Kanseri harici risklerde tehlike indeksi değeri genelde BTEX bileşikleri için 1 değerini aşmamaktadır.

7. MATERYAL ve METOD

7.1. Örnekleme Bölgesi ve Özellikleri

Bu çalışma Eskişehir ve Hatay olmak üzere birbirinden farklı iki coğrafyada gerçekleştirilmiştir. Hatay ilinde İskenderun ilçesi ve Payas beldesi olmak üzere 2 bölgeden örnek toplanmıştır. İskenderun ve Payas'ta ikişer okulda (İ1 ve İ2: İskenderun'daki okullar, P1 ve P2: Payas'taki okullar) toplam 105 öğrenci örneklemeye katılmıştır. Eskişehir'de yapılan çalışma ise merkez ilçede ve merkeze 15 km uzaktaki 75.Yıl mahallesinde gerçekleştirilmiştir. Her bölgeden birer okul örneklemeye katılmıştır. 75.Yıl mahallesindeki (E1) ve merkezdeki (E2) ve okullardan toplam 65 öğrenci örneklemeye katılmıştır.

7.1.1. İskenderun ve Payas Beldesi

Akdeniz Bölgesinde yer alan Hatay ilinin yüzölçümü 5403 km²'dir ve il arazisi 35⁰ 52' ile 37⁰ 04' kuzey enlemleri, 35⁰ 40' ile 36⁰ 35' doğu boylamları arasında yer alır. İskenderun Körfezinin doğusunda Amanos dağları yükselmekte olup, kent bu dağların eteğinde 5 km'lik yalı ovasında kurulmuştur. Kent şiddetli lodos rüzgarlarından batıda meydana gelen bir burunla korunmaktadır. Körfezin güneyinde 68.40 hektar genişliğindeki Arsuz ovası ile körfezin doğusunda 34.920 hektar yer kaplayan ve 30 km uzunluğunda olan İskenderun ovası ile noktalanmaktadır (http5).

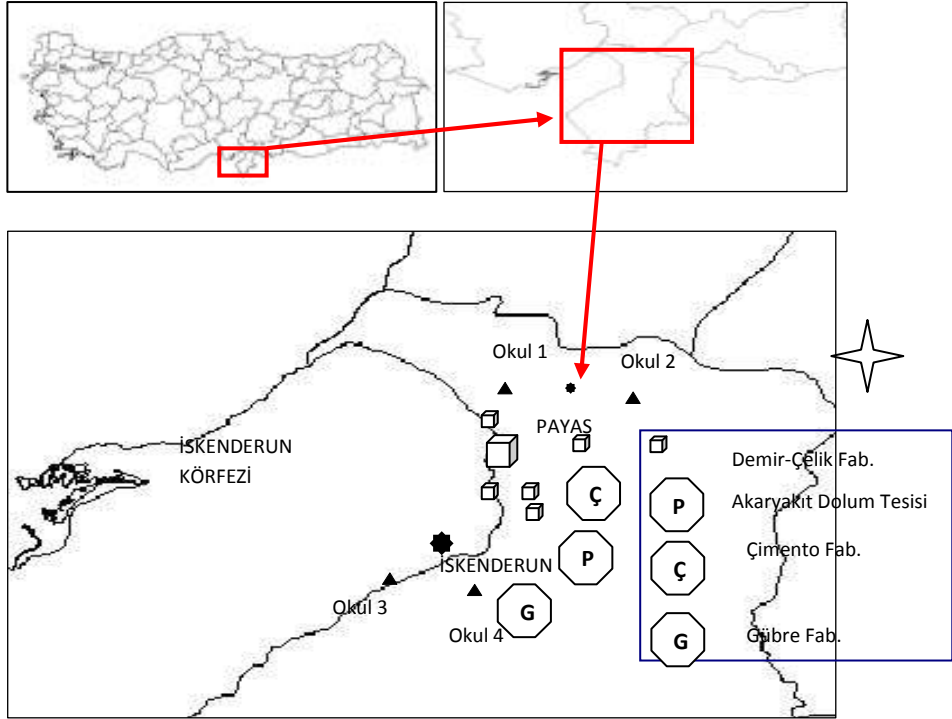
2007 yılı genel nüfus sayımında İskenderun ilçesi merkez nüfusu 177.294, toplam nüfus ise 306.594'tür (http6).

İskenderun ve yöresi İskenderun Demir Çelik Fabrikaları A.Ş.'nin kurulmasına bağlı olarak metal ana sanayisinde gelişmeler göstermiş ve sanayi şehri özelliğine bürünmüştür. İskenderun'da halihazırda bir adet Organize Sanayi Bölgesi mevcuttur ve ikinciye kurma çalışmaları devam etmektedir.

Hatay İl Çevre ve Orman Müdürlüğünün 2008 yılı için yayınlamış olduğu İl çevre durum raporlarında hava kirliliğinin konutlardan, sanayiden ve motorlu taşıtlardan kaynaklandığı ve bölgede hava kirliliğine sebep olan tesislerin başında Çimento Fabrikası, , İskenderun ve Dört Yol ilçelerindeki sanayi kuruluşları, İSDEMİR ile Dört Yol ilçesi Payas beldesinde kurulu bulunan irili ufaklı 24 adet

haddehanenin geldiği belirtilmiştir. İilde trafiğe kayıtlı araç sayısı 2008 yılı itibariyle 267.802, egzoz ölçümü yaptıran araç sayısı ise 20.100'dür. (Hatay Valiliği İl Çevre ve Orman Md. 2008).

İskenderun merkezde bulunan İ1 Okulu şehrin yüksek kısımlarında ve trafiğin yoğun olmadığı, şehir merkezine nazaran daha temiz bir bölgede bulunmaktadır. Öğrencilerin evi ve okulu arasındaki mesafenin oldukça kısa (yürüme mesafesi) olduğu tipik bir mahalle okuludur. İ2 okulu ise şehrin merkezinde, trafiğin oldukça yoğun olduğu bir bölgededir. Öğrencilerin servis kullanma oranları daha yüksek, ev okul arası mesafeler daha uzun ve ailelerin eğitim düzeyi daha yüksektir. Payas'ta bulunan okullardan P1 okulu, P2 okuluna göre coğrafik açıdan daha yüksek mevkide bulunmaktadır. Ancak okula çok yakın bir otoyol mevcuttur. P2 ise Payas'ta bulunan demir ve hurda sanayisine komşu denebilecek yakınlıkta ve daha düzlük bir alanda yer almaktadır. Şekil 7.1'de okulların yerleri görülmektedir.



Şekil 7.2. İskenderun ve Payas örnekleme noktaları

7.1.2. Eskişehir

Eskişehir İli, İç Anadolu Bölgesinin Kuzeybatısında 29-32° doğu boylamları, 39-40° kuzey enlemleri arasında yer alır. Kuzeyinde Bolu, doğusunda Ankara, güneyinde Konya-Afyon, batısında Kütahya-Bilecik illeri bulunmaktadır. Yüzölçümü 13.652 km²'dir. Eskişehir ilinin topoğrafik yapısını Sakarya ve Porsuk havzalarındaki düzlükler ile bunları çevreleyen dağlar oluşturur. Havza düzlüklerini kuzeyden Bozdağ ve Sündiken dağları, batı ve güneyden ise İç Batı Anadolu eşiğinin doğu kenarında yer Türkmen dağı, Yazılıkaya yaylası ve Emirdağ kuşatır (Eskişehir Valiliği İl Çevre ve Orman Md. 2008).

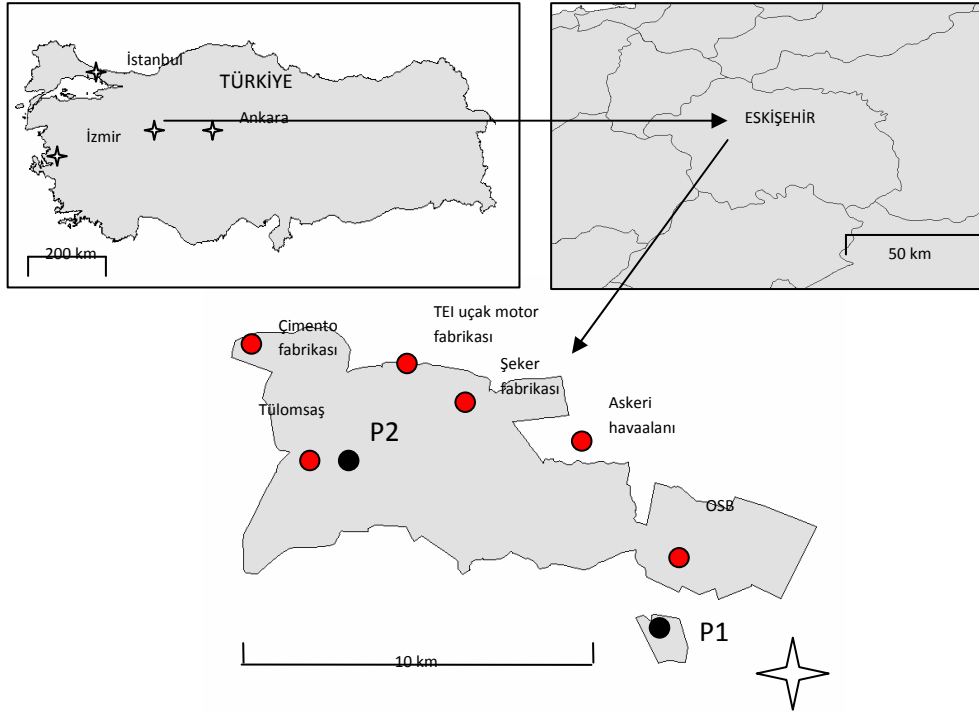
İl merkezinin zamanla büyüüp gelişmesi sonucu yerleşim alanı içinde kalan büyük endüstri kuruluşları da teknolojilerinin eski olması ve kullandıkları yakıt nedeniyle hava kirliliğinin artmasına sebep olmuştur. Bu nedenle Mahalli Çevre Kurulunun 02.12.1994 tarih ve 10 no'lu. kararı ile 11 büyük kuruluşa doğalgaza geçme zorunluluğu getirilmiştir. Ayrıca 15.06.2005 tarih ve 03 sayılı Mahalli Çevre Kurulu Kararı ile doğalgaz projesi tamamlanmış bölgelerdeki işyeri, site ve konutlara doğalgaz kullanımına geçilmesi aksi takdirde cezai işlem yapılması kararı verilmiştir. İl genelinde doğalgaz kullanımı 2003 yılı sonu itibarı ile 182.334.757 m³ ve 2004 yılı sonu itibarı ile 187.082.447 m³, 2006 yılı sonu itibarı ile 247.357.454 m³, 2007 yılı sonu itibarı ile 258.700.076 m³'e ulaşmıştır (Eskişehir Valiliği İl Çevre ve Orman Md. 2007).

İl şehir merkezinde 1994-1995 kış sezonu dahil yaşanan hava kirliliği Mahalli Çevre Kurulu'nun 20.02.1995 tarih ve 12 sayılı kararı ile belirlediği yakıt programının uygulamaya konulması ve bu yakıt programının takibi sonucu hava kirliliği parametrelerinde önceleri Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'ndeki Kısa Vadeli Sınır Değerler altına, takip eden yıllarda da hedef sınır değerler altına inilmiştir (Eskişehir Valiliği İl Çevre ve Orman Md. 2007).

Eskişehir'de endüstriyel hava kirliliği baca gazlarından kaynaklanan genel kirleticiler ile sanayinin türü ve şekline göre organik ve inorganik diğer kirleticilerden kaynaklanmaktadır. Eskişehir'de endüstriyel emisyon kirliliğini önleyebilmek veya minimum seviyeye indirebilmek için Endüstri Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri

uyarınca sanayi kuruluşlarına tebligat yapılarak emisyon izni almaları istenmiştir. Baca gazı ölçüm sonuçları standartlara uygun kuruluşlara İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nce emisyon izni verilmektedir. İl genelinde motorlu araç sayısı 2008 yılı itibarıyla 171.882 adettir. Bu araçların yaklaşık 120.000 adedi egzoz emisyon ölçümüne tabi araçlardır (Eskişehir Valiliği İl Çevre ve Orman Md. 2008).

Eskişehir merkezde bulunan E2 okulu oldukça yoğun trafiğe sahip, ısınmada hem doğalgaz hem kömürün kullanıldığı bir konumdur. Şehrin daha dışında bulunan E1 okulu ise ısınma amaçlı sadece doğalgazın kullanıldığı ve trafik yoğunluğunun olmadığı bir semtte bulunmaktadır.



Şekil 7.3. Eskişehir örnekleme noktaları

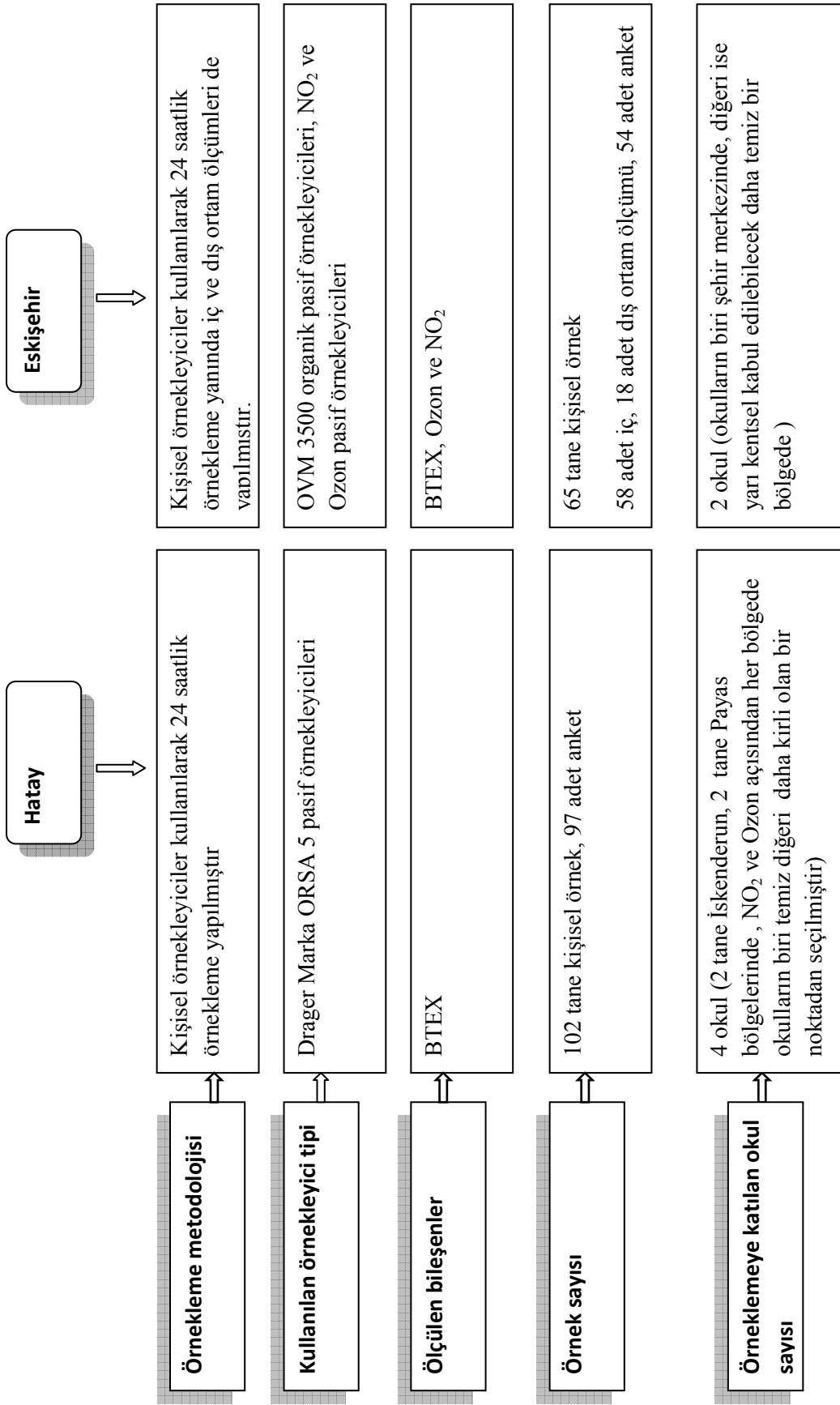
7.2. Örneklemeye Katılan Öğrenci Profili ve yürütülen örnekleme çalışması

Çocuklar ve bebeklerin metabolik hızları ve birim vücut ağırlığı başına harcadıkları enerji yetişkinlerden daha fazladır. Örneğin 1 hafta-1 yaş arası bebeklerde dinlenirken oksijen harcama hızı 7ml/kg-dk iken bir yetişkin için bu değer 3-5ml/kg-dk arasındadır. Bu yüzden bebekler ve çocuklar ciğerlerine daha fazla hava ve dolayısıyla daha fazla kirletici alırlar (US/EPA, 2008). Yaşa bağlı

olarak ortaya çıkan bu farklılıklar ve bebek ve çocukların daha hassas gruplar olmaları nedeniyle örnekleme grubu olarak 11-12 yaş grubu ilköğretim öğrencileri seçilmiştir. Yürütülen örnekleme çalışmasına ait bir iş planı şekil 7.3'te verilmektedir.

Payas ve İskenderun merkez birbirinden oldukça farklı hava kalitesi özelliklerine sahiptir. Özellikle Payas'ta sanayi tesislerinin bulunması bu iki ilçeyi ayrı olarak değerlendirme gerekliliğini göstermiştir. Bu yüzden İskenderun (İ1, İ2) ve Payas'ta (P1 ve P2) ikişer okul seçilmiştir. Seçilen bu okullar MATRA projesi kapsamında SO₂, NO₂ ve ozon kirlilik taraması yapılan 60 okul arasından görece temiz ve kirli bölgelerden seçilmiştir. Her okuldaki yaklaşık 25 öğrenci seçilmiştir. Öğrenciler seçilirken cinsiyet ve aile bireylerinin sigara kullanma durumları göz önüne alınmıştır. Seçilen öğrencilerin yarısının ailesinde sigara içilmektedir. Bu iki bölgedeki çalışma 6-8 Mayıs (İskenderun) ve 12-14 Mayıs (Payas) 2008 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Belirtilen tarihlerdeki hava sıcaklığı 20,2-21,8°C arasında değişmiştir. 8 Mayıs günü ortalama sıcaklık 16,5 °C'dir (DMİ).

Eskişehir hava kalitesi açısından İskenderun ve Payas'a göre daha homojen bir kent olması nedeniyle biri kirli ve diğeri temiz bölgede olacak şekilde 2 okul seçilerek (E1 ve E2) bu iki okuldaki toplam 65 öğrenci ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Cinsiyet ve sigara içme dağılımı aynı şekilde yapılmıştır. Eskişehir için örnekleme ve anket çalışması 9-12 Mart (E1) ve 12-14 Mart (E2) 2009 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Belirlenen tarihlerdeki hava sıcaklığı 4-6°C arasındadır. Ortalama sıcaklık ise 4,75 °C'dir (DMİ).



Şekil 7.4. Örnekleme Metodolojisi

Tüm okullar örnekleme öncesinde ziyaret edilerek müdür ve öğretmenlerle görüşülmüş proje hakkında bilgi verilmiştir. Örnekleme günü çalışmaya katılacak çocukların aileleri ile bir veli toplantısı düzenlenmiştir. Veli toplantısında ailelere projenin kapsamı anlatılmış, örnekleyicilerin çalışması ve nasıl kullanılacağı konusunda bilgi verilmiştir.

Payas ve İskenderun'da BTEX'ler için Draeger marka Orsa 5 kişisel örnekleyiciler kullanılırken, Eskişehir'de bu amaçlar 3M marka OVM buhar monitörleri kullanılmıştır. Öte yandan Eskişehir'de yapılan çalışmada BTEX'lerin yanında ozon ve NO₂ ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Özden ve Döğeroğlu (2005) tarafından geliştirilen örnekleyiciler öğrencilerin kollarına ilişirebilecek şekilde bu çalışma kapsamında tasarlanmıştır. Eskişehir'de gerçekleştirilen çalışmada kişisel ölçümlerin yanında çalışmaya katılan öğrencilerin sınıflarının içine, okul dışına, her bir öğrencinin evinin içine, her mahallede en az bir evin dışına da örnekleyiciler yerleştirilmiştir. Veliler evlerinde ziyaret edilerek organik çözücülere maruziyet anketi (EK 1, EK 2) ve konut kontrol listesi doldurulmuştur (EK 3, EK 4). Ayrıca okullarda da birer tane anket ilgililerin bilgileri doğrultusunda doldurulmuştur (EK 5). Çalışma sonunda örneklerin toplandığı gün her bir çocuğa yeniden küçük bir anket uygulanarak örnekleyicinin taşınması esnasında normalin dışında herhangi bir durumun olup olmadığı belirlenmiştir. (EK 6). Mikro ortam bazlı bir maruziyet belirlemesi yapabilmek için çocukların gün içerisinde hangi ortamlarda ne kadar süre bulduklarını gösteren bir zaman aktivite günlüğü çocuklara dağıtılmış ve ertesi gün toplanmıştır (EK 7).



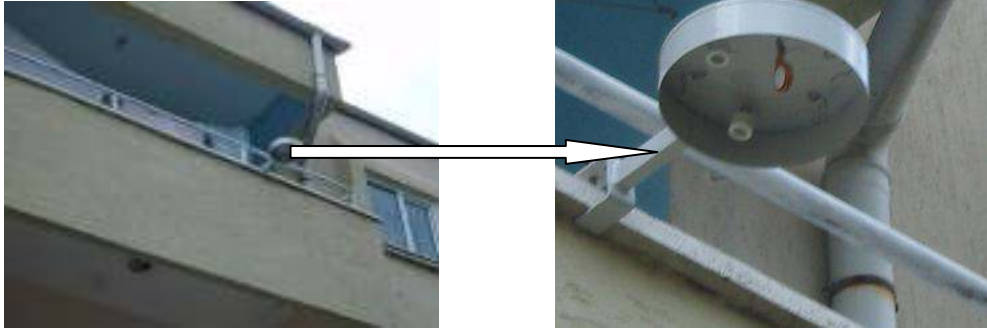
Şekil 7.5. İskenderun ve Payas'ta öğrencilerin yakasına iliştirilen örnekleyiciler



Şekil 7.6. Eskişehir'de çocukların kollarına takılan NO₂-Ozon örnekleyicileri ve yakalarına iliştirilen UOB örnekleyicileri



Şekil 7.7. Ev ve okullarda iç ortam ölçümleri için kullanılan örnekleyiciler ve velilerle birebir görüşülerek anketlerin doldurulması



Şekil 7.8. Eskişehir'de dış ortam örnekleme için kullanılan örnekleyiciler ve askılar

7.2.1. Zaman aktivite günlüğü ve anketler

Sosyal ve demografik faktörlerin popülasyonların alt gruplarında değişik zaman- aktivite faaliyetlerinin görülmesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. (Edwards ve ark. 2006).

Bu çalışmada örnekleme katılan kişilerin muhtemel maruziyet kaynaklarını araştırmak amacıyla evde sigara içme durumu, evde kullanılan temizlik maddeleri, havalandırma şekli ve sıklığı, son 2 günde araç dolumu yapıp yapılmadığı gibi soruları içeren anketler uygulanmıştır. Ayrıca kişilerin ev, okul gibi iç ortamlarda ve dış ortamlarda geçirdiği zamanları görebilmek amacıyla katılımcılardan zaman-aktivite günlüğü doldurmaları istenmiştir.

7.2.2. Çalışmada kullanılan örnekleyiciler

- **Orsa Badges**

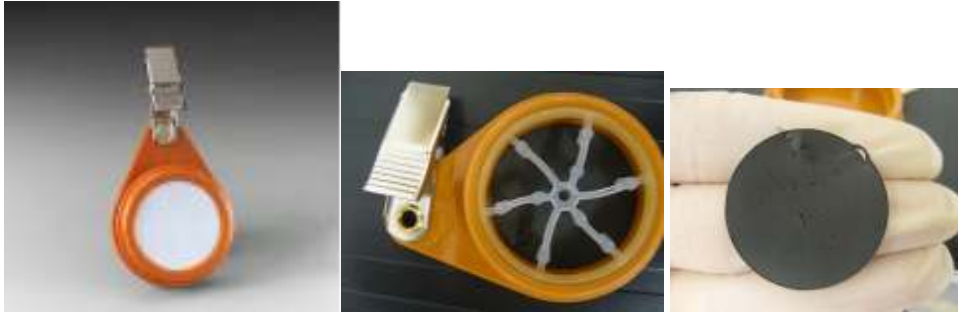
Badge tipi pasif örnekleyici sınıfına girer. İçerisinde yaklaşık 400 mg, 0.4-0.8 mm boyutunda granül halde aktif karbon bulunur. Aktif karbonun bulunduğu cam tüpün her iki tarafında selüloz asetat bir difüzyon yüzeyi bulunur. Örneklemeye süresi bileşiklerin derişimine göre 1-8 saat veya daha fazla olabilir. Örnekleyici cam tüp içerisinde muhafaza edilmektedir. Örneklemeye hızı 5-10 mL/dk arasındadır (Draeger kullanma kılavuzu)



Şekil 7.9.Orsa5 Badges

- **3M OVM kişisel örnekleyiciler**

Ağırlığı yaklaşık 9 gramdır. Ped şeklinde tek bir aktif karbon yüzeyi vardır. Aktif karbon yüzeyinin üst kısmında beyaz bir koruyucu film tabakası mevcuttur. Yaklaşık 50 uçucu organik için uygun örneklemeye özelliklerine sahiptir. Örneklemeye süresi derişime bağlı olarak değişmekle beraber iş yerlerindeki mesleki maruziyet ölçümlerinde 15-480 dk arasında değişmektedir. Örnekleyici teneke kutusu içerisinde muhafaza edilmektedir.



Şekil 7.10. 3M marka kişisel örnekleyici

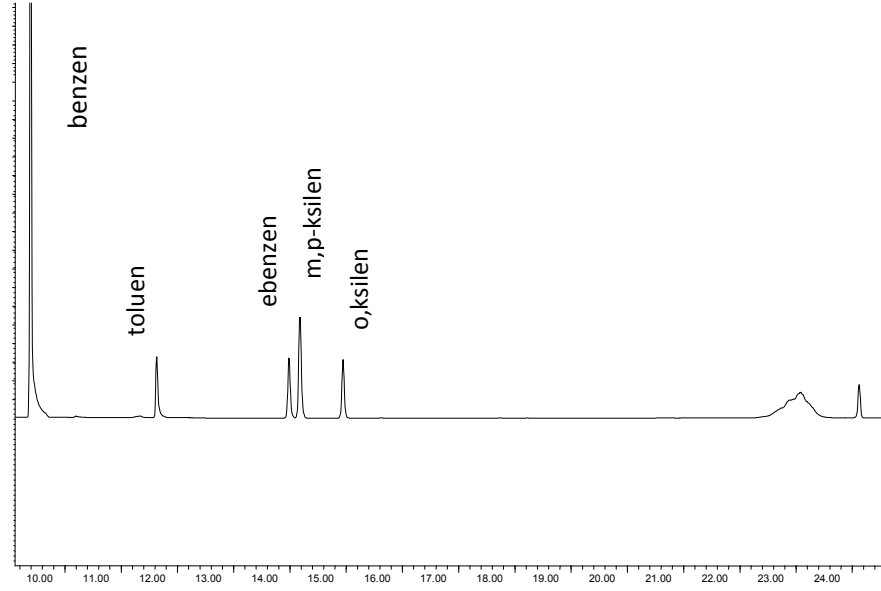
7.3. Analiz Yöntemi

Örneklerin analizi Agilent Marka 6890N model gaz kromatografisi 5973 inert kütle spektrometresi ile yapılmıştır. Analizlerde DB-624 kolon kullanılmıştır.

Analizlerin ilk aşamasında, laboratuarda GC sıcaklık programının optimizasyonu için yaklaşık 30 adet farklı sıcaklık programı denenmiştir. Analizlerin yapıldığı sıcaklık programı Çizelge 7.1'te bu sıcaklık programıyla elde edilen bir kromatogram şekil 7.10'da verilmiştir.

Çizelge 7.1. GC-MS parametreleri

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



Şekil 7.11. Analizlerde kullanılan sıcaklık programından elde edilen bir kromatogram

7.3.1. Kalibrasyon

Kalibrasyon standartları ChemService'den alınan sertifikalı standartlarla hazırlanmıştır. İskenderun ve Payas analizleri için 0,001; 0,005; 0,01; 0,025; 0,5; 1; 5; 10; 25; 50 ppm den oluşan 10 noktalı bir kalibrasyon, Eskişehir örnekleri için 0,5; 1; 5; 10; 25; 50 ppm den oluşan 6 noktalı bir kalibrasyon hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiklerinin regresyon katsayısı 0,999'dur.

7.3.2. Örneklerin hazırlanması ve analizi

Analiz aşamasına kadar örnekler -20°C 'de saklanmıştır. Örneklerin ekstraksiyonunda çözücü olarak karbondisülfür kullanılmıştır. Örnekler çeker ocak altında hazırlanmıştır. Örnekleyici içerisindeki aktif karbon teflon kapaklı, düzgün kapanabilen viallere dökülerek üzerine 2 ml karbondisülfür eklenmiştir. Örnekler ultrasonik banyoda 30 dk ekstrakte edilmiştir. 3M marka OVM 3500 örnekleyiciler teknik dokümanında verilen yöntemle ekstrakte edilmiştir. Kişisel örnekleyicilerin ekstraksiyonunda 1,5 ml karbondisülfür örnekleyicinin koruma kapağından enjekte edilmiştir. Örnekleyici çalkalayıcı üzerinde 30 dakika

çalkalanmıştır (3M örnekleyici analiz kılavuzu). Örnekler ekstraksiyondan sonra GC-MS ile analiz edilmiştir.

Eskişehir örneklerinin analizinde Agilent 7683 B oto enjektör ve 7683 seri 100'lü oto örnekleyici kullanılmış her analiz grubuyla beraber karbondisülfür ve 1 adet standart da analiz edilmiştir.

7.4. Kalite Kontrol

Eskişehir'de kullanılan OVM örnekleyicilerde atmosferik derişimlerin hesaplanması için geri kazanım miktarlarını hesaplayabilmek için 500 ppb BTEX standardı emdirilmiş filtreler örnekleyicinin kapağının altına yerleştirilerek 24 saat beklenmiş ve analiz edilmiştir. Analiz sonrasındaki hesaplanmış geri kazanımları gösteren Çizelge aşağıda verilmiştir.

Çizelge 7.2. BTEX için geri kazanım oranları

Bileşik	Geri Kazanım Oranı(%)
Benzene	99,37
Toluene	87,14
Etilbenzen	90,98
m,p-Ksilen	90,90
o- ksilen	86,62

Kalite kontrol için kör örnekler ve laboratuvar körleri analiz edilmiştir. İskenderun ve Payas saha körlerinde ve laboratuvar körlerinde herhangi bir kirlenme gözlenmemiş, derişimler dedeksiyon limitinin altında çıkmıştır. Eskişehir'de laboratuvar körleri dedeksiyon limitinin altında kalmış BTEX için saha körleri sırasıyla, $0,73\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,46\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,23\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,14\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. İskenderun ve Payas örneklerinde dedeksiyon limiti BTEX için sırasıyla, $0,15\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,07\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,065\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,02\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $0,07\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dir. Eskişehir örneklerinde ise $0,16\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,07\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,05\mu\text{g}/\text{m}^3$; $0,09\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $0,04\mu\text{g}/\text{m}^3$ bulunmuştur.

7.4.1. Badge tipi örnekleyicilerde derişimlerin hesaplanması için kullanılan eşitlik

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

$$C_i = \frac{K_{ORSA5} \cdot M_i}{D_A \cdot D_i \cdot t}$$

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

7.4.2. 3M örnekleyicilerin derişimlerinin hesaplanması için kullanılan eşitlik

$$C_i = \frac{WxA}{rxt}$$

- C_i : Kirletici derişimi ppm
 W : Kirletici kütlesi, μg
 A : Her bir kirletici için belirlenmiş örnekleme hızı ve molekül ağırlığıyla ilgili katsayı
 r : Geri kazanma faktörü
 t : Örnekleme süresi, dakika

Çizelge 7.3. BTEX için A ve r değerleri

	Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p ksilen	o ksilen
A	28,2	31,8	36,6	36,6	36,6
r	0,99	0,87	0,90	0,97	0,86

7.5. Verilerin İstatistiksel Analizi

Tüm İstatistiksel değerlendirmeler SPSS v.16.0 ile gerçekleştirilmiştir. Gruplar arası farklar tek yönlü anova kullanılarak %95 güven aralığında belirlenmiştir. 2' den çok kategori içeren değerlendirmeler için Tukey ikili testi kullanılmıştır. P değerinin $<0,05$ olduğu durumlarda gruplar arası farklar istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmiştir.

8. DENEYSEL BULGULAR

8.1. İskenderun ve Payas örneklemesinin sonuçları

İskenderun ve Payas'ta toplam 102 öğrenci kişisel örnekleyicileri taşımış, ancak bu öğrencilerden 97 tanesinin evi ziyaret edilerek anket çalışması yapılabildiği görülmüştür. Çizelge 8.1'de İskenderun ve Payas'ta ailelerle yüz yüze görüşülerek doldurulan anketler doğrultusunda, çocukların cinsiyetleri, ailelerin eğitim durumları ve ailede sigara içimi ile ilgili bilgiler özetlenmiştir.

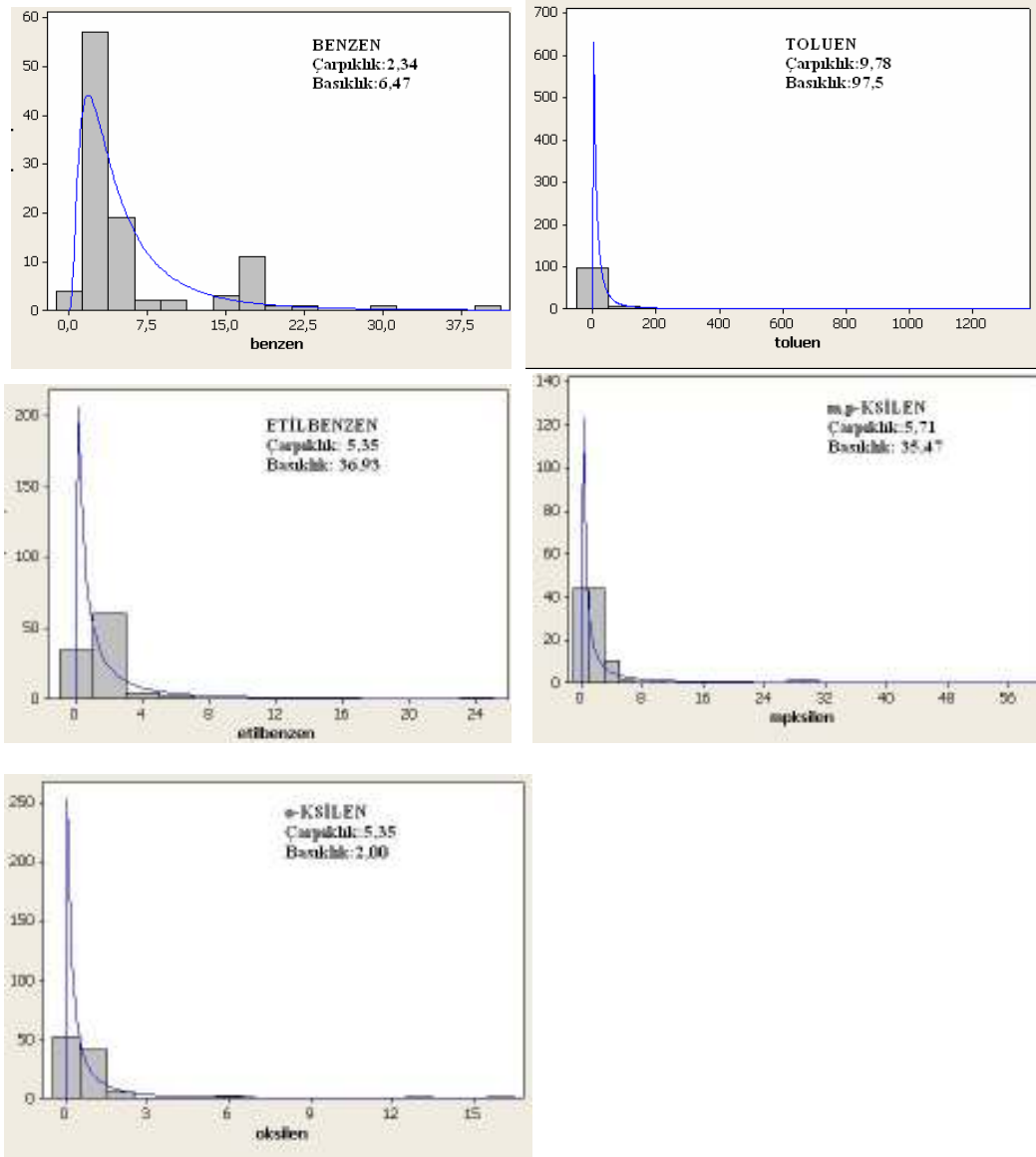
Çizelge 8.1. İskenderun'da örnekleme katılan öğrenci profili

	İskenderun		Payas		Toplam
	İ1	İ2	P1	P2	
Toplam Öğrenci sayısı (N)	26	25	25	26	102
Cinsiyet (%)					
Kız	50	52	46	42	48
Erkek	50	48	54	58	52
Anne Eğitim Durumu(%)					
İlköğretim	81	32	83	85	68
Lise veya yüksek öğretim	11	60	13	15	27
Bilinmeyen	8	8	4		5
Baba Eğitim durumu(%)					
İlköğretim	65	40	71	73	35
Lise veya yüksek öğretim	31	56	25	27	62
Bilinmeyen	4	4	4	15	3
Evde sigara içen birey(%)					
Evet	65	56	50	69	61
Hayır	35	44	50	31	39

Örnekleme grubu cinsiyet açısından dört grupta da hemen hemen eşit dağılım göstermektedir. Baba eğitim durumu açısından okullar arasında fark gözlenmezken anne eğitim durumu İ2 okulunda İ1 (p=0,01) okuluna ve P1 (p=0,026) okuluna göre daha yüksektir.

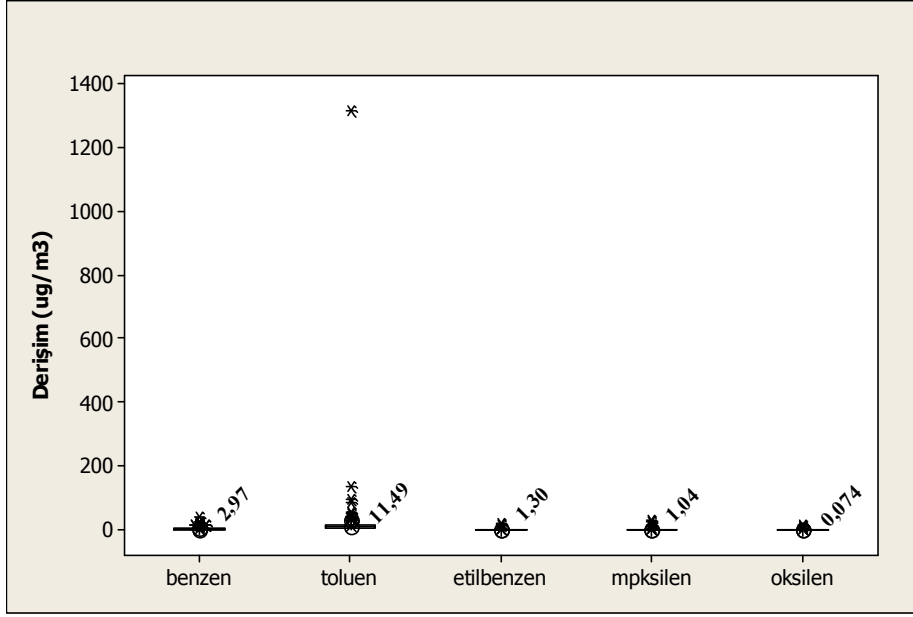
Evde sigara içen birey sayısı yüzdelerine bakıldığında ise İ2 ve P1 okullarında eşit bir dağılım göze çarparken İ1 okulunda toplamın yaklaşık 2/3 ünde sigara içimi söz konusu iken bu oran P2 okulunda ters yönde gözlemlenmiştir.

İskenderun ve Payas'ta yürütülen çalışma sonucunda 102 adet örnek analiz edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmelerde dedeksiyon limitinin altında kalan örnekler için dedeksiyon limiti değerleri kullanılmıştır. M,p- ksilenler için 102 örnekten 41 tanesi, o-ksilen için ise 52 tanesi dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Verilerin dağılımı log normal olduğu için istatistiksel değerlendirmeler logaritmik dönüşüm kullanılarak yapılmıştır (Şekil 8.1).



Şekil 8.1. BTEX'e ait dağılım histogramları

Örneklerdeki BTEX derişimlerine ait kutu grafikleri İskenderun ve Payas popülasyonu için Şekil 8.2'de gösterilmiştir. Özellikle toluen derişimlerinin değişkenlik gösterdiği göze çarpmaktadır. Bu durumun toluenin kaynaklarının oldukça yaygın olmasından ileri geldiği düşünölmektedir.



Şekil 8.2. BTEX bileşikleri için ortanca değerleri işaretli kutu Grafik (İskenderun ve Payas)

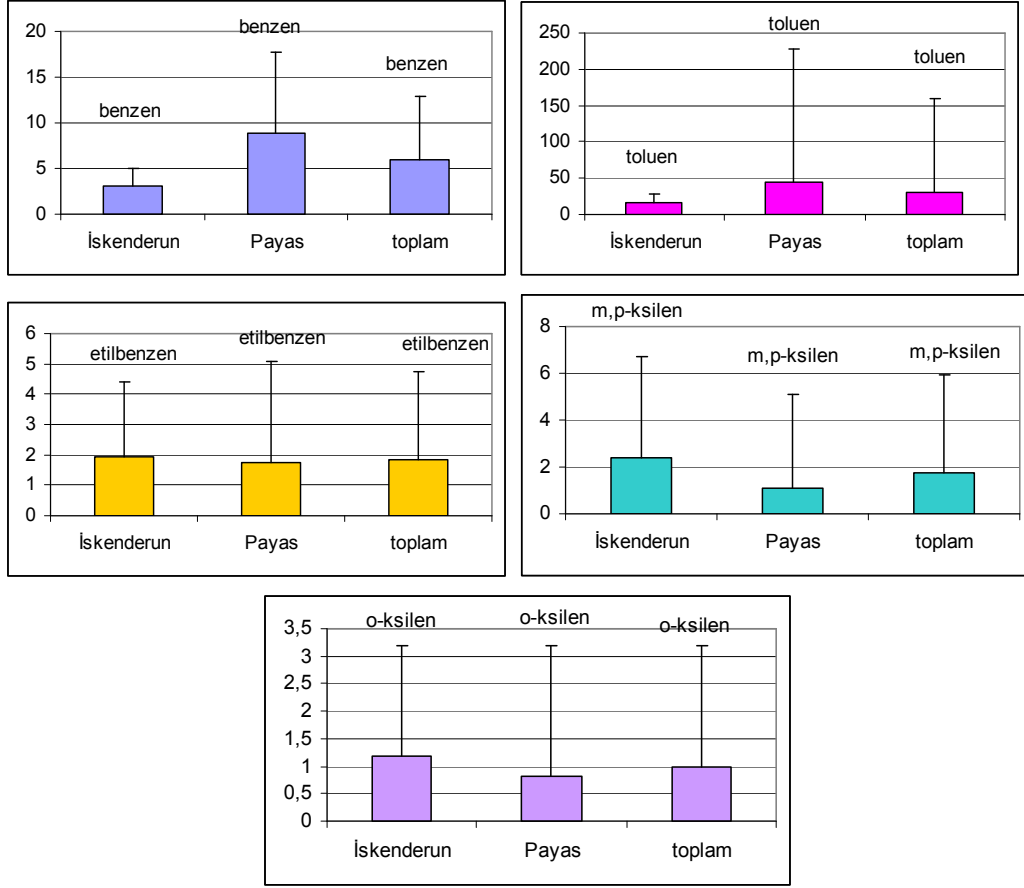
İskenderun ve Payas Bölgelerine ait BTEX derişimleri ve tüm veriler için basit istatistik değerlendirmeler çizelge 8.2’de verilmiştir.

Veriler İskenderun ve Payas olarak ikiye ayrıldığında Payas’ta ölçülen benzen, m,p-ksilen ve o-ksilen derişimleri İskenderun’a göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$). Etilbenzen ve toluen derişimi açısından iki grup arasında farklar gözlenmiştir ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Payas bölgesinde derişimlerin yüksek çıkmasında etken olduğu düşünülen endüstriyel faaliyetlerin etkisi, örnekleme döneminin yaz dönemi olması ve dolayısıyla ailelerin kapı ve pencereleri sürekli açık tutması sebebiyle kendini göstermiştir. Şekil 8.3 ve 8.4’te verilere ait bar grafik ve kutu grafikler verilmektedir.

Analiz edilen 102 örnek için BTEX bileşiklerine ait ortalamalar ve ortancalar (parantez içinde) sırasıyla, 6,02 (2.98); 29,88 (11.49); 1,83 (1.30); 1,75 (1.04) ve 1,00 (0.07) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. En yüksek derişim toluen bileşiğine aittir.

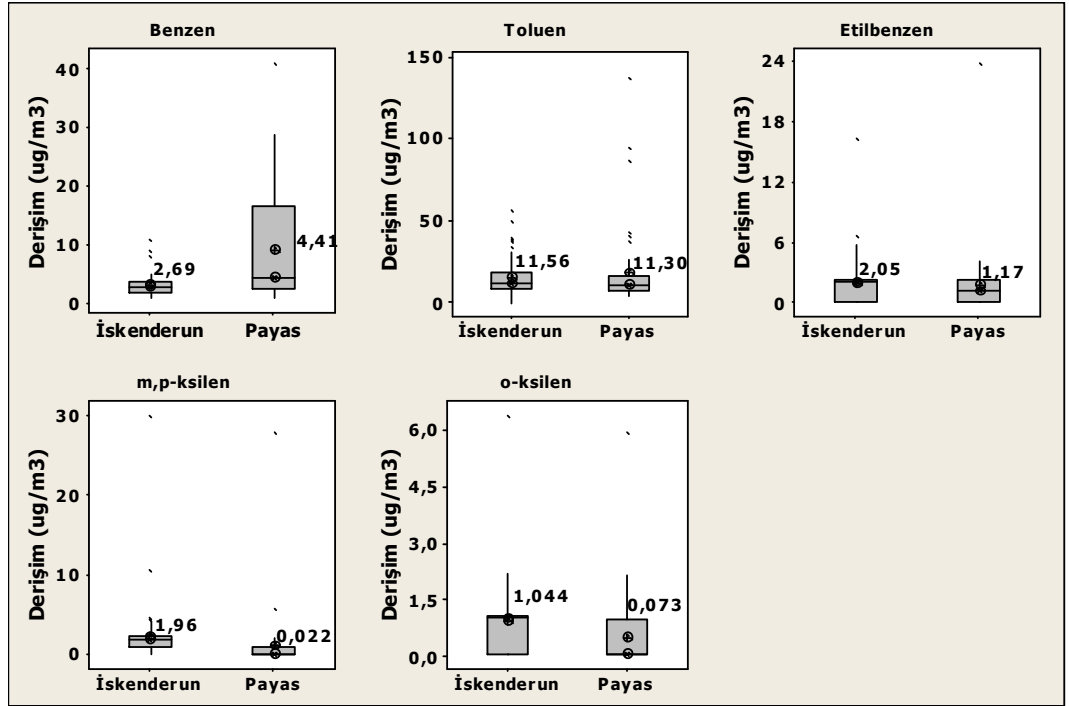
Çizelge 8.2. Analiz edilen 102 örnek için temel istatistik değerlendirmeler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen
İskenderun	N	51	51	51	51	51
	Aritmetik Ort.	3,11	15,19	1,92	2,40	1,19
	Minimum	0,85	0,07	0,10	0,02	0,07
	Maksimum	10,93	57,00	16,36	30,07	13,37
	Geo.Ort.	2,68	9,06	0,90	0,80	0,53
	Ortanca	2,69	11,56	2,06	1,96	1,05
	Std. Sapma	1,97	12,08	2,48	4,34	1,99
Payas	N	51	51	51	51	51
	Aritmetik Ort.	8,93	44,57	1,73	1,11	0,81
	Minimum	0,91	3,77	0,10	0,02	0,07
	Maksimum	41,12	1315,66	23,78	28,07	16,19
	Geo.Ort.	5,59	14,54	0,67	0,12	0,18
	Ortanca	4,41	11,39	1,17	0,02	0,07
	Std. Sapma	8,75	183,15	3,33	3,97	2,39
	p	<0,001	0,066	0,331	<0,001	<0,001
Toplam	N	102	102	102	102	102
	Aritmetik Ort.	6,02	29,88	1,83	1,75	1,00
	Minimum	0,85	0,07	0,10	0,02	0,07
	Maksimum	41,12	1315,66	23,78	30,07	16,19
	Geo.Ort.	3,87	11,47	0,78	0,31	0,31
	Ortanca	2,98	11,49	1,30	1,04	0,07



Şekil 8.3. BTEX ortalamalarına ait bar grafik

İskenderun ve Payas veri setinden yanında sigara içilen öğrencilere ait veriler çıkarılıp iki bölge arasındaki farklar incelendiğinde benzen, m,p-ksilen ve o-ksilen derişimleri arasında hala önemli farklar olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum ise ailelerin sigara kullanımı dışında başka faktörlerin kişisel derişimleri etkilediğini göstermektedir. Benzen için anlamlılık düzeyi (p) 0,014 olarak değişirken m,p-ksilen ve o-ksilen için bu değer 0,001'den küçük çıkmıştır. Toluene derişiminde daha önce de olduğu gibi iki bölge arasında fark bulunmamıştır.



Şekil 8.4. İskenderun ve Payas'ta ölçülen BTEX için medyan değeri işaretli kutu grafik

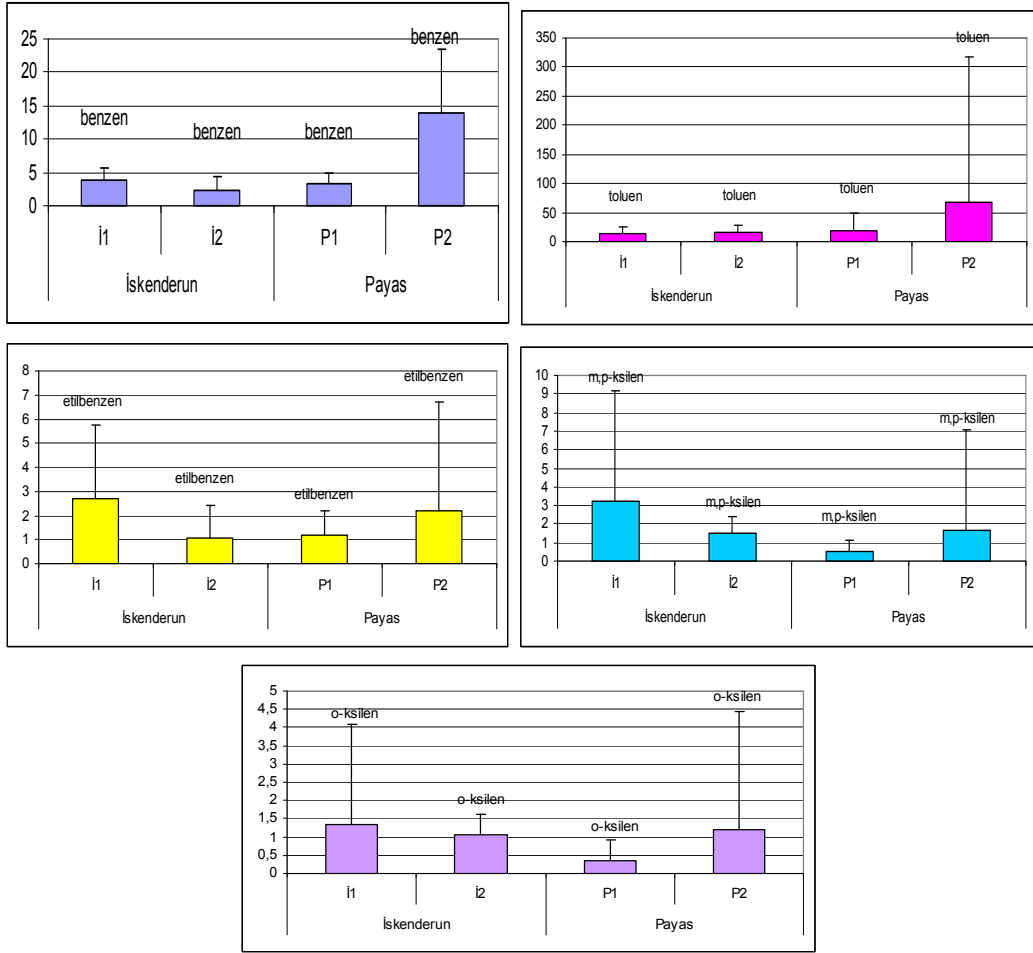
Dört okul için kategorize edilmiş verilere ait temel istatistiksel hesaplamalar çizelge 8.3'de özetlenmiştir. Çizelge 8.3 incelendiğinde benzen ortanca değerleri büyükten küçüğe doğru $P2 > P1 > \bar{I}1 > \bar{I}2$ şeklinde sıralanmaktadır. En yüksek benzen derişimleri Payas bölgesine aittir. Toluen için sıralama $P2 > \bar{I}2 > \bar{I}1 > P1$, etilbenzen için $P2 \cong \bar{I}1 > \bar{I}2 \cong P1$, m,p ksilen için $\bar{I}1 > \bar{I}2 > P1 \cong P2$, o-ksilen için ise $\bar{I}1 \cong \bar{I}2 > P1 \cong P2$ şeklindedir.

Çizelge 8.3. Dört okul için kişisel örnekleme sonuçları($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen
İ1	N	26	26	26	26	26
	Ortalama	3,83	13,47	2,73	3,27	1,33
	Minimum	1,81	0,07	0,10	0,02	0,07
	Maksimum	8,99	57,00	16,36	30,07	13,37
	Geo.Ort.	3,53	5,74	1,76	0,69	0,38
	Ortanca	3,22	10,89	2,24	2,12	1,03
	Std. Sapma	1,73	12,80	3,03	5,93	2,76
İ2	N	25	25	25	25	25
	Ortalama	2,37	16,97	1,09	1,49	1,04
	Minimum	0,85	7,60	0,10	0,02	0,07
	Maksimum	10,93	50,26	5,68	4,31	2,22
	Geo.Ort.	2,02	14,55	0,45	0,93	0,75
	Ortanca	1,83	12,16	1,06	1,10	1,06
	Std. Sapma	1,96	11,27	1,34	0,93	0,57
P1	N	24	24	24	24	24
	Ortalama	3,46	18,37	1,17	0,50	0,36
	Minimum	1,67	3,77	0,10	0,02	0,07
	Maksimum	8,26	137,42	4,09	2,03	1,95
	Geo.Ort.	3,18	10,37	0,64	0,12	0,15
	Ortanca	3,35	8,06	1,13	0,02	0,07
	Std. Sapma	1,51	31,49	1,01	0,61	0,54
P2	N	27	27	27	27	27
	Ortalama	13,80	67,86	2,22	1,64	1,20
	Minimum	0,91	7,14	0,10	0,02	0,07
	Maksimum	41,12	1315,66	23,78	28,07	16,19
	Geo.Ort.	9,22	19,63	0,71	0,12	0,22
	Ortanca	16,56	14,44	2,25	0,02	0,07
	Std. Sapma	9,64	249,87	4,46	5,42	3,23
	P	<0,001	<0,004	0,007	<0,001	0,001

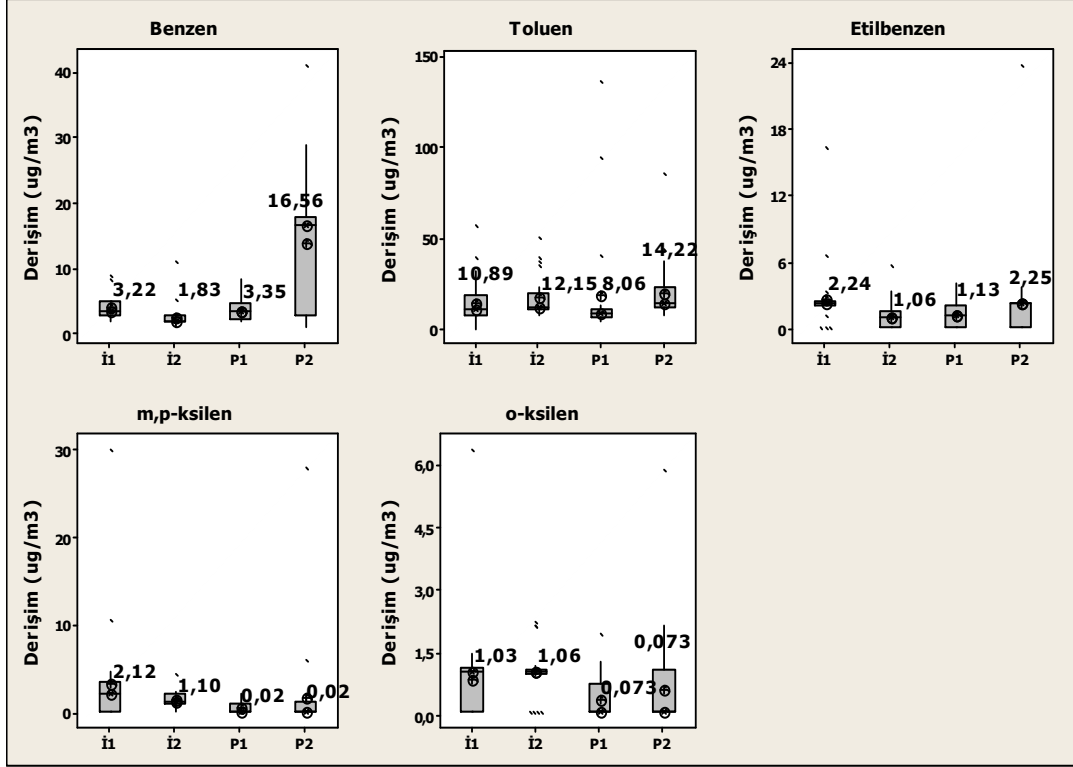
Okullar arasındaki farkları belirlemek için tek yönlü varyans analizi kullanılarak gruplar arası fark olup olmadığı belirlenmiş ve ikili testler (Post Hoc) uygulanarak hangi grupların birbirinden farklı olduğu ortaya konmuştur. Bu değerlendirmeler sonucunda ortalama benzen konsantrasyonunun P2 okulunda diğer 3 okulun yaklaşık 4 katı olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). Bu durumun P2 okuluna çok yakın bir anayol olmasından ve P2'nin Payas'taki endüstri sahasına ve işlek bir anayola oldukça yakın bir mevkide bulunmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Fakat İskenderun'da bulunan İ2 kodlu okul da benzer şekilde anayola çok yakın olmasına rağmen en düşük benzen derişimlerinden birinin görüldüğü okuldur. Bu durumun muhtemel sebepleri İskenderun'daki İ2 okulunun örnekleme sırasında hava sıcaklığının biraz daha düşük olması veya İ2 de okuyan çocukların okuldan ve dolayısıyla anayoldan daha uzakta yaşamaları P2'dekilerin ise okula ve dolayısıyla anayola yakın yaşamaları olabilir. Aynı şekilde İ2'deki benzen derişimleri İ1'den daha düşüktür ($p = 0,019$). Anket verileri ile irdelenememesine rağmen birebir görüşmeler sonucunda elde edilen gözlemlerde İ2 okulunda ailelerin eğitim seviyelerinin ve gelir durumlarının İ1'e göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Gelir seviyesi ve kirletici derişimleri arasında ilişkileri vurgulayan çalışmalar mevcuttur. Örneğin Wang ve arkadaşlarının 2009 yılında yapmış oldukları çalışmada daha düşük gelir seviyesine sahip kişilerde benzen konsantrasyonunun önemli derecede arttığı belirtilmiştir (Wang 2009). Toluene derişimi ise İ2 okulunda İ1'den yüksek ($p = 0,041$) ve aynı şekilde P2 okulunda da İ1'den yüksektir ($p = 0,002$). Etilbenzen derişimi İ2 okulunda İ1'den daha düşüktür ($p = 0,005$). Okullardaki farklılıklar İskenderun ve Payas bölgeleri için trafik, endüstri gibi sebeplerden kaynaklanabileceği gibi iç ortamdaki faktörlerden de kaynaklanabilir. Görsel olarak daha iyi incelenebileceği düşünüldükçe 4 okula ait bar grafik (şekil 8.5), kutu grafik (şekil 8.6) ler de çizilmiştir. Payas'ta bulunan P2 okulu için ortalama benzen derişimi Avrupa Parlamentosu 2008/50/EC no'lu direktifinde belirlenen yıllık ortalama $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinden daha yüksektir (Directive 2008/50/EC).

Veri setinden yanında sigara içilen çocuklar çıkarılıp okullar arası farklar yeniden incelendiğinde benzen derişiminin hala P2 okulu için diğer 4 okulun yaklaşık 4 katı olduğu görülmüştür ($p<0,001$). Bu durum da P2 okulu için dış ortam hava kirliliğinin çocukların maruziyetlerini etkilediğini işaret etmektedir. Bu veri setiyle elde edilen değerlendirmelerde toluen ve etilbenzen seviyelerinde önemli bir fark çıkmamış, m,p-ksilen değeri için P2 ve P1 okulu kirletici derişimleri açısından İ1 ve İ2 okulundan farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$). İ1 ve İ2 okulu için m,p- ksilen derişimi P1 ve P2 okuluna göre daha yüksektir. O-ksilen derişimi için de benzer bir durum söz konusudur ($p<0,001$).



Şekil 8.5. Dört okulda BTEX dağılımlarının grafiksel gösterimi

BTEX dağılımına bakıldığında her 4 okul için de en yüksek değerin toluen değerleri olduğu görülmektedir. Bu değeri benzen değerleri takip etmektedir. Literatürdeki benzer çalışmalara bakıldığında da toluen derişimlerinin genellikle benzen derişimlerinden yüksek olduğu görülmüştür (Na ve ark. 2005; Ahumada ve Whitehead 2007; Sexton ve ark. 2004). Daha değişken olarak da etilbenzen ve ksilen değerleri gelmektedir. Toluen değerlerinin yüksek olmasının muhtemel sebebi toluen kaynaklarının iç ve dış ortamda çok çeşitli olması olabilir.



Şekil 8.6. Dört okulda gözlemlenen BTEX derişimlerinin kutu grafiği

Ölçülen kirleticilere ait ikili korelasyon analizi gerçekleştirilmiş ve korelasyon matrisi Çizelge 8.4'de verilmiştir. Korelasyon matrisi incelendiğinde benzenin diğer hiçbir bileşenle korelasyonu anlamlı değildir. Toluen ise ksilen bileşikleriyle korelasyon göstermektedir. O-ksilen de m,p ksilen ile korelasyon göstermektedir. En büyük korelasyon katsayısı değeri m,p-ksilen ve o-ksilen arasında hesaplanması (0,715) bu iki izomerin aynı kaynaktan geldiğini işaret etmektedir (Khalequzzaman ve ark. 2007). Öte yandan benzenin toluen ile korelasyon göstermemesi maruz kalınan bu bileşiklerin farklı kaynaklardan yayımlandığını göstermektedir. Aynı durum etilbenzen için de geçerlidir.

Çizelge 8.4. BTEX için Pearson korelasyon katsayıları

	Toluen	Etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen
Benzen	0,135	-0,023	-0,003	0,054
Toluen		0,091	0,229*	0,355**
Etilbenzen			0,063	0,120
m,p-ksilen				0,715**

* p<0,05, ** p<0,01

8.2. Sonuçların anket verileriyle beraber değerlendirilmesi

Örneklemeye katılan çocukların evlerin ziyaret edilerek aileleriyle birebir görüşmeler yapılmış ve çeşitli yaşam alışkanlıklarını belirleyecek anketler uygulanmıştır.

Benzen maruziyetinin en önemli kaynaklarından olduğu bilinen sigara kullanma veya pasif içiciliğin benzen derişimini etkilediği bilinmektedir (D'Souza 2009; Edwards 2005; Sexton 2004) . Yapılan değerlendirmelerde çocukların ailelerin sigara kullanma durumu ve benzen derişimleri arasında herhangi bir ilişki bulunamamış ancak çocukların yanında sigara içilmesi ve çocukların sigara dumanına maruz kalması durumunda benzen maruziyetlerinin arttığı görülmüştür. Yanında sigara içilen çocukların maruziyetlerinin ortalama değeri içmeyenlerin yaklaşık 2 katı çıkmıştır. Ortalamalar ve p değerleri Çizelge 8.5'de verilmiştir.

Çizelge 8.5. BTEX maruziyetlerinde çocukların yanında sigara içilmesi veya içilmemesi durumunda gözlenen ortalama değerler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Yanında sigara içiliyor mu?		Benzen	Toluen	etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen
Hayır	N	61	61	61	61	61
	Ortalama	4,49	17,33	1,70	1,62	0,83
	Ortanca	2,85	11,39	2,02	1,04	0,074
Evet	N	36	36	36	36	36
	Ortalama	8,64	53,51	2,23	2,13	1,33
	Ortanca	4,65	11,77	1,71	1,03	0,074
p		0,007*	0,696	0,761	0,012*	0,787

*%95 güven aralığında iki grup arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır.

BTEX derişimlerini etkileyebileceği düşünölen kişisel alışkanlıklar, en yakın anayola uzaklık, benzin istasyonlarına uzaklık gibi parametrelere ilişkin istatistiksel ilişkilendirmeler yapılmıştır. Ancak istatistiksel olarak anlamlı ilişkilere ulaşılammıştır.

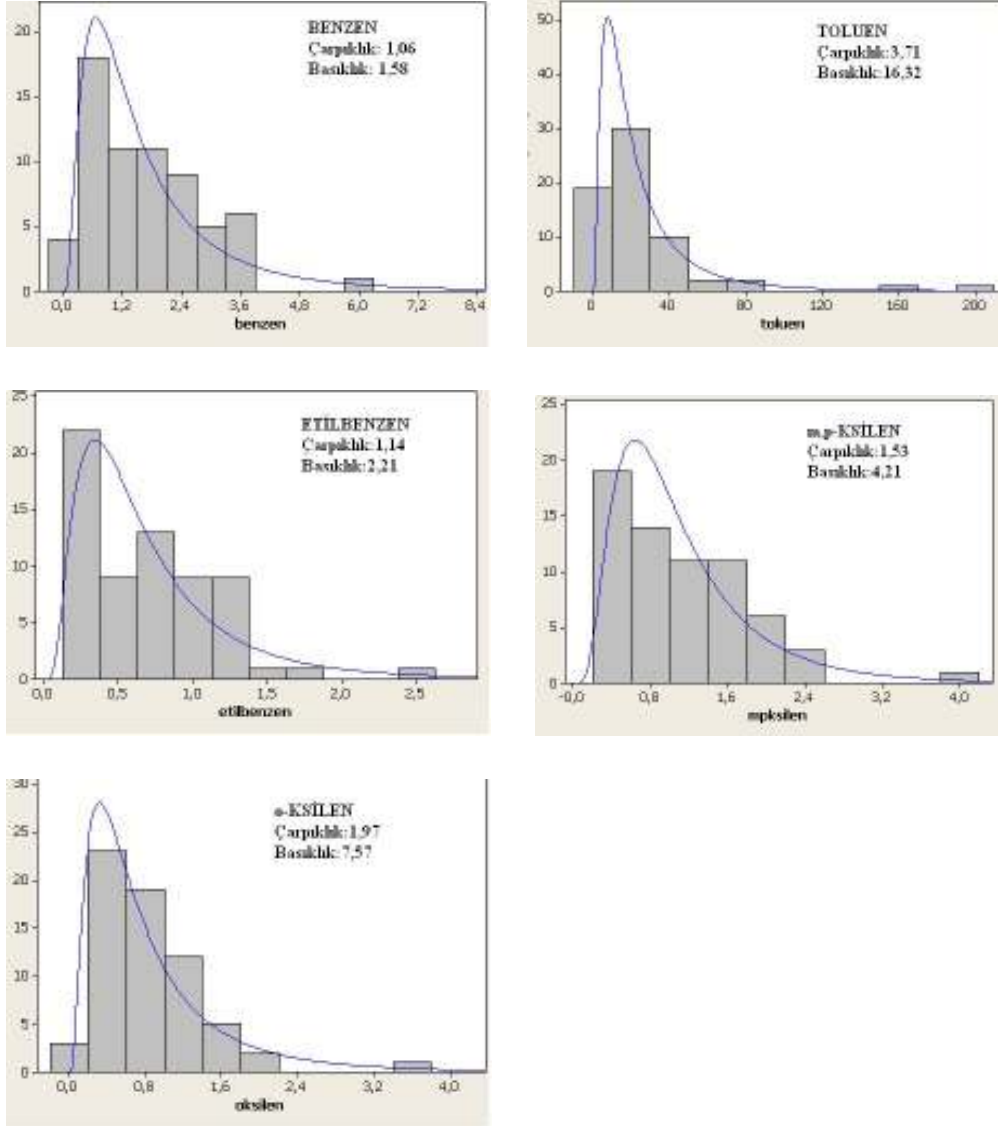
8.3. Eskişehir Örneklemesinin Sonuçları

Eskişehir’de iki okulda toplam 65 öğrenci Hatay’da olduğu gibi kişisel örnekleycileri ortalama 24 saat süresince taşımıştır. Bu öğrencilerden 54 tanesinin evine iç ortam örnekleycileri yerleştirilmiş ve anket çalışması yapılmıştır. Öğrencilerin cinsiyet dağılımlarına, ebeveynlerinin eğitim durumlarına ve sigara içme alışkanlıklarına ait bilgiler Çizelge 8.6’da verilmiştir. Çizelgeye göre şehir merkezindeki E2 okulunda anne ve babaların eğitim durumu ve gelir düzeyi E1’e göre daha yüksektir. Ancak bu fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p=0,094$ ve $p=0,640$). Örneğin E1 okulunda annelerin %31’i yükseköğretim mezunu iken bu oran E2 okulunda %56’dır. Öte yandan E2 okulunda ailede sigara kullanma oranı E1’e göre daha yüksektir. Gelir seviyeleri arasında herhangi bir fark görölmemiştir ($p=0,167$).

Çizelge 8.6.Eskişehir'de örneklemeye katılan öğrenci profili

	E1	E2	Toplam
Toplam Öğrenci sayısı (N)	26	28	54
Cinsiyet (%)			
Kız	57	50	54
Erkek	43	50	46
Anne Eğitim Durumu(%)			
İlköğretim	69	44	57
Lise veya Yükseköğretim	31	56	43
Bilinmeyen	-	-	-
Baba Eğitim durumu(%)			
İlköğretim	35	24	29
Lise veya yükseköğretim	65	76	71
Bilinmeyen			
Evde sigara içen birey(%)			
Evet	48	64	57
Hayır	52	36	43
Ailenin gelir durumu(%)			
0-500 TL	8	7	7
500-1000TL	57	32	45
1000-1500TL	31	40	35
1500-2000 TL	-	14	7
>2000TL	4	7	6

İskenderun ve Payas verilerinde olduğu gibi Eskişehir için de verilerin normal dağılmaması nedeniyle istatistiksel değerlendirmeler logaritması alınmış veriler üzerinden yapılmıştır (Şekil 8.7). Dedeksiyon limitinin altında kalan değerler için dedeksiyon limitinin yarısı kullanılmıştır.

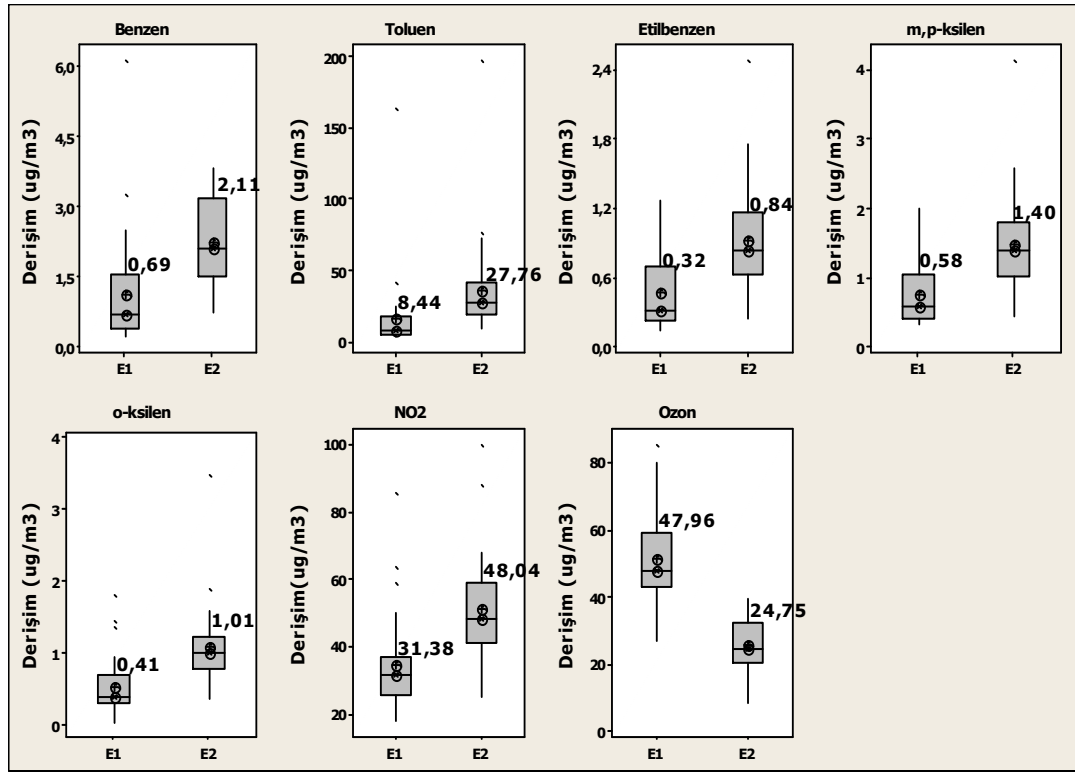


Şekil 8.7. Kişisel örnekleme sonucunda elde edilen BTEX derişimlerinin dağılımı

65 öğrencinin sadece 58 tanesinde iç ortam örnekleme ve anket uygulaması yapılabildiği görülmüştür. E1 okulunda eğitim gören öğrencilerinden 9 tanesinin evinde dış ortam örnekleri alınmıştır. Örnekleme sayısının kısıtlı olması nedeniyle örnekleme yapılan öğrencilerin adres bilgileri doğrultusunda bölgeyi temsil edebilecek şekilde dış ortam örnekleme yapılacak evler seçilmiştir. Ayrıca okulun ön ve arka cephesi olmak üzere 2 adet örnek de okulun dışından alınmıştır. Öğrencilerin buldukları sınıflardan da 4 adet sınıf içi örnek toplanmıştır. E2 okulunda eğitim gören öğrencilerinden ise 5 tanesinin evinde dış ortam örnekleme gerçekleştirilebilmiştir. Hedeflenen ev dışı ortam örnek sayısı daha

fazla olmasına karşın dış ortam örnekleme yapılması planlanan evlerde yaşayan kişilere ulaşılamaması nedeniyle evin dışından örnekleme yapılamamıştır. Benzer şekilde E2 okulunda 2 adet okul dışından ve 4 adet de sınıf iç ortamdan örnekleme yapılmıştır.

Materyal ve metod bölümünde de belirtildiği gibi Eskişehir’de gerçekleştirilen çalışma Hatay’da gerçekleştirilen çalışmadan farklılıklar göstermektedir. Eskişehir’de BTEX’lerin yanında Ozon ve NO₂ derişimleri de ölçülmüş, kişisel örnekleme yanında çeşitli mikro-ortamlarda ve dış ortamlarda da ölçümler yapılmıştır. Kişisel örnekleme sonuçlarına ait kirletici derişimleri kutu grafik halinde Şekil 8.8’de gösterilmektedir.



Şekil 8.8.Eskişehir kişisel örnekleme sonuçlarına ait derişimlerin kutu grafiklerle gösterimi

Bölge ayrımı yapmaksızın tüm ölçümlere ait temel istatistik değerlendirmeler ve anlamlılık düzeyi çizelge 8.7'de verilmiştir. İç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme ortalama ve ortanca değerlerine bakıldığında genellikle iç ortam ve kişisel örnekleme derişimlerinin birbirine yakın ve dış ortam derişimlerinden yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Bu verilere öncelikle tek yönlü anova uygulanmış ve 3 grubun farklı olup olmadığı belirlenmiştir. Daha sonra ikili testler uygulanarak hangi derişimlerin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Toluene, etilbenzen, m,p-ksilen, o-ksilen ve ozon için dış ortam derişimleri istatistiksel olarak da iç ortam ve kişisel örnekleme derişimlerinden daha düşüktür (benzen hariç, hepsi için $p < 0,001$). Kişisel maruziyetler iç ortamlarda geçirilen zamanın fazla olması nedeniyle iç ortam derişimlerinden oldukça fazla etkilendiğinden kişisel ölçüm derişimleri ve iç ortam derişimleri açısından istatistiksel açıdan önemli bir fark görülmemiştir. Adgate ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada zaman ağırlıklı maruziyet modelleri kullanılarak kişisel maruziyet için en büyük etkinin ev iç ortamındaki derişimden kaynaklandığı belirtilmiştir (Adgate ve ark. 2004). İç ortam derişimlerinin dış ortamdaki derişimlerinden daha yüksek çıktığı birçok çalışma mevcuttur (Ohura ve ark. 2006; Schneider ve ark. 2001). NO_2 için ise kişisel örnekleme derişimleri, iç ortam ve dış ortam derişimlerinden istatistiksel açıdan önemli derecede farklıdır ($p < 0,001$). NO_2 haricindeki kirletici bileşenler için iç ortam ve dış ortam derişimlerinde istatistiksel açıdan anlamlı olacak şekilde herhangi bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 8.7. Eskişehir örnekleme kişisel örnekleme (K), iç ortam (İ) ve dış ortam (D) derişimleri($\mu\text{g}/\text{m}^3$) için temel istatistik değerlendirmeleri

		Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon
K	N	65	65	65	65	65	66	64
	Art. Ort.	1,68	26,23	0,70	1,12	0,81	42,8	38,42
	Min.	0,24	4,03	0,14	0,31	0,04	18,06	8,77
	Mak.	6,12	196,54	2,47	4,13	3,49	99,71	85,27
	Geo.Ort.	1,26	17,14	0,56	0,93	0,63	39,82	34,85
	Ortanca	1,47	18,9	0,64	0,99	0,74	39,26	35,62
	Std. Sapma	1,18	32,19	0,45	0,69	0,55	16,95	16,81
İ	N	58	58	58	58	58	66	62
	Art. Ort.	2,10	26,52	0,68	1,07	0,78	31,16	18,80
	Min.	0,03	1,27	0,05	0,22	0,04	6,61	6,23
	Mak.	13,20	186,45	3,20	5,28	4,54	111,36	55,13
	Geo.Ort.	1,48	17,49	0,48	0,86	0,59	26,71	17,62
	Ortanca	1,68	21,4	0,51	0,89	0,64	28,96	18,17
	Std. Sapma	1,95	29,15	0,59	0,81	0,66	18,26	7,26
D	N	18	18	18	18	18	18	17
	Art. Ort.	1,19	7,89	0,23	0,44	0,36	28,75	68,57
	Min.	0,34	0,0035	0,0025	0,09	0,02	6,49	27,94
	Mak.	3,00	39,08	0,95	1,37	1,19	144,05	124,72
	Geo.Ort.	0,94	0,67	0,06	0,30	0,22	19,40	59,37
	Ortanca	0,97	1,33	0,13	0,19	0,15	13,67	61,24
	Std. Sapma	0,83	11,27	0,28	0,43	0,36	32,47	36,6
	p	0,144	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Toplam	N	141	141	141	141	141	150	143
	Art. Ort.	1,79	24,01	0,63	1,01	0,74	35,99	33,50
	Min.	0,03	0,0035	0,0025	0,09	0,02	6,49	6,23
	Mak.	13,20	196,54	3,20	5,28	4,54	144,05	124,72
	Geo.Ort.	1,30	11,42	0,39	0,78	0,54	30,63	27,62
	Ortanca	1,47	18,3	0,51	0,86	0,64	33,82	25,07
	Std. Sapma	1,54	29,56	0,52	0,75	0,59	20,7	23,48

Çizelge 8.8’de kişisel örneklere ait istatistiksel hesaplamalar verilmiştir. Veriler incelendiğinde E1 okulu öğrencilerinin kişisel örnekleme derişimlerinin tüm bileşikler için E2’ye göre istatistiksel açıdan önemli derecede daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 8.8. Kişisel Örnekleme sonucu elde edilen BTEX, NO₂ ve Ozon derişimleri (µg/m³)

		Benzen	Toluen	Ebenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon
E1	N	33	33	33	33	33	33	32
	Aritmetik Ort.	1,13	16,27	0,48	0,76	0,54	34,64	51,22
	Min.	0,24	4,03	0,14	0,31	0,04	18,06	26,73
	Mak.	6,12	163,98	1,27	2,00	1,83	85,79	85,27
	Geo.Ort.	0,79	10,25	0,38	0,65	0,40	32,47	49,53
	Ortanca	0,69	8,44	0,32	0,58	0,41	31,38	47,96
	Std.Sapma	1,18	27,80	0,34	0,47	0,40	14,15	13,50
E2	N	32	32	32	32	32	33	32
	Aritmetik Ort.	2,24	36,50	0,93	1,49	1,09	50,95	25,64
	Min.	0,75	8,74	0,24	0,45	0,38	25,07	8,77
	Mak.	3,82	196,54	2,47	4,13	3,49	99,71	39,68
	Geo.Ort.	2,05	29,13	0,83	1,35	1,00	48,82	24,52
	Ortanca	2,11	27,76	0,84	1,40	1,01	48,04	24,75
	Std.Sapma	0,90	33,57	0,45	0,70	0,55	15,68	7,34
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Aynı şekilde iki okul arasındaki iç ortam ve dış ortam derişimlerinin değişimine bakıldığında (Çizelge 8.9 ve 8.10) E2 için dış ortam derişimleri E1’e göre istatistiksel açıdan anlamlı olacak derecede yüksektir. Benzer şekilde E1 okulunda okuyan öğrencilerin evlerinde ölçülen derişimler –ozon hariç- E2 ye göre daha düşüktür.

Özellikle şehir merkezindeki E2 okulu trafiğin oldukça yoğun olduğu ve öğrencilerin okula genellikle işlek yollardan yürüyerek geldiği bir okuldur. Bu durumun öğrencilerin maruziyetlerini etkileyebileceği düşünülmektedir.

Veri setinden yanında sigara içilen çocuklar çıkarıldığında iki okul öğrencilerinin kişisel örnekleyici derişimleri arasındaki fark hala gözlenmektedir. BTEX, NO₂ ve Ozon için anlamlılık düzeyi değişmemektedir.

İki okul için iç ortam derişimleri incelendiğinde E2 için iç ortam derişimlerinin E1'e göre önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 8.9. Okullara göre iç ortam BTEX, NO₂ ve Ozon derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

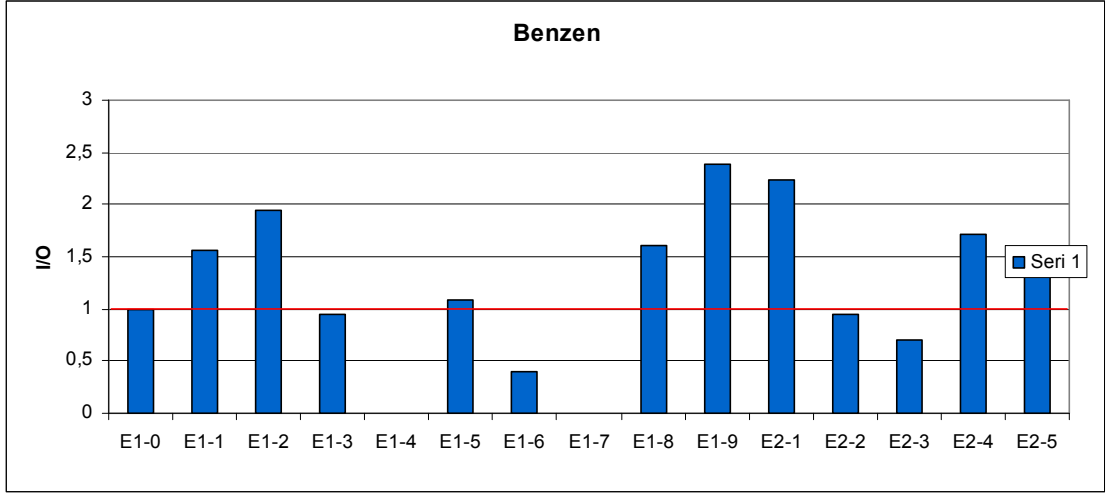
		Benzen	Toluen	Ebenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon
E1	N	30	30	30	30	30	35	30
	Aritmetik Ort	1,77	18,93	0,49	0,81	0,54	24,44	22,20
	Min.	0,03	1,27	0,05	0,22	0,04	7,26	6,23
	Mak.	13,20	186,45	1,70	2,70	2,25	49,47	30,19
	Geo.Ort.	1,02	10,58	0,32	0,63	0,40	21,76	21,54
	Ortanca	0,9	10,14	0,32	0,57	0,40	24,5	22,88
	Std.Sapma	2,49	33,32	0,45	0,63	0,45	10,83	4,55
E2	N	28	28	28	28	28	31	32
	Aritmetik Ort	2,46	34,64	0,89	1,35	1,03	38,74	15,61
	Min.	0,45	7,27	0,24	0,52	0,40	6,61	8,71
	Mak.	4,74	118,32	3,20	5,28	4,54	111,36	55,13
	Geo.Ort.	2,19	29,96	0,72	1,19	0,89	33,67	14,60
	Ortanca	2,3	30,09	0,72	1,16	0,81	33,47	14,32
	Std.Sapma	1,06	21,67	0,67	0,90	0,76	21,90	7,91
	p	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0001

Dış Ortam derişimlerine bakıldığında trafiğin daha yoğun olduğu şehir merkezindeki E2’de ölçülen derişimler -ozon hariç- şehir merkezinden uzakta bulunan E1’e göre istatistiksel açıdan anlamlı olacak şekilde daha yüksektir ($p < 0,001$). Ozon ise beklendiği şekilde kent merkezinden uzakta olan E1’de daha yüksek ölçülmüştür. Bu durum ozonun oluşma mekanizması ile ilişkilidir. İki okul için dış ortam derişimleri çizelge 8.10’da verilmiştir.

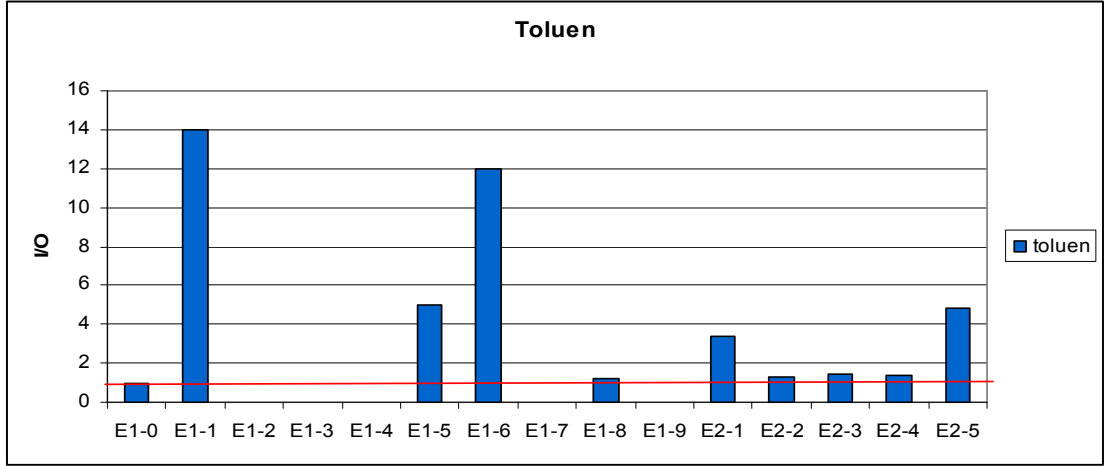
Çizelge 8.10.Dış ortam BTEX, NO₂ ve Ozon derişimleri (µg/m³)

		Benzen	Toluen	Ebenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon
E1	N	11	11	11	11	11	11	11
	Aritmetik Ort	0,69	0,72	0,07	0,16	0,13	11,36	94,25
	Min.	0,34	0,00	0,00	0,09	0,02	6,49	33,58
	Mak.	1,76	4,24	0,33	0,28	0,26	22,63	124,72
	Geo.Ort.	0,61	0,09	0,02	0,16	0,11	10,73	88,68
	Ortanca	0,49	0,16	0,01	0,17	0,14	9,82	99,9
	Std.Sapma	0,41	1,28	0,12	0,05	0,06	4,43	29,15
E2	N	7	7	7	7	7	7	7
	Aritmetik Ort	1,98	19,15	0,49	0,88	0,71	56,07	35,05
	Min.	1,22	5,98	0,20	0,48	0,37	34,39	27,94
	Mak.	3,00	39,08	0,95	1,37	1,19	144,05	40,67
	Geo.Ort.	1,87	16,51	0,43	0,81	0,65	49,18	34,80
	Ortanca	2,05	19,22	0,41	0,8	0,67	40,69	36,76
	Std.Sapma	0,70	10,73	0,28	0,38	0,33	39,12	4,45
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

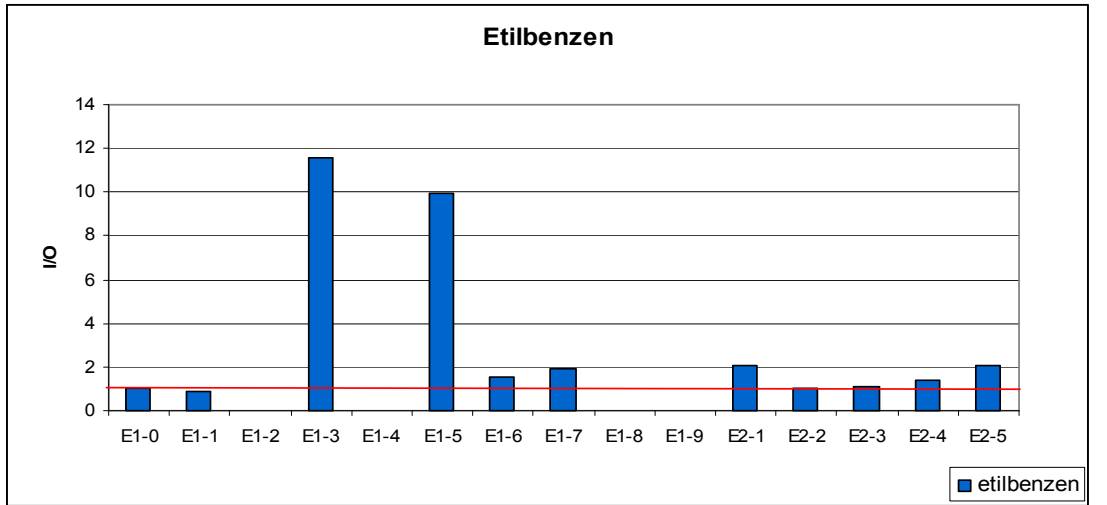
Hem iç hem de dış ortam ölçümünün yapılabildiği evler ve derişimi dedeksiyon limitinin üstünde olduğu bileşenler dikkate alınarak her bir bileşen için I/O değerleri hesaplanmıştır. İç ortam ve dış ortam ölçümü yapılan evlere ilişkin I/O oranlarını gösteren grafikler şekil 8.9-8.15'te verilmiştir. I/O oranı benzen için 0,4-2,39; toluen için 1,24-14,01; etilbenzen için 0,87-11,59; m,p-ksilen için 0,99-3,64; o-ksilen için 0,98-7,85; NO₂ için 0,67-1,75 aralığında ozon için ise 0,46-1,08 aralığında değişmektedir. Özellikle toluen, etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen için iç ortam kaynaklarının baskın olduğu, diğer bileşikler içinse hem iç ortam hem dış ortam kaynaklarının baskın olduğu söylenebilir. Bileşikler için I/O oranı 1 veya birin üzerinde seyrederken, özellikle ozon I/O oranlarının yalnızca % 0,08'i 1 değerinin üstündedir. Ozon derişimlerinin iç ortamda düşük dış ortamda yüksek olmasının nedeni gaz fazı reaksiyonlarla ve ortamlardaki yüzeylerde birikim yoluyla da azalmasıdır (Weschler, 2006; Chao 2001).



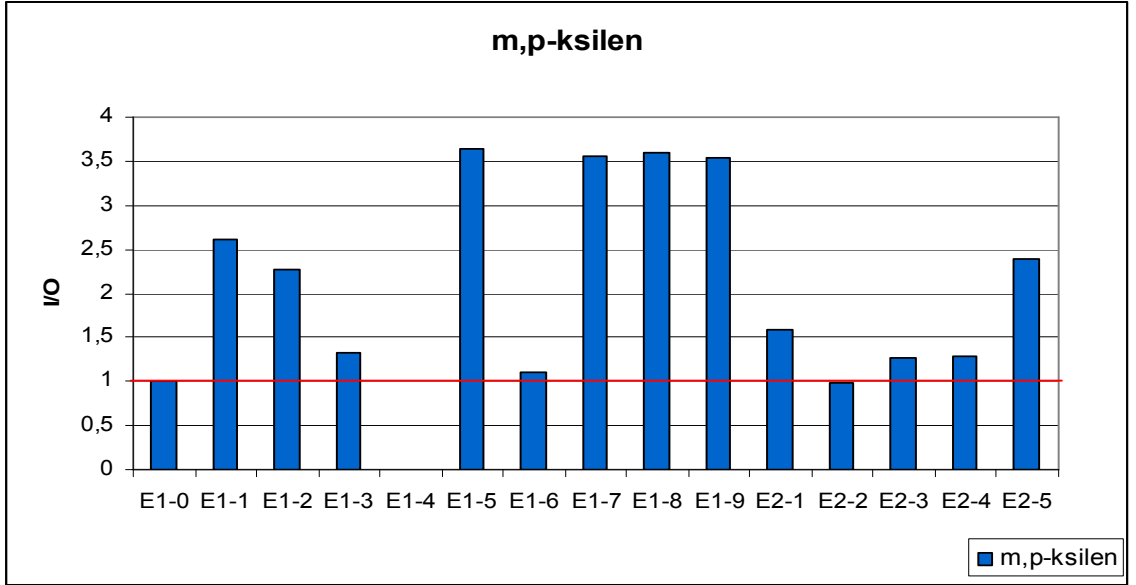
Şekil 8.9. Benzen için I/O oranları



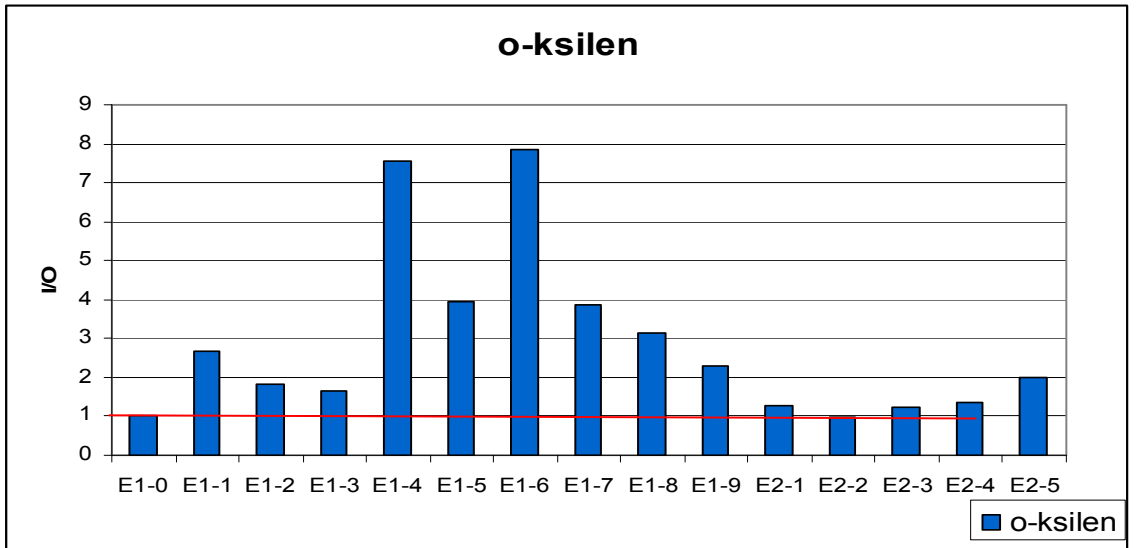
Şekil 8.10. Toluen için I/O oranları



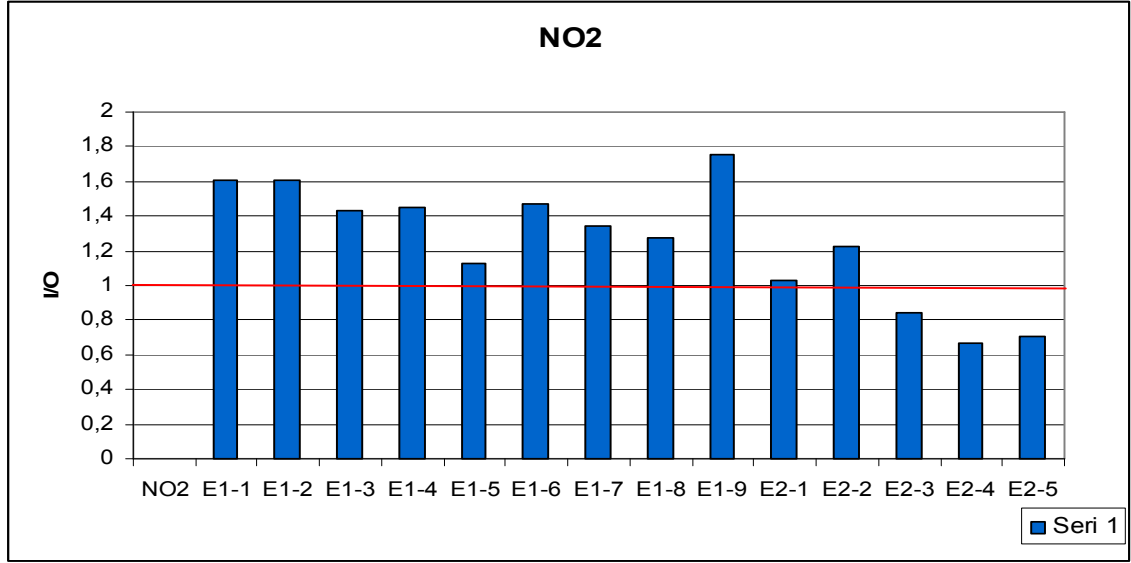
Şekil 8.11. Etilbenzen için I/O oranları



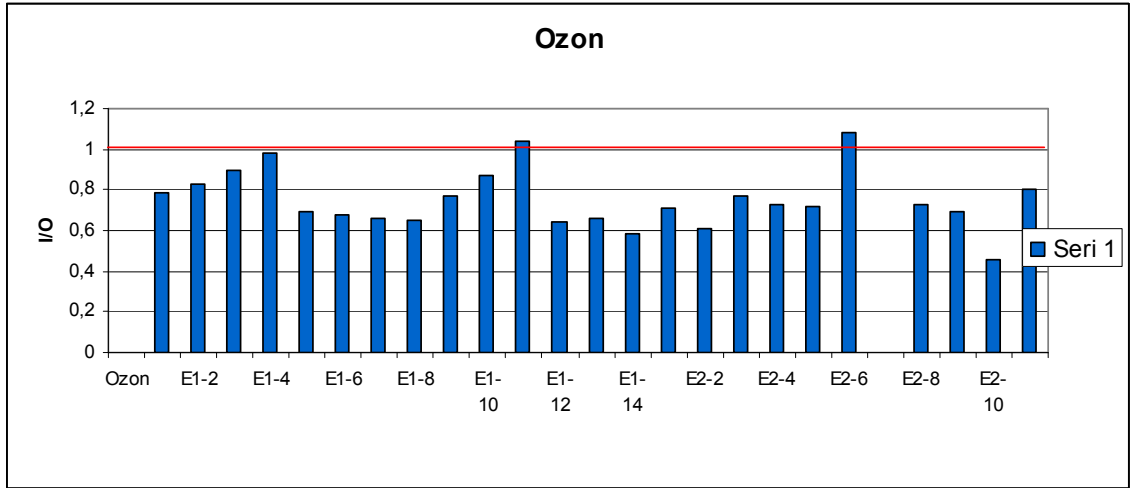
Şekil 8.12. m,p-ksilen için I/O oranları



Şekil 8.13. o-ksilen için I/O oranları



Şekil 8.14. NO2 için I/O oranları



Şekil 8.15. Ozon için I/O Oranları

Ölçülen tüm bileşenler için bölge ayrımı yapılmaksızın kişisel, iç ortam ve dış ortam için ikili korelasyon analizi yapılmış ve Çizelge 8.11'de korelasyon matrisi verilmiştir. Öncelikle kişisel ölçüm ile belirlenen bileşenlerin hepsinin ikili korelasyonları istatistiksel olarak anlamlıdır. İç ortam ölçümleri kendi arasında değerlendirildiğinde benzen, ve etilbenzenin diğer tüm bileşenlerle ikili korelasyonları anlamlıdır. Toluenin NO₂ ve ozon dışındaki BTEX bileşenleri ile, ksilenlerin ise NO₂ dışında diğer bileşenlerle ikili korelasyonları anlamlıdır. Dış ölçüm sonuçları kendi arasında değerlendirildiğinde Benzenin NO₂ dışındaki diğer bileşenlerle, toluen ve

etilbenzenin NO₂ ve ozon dışındaki diğer bileşenlerle, ksilenlerin ise diğer tüm bileşenlerle ikili korelasyonları anlamlıdır.

Çizelge 8.11’de verilen korelasyon tablosuna bakıldığında iç ortam ve dış ortamdaki benzen, toluen ve etilbenzen derişimlerinin korelasyonunun düşük olduğu görülmektedir. İki durum sonucunda benzen ve toluen için baskın olarak iç ortam kaynaklarının mevcut olduğu söylenebilir (Guo ve ark. 2003; Jia ve ark. 2008). M,p-ksilen, o-ksilen, NO₂ için ise iç ortam ve dış ortam derişimleri arasındaki korelasyonun yüksek olduğu, dış ortamdaki derişimin iç ortamı etkileyebileceği görülmüştür. E1 okulunda BTEX için I/O >1 iken NO₂ ve Ozon için I/O<1 bulunmuştur. E2 okulunda ise benzen, NO₂ ve Ozon için I/O oranı <1, TEX için ise I/O>1 çıkmıştır. Ancak dış ortam ölçümlerinin yeterli sayıda olmaması nedeniyle I/O oranları ile okullar arasındaki farklar yeterince incelenememiştir.

Örnekler arası ilişkileri incelemek için oluşturulan korelasyon çizelgesine bakıldığında (Çizelge 8.11), kişisel örneklemelede elde edilen BTEX derişimlerinin iç ortam derişimleriyle yüksek derecede ve istatistiksel olarak önemli biçimde ilişkili olduğu görülmüştür (p<0,001). Kişisel örneklemelede elde edilen benzen derişiminin dış ortam derişimleriyle korelasyonu yüksektir ve %99 güven düzeyinde anlamlıdır. Toluene için kişisel derişimler iç ortam derişimleriyle yüksek korelasyon katsayısına sahip (0,714), dış ortam derişimleriyle ise daha düşük korelasyona sahiptir. Bu durumda toluene için kişisel maruziyetlede iç ortam derişimlerinin daha etkili olduğu söylenebilir. İki okul için ayrı ayrı hesaplanan korelasyon katsayısı çizelgeleri çizelge 8.12 ve 8.13’de verilmiştir.

Çizelge 8.11. Kişisel, iç ortam ve dış ortam verileri korelasyon katsayıları

	Kişisel Örnekleme						İç Ortam						Dış ortam							
	Tol	Eben	M _p -X	o-X	NO ₂	Ozon	Ben	Tol	Eben	M _p -X	o-X	NO ₂	Ozon	Ben	Tol	Eben	M _p -X	o-X	NO ₂	Ozon
Ben	0,478**	0,638*	0,640*	0,535*	0,552**	-0,310*	0,676**	0,427**	0,583*	0,653**	0,608**	0,349*	-0,446**	0,692**	0,364	0,650*	0,593*	0,301	0,806**	-0,666**
Tol	1	0,548*	0,548*	0,467*	0,296*	-0,426**	0,556**	0,714**	0,494*	0,506**	0,530**	0,101	-0,429**	0,157	-0,037	0,103	0,259	0,287	0,236	-0,202
Eben	1	0,956*	0,786*	0,503**	-0,311*	-0,365**	0,600**	0,458**	0,844*	0,838**	0,762*	0,276*	-0,398**	0,740**	0,727**	0,702**	0,883**	0,802**	0,642**	-0,444
M_p-X	1	0,841*	0,485**			-0,365**	0,622**	0,428**	0,774*	0,874*	0,793**	0,213	-0,460**	0,782*	0,745**	0,656*	0,904*	0,819**	0,730**	-0,592**
o-X	1	0,412**				-0,392**	0,575**	0,401**	0,689*	0,772**	0,792**	0,159	-0,420**	0,693**	0,517	0,356	0,752**	0,662**	0,607**	-0,481*
NO₂	1	-0,415**				-0,415**	0,495**	0,321*	0,418*	0,432*	0,385**	0,704*	-0,361**	0,612*	0,449	0,566*	0,626*	0,538*	0,703**	-0,520*
Ozon	1	-0,320*				-0,320*	-0,401**	-0,213	-0,248	-0,394**	-0,193	0,482**	-0,491	-0,491	-0,484	-0,412	-0,562*	-0,519*	-0,818**	0,740**
Ben	1	0,402**				0,402**	0,564*	0,577**	0,543*	0,408*	0,408*	-0,359**	0,157	-0,052	0,445	0,281	0,331	0,530*	-0,598*	-0,598*
Tol	1	0,541*				0,541*	0,519**	0,540**	0,249	0,249	0,249	-0,220	0,046	0,036	0,278	0,242	0,401	0,360	0,360	-0,170
Eben	1	0,932				0,932	0,820**	0,286*	0,286*	0,286*	0,286*	-0,358**	0,246	0,369	0,479	0,566*	0,756**	0,607**	0,607**	-0,332
M_p-X	1	0,894**				0,894**	0,239	-0,402**	0,239	-0,402**	0,239	-0,402**	0,428	0,509	0,500	0,698**	0,800**	0,692**	0,692**	-0,470
o-X	1	0,251				0,251	-0,338*		0,251	-0,338*		0,251	0,456	0,614*	0,535*	0,737*	0,839**	0,722**	0,722**	-0,485*
NO₂	1	-0,277*				-0,277*	0,408		0,408	0,327	0,579*	0,601*	0,558*	0,625**	0,608**	0,608**	0,608**	0,608**	0,608**	-0,608**
Ozon	1	-0,743**				-0,743**	0,714**		0,714**	-0,579*	-0,681	-0,859**	-0,788**	-0,763**	0,735**	0,735**	0,735**	0,735**	0,735**	0,735**
Ben	1	0,682**				0,682**	0,783**		0,783**	0,687**	0,738	0,738	0,738	0,738	0,738	0,738	0,738	0,738	0,738	0,738
Tol	1	0,813**				0,813**	0,667**		0,667**	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684
Eben	1	0,888**				0,888**	0,970*		0,970*	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**
M_p-X	1	0,981*				0,981*	0,998**		0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**	0,998**
o-X	1	-0,756**				-0,756**	-0,756**		-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**
NO₂	1	-0,756**				-0,756**	-0,756**		-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**	-0,756**

^b: korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır. ^a: korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

8.4. Eskişehir verilerinin anketlerle beraber değerlendirilmesi

8.4.1. Pasif içicilik- sigara dumanına maruz kalma ile ilişkilendirilen maruziyetler

İskenderun ve Payas verilerinde de görüldüğü gibi çocuğun sigara dumanına maruz kalması durumunda benzen derişimi önemli ölçüde değişmektedir. Çizelge 8.14'te yanında sigara içilen çocuklarda ortalama benzen derişiminin istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde 2 kat arttığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 8.14. Yanında sigara içilen ve içilmeyen çocuklarda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Çocuğun yanında sigara içiliyor mu?		Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon
Evet	N	15	15	15	15	15	15	15
	Ortalama	2,18	23,83	0,82	1,26	0,85	45,7	41,59
	Ortanca	2,25	18,36	0,83	1,28	0,86	43,2	39,68
Hayır	N	39	39	39	39	39	39	37
	Ortalama	1,44	29,44	0,64	1,05	0,79	39,4	36,5
	Ortanca	1,25	19,61	0,62	0,86	0,69	35,88	34,94
	p	0,037*	0,694	0,167	0,238	0,421	0,233	0,449

8.4.2. Trafik kaynaklı emisyonlarla ilişkilendirilebilen maruziyetler

Aromatik uçucu organik bileşiklerin herhangi bir ortama yakıtların yanması (benzin, dizel motorlar) ve uçuculaşma sonucu yayıldıkları bilinmektedir. Bu yüzden trafik ve yakıtla ilgili kaynaklar UOB maruziyetini etkileyebilmektedir (Na ve ark. 2005; Horton ve ark. 2006; Truc ve Oanh, 2007; Schauer 1999). Yapılan bu çalışmada okula giderken daha işlek bir yol kullanan öğrencilerin tüm kirleticiler bakımından daha yüksek bir derişime maruz kaldığı görülmüştür. Aynı şekilde evin 500 m yakınında bir benzin istasyonunun olması, eve 1000m yakınlıkta trafik ışıklarının olması ve evin etrafında park etmiş çok sayıda araç olması kirletici derişimlerini etkilemektedir. Bu durumun olası nedenleri benzin istasyonlarında benzinliğin deposuna ve araçların yakıt tanklarına dolum işlemleri sırasında oluşan buharlaşma kaçaklarıdır. Öte yandan

özellikle trafik ışıklarına yakın bölgeler için dur- kalk esnasındaki emisyonların fazla olması diğer bir etken neden olabilir. Trafiğin en önemli UOB kaynaklarından biri olması işlek yol yakınlarında ikamet eden ya da yolu kullanan insanların daha fazla maruziyetine sebep olmaktadır. Bahsedilen faktörler için yapılan istatistiksel değerlendirmeler çizelge 8.15, 8.16, 8.17 ve 8.18’de verilmiştir. Alexopoulos ve arkadaşlarının 2006 yılında yapmış oldukları çalışmada benzin istasyonuna veya işlek bir anayola 50 m’den daha yakın oturan kişilerde toluen ve ksilen konsantrasyonlarının önemli derecede arttığı belirtilmiştir (Alexopoulos ve ark., 2006).

Çizelge 8.15. Okula giderken işlek bir yol kullanılıp kullanılmaması durumunda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Okula giderken								
İşlek bir yol kullanma		Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-			Ozon
					ksilen	o-ksilen	NO ₂	
Hayır	N	21	21	21	21	21	21	20
	Ort.	0,88	17,78	0,36	0,65	0,43	32,3	50,85
	Ortanca	0,56	6,51	0,28	0,55	0,39	30,97	47,97
Evet	N	33	33	33	33	33	33	32
	Ort.	2,13	34,31	0,90	1,40	1,05	47,44	29,88
	Ortanca	2,05	24,81	0,85	1,30	0,97	42,82	26,31
	p	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*

Çizelge 8.16. Evin 500 m yakınında benzin istasyonu bulunup bulunmaması durumunda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Evin 500 m yakınında benzin istasyonu								
		Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-			Ozon
					ksilen	o-ksilen	NO ₂	
Hayır	N	39	39	39	39	39	39	38
	Ort.	1,31	28,64	0,57	0,92	0,65	37,99	40,97
	Ortanca	1,14	16,28	0,42	0,71	0,52	35,31	41,04
Evet	N	15	15	15	15	15	15	14
	Ort.	2,51	25,89	1,01	1,61	1,22	50,82	29,75
	Ortanca	2,39	23,06	0,97	1,45	1,09	43,20	29,24
	p	<0,001*	0,154	<0,0001*	<0,001*	0,001*	0,007*	0,053

Çizelge 8.17. En yakın trafik ışıklığına uzaklığa göre ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En yakın trafik ışıklarına uzaklık	Benzen	Toluen	Etilbenz en	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon
1000 m'ye kadar	N	18	18	18	18	18	16
	Ort.	2,11	39,98	0,85	1,41	1,08	50,28
	Ortanca	2,02	27,04	0,70	1,23	0,94	50,22
>1000m	N	16	16	16	16	16	16
	Ort.	1,06	12,14	0,43	0,77	0,51	33,81
	Ortanca	0,64	6,77	0,29	0,57	0,39	33,32
	p	0,001*	<0,001*	<0,001*	0,001*	0,001*	0,005*

Çizelge 8.18. Evin etrafında park etmiş çok sayıda araç olup olmaması durumunda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Evin çevresinde park etmiş çok sayıda araç	Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon
Hayır	N	20	20	20	20	20	20
	Ort.	1,21	34,40	0,52	0,91	0,64	35,54
	Ortanca	1,17	17,06	0,32	0,65	0,46	34,91
Evet	N	34	34	34	34	34,00	32
	Ort.	1,90	24,05	0,79	1,23	0,91	45,09
	Ortanca	2,02	19,76	0,71	1,18	0,93	40,96
	p	0,059	0,809	0,011*	0,046*	0,057	0,057

8.4.3. Evdeki yaşam alışkanlıklarıyla ilişkilendirilebilen maruziyetler

Çözücü bazlı ürünlerin (mobilya yapıştırıcıları, tiner, boya, uhu..vb) BTEX bileşiklerine maruziyette önemli bir kaynak olduğu bilinmektedir. Bu ürünlerin kullanılması durumunda maruziyetin artığını gösteren pek çok çalışma mevcuttur (Wei-Wang ve ark. 2009; Na ve ark. 2005; Guo ve Murray 2000; Guo ve ark. 2004; Guo ve Murray 2001). Guo ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir deney odası çalışmasında halıların toplam uçucu organik madde emisyonları incelenmiş; yeni halıların eski halılara göre daha yüksek emisyon hızına sahip olduğu, farklı halı çeşitleri için emisyon hızlarının $45-698 \mu\text{g}/\text{m}^2$ arasında değiştiği

gözlemlenmiştir (Guo ve ark. 2004a). Yapılan bu çalışmada da son 6 ayda eve yeni mobilya veya halı alınması durumunda etilbenzen derişiminin arttığı, çocuk tarafından veya çocuğun yanında mum veya uhu kullanılması durumunda da benzen derişiminin arttığı gözlemlenmiştir. Symanski ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada çözücü içeren ürünlerle nefesle temas sonucu toluen, etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen derişimlerinin yaklaşık 2 kat arttığı gözlemlenmiştir (Symanski ve ark. 2009). Son 6 ayda eve yeni mobilya, halı alınması ve yapıştırıcı kullanımı ile ilgili istatistiksel değerlendirmeler çizelge 8.19 ve 8.20’de verilmiştir.

Çizelge 8.19. Son 6 ayda eve yeni halı veya mobilya alınıp alınmaması durumunda oluşan maruziyetler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Son 6 ayda eve mobilya veya halı	Benzen	m,p-ksilen				NO ₂	Ozon
		Toluene	Etilbenzen	o-ksilen	m,p-ksilen		
Hayır N	38	38	38	38	38	38	36
Aritmetik Ort.	1,59	27,03	0,61	0,98	0,71	40,16	37,87
Ortanca	1,46	19,59	0,52	0,86	0,67	35,83	34,36
Evet N	16	16	16	16	16	16	16
Aritmetik Ort.	1,78	29,89	0,90	1,42	1,03	44,83	38,12
Ortanca	1,84	18,58	0,86	1,29	0,93	42,69	35,46
p	0,385	0,966	0,049*	0,062	0,091	0,337	0,723

Çizelge 8.20. Son 2 günde çocuk tarafından veya çocuğun yanında uhu veya mum kullanılıp kullanılmaması durumunda ölçülen kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Çocuk tarafından veya yanında mum veya uhu kullanımı		Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon
Hayır	N	24	24	24	24	24	24	23
	Aritmetik Ort.	1,37	28,89	0,64	1,06	0,77	38,76	38,77
	Ortanca	1,06	19,20	0,48	0,75	0,55	34,62	35,31
Evet	N	29	29	29	29	29	29	28
	Aritmetik Ort.	1,92	26,56	0,76	1,18	0,86	44,67	37,48
	Ortanca	2,05	19,01	0,80	1,21	0,89	39,84	35,43
	p	0,008*	0,574	0,053	0,138	0,371	0,067	0,974

8.4.4. Binanın özellikleriyle ilişkilendirilebilen maruziyetler

Yaşanılan evin büyüklüğü ve kirletici maruziyetleri arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. Evin büyüklüğü arttığında kirletici derişiminin düştüğü gözlemlenmiştir bu durumun muhtemel sebebi kirleticinin ev içerisinde daha iyi bir şekilde dağılımı ve seyrelmesi olabileceği düşünülmektedir. Evin yaşı ile ilişkilendirilen kirletici derişimleri çizelge 8.21’de, evin büyüklüğü ile ilişkilendirilen kirletici derişimleri ise çizelge 8.22 ve 8.23’te verilmiştir.

Çizelge 8.21. Binanın yaşı ile ilişkili kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Bina yaşı	Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-ksilen	o-ksilen	NO ₂	Ozon	
1-5 yıl N	27	27	27	27	27	27,00	26	
	Aritmetik Ort.	1,47	26,38	0,61	0,93	0,67	38,21	43,55
	Ortanca	1,25	18,94	0,61	0,79	0,63	33,77	43,25
>5 yıl N	26	26	26	26	26	26	26	
	Aritmetik Ort.	1,87	30,36	0,8	1,33	0,97	44,81	32,57
	Ortanca	1,92	19,71	0,78	1,24	0,89	40,96	29,19
	p	0,093	0,251	0,037*	0,015*	0,027*	0,168	0,043*

Ozon derişiminin evin büyüklüğü ile doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür bu durumun muhtemel sebebinin evi havalandırmak için gerekli olan hava miktarının daha çok olması sebebiyle kişilerin daha uzun süre pencereleri açık tutmaları ve dolayısıyla iç ortama daha çok ozon taşınımına sebep olmaları olarak düşünülmektedir.

Çizelge 8.22. Evin büyüklüğü ile ilişkili kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Evin m^2 büyüklüğü		Benze			m,p-		NO_2	Ozon
		n	Toluen	Etilbenzen	ksilen	o-ksilen		
60- 100	N	15	15	15	15	15	15	15
	Aritmetik Ort.	2,00	33,63	0,76	1,21	0,87	51,99	28,32
	Ortanca	2,00	28,61	0,68	1,18	0,89	53,33	25,15
>100	N	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	36,00
	Aritmetik Ort.	1,53	26,21	0,68	1,08	0,80	37,83	41,92
	Ortanca	1,32	17,22	0,66	0,89	0,68	35,83	41,04
	p	0,149	0,077	0,370	0,285	0,246	0,008*	0,002*

Çizelge 8.23. Evdeki oda sayısı ile ilişkili kirletici derişimleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Evdeki oda sayısı		Benzen	Toluen	Etilbenzen	m,p-		NO_2	Ozon
					ksilen	o-ksilen		
3	N	32	32	32	32	32	32	32
	Aritmetik Ort.	1,81	29,28	0,72	1,12	0,80	45,64	35,41
	Ortanca	1,83	19,63	0,68	1,15	0,86	42,60	32,63
4	N	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	20,00
	Aritmetik Ort.	1,40	25,84	0,65	1,09	0,83	35,60	42,00
	Ortanca	1,32	17,65	0,58	0,89	0,68	35,24	38,82
	p	0,299	0,368	0,303	0,461	0,643	0,044*	0,227

8.5. Zaman Aktivite Günlükleri Kullanılarak verilerin modellenmesi

Kış döneminde Eskişehir’de yapılan çalışmada çocuklar tarafından doldurulan zaman aktivite bütçelerine bakıldığında, çocukların zamanlarının %70

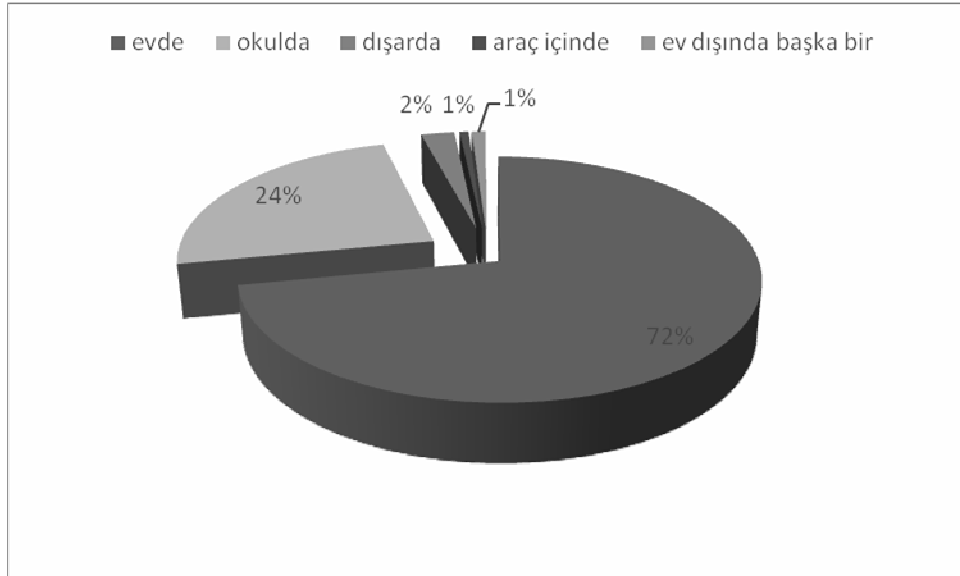
ini evde ve %23'ünü okulda geçirdikleri görülmüştür. %2 gibi çok az bir zaman dilimi dışarıda geçirilmektedir (şekil 8.9). Çocukların belirli mikro ortamlarda geçirdikleri zaman ve bu mikro ortamlardaki kirletici derişimlerinden faydalanılarak kişisel maruziyetler modelleme yoluyla da hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken iç ortam derişimi ve zaman aktivite bütçesi tam olan öğrenciler dikkate alınmıştır. Ev dışı derişim verileri için ise ölçüm yapılan evin derişimi o eve en yakın evlerin dış ortam derişimi için kullanılmıştır. Çocukların dışarıda geçirdikleri zamanın çok az olduğu düşünüldüğünde de bu yaklaşımın çok fazla hata getireceği düşünülmemektedir. Verilerin modellenmesinde kişinin belirli iç ortamlarda geçirdiği zamanın o mikro ortamlardaki kirletici derişimiyle çarpılmasını esas alan bir lineer model kullanılmıştır (Pilidis ve ark. 2009; Sexton ve ark. 2007; Sexton ve ark. 2004; Adgate ve ark. 2004; Son ve ark. 2003)

$$P_i = \sum C_{mi} \times P_i(m)$$

$$P_i = \text{Kişisel maruziyet, } \mu\text{g/m}^3$$

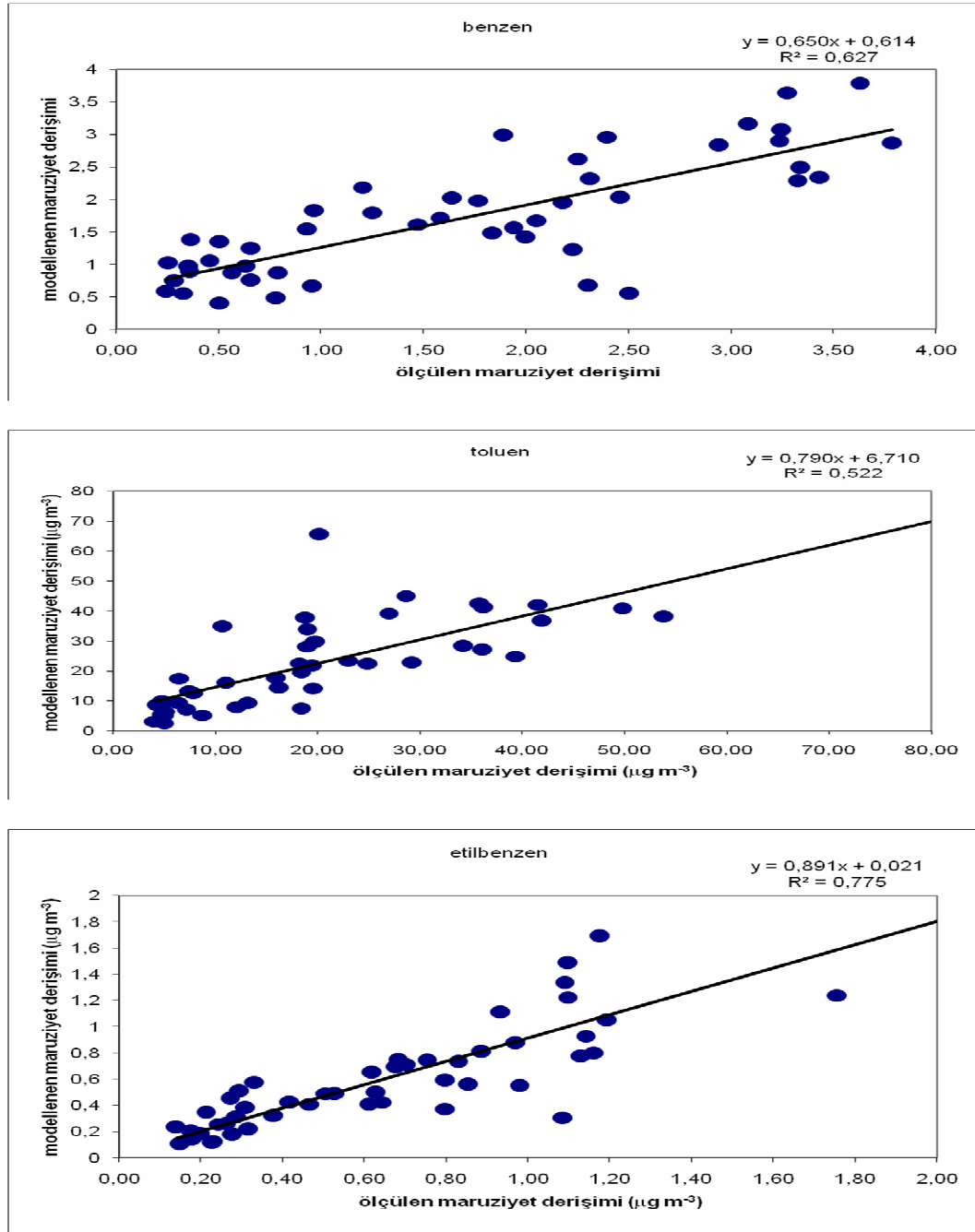
$$C_{mi} = \text{Mikro ortamdaki konsantrasyon, } \mu\text{g/m}^3$$

$$P_i = \text{İlişkili mikro ortamda geçirilen zaman kesri}$$

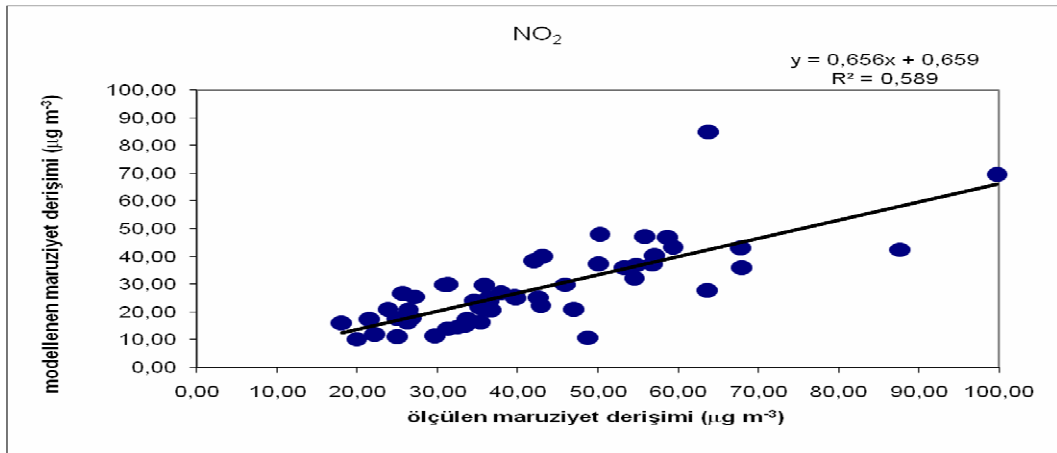
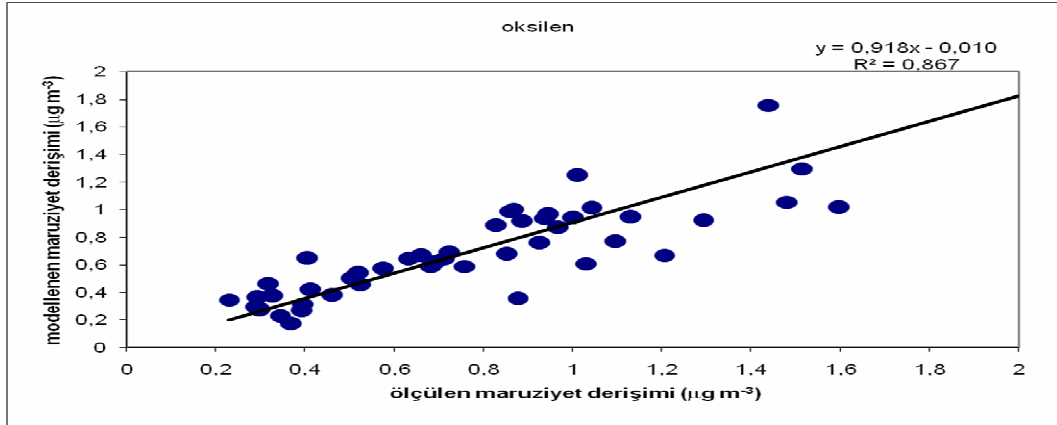
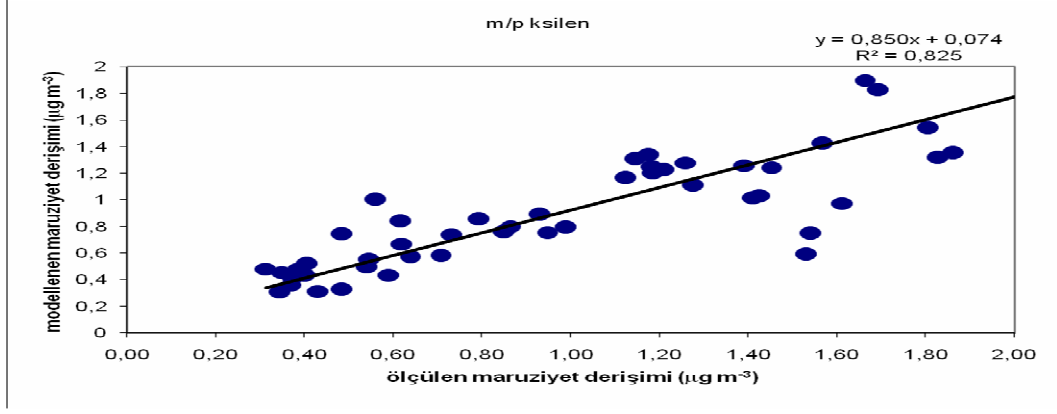


Şekil 8.16.Çocukların kış döneminde belli mikro ortamlarda geçirdikleri zaman yüzdeleri

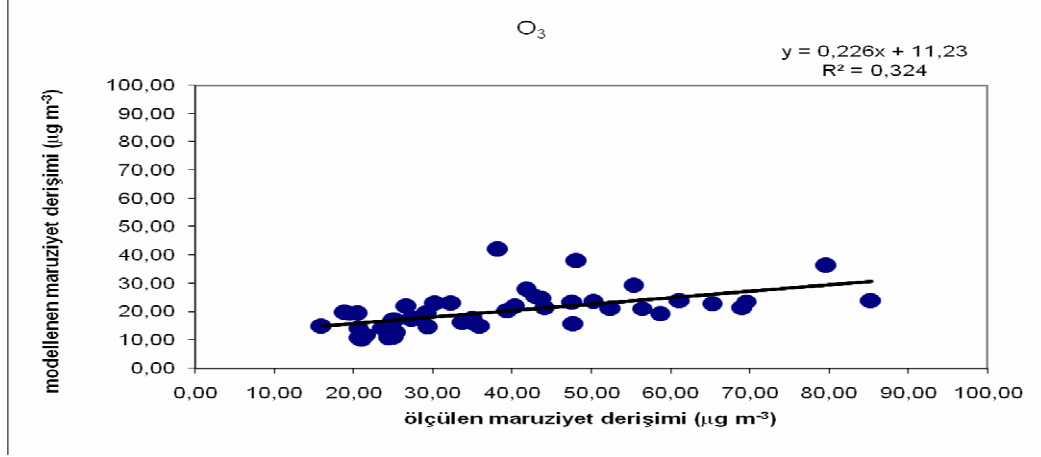
Modellenen ve ölçülen derişimlere ait her bir bileşene ait grafikler ve regresyon eşitlikleri şekil 8.17’de verilmiştir.



Şekil 8.17. Modellenmiş BTEX derişimleri ve ölçüm ile elde edilen derişimlerin regresyon grafikleri



Şekil 8.17 (Devam). Modellenmiş BTEX derişimleri ve ölçüm ile elde edilen derişimlerin regresyon grafikleri



Şekil 8.17. (Devam). Modellenmiş BTEX derişimleri ve ölçüm ile elde edilen derişimlerin regresyon grafikleri

Modellenen ve ölçülen kirlenici derişimleri arasındaki ilişki incelendiğinde, tüm bileşimler için $p < 0,0001$ olarak hesaplanmıştır. Modellenen ve ölçülen derişimler arasındaki ilişki % 99 güven aralığında anlamlı bulunmuştur. Tüm kirleniciler için korelasyon katsayıları oldukça yüksektir (Çizelge 8.24). Ozon için diğerlerine nazaran biraz daha düşük bir korelasyon katsayısı elde edilmiştir, bu durumun muhtemel sebebi ise ozonun atmosferdeki davranışdır. Bu duruma rağmen modellenen ve ölçülen ozon derişimleri anlamlı olacak biçimde ilişkilidir.

Çizelge 8.24. Modellenen ve ölçülen kirlenici derişimleri arasındaki korelasyon katsayıları ve p değerleri

Kirlenici	Korelasyon Katsayısı	p
Benzen	0,792	<0,0001
Toluen	0,723	<0,0001
Etilbenzen	0,881	<0,0001
M,p-ksilen	0,909	<0,0001
o-ksilen	0,931	<0,0001
NO ₂	0,768	<0,0001
Ozon	0,569	<0,0001

8.6. Kişisel Maruziyet Derişimlerinden Yararlanılarak Risk Hesaplaması

Elde edilen kişisel örnekleme verileri kullanılarak İskenderun ve Eskişehir için EPA'nın yayınlamış olduğu risk değerlendirmesi rehber kitabının A kısmında (RAGS A) yer alan metot uyarınca kanser ve kanser harici risklerin değerlendirmesi yapılmıştır. Metotta öngörülen risk hesaplaması, ölçülen kirletici derişiminin kirleticiye ve maruziyet yoluna özel birim risk değeri (IUR) ile çarpılmasıyla elde edilmektedir. Risk hesaplaması için aşığıda verilen formüller kullanılmıştır. Formüllerde risk hesaplaması için kullanılan referans konsantrasyonlar ve birim risk değerleri çizelge 8.21'de verilmiştir.

$$\text{Kanser Riski} = \text{IUR} \times \text{EC}$$

$$\text{IUR } (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{-1} = \text{Birim risk}$$

$\text{EC } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \text{Maruz kalma derişimi, ömür boyu maruziyet senaryolarında kirletici derişimine eşittir.}$

Kanser Dışı Riskler

$$\text{HQ} = \text{EC}/(\text{toksisite değeri} \times 1000 \mu\text{g}/\text{mg})$$

$$\text{HQ (birimsiz)} = \text{Tehlike kesri}$$

$\text{EC } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \text{maruz kalma derişimi, ömür boyu maruziyet senaryolarında kirletici derişimine eşittir.}$

$$\text{Toksisite değeri } (\text{mg}/\text{m}^3) = \text{RfC}$$

Çizelge 8.25. Risk Hesaplamasında Kullanılan birim risk değerleri ve referans derişimler

CASN	Kirletici ismi	Kanser Sınıflaması ₁	Birim risk ($\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Karsinojenik olmayan referans konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hedef organ /kritik etki	Kaynak
71-43-2	Benzen	A	$7,8 \times 10^{-6}$	30	Lenfosit sayısında azalma	EPA 2003
100-41-4	Etilbenzen	D	-	1000	Gelişme dönemi toksik etkiler	EPA 2003
108-88-3	Toluen	D	-	5000	Gelişme dönemi sinir ve solunum sistemi	EPA 2005a
1330-20-7	Ksilenler	D	-	100	Motor koordinasyon bozukluğu	EPA 2003

Eskişehir, İskenderun ve Payas'ta hesaplanan ortalama kanser riskleri Çizelge 8.26'da verilmiştir. Çizelgeye göre en yüksek kanser riski Payas bölgesi için hesaplanmıştır.

Çizelge 8.26. Eskişehir İskenderun ve Payas'ta hesaplanan kanser riskleri için temel istatistik değerlendirmeler (10^{-5})

Şehir	Ortalama	Minimum	Maksimum	%25	%50	%75	%95
Eskişehir	1,3	0,19	4,77	0,52	1,14	1,81	2,91
İskenderun	2,4	0,66	8,53	1,43	2,1	2,94	6,69
Payas	6,46	0,71	22,58	1,96	3,2	12,92	16,13

İskenderun ve Payas için risk hesaplaması sonuçlarına bakıldığında tüm veriler bir bütün olarak düşünülüp hesaplanan kanser riski 6.61×10^{-6} ile 2.2×10^{-4} değeri arasında değişmektedir. Ortalama kanser riski seviyesi 70 yıllık yaşam süresi boyunca günlük $6,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük bir benzen derişimine maruz kalma durumunda $4,43 \times 10^{-5}$ olarak hesaplanmıştır. Evlerinde, çocuklarının yanında sigara içen ve içmeyen ebeveynlerle yaşayan çocuklarda oluşan kanser riskleri ise sırasıyla, $6,55 \times 10^{-5}$ ve $3,37 \times 10^{-5}$ olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar çocukların yanında sigara içilmesi durumunda kanser riskinin yaklaşık 2 kat arttığını göstermiştir. Çocukların yanında sigara içilmesi durumunun benzen derişimlerinin arttığı bilinmektedir (Edwards 2005; Sexton 2004) bu sebepten dolayı yanında sigara içilen çocuklarda benzen kaynaklı kanser risklerinin de artması beklenir. Kanser riskleri çizelge 8.26'da verilmiştir.

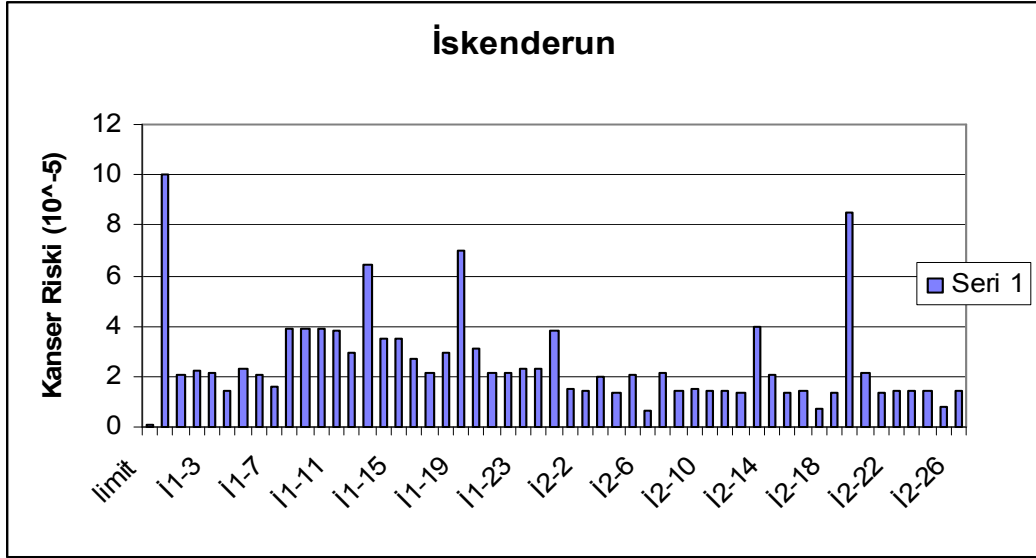
Çizelge 8.27. İskenderun ve Payas'ta yaşayan, yanlarında sigara içilen/içilmeyen çocuklar için hesaplanan kanser riskleri (10^{-5})

		Sigara İçme		
		Hayır	Evet	Toplam
P1	N	17	7	24
	Ortalama	2,56	3,03	2,7
İ1	N	19	7	26
	Ortalama	2,57	4,12	2,98
P2	N	11	15	26
	Ortalama	8,15	1,13	9,94
İ2	N	14	7	25
	Ortalama	1,69	2,42	1,85
Toplam	N	61	36	101
	Ortalama	3,37	6,55	4,43

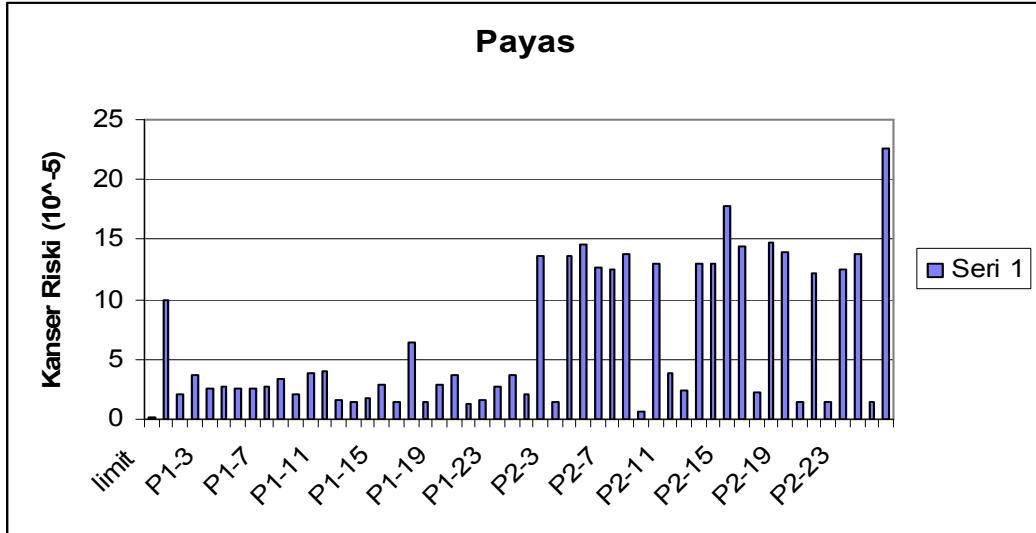
Veriler İskenderun ve Payas olarak ikiye ayrıldığında ise İskenderun'da ikamet eden çocuklar için hesaplanan risk değeri $2,4 \times 10^{-5}$ ve Payas'ta ikamet eden çocuklar için hesaplanan risk değeri ise $6,46 \times 10^{-5}$ bulunmuştur. Payas'ta yaşayan çocuklar için kanser harici seviyesi İskenderun'da yaşayanlara göre yaklaşık 2,5 kat fazla çıkmıştır. İki grup arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır

($p < 0,0001$). Kanser harici risklerde ise hiçbir kirletici için tehlike oranının 1 değerini aşmadığı görülmüştür. Kanser harici riskler için tehlike indeksi BTEX için sırasıyla, 0,0057; 0,043; 0,015; 0,0088; 0,0016 olarak bulunmuştur.

Tehlike indeksi hesaplaması için bütün bileşiklerin tehlike oranları toplanmıştır ve sonuç 0.074 olarak bulunmuştur. Tehlike indeksi için 1 değerinin altındaki değerlerin kanser harici sağlık etkilerine sebebiyet verme olasılığı yoktur. Bu çalışmada tehlike indeksine en büyük katkı toluen bileşiğinden gelmektedir.

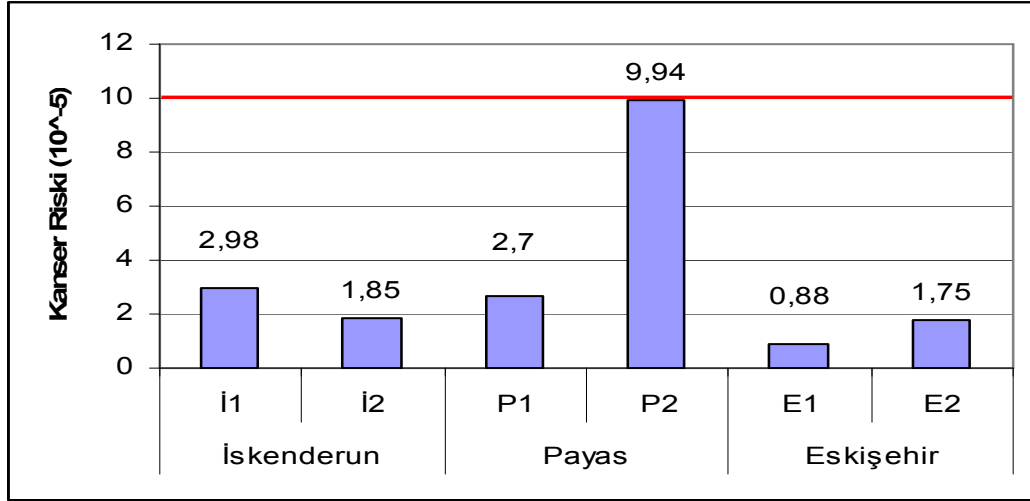


Şekil 8.18. İskenderun için hesaplanan bireysel kanser risklerinin bar grafiği



Şekil 8.19. Payas için hesaplanan bireysel kanser risklerinin bar grafiği

Dört okul için ayrı ayrı hesaplanan kanser risklerine bakıldığında 3 okulda hesaplanan kanser riskleri birbirine yakın olmakla beraber Payas'ta bulunan P2 okulu için hesaplanan kanser riski seviyesi oldukça yüksektir ve diğer 3 okuldan istatistiksel açıdan önemli derecede farklıdır ($p < 0,0001$). Okulların kanser riski seviyeleri şekil 8.10' da görülmektedir.



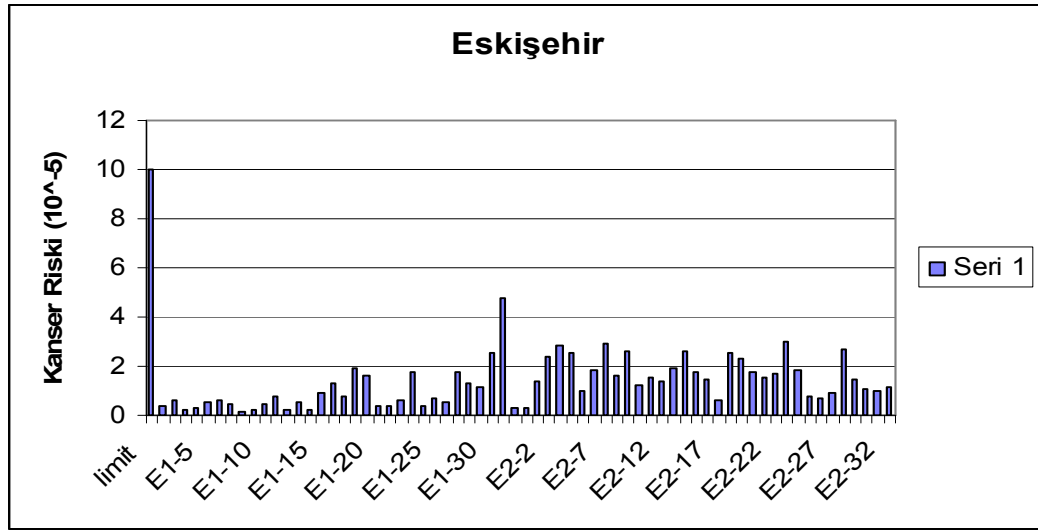
Şekil 8.20. İskenderun ve Eskişehir’deki tüm okullara ait kanser riskleri ortalamasının bar grafikte gösterimi

Eskişehir için hesaplanan kanser risklerine bakıldığında tüm veriler için hesaplanan ortalama kanser riski seviyesi $1,31 \times 10^{-5}$ olarak bulunmuştur. Risk seviyelerine iki okul için ayrı ayrı bakıldığında İ2 okulu için hesaplanan risk seviyesi, $1,7 \times 10^{-5}$, İ1 Okulu için hesaplanan risk seviyesi ise $0,88 \times 10^{-5}$ olarak bulunmuştur. İki grup arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,0001$). Verilere ait istatistiksel değerlendirmeler çizelge 8.26.’da verilmiştir. Örnekleme grubu yanında sigara içilen ve içilmeyen çocuklar olarak ikiye ayrıldığında yanında sigara içilen çocuklarda risk seviyesi $1,7 \times 10^{-5}$, yanında sigara içilmeyenlerde ise $1,08 \times 10^{-5}$ olarak bulunmuştur. İki grup arasındaki fark çok belirgin olmamakla beraber istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p = 0,014$). Kanser harici riskler için hesaplanan tehlike kesri BTEX için sırasıyla, 0,0057; 0,043; 0,015; 0,0088; 0,0016 olarak bulunmuştur.

Çizelge 8.28. Eskişehir’de yaşayan, yanlarında sigara içilen/içilmeyen çocuklar için hesaplanan kanser riskleri

Okul		Sigara içme		
		Evet	Hayır	Toplam
E2	N	7	21	32
	Ortalama	$2,27 \times 10^{-5}$	$1,58 \times 10^{-5}$	$1,75 \times 10^{-5}$
E1	N	8	18	33
	Ortalama	$1,2 \times 10^{-5}$	$0,50 \times 10^{-5}$	$0,882 \times 10^{-5}$
Toplam	N	15	39	65
	Ortalama	$1,7 \times 10^{-5}$	$1,08 \times 10^{-5}$	$1,31 \times 10^{-5}$

İskenderun ve Eskişehir’de hesaplanan kanser seviyeleri EPA’nın güvenli kabul ettiği 1×10^{-6} - 1×10^{-4} değerleri arasındadır. Kanser harici risk değerlendirmelerinde ise hiçbir tehlike oranı 1’den büyük çıkmamıştır. Tüm okullara ait kanser riski seviyelerini gösteren bar grafik şekil 8.10’da verilmiştir.



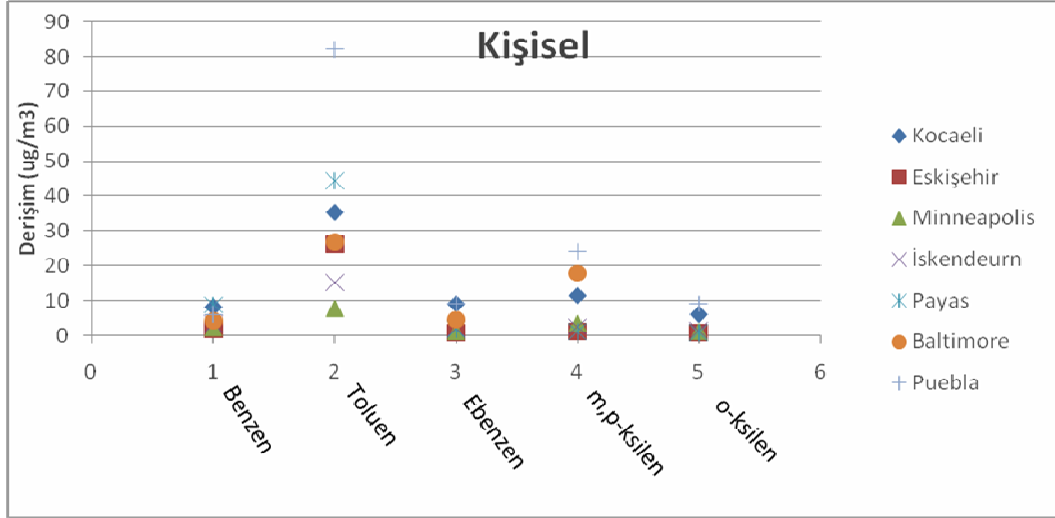
Şekil 8.21. Eskişehir için hesaplanan kanser risklerinin bar grafiği

8.7. Sonuçların Literatür Verileri ile Karşılaştırılması

Gerçekleştirilen bu tez çalışması ile İskenderun, Payas ve Eskişehir'de kişisel örnekleme yöntemiyle öğrencilerin BTEX grubu bileşiklerine maruziyetini ve anket değerlendirmeleri ile maruziyeti etkileyen faktörler araştırılmıştır. İskenderun bölgesinde m,p-ksilen ve o-ksilen değerlerinin yaklaşık %50'si dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen değişkenlik göstermekle birlikte tüm bölgeler ve okullarda T>B olduğu görülmüştür. Tüm bileşikler için en yüksek derişimler Payas bölgesinde elde edilmiştir.

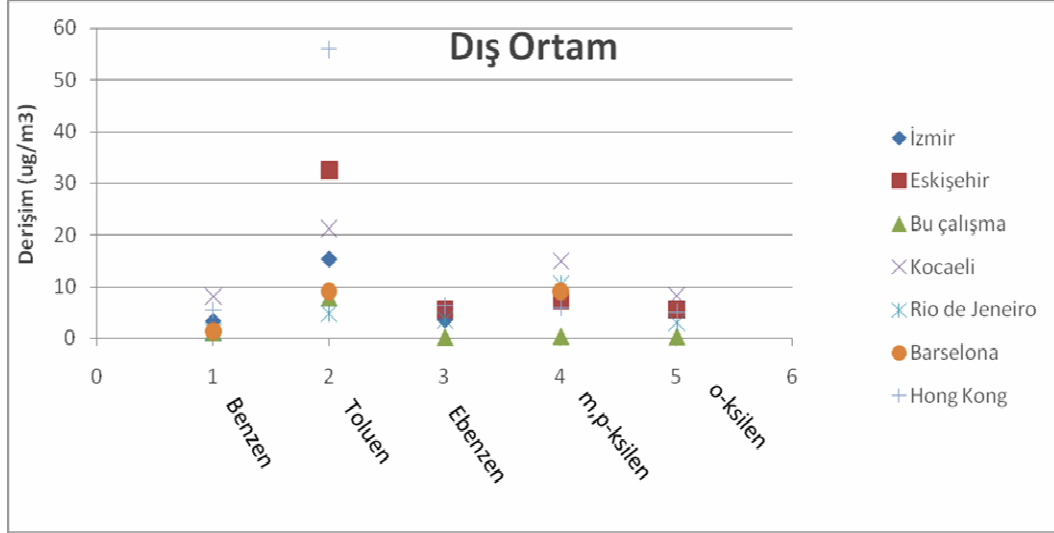
Bu konuyla ilgili daha önce yapılan benzer çalışmalara ilişkin kişisel maruziyet derişimleri şekil 8.22'de görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi kişisel maruziyetlerde en yüksek derişime sahip bileşik toluendir. Özellikle Meksika'nın Puebla kentinde 2 günlük örnekleme süresiyle mesleki maruziyetleri belirlemeye yönelik ofis çalışanlarıyla yapılan çalışmada en yüksek toluen değeri elde edilmiştir (Ahumada ve Whitehead 2007). Bu çalışmada özellikle mesleki maruziyetler incelendiği için ofis çalışanlarında bina ile ilgili olarak derişimler yüksek çıkmıştır. Puebla kentini bu çalışma kapsamında Payas beldesinde ölçülen toluen derişimleri takip etmektedir. Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi yaşam alışkanlıkları ile ilgili kaynakların yanı sıra, Payas beldesinin hava kirliliği açısından yoğun bir bölge olması bu sonuçlarda etkili olmuştur. Bir diğer yüksek toluen değeri ise 24 saatlik örnekleme ile Kocaeli kentinde Pekey ve Arslanbaşı'nın (2008) yaptıkları elde edilmiştir. Kocaeli kenti Türkiye'de sanayi açısından en gelişmiş kentler arasındadır. Yazarlar da kişisel derişimlerin dış ortam derişimlerinden etkilendiğini belirtmişlerdir. Benzen toluen ve etilbenzen derişimlerine bakıldığında Eskişehir, Minneapolis (48 saat) (Adgate ve ark. 2004) ve Baltimore (72 saat) (Payne-Sturges 2004) kentlerinde ölçülen derişimlerin birbirine oldukça yakın oldukları gözlenmektedir. Minneapolis kentindeki çalışma şehir merkezinde gelir durumu düşük ailelerin çocukları ile gerçekleştirilmiştir, öğrencilerin modelleme yöntemiyle maruziyetleri araştırılmış ve maruziyetlere en büyük katkının ev ortamından geldiği belirtilmiştir. Baltimore ise endüstriyel bir alan olmasına rağmen derişimler Eskişehir'dekine benzer çıkmıştır bunun sebebi ise çalışmada sigara kullanmayan ve evlerinde sigara içilmeyen bireylerle

çalışmanın gerçekleştirilmiş olması olabilir ve derişimlerin önemli bir kaynak olan sigaradan etkilenmemeleri dolayısıyla Eskişehir verilerine yakınlık göstermiş olabileceği düşünölmektedir.



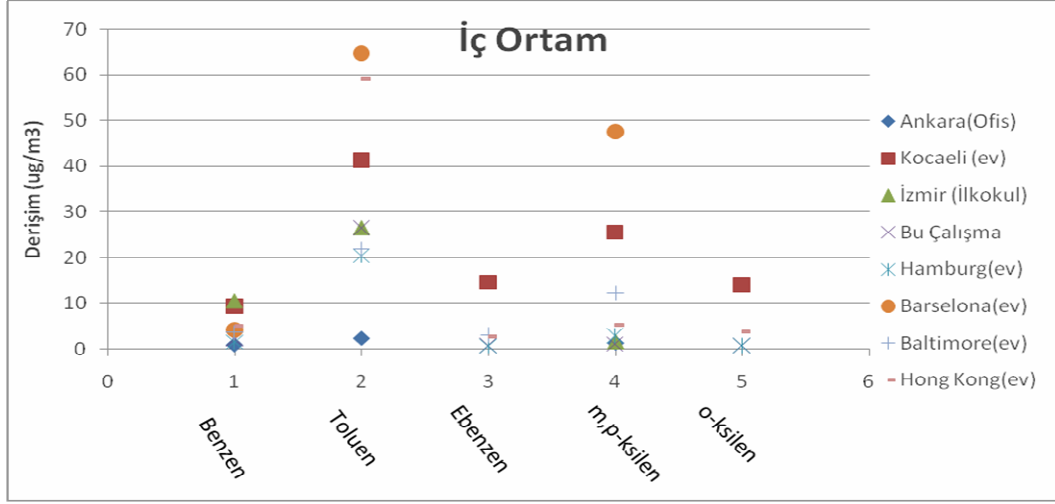
Şekil 8.22. Farklı çalışmalara ait kişisel örnekleme derişimleri

Dış ortam derişimleri incelendiğinde, dış ortam için en yüksek değer Toluen değeri Hong-Kong'da elde edilmiştir (Şekil 8.23). Bu değeri Eskişehir ve Kocaeli değerleri takip etmektedir. En yüksek derişimin Hong-Kong'da (8saatlik örnekleme) elde edilmesinin nedeni şehrin oldukça kalabalık ve trafik açısından çok yoğun ve endüstriyel bir kent olmasıdır. Bu çalışmada bulunan toluen değeri Barselona ve Rio De Janeiro (6saat) değerlerine oldukça yakındır. Dış ortam derişimleri açısından bu çalışmada ölçülen tüm BTEX'ler diğer çalışmalara göre oldukça düşük seviyelerdedir. Bunun sebebi ise seçilen örnekleme noktalarından birinin oldukça temiz bir bölgede olması, trafik endüstri gibi kaynaklardan uzak olmasıdır. Bu noktada toluen için dış ortam derişimlerinde 3 ölçüm dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Toluen derişimleri için en yüksek 3 değer endüstriyel kentler olan Hong-Kong (8saat), Kocaeli (24 saat) ve İzmir'den elde edilmiştir.



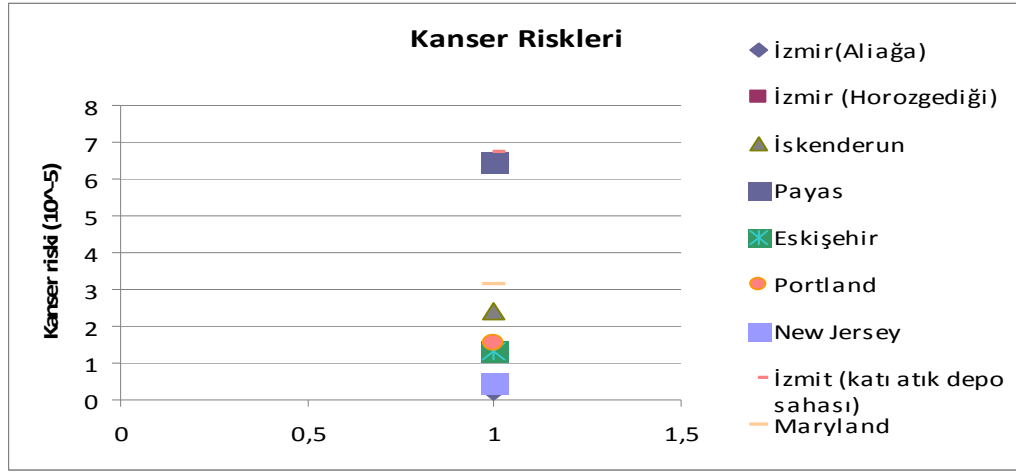
Şekil 8.23. Farklı çalışmalara ait dış ortam derişimleri

İç ortam derişimleri için elde edilen en yüksek toluen ve ksilen derişimleri Barcelona'daki evlerden elde edilen iç ortam derişimleridir (Şekil 8.24). Benzen derişimi İzmir'de ilkokullarda ve Kocaeli'nde evlerde benzer seviyelerde seyretmiş ve bu değerler Ankara 'da ofislerde ve Eskişehir'de evlerde ölçülen derişimlerden yüksek çıkmıştır. İç ortam derişimlerinin dış ortam derişimlerinden etkilendikleri bilinmekle beraber çalışmalar iç ortam derişimleri için evde kullanılan eşyalar, yakıt tipi ve kişilerin yaşam alışkanlıklarının iç ortam derişimlerinde daha etkili olduğunu göstermiştir ((Jia ve ark. 2008; Ohura ve ark. 2006; Guo ve ark. 2004). Bu yüzden şehirler arasındaki farklılıklar daha çok evdeki kişisel yaşamı ile ilgilidir.



Şekil 8.24. Farklı çalışmalara ait iç ortam derişimleri

Risk değerlendirmeleri incelendiğinde en yüksek kanser riski seviyesi İzmit'te katı atık depo sahası çalışanları için elde edilen risk seviyesidir. Bu bölge için elde edilen risk seviyesi Payas için elde edilen kanser riskleri ile benzer seviyelerdedir. Ortalama derişimlere bakıldığında kirletici derişimleri Payas ile oldukça farklı olmasına karşın risklerinin benzer çıkmasının muhtemel sebebi hesaplama esnasında İzmit bölgesi için günlük kirletici alma dozunu esas alan bir formül kullanılmasıdır. Maryland'de elde edilen kanser riski çalışmasında yazarlar çalışmada iç ortam ve kişisel örnelemeye bağlı kanser risklerini araştırmış ve iç ortam bazlı kanser risklerinin kişisel örnekleme ile elde edilen risklere oldukça benzer olduğunu belirtmişlerdir. Eskişehir, Portland ve New Jersey'de hesaplanan riskler benzer seviyededir. New Jersey'de iç ortam ölçümleri ile kanser riskleri hesaplamış, Portland'da ise trafik kaynaklı kirliliğin olduğu noktalardan dış ortam ölçümleri aracılığı ile kanser riskleri hesaplanmıştır.



Şekil 8.25. Farklı çalışmalara ait kanser riski seviyeleri

İç ortam ve dış ortam kirletici seviyeleri oranlarına bakıldığında çoğu örnek için $I/O > 1$ olarak bulunmuştur. Literatürde benzer sonuçlar Schneider ve ark 2001; Ohura ve ar. 2006 tarafından da elde edilmiştir. Bu durum bileşikler için iç ortam kaynaklarının baskın olduğunu göstermektedir. İç ortam, dış ortam ve okullarda ölçülen kirletici derişimleri vasıtasıyla kirletici maruziyetleri lineer bir model kullanılarak hesaplanmış, sonuç olarak oldukça iyi korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Modellenen veriler ve hesaplanan maruziyet derişimleri arasındaki ilişki tüm bileşikler için 0,01 seviyesinde anlamlı bulunmuştur.

9. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Gerçekleştirilen bu tez çalışması ile İskenderun, Payas ve Eskişehir'de kişisel örnekleme yöntemiyle öğrencilerin BTEX grubu bileşiklerine maruziyeti ve anket değerlendirmeleri ile maruziyeti etkileyen faktörler araştırılmıştır.

İskenderun ve Payas'ta analiz edilen 102 örnek için BTEX bileşiklerine ait ortalamalar sırasıyla, 6,02; 29,88; 1,83; 1,75 ve 1,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bulunmuştur. Okullar arası farkları belirlemek amacıyla ikili testler uygulanmış benzen konsantrasyonunun P2 okulunda diğer 3okulun 4 katı olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$).

Eskişehir örnekleme için ortalama BTEX derişimleri sırasıyla, 1,68; 26,23; 0,7; 1,12; 0,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_2 derişimi 42,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ozon derişimi ise 38,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Çalışmada dış ortam derişimlerinin-benzen hariç- tüm bileşikler için iç ortam ve kişisel örneklemelemlerden farklı olduğu görülmüştür ($p<0,001$). İki okul arasındaki farklar incelendiğinde, kişisel örneklemelemler, iç ortam ve dış ortam örneklemelemlerinden elde edilen derişimler istatistiksel açıdan anlamlı olacak şekilde farklılık göstermektedir ($p<0,001$).

İç ortam ve dış ortam kirletici seviyeleri oranlarına bakıldığında örneklerin pek çoğunda iç/dış derişim oranı (I/O) >1 dir. Bu durum bileşikler için iç ortam kaynaklarının baskın olduğuna işaret etmektedir. İç ortam, dış ortam ve okullarda ölçülen kirletici derişimleri vasıtasıyla kirletici maruziyetleri lineer bir model kullanılarak hesaplanmış, sonuç olarak model ve ölçülen maruziyet derişimlerinin birbiriyle iyi bir şekilde korelasyon gösterdiği bulunmuştur ($p<0,01$, tüm bileşikler için).

İskenderun, Payas ve Eskişehir için hesaplanan kanser risklerinde , İskenderun ve Eskişehir için hiçbir öğrenci için kanser riski değerinin limit değeri olan 1×10^{-4} değerini aşmadığını, ancak Payas'ta bulunan P2 okulunda çoğu öğrenci için bu değeri aştığı belirlenmiştir.

Hatay ve Eskişehir için belirlenen maruziyetler anket verileri ile beraber değerlendirdiğinde her iki bölge için de sigara dumanına maruz kalma durumunda benzen derişimlerinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir.

Eskişehir’de trafik kaynaklı emisyonların (En yakın trafik ışıklarına uzaklık, evin etrafında park etmiş çok sayıda araç bulunması ve öğrencinin okula giderken işlek bir yol kullanması gibi) BTEX, NO₂ ve ozon derişimlerini etkilediği belirlenmiştir. Benzen ve ksilen maruziyetlerinde yaşam alışkanlıklarına bağlı (mum veya uhu kullanımı, eve yeni halı veya mobilya alınması) farklılıklar belirlenmiştir. Binanın yaşı ve evin büyüklüğünün etilbenzen, ksilenler, NO₂ ve Ozon derişimlerini etkilediği belirlenmiş, evin büyüklüğü ile kirletici derişimleri arasında ters bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Hatay bölgesinde Eskişehir’de belirlenen ilişkiler elde edilememiştir bu durumun olası sebebi Hatay bölgesindeki çalışmanın yaz mevsiminde yapılmış olması, dolayısıyla mevsim nedeniyle iç ve dış ortam hava transferinin daha fazla oluşu olabilir. Bir diğer unsur ise özellikle ev çevresi ve özellikleri (trafik işaretlerine ve anayola uzaklık, yolun işlek olup olmadığı gibi) ile ilgili sorulara verilen cevapların Eskişehir’dekine oranla daha fazla belirsizlik taşıyor olabileceğidir. Anketler bölgeyi çok iyi tanımayan araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle bu tür anket içeren çalışmalarda anketi uygulayan kişilerin bölgeyi iyi tanmasının önemli olduğu düşünölmektedir.

Kirleticilerin kaynaklarının araştırılmasında kullanılan I/O oranlarının etkin bir biçimde belirlenebilmesi için mümkün ise iç ortam ölçümlerinin yapıldığı tüm evlerde dış ortam ölçümleri de gerçekleştirilmelidir. Kısa süre için bile olsa bir araçta yolculuk etmenin kirletici seviyelerini arttırdığı düşünölrse mikro ortam bazlı modelleme yapılacak ise araç içi ölçümler de yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Adgate, J.L., Eberly, E.L., Stroebel, C., Pellizzari, D.E., Sexton, K. (2004), "Personal, Indoor, and Outdoor VOC Exposures in a Probability Sample of Children," *Journal of Exposure and Environmental Epidemiology*, **14**, 4-13
- Adgate, J.L., Church, R.T., Ryan, A.D., Ramachandran, G., Fredrickson, A.L., Stock, H.T., Morandi, M.T., Sexton, K. (2004a), "Outdoor, Indoor, and Personal Exposures to VOCs in Children," *Environmental Health Perspectives*, **112**,1386-1392
- Ahumada, T.H., Whitehead, L. (2007) "Personal exposures to volatile organic compounds among outdoor and indoor workers in two Mexican cities," *Science of the Total Environment*, **376**, 60-71.
- Anderson, E.L., Albert, R.E. (1999), *Risk Assessment and Indoor Air Quality*, Lewis Publishers, New York
- Aslan, G., Özeren, F., Kavcar, P., Sofuoğlu, A., İnal, F., Odabaşı, M., Sofuoğlu, S.C. (2008), "İzmir Metropol Alanında İki İlköğretim Okulunda Kış ve Bahar Dönemlerinde Uçucu Organik Bileşik ve Formaldehit Derişimleri", Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 81-94, Hatay
- Alexopoulos, E.C., Chatzis, C., Linos, A. (2006), "An Analysis of Factors That Influence Personal Exposure to Toluene and Xylene in Residents of Athens, Greece", *BMC Public Health*, **6**:50i doi:10.1186/1471-2458-6-50
- Bartkow, M.E., Booij, K., Kennedy, K.E., Müller, J.F., Hawker, D.W. (2005), "Passive Air Sampling Theory for Semivolatile Organic Compounds", *Chemosphere*, **60**, 170-176
- Beck, J.P., Heutelbeck, A., Dunkelberg, H. (2007), "Volatile Organic Compounds in Dwelling Houses And Stables of Dairy and Cattle Farms in Northern Germany," *Science of the Total Environment*, **372**, 440-454
- Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği 2003/17/AT ile değişik 98/70/AT
- Bernstein, A.J., Alexis, N., Bacchus, H., Bernstein, L.I., Fritz, P., Homer, E., Li, N., Mason, S., Nel, A., Oulette, J., Reijula, K., Reponen, T., Seltzer, J.,

- Smith, A., Tarlo, S.M. (2008) "The health effects of nonindustrial indoor air pollution" *Rostrums*, **121**, 585-91
- Bluyssen, M., P. (2009), "Towards an Integrated Approach of Improving Indoor Air Quality", *Building and Environment*, 10.1016/j.buildenv.2009.01.012
- Bower, J., Hanninen, O., Kotlik, B., Mücke, H. G., Özkaynak, H., Tarkowski, S., Kryzyzanowski, M. (1999), *Monitoring Ambient Air Quality for Health Impact Assessment*, WHO Regional Publications, European series, No.85, Copenhagen, Denmark.
- Boubel, R.W., Fox, D.L., Turner, D.B., Sterin, A.C. (1994), *Fundamentals of Air Pollution*, Third Edition, Academic Press, California, USA
- Burstyna, I., Youa, X., Cherryb, N., Senthilselvana, A. (2007), "Determinants of airborne benzene concentrations in rural areas of western Canada," *Atmospheric Environment*, **41**, 7778-7787
- Chan, W., Lee, S-C., Chen, Y., Mak, B., Wong, K., Chan, C-S., Zheng, C., Guo, X. (2009), "Indoor Air Quality in New Hotels' Guest Rooms of the Major World Factory Region," *International Journal of Hospitality Management*, **28**, 26-32
- Chang, C.T., Chen, B.Y. (2008), "Toxicity Assessment of Volatile Organic Compounds and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Motorcycle Exhaust"
- Civan, M., Elbir, T., Seyfioğlu, R., Sofuoğlu, S., Bayram, A., Müezzinoğlu, A., Odabaşı, M., Kuntasal, Ö., Bozlaker, A., Pekey, H., Ant iç, Ö., Yorulmaz, S.Y., Tuncel, G. (2008), "Aliğa Bölgesindeki İnorganik ve Uçucu Organik Bileşiklerin Pasif Örnekleme Metoduyla Belirlenmesi" Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu bildiriler kitabı, 22-25 Ekim 2008, Hatay.
- Colls, J. (2002), *Air Pollution*, Taylor and Francis, Second Edition.
- Comitee on the assessment of asthma and indoor air. (2000), *Clearing the Air, Asthma and Indoor Air Exposures*, National Academy Press, Washington, D. C., A.B.D.

- Dewulf, J., Langenhove, V.H. (2002), "Analysis of Volatile Organic Compounds Using Gas Chromatography" *Trends in Analytical Chemistry*, **21**, 9-10
- Derwent, R.G., Davies T.J., Delaney, M., Dollard, G.J., Field, R.A., Dumitrescu, P., Nason, P.D., Jones, B.M.R., Pepler S.A. (2000), "Analysis and interpretation of the continuous hourly monitoring data for 26 C2-C8 hydrocarbons at 12 United Kingdom sites during 1996," *Atmospheric Environment*, **34**, 297-312.
- Diñçer, F., Müezzinoğlu, A., Odabaşı, M. (2008), "Petrol ve Petrokimya Endüstrisi Çevresinde Dış Ortamdaki Koku ve Uçucu Organik Madde Seviyelerinin İncelenmesi", Hava kirliliği ve kontrolü ulusal sempozyumu bildiriler kitabı, 22-25 Ekim 2008, Hatay
- Dodson, R.E., Levy, J.I., Spengler, J.D., Shine, J.P., Bennett, D.H. (2008), "Influence of basements, garages, and common hallways on indoor residential volatile organic compound concentrations," *Atmospheric Environment*, **42**, 1569-1581
- Dorman, F.L., Schettler, P.D., Vogt, A.L., Cochran, W.J. (2007), "Using Computer Modelling To Predict And Optimize Separations for Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography" *Journal of Chromatography*, **1186**, 196-2001.
- D'Souza, J.C., Jia, C., Mukherjee, B., Batterman, S. (2009), "Ethnicity, housing and personal factors as determinants of VOC exposures," *Atmospheric Environment*, **43**, 2884-2892
- Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe.
- Durmuşoğlu, E., Taşpınar, F., Karademir, A. (2009), "Health Risk Assessment of BTEX Emissions in the landfill environment", *Journal of Hazardous Materials*, doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.11.117
- Edwards, R.D., Schweizer, C., Llacqua, V., Lai, K.H., Jantunen, M., Oglesby, B., Künzli, N. (2006), "Time Activity Relationships to VOC Personal Exposure Factors," *Atmospheric Environment*, **40**, 5685-5700

- Edwards, R.D., Schweizer, C., Jantunen, M., Lai, K.H., Oglesby, B., Katsouyanni, K., Nieuwenhuijsen, M., Saarela, K., Sram, R., Künzli, N. (2005), "Personal Exposures To VOC in the Upper End of the Distribution—Relationships to Indoor, Outdoor and Workplace Concentrations," *Atmospheric Environment*, **39**, 2299-2307
- EHRA, Department of Health and Ageing and enHealth Council. (2002), "Environmental Health Risk Assessment", *Guidelines for Assessing Human Health Risks from Environmental Hazards*, Australia.
- Eskişehir Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, (2009), *2008 yılı Eskişehir İl Çevre Durum Raporu*, Eskişehir.
- Environment Australia Department of the Environment and Heritage , (2003), *BTEX Personal Exposure Monitoring in Four Australian Cities*, Australia.
- Elbir, T., Çetin, B., Çetin, E., Bayram, A., Odabaşı, M. (2007), "Characterization of Volatile Organic Compounds (VOCs) and Their Sources in the Air of Izmir, Turkey," *Environ Monit Assess*, **133**, 149-160
- Elbir, T., Bayram, A., Dumanoğlu, Y., Odabaşı, M., Seyfioğlu, R., Demircioğlu, H., Altıok, H., Yatkın, S. (2008), " Petrol Rafinerisi Depolama Tanklarından Kaynaklanan Uçucu Organik Bileşik Emisyonları" Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu bildiriler kitabı, 22-25 Ekim 2008, Hatay.
- Esteve-Turrillas, F., Pastor, A., Guardia, M. (2007), "Assessing Air Quality Inside Vehicles and at Filling Stations by Monitoring Benzene, Toluene, Ethylbenzene And Xylenes with the Use of Semipermeable Devices," *Analytica Chimica Acta*, **593**, 108-116
- Frantzen, K.A. (2002), *Analysis for Environmental Managers*, Lewis Publishers, USA
- Gallego, E., Roca, F.X., Guardino, X., Rosell, M.G. (2008), "Indoor and outdoor BTX levels in Barcelona City metropolitan area and Catalan rural areas," *Journal of Environmental Sciences*, **20**, 1063-1069
- Grandjean, P. (1990), *Skin Penetration: Hazardous Chemicals at Work*, Taylor and Francis Inc, London, England.

- Godish, T. (2001), *Indoor Environmental Quality*, Lewis Publishers, New York, USA
- Guo, H., Lee, S.C., Chan, L.Y., Li, W.M. (2004) "Risk Assessment of Exposure to Volatile Organic Compounds in Different Indoor Environments, " *Environmental Research*, **94**, 57-66
- Guo, H., Lee, S.C., Li, W.M., Cao, J.J. (2003), "Source Characterization of BTEX in Indoor Microenvironments in Hong Kong," *Atmospheric Environment*, **37**, 73-82
- Guo, H., Murray, F. (2000), "Characterization of total volatile organic compound emissions from paints" *Clean Products and Processes*, **2**, 28-36
- Guo, H., Murray, F. (2001), " Determination of Total Volatile Organic Carbon Emissions from Furniture Polishes", *Clean Products and Processes*, **3**, 42-48
- Guo, H., Murray, F., Lee, S.C., Wilkinson, S. (2004a), "Evaluation of emissions of total volatile organic compounds from carpets in an environmental chamber" *Building and Environment*, **39**, 179-187
- Gündüz, T.(2007), *İnstrümental Analiz*, Gazi Kitabevi, Ankara
- Hejazi, R.F., Husain, T., Khan, F.I. (2003), "Landfarming Operation of Oily Sludge in Arid Region- Human Health Risk Assessment", *Journal of Hazardous Materials*, **B99**:287-302
- Hester, R.E., Harrison,R.M. (1998), *Air Pollution and Health*, Royal Society of Chemistry, Cambridge, U.K.
- Hatay Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, (2009), *2008 yılı Hatay İl Çevre Durum Raporu*, Hatay.
- Hester, R.E., Harrison,R.M. (1995), *Volatile Organic Compound in the Atmosphere*, Royal Society of Chemistry, Cambridge, U.K.
- Hewitt, N.C. (1999), *Reactive Hydrocarbons in the Atmosphere*, Academic Press, London.
- Horton, A., Murray, F., Bulsara, M., Hinwood, A., Farrar, D. (2006), "Personal Monitoring of Benzene in Perth, Western Australia: The Contribution of Sources to Non Industrial Personal Exposure, " *Atmospheric Environment*, **40**, 2596-2606
- Holgate, S. (1999), *Air Pollution and Health*, Academic Press, London

- Hoddinot, K.B., Lee, A.P. (2000), "The Use of Environmental Risk Assessment Methodologies for an Indoor Air Quality Investigation", *Chemosphere*, **41**, 77-84
- Hinwood, A., Farrar, D., Berko, H., Runnion, T., Galbally, I., Weeks, I., Gillet, R., Powell, J., Glass, D., Denison, L., Sheppard, V., Eiser, C., Whitworth, T., Edwards, J., Horton, A., murray, F., Bulsara, M., Dworjanyn, P. (2003), *Technical Report No.6: BTEX Personal Exposure Monitoring in Four Australian Cities*, Australia.
- Jo, K.W., Moon, C.K. (1999), "Housewives' Exposure to Volatile Organic Compounds Relative to Proximity to Roadside Service Stations," *Atmospheric Environment*; **33**, 2921-2928.
- Jo, W.K., Song, K.B. (2001), "Exposure to volatile organic compounds for individuals with occupations associated with potential exposure to motor vehicle exhaust and/or gasoline vapor emissions," *The Science of the Total Environment*, **269**, 25-37
- Jones, A.P. (1999), "Indoor Air Quality and Health," *Atmospheric Environment*, **33**, 4535-4564
- Jia, C., Batterman, S., Godwin, C. (2008), "VOCs in Industrial and Suburban Neighborhoods, Part 1: Indoor and Outdoor Concentrations, Variation, and Risk Drivers," **42**, 2083-2100
- Jia, C., D'Souza, J., Batterman, S. (2008a), "Distribution of Personal VOC Exposures: A Population-Based Analysis," *Environmental International*, **34**, 922-931
- Khalequzzaman, M., Kamijima, M., Sakai, K., Chowdhury, N. A., Hamajima, N. Nakajima, T. (2007), "Indoor air pollution and its impact on children under five years old in Bangladesh", *Indoor Air*, **17**, 297-304
- Klepeis, NE. (1999), "An Introduction to the Indirect Exposure Assessment Approach: Modelling Human Exposure Using Microenvironmental Measurements and the Recent National Human Activity Pattern Survey", *Environmental Health Perspectives*, **107**, 365-374.
- Khoder, M.I. (2007), "Ambient Levels of Volatile Organic Compounds in the Atmosphere Of Greater Cairo", *Atmospheric Environment*, **41**, 554-566

- Kot-Wasik, A., Zabiegala, B., Urbanowicz, M., Dominiak, E., Wasik, A., Namiesnik, J. (2007), "Advances in Passive Sampling in Environmental Studies," *Analytical Chimica Acta*, **602**, 141-163
- Kuntasal, Ö.O., Karman, D., Wang, D., Tuncel, S.G., Tuncel, G. (2005), "Determination of Volatile Organic Compounds in Different Microenvironments by Multibed Adsorption and Short-Path Thermal Desorption Followed By Gas Chromatographic–Mass Spectrometric Analysis," *Journal of Chromotography A*, **1099**, 43-54
- Lee, C., Dai, Y., Chien, C.H., Hsu, D.J. (2006), "Characteristics and Health Impacts of Volatile Organic Compounds in Photocopy Centers," *Environmental Research*, **100**, 139-149
- Lü, H., Wen, S., Feng, Y., Wang, X., Bi, X., Sheng, G., Fu, J. (2006), Indoor and Outdoor Carbonyl Compounds and BTEX in the Hospitals of Guangzhou, China," *The Science of the Total Environment*, **368**, 574-584
- Manahan, S.E. (2003), *Toxicological Chemistry and Biochemistry*, Third Edition, Lewis Publishers, USA.
- Majumdar, D., Dutta, C., Mukherjee, A.K., Sen, S. (2008), "Source Appointment of VOCs at the Petrol Pumps in Kolkota, India Exposure of Workers and Assessment of Associated Health Risk", *Transportation Research*, **13**, 524-530.
- Martins, E.M., Arbilla, G., Bauerfeldt, G.F., Paula, M. (2007), "Atmospheric Levels of Aldehydes and BTEX and their Relationship with Vehicular Fleet Changes in Rio de Janeiro," *Chemosphere*, **67**, 2096-2103
- Mc Lachlan, J. (1980), *Estrogens in the Environment*, Elsevier North Holland, Inc., New York.
- Mc Dermott, H. J. (2004), *Air Monitoring for Toxic Exposures*, John Wiley and Sons, Inc., Publication, California, U.S.A.
- Menteşe, S., Arısoy, M., Yousefi Rad, A., Güllü, G. (2008), "İlkokul ve Kreşlerde İç Ortam Hava Kalitesi", Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu bildiriler kitabı, 22-25 Ekim 2008, Hatay.
- NRC (National Research Council), Committee on Advances in Assessing Human Exposure to Airborne Pollutants (1991), *Human Exposure*

- Assessment for Airborne Pollutants: Advances and Opportunities*, Washington,DC:National Academy Press.
- NRC (National Research Council), (1983), *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*, National Academy Press, Washington, DC
- Na, K., Moon, K.C., Kim, Y.P. (2005), “ Source Contribution to Aromatic VOC Concentration and Ozone Formation Potential in the Atmosphere of Seoul”, *Atmospheric Environment*, **39**, 5517-5524
- Ohura, T., Amagai, T., Fusaya, M. (2006), “Regional Assessment of Volatile Organic Compounds in an Industrial Harbor Area, Shizuoka, Japan, “*Atmospheric Environment*, **40**, 238-248
- Ohura, T., Amagai, T., Senga, Y., Fusaya, M. (2006a) “Organic Air Pollutants inside and Outside Residences in Shimizu, Japan: Levels, Sources And Risks, ” *Science of the Total Environment*, **366**, 485-499.
- Özden, Ö. (2005), Hava Kalitesinin Monitorlanmasında Pasif Örnekleyicilerin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pekey, H., Arslanbaş, D. (2008) “The Relationship Between Indoor, Outdoor and Personal VOC Concentrations in Homes, Offices and Schools in The Metropolitan Region of Kocaeli, Turkey, ” *Water Air Soil Pollution.*, **191**, 113-129.
- Parra, M.A., Elustondo, D., Bermejo, R., Santamaría J.M. (2009), “Ambient air levels of volatile organic compounds (VOC) and nitrogen dioxide (NO₂) in a medium size city in Northern Spain,” *Science of the Total Environment*, **407**, 999-1009
- Payne-Sturges, D.C., Burke, T.A., Breyse, P., Diener-West, M., Buckley, T.J. (2004), “Personal Exposure Meets Risk Assessment: A Comparison of Measured and Modeled Exposures and Risks in an Urban Community,” *Environmental Health Perspectives*, **112**, 589-598
- Pekey, H., Arslanbaş, D. (2008), “The Relationship Between Indoor, Outdoor and Personal VOC Concentrations in Homes, Offices and Schools in the

- Metropolitan Region of Kocaeli, Turkey,” *Water and Soil Pollution*, **191**, 113-129
- Pluschke, P. (2004), *Indoor Air Pollution*, Springer, Western Europe.
- Pouli A.E., Hatzinikolaou D.G., Piperi C. (2003), “The cytotoxic effect of volatile organic compounds of the gas phase of cigarette smoke on lung epithelial cells” *Original Contribution*, doi:10.1016/S0891-5849(02)01289-3 *Free Radic Biol Med* 2003;34:345-55.
- Pilidis, A.G., Karakitsios, S.P., Kassomenos, P.A., Kazos, E.A., Stalikas, C.D. (2009), “Measurements of benzene and formaldehyde in a medium sized urban environment. Indoor/outdoor health risk implications on special population groups” *Environmental Monitoring Assessment*, **150**, 285–294
- Raaschou-Nielsen, O., Lohse, C., Thomsen, B.L., Skov, H., Olsen, J.H. (1997), “Ambient Air Levels and the Exposure of Children to Benzene, Toluene, and Xylenes in Denmark,” *Environmental Research*, **75**, 149-159
- Schneider, P., Gebefügi, I., Richter, K., Wölke, G., Schnelle, J., Wichmann, H.E., Heinrich, J., INGA Study Group. (2001), “Indoor and Outdoor BTX Levels in German Cities,” *The Science of the Total Environment*, **267**, 41-51
- Schauer, J.J., Kleeman, M.J., Cass, G.R., Simoneit, B.R.T. (1999), “Measurement of Emissions from Air Pollution Sources. 2. C₁ Through C₃₀ Organic Compounds from Medium Duty Diesel Trucs”, *Environmental Science and Technology*, **33**, 1578-1587
- Sexton, K., Adgate, J.L., Church, T.R., Hecht, S.S., Ramachandran, G., Greaves, I.A., Fredirickson, A.L., Ryan, A.D., Carmella, S.G., Geisser, M.S. (2004), “Children’s Exposure to Environmental Tobacco Smoke: Using Diverse Exposure Metrics to Document Ethnic/Racial Differences,” *Environmental Health Perspectives*, **112** (3), 392-397
- Sexton, K., Mongin, S.J., Adgate, J.L., Pratt, G.C., Ramachandran, G., Stock, T.H., Morandi, M.T. (2007), “Estimating Volatile Organic Compound Concentrations in Selected Microenvironments Using Time-Activity and Personal Exposure Data,” *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, **70**, 465-476

- Sristava, A., Som, D. (2007), "Hazardous Air Pollutants in Industrial Area of Mumbai-India," *Chemosphere*, **69**, 458-468.
- Son, B., Breysse, P., Yang, W. (2003), "Volatile Organic Compounds Concentrations in Residential Indoor and Outdoor and its Personal Exposure in Korea," *Environment International*, **29**, 79-85.
- Scheff, P.A., Wadden, R.A. (1993), "Receptor modeling of volatile organic compounds. 1. Emission inventory and validation," *Environmental Science and Technology*, **27**, 617-625.
- Schlink, U., Rehwagen, M., Richter, M., Borte, M., Herbarth, O. (2004), "Seasonal Cycle of Indoor VOCs: Comparison of Apartments and Cities," *Atmospheric Environment*, **38**, 1181-1190.
- Shojania, S., Oleschuk, R.D., McComb, M.E., Gesser, H.D., Chow, A. (1999), "The Active and Passive Sampling of Benzene, Toluene, Ethyl Benzene and Xylenes Compounds Using the Inside Needle Capillary Adsorption Trap Device" , *Talanta*, **50** , 193-205.
- Spengler, J., D., Samet, J., M., McCarthy, J., F. (2000), *Indoor Air Quality Handbook*, McGraw-Hill, New York, A.B.D
- Sristava, A., Joseph, A.E., Devotta, S. (2006) "Volatile organic compounds in ambient air of Mumbai—India," *Atmospheric Environment*, **40**, 892-903
- Sweet, C.W., Vertmette, S.J. (1992), "Toxic volatile organic compounds in urban air in Illinois," *Environmental Science and Technology*, **26** , 165-173.
- Symanski, E., Stock, T.H., Tee, P.G., Chan, W. (2009), "Demographic, Residential, and Behavioral Determinants of Elevated Exposures to Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylenes Among the U.S. Population: Results from 1999-2000 NHANES", *Journal of Toxicology and Environmental Health*, **72**, 903-912.
- Sofuoğlu, S.C., Baytak, D., Bayram, A., Müezzinoğlu, A., Odabaşı, M., Seyfioğlu, R., Elbir, T., Tuncel, G. (2008), "İzmir-Aliaga'da Hava Kirleticilerine Maruziyet ve Bundan Kaynaklanan Sağlık Riskleri", Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 22-25 Ekim Hatay.

- Tam, B.N., Neuman, C.M. (2004), "A Human Health Assessment of Hazardous Air Pollutants in Portland, OR", *Journal of Environmental Management*, **73**, 131-145
- Thammakhet, C., Vilailuk, M., Thavarunkul, P., Kanathharana, P. (2006), "Cost Effective Passive Sampling Device for Volatile Organic Compounds Monitoring," *Atmospheric Environment*, **40**, 4589-4596.
- Truc, V. T. Q., Oanh, N.T.K. (2007), "Roadside BTEX and Other Gaseous Air Pollutants in Relation to Emission Sources," *Atmospheric Environment*, **41**, 7685-7697
- Toma, T., Erarslan, C., Alanlı, H.B., Önal, T. (2007), *Hatay İl Çevre Durum Raporu*, Hatay
- Uang, S.N., Shih, T.S., Chang, C.H., Chang, S.M., Tsai, C.J., Deshpande, C.G. (2006) "Exposure Assessment of Organic Solvents for Aircraft Paint Stripping and Spraying Workers", *Science of the Total Environment*, **356**, 38-44.
- U.S. Department Of Health And Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2000), *Toxicological Profile for Toluene*, Atlanta, Georgia.
- U.S. Department Of Health And Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry(ATSDR) (2007), *Toxicological Profile for Xylene*, Atlanta, Georgia.
- U.S. Department Of Health And Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry(ATSDR) (2007a), *Toxicological Profile for ethylbenzene*, Atlanta, Georgia.
- U.S. Department Of Health And Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry(ATSDR) (1999), *Toxicological Profile for ethylbenzene*, Atlanta, Georgia.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (1987), *The Risk Assessment Guidelines of 1986*, Washington DC.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (1992), *Guidelines for Exposure Assessment*, Fed. Reg. **57**(104): 22888-22938, Washington, DC.

- US Environmental Protection Agency (USEPA) (1990), *Clean Air Act, Title II Emission Standards for Moving Sources*.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (1991), *Indoor Air Facts No.4, Sick Building Syndrome*.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (2000), *Etjylbenzene Hazard Summary*, Created 1992, Revised 2000.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (2003), Entegre Risk Bilgi Sistami online Veri tabanı, (<http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm>), son revizyon 2003
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (2005), *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*, Washington, DC.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (2005), Entegre Risk Bilgi Sistami online Veri tabanı, (<http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm>), Son revizyon 2005.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (2008), *Child Specific Exposure Factors Handbook*, EPA/600/R-06/096F, Washington, DC.
- Yorulmaz, S., Civan, M., Tuncel, G. (2008), “Üniversite Kampüsünde Organik Bileşiklerin PMF Modeliyle Belirlenmesi”, Hava kirliliği ve kontrolü ulusal sempozyumu bildiriler kitabı, 22-25 Ekim 2008, Hatay
- Wei-Wang, S.W., Majeed, M.A., Chu, P.L., Lin, H.C. (2009), “Characterizing relationships between personal exposures to VOCs and socioeconomic, demographic, behavioral variables,” *Atmospheric Environment*, **43**, 2296, 2302
- Weschler, C.J. (2006), “Ozone’s Impact on Public Health: Contributions from Indoor Exposures to Ozone and Products of Ozone- Initiated Chemistry”, *Environmental Health Perspectives*, **114**, 1489, 1496
- World Health Organization Regional Office for Europe, World Health Organization (2000), *Air Quality Guidelines for Europe*, WHO Regional Publications, European Series, No. 91, Copenhagen, Denmark.
- World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (2000), *Human Exposure Assessment*, Ceneva.

- World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (1996), Environmental Health Criteria 186, Ethylbenzene, WHO Library Cataloguing.
- Woodruff, T.J., Caldwell, J., Cogliano, V.J., Axelrad, D.A. (2000), "Estimating Cancer Risk from Outdoor Concentrations of Hazardous Air Pollutants in 1990", *Environmental Research Section A*, **82**, 194-206
- Zeydan, Z., Zeydan, Ö., Yıldırım, Y. (2009), "Hasta Bina Sendromu," 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, 587-595
- Zou, S.C., Lee, S.C., Chan, C.Y., Ho, K.F., Wang, X.M., Chan, L.Y., Zhang, Z.X. (2003), "Characterization of Ambient Volatile Organic Compounds at a Landfill Site in Guangzhou, South China," *Chemosphere*, **51**, 1015-1022
- 3M Technical Data Bulletin, Organic Vapor Monitör Sampling and Analysis Guide,
1028,<http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?66666UuZjcFSLXTtlX&6OXMtEVuQEcuZgVs6EVs6E666666-->
- <http://www.yourbuilding.org/download/attachments/7897210/Indoor%20Figure%203.jpg>
- http 5: <http://www.iskenderun.gov.tr/?sayfa=icerik&icerikid=20>
- http 6: <http://www.iskenderun.gov.tr/?sayfa=icerik&icerikid=21>
- http 7: www.tupras.com.tr/detailpage.tr.php?|DirectoryID=4

EK 1

Organik çözücülere (benzen, toluene, etilbenzen, ksilen- BTEX) maruziyet

Anketi

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun boyu (cm):

Çocuğun kilosu (kg)

Formu dolduran kişi:

Tarih : _____ - _____ - _____

Sigara içme alışkanlıkları

1. Evde sigara kullanan bir aile bireyi var mı?
 Evet
 Hayır (5. soruya geçiniz)
 2. Herhangi bir aile bireyi evin içerisinde sigara kullanıyor mu ?
 Evet
 Hayır
 3. Çocuğun yanında sigara içiyor musunuz?
 Evet
 Hayır
 4. Hangi odalarda sigara içiliyor?
 Mutfak
 Oturma odası
 Yatak odası
 Çocuk odası
 Diğer ,ismi
- (Eğer 1'den fazla odada içiliyorsa lütfen hepsini işaretleyiniz)
5. Son 2 günde evde sigara içen bir ziyaretçi oldu mu?
 Evet
 Hayır (7. soruya geçiniz)
 6. Ziyaretçiler misafirlik süresince evde kaç saat sigara içtiler?
Dün saat
2 gün önce saat

Çocuk hakkında bilgiler

7. Çocuğun kendine ait bir odası/yatak odası varmı?
 Evet
 Hayır

8. Çocuk günde yaklaşık olarak kaç saatini kapalı mekanda kaç saatini açık ortamda geçiriyor?

Hafta içi..... saat içeride saat dışarıda

Hafta sonu..... saat içeride saat dışarıda

9. Çocuğunuz son 24 saatte portakal, üzüm, mandalina veya limon gibi turunçgillerden tüketti mi?

- Evet
 Hayır (11.sorudan devam ediniz)

10. Yaklaşık olarak bu turunçgillerden ne kadar tüketti?

- 1
 2
 3
 4
 ≥5

11. Evde veya açık alanda son 2 günde çocuğun yanında mangal yapıldı mı?

- Evet
 Hayır

12. Çocuğunuzun ayakkabıları son 5 günde tamire verildi mi?

- Evet
 Hayır

Ulaşım

13. Ailenin kendine ait bir motorlu aracı varmı?

- Evet
 Hayır (15. soruya geçiniz)

14. Lütfen aşağıdaki tabloyu doldurunuz: ailenin ne kadar motorlu aracı olduğunu ve yakıt türünü işaretleyiniz.

Araç tipi	Miktar	Yakıt cinsi		
		Dizel	LPG	Benzin
Otomobil				
Minibüs				
Motosiklet				
Diğer, ismi				

15. Son 2 günde içerisinde çocuk varken araca yakıt dolduruldu mu?

- Evet

- Hayır
16. Son iki günde içerisinde çocuk varken motorlu taşıtta sigara içildi mi (ebeveyn ya da diğer)?
- Evet
- Hayır
17. Çocuğunuz okuyla gitmek için genelde aşağıdaki taşıtlardan hangisini kullanır?
- Otobüs
- Otomobil
- Yaya
- Bisiklet
- Diğer, ismi
18. Çocuğunuzun okula gitmesi ne kadar sürüyor? (bir gün içinde harcanan toplama süre) (okul tam gün sürüyorsa ve öğlen yemeği için çocuk eve gidip geliyorsa o sürelerin de dahil edilmesi gerekmektedir)
- dakika
19. Çocuğın okula giderken kullandığı yol işlek bir yol mu? Yolun tarif yoğunluğu fazla mı? (Yoğun bir yol, gün içinde 1 dakikada 5'den fazla motorlu aracın geçtiği yol olarak düşünölmelidir)
- Evet
- Hayır
20. Okul otobüsü de dahil son iki günde çocuğunuz herhangi bir motorlu taşıtta ne kadar vakit geçirdi.
- saat/ dakika
21. Evinizin 500m yakınında benzin istasyonu var mı? Lütfen benzin istasyonunun evinizden uzaklığını yazınız.
- Evet, ismi metre
- Hayır

Konut hakkında bilgiler

22. Evinizin alt kısmında(alt katında) veya içinde fosil yakıtların (yağ, benzin veya mazot)yada çözücüler ve boya kullanan maddelerin depolandığı herhangi bir işyeri var mı?
- Evet
- Hayır
23. Son 12 ayda evde herhangi bir yenileme yapıldı mı?
- Evet
- Hayır
24. Son 12 ayda evin iç duvarları boyandı mı?
- Evet
- Hayır (29.soruya geçiniz)
25. Evin iç duvarları yaklaşık ne kadar süre önce boyandı?

- 0 - 1 ay önce
 1 -3 ay önce
 3 -6 ay önce
 6 - 12 ay önce
26. Ne tip bir boya kullanıldı?
 Su bazlı / Plastik
 Kauçuk / latex
 Yağlı boya
 Saten
 Akrilik
 Dekoratif boya
 Silikon
 Diğer , ismi
- (Eğer birden fazla boya kullandıysanız lütfen hepsini işaretleyiniz)
27. Eski boyayı kaldırmak veya yeni boyanın uygulanmasından önce yüzeyin yağını temizlemek için kimyasallar kullanıldı mı?
 Evet
 Hayır
28. Lütfen eski boyayı kaldırmak veya yeni boyanın uygulanmasından önce yüzeyin (yağını) temizlemek için kullanılan yöntem/maddenin türünü belirtiniz:
 Gas yakıcı – boyayı yakmak için
 Boya çıkartıcı
 Beyaz mum (paraffin)
 Amonyak solusyonu
 Diğer, ismi
29. Duvarlara boyadan önce astar çekildi mi?
 Evet
 Hayır
30. Son 12 ayda evin dış cephesi boyandı mı?
 Evet
 Hayır (33. soruya geçiniz)
31. Evin dış cephesi ne kadar süre önce boyandı(ay olarak)?
 0 - 1 ay önce
 1 -3 ay önce
 3 -6 ay önce
 6- 12 ay önce
32. Ne tip bir boya kullanıldı?
 Su bazlı / Plastik
 Kauçuk / latex
 Yağlı boya
 Saten
 Akrilik
 Dekoratif boya
 Silikon

- Diğer , ismi
- (Eğer birden fazla boya kullandıysanız lütfen hepsini işaretleyiniz)
33. Son 6 ayda eve yeni mobilya veya halı aldınız mı?
- Evet
- Hayır (37. soruya geçiniz)
34. Yeni halınızı ne zaman aldınız?
- 0-1 ay önce
- 1-2 ay önce
- 2-4 ay önce
- 4-6 ay önce
35. Halı yapıştırıcı ile yere yapıştırıldı mı?
- Organik çözücüler içeren yapıştırıcı ile
- Başka bir tür yapıştırıcı ile
- Yapıştırıcı kullanılmadı
36. Ev geçen hafta ısıtıldı mı?
- Evet
- Hayır
37. Konutta genellikle ne tip bir havalandırma kullanırsınız?
- Sadece havayı soğutan bir klima
- Hem havayı soğutan hem de temizleyen bir klima
- Gün içerisinde camları açık bırakarak
- Havalandırma yok
38. Konutun garajı varmı?
- Evet
- Hayır
39. Aşağıdakilerden hangi(leri)ni garaj ya da konutta bulunduruyorsunuz?
- Otomobil Evet
- Hayır
- Minibüs Evet
- Hayır
- Scooter /motosiklet/mobilet Evet
- Hayır
- Benzinle çalışan aletler
(örn; elektrikli testere, çim biçme makinesi) Evet
- Hayır
- Benzin Evet
- Hayır
- Dizel Evet
- Hayır
- Gaz yağı Evet
- Hayır

Ürünler

40. Son 2 günde evin içinde veya etrafında aşağıdaki ürünlerden biri kullanıldı mı? Evet ise lütfen çocuğunuz kullandı ise belirtiniz.

Ürün	Evde kullanıldı		Çocuk tarafından veya yanında kullanıldı	
	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Parfüm				
Çocuk parfümü				
Uhu / yapıştırıcı				
Keçeli kalem				
Yağlı boya				
Ayakkabı boyası				
Tırnak cilası				
Mum				
Tiner				
Vernik /cila				
Tutkal				
Böcek ilacı				
Sinek savar				
Mürekkep veya yazıcı				
Diğer(belirtiniz)				

Ekstra bilgi :

.....

41. Geçen hafta herhangi bir kıyafet veya başka bir tekstil ürünü kuru temizlemeye verildi mi?
- Evet
- Hayır
42. Son 2 günde bahçede veya evin etrafında atık (ağaç dalaları, yaprak, ot veya diğer atık) yakıldı mı?
- Evet
- Hayır

Diğer-Genel sağlık durumu

43. Çocuğun birinci derece yakınlarında (anne, baba, kardeş) kanser vakaları var mı?

- Evet
- Hayır

44. Son 1 ayda geçirdiği hastalıklar?

.....

45. Çocuğun kronik bir hastalığı (solunum yolları hastalığı dışında) var mı ?

- Evet, hastalık ismi
- Hayır

46. Çocuğun son 1 aydır kullandığı ilaç var mı? Nedir?

- Evet, ilaç ismi
- Hayır

47. Çocuğun son 1 aydır kullandığı her hangi bir vitamin var mı? Nedir ?
 Evet, vitamin ismi
.....
 Hayır
48. Çocuğun son 1 aydır baş-boyun bölgesinde röntgen filmi (diş röntgeni dahil) çekti mi ?
 Evet
 Hayır

Anket bitti
Teşekkür ederiz

EK 2

Konut Kontrol Anketi

Tanımlama numarası:.....

Anketörün adı:.....

Anket tarihi:...../...../.....

1. Evin 500m yakınına kadar herhangi bir benzin istasyonu var mı?
 Evet yaklaşık metre uzakta var
 Hayır
2. En yakın ana yola uzaklık ne kadardır? Ana yol gün boyunca dakikada en az 5 aracın geçtiği yollardır.
.....metre
3. En yakın trafik ışıklarına uzaklık ne kadardır?
.....metre
4. Evin bulunduğu sokakta sokağa park etmiş çok sayıda araç var mı?
 Evet
 Hayır
5. Mutfakta aspiratör var mı?
 Evet
 Hayır
6. Sıcak su sağlayıcısı nereye yerleştirilmiş durumda?
.....
.....
7. Sıcak su sağlayıcı sistemin bacası var mı?

- Evet
- Hayır

8. Evin içerisinde sigara içme durumu nasıl(yaşayanlar ve ziyaretçiler)?
Ev sigara kullanan kişilere mi ait?

- Evet, içerde/dışarıda içen kişiler var
- Evet, küllükte sigara külü var
- Evet, sigara kokusu var
- Evet, başka belirtiler, yazınız.....
- Hayır ancak evde sigara içilmesine ilişkin belirtiler var
- Hayır, sigara külü yok
- Hayır, sigara kokusu yok
- Hayır, diğer belirtiler:.....

Notlar :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

EK 3

Okul Kontrol Anketi

Araştırmacının ismi:.....

Tarih :...../...../.....

Okulun adı ve adresi:

.....
.....
.....
.....
.....

Bilgi veren kişinin adı:

.....
.....

Telefon numarası:

.....
.....

1. Çocuklar her gün okulda kaç saat kalıyor?

- 5 saat
 6 saat
 Diğer, yazınız.....saat

2. En yakın ana yola uzaklık ne kadar? Ana yol gün boyunca dakikada en az 5 aracın geçtiği yollardır.

.....metre

3. En yakın trafik ışıklarına uzaklık ne kadardır?

..... metre

4. Sıcak su kaynağı nereye yerleştirilmiş?

5. Sıcak su sağlayıcısının buharı dışarı verecek bir bacası var mı?

- Evet
- Hayır

6. Dün veya bu gün derslerde uhu, boya gibi kimyasal maddeler kullanıldı mı?

- Evet
- Hayır

7. Ne tip maddeler kullanıldı?

- Boya veya boya fırçası
- Uhu
- Mürekkep
- Diğer, yazınız.....

8. İş eğitimi veya resim dersi kaç dakika sürdü?

.....dakika

9. Sınıflarda ne tip bir okul tahtası kullanılıyor?

- Beyaz tahta
- Kara tahta

10. Son 1 yılda okulda herhangi bir tadilat yapıldı mı?

- Evet
- Hayır

11. Son 1 yılda okulun iç duvarları boyandı mı?

- Evet
- Hayır (15. soruya geçiniz)

12. Yaklaşık ne kadar süre önce boyandı?

- 0 – 1 ay önce
- 1 – 3 ay önce
- 3 – 6 ay önce
- 6 – 12 ay önce

13. Okulun iç duvarlarını boyamak için ne tip bir boya kullanıldı ?

- Su bazlı/ plastik boya
- Lateks boya
- Saten boya
- Yağlı boya
- Silikon
- Akrilik
- Dekoratif
- Diğer , yazınız

.....
(Birden fazla türü işaretleyebilirsiniz)

14. Duvarlardan eski boyayı çıkarmak veya inceltmek için herhangi bir kimyasal madde kullanıldı mı ? Hangi metod veya kimyasallar kullanıldı lütfen yazınız.

- Boyayı çıkarmak için herhangi bir kimyasal kullanılmadı
- Gaz yakıcı- boyayı yakmak için
- Boya çıkarıcı
- Beyaz mum(parafin)
- Amonyak çözültisi
- Diğer , yazınız.....

15. Boyadan önce astar çekildi mi ?

- Evet
- Hayır

16. Son 1 ayda okulun dış cephesi boyandı mı ?

- Evet
- Hayır (19. soruya geçiniz)

17. Okulun dış cephesi yaklaşık ne kadar süre önce boyandı ?

- 0 – 1 ay önce
- 1 – 3 ay önce
- 3 – 6 ay önce
- 6 – 12 ay önce

18. Okulun dış cephesini boyamak için ne tip bir boya kullanıldı ?

- Su bazlı/ plastik boya
- Lateks boya
- Saten boya
- Yağlı boya
- Silikon
- Akrilik
- Dekoratif
- Diğer , yazınız

.....

(Birden fazla türü işaretleyebilirsiniz)

19. Son 1 yılda masalar ve/veya sıralar boyandı mı ?

- Evet
- Hayır

20. Masalar ve/veya sıralar ne kadar süre önce boyandı ?

- 0 – 1 ay önce
- 1 – 3 ay önce
- 3 – 6 ay önce
- 6 – 12 ay önce

21. Masalar ve/veya sıraları yada diğer mobilyaları boyamak için ne tip bir boya kullanıldı ?

- Vernik
- Yağlı boya
- Diğer , yazınız

.....

22. Son 1 yılda okula yeni mobilya alındı mı?

- Evet
- Hayır

23. Mobilyalar ne kadar süre önce alındı ?

- 0 – 1 ay önce
- 1 – 3 ay önce
- 3 – 6 ay önce
- 6 – 12 ay önce

24. Son 6 ayda okula yeni halı alındı mı ?

- Evet

Hayır

25. Yeni halılar ne kadar süre önce alındı ?

- 0 – 1 ay önce
- 1 – 3 ay önce
- 3 – 6 ay önce
- 6 – 12 ay önce

26. Halılar yere yapıştırıcı kullanılarak mı döşendi ?

- Organik çözücü içeren yapıştırıcı(tatlımsı koku)
- Diğer tipte çözücüler
- Yapıştırıcı yok

27.Okulda sigara içmek serbest mi ? Nerelerde serbest?

- Öğretmenler odasında
- Ofislerde
- Okul bahçesinde
- Diğer , yazınız.....

Notlar :

.....

.....

.....

.....

EK4

Çocuk Kontrol Anketi

Tanımlama numarası:.....

Örnekleyici numarası:.....

Anket tarihi:...../...../.....

Kişisel pasif örnekleyicilerin toplanması:

1. Örnekleyici numarası hala okunabilir durumda mı?
2. Forma örneklemenin bittiği saati not alınız.

Çocuğa sorulacak sorular:

3. Örnekleyici hiç düştü mü?
 Evet
 Hayır (6. soruya geçiniz)
4. Evet ise: hemen tekrar yerine takıldı mı?
 Evet
 Hayır , tekrar takıldığı zamandakika/saat sonra
5. Örnekleyici düştüğü için zarar gördü mü?
 Evet
 Hayır
6. Dün herhangi bir spor aktivitesi yaptı mı?
 Evet
 Hayır (8. soruya geçiniz)

7. Bu spor aktiviteleri sırasında örnekleyici çıkarıldı mı?

- Evet
- Hayır

8. Dün gece örnekleyici yatağın kenarına bırakıldı mı?

- Evet
- Hayır

9. Dün arkadaşlarla, komşularla veya akrabalarla kaldınız mı?

- Evet
- Hayır

11. Son 2 günde tiner veya uhu kokladın mı?

- Evet
- Hayır

EK 5

**MATRA PROJESİ İLKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN VOC
MARUZİYETİ ÇALIŞMASI**

GÜNLÜK ZAMAN AKTİVİTE ÇİZELGESİ

	EVDE	OKULDA	DIŞARIDA	EV DIŞINDA BAŞKA BİR KAPALI ALANDA	NOTLAR
SABAH	↑	↑	↑	↑	
6:00-7:00					
7:00-8:00					
8:00-9:00					
9:00-10:00					
11:00-12:00					
ÖĞLEN					
12:00-13:00					
13:00-14:00					
14:00-15:00					
16:00-17:00					
AKŞAM					
18:00-19:00					
19:00-20:00					
20:00-21:00					
22:00-23:00					
23:00-24:00					
GECE					
24:00-1:00					
1:00-2:00					
2:00-3:00					
3:00-4:00					
4:00-5:00					
5:00-6:00					

EK 6

Konut kontrol anketi (Eskişehir)

Çocuğun Adı Soyadı:.....

Anketörün adı:.....

Anket tarihi:...../...../.....

Binanın bulunduğu semt:.....

Binanın özellikleri:

3. Evin 500m yakınlarında herhangi bir benzin istasyonu var mı?
- Evet yaklaşık metre uzakta var
- Hayır
4. En yakın ana yola uzaklık ne kadardır? Ana yol gün boyunca dakikada en az 5 aracın geçtiği yollardır.
- 5-50
- 50-100
- 100-200
- 200-500
- 500-1000
- >1000
3. En yakın trafik ışıklarına uzaklık ne kadardır?
- 5-50
- 50-100
- 100-200
- 200-500
- 500-1000
- >1000
4. Semtin Genel Isınma Şekli
- Doğalgaz
- Kömür
- Kömür + Doğalgaz

5. Sabah ve akşam saatlerinde evin bulunduğu sokakta sokağa park etmiş çok sayıda araç oluyor mu?

- Evet
- Hayır

6. Bina eğer apartman ise kat sayısı nedir?

- 1-3
- 3-5
- 5-7
- 7-9
- >9

7. Binanın yaşı nedir ? (Kaç yıllık bir binadır?)

- 0-1
- 1-5
- 5-10
- 10-15
- >20
- Bilmiyorum

8. Binanın bulunduğu konum nedir?

- Cadde üzeri
- Sokak arası

9. Binanın ısıtma sistemi nedir?

- Doğalgaz (Merkezi sistem/kombi)
- Kömür(kalorifer/soba)

10. Binanın yapım malzemesi nedir?

- Beton
- Ahşap

Ev veya dairenin özellikleri:

11. Yaşanılan yer:
- Apartman dairesi
 - Müstakil ev
12. Apartman dairesi ise kaçınıcı katta yer almaktadır?.....
13. Kaç yıldır bu evde yaşıyorsunuz?
- 0-1
 - 1-5
 - 5-10
 - 10-15
 - >20
13. Ev/daire kaç m²'dir?
- 0-60
 - 60-100
 - >100
14. Evdeki oda sayısı kaçtır?
.....oda
15. Evin pencere yapım malzemesi nedir?
- PVC
 - Ahşap
 - Alüminyum doğrama
16. Evde rutubet varmı?
- Evet
 - Hayır
16. Evde yaşayan kişi sayısı kaçtır?.....kişi
17. Evde yaşayan çocuk sayısı kaçtır?.....çocuk
18. Sıcak suyu nereden sağlıyorsunuz?

- Merkezi sistemden
- Kombi
- Şohben
- Sobada ısıtarak
- Ocahta ısıtarak

Notlar :

.....

.....

.....

EK 7

Organik solventler (benzen, toluene, ksilen- BTX), NO₂ ve Ozona maruziyet

Çocuğun adı, soyadı:

Doğum tarih:/...../.....

Formu dolduran

kişi:.....

Tarih : _____ - _____ - _____

Cocuk ve aile hakkında genel bilgiler

1. Çocuğun kendine ait bir odası/yatak odası var mı?
 Evet
 Hayır
2. Çocuğun evde en çok zaman geçirdiği odalar hangileridir?
 Kendi odası (eğer varsa)
 Oturma odası/salon
 Mutfak
3. Çocuk kışın nerde uyuyor?
 Kendi odasında
 Salon
 Diğer
4. Çocuk yalnız mı uyuyor ?
 Evet
 Hayırkişi
5. Evde veya açık alanda son 2 günde çocuğun yanında mangal yapıldı mı?
 Evet
 Hayır
6. Evcil hayvanınız var mı?
 Evet
 Hayır
7. Eve giren aylık toplam para miktarı nedir?

- 0-500TL
- 500-1000TL
- 1000-1500TL
- 1500-2000TL
- >2000TL

8. Anne ve babanın eğitim durumu?

Anne

- İlköğretim
- Lise
- Üniversite
- Lisans üstü
- Yok

Baba

- İlk okul
- İlköğretim (ilk okul ve ortaokul)
- Lise
- Üniversite
- Lisans üstü
- Yok

Sigara içme alışkanlıkları

9. Ev günün hangi saatlerinde kalabalık olmaktadır?

- Sürekli
- Akşam
- Öğle
- Sabah ve akşam

10. Evde sigara kullanan bir aile bireyi var mı?

- Anneadet
- Baba adet
- Diğeradet
- Hayır

11. Evde sigara içen kişi sayısı nedir?..... kişi

12. Günlük ağırlıklı sigara içilme dilimleri nedir?

- Sürekli
- Akşam
- Öğle
- Sabah ve akşam

13. Hangi odalarda sigara içiliyor?

- Ev içerisinde hiç içilmiyor

- Mutfak
 - Oturma odası
 - Yatak odası
 - Çocuk odası
 - Diğer ,ismi
- (Eğer 1 'den fazla odada içiliyorsa lütfen hepsini işaretleyiniz)

14. Çocuğun yanında sigara içiyor musunuz?

- Evet
- Hayır

15. Çocuğun evde bulunduğu saatlerde yanında ortalama kaç adet sigara içilmektedir?

- 1-5
- 5-10
- 15-20
- >20

16. Son 2 günde evde sigara içen bir ziyaretçi oldu mu?

- Evet
- Hayır

17. Ziyaretçiler misafirlik süresince evde kaç adet sigara içtiler?

Dün

- 1-5
- 5-10
- 10-15
- 15-20
- >20

2 gün önce

- 1-5
- 5-10
- 10-15
- 15-20
- >20

Ulaşım

18. Ailenin kendine ait bir motorlu aracı varmı?

- Evet
- Hayır

19. Lütfen aşağıdaki tabloyu doldurunuz: ailenin ne kadar motorlu aracı olduğunu ve yakıt türünü işaretleyiniz.

Araç tipi	Miktar	Yakıt cinsi		
		Dizel	LPG	Benzin
Otomobil				
Minibüs				
Motosiklet				
Diğer, ismi				

20. Son 2 günde içerisinde çocuk varken araca yakıt dolduruldu mu?
- Evet
- Hayır
21. Son iki günde içerisinde çocuk varken motorlu taşıtta sigara içildi mi (ebeveyn ya da diğer)?
- Evet
- Hayır
- Çocuğunuzun okulu ve eviniz arasındaki uzaklık kaç metredir?
- 5-10
- 10-50
- 50-150
- 150-300
- 300-600
- 600-1000
- 1000-3000
- >3000
22. Çocuğunuzun okula gitmesi ne kadar sürüyor? (bir gün içinde harcanan toplam süre) (okul tam gün sürüyorsa ve öğlen yemeği için çocuk eve gidip geliyorsa o sürelerin de dahil edilmesi gerekmektedir)
- dakika/sefer
- Öğlen yemeği için eve geliyor.
- Öğlen yemeği için eve gelmiyor.
23. Çocuğun okula giderken kullandığı yol işlek bir yol mu? Yolun trafik yoğunluğu fazla mı? (Yoğun bir yol, gün içinde 1 dakikada 5'den fazla motorlu aracın geçtiği yol olarak düşünölmelidir)
- Evet
- Hayır
24. Son iki günde çocuğunuz herhangi bir motorlu taşıtta ne kadar vakit geçirdi.

..... saat/ dakika

Konut hakkında bilgiler

25. Evin yer döşemesi nedir?
- Laminant parke
 - Ahşap
 - PVC yer döşemesi (muşamba)
 - Beton
 - Halıfleks kaplı
26. Hangi odalarda mobilya yoğunluğu daha fazladır?
- Mutfak
 - Oturma odası
 - Yatak odası
 - Çocuk odası
 - Diğer
27. Yemek pişirme aktiviteleri günün en çok hangi saatlerinde gerçekleştiriliyor?
- Sabah
 - Öğle
 - Akşam
28. Mutfakta kullanılan havalandırma sistemi nedir?
- Aspiratör
 - Davlumbaz
 - Diğer
 - Yok
29. Yemek yapmak için kullanılan ocak türü nedir?
- Elektrikli ocak
 - Tüplü ocak
 - Soba
30. Isınma amaçlı ek bir ısıtma sistemi (elektrikli ısıtıcı v.b.) kullanılıyor mu?
- Elektrikli ısıtıcı
 - Katalitik

- Elektrikli kalorifer
 Diğer.....
 Hayır (35. soruya geçiniz)
31. Ek ısıtma sistemi en çok günün hangi zaman diliminde ve ne kadar süreyle kullanılıyor?
- Sabah saat
 Öğle.....saat
 Akşam.....saat
32. Isınma amaçlı soba kullanıldığı takdirde; günlük soba yanma süresi kaç saattir?
- 1-3
 3-6
 6-9
 9-12
 Tüm gün
33. Isınma amaçlı soba kullanıldığı takdirde; günlük soba kovanı değiştirme sıklığı nedir?
- 1-2
 2-3
34. Konutta genellikle ne tip bir havalandırma kullanırsınız?
- Sadece havayı soğutan bir klima
 Hem havayı soğutan hem de temizleyen bir klima
 Gün içerisinde camları açık bırakarak
 Havalandırma yok
35. Eğer kullanılıyorsa hava temizleyici sistem günün en çok hangi zaman diliminde ve ne kadar süreyle kullanılıyor?
- Sabah saat
 Öğle.....saat
 Akşam.....saat
36. Gün içerisinde odaların doğal olarak havalandırılma sıklığı

	0-15 dk	15-30dk	30-60 dk	>60 dk
Mutfak				
Oturma odası				
Yatak odası				
Çocuk odası				
Diğer				

37. Evdeki odaların kapıları genel olarak açık mı tutuluyor?

- Evet
 Hayır

38. Evde fotokopi makinesi veya lazer yazıcı var mı?

- Evet
 Hayır (41. soruya geçiniz)

39. Fotokopi makinesi veya lazer yazıcı günün en çok hangi zaman diliminde ve ne kadar süreyle kullanılıyor?

- Sabah saat
 Öğle.....saat
 Akşam.....saat

40. Evinizin alt kısmında(alt katında) veya içinde fosil yakıtların (yağ, benzin veya mazot)yada çözücüler ve boya kullanan maddelerin depolandığı herhangi bir işyeri var mı?

- Evet
 Hayır

41. Son 12 ayda evde herhangi bir yenileme yapıldı mı?

- Evet
 Hayır

42. Son 12 ayda evin iç duvarları boyandı mı?

- Evet
 Hayır

43. Evin iç duvarları yaklaşık ne kadar süre önce boyandı?
- 0 - 1 ay önce
- 1 -3 ay önce
- 3 -6 ay önce
- 6 - 12 ay önce
44. Ne tip bir boya kullanıldı?
- Su bazlı / Plastik
- Yağlı boya
- Saten
- Silikon
- Diğer , ismi
- (Eğer birden fazla boya kullandıysanız lütfen hepsini işaretleyiniz)
45. ütfen eski boyayı kaldırmak veya yeni boyanın uygulanmasından önce yüzeyin (yağını) temizlemek için kullanılan yöntem/maddenin türünü belirtiniz:
- Kazıma
- Diğer, ismi
46. Duvarlara boyadan önce astar çekildi mi?
- Evet
- Hayır
47. Son 6 ayda evin dış cephesi boyandı mı?
- Evet
- Hayır
48. Evin dış cephesi ne kadar süre önce boyandı (ay olarak)?
- 0 - 1 ay önce
- 1 -3 ay önce
- 3 -6 ay önce
49. Ne tip bir boya kullanıldı?
- Su bazlı / Plastik
- Yağlı boya
- Saten
- Silikon
- Diğer , ismi
- (Eğer birden fazla boya kullandıysanız lütfen hepsini işaretleyiniz)
50. Son 6 ayda eve yeni mobilya veya halı aldınız mı?
- | Mobilya | Halı |
|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Evet | <input type="checkbox"/> Evet |
| <input type="checkbox"/> Hayır | <input type="checkbox"/> Hayır |

51. Yeni halı veya mobilyanızı ne zaman aldınız?
- 0-1 ay önce
 - 1-2 ay önce
 - 2-4 ay önce
 - 4-6 ay önce
52. Halı yapıştırıcı ile yere yapıştırıldı mı?
- Organik çözücüler içeren yapıştırıcı ile
 - Başka bir tür yapıştırıcı ile
 - Yapıştırıcı kullanılmadı
53. Konutun garajı varmı?
- Evet
 - Hayır
54. Aşağıdakilerden hangi(leri)ni garaj ya da konutta bulunduruyorsunuz?
- Otomobil Evet
Hayır
 - Minibüs Evet
Hayır
 - Scooter /motosiklet/mobilet Evet
Hayır
 - Benzinle çalışan aletler (örn; elektrikli testere, çim biçme makinesi) Evet
Hayır
 - Benzin Evet
Hayır
 - Dizel Evet
Hayır
 - Gaz yağı Evet
Hayır

Ürünler

55. Son 2 günde evin içinde veya etrafında aşağıdaki ürünlerden biri kullanıldı mı?

Ürün			
	Çocuk	Diğer kişiler	Hayır
Parfüm			
Uhu / yapıştırıcı			
Keçeli kalem			
Yağlı boya			
Ayakkabı boyası			
Tırnak cilası			
Mum			
Tiner			
Vernik /cila			
Tutkal			
Böcek ilacı			
Sinek savar			
Mürekkep veya yazıcı			
Diğer(belirtiniz)			

Ekstra bilgi :

-
56. Geçen hafta herhangi bir kıyafet veya başka bir tekstil ürünü kuru temizlemeye verildi mi?
- Evet
- Hayır
57. Son 2 günde bahçede veya evin etrafında atık (ağaç dalaları, yaprak, ot veya diğer atık) yakıldı mı?
- Evet
- Hayır

Diğer-Genel sağlık durumu

58. Çocuğun birinci derece yakınlarında (anne, baba, kardeş) kanser vakaları var mı?

- Evet
- Hayır

59. Son 1 ayda geçirdiği hastalıklar?

-
60. Çocuğun kronik bir hastalığı (solunum yolları hastalığı dışında) var mı ?

- Evet, hastalık ismi

-
- Hayır

61. Çocuğun son 1 aydır kullandığı ilaç var mı? Nedir?
 Evet, ilaç ismi
.....
 Hayır
62. Çocuğun son 1 aydır kullandığı her hangi bir vitamin var mı? Nedir ?
 Evet, vitamin ismi
.....
 Hayır
63. Çocuğun son 1 aydır baş-boyun bölgesinde röntgen filmi (diş röntgeni dahil) çekti mi ?
 Evet
 Hayır
64. Çocuğun (astım, bronşit ve diğer akciğer hastalıkları) kronik bir solunum rahatsızlık teşhisi konuldu mu?
 Evet
 Hayır
65. Çocuğunuz son **12 ayda** göğüs kısmında bir hırıltı yaşıyor mu?
 Evet
 Hayır
66. Çocuğunuz son **12 ayda** nefes darlığı yaşıyor mu?
 Evet
 Hayır
67. Çocuğunuz son **12 ayda** göğüste tıkanma yaşıyor mu?
 Evet
 Hayır
68. Çocuğunuzun son **12 ayda** soğuk algınlığı v.b. dışında geceleri kuru veya balgamlı öksürükleri oluyor mu?
 Evet
 Hayır

69. Çocuğun son 2 gün içerisinde geçirdiği bir solunum rahatsızlığı (st solunum yolu hastalıkları, akciğer rahatsızlığı, göğüs ağrılarını v.b.) var mı, nedir?

- Evet
- Hayır

70. Çocuğunuzun son 2 gün içerisinde kuru veya balgamlı öksürükleri var mı?

- Evet
- Hayır

71. Çocuğunuzda son 2 gün içerisinde öksürükle birlikte hafif ateşlenme söz konusu mu?

- Evet
- Hayır

Anket bitti
Teşekkür ederiz