

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOCAELİ'NDE KONUT, İŞYERİ VE OKULLARDA UÇUCU  
ORGANİK BİLEŞİKLERİN BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Y. Müh. Demet ARSLANBAŞ**

**Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği**

**Danışman: Yrd.Doç.Dr. Hakan PEKEY**

**KOCAELİ 2008**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOCAELİ'NDE KONUT, İŞYERİ VE OKULLARDA UÇUCU  
ORGANİK BİLEŞİKLERİN BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Y. Müh. Demet ARSLANBAŞ**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 08 Mayıs 2008**

**Tezin Savunulduğu Tarih:27 Haziran 2008**

**Tez Danışmanı**  
**Yrd. Doç. Dr. Hakan PEKEY**  
(.....)

**Üye**  
**Prof. Dr. Savaş AYBERK**  
(.....)

**Üye**  
**Prof. Dr. Ayşe Nilgün AKIN**  
(.....)

**Üye**  
**Doç. Dr. Aykan KARADEMİR**  
(.....)

**Üye**  
**Yrd. Doç. Dr. Hasan Göksel ÖZDİLEK**  
(.....)

**KOCAELİ, 2008**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu (ÇAYDAG) tarafından desteklenen “Kocaeli’nde Evlerde, Ofislerde ve Okullarda İç Ortam Hava Kalitesinin Belirlenmesi” adlı TÜBİTAK projesi (Proje No: 104Y275) kapsamında hazırlanmıştır.

Akademisyenlik fikrini bana ilk aşıl原因 ve akademik hayatımın kapılarını açan, pozitif enerjisi ve desteğiyle bizlere yol gösteren Mühendislik Fakültesi Dekanı ve Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Savaş AYBERK’e teşekkürlerimi sunuyorum.

Doktora sürecimle ilgili büyük bir çıkmaza girdiğim dönemlerde bana sunduğu çalışma olanağıyla danışmanlığımı üstlenen, sonsuz anlayışı ve desteğiyle bir danışmandan çok ekip arkadaşı gibi benimle birlikte emek harcayan, bilgisi ve ileri görüşlülüğüyle akademik hayatıma büyük katkıları olan, akademisyenliğini kendime örnek aldığım danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr Hakan PEKEY’e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam süresince verdikleri destekleri ve bilgi paylaşımları nedeniyle Prof. Dr. Gürdal TUNCEL’e, ölçümler ve analizler sırasında ODTÜ laboratuvar ve ekipmanlarının kullanımında bize kolaylık sağlayan Prof. Dr. Ülkü YETİŞ’e, saha çalışmalarında ve model uygulamasındaki desteği ve güzel enerjisiyle yanımda olduğu için Arş. Gör Güray DOĞAN’a, ve ODTÜ Çevre Mühendisliği bölümü çalışanlarına,

Çalışmanın özellikle analiz kısımlarında verdiği destekle büyük katkı sağlayan, karşılaştığım zorluklar karşısında anlayış ve hoşgörüsü tüm sorularımı cevaplayarak ikinci bir danışman gibi yanımda olan, çalışkanlığını ve güler yüzlülüğünü daima örnek aldığım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Beyhan PEKEY’e

Özellikle saha çalışmalarında kader birliği yaptığımız, zor zamanları paylaşarak birbirimize destek olduğumuz ekip ve çalışma arkadaşım Arş. Gör. Zehra BOZKURT’a

Tez izleme jürimde yer alarak engin tecrübeleriyle bana yol gösteren Sayın Hocam Prof. Dr. Ayşe Nilgün AKIN’a ve Çevre Mühendisliği bölümündeki tüm değerli hocalarıma,

Zorlu ve uzun süreç boyunca bana katlanan, inanan, yüreklendiren manevi desteklerini eksik etmeyen çalışma arkadaşlarım ve dostlarım Yrd. Doç. Dr Ayla ARSLAN ve Arş. Gör Esra CAN DOĞAN’a, ilgisi ve desteğiyle yanımda olan sevgili arkadaşım Arş. Gör. Kemal KORUCU’ya,

Tez sürecim boyunca beni dinleyen katkı sağlamak için çabalayan ve bana anlayış gösteren sevgili arkadaşlarım Nurgül AKŞİT ve Serpil GERDAN'a, bilgisayar konusundaki desteği ve yardımları için Sevgili Ercan SANGU'ya

Nefessiz kaldığım zamanlarda açtıkları küçük pencerelerden bana aydınlıklar gönderen, hayatımda oldukları için daima mutluluk duyduğum sevgili dostlarım, Meline, Müge, Neslihan ve Özlem'e teşekkür ediyorum.

Son olarak bu süreci tamamlayabilmemde ve hayatta vardığım her noktada büyük destek ve katkıları olan, bana olan inançlarını ve sevgilerini hiç eksik etmeyen, maddi ve manevi destekleriyle daima arkamda olduklarını hissettiren, hayattaki en büyük şansım olan aileme, anneme, babama ve ablama sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çevre Yük. Müh. Demet ARSLANBAŞ

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	i
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ .....	x
ÖZET .....	xii
İNGİLİZCE ÖZET.....	xiii
BÖLÜM 1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Çalışmanın Önemi.....	2
1.3. Çalışma Alanının Tanımlanması.....	3
BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	4
2.1. Hava Kirliliği .....	4
2.1.1. İç ortam hava kirliliği.....	6
2.2. Uçucu Organik Bileşikler .....	8
2.2.1. Uçucu organik bileşiklerin çevre üzerine etkileri .....	10
2.2.1.1. Troposferik ozon oluşumu .....	10
2.2.1.2. İnsan sağlığı üzerindeki etkileri .....	11
2.2.1.3. Bitki örtüsü üzerindeki etkileri.....	12
2.2.1.4. İklim üzerindeki etkileri.....	12
2.2.2. Uçucu organik bileşiklerin kaynakları .....	13
2.2.2.1. İç ortam kaynakları .....	14
2.2.2.2. Dış ortam kaynakları .....	19
2.2.3. Uçucu organik bileşiklere ait uluslararası çalışmalar.....	20
2.3. Maruziyet Değerlendirmesi.....	23
2.3.1. Maruziyetin tanımlanması.....	23
2.3.2. Maruziyetin ölçülmesi.....	24
2.3.3. İç ortam havasının izlenmesi.....	24
2.3.4. Kişisel izleme .....	25
2.4. Hava Kirliliği Örnekleme Yöntemleri .....	26
2.4.1. Pasif örnekleme .....	26
2.4.2. Aktif örnekleme .....	29
2.5. Reseptör (Alıcı Ortam) modellemesi .....	30
2.5.1. Pozitif matris faktörizasyonu (PMF).....	31
BÖLÜM 3. MALZEME VE YÖNTEM .....	35
3.1. Çalışma Bölgesi .....	35
3.2. Örnekleme Stratejisi.....	35
3.3. Örnekleme Süresi.....	38

3.4. Örnekleyicilerin Yerleştirilmesi .....	38
3.4.1. Kişisel maruziyet örneklemeesi.....	38
3.4.2. İç ortam örneklemeesi.....	39
3.4.3. Dış ortam örneklemeesi .....	40
3.5. Örnek Alma Yöntemleri.....	40
3.5.1. Uçucu organik bileşiklerin pasif örneklemeesi.....	40
3.5.2. Uçucu organik bileşiklerin aktif örneklemeesi .....	42
3.5.3. Sıcaklık, nem, CO ve CO <sub>2</sub> ölçümü .....	45
3.6. Örneklerin Hazırlanması ve Analizi.....	45
3.6.1. Pasif UOB örnekleri.....	45
3.7. Veri Kalite Güvencesi .....	49
3.8. Anket Çalışması .....	51
BÖLÜM 4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....	55
4.1. Yaz Örneklemeesi.....	55
4.1.1. Meteorolojik şartlar .....	55
4.1.2. Yaz mevsimi aktif örnekleme ölçüm sonuçları.....	57
4.1.3. Yaz mevsimi pasif örnekleme ölçüm sonuçları .....	59
4.2. Kış Örneklemeesi.....	61
4.2.1. Meteorolojik şartlar .....	61
4.2.2. Kış mevsimi aktif örnekleme ölçüm sonuçları.....	63
4.2.3. Kış mevsimi pasif örnekleme ölçüm sonuçları .....	65
4.3. Sonuçların Benzer Çalışmalarla Karşılaştırılması .....	66
4.4. Veri Analiz .....	69
4.4.1. Yaz mevsimi aktif örnekleme sonuçlarının tartışılması.....	69
4.4.1.1. Aktif örnekleme gündüz / gece oranlarının değerlendirilmesi .....	69
4.4.1.2. Uçucu organik bileşiklerin aktif örneklemeesi konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimleri .....	74
4.4.2. Yaz mevsimi pasif örnekleme sonuçlarının tartışılması .....	82
4.4.2.1. İç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme sonuçlarının değerlendirilmesi ....	82
4.4.2.2. Pasif örnekleme sonuçlarının mikroçevreler açısından değerlendirilmesi....	88
4.4.3. Kış mevsimi aktif örnekleme sonuçlarının tartışılması.....	90
4.4.3.1. Aktif örnekleme gündüz / gece oranlarının değerlendirilmesi .....	90
4.4.3.2. Uçucu organik bileşiklerin aktif örneklemeesi konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimleri .....	95
4.4.4. Kış mevsimi pasif örnekleme sonuçlarının tartışılması .....	103
4.4.4.1. İç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme sonuçlarının değerlendirilmesi ..	103
4.4.4.2. Pasif örnekleme sonuçlarının mikroçevreler açısından değerlendirilmesi	109
4.4.5. Mevsimsel konsantrasyonlar arasındaki ilişkiler .....	111
4.4.6. İç ortam / dış ortam oranları ve korelasyonlar .....	115
4.4.7. Sigara kullanımı ile UOB konsantrasyonları arasındaki ilişkiler .....	118
4.5. Aktif ve Pasif Örnekleme Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	120
4.6. Uçucu Organik Bileşik Kirlilik Düzeylerinin Meteorolojik Verilerle İlişkilendirilmesi .....	122
4.6.1. Yaz örneklemeesi .....	122
4.6.2. Kış örneklemeesi .....	134
4.7. Sağlık Risk Değerlendirmesi .....	143

4.7.1. Ev, okul ve ofislerde kanserojenik ve kanserojenik olmayan risklerin değerlendirmesi.....	149
4.7.2. Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlarda kanserojenik ve kanserojenik olmayan risklerin değerlendirmesi .....	153
4.7.3. Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde kanserojenik ve kanserojenik olmayan risklerin değerlendirmesi.....	156
4.8. Reseptör (Alıcı Ortam) Modelleme Tekniği Kullanılarak Kirletici Kaynakların Belirlenmesi .....	159
4.8.1. Dış ortam kirletici kaynaklarının belirlenmesi.....	160
4.8.2. İç ortam kirletici kaynaklarının belirlenmesi .....	166
4.8.2.1. Evlerde iç ortam kirletici kaynaklarının belirlenmesi .....	166
4.8.2.2. Ofis ve okullarda iç ortam kirletici kaynaklarının Belirlenmesi .....	172
4.8.3. Kişisel maruziyet kirletici kaynaklarının belirlenmesi .....	178
<b>BÖLÜM 5.DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....</b>	<b>184</b>
5.1. Değerlendirme .....	184
5.2. Öneriler .....	189
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>191</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>199</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>240</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Kirleticilerin kaynaktan vücuda olan akışı .....	23
Şekil 3.1: Kocaeli Kenti'nde Örnek Alma Noktalarının Seçildiği Bölgeler .....	36
Şekil 3.2: Örnekleme noktalarının dağılım haritası .....	37
Şekil 3.3: Silindirik difüzyon örnekleme noktası .....	41
Şekil 3.4: İç ortam aktif UOB örnekleme noktasında kullanılan on-line gaz kromatografi .....	42
Şekil 3.5: Kanister ve kanister başlığının elemanları .....	43
Şekil 3.6: Kanister temizleme sistemi .....	44
Şekil 3.7: Kalibrasyon İçin Kullanılan UOB Gaz Standardına Ait Örnek Kromatogram .....	47
Şekil 3.8: Pasif Örnekleme Noktasına Ait Örnek Kromatogram .....	47
Şekil 3.9: Kocaeli iline ait 1982–2006 yılları arasındaki yıllık sıcaklık ortalamları (°C) .....	54
Şekil 4.1: Yaz örnekleme noktasında örnekleme noktalarındaki sıcaklık (°C), rüzgar hızı (m/sn) ve yağış miktarları (mm) .....	55
Şekil 4.2: Kış örnekleme noktasında örnekleme noktalarındaki sıcaklık (°C), rüzgar hızı (m/sn) ve yağış miktarları (mm) .....	62
Şekil 4.3: Okullarda iç ortam benzen ve toluen yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	76
Şekil 4.4: Okullarda iç ortam etilbenzen ve ksilen ( <i>m,p,o</i> -ksilen) yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	77
Şekil 4.5: Ofislerde iç ortam benzen ve toluen yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	78
Şekil 4.6: Ofislerde iç ortam etilbenzen ve ksilen ( <i>m,p,o</i> -ksilen) yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	79
Şekil 4.7: Evlerde iç ortam benzen ve toluen yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	80
Şekil 4.8: Evlerde iç ortam etilbenzen ve ksilen ( <i>m,p,o</i> -ksilen) yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	81
Şekil 4.9: Yaz mevsiminde kentsel, endüstriyel, sanayii ve trafikten uzak alanların dış ortamlarında UOB konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	89
Şekil 4.10: Okullarda iç ortam benzen ve toluen kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	97
Şekil 4.11: Okullarda iç ortam etilbenzen ve ksilen ( <i>m,p,o</i> -ksilen) kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	98
Şekil 4.12: Ofislerde iç ortam benzen ve toluen kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	99
Şekil 4.13: Ofislerde iç ortam etilbenzen ve ksilen ( <i>m,p,o</i> -ksilen) kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	100
Şekil 4.14: Evlerde iç ortam benzen ve toluen kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	101



Şekil 4.15: Evlerde iç ortam etilbenzen ve ksilen ( <i>m,p,o</i> -ksilen) kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri .....	102
Şekil 4.16: Kış mevsiminde kentsel, endüstriyel, sanayii ve trafikten uzak alanların dış ortamlarında UOB konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	110
Şekil 4.17: Yaz Örnekleme Süresi Boyunca Her Sektörden Esen Rüzgar Yüzdeleri .....	122
Şekil 4.18: Yaz mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri .....	126
Şekil 4.19: Kış Örnekleme Süresi Boyunca Her Sektörden Esen Rüzgar Yüzdeleri .....	134
Şekil 4.20: Kış mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri .....	136
Şekil 4.21: Ev, ofis ve okullarda kanser risk değerlendirmesi .....	151
Şekil 4.22: Ev, ofis ve okullarda tehlike indeksi değerlendirmesi .....	152
Şekil 4.23: Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlarda kanser , riski değerlendirmesi .....	154
Şekil 4.24: Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlarda tehlike İndeksi değerlendirmesi .....	156
Şekil 4.25: Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde kanser riski değerlendirmesi .....	157
Şekil 4.26: Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde tehlike indeksi değerlendirmesi .....	158
Şekil 4.27: Dış ortam PMF sonuçları .....	164
Şekil 4.28: Dış ortam kaynak katkı oranları (%) .....	165
Şekil 4.29: Dış ortam için ölçülen ve modellenen tahmin edilen kütle konsantrasyonları arasındaki ilişki .....	165
Şekil 4.30: Evler için iç ortam PMF sonuçları .....	170
Şekil 4.31: Evler için iç ortam kaynak katkı oranları (%) .....	171
Şekil 4.32: Evlerde iç ortam için ölçülen ve model ile tahmin edilen kütle konsantrasyonları arasındaki ilişki .....	171
Şekil 4.33: Ofis ve okullar için iç ortam PMF sonuçları .....	176
Şekil 4.34: Ofisler ve okullar için iç ortam kaynak katkı oranları (%) .....	177
Şekil 4.35: Ofisler ve Okullarda iç ortam için ölçülen ve modellenen tahmin edilen kütle konsantrasyonları arasındaki ilişki .....	177
Şekil 4.36: Kişisel maruziyet için PMF sonuçları .....	182
Şekil 4.37: Kişisel maruziyet için kaynak katkı oranları .....	183
Şekil 4.38: Kişisel Maruziyet için ölçülen ve modellenen tahmin edilen kütle konsantrasyonları arasındaki ilişki .....	183

## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1: Temiz havanın bileşimi .....	5
Tablo 2.2: Başlıca iç ortam kirleticileri ve emisyon kaynakları .....	7
Tablo 2.3: Önemli iç ortam kirleticilerinin dış ortam kaynakları .....	8
Tablo 2.4: Genel İçortam UOB Kaynakları .....	15
Tablo 2.5: Etki ve maruziyet biyolojik işaretçileri.....	26
Tablo 2.6: Çeşitli aktif örnekleme cihazlarının içerdiği analitik yöntemler .....	30
Tablo 3.1: Ölçülmesi Hedeflenen UOB'ler ve Özellikleri.....	48
Tablo 3.2: Örneklenen mikroçevrelerin genel karakteristikleri ve örnekleme şartları.....	52
Tablo 3.3: Örneklenen mikroçevrelerin iç ve dış ortam sıcaklık, nispi nem, karbonmonoksit ve karbondioksit düzeyleri .....	54
Tablo 4.1: UOB konsantrasyonlarının literatür çalışmaları ile karşılaştırılması.....	68
Tablo 4.2: Evlerin iç ortamlarında yapılan yaz aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz/gece konsantrasyon oranları .....	71
Tablo 4.3: Ofislerin iç ortamlarında yapılan yaz aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz / gece konsantrasyon oranları .....	72
Tablo 4.4: Okulların iç ortamlarında yaz aktif örnekleme gündüz/gece konsantrasyon oranları .....	73
Tablo 4.5: Yaz mevsiminde evlerde UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri .....	84
Tablo 4.6: Yaz mevsiminde ofislerde UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri .....	85
Tablo 4.7: Yaz mevsiminde okullarda UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri .....	86
Tablo 4.8: Yaz örneklemesinde ev, ofis ve okullarda kişi / iç ortam, iç ortam / dış ortam, kişi / dış ortam ve çalışan / çalışmayan konsantrasyon oranları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	87
Tablo 4.9: Evlerin iç ortamlarında yapılan kış aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz/gece oranları.....	92
Tablo 4.10: Ofislerin iç ortamlarında yapılan kış aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz/gece oranları.....	93
Tablo 4.11: Okulların iç ortamlarında yapılan kış aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz / gece oranları.....	94
Tablo 4.12: Kış mevsiminde evlerde UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri .....	105

Tablo 4.13: Kış mevsiminde ofislerde UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri .....	106
Tablo 4.14: Kış mevsiminde okullarda UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri .....	107
Tablo 4.15: Kış örneklemeinde ev, ofis ve okullarda kişi / iç ortam, iç ortam / dış ortam, kişi / dış ortam ve çalışan / çalışmayan konsantrasyon oranları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	108
Tablo 4.16: Evler için UOBlerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet yaz / kış konsantrasyon oranları .....	112
Tablo 4.17: Ofisler için UOBlerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet yaz / kış konsantrasyon oranları .....	113
Tablo 4.18: Okullar için UOBlerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet yaz / kış konsantrasyon oranları .....	114
Tablo 4.19: UOBlerin iç ortam ve dış ortam konsantrasyonları arasındaki ilişkiler	117
Tablo 4.20: Sigara kullanımı ile UOB konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) arasındaki ilişkiler .....	119
Tablo 4.21: Aktif örnekleme / pasif örnekleme konsantrasyon oranları.....	121
Tablo 4.22: Körfez bölgesinde sektörlere göre kaynak türleri	123
Tablo 4.23: Yaz mevsiminde ev, ofis ve okullarda ölçülen UOBlere karşılık gelen rüzgar yönleri ve örnekteki bileşik yüzdeleri.....	132
Tablo 4.24: Kış mevsiminde ev, ofis ve okullarda ölçülen UOBlere karşılık gelen rüzgar yönleri ve örnekteki bileşik yüzdeleri.....	142
Tablo 4.25: Kirleticiler için toksisite değerlendirme parametreleri ve çeşitli kanserojenlik sınıflandırmaları.....	146
Tablo 4.26: Çalışmada kronik günlük alım hesaplamasında kullanılan parametreler.....	148
Tablo 4.27: Ev, ofis ve okullarda kanser risk değerlendirmesi.....	151
Tablo 4.28: Evlerde, ofislerde ve okullarda tehlike indeksi değerlendirmesi.....	152
Tablo 4.29: Kentsel alan, endüstriyel alan, endüstri ve trafikten uzak alanlarda kanser riski .....	154
Tablo 4.30: Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlarda tehlike indeksi değerlendirme .....	155
Tablo 4.31: Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde kanser riski değerlendirme .....	157
Tablo 4.32: Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde tehlike indeksi değerlendirme .....	158

## KISALTMALAR

AAS	: Austrian Academy of Science
AT	: Ortalama maruziyet zamanı
BTEKS	: Benzen-Toluen-Etilbenzen-Ksilenler
BW	: Vücut ağırlığı
C	: Konsantrasyon
CAA	: Clear Air Assesment
CASA	: Clean Air Strategic Alliance-
CDI	: Kronik günlük alım
CFC	: Kloroflorokarbon
CPF	: Kanserojenlik potansiyel faktörü
CR	Kontak oranı
ÇSD	: Çevresel Sigara Dumanı
ÇLR	: Çoklu lineer regresyon analizi
ED	: Maruziyet süresi
EF	: Maruziyet frekansı
ELCR	: Hayat boyu kanser riski
FA	: Faktör analizi
GC-FID	: Gas chromatography flameionization detector
GC-PID	: Gas chromatography photoionization detector
GC/MS	: Gas chromatography-mass spectrometry
HQ	: Tehlike indeksi
HAP	: Hazardous Air Pollutants
HCFC	: Hidrokloroflorokarbonlar
IRIS	:Integrated Risk Information System
KKD	: Kimyasal kütle dengesi
LPG	: Liquefied petroleum gas
NJDEP	: New Jersey Department of Environmental Protection
NMHC	: Non-Metan Hidrokarbonlar
NMOG	: Metan Dışı Organik Gazla
ODTÜ	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
PAMS	: The Photochemical Assessment Monitoring Stations
PAN	: Peroksilasetil nitrat
PCA	: Principal Component Analysis-
PKKF	: Potansiyel kaynak katkı fonksiyonu
PMF	: Pozitif matris faktörizasyonu ()
RfC	: Referans konsantrasyon
RfD	: Referans doz
ROG	: Reaktif Organik Gazlar
RSS	: Relatif Standart Sapma
SS	: Standart Sapma
TBA	: Temel bileşen analizi

TOG	: Toplam Organik Gazlar
UOB	: Uçucu Organik Bileşikler
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Framework Kongresi
USEPA	: United States Environmental Protection Agency
OVM	: Organik Buhar Monitörleri
UR	: Birim risk

# KOCAELİ'NDE KONUT, İŞYERİ VE OKULLARDA UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN BELİRLENMESİ

Demet ARSLANBAŞ

**Anahtar Kelimeler:** Uçucu organik bileşikler, Kocaeli, İç ortam hava kalitesi, Kişisel maruziyet, Sağlık risk değerlendirmesi, Pozitif Matris Faktörizasyonu (PMF)

**ÖZET:** Bu çalışmada, Kocaeli’de farklı bölgelerde ve farklı mikroçevrelerde yaz ve kış mevsimlerinde iç ve dış ortamlarda aktif ve pasif örnekleme ve ölçüm teknikleri kullanılarak uçucu organik bileşiklerin konsantrasyonları belirlenmiştir. Ayrıca, iç ortamda ölçülen konsantrasyonlarla maruziyet arasındaki ilişkiyi kurabilmek için, kişisel örnekleyiciler kullanılarak kişisel maruziyet düzeyleri de belirlenmiştir.

Genellikle kişisel maruziyet konsantrasyonları iç ortam konsantrasyonlarından yüksek bulunmuştur. Her 2 mevsimde de toluen ev, ofis, okullarda UOB kirlilik düzeylerine en çok katkıda bulunan bileşik olurken onu etilbenzen, m,p-ksilen, stiren, nonan, hegzan, benzen, o ksilen ve heptan bileşikleri takip etmiştir. Trafikğin belirteci olan bileşikler (benzen, toluen, etilbenzen, ksilenler ) kentsel alanlarda daha yüksek bulunurken petrokimyanın belirteci olan hegzan ve heptan bileşikleri endüstrinin yoğun olduğu alanlarda daha yüksek bulunmuştur.

Çalışma sonucunda, seçilen kirleticilerin yaz ve kış mevsimlerindeki konsantrasyonları ve kişi/iç ortam, iç ortam/dış ortam ve kişi/dış ortam arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Kişi/iç ortam UOB oranları 1’e yakinken iç ortam/dış ortam ve kişi/dış ortam UOB oranları 2 civarında olması iç ortam UOB kaynaklarının baskın olduğunun ve dış ortam kirleticilerinin iç ortam konsantrasyonları üzerinde etkili olduğuna işaret etmektedir

Kişisel maruziyet konsantrasyonları kullanılarak 1-) Ev, Ofis ve Okullar, 2-) Kentsel, Endüstriyel, Endüstri ve Trafikten Uzak Alanlar ve 3-) Sigara Kullanan ve Kullanmayan kişilerden oluşan gruplar için incelenen uçucu organik kirleticilerden kaynaklanan sağlık riski değerlendirilmesi yapılmıştır.

İç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet kirlilik düzeylerine etki ederek hava kalitesine olumsuz yönde katkıda bulunan kirletici kaynakların belirlenmesi amacıyla çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinden biri olan Pozitif Matris Faktörizasyonu (PMF) reseptör modelleme tekniği kullanılmıştır. Model sonucunda incelenen UOB’lerin en önemli emisyon kaynakları trafik, endüstri ve sigara kullanımı olarak saptanmıştır.

## DETERMINATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN HOMES, OFFICES AND SCHOOLS IN KOCAELI

Demet ARSLANBAŞ

**Keywords:** Volatile organic compounds, Kocaeli, Indoor air quality, Personal exposure, Health risk assessment, Positive Matrix Factorization (PMF)

**ABSTRACT:** In this study, indoor and outdoor environment samples were taken from different regions and microenvironments in Kocaeli. Through active and passive sampling and measurement techniques, volatile organic compounds concentrations were determined. Moreover, in an effort to establish the relationship between exposure and the indoor concentrations measured, personal samplers were used to determine personal exposure levels.

In general, personal exposure concentrations appeared to be slightly higher than indoor air concentrations. Toluene levels were the highest in terms of indoor, outdoor, and personal exposure, followed by m/p-xylene, o-xylene, ethylbenzene, styrene, benzene and n-hexane. The results obtained from the different areas showed that while the traffic marker compounds (benzene, toluene, ethylbenzene, xylenes) were found higher concentrations in urban areas, petrochemical marker compounds (hexane and heptane) were found higher in industrial areas.

As a result of the study, summer and winter concentrations of selected pollutants and the relationship between personal/indoor, indoor/outdoor and personal/outdoor environments were determined. While the personal/indoor ratios are close to unity, indoor/outdoor and personal/outdoor ratios are around 2 indicate that both the presence of strong indoor sources and the significant contribution of the outdoor pollutants to indoor environments.

Based on personal exposure concentrations, an assessment of health risks associated with organic pollutants investigated was conducted on three groups: 1-) homes, offices and schools, 2-) urban areas, industrial areas and those areas distant from industry and traffic, 3-) cigarette smokers and non-smokers.

In order to determine pollutant sources which negatively contribute to air quality by affecting the degree of indoor, outdoor and personal exposures, the Positive Matrix Factorization (PMF) receptor modeling technique was used, which is a multivariate statistical analysis method. Model results suggested that traffic emissions, industry, and smoking represent the main emission sources of the VOCs investigated.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

### **1.1. Çalışmanın Amacı**

Hızla gelişen dünyada artan nüfus ve bunun yanında artan binalar, motorlu taşıtlar ve gelişen teknoloji beraberinde birçok çevre sorununu oluşturmaktadır. Sanayi tesisleri, trafik ve evsel kaynaklardan atmosfere yayılan kirleticiler insan sağlığı üzerinde potansiyel bir risk oluşturmaktadır. Hava kirleticilerin etkisi sadece dış atmosferde değil insanların zamanlarını geçirdiği tüm iç ortamlarda görünen ve ayrıntılı çalışmalar yapılması gereken bir sorun haline gelmiştir.

İnsanlar iç ortamlarda, solunum, deri teması ve gıdalar yoluyla kirleticilere maruz kalmaktadırlar. İç ortam kirliliği hem iç ortamdaki kirleticilerden hem de dış ortamın iç ortama etkisiyle oluşan bir kirliliktir. Bu nedenle iç ortamda oluşan kirliliğin kaynağını saptamak için hem o ortamda hem de o ortamı etkileyen dış ortamda çalışmalar yapılarak genel durum değerlendirilmelidir. Ayrıca maruz kalınan kirleticilerin kişi bazında saptanması sağlık riskinin belirlenebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Uçucu organik bileşikler (UOB) çok çeşitli kaynaklardan atmosfere karışan, kolay buharlaşan ve uzak mesafe taşınımı görülebilen önemli kirletici gruplarından. Dış atmosferde olduğu kadar iç ortamlarda da oldukça yüksek değerlerde bulunabilen UOB'ler, toksik etkilere sahip yapısı nedeniyle canlı sağlığı açısından incelenmesi gereken hava kirleticileri içerisinde önemli bir yer tutmaktadır.

Çalışmanın amacı, Türkiye'nin en önemli endüstriyel bölgelerinden biri olan Kocaeli'nin farklı özellik gösteren bölgelerinde seçilen mikroçevrelerde yaz ve kış olmak üzere iki ayrı mevsimde uçucu organik kirleticilerin iç ve dış ortamlardaki konsantrasyonlarının belirlenmesi, mevsimsel ve mekânsal olarak birbirlerine etkilerinin saptanması ve yapılacak kişisel örneklemler ile iç ve dış ortam kirlilik



düzeylerinin kişiler üzerinde neden olacağı sağlık riskinin saptanması ve önemli kirletici kaynaklarının belirlenmesidir.

Bu amaçla belirlenen 15 ev, 10 ofis ve 3 okul'un iç ve dış ortamlarında, ayrıca o ortamda seçilen bir kişide kişisel örneklemeler yapılarak seçilen kirleticilere maruziyet düzeyleri saptanmıştır. Örneklemeler aktif ve pasif örneklemeler olarak 2 ayrı yöntemle eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Elde edilen veri setine çeşitli istatistik yöntemler uygulanarak kaynak profilleri belirlenmiş ve sağlık riski hesapları yapılmıştır.

## **1.2. Çalışmanın Önemi**

Çalışmanın yapıldığı Kocaeli ilinde 1990'lı yıllardan itibaren hava kirliliği ölçümleri yapılmış ancak bunlar Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde limit değerleri belirlenen Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve dumanla sınırlı kalmıştır. Son 1 yıldır SO<sub>2</sub> ve PM10 kütlesi ölçümlerine başlanmıştır. Ancak hava kirliliğine neden olan bir çok gaz ve partikül madde bulunduğundan hava kalitesi'nin belirlenmesi için bu parametreler yeterli olmamaktadır. Bu nedenle insan sağlığına zarar veren hava kirleticilerin neden olduğu olumsuz etkilerin saptanması ve oluşumuna neden olan kaynakların belirlenebilmesi amacıyla organik gazların saptandığı ve organik gaz kirletici profilini gösteren kapsamlı bir çalışmanın yapılması ihtiyaç haline gelmiştir. Ayrıca yapılan literatür çalışmalarından da görüleceği üzere iç ortam hava kirliliğinin bir çok noktada dış ortam kirlilik seviyelerinden yüksek olması ve iç ortamlarda vakitlerinin büyük bir bölümünü geçiren insanların maruz kaldığı etkilerin saptanabilmesi açısından iç ortam kirleticilerinin tespit edilmesi çözüme yönelik çalışmalar açısından oldukça önemlidir.

Kocaeli ilinde iç ortam kirliliğine yönelik yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Ülkemizde de durum ilimizden farklı olmayıp iç ortam kirletici seviyelerinin tespitine yönelik yapılan çalışmalar uluslararası çalışmalarla karşılaştırıldığında sayıca oldukça az ve dar kapsamlıdır. Uçucu organik bileşikler örneklenmesi ve analizi kapsamlı ve ekonomik olarak maliyeti yüksek kirleticiler olduğu için tüm hava kirleticileri içerisinde en az çalışılan gruplardan biri olmaktadır.

İnsanlar zamanlarının çoğunu iç ortamlarda geçirdiklerinden hava kirleticilerine maruziyetin neden olduğu sağlık risklerini doğru bir şekilde belirleyebilmek için iç ortam kirletici düzeylerinin detaylı olarak bilinmesini gerektirmektedir. Bu çalışma, sağlık riski hesaplamalarını içermesi ve çeşitli istatistik yöntemler kullanılarak kirletici kaynaklarının belirlenmesi açısından önemli bilgiler içermektedir.

### **1.3. Çalışma Alanının Tanımlanması**

Kocaeli, son 30 yıldır hızla gelişmesine paralel olarak nüfus artışının ve çevre sorunlarının yoğun yaşandığı ülkemizin en önemli metropol kentlerinden biri olma özelliğine sahiptir. Yüzölçümü bakımından küçük iller arasında olmasına karşın (3626 km<sup>2</sup>) Türkiye'nin nüfus yoğunluğu en yüksek ikinci ili olan Kocaeli (397 kişi/km<sup>2</sup>) insanların kirleticilere maruziyetlerinin belirlenmesi için yapılacak çalışma alanları arasında öncelikli illerden birisidir. Yıllık nüfus artışı (%27) sıralamasında 10. olan Kocaeli ili Türkiye'nin önemli sanayi bölgelerinden biri olarak kabul edilmekte ve 300'ü büyük olmak üzere çeşitli kapasitelerde 1000'i aşkın endüstri tesisine ev sahipliği yapmaktadır. Deniz ve karayolu ile ulaşım kolaylığı, elverişli bir iklime sahip olması bu gelişimi destekleyen unsurlardır. Ayrıca bölge, D-100 karayolu ve TEM otoyolunun etkisi altındadır. Yüzölçümünün küçük olması konut alanlarının ağır trafik ve endüstri alanları ile çok yakın olmasına neden olmuştur. Bu nedenle dış hava kalitesi konutlara yakın olan endüstriyel aktiviteler ve trafik şartları nedeniyle doğrudan etkilenmektedir. Bölgede Türkiye'nin %30'dan daha fazla ihtiyacını karşılayan Petrol Rafineri Tesisi, Türkiye'nin tek Tehlikeli ve Klinik Atık Yakma Tesisi'nin yanı sıra 500'e yakın sanayi kuruluşu yer almaktadır. Bu tesisler, uçucu organik bileşikleri de (UOB) içeren çok sayıda kirletici yaymaktadır.

Son zamanlarda bölgede yaşayanların, maruz kaldıkları bu emisyonların sağlıkları üzerinde oluşturacağı etkiler konusunda ilgilerinin artması ve bölgedeki endüstriyel aktivitelerdeki sürekli artış nedeniyle, Kocaeli'de hava kirleticilerine olan maruziyet ve hava kalitesi üzerinde endüstriyel emisyonların etkilerini çalışmak hem bir fırsat hem de bir ihtiyaç haline gelmiştir.

## **BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ**

### **2.1. Hava Kirliliği**

Endüstrileşmiş uluslarda kent merkezlerinde yaşayan sosyal toplumlar modern yaşamın konfor ve rahatlığının yanı sıra sağlıklı bir yaşam alanı da isterler. Bu toplumsal talepler motorlu araç yoğunluğunu ve kent merkezlerine yakın endüstrileşmeyi beraberinde getirir ve bu da insan ve çevre sağlığı için tehlike teşkil eder. Tüm bunlar ışığında hava kirliliği modern hayata eşlik eden kaçınılmaz bir durum olarak ortaya çıkar ve şu şekilde tanımlanabilir:

İnsan, hayvan ve toprak yaşamına zarar verme eğilimi taşıyan (niceliği ve bulunma süresine bağlı olarak) yaşam koşullarını ve çalışma şartlarını olumsuz yönde etkileyen atmosfer ortamında bulunan bir ya da birkaç kirletici ya da bunların kombinasyonlarıyla oluşan kirliliktir.

Temiz Hava Stratejik Topluluğu (Clean Air Strategic Alliance-CASA) gibi topluluklar; “Hava, kokusuz, tatsız, temiz görünen ve uzun ya da kısa dönemde insan, hayvan ve çevreye zararsız olmalıdır” vizyonunu takip ederek, modern yaşamlar için kaçınılmaz hale gelen hava kirliliğine rağmen daha temiz bir atmosfer için çabalamaktadır (Probert, 2000).

Hava kirliliği, havada bulunması istenmeyen maddelerin zararlı etkiler oluşturabilecek miktarda bulunması olarak tanımlanmaktadır. Bu istenmeyen maddeler, insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir, bitkilere ve eşyalara zarar verebilir, çevrede kahverengi veya sisli bir hava oluşması nedeniyle estetik sorunlar oluşturabilir. Bu istenmeyen maddelerin çoğu atmosfere insanların kontrolü altındaki kaynaklardan yayılmaktadır. Bununla birlikte, dünyada insanların yoğun yaşadıkları yerler özellikle endüstrileşmiş şehirlerdir. Bu kirleticilerin en önemli kaynağı, insan aktiviteleridir. Bu aktiviteler çoğunlukla insanların yaşam standartlarıyla yakından

ilişkilidir. Bu aktivitelerin ortadan kaldırılması, yaşam standartlarında önemli düşüşlere neden olabilir. Bu nedenle, bir çok endüstrileşmiş şehirde, bu aktivitelerin devamı ve hava kirletici emisyonlarının kontrolü için çözümler aranmaktadır (De Nevers, 1995).

Temiz havanın çok açık bir tarifi olmadığı için hava kirlenmesi üzerinde kantitatif olarak tartışmak oldukça zordur. Pek çok araştırmacı temiz havanın bileşimini Tablo 2.1'de verildiği gibi kabul etmektedir. Bu tablodaki gazların temiz bir havayı oluşturduğu kabul edilirse, bu tabloda bulunmayan herhangi bir maddenin atmosferde bulunmasını kirletici olarak isimlendirmek gerekir. Bununla birlikte, böyle ideal bir hava hiçbir yerde bulunamaz. Bu nedenle yukarıdaki tanımlamada olduğu gibi bu kirleticilerin havada bulunması değil, istenmeyen etkilere neden olabilecek konsantrasyonlarda bulunması hava kirliliği olarak tanımlanmalıdır (Karpuzcu, 2004).

Tablo 2.1: Temiz havanın bileşimi (Karpuzcu, 2004)

<b>Bileşen</b>	<b>Konsantrasyon,ppm</b>
Azot	780900,0
Oksijen	209400,0
Argon	9300,0
Karbondioksit	315,0
Neon	18,0
Helyum	5,2
Metan	1,0-1,2
Kripton	1,0
Azot oksidal	0,5
Hidrojen	0,5
Ksenon	0,08
Azotdioksit	0,08
Ozon	0,01-0,04

Hava kirliliğine birçok gaz, bileşik ve partiküller neden olurlar ve bunların konsantrasyonları ve atmosferde bulunuş süreleri önemlidir. Hava kirliliğinin kaynakları insan kaynaklı ve doğal olarak iki sınıfa ayrılabilir. Doğal kaynaklar; polenler, rüzgar etkisiyle oluşan tozlar, volkanik hareketler ve orman yangınları olarak sayılabilir; insan etkisiyle oluşan kirlilikler, endüstriyel, trafik, yanma kaynaklı olarak sınıflandırılabilir (Byrne, 2000).

### **2.1.1. İç ortam hava kirliliği**

İç ortam hava kalitesi küresel bir sorundur. Dünya Bankası 1992’de iç ortam hava kirliliğini gelişmiş ülkelerdeki en önemli 4 kritik küresel çevre sorunundan biri olarak belirlemiştir (Unobe, 2003). İç ortam hava kirliliği 2 temel kaynaktan oluşabilir. Bunlar, iç ortamda bulunan maddelerin ve faaliyetlerin sonucunda oluşan kirlilik ve dış ortamdan iç ortama giren kirleticilerin etkisiyle oluşan kirliliktir. İç ortam hava kirliliği son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. İnsanlar kirleticilere solunum, deri teması ve gıdaların tüketimi yoluyla maruz kaldıklarından yoğun olarak zaman geçirdikleri alanlardaki kirleticiler ve bunların o ortamdaki konsantrasyonları sağlık riski açısından oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalarda insanların zamanlarının çoğunu iç ortamlarda ( %87,2 iç ortam, %7,2 araçlar ve %5,6 dış ortam) geçirdikleri tespit edilmiştir (Wallace, 1996). Bu veriler ışığında son zamanlarda hava kirliliğine yönelik çalışmalarda iç ortamlar üzerine daha fazla ağırlık verilmektedir. Yapılan bu çalışmalarda pek çok durumda iç ortamdaki hava kirletici konsantrasyonlarının dış ortamdakilerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumda iç ortam maruziyeti dış ortam maruziyetine göre daha önemli olmaktadır (USEPA 1991a; Wallace, 1996; Li ve diğ, 2001; Lee ve diğ, 2002).

Karbon oksitleri, azot oksitleri, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, uçucu organik bileşikler, radon, formaldehit, sigara dumanı, havadan kaynaklanan allerjenler, patojenler, mineral lifler, polimerler, tüketici eşyalarından oluşan toksik emisyonlar gibi iç ortam kirleticileri; normal ev ve büro aktiviteleri sırasında ortama karışarak insan sağlığı üzerine olumsuz etki yapmaktadırlar (RSHM, 2004). Tablo 2.2’de en önemli iç ortam kirleticileri ve emisyon kaynakları gösterilmektedir.

Bazı kirleticiler için dış ortam kaynaklarının iç ortamdaki konsantrasyon seviyelerine katkısı önemli olabilir. Bu durum özellikle binanın şehirdeki konumuyla ilgilidir. Endüstriyel bölgelere veya trafiğin yoğun olduğu caddelere yakın binalarda iç ortamdaki kirleticiler için dış ortam önemli bir kaynak olabilir. İç ortam kirleticilerine dış ortam kirleticilerinin katkısının belirlenmesinde kullanılan faktörler; iç ortamda kullanılan havalandırma türü (doğal veya zorlanmış akış), havalandırma hızı (saatteki hava değişimi) ve sorun olan kirleticilerin yapısıdır. Tablo 2.3’de önemli iç ortam havası kirleticilerinin en önemli dış ortam kaynakları verilmiştir. USEPA (Amerika Çevre Koruma Ajansı) grubunun çalışmaları, ozon gibi reaktif gazların dış ortamlara göre iç ortamlarda daha düşük konsantrasyonlarda bulunma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bunun nedeni, bu tür gazların iç ortam yüzeyleriyle derhal reaksiyona girmeleridir. Reaktif olmayan gazlar ise iç ortamda birikebilirler ve bu tür gazlara iç ortamda maruziyet dış ortama göre fazla olabilir (Jones, 1999)

**Tablo 2.2: Başlıca iç ortam kirleticileri ve emisyon kaynakları (Jones, 1999)**

<b>Kirletici</b>	<b>Başlıca Emisyon Kaynakları</b>
Alerjenler	Ev tozu, evcil hayvanlar, böcekler
Asbest	Alev önleyici materyaller, izolasyon malzemeleri
Karbondioksit	Metabolik aktiviteler, yanma faaliyetleri, garajlardaki motorlu cihazlar
Karbonmonoksit	Yakıtların yanması, sobalar, gazlı veya petrolü ısıtıcılar, tütün kullanımı
Formaldehit	Yalıtım malzemeleri, döşeme malzemeleri, mobilyalar
Mikroorganizmalar	İnsanlar, hayvanlar, bitkiler ve havalandırma sistemleri
Azotdioksit	Dış ortam havası, yakıtların yanması, garajlardaki motorlu araçlar
Organik maddeler	Yapıştırıcılar, çözücüler, bina materyalleri, buharlaşma, yanma, boyalar, tütün kullanımı
Ozon	Fotokimyasal reaksiyonlar
Partiküller	Resüspansiyon, tütün kullanımı, yanma ürünleri
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	Yakıtların yanması, tütün kullanımı
Polenler	Dış ortam havası, ağaçlar, çimenler, bitkiler
Radon	Toprak, bina yapı malzemeleri
Mantar sporları	Toprak, bitkiler, yiyecek maddeleri, iç yüzeyler
Kükürtdioksit	Dış ortam havası, yakıtların yanması

Tablo 2.3: Önemli iç ortam kirleticilerinin dış ortam kaynakları (Jones, 1999)

<b>Kirletici</b>	<b>Endüstri ile bağlantılı emisyonların yüzdesi</b>	<b>Trafik ile bağlantılı emisyonların yüzdesi</b>
Benzen	32	65
Karbon monoksit (CO)	3	90
Kurşun (Pb)	31	60
Azotoksitler (NO <sub>x</sub> )	38	49
Partiküller (PM <sub>10</sub> )	56	25
Kükürtdioksit (SO <sub>2</sub> )	90	2
Uçucu organik bileşikler (UOB)	32	34
Ozon (O <sub>3</sub> )	Atmosferik kimyasal reaksiyonlardan oluşur	

## 2.2. Uçucu Organik Bileşikler

USEPA, uçucu organik bileşikleri (UOB) 760 mmHg ve 25°C'de 10<sup>-1</sup> den büyük buhar basıncına sahip organik bileşikler olarak tanımlamıştır. Bu bileşikler yüksek Henry sabitine (Hidrokarbonlar için 103-105 Pa.m<sup>3</sup>mol<sup>-1</sup>, halojenli hidrokarbonlar için 10-105 Pa.m<sup>3</sup>mol<sup>-1</sup>) sahip olma eğilimindedir. UOBler çevreye bırakıldıkları zaman atmosfer içinde hızlıca ve uygun biçimde parçalanır ya da buharlaşır. Hava fazında ortaya çıkan büyük parçalanma ve giderim meydana gelir. Bu nedenle uçucu organiklerin fotodegradasyonu ve atmosferik fotokimyası oldukça önemlidir (Kuntasal Oguz, 2005).

Fotokimyasal bir oksidan olan ve fotokimyasal sisin temel bileşeni olan ozon yakma kaynaklarından direk olarak yayılmaz, ancak güneş ışığının bulunması ile uçucu organik bileşikler ve azot oksitlerden oluşur. Uçucu organik bileşikler trafik, organik kimyasalların (çözücüler gibi), ham petrolün taşınması ve kullanımı, doğal gaz kullanımı ve dağıtımı, az miktarda da atık bertaraf alanları ve atık su arıtma tesislerinden kaynaklanmaktadır. Yüksek trafik akışı olan daha sıcak ve güneşli şehirler ozon ve diğer öncü fotokimyasal oksidanların oluşumu için iyi bir ortam hazırlar. Modern organik kimyanın bulunmasından bu yana sentetik maddelerin büyük bir çoğunluğu, yapı malzemeleri, yapıştırıcılar, temizlik sıvıları dahil olmak

üzere sayısız konut ve ticari uygulamalarda kullanım için üretilmiştir. Ürünler, solvent içeren maddelerden ve yavaşça buharlaşan veya gazsız olan diğer bileşiklerin organik bileşiklerinin az miktarlarda havada yayılmasıyla meydana gelmişlerdir. Bu bileşiklerin uçucu tabiatları, UOB teriminin oluşmasına sebep olmuştur. İsminin de ifade ettiği gibi, bütün UOB' ler bir veya daha fazla karbon atomundan oluşmuşlardır ve düz veya dallı zincir (alifatik), halkalı (aromatik ve siklik), halojenli veya oksijenlendirilmiş (alkoller, ketonlar, aldehitler, eterler, esterler, ve organik asitler) bileşikler dahil olmak üzere çokça yapısal formlarda bulunurlar (Bardana ve Montanaro, 1996; Baek ve diğ., 1997).

Uçucu organik bileşikler normal oda sıcaklığında buharlaşabilen ve çoğunlukla karbon ve hidrojenle oluşan kimyasallardır. Bazı uçucu organik bileşiklerde karbon atomuna klor, flor, brom ve kükürt atomlarından biri veya birkaçı bağlanmış olabilir. UOB sınıfı farklı kimyasal ve fiziksel davranışlarına sahip türleri kapsar. Karbon ve hidrojen içeren (sadece element olarak) hidrokarbonlar önemli UOB'lerdendir (alkan, alken, alkin ve aromatikler). Bununla birlikte UOB'lerin C ve H'nin yanında içerdiği oksijen, klor ve halojenler oldukça önemlidir. Bu ikinci sınıftakiler aldehit, alkoller, ketonlar, klorlu alkanlar ve alkenler, klorofloro karbonlar (CFC) ve hidrokloroflorokarbonlar (HCFC) gibi bileşikler içerir.

UOB'ler çok sayıdadır ve çok yönlüdür. Literatürde kullanılan genel terimler bazen birbirleriyle tutarlı olmayabilir ancak atmosferik organik maddelerin farklı fraksiyon tanımları değiştirilebilirlerdir. 9 farklı başlık altında tanımlanacak olursa;

- 1) Reaktif Organik Gazlar (ROG); atmosferdeki hidroksil radikalleri ve diğer kimyasallar ile (yarılanma ömrü 30 günden küçük) reaksiyona girme potansiyeline sahip ve bu reaksiyonlar sonucu ozon ve ikincil organik aerosollerle sonuçlanan organik gazlar.
- 2) Toplam Organik Gazlar (TOG); yüksek hidroksil reaktivitesine sahip olan ve olmayan tüm organik gazlar (TOG çoğunlukla ROG + metan ve halokarbonları kapsar).
- 3) PAMS; n-undecane bileşiğine kadar ki hidrokarbonların toplamının işlemsel olarak belirlendiği (NMOC) US'de 55 hedef hidrakorbon ve non-metan organik



bileşiklerin fotokimyasal değerlendirme (PAMS) izleme istasyonlarında ölçülen hidrokarbonlar.

- 4) Metan dışı hidrokarbonlar (NMHC; literatürde çoğunlukla “hafif hidrokarbonlar” olarak ifade edilir ve C2-C12 arasındaki hidrokarbonlardır).
- 5) Ağır Hidrokarbonlar; C10-C20 arasındaki hidrokarbonlar, bunlar yarı uçucu bileşikler olarak da tanımlanır çünkü C15 den büyükler gaz ve partikül olarak birlikte bulunabilirler.
- 6) Karbonilli bileşikler; aldehit ve ketonlardır ve genellikle formaldehit, aseton ve asetaldehit ile başlarlar.
- 7) Metan Dışı Organik Gazlar (NMOG); NMHC + karbonil den oluşur.
- 8) Yarı Uçucu Organik Bileşikler; PAH’lar, metokifenoller, laktonlar ve diğer polar ve apolar organik bileşikler gibi bileşikler çevreye yayıldığında gaz ile yoğun faz arasındaki kısmı içeren bileşiklerdir.
- 9) UOB; Uçucu Organik Bileşikler; NMHC + ağır hidrokarbonlar + karbonil + halokarbonlar (C20 den küçük) (Kuntasal Oğuz, 2005).

### **2.2.1. Uçucu organik bileşiklerin çevre üzerine etkileri**

Uçucu organik bileşikler 50 yıldan uzun bir süredir çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle ilgi görmektedir. UOB’lerin bahsedilen bu doğrudan ve dolaylı etkileri şöyle sıralanabilir:

1-) Troposferik ozon oluşumu; 2-) İnsan sağlığı üzerindeki etkileri; 3-) Bitki örtüsü üzerindeki etkileri; 4-) İklim değişiklikleri üzerindeki etkileri; 5-) Stratosferik ozon tükenmesi.

#### **2.2.1.1. Troposferik ozon oluşumu**

NO<sub>x</sub> ve hidrokarbon karışımların solar radyasyonlu aktinik bölgeye maruz kaldığında aktive olan karmaşık dizilimli kimyasal reaksiyonlar, peroksilasetil nitrat (PAN), nitrik asit ve oksijenlenmiş hidrokarbonlar gibi fotokimyasal olarak adlandırılan geniş bir tür çeşitliliği oluşturabilmektedir. Bu kirletici maddelerin durumu gün ve gece döngülerinin değişimli dizilimleri boyunca tam anlamıyla birbirine bağlıdır.

Elverişli meteorolojik koşullar altında iki döngüde tam olarak aktive edilmiş haldedir. Bu işlemler lineer olmadığından, atmosferde ozon ve fotokimyasal oksidanların hızlı birikimi meydana gelebilir. Dört veya beş gün içinde, kirletici maddelerin birikimi o kadar şiddetli olabilir ki, insan sağlığı, bitki örtüsü ve malzemeler üzerinde olumsuz etkisi olan fotokimyasal sis kirliliği vakaları gözlenebilmektedir.

### **2.2.1.2. İnsan sağlığı üzerindeki etkileri**

UOB'lerin insan sağlığı üzerinde doğrudan olumsuz etkileri olabilmektedir. Birçok UOB toksik ve kansorejen olarak sınıflandırılmıştır ve bu yüzden bu bileşiklerin yüksek miktarlarına kısa süreliğine ya da düşük miktarlarına uzun süreliğine maruz kalmak güvenli değildir. UOB'ler başağrısı, göz ve mukozalarda iritasyon, bitkinlik ve astım semptomlarını içeren ve "hasta bina sendromu semptomları olarak tanımlanan rahatsızlıklara yol açmaktadır (Jarnstrom ve diğ., 2006). Ayrıca benzen gibi bazı UOB'lere uzun bir süre maruz kalınmasının kansere yol açtığı görülmüştür. Ayrıca, n-hegzanın sebep olduğu kronik nörotoksik etkiler, aldehitlerin yol açtığı mukoz zarındaki tahriş, toluen ve ksilenlerin merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileri de rapor edilmiştir. US EPA Temiz Hava Planlarında (CAA, 1991) birçoğu UOB olan 185 zararlı hava kirleticiyi (HAP) listelemiştir. Kanada Çevre Koruma Ajansı, Çevre ve Sağlık Bakanlığında istediği öncelikli madde listelerinde (PSL) birçoğu UOB olan 25 toksik bileşik tanımlanmıştır. Birçoğunun etkisi konusunda bilgi olmamakla birlikte, hayvanlar üzerinde yapılan çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlar UOBlerin kanser, çocuklarda ve yeni doğanlarda gelişme bozukluğu, düşük ve doğurganlıkta azalmaya neden olduğu ve pulmoner sisteme zarar verdiği, solunum yolları ve merkezi sinir sistemi üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bu etkiler maruz kalınan süre ve dozla yakından ilişkilidir.

Evlerde kullanılan eşyalardan ev ortamına yayılan uçucu organik bileşiklerin sağlığa zararlı etkileri ele alınması gerekir. Evsel eşyalar, boya, boya malzemesi, solventler, ahşap koruyucular, aerosol spreyleyici ve dezenfektanlar, böcek kovucular ve koku vericiler, depolanmış yakıtlar ve otomotiv ürünleri, hobi malzemeleri, kuru temizlenmiş giysiler evsel ortamda uçucu organik bileşiklerin emisyon kaynaklarını

oluşturur. Bunların insan sağlığı üzerindeki etkileri göz, burun ve boğaz tahrişi; baş ağrısı, koordinasyon kaybı, mide bulantısı; karaciğer, böbrek ve merkezi sinir sistemine zararlardır (Verschueren, 1977).

#### **2.2.1.3. Bitki örtüsü üzerindeki etkileri**

UOB'lerin bitkiler üzerindeki etkilerini araştıran deneyler, UOB'lerin iklim değişiklikleri ve foto oksidanların oluşumundaki dolaylı etkilerini bize açıkça gösterir (AAS, 2005). Bazı deneysel araştırmalar etenin bitkiler üzerinde doğrudan fitotoksik etkisi olduğunu gösterir. Eten dikkat çekicidir çünkü birçok bitki tarafından fitohormon olarak üretilir ve bu da büyüme, ayrımlaşma ve yaşlanma gibi fizyolojik ilerlemelerde etkilidir. En iyi bilinen özelliklerinden biri de meyvelerin olgunlaşması için harekete geçirici etkisidir. Bununla beraber, birçok çeşit stres (kuraklık, sel, yaralanma, hastalığa sebebiyet veren mikroplar ve havayı kirleten gazlar gibi) etenin biyosentezini arttırır, bu da stresin kuvvetlenmesinde rol oynar. Tipik emareleri, büyüme engellenmesi, boğum kısılması, tomurcuk kurumaması, yaprakların erken sararması, yaşlanma, ani solma, sarılık ve kangrendir (Kuntasel Oğuz, 2005).

#### **2.2.1.4. İklim üzerindeki etkileri**

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Framework Kongresi (UNFCCC) sera gazlarını (GHG) doğrudan ve dolaylı GHG ler olmak üzere iki grupta tanımlar. Doğrudan GHG ler CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub> ve dolaylı öncü GHG ler NO<sub>x</sub>, CO, UOB ve SO<sub>2</sub> dir (UNFCCC, 2005). Atmosferin ısınım sal dengelerine etkilerinin yanında, UOB'ler fazladan iklimsel etkilere neden olabilir. Örneğin, UOB'ler bulut özelliklerini değiştirebilecek aerosoller oluşturabilirler. Bunun da ötesinde troposferik ozon, UOB'lerin bir sera gazı gibi davranması sonucu oluşmuştur. UOB'ler aynı zamanda stratosferik su buharına etki ederek iklimi de etkiler (AAS, 2005).

### 2.2.2. Uçucu organik bileşiklerin kaynakları

UOBler sadece türlerin geniş bir spektrumu değildir, aynı zamanda kaynakların geniş çeşitliliğiyle alakalıdır. UOBler antropojenik (insan kaynaklı) ve biyojenik kaynaklardan açığa çıkarlar. Antropojenik kaynak kategorileri şu şekilde sıralanır: i) Yanma işlemi, ii) Fosil yakıtlarının üretimi, kimyasal işlemi, stoklanması ve dağıtımı, iii) Uçucu organik çözücüler ve çözücü içeren ürünlerin uygulamaları, iv) Endüstriyel ürün işlemleri, v) Biyolojik işlemler (Zalel ve diğ., 2008).

Yanma işlemleri örnekleri, içten yanmalı motorlu araçlar, yanma tesisatı ve fırınlar olabilir. Çözücü içeren ürünlere örnek olarak boyalar ve vernik, metal yağı giderici faktörler ve yapıştırıcılar verilebilir. Biyolojik işlemler, geviş getiren hayvanların sindirim işlemleri, gübre kullanımı ve organik atıkların ortadan kaldırılmasını içerir (Finlayson-Pitts ve Pitts, 1997; Ho ve diğ. 2002; Guo ve diğ., 2003).

Biyojenik kaynaklar, ormanları, çayırları, sulak alanları, suları ve vahşi hayvanları içeren alanları da kapsar. Büyük miktarlarda UOB biyojenik ve antropojenik kaynaklardan troposfere yayılır. Bitki örtüsü, izopiren, monoterpene serileri ve oksitlenmiş UOBler gibi bazı UOBlerin önemli bir kaynağıdır. UOBlerin troposfere yayılımı aynı zamanda yanma kaynakları (motor ve fosil yakıtlı güç kaynaklarının yayılımı), yakıt depolanması ve taşınması, çözücü kullanımı, endüstriyel operasyonlardan kaynaklanan yayılım, deponi alanları ve tehlikeli atık tesisleri gibi antropojenik kaynaklardan da olmaktadır. Bu konuyla ilgili yayınlanmış eserlere bakıldığında, ABD ve dünya çapındaki antropojenik kaynaklardan yayılan UOBler yaklaşık olarak sırasıyla yıllık 20 milyon ton ve 60–140 milyon ton, ayrıca biyojenik kaynaklardan yayılan UOBler yaklaşık olarak sırasıyla yıllık 29 milyon ton ve yıllık 1150 milyon ton (karbondan) olarak tahmin edilmektedir.

Solvent ve yakıt kullanımlarına ek olarak, uçucu organik bileşikler, plastik ve diğer kimyasalların örneğin, tehlikeli bir hava kirleticisi olan vinilklorürün (aynı zamanda PVC plastik materyali) üretiminde ara ürün olarak çıkarlar. Solventler ve motor yakıtları, çoğunlukla petrolden ortaya çıkarlar böylece aslında bütün uçucu organik bileşik kaynakları rafine petrole dayanmaktadır (Verschueren, 1977).

### 2.2.2.1. İç ortam kaynakları

Uçucu organik bileşiklerin iç ortam kaynakları; dış ortam havasından iç ortamlara taşınan dış ortam kirleticileri ve insan aktivitelerinin birleşmesiyle oluşur (Baya ve diğ., 2004).

Bina içindeki havada bulunan UOBlerin kaynakları ise birçok çeşit bina malzemelerinden, temizlik malzemelerinden, ofis ürünlerinden ve makinelerinden, boya ve mobilyalardan meydana gelmektedir. Bazı durumlarda, özellikle de hava girişlerinin park alanları ya da kirlenmiş havanın bina içine girebileceği diğer bölgelere yakın olarak konumlandırıldığı durumlarda dışarıdaki hava yapısı içindeki hava kirliliğine katkıda bulunabilmektedir. Banyo yapmak, yemek pişirmek, sigara içmek, kozmetikler, hijyen ürünleri ve aynı zamanda biyolojik insan faaliyetleri UOBlerde artışa yol açar. Tablo 2.4’de yapı içindeki havada bulunan temel UOBlerin tipik kaynakları özetlenmektedir. UOBlerin emisyonları tipik olarak belirli bir zaman aralığında tanımlanan bir yüzey alanının bir oranı olarak tanımlanır ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ ). UOB emisyon hızları ve bunun sonucunda havada bulunan UOB konsantrasyonları, malzemenin içindeki UOB konsantrasyonu, malzeme içindeki difüzyon hızı, sıcaklık ve yüzey boyunca oluşan hava hareketleri gibi birçok faktöre bağlıdır. Birçok durumda, özellikle de eski malzemeler için artan hava akımı emisyon hızını arttırmaz. Bununla beraber, bazı yeni ürünlerin uygulanmasından sonra eğer malzemenin yüzeyi ve hava arasındaki yoğunluk yükselmesi doymuş duruma gelirse, emisyon hızı birinci Fick kanununa göre sınırlandırılabilir. Böyle bir durumda havalandırmadaki artış aslında emisyon hızında bir artışa neden olabilir. Çeşitli malzemelerdeki UOB difüzyonu aynı zamanda malzemenin yaşına, ortam sıcaklığına ve nemine de bağlıdır. Çeşitli malzemelerdeki, sonuç emisyon hızlarındaki ve çevre konsantrasyonlarındaki UOB davranışını tahmin etmek amacıyla teorik modeller geliştirilmiştir (Bardana ve Montanaro, 1996; Guo ve diğ., 2003).

İç ortam uçucu organik bileşik kaynaklarından en önemlileri tütün dumanından meydana gelenlerdir. Bunlar; benzen, toluen, oktan, m- ve p- ksilendir. İç ortamda uçucu organik bileşiklerin oluşmasına neden olan diğer kaynaklarda; aseton, sprey

boyalar, şömineler, petrollü ve gazlı ısıtıcılar, bazı temizlik maddeleridir (Vega ve diğ., 2000; Chan ve diğ., 2002; Son ve diğ., 2003).

Tütün dumanından fazla miktarda çıkan benzenin başka farklı kaynakları da vardır. Bunlar; kozmetik kullanımı ve sinek kovarlarıdır. Naftalin ve hava temizleyiciler ise, kansere yol açan paradiklorobenzen kaynaklarıdır. Odun sobası ayrıca, bütılbenzen, toluen, m- ve p- ksilen kaynağıdır. Aerosol spreyler, baş dönmesi, nefes almada düzensizlik gibi sağlık etkileri olan trikloreten kaynağıdır. Böcek öldürücüler ve sinek kovarlar ise, o-ksilen kaynaklarıdır. Çok uçucu bir bileşik olan ve metallerde yağ gideriminde kullanılan tetrakloroetilen ise kuru temizlemelerde de kullanılır ve evlerde buharlaşan bu kirletici bir iç ortam uçucu organik bileşiğidir. Stiren ise, halılardan ve evlerde kullanılan plastik malzemelerden kaynaklanır. Bunun dışında mum ve yapı malzemelerinden kaynaklanan uçucu organik bileşiklerde vardır. Bunlar; dekan, dodekan ve undekandır (Baya ve diğ., 2004).

Tablo 2.4: Genel İçortam UOB Kaynakları (Baya ve diğ., 2004)

<b>Uçucu Organik Bileşikler</b>	<b>Kaynakları</b>
Kloroform	Su, yapıştırıcılar, izolasyon köpüğü, mürekkepler
1,1,1,-trikloreten	Temizlik sıvıları
Benzen	Tütün dumanı, yapıştırıcılar, temizleyiciler, boya çıkarıcılar, izolasyon köpüğü, mürekkepler, fotoğraf filmi, oto egzosu, tahta boyası
Karbondiklorür	Yapıştırıcılar, izolasyon köpüğü, mürekkepler
Klorbenzen	Solventler
Dekan	Kalafatlama, vernik, duvar kağıdı, sunta, parke, yer/duvar kaplama, gazyağı ısıtıcılar, poliüretan, tahta boyası, yer cilası
m,p-diklorobenzen	Deodorantlar, naftalin kristalleri
Dodekan	Vernik, yer/duvar kaplama, gazyağı ısıtıcıları
Etilbenzen	Yer/duvar kaplama, izolasyon köpüğü, kalafatlama, yapıştırıcılar, vernik, fotoğraf filmi, poliüretanlar
Stiren	İzolasyon köpüğü, kalafatlama, sunta, tütün dumanı, yapıştırıcılar, mürekkepler, fotoğraf filmi, yağlar
Tetrakloroetilen	Kuru temizleme sıvıları, yapıştırıcılar, izolasyon köpüğü, mürekkepler
Trikloroetilen	Yapıştırıcılar, izolasyon köpüğü, mürekkepler, fotoğraf filmi, bant, kaplamalar, yağlar, kauçuk
Undekan	Duvar kağıtları, alçı panel, yer/duvar kaplama, kalafatlama, parke taş, keçe, vernik, boyalar, boya çıkarıcılar, tahta boyası, poliüretan, temizleyiciler, döşeme cilası
m,p,o-ksilen	Keçe, yapıştırıcılar, yer/duvar kaplama, kalafatlama, vernik, tütün dumanı, gazyağı ısıtıcıları, ayakkabı boyası

Yeni yapı malzemeleri önemli UOB kaynaklarıdır çünkü bunların imalatında solvent kullanılmaktadır. Solvent, yapıştırıcılar ve kalafat gibi bazı ürünlerin bileşiminde bulunan ana bileşendir ve ürünü kullanılabildiği kadar sıvı halde tutmak için eklenmektedir. Uygulandıktan sonra, materyal onarılabildiği kadar hızla buharlaşır ve katılaştırır daha sonra emisyon oranları hızla düşer. Teorik modelleme ile UOB emisyonlarının üssel bozulmalarını yarılanma ömrü olarak 300 gün şeklinde bulunmuştur. Ancak, asıl UOB ölçümleri daha hızlı dağılıma yüzdeleri göstermektedir. Teorik ve asıl UOB emisyonlarındaki farklılık, solventlerin oldukça yüksek olan başlangıçtaki konsantrasyonları yapıştırıcılardan, boyalardan ve diğer materyallerden UOBlerin düşük yayılma hızlarıyla karşılaştırıldığında, hızlı bir şekilde buharlaştığı şeklinde açıklanabilir. Bu şekilde bakıldığında boya uygulaması yapıldığında solvent birkaç saat içinde buharlaşır. Su bazlı boyalar önemli ölçüde daha az solvent içerir ancak sıklıkla tamamen kuruması için daha uzun bir zamana ihtiyacı olur ve uygulamadan birkaç ay sonra glikol eter UOBleri yayabilmektedir. Bazı durumlarda, materyaller dahilinde kimyasal reaksiyonların uzun zamanlarda meydana gelmesi bazı UOBlerin düşük seviyelerinin salınmasıyla sonuçlanabilir. Formaldehitin genişletilmiş zamanda çeşitli eskimiş ürünlerden yayıldığı da ayrıca kaydedilmiştir (Bardana ve Montanaro, 1996).

Yukarıda belirtilen iç ortam kirleticilerinden bazıları aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

**Yalıtım Malzemeleri:** Yalıtım malzemeleri tipik olarak lifli veya köpüksü ürünlerden oluşmaktadır. Lifli yalıtım malzemesi el yapımı camsı lif (camyünü, taş yünü gibi) veya doğal lifleri içerir ve genellikle selülozdan yapılmışlardır. Lifli yalıtım malzemeleri çoğunlukla etkisiz malzemeler içerirler ancak sık sık fenollü reçineler, akrilik yapıştırıcılar, yağlar, nemlendirici maddeler, anti statik maddeler, ekstrüderler, dengeleyicilerle birbirlerine bağlanmışlardır, bunlar ürün ağırlığının yaklaşık olarak %10'unu kapsamaktadır. Lifli yalıtım malzemesinin önceden en genel formülasyonunda üre formaldehit kullanılmakta iken günümüzde yerini poliüretan, fenollü polistiren, sentetik ve üre tabanlı köpükler almıştır. Polistiren köpük için UOB emisyon oranları yaklaşık olarak  $1400 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$  ve poliüretan köpük

için de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ ' dir. Lifli yalıtım ürünündeki en düşük UOB emisyon oranı da  $12 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$  olarak bulunmuştur

**Duvar Kaplamaları:** Duvar kaplamaları belli bir sırayla kağıt, kumaş, odun, vinil ve plastik gibi maddeler içerirler. Alifatik, aromatik, ve klorlü hidrokarbon emisyonları test odalarında yapışkanlı duvar kağıdından alçıpana kadar ölçülmüştür. Ancak, UOBlerin duvar kağıdındaki katkısı, yapıştırıcılarla karşılaştırıldığında kararlı değildir. UOB konsantrasyonları vinil duvar kaplamaları için ortalama olarak  $300 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$  olurken, tekstil ürünlerine bakıldığında  $840 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$  olduğu görülmüştür. Kağıt duvar kaplamaları da,  $30 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$  ile en düşük UOB yayıcıları olduklarını göstermişlerdir.

**Döşeme Kaplamaları:** Esnek döşeme kaplamalar, genelde vinil kaplamalar veya seramikler, polivinilklorid reçineler, akışkanlaştırıcılar, elyaflar, pigmentler ve dolgulardan oluşmuşlardır. Linolyum döşemeleri yanlış kullanım itibariyle artık üretilmemektedir. Emisyon çalışmaları formaldehit varlığını ispatlamışlardır ancak oranlar odunlu ürünlerden daha az olmuştur. Vinil döşemelerindeki toplam UOB emisyon oranları 590'dan  $2300 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$  'e yükseldiği raporlanmıştır. UOB' ler alkanlar, etiltoluen izomerleri ve glikol eterleri içeren yer döşemelerinde en yüksek konsantrasyonlara ulaşmışlardır. Vinil döşemede yayılan bazı UOBler farklı karakteristiklere sahiptir. Örneğin, plastikleştirici 2,2,4-trimetil, 1,3 pentadioldiisobutiren (TXIB), bazı iç ortam hava araştırmaları sırasında bulunmuştur. Bazı farklı durumlarda vinil kaplamada kullanılan plastikleştiricinin bozulabildiği ve yüksek molekül ağırlıklı alkol ve hoş olmayan tiksindirici bir koku meydana getirmektedir. Somut olarak uygulandığında, normal alkalin maddesi nemin varlığında, plastikleştiricinin, dietilhegzafitalatın hidrolizine ve 2-etilhegzanol ve fitalik asit çıkmasına neden olabilmektedir. Bu reaksiyon, uzun zaman devam etmekte ve 2-etilhegzanolün aşamalı olarak havaya verilmesiyle sonuçlanabilmektedir .

**Halılar:** Halı UOB emisyonu oluşturabilecek elyaf, birincil ve ikincil kaplama, lateks, boya ve kimyasal arıtım malzemelerinden oluşmuştur. Yapıştırıcılar çoğu ofiste halılar kurulurken kullanılmaktadır ve UOB oluşumuna sebep olmaktadır. Halıların



büyük çoğunluğu naylon elyaflardan yapılmıştır, bazıları ise polipropilen, polyester ve yünden oluşmuştur. Halı kaplamalar genelde polipropilenden yapılmışlardır. Hint keneviri (elyaf) günümüzde daha az kullanılmaktadır. Halı doldurma sıklıkla üretandan oluşur, kauçuk daha az kullanılmaktadır. Halıdaki çoğu UOB için emisyon oranları bir haftada %60'dan fazla düşüşe uğramaktadır ve yayılan toplam UOB kütlesi ilk 24 saatte gerçekleşmektedir. Bu çalışma, yeni monte edilen halının emisyon oranlarının 24 saat sonunda  $200 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$  'ten daha aza düştüğünü vurgulamış ve UOB emisyon oranlarının daha sonraki günlerde daha da düşeceğini belirtmiştir. 4-fenilsiklohegzan bileşiği (4-PC), yeni halının kokusunu oluşturmaktadır. Düşük koku eşiğinin 0,5 ppb'den düşük olduğu tahmin edilmektedir. 4-PC, stiren ve çoğu halılardaki lateks kaplamadaki 1,3 bütadienin arasındaki polimerizasyon reaksiyonundan meydana gelmektedir. Kuruduktan bir hafta sonra, 4-PC'nin konsantrasyonunun üçte ikisinin azalmasına rağmen, stiren ve bütadien arasındaki reaksiyon meydana gelmeye devam eder ve 4-PC emisyonlarının uygulamadan birkaç ay boyunca devamlı kalmasına sebep olur.

Bazı durumlarda, halının uygun olmayan kurulumlarında UOB emisyonları üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

**Yapıştırıcılar:** Yapıştırıcılar, doğal ve sentetik reçineler içeren, bir yapı malzemesini diğerine birleştirmek için üretilmişlerdir. Tipik olarak su veya solvent bazlıdır ve hayvan ve bitki kaynaklı kazein, nişasta, dekstrin ve alifatik maddeler içeren doğal reçinelerden meydana gelmişlerdir. Sentetik reçineler, sıvı veya katı polimerler, emülsiyonlar, sıcak erimiş etilen vinil asetat ve lateks akriliklerden oluşmuşlardır. Sıvı polimerler ve su bazlı yapıştırıcılara karşı olarak, katı polimer ve kauçuklar en yüksek UOB emisyon oranına sahiptirler, çünkü, uygulama sırasında buharlaşan yüksek miktarda solvent içerirler. Saatlik hava değişim oranı içeren bir havalandırmaya sahip  $300 \text{ m}^3$  'lük bir apartman çalışmasında, halı yapıştırma sırasında kullanılan 4,8 kg toluen, hava kaynaklı toluen seviyelerini  $30000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  'e çıkarmış ve dört ay sonunda taban seviyeleri hızlı bir düşüşle  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olmuştur.

**Dolgu Macun ve Kalafatlama:** Yapıştırıcılara benzer olan bu ürünler, boşluk doldurmak için tasarlanmışlardır ve toz, kir, nem ve kimyasal içermezler. Çoğu

dolgu macunlar ve kalafatlama malzemeleri doğal veya bitüm bazlı maddelerden meydana gelen reçinelerden oluşmuş veya kauçuk, polimer, emülsiyon, bant veya köpük içeren sentetik malzemelerden formüle edilmişlerdir. Dolgu macunlar ve kalafatlama, uygulamadan hemen sonra kuruyuncaya kadar solvent yayılımıyla UOB yayarlar. Ufak miktarlardaki UOB'ler çapraz bağlanan polimerlerin yayılmasıyla oluşabilirler. UOB emisyon değerleri doğal bitüm maddeler için 114 µg/g, silikon için 7500 µg/g olarak açıklanmıştır.

Çevresel Sigara Dumanı (ÇSD): ÇSD'nın, akut ve kronik ciğer hastalıkları, tahriş edici semptomları, prematüre bebek doğumları ve kanser riski gibi çeşitli sağlık etkileri mevcuttur. ÇSD, tahriş edici, toksik ve karsinogenik olan bir çok UOB içerir. UOB maruziyetindeki aktif veya pasif sigara dumanına maruz kalanlar, UOB'lerin iç ortam havasını kirleten diğer olası kaynaklarından daha kuvvetli bir etkiye neden olmaktadır.

Sigara dumanında hem UOBler hem de partikül maddeler üzerinde poliaromatik hidrokarbon bileşikleri gibi birçok organik bileşik vardır. Ağır sigara dumanının bulunduğu ortamlar 50 ila 200 µg/m<sup>3</sup> UOB konsantrasyonu içerebilir. ÇSD'dan kaynaklanan benzenin katkısı daha yüksek konsantrasyonlar olarak görülmektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada tipik olarak 7 µg/m<sup>3</sup>'lük bir eşik değerine sahip olan sigara içilmeyen evlerle karşılaştırıldığında 11 µg/m<sup>3</sup> olarak ölçülmüştür. Tütün dumanındaki tahriş edici UOBlere maruziyetler pasif içiciler için çok daha yüksektir. Sigara dumanında bulunan karbonmonoksit (CO) kayda değer miktarlardadır. Ancak ÇSD içeren çevrelerde etkili bir belirleyici değildir ve konsantrasyonları 1-5 ppm'den yüksek olmayan bu çevrelerde diğer önemli CO kaynakları bulunmaktadır. Benzer olarak, binalarda yaşayanlarda ölçülen karboksihemoglobin seviyeleri iç ortam havasındaki CO kirliliğinin 25 ppm'den yüksek konsantrasyonları dışında kayda değer bir ölçüm sayılmamaktadır (Bardana ve Montanaro, 1996).

#### **2.2.2.2. Dış ortam kaynakları**

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan uçucu organik bileşiklerin çoğu, yanma prosesi yan ürünlerinin, egzoz sistemi yoluyla dış çevreye salınmasından ve yakıtın

buharlaşmasından meydana gelmektedir. UOB parçacıkları da fren ve dış lastikten salınmaktadır.

Motorlu taşıtlardan salınan maddeler; asetaldehit, aseton, benzen, 1-3 bütadien, formaldehit, siklohegzan, karbonmonoksit, hegzan, toluen, ksilenler, etilbenzen ve stiren bileşikleridir. Bunlar, hava sıcaklığının yükselmesiyle yakıt sistemindeki yakıtın sıcaklığının artmasından ve buharlaşmasından, araba çalışıyor durumda iken benzinin buharlaşmasından ve motorun çalışması durduktan sonra, belli bir zamana kadar benzinin buharlaşmasından havaya salınabilmektedir. Buharlaşan emisyonlar benzinin doldurulması sırasında ve ayrıca yakıt tankerlerinin yüklenmesi ve boşaltma sırasında da ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca tam yanmamış organikler, orman yangınları ve spreyci boyalar da birer dış ortam UOB kaynaklarıdır. Ayrıca, doğal gazdan da ksilen oluşmaktadır (AAS, 2005)

### **2.2.3. Uçucu organik bileşiklere ait uluslararası çalışmalar**

Çeşitli ülkelerde UOB'lere ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmayla benzer yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalara ait bilgiler aşağıda özetlenmektedir.

Son ve diğerlerinin (2003) yaptığı çalışmada Asan ile bir metropolitan şehri olan Seul'de iç ortam ve dış ortam uçucu organik bileşik konsantrasyonları eş zamanlı olarak ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Uçucu organik bileşiklerin konsantrasyonları ve kişisel maruziyetleri 60 gönüllü ile 24 saatlik periyotlarla iç ortam ve dış ortam havasından ayrı ayrı olmak suretiyle ölçülmüştür. Pasif örnekleyiciler her evin oturma odasına yerleştirilmiştir. Ayrıca bir örnekleyici dış ortama, bir örnekleyici de kişilerin nefes alma yoluna yakın bir bölgeye yerleştirilmiştir. Karbondisülfid ile ekstrakte edilen örnekler GC/MS cihazı kullanılarak analizlenmiştir. 10 uçucu organik bileşik (benzen, toluen, o-ksilen, etilbenzen, oktan, MIBK, 1,2 diklorobenzen, trikloroetilen ve stiren) analiz edilmiştir. Çıkan sonuçlar; metropolitan bir şehir olan Seul'deki hava kirletici seviyelerinin Asan'a göre çok

daha yüksek olduğu görülmüştür. Asan'da toluen, o-ksilen ve p-ksilen konsantrasyonları iç ortam havasında, dış ortamdakinden çok daha fazla, Seul'de ise benzen, toluen, p-ksilen, etilbenzen ve oktan konsantrasyonlarının, iç ortam havasında çok daha fazla olduğu görülmüştür. İç ortamdaki toluen konsantrasyonları Seul'de Asan'a göre 100 kat daha fazla çıkmıştır. Benzenin ise her iki şehirde de dış ortam konsantrasyonları iç ortam konsantrasyonlarına göre fazla bulunmuştur. Bu nedenle benzenin trafik kaynaklı bir bileşik olduğunu sonucuna varılmıştır. Ayrıca pasif sigara içicisi durumundaki kişilerin, 24 saatlik örnekleme sonucunda; benzen, toluen p- ve o-ksilen maruziyetlerinin çok daha fazla olduğu ve kullanılan sinek kovar ve kozmetik eşyalarının da iç ortamdaki benzen seviyesini arttırdığı görülmüştür. Ayrıca kullanılan sinek öldürücülerin de iç ortam havasındaki o-ksilen seviyelerini arttırdığı görülmüştür.

Baya ve diğerleri (2004) tarafından Yunanistan'daki iç ortam hava kalitesinin belirlenmesi için yapılan diğer bir çalışmada, 25 evde, 16 uçucu organik bileşik incelenmiştir. Kişisel bir hava pompası kullanılarak evlerin oturma odalarında yapılan aktif örnekleme sonucunda analizler termal desorpsiyon ünitesi bulunan GC-FID (Gaz kromatografisi-alev iyonizasyon dedektörü) ile yapılmıştır. Yapılan örnekleme ve analizler sonucunda, incelenen bileşiklerin kış mevsiminde maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca sigara içilen evlerden alınan örneklerde, incelenen bileşiklerin mevsimsel değişim göstermediği ve yüksek seviyelerde bulunduğu saptanmıştır. Benzen, toluen, m,p-ksilenin, bütün örneklerde bulunduğu belirtilmektedir. Maksimum ve minimum konsantrasyonlar mevsimsel değişikliğe bağlı olarak büyük farklılıklar göstermişlerdir Benzen, toluen ve ksilen konsantrasyonları yaza göre, kışın 4 kat daha yüksek ölçülmüştür.

Bir diğer çalışmada (Chatzis ve diğ., 2005) Yunanistan'ın Atina şehrinde kişisel benzen maruziyetleri incelenmiştir. Belirli gruplardan 50 sigara içmeyen gönüllü seçilmiş ve evlerde pasif örnekleyicilerle 1 yıl boyunca 5'er günlük periyotlarla günde 6 kez izlenmiştir. Günlük aktiviteler örnekleme periyodu sırasında not edilmiştir. Çalışma sonucunda, kanserojen etkisi nedeniyle özel olarak incelenen benzen'in trafiğin yoğun olduğu bölgelerdeki konsantrasyonları, trafiğin yoğun olmadığı bölgelerde ölçülen

konsantrasyonlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada ayrıca sigara içmeyen ve belirli işlerde çalışan gönüllüler (trafik polisleri, otobüs şoförleri, postacılar, öğretmen ve öğrenciler) ile Radiello pasif örnekleyiciler kullanılarak bir çalışma yapılmıştır. Örnekler karbondisülfid ile desorbe edilip GC-MS ile analiz edilmiştir.

Almanya’da yapılan diğler bir çalışmada (Schneider ve diğ., 2001) iç ortam ve dış ortamdaki BTEKS (benzen, toluen, etilbenzen, orto-ksilen, meta- ve para-ksilen) konsantrasyonlarının, Haziran 1995’ten Kasım 1996’ya kadar olan mevsimsel değışimlerini belirlemek amacıyla Almanya’nın Erfurt (Doğru Almanya) kentindeki 204 ev ve Hamburg şehrindeki (Batı Almanya) 201 evde UOB ölçümleri yapılmıştır. BTEKS konsantrasyonları her ev için birer hafta aralıklarla ölçülmüştür. Örnekleme için OVM 3500® pasif örnekleyiciler kullanılmıştır. Alınan örnekler 2 ml CS<sub>2</sub> solüsyonu ile ekstrakte edilerek GC-MS ile analiz edilmiştir. Karşılaştırmalar sonucunda 1995–1996 yıllarında yapılan BTEKS kirliliğı çalışmasında Doğru Almanya’daki konsantrasyonların, Batı Almanya’dakinden daha yüksek olduğı görülmüştür. Ayrıca Erfurt’taki dış ortam BTEKS konsantrasyonlarının mevsimsel değışikliğı de Hamburg’dan yaklaşık 2 kat daha fazla bulunmuştur.

Ahumada ve Whitehead (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Meksika’nın Meksiko ve Puebla şehirlerinde iç ve dış ortam çalışanlarında UOB maruziyetleri araştırılmıştır. Meksiko şehri ve Puebla’da toplam 35 dış ortam ve 33 iç ortam çalışanlarında UOBler için kişisel maruziyet ölçümleri Nisan ve Mayıs 2002 arasında 3M serisi Organik Buhar Monitörleri (OVM 3500®) katılımcıların iş sırası ve dışındaki maruziyetlerini ölçmek için soluma bölgesine ve giysinin dışına tutturulmuştur. Karbondisülfid ile ekstrakte edilen örnekler GC’de analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda 2 şehirde de dış ortam çalışanlarının birçok UOB’ye mesleklerinden dolayı iç ortam çalışanlarından daha fazla maruz kaldığı bulunmuştur. Çevresel hava kirliliğı seviyelerinin iki şehir arasında farklı olması nedeniyle Puebla’da çalışanlar Meksiko şehrindekilere oranla daha düşük seviyelere maruz kalması Puebla’da daha az

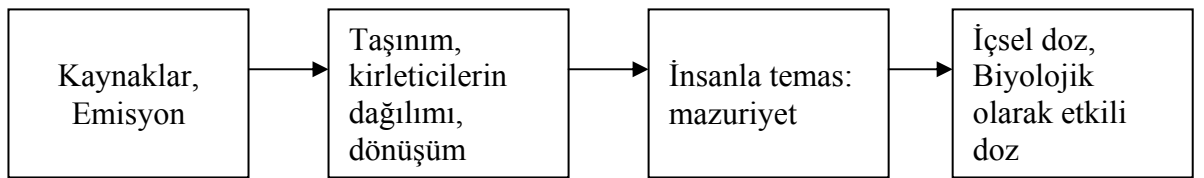
sayıda otomobil bulunmasına ve endüstriyel emisyon yoğunluğunun düşük olmasına bağlanmıştır.

## 2.3. Maruziyet Değerlendirmesi

### 2.3.1. Maruziyetin tanımlanması

Maruziyet değerlendirilmesinde ‘İnsan maruziyeti’ tanımlanırken insanın çevredeki en önemli alıcı olduğu vurgulanır. Maruziyet, bir insan bir kirletici ile temasta bulunduğu zaman oluşmaktadır. Bu durum, i kişisi ile (veya bir grup kişinin), c konsantrasyonundaki bir kirletici arasında belirli bir t süresi boyunca temas gerçekleştiği zaman oluşur. Bu tanımlamaya göre kişinin kirletici ile temas etmesi gerekir; kişinin kirleticiyi soluması veya yutması gerekli değildir. Maruziyetin tanımlanması için çevrede bulunan kirletici seviyesi bilinmelidir. Bununla birlikte, kirletici fiziksel bir sınırla (cilt, alveolar epital hücreler) karşılaştığı zaman doz kavramı kullanılır. Doz, kütle birimleriyle ölçülebilen, belirli bir zaman aralığı için vücutta depolanan veya absorblanan materyal miktarıdır. Doz; içsel doz olarak veya biyolojik olarak etkili doz olarak tanımlanabilir. Çok yönlü bir maruziyet değerlendirmesi, bir kirletici kaynağı ve onun sağlık etkileri arasında değerlendirmenin yapıldığı risk değerlendirme işleminin bir parçasıdır.

Şekil 2.1; kirleticilerin kaynaktan vücuda doğru akışını göstermektedir. Genelde bu şekil bütün çevresel ortamlarda (su, hava, besin) geçerlidir. Hava kirleticileri her yere dağılır ve insanların hedef organları ile sürekli temas halindedirler (Monn, 2001).



Şekil 2.1: Kirleticilerin kaynaktan vücuda olan akışı

### **2.3.2. Maruziyetin ölçülmesi**

Kişisel maruziyetin ölçülmesi doğrudan veya dolaylı olarak gerçekleştirilebilir. Doğrudan uygulamalarda maruziyet seviyeleri bireysel olarak belirlenebilir (kişisel örnekleyiciler veya biyolojik işaretleyiciler kullanarak); dolaylı uygulamalarda ise maruziyet seviyeleri durağan bir şekilde veya modellerle belirlenir. Bir metodun değerlendirilmesi metodun doğal kriterleri göz önüne alınarak yapılır. Bu kriterler; hassasiyet, kesinlik, doğruluk, seçicilik ve limitlerin bulunmasıdır. Bu kriterlerin yanında maliyet ve uygulanabilirlik de belirli bir metodun seçilmesinde önemli faktörlerdir (Monn, 2001).

### **2.3.3. İç ortam havasının izlenmesi**

İç ortam hava kalitesinin belirlenmesi için yapılan örnekleme ve analiz yöntemleri incelenen kirletici veya kirleticilere bağlı olarak değişir. İç ortam hava kalitesinin belirlenmesi, örneklerin laboratuvarında analiz edilmesi veya doğrudan sonuç veren otomatik cihazlar kullanılarak yapılabilir. Örnekleme metodları hava kirleticilerinin toplanmasında kullanılan yöntemlerdir. Bu metodlar, aktif (havayı pompa ile taşıyan) veya pasif (havayı difüzyonla taşıyan) olabilir. Hava kirleticilerin ölçüm yöntemlerinden biri olan görüntüleme metodları, elektronik temelli düzenekler içerirler, kirleticilerin toplanması ve aynı zamanda analiz edilmesi için kullanılırlar. Ölçüm yöntemleri doğrudan okumalı veya dolaylı okumalı yöntemler şeklinde de ayrılabilir. Doğrudan okumalı yöntemlerde örnek toplanır ve aynı zamanda analiz edilir. Bu metodlar, elektronik temelli yöntemlerdir. Burada bir sensör ile belirlenen giriş sinyali mekanik ve elektriksel bileşenlerle, konsantrasyon veya kolayca yorumlanabilen farklı ölçüm birimine dönüştürülür. Diğer bir doğrudan okumalı yöntem ise kirletici ile reaksiyona girebilecek bir kimyasal madde kullanılarak belirli kalibrasyon aralıklarına göre renk değişimi oluşturabilen kalorimetrik indikatörler kullanılmasıdır. Dolaylı okumalı metodlarda ise örnekleme ve analiz iki aşamada gerçekleşir. Örnek bir reaktif yüzeye veya içine toplanır daha sonra laboratuvarında uygun analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilir. Bu yöntemlerde partikül maddeler bir filtrenin üzerinde, gazlar ise bir sıvının içinde, katı kimyasal bir maddenin veya kimyasal bir işleme tabi tutulmuş bir kağıdın üzerinde toplanır (Hays ve diğ. 1995).

#### 2.3.4. Kişisel izleme

Hava kirliliğine kişisel maruziyetin izlenmesinde genellikle pasif örnekleyiciler veya biyolojik işaretleyiciler kullanılmaktadır. Pasif örnekleyiciler kişisel örneklemede en yaygın ve en kolay kullanılan cihazlardır. Bu cihazlar gazların pasif difüzyonunu temel alır ve havadaki konsantrasyon Fick difüzyon kanununa göre hesaplanır. Örnekleyiciler hafiftir, elektrik gerektirmezler ve giysilerin üzerine kolayca tutturulabilmeleri nedeniyle kişisel örnekleme için uygundur. Bu örnekleyiciler tüplerden veya küçük özel rozetlerden oluşur. Pasif örnekleyiciler en çok NO<sub>2</sub> için kullanılır. Örnekleme zamanı konsantrasyona bağlı olarak birkaç gün ile bir hafta arasında olmaktadır. Ayrıca CO, SO<sub>2</sub>, VOC, O<sub>3</sub>, formaldehit ve amonyak için de pasif örnekleyiciler vardır.

Biyolojik işaretçiler, maruziyet işaretçileri ve etki (sonuç) işaretçileri olarak gruplandırılabilir. Etki işaretçileri genellikle tıbbi bir tanı (akciğer fonksiyonlarında azalma gibi) içerebilen anormalliklerin ön klinik belirleyicisidir. Maruziyet işaretçileri ise insan sınırlarını geçen analitin konsantrasyonunu yansıtır. Biyolojik işaretçileri, nefesten, idrardan, saçtan, tırnaktan, burun lavajlarından veya daha zor prosedürlerde, kandan veya bronş alveolar lavajdan gelen sıvılardan toplanabilir. Biyolojik işaretçiler mesleki çalışmalarda bilinen spesifik maruziyetlerde (örneğin solventler) çok yaygın olarak kullanılır. Biyolojik işaretçilerin kullanılmasının avantajı maruziyetin zaman sınırlamasının olmaması ve bütün maruziyet yollarının içerilmesidir. Ancak dezavantajı ise, maruziyet yollarının birbirinden ayrılmadığı durumlarda bir eksiklik içermesidir. Örneğin, pestisitlerin deri yoluyla maruziyeti çok önemli olabilir fakat yalnızca biyolojik işaretçilere bakıldığı zaman cilt yönünde bu kirlleticilerin alınması ile ilgili çok az bilgi vardır. Çevresel maruziyetlerle içsel doz arasındaki ilişkilerin hesaplanması ve yorumlanması için kinetik, yarılanma ömrü, salgılar ve metabolik taşınımlarla ilgili verilere ihtiyaç vardır. Havadaki konsantrasyon ile vücuttaki seviye arasında ilişki kurabilmek için modeller kullanılabilir. Biyolojik işaretçilerin kullanılabilirliğini değerlendirebilmek için vücuttaki yarılanma ömürlerini ve zamanla değişimlerini bilmek önemlidir. Biyolojik işaretçilerin yalnızca son zamanlardaki maruziyetleri yansıtması nedeniyle yalnızca akut etkiler üzerine olası çalışmalarda kullanılabilirler. Maruziyet işaretçileri için bir



örnek kanda kurşundur. Kurşun ayrıca kemik iliğinde de kalır ve vücutta oldukça uzun bir yarılanma ömrü vardır. Bazı örnekler kanserojenik ve mutajenik potansiyeller gösterebilir. Tablo 2.5’de bazı etki ve maruziyet işaretçileri gösterilmektedir (Monn, 2001).

Tablo 2.5: Etki ve maruziyet biyolojik işaretçileri (Monn, 2001)

<b>İşaretçi tipi</b>	<b>İşaretçilere örnekler</b>
Maruziyet biyolojik işaretçileri	Kanda kurşun, solunmuş havada VOC, anne sütündeki kimyasallar (DDT, PCB), hidroksi pirolin
Etki biyolojik işaretçileri	Kromozom bozulmaları, akciğer fonksiyonlarında değişiklikler

#### **2.4. Hava Kirliliği Örnekleme Yöntemleri**

Örnekleme aşaması, analitik işlemler arasında en önemli adım olarak sayılabilir. Bu aşamada yapılan hatalar sonradan analiz esnasında düzeltilemez. Analit veya analitlerin yapısına ve konsantrasyon seviyelerine bağlı olarak değişen çok sayıda örnekleme yöntemi vardır. En basit şekli ile örnekleme, ilgili materyalin bir örneğinin (su, hava, v.b.) uygun bir kaba toplandıktan sonra yerinde veya laboratuvarında doğrudan analiz edilmesidir (Gorecki ve Namiesnik, 2002). Bu anlamda; örnekleme teknikleri iki ana kategoriye ayrılmaktadır: (1) laboratuvarında analiz edilen örnek toplama cihazları (pasif örnekleme), (2) doğrudan okumalı cihazlar (aktif örnekleme). Bu tekniklerin ikisi de; gaz, buhar ve partiküler madde (aerosol) gibi önemli kirletici tiplerine uygulanabilir (McDermott, 2004).

##### **2.4.1. Pasif örnekleme**

Pasif örnekleme yöntemi, örneklenen gazın, atmosferden kimyasal absorbent içeren bir tüp olan örnekleme içine Fick difüzyon kanununa göre difüzyon ile taşınması prensibine dayanır.

Fick Difüzyon kanunu;

$$J = -D \frac{dC_g}{dx} \quad (2.1)$$

Burada;

J, kirletici akışı, (kütle / alan x zaman)

D, gaz difüzyon hızı (difüzivite) , (alan / zaman)

$dC_g/dx$ , gaz konsantrasyon gradyenti, (kütle / hacim x mesafe)

Konsantrasyon gradyenti, adsorbent üzerine kirleticilerin adsorbsiyonu ile oluşur. Sabit difüzyon hızı (difüzivite), doğrusal konsantrasyon gradyenti ve adsorbent yüzeyinde sıfır başlangıç konsantrasyonu ile “t” toplama süresinde ortalama kirletici konsantrasyonu

$$C_g = \frac{m \times \Delta x}{t \times DA} \quad (2.2)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Burada;

m, toplanan kirleticinin kütlesi

$\Delta x$ , Difüzyon yolunun uzunluğu

A, adsorbentin temas alanı

Bu dizaynın zorlukları; konsantrasyon gradyentine ısı akımlarının etkisi, D'nin konsantrasyona bağlılığı, dozimetre geometrisi, sıcaklığın etkisi ve adsorbent yüzeyinin kirleticiler tarafından tamamen kaplanmamasıdır.

Nüfuz kontrollü toplayıcılar için; kirletici polimerik bir membran üzerinde çözünür. Burada kirleticiler gaz temas ara yüzeyi ile çözünme yüzeyi arasındaki konsantrasyon gradyenti farkından dolayı membrana doğru taşınırlar ve uygun bir kimyasal veya yüzeyin içinde veya üzerinde absorbe veya adsorbe olurlar.

Zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyon;

$$C_g = \frac{m \times k}{t} \quad (2.3)$$

olur.

Burada, k; belirli bir kirletici, polimer ve toplayıcı geometrisi için nüfuz sabitidir (Wadden ve Scheff, 1983).

Pasif örnekleyicilerin örnekleyici performansını etkileyen çevresel faktörlerle ilişkili olarak düzenlenen çeşitli konfigürasyonları vardır (Monn ve diğ. 1997; Cox, 2003). Kirleticilerin mekansal değişimlerinin belirlenmesi ve maruziyetle ilgili çalışmalarda, seçilen bölgede birçok istasyonda aynı anda örnekleme şansı vermesi açısından pasif örnekleyiciler, diğer örnekleyicilere göre avantaj sağlamaktadır. Birçok ülkede bu amaçlarla pasif örnekleyicilerin kullanıldığı pek çok çalışmada elde edilen sonuçlar aktif örnekleme sonuçları ile doğrulanmıştır (Lewne ve diğ., 2004).

Pasif örnekleme, genellikle aktif örnekleme kadar doğru sonuç vermektedir. Aktif örnekleme yöntemleri pahalı ve bazen örnekleme ekipmanlarından dolayı kullanışsız olabilir (pompalar, akışmetreler gibi) (Zabiegala ve diğ., 2002). Kirleticilerin maruziyet değerlendirmesinin iyi bir şekilde yapılabilmesi için yaygın bir alanda örnekleme yapılmasına ihtiyaç duyulduğundan bu tarz çalışmalarda ucuz ve enerji gerektirmeyen pasif örnekleyiciler kullanılabilir. Son zamanlarda, atmosferik taşınım ve depolama modellerinin belirlenmesi için kırsal alanlarda ve hatta ormanlık alanlarda daha yaygın bir şekilde örnekleme ihtiyacı duyulmaktadır. Pasif örnekleme sistemlerinin, düşük maliyeti ve kolay yer değiştirilebilirliği ulaşımı zor olan yerlerde örneğin ormanlık alanlarda maruziyet değerlendirmesi yapılırken bu sistemlerin kullanımını daha çekici hale getirir. Pasif örnekleyiciler ayrıca hava kirleticilerine maruz kaldığı önceden bilinen bölgelerin tanımlanmasında da kullanılır. Ayrıca, enstrümental sistemlerin kurulması için alt yapı oluşturulmasında gerekli olabilir. Hava kirliliği çalışmaları, ilgili hava kirleticilerinin birleşik potansiyel etkilerinin belirlenebilmesi için bu kirleticilerin birlikte ölçülmesini gerektirir. Bu noktada pasif örnekleme birçok kirletici maruziyetinin eş zamanlı

ölçülmesini sağladığı için maliyet açısından çok etkili bir örnekleme şeklidir. Ormanlık alanlarda veya kırsal alanların hava kirleticilerine maruziyetinin kapsamlı bir şekilde belirlenmesi ve karakterizasyonu yalnızca nispeten pahalı olmayan pasif örnekleyicilerin kullanılması ile sağlanabilir. Pasif örnekleyicilerin çapraz korelasyon ve kalibrasyon amaçları için önceden yerleştirilmiş mevcut sürekli görüntüleme merkezlerinin yanına da yerleştirilmeleri gereklidir. Çok sayıda pasif örnekleyicinin yerleştirilmesi kirletici maruziyetlerinin küçük ölçekli değişikliklerinin belirlenmesini de sağlar (Cox, 2003).

Bütün bu nedenlerle pasif örnekleme yöntemleri iç ortam sakinleri için daha kabul edilebilir bir yöntem olmaktadır. Bununla birlikte, örnekleme şekli ölçüm amacına (maksimum veya ortalama konsantrasyon veya konsantrasyonun zamana bağlı olarak değişimi) uygun olarak seçilir (Zabiegala ve diğ., 2002).

#### **2.4.2. Aktif Örnekleme**

Sürekli veya doğrudan okumalı cihazlar (aktif örnekleme), kirleticilerin örnekleme ve analiz aşamalarını birlikte yapılmasını içerir. Aktif örnekleme cihazları tipik olarak, örnekleme probu veya girişi (inlet), akış kontrol ve/veya akış ölçüm aygıtı, gaz veya partikül toplayıcısı (kollektör) ve bir pompa veya blower içerir. Çoğunlukla bu fonksiyonların birkaçı aynı cihazın içinde yer alır.

Dinamik gaz toplama cihazları; gaz örneğinin, bir sıvı ortamına absorpsiyonunu veya katı yüzeyine adsorpsiyonunu içerir. Bununla birlikte; katı adsorblama ortamları gaz toplama verimlerinin yüksek olması nedeniyle daha çok tercih edilirler. Çok çeşitli gazlar için farklı analiz yöntemleri içeren aktif örnekleme cihazları kullanılmaktadır. Bunların birçoğu endüstriyel olmayan iç ortamlarda da kullanılabilir yeterli hassasiyete sahiptir. Tablo 2.6'da çeşitli aktif örnekleme cihazlarının içerdiği analitik yöntemler gösterilmektedir (Wadden ve Scheff, 1983).

Tablo 2.6: Çeşitli aktif örnekleme cihazlarının içerdiği analitik yöntemler

<b>Gaz</b>	<b>Analitik Yöntem</b>
Karbonmonoksit	Elektrokimyasal yükseltgenme, Gaz kromatografisi, Kızılötesi fotometresi
Ozon	Kulometri, Kemiluminesans, Ultraviyole fotometresi
Kükürtdioksit	Kulometri, Kolorimetri, Kemiluminesans, Gaz kromatografisi
Azotoksitler	NO <sub>2</sub> 'ye yükseltgenme/kolorimetri Kemiluminesans
Azotdioksit	Kolometri NO'ya indirgenme/ Kemiluminesans
Hidrokarbonlar	Gaz kromatografisi
Karbondioksit	Kızılötesi fotometrisi

## 2.5. Reseptör (Alıcı Ortam) modellemesi

Kaynak emisyonları ve çevre izleme verilerini kullanarak kaynak katkılarını değerlendirmek için iki yaklaşım kullanılabilir: 1) Kaynağa yönelik modeller 2) Reseptöre (alıcı ortama) yönelik modeller. Kaynağa yönelik modeller, spesifik alıcı ortam hava izleme bölgelerinde kirletici konsantrasyonlarını tahmin etmek için taşınım hesaplamalarını ve emisyon verilerini kullanmaktadır. Bu tip modeller, kirletici konsantrasyonlarının tahmin edilen yere ve zamana göre dağılımının, ölçülen konsantrasyonlar ile karşılaştırılmasıyla doğrulanmaktadır (Schauer ve diğ., 1996). Reseptör model yaklaşımları ise geleneksel kaynak modellerinden büyük ölçüde ayırır. Reseptör modelleme teknikleri ile, bir veya daha fazla alıcı ortamda yapılan ölçümler sonucunda kimyasal kompozisyonların incelenerek, emisyon kaynakları kimyasal kompozisyonlarının uygun lineer kombinasyonları belirlenmektedir. Bu şekilde farklı kaynak türlerinin kimyasal kompozisyonlarındaki farklılıkların ayırt edilmesi ve karakterize edilebilmesi ile kirliliğe katkıda bulunan kaynak türleri açıklanabilmektedir (Gordon, 1988; Ölmez ve diğ., 1994; Park, 1997; Watson ve diğ., 2002).

Kimyasal kütle dengesi (KKD), faktör analizi (FA), temel bileşen analizi (TBA) ve çoklu lineer regresyon analizi (ÇLR), potansiyel kaynak katkı fonksiyonu (PKKF) ve pozitif matris faktörizasyonu (PMF) çevre kirliliği çalışmalarında, kirlenici kaynağını bulmaya yönelik olarak geliştirilen matematik modellerden en çok kullanılanlarıdır (Gordon, 1980, Sheffield ve diğ., 1994, Miller ve diğ., 2002).

Bütün reseptör modelleri kütle korunması prensibinden yola çıkılarak oluşturulmuşlardır. Eğer p kadar kaynak varsa ve kaynak emisyon etkileşimi yoksa, C alıcı ortamındaki toplam kirlenici kütlesi, her bir S<sub>j</sub> kaynağından gelen katkıların doğrusal toplamına eşittir.

$$C = \sum_{j=1}^p S_j \quad (2.4)$$

Aynı şekilde, i parametresinin alıcı ortamdaki kütle konsantrasyonu, C<sub>i</sub>, aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

$$C_i = \sum_{j=1}^p a_{ij} S_j \quad (2.5)$$

Burada, a<sub>ij</sub>: Alıcı ortamdaki i parametresine olan j kaynağının katkısının kütle fraksiyonudur (Henry ve diğ., 1984, Okamoto ve diğ., 1990, Bruno ve diğ., 2001).

### **2.5.1. Pozitif matris faktörizasyonu (PMF)**

Pozitif Matris Faktörizasyonu (PMF); faktör analiz problemlerinin en küçük kareler yöntemiyle çözümü için yeni tür bir faktör analiz metodu olarak düşünülmüştür. Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis-PCA) gibi birçok konvansiyonel faktör analiz metodunun aksine PMF non-negatif (negatif olmayan) faktörler üretir, veri seti matrisinin hata tahminlerinden yararlandığı için faktörlerin yorumlanmasına yardımcı olur.

Bu çalışmada, Pozitif Matris Faktörizasyonu (PMF) modeli (Paatero and Tapper, 1994; Junnto and Paatero, 1994; Anttila ve diğ., 1995; Paatero, 1997; Qin ve diğ., 2002) kullanılarak iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet veri setleri analiz edilmiştir.

PMF  $n \times m$  veri matrisini  $X$  kabul eder. Burada  $n$  gözlem sayısı,  $m$  incelenen bileşendir. Bir artık (residual) matris olan  $E$ ; kaynak katkısının zaman varyasyonlarının matrisi  $G$  ( $n \times p$ )'yi ve kaynak kompozisyonunun matrisi  $F$  ( $p \times m$ )'i faktörize edilebilir. Bu durumda

$$X = GF + E \text{ olmaktadır} \quad (2.6)$$

$F$  matrisinin satır sayısı ve  $G$  matrisinin sütun sayısı  $p$  faktör (kaynak) sayısını verir.  $F$  deki her bir satır bir kaynak profilini temsil eder ve  $G$  deki her bir sütun ise örneklemeler sırasında kaynağın her bir gözleme etki derecesini ifade eder.  $G$  boyutsuz bir matristir buna karşın  $F$  matris elemanları  $X$  matrisindeki verilerle aynı konsantrasyon birimindedir.  $E$ ;  $G$  ve  $F$  matrislerinin bir fonksiyonu olarak ölçülen veri matrisi ( $X$ ) ve modelleme sonucunda elde edilen matris ( $GF=Y$ ) arasındaki fark olarak tanımlanır.  $E$  ( $e_{ij}$ ) 'nin öğeleri aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$e_{ij} = x_{ij} - y_{ij} = x_{ij} - \sum_{k=1}^p g_{ik} f_{kj} \quad (2.7)$$

$$(i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m; k = 1, \dots, p)$$

PMF'in amacı; veri sayılarının hata tahminleri ile ağırlıklı artıkların (residual) oranının karelerinin toplamının minimize edilmesidir. Bunun yanında PMF tüm  $G$  ve  $F$  elemanlarını negatif olmayacak şekilde sınırlar ki bunun anlamı kaynaklar negatif türdeki konsantrasyonları ( $f_{kj} \geq 0$ ) içeremez ve örneklere negatif kaynakların katkıları ( $g_{ik} \geq 0$ ) olamaz. Böylece PMF analizinin amacı farklı başlangıç değerleri (seed) denenerek  $Q$  değerinin minimizasyonu olarak tanımlanabilir.  $Q$  değeri;

$$Q(E) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left( \frac{e_{ij}}{s_{ij}} \right)^2 \quad (2.8)$$

$f_{kj} \geq 0$ ,  $g_{ik} \geq 0$  ve  $s_{ij}$   $x_{ij}$  için hata tahminidir. Denklem 2.8'in çözümü; G ve F matrislerinin bir ardışık yaklaştırma adımı ayarlanmasıyla PMF'in algoritmasından elde edilir. Bu ardışık yaklaştırma sürecine uyum noktasına kadar devam edilir. Uygulanabilecek başlangıç değerleri herhangi bir pozitif tamsayı olabilmektedir.

PMF'de modele aykırı değerleri de modelleyebilmek için güçlü (robust) modu seçilebilir. Bu amaç ile aykırı eşik mesafe değeri,  $\alpha$ , 2.0, 4.0 veya 8.0 olarak alınabilir.

PMF her parametrenin her ölçümü için hesaplanan standart sapma değerlerini kullanarak her veri noktasına özgün hata tahminlerinde bulunur. PMF'in bu özelliği sayesinde ölçülememiş ya da belirleme sınırının altında kalmış olan değerlerde modellemeye dahil edilebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan hata tahminleri, programın algoritması kullanılarak elde edilmiştir. Bu algoritmaya göre ölçülen konsantrasyon değerinin belirli bir oranı o parametrenin ölçüm değeriyle toplanmaktadır. Bu oran değeri 0,01 ile 0,1 arasında herhangi bir sayı olabilmektedir.

Aykırı değerlerin bulunduğu veri setlerinde, modelin sonucunda hesaplanan Q değerinin normal mi ya da çok mu büyük olduğunu belirlemek zor olabilmektedir. Bu durumun üstesinden gelebilmek için standartlaştırılmış hata matrisini ( $e_{ij} / s_{ij}$ ) incelemek gerekir. İdeal bir standartlaştırılmış hata dağılımı -2.0 ile 2.0 arasında olmalı ve artı değerler ile eksi değerler arasında gelişigüzel dağılım sergilemelidir (Paatero, 2000; Paatero, 2002).

PMF'de rotasyonları kontrol edebilmek için F-PEAK kullanılmaktadır. PMF değişik F-PEAK değerlerinde test edilmeli ve faktörler daha net bir şekilde birbirlerinden ayrışmalıdır. F-PEAK değeri 0.0 ile 1.0 arasında olabilmektedir. Eğer faktörler arasında korelasyon gözlenir ise aynı kaynak iki yada daha çok kaynakmış gibi görülebileceği için yanlış bir kaynak profili elde edilebilir. Bu durumda kaynak sayısı azaltılmalıdır. F-PEAK değeri Q değerini çok fazla değiştirmemelidir. Q değerini  $\pm 100$ 'den fazla değiştiren F-PEAK değeri doğru sonuç vermez.



Özetle PMF;

- Veri sayıları ve onların analitik belirsizliklerini içeren bir modeldir. Böylece PMF modeli ile eksik ve belirleme limitinin altındaki veriler değerlendirmeye alınabilmektedir.
- Faktör yüklerini ve faktör skorlarını negatif olmayan değerlere göre sınırlandırır ve bu sayede faktör dönüşümleriyle belirsizlikleri küçültebilir. Bu özellik çevresel uygulamalarda fiziksel olarak anlamlı sonuçların elde edilmesini beraberinde getirmektedir.
- PMF faktör yüklerini kütle birimi içinde açıklar ve böylece faktörler kaynak işaretçilerinin doğrudan kullanımlarına izin verir.

PMF konvansiyonel faktör analizlerine göre oldukça karmaşıktır ve sonuçlarının yorumlanması daha zordur. Ancak daha iyi bir kaynak çözümlemesi sağlar ve bu kaynakların etkilerinin sayısallaştırılmasında diğer yöntemlere göre daha başarılı bir modeldir.

## **BÖLÜM 3. MALZEME VE YÖNTEM**

### **3.1. Çalışma Bölgesi**

Çalışmanın gerçekleştirildiği Kocaeli ili coğrafi olarak kritik bir bölgede yer alan bir endüstri kentidir. Bu özelliğine bağlı olarak yoğun nüfus ve trafiğin iç içe olduğu bir ildir. Özellikle son 30 yılda görülen hızlı endüstriyel gelişimi nedeniyle Kocaeli, burada yaşayan insanların kirleticilere maruziyetinin belirlenmesi için yapılacak çalışmalarda öncelikli bölge konumundadır. Kocaeli, yüzölçümü en küçük olan iller arasında (Türkiye'nin yüzey alanı 3.626 km<sup>2</sup> ile 8. küçük ili) olmasına karşılık nüfus yoğunluğu (Türkiye'de 2.il, 397 kişi/km<sup>2</sup>) ve yıllık nüfus artış hızının (Türkiye'de 10.il, %27) yanı sıra 300'ü büyük yaklaşık 1000'in üzerinde endüstri kuruluşu ile sanayileşme bakımından da Türkiye'nin önde gelen bölgelerinden biri olmuştur. Deniz ve karayolu ile ulaşım kolaylığı, elverişli bir iklime sahip olması bu gelişimi destekleyen unsurlardır. Bölgede Türkiye'nin %30'dan daha fazla ihtiyacını karşılayan Petrol Rafineri Tesisi, Petrokimya Kompleksi, Tehlikeli ve Klinik Atık Yakma Tesisi'nin yanı sıra çok sayıda tekstil (183 sanayi kuruluşu), makina (99), maden (88), metal (55), gıda (52), otomotiv (47), kağıt (42), kimya (37), ağaç (34), petrol (14), deri (4), kömür (4) ve diğer (398) sanayi kuruluşları yer almaktadır. Bu tesisler, uçucu organik bileşikler (VOCs) ve ağır metalleri içeren çok sayıda kirletici yaymaktadır. Ayrıca bölge, D-100 karayolu ve TEM otoyolunun etkisi altındadır. Yüzölçümünün küçük olması konut alanlarının ağır trafik ve endüstri alanları ile çok yakın olmasına neden olmuştur. Bu nedenle konutların dış ve iç hava kalitesi yakın endüstriyel aktiviteler ve trafik şartları nedeniyle doğrudan etkilenmektedir.

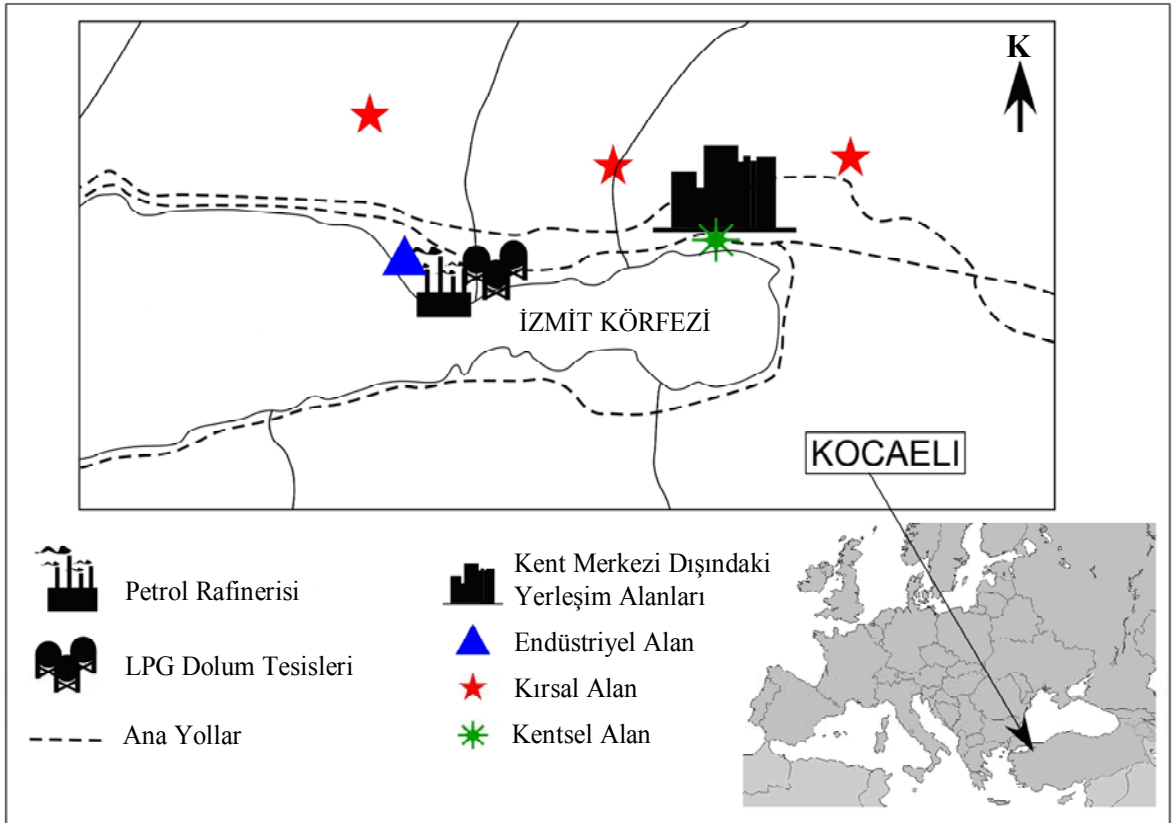
### **3.2. Örnekleme Stratejisi**

Çalışma sonunda kirleticilerin kaynak bölgelerini belirleyebilmek ve karşılaştırma yapabilmek amacıyla, örnekleme yapılabilecek konut, ofis ve okullar, endüstriyel bölgelerde, kent merkezinde ve kent merkezi dışında bulunan yerleşim bölgelerinde

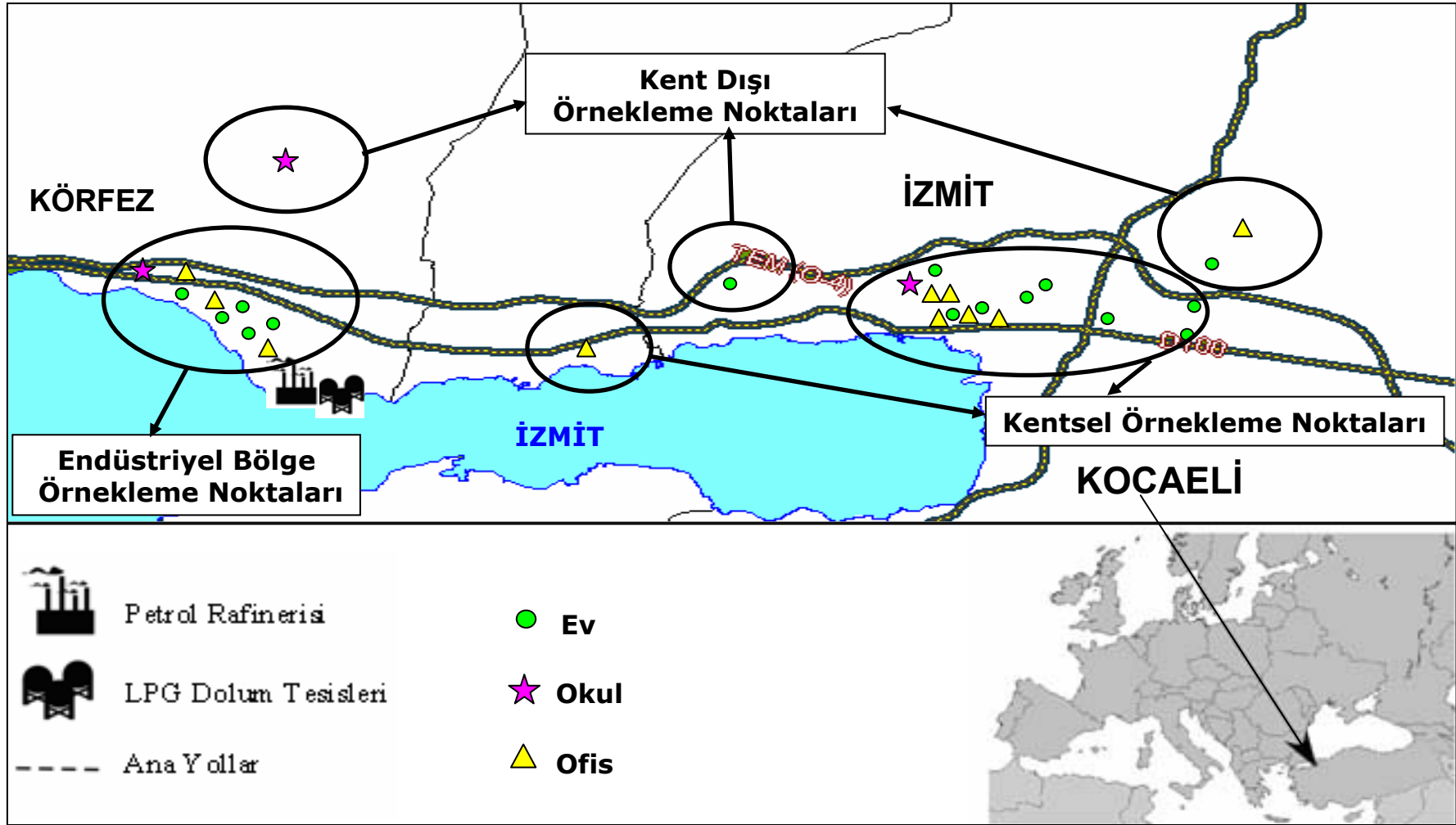
olacak şekilde seçilmiştir. Bu faktörle dikkate alınarak seçilen örnekleme noktalarının bulunduğu bölgeler Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Örnekleme noktalarının dağılımına ait harita Şekil 3.2’de görülmektedir.

Ayrıca seçilen bölgelerde bulunan mikro-çevrelerin konumu (trafiğin yoğun olduğu cadde üzerinde ve uzağında), ev ve iş yerlerinde sigara kullanımı, örneklemenin yapılacağı yerlerde ısıtma amaçlı kullanılan yakıt türü (doğalgaz, fuel-oil, kömür), personel örnekleme için kullanılacak kişinin yaşı (10-50 yaşları arasında olması), örneklemenin yapılacağı okulların tam gün eğitim vermesi, ofislerde kullanılan malzemelerin benzer türlerde (fotokopi makinası, yazıcı v.b.) olmasına dikkat edilmiştir.

Çalışmada örnekleme noktası olarak 15 ev, 10 ofis ve 3 okul belirlenmiştir. Örnekleme eş zamanlı olarak iç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme şeklinde yapılmıştır. İç ve dış ortamlardaki örneklerin alınmasında hem aktif hem de pasif örnekleme teknikleri paralel olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.1: Kocaeli Kenti’nde Örnek Alma Noktalarının Seçildiği Bölgeler



Şekil 3.2: Örneklemeye noktalarının dağılım haritası

### **3.3. Örnekleme Süresi**

Pasif örnekleme tekniği ile çalışma kapsamında seçilen kirleticilerin konsantrasyonlarının sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için örnekleycilerin kirleticilere maruziyet sürelerinin belirlenmesi önemli aşamalardan birini oluşturmaktadır. Bu örnekleycilerde difüzyon yoluyla toplanan kirletici konsantrasyonlarının, bu kirleticilerin analizinde kullanılan cihazların belirleme limitlerinin üzerinde olabilmesi için yeterli maruziyet süreleri yapılan ön çalışmalarla belirlenmiştir. Bu amaçla hem maruziyet değerlendirmelerinde hem de meteorolojik verilerle değerlendirmelerde 24 saatlik bir örnekleme periyodunda pasif örnekleyciler iç ve dış ortamlarda bekletilmiş ve bu süre sonunda analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, herbir kirleticinin konsantrasyonlarının belirleme sınırlarının üzerinde olduğunu gösterdiğinden örnekleme çalışmalarında 24 saatlik maruziyet süresi seçilmiştir.

Pasif örnekleme ile eş zamanlı yapılan aktif örnekleme ile de UOB konsantrasyonları ile sıcaklık ve nem değerleri 24 saat süre boyunca saatlik olarak belirlenmiştir.

Seçilen kirleticilerin konsantrasyonlarının yaz ve kış mevsimlerine göre farklılıklarını belirleyebilmek için örnekleme çalışmaları 31 Mayıs – 29 Haziran 2006 (yaz örnekleme) ve 16 Aralık 2006 – 20 Ocak 2007 (kış örnekleme) tarihlerinde yaklaşık birer aylık periyotlarda yapılmıştır.

### **3.4. Örnekleycilerin Yerleştirilmesi**

Örnekleycilerin yerleştirilmesi; kişisel maruziyet, iç ortam ve dış ortam örnekleme şeklinde aşağıda anlatılmaktadır.

#### **3.4.1. Kişisel maruziyet örnekleme**

Çalışmaya başlamadan önce 50 denek ile görüşülmüş ve 39 denek çalışma için uygun bulunmuştur. Ancak 6 denek çalışma başlamadan mazeret belirterek (sağlık,

hamilelik, zorunlu seyahat) örnekleme katılamamıştır. Bu nedenle örnekleme konular arasından seçilen 15 ev hanımı, aynı evlerde yaşayan fakat çalışan 5 kişi, ofislerden 10 kişi ve okullardan seçilen 3 kişi olmak üzere toplam 33 denek ile yaz ve kış örnekleme gerçekleştirilmiştir.

Pasif örnekleme taşıyacak kişilere zaman-aktivite çizelgesi verilerek örnekleme süresince yaptığı aktiviteleri bu çizelgeye not alması istenmiştir. Bu örnekleme yapılırken aday kişinin aşağıdaki hususlara uyması istenmiştir.

- 1- Örnekleme sadece klips kısmına dokunması ve örnekleme yapıldığı kısmın ön yüzüne dokunmaması,
- 2- Örnekleme mümkün olduğunca nefes yoluna yakın bir noktaya takması,
- 3- Örnekleme ön yüzü dışarıda olacak şekilde takılması,
- 4- Örnekleme kıyafetlerinin en üst kısmında olmasına dikkat edilerek örnekleme hava ile olan maruziyetinin sağlanması,
- 5- Örnekleme kuru kalmasının sağlanması,
- 6- Örnekleme zarar verebilecek aktiviteler esnasında çıkarılması ve aktivitenin yapıldığı alanda bulundurulması.

### **3.4.2. İç ortam örnekleme**

Uçucu organik bileşiklerin belirlenmesi için kullanılan pasif örnekleme cihazları 3 farklı noktaya yerleştirilmiştir. Pasif örnekleme cihazlarının konulacağı mekanlarda yer seçimi yaparken aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmiştir.

- a) Örnekleme cihazlarının dış kapıdan ve pencerelerden en az 2 metre uzağa yerleştirilmesi,
- b) Örnekleme cihazlarının ölçüm yapılacak odanın duvarı boyunca veya köşelerine koymaktan kaçınılması ve mümkün olduğunca odanın ortasına yerleştirilmesi,
- c) Örnekleme yapılacak mekanlarda örnekleme cihazlarının kirlenme kaynaklarının çok yakınında olmaması.

Örnekleyiciler yerden 1,5 metre yüksekliğe sabitlenmiştir. Aktif örnekleyiciler ise seçilen mekanların genel kullanım alanlarına (oturma odaları gibi) yerleştirilmiştir.

### **3.4.3. Dış ortam örnekleme**

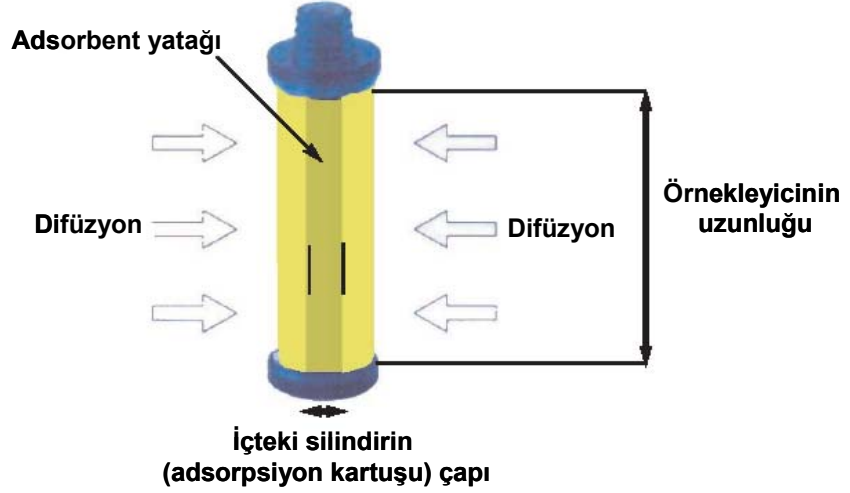
Dış ortamda yapılan örneklemelelerde örnekleyicilerin yerleştireleceği yerler seçilirken,

- a) İç ortam için seçilen mikro-çevrelerin yakınında korumalı bir alan olmasına,
- b) Ağaç veya çalılık olan yerlerde bu alanlardan en az 1 metre uzağa konulmasına,
- c) Taşıt yolundan en az 5 metre uzağa konulmasına ve
- d) Havalandırma çıkışları olan yerlerde (kurutucu, hava şartlandırıcıları, v.b) buradan en az 5 metre uzağa konulmasına dikkat edilmiştir.

## **3.5. Örnek Alma Yöntemleri**

### **3.5.1. Uçucu organik bileşiklerin pasif örnekleme**

Bu çalışma için kullanılan pasif örnekleme tüpleri Radiello firmasından temin edilmiştir. Radiello difüzyon örnekleme sistemi, içinde adsorbent madde olan silindirik adsorplama kartuşu ve bu kartuşun yerleştirildiği eş eksenli silindirik bir difüzyon gövdeden oluşmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Silindirik difüzif örnekleyici

Difüzif gövde 60 mm uzunluğunda, dış çapı 16 mm, et kalınlığı 5 mm ve gözenek çapı  $\pm 10 \mu\text{m}$  olan mikroporöz polietilenden imal edilmiştir. Dış Çapı 4.8 mm olan ve  $3 \times 8 \mu\text{m}$ 'lik ağ yapılı gözeneklere sahip silindirik adsorpsiyon kartuşu ise paslanmaz çelikten yapılmıştır. Bu gözenekli ve silindirik kartuşun içinde 35-50 elek boyut aralığına sahip  $350 \pm 10 \text{ mg}$  Carbograph 4 adsorbenti bulunmaktadır. Carbograph 4 adsorbenti karbon sayısı beş ile on arasındaki hidrokarbonların örnekleme için uygundur. Bu karbon sayılarına sahip bileşikler atmosferde en yaygın bulunan UOB'ler olduklarından Carbograph 4 bu bileşiklerin derişimlerini belirlemek için uygun bir adsorbenttir (Radiello, 2007).

Pasif örnekleme tüpleri arazide maruz kalma süreleri dışında teflonla sabitlenmiş prinç kapaklar ile kapatılarak kirlenmesi önlenmiştir. Bu şekilde pirinç kapaklarla kapatılan örnekleyiciler örnekleme süresi dışında ayrıca, içinde silika jel ve aktif karbon olan kapaklı cam tüplerde  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Örnekleme yerinde öncelikle saklandığı cam tüplerden daha sonra paslanmaz çelik tüplerden çıkarılan adsorbent kartuşu polikarbonat mikroporöz membran gövde içine yerleştirilerek, tüpler örnekleme bırakılmıştır. İç ortamlarda genel yaşama alanı (salon), mutfak ve yatak odasına 1,5 m yüksekliğe birer örnekleyici konulmuştur. Dış ortama yerleştirilen pasif örnekleme tüpleri meteorolojik koşullardan etkilenmemesi için koruma kafesleri içinde arazide bırakılmıştır. Tüplerin örnekleme hazırlanması ve örnekleme süresince EN13528-2 standart yöntemi takip edilmiştir. Bu yöntemle göre tüplerin tekrarlanabilirliği, en düşük belirleme değeri, saklama verimi, tutma



verimi ve analiz verimi gibi parametrelere bakılmış ve her bir kirletici için kabul değerleri içinde sonuçlar bulunmuştur.

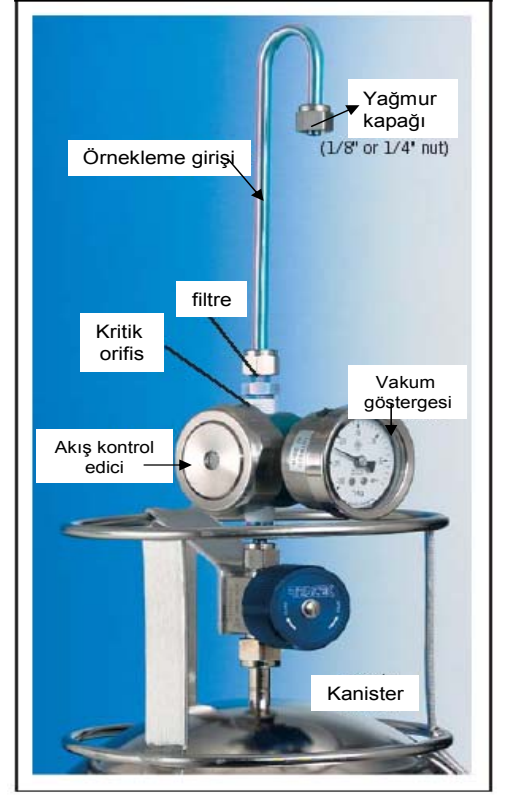
### 3.5.2. Uçucu organik bileşiklerin aktif örnekleme

Örneklenen çevrelerin iç ortamlarında (evlerde oturma odası, okullarda sınıf ve ofislerde kişisel örnekleme yapılan kişinin çalıştığı ortamda) on-line Gaz Kromatografi cihazı (Şekil 3.4) kullanılarak yarım saatlik periyotlarla günlük UOB aktif örnekleme yapılmıştır. Örnekleme, cihazdan iç ortamlara uzatılan teflon hortum vasıtasıyla hava örnekleri çekilerek gerçekleştirilmiştir. Cihaz iki üniteden oluşmaktadır. Şekil 3.4’de görülen 1. ünitesi 2 dedektörden (FID ve PID) oluşmaktadır. 2. ünite ise PID dedektörden oluşmaktadır. Kış örneklemesinde 1. ünitenin FID dedektörü çalışmanın başında arızalandığından ölçümlere her iki üniteye bulunan PID dedektörle devam edilmiştir.



Şekil 3.4: İç ortam aktif UOB örneklemesinde kullanılan on-line gaz kromatografisi

Ayrıca örneklenen çevrelerden bazılarında kanisterler (Şekil 3.5) kullanılarak günlük dış ortam UOB aktif örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3.5: Kanister ve kanister başlığının elemanları

Kanisterler 6 litre hacme sahip paslanmaz çelikten yapılmış ve iç yüzeyleri parlatılmış kaplardır. 28” Hg basınca kadar vakumlanmış kanisterler akış kontrol ünitesi vasıtasıyla kontrol edilerek 24 saatlik örnek almak için 2.8-3.5 mL/dakikalık akış hızına ayarlanmıştır. Örnekleme süresi tamamlandıktan sonra akış vanası ve kapağı kapatılarak analiz için ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümüne gönderilmiştir. Kanisterlerin analizi Air Server ünitesi bulunan GC-FID cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizden önce kanisterlerin basınçlandırılması gerekmektedir. Bu amaçla kanister temizleme sisteminin basınçlandırma bölümünden faydalanılarak kanisterler analizden önce hidrokarbon ve nem tutucu ünitelerden geçirilen saf azot ile basınçlandırılmıştır. Bu nedenle, analiz sonucunda elde edilen konsantrasyonların hesaplanmasında bu seyreltme oranı dikkate alınmıştır.

### Kanister Temizleme Ünitesi:

Sistem boşaltma döngüsü borusu, pompalar, boşaltma gazı şartlandırma bileşenleri, teflon hortumlar ve kanister ısıtma bantlarından oluşmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Kanister temizleme sistemi

Kanister temizleme ünitesinin kapasitesi aynı anda 4 adet 6 litrelik kanisterin temizlenebilmesine olanak vermektedir. Sistemin prensibi yüksek saflıkta azot gazının nemlendirilerek kanisterler içine doldurulması ve pompalar yardımıyla vakumlanarak boşaltılmasına dayanmaktadır. Saf azot öncelikle hidrokarbon tutucudan geçirilerek olası uçucu organik bileşiklerin tutulması sağlanmaktadır. Tamamen saflaştırılan azot gazı kanisterler içine verilmeden önce deiyonize su içeren bir bölmeden geçirilerek nemlendirilmektedir. Bir litre hacme sahip silindirik bir kap olan bu bölme paslanmaz çelikten yapılmıştır ve iç yüzeyleri kanisterlerde olduğu gibi parlatılmıştır. Hafifçe nemlendirilmiş azot gazı kanisterlere doldurulduktan sonra tamamen boşaltılması için vakum yapılırken kanisterlerin

etrafına sarılan ısıtma bantları yardımıyla ısıtılan kanister yüzeylerindeki bileşiklerinde ayrılması sağlanmaktadır.

### **3.5.3. Sıcaklık, nem, CO ve CO<sub>2</sub> ölçümü**

Her örnekleme noktasında iç ve dış ortam havasının genel profilini göstermek amacıyla diğer ölçümlere paralel olarak sıcaklık, bağıl nem, karbonmonoksit ve karbondioksit ölçümleri de yapılmıştır. Bu parametrelerin ölçümü için Langan Model L76n (Langan Products, Inc. CA, USA) hava kalitesi ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihaz tarafından örnekleme süresince 10 dakikalık aralıklarla toplanan veriler, iki adet veri depolayıcısına (data logger) aktarılmaktadır. Bunlardan bir tanesi sıcaklık ve nem verilerini diğeri ise CO ve CO<sub>2</sub> verilerini depolamaktadır. Bu veriler daha sonra cihaz ile birlikte verilen HOBOWare (version 2.1.1\_18) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir.

## **3.6. Örneklerin Hazırlanması ve Analizi**

### **3.6.1. Pasif UOB örnekleri**

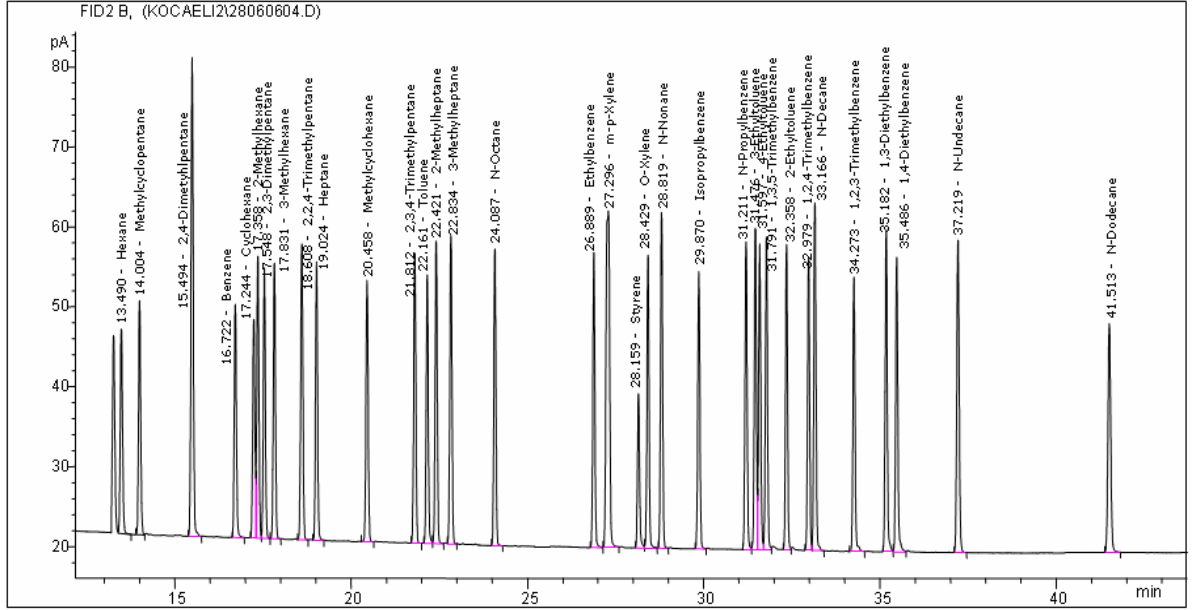
Örneklemeden önce herbir difüzyif örnekleme tüpü yüksek saflıkta azot gazı akışı altında 350 °C'de 6 saat boyunca şartlandırılmıştır. Şartlandırılan örnekleme tüpleri pirinç kapaklarla sıkıca kapatılıp, kapakların birleşim yerlerinden teflon bantla kapatılarak kullanıma kadar 4°C'de saklanmıştır. Pasif örnekleme tüplerinde adsorplanan uçucu organik bileşiklerin desorpsiyonu için Unity Marka (Markes International Limited, UK) bir termal desorpsiyon cihazı ve bu bileşiklerin analizi için termal desorpsiyon cihazı ile birleştirilmiş Agilent marka (Model 6890) gaz kromatografi cihazı ve iki adet bağımsız alev iyonizasyon dedektörü (Agilent Technologies, Inc. Santa Clara, CA, USA) kullanılmıştır.

Termal desorpsiyon cihazı iki aşamalı çözülme ile örneği Gaz Kromatografi cihazına göndermektedir. İlk aşamada adsorbent üzerinde toplanan kirleticiler 20 dakika boyunca 350 °C de çözülerek -15 °C de soğuk kapanda toplanmaktadır. Daha sonra soğuk kapan kısa bir sürede 300 °C ye çıkarılıp kirleticilerin Gaz Kromatografi

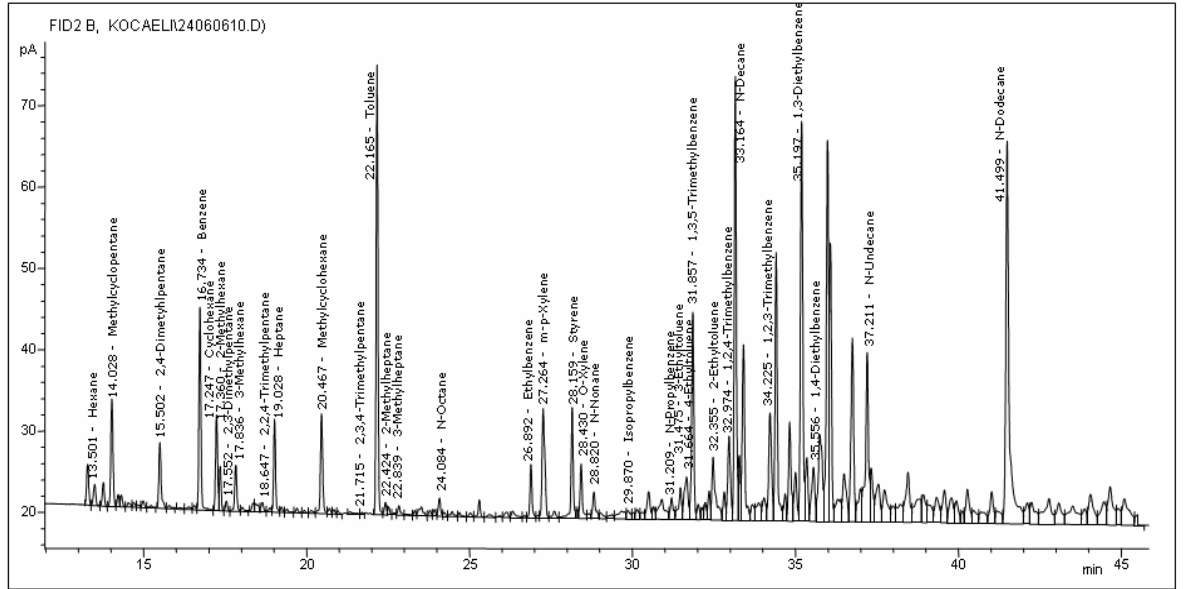
cihazı kolonuna gitmesi sağlanmaktadır. Gaz Kromatografi cihazında çok sayıda hidrokarbon bileşiğinin tek bir örnekte analiz edebilmesi için iki kolon ve iki FID dedektörü mevcuttur.

Hedef bileşiklerin ayrılması için kullanılan kromatografi kolonları; DB-1 kapiler kolon (60 m, 0,25 mm iç çap, 1 µm film kalınlığı) ve HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> “S” deaktive kapiler kolon (50 m, 0.32 mm iç çap, 8 µm film kalınlığı)’dur. Cihazdaki işlemler Agilent Chemstation veri sistemi kullanılarak kontrol edilmiştir. Fırın sıcaklık programı başlangıçta 5 dakika için 40 °C, 195 °C’ye kadar dakikada 5°C artacak ve 195 °C’ye ulaştığında bu sıcaklıkta 10 dakika bekleyecek şekilde ayarlanmıştır. Her iki alev iyonizasyon dedektörün sıcaklığı 300°C’ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak 2 mL/dakika akış hızına sahip ultra saf azot gazı kullanılmıştır. Şekil 3.7’de kalibrasyon için kullanılan UOB gaz standardına ait bir kromatogram, Şekil 3.8’de de örnek bir pasif örnekleyici tüpüne ait kromatogram verilmektedir.

Gaz Kromatografi cihazı Spectra (Spectra Gases, Inc. Branchburg, NJ, USA) kalibrasyon standardı ile rutin olarak kalibre edilmiştir. Bu standart her biri 1 ppm konsantrasyonda olan 56 uçucu organik bileşiği içermektedir. Ölçülmesi hedeflenen UOBlere ilişkin özellikler Tablo 3.1’de verilmektedir.



Şekil 3.7: Kalibrasyon İçin Kullanılan UOB Gaz Standardına Ait Örnek Kromatogram



Şekil 3.8: Pasif Örnekleyici Tüpüne Ait Örnek Kromatogram

Tablo 3.1: Ölçülmesi Hedeflenen UOB'ler ve Özellikleri

Yaygın Adı	IUPAC Adı	Cas No	Molekül Ağırlığı (g/mol)	Kaynama Noktası (°C)	Buhar Basıncı (Pa 25 °C)
Benzene	Benzene	71432	78,11	80,10	12700
Toluene	Metilbenzene	108883	92,13	110,60	3800
Ethylbenzene	Ethylbenzene	100414	106,20	136,20	1270
Meta-xylene	1,3-dimethylbenzene	108383	106,20	139,00	1100
Para-xylene	1,4-dimethylbenzene	106423	106,20	138,00	1170
ortho-xylene	1,2-dimethylbenzene	95476	106,20	144,00	1170
Cyclohexane	Cyclohexane	110838	84,16	80,70	12700
1,2,4-trimethylbenzene	1,2,4-trimethylbenzene	95636	120,20	169,40	270
1,3,5-trimethylbenzene	1,3,5-trimethylbenzene	108678	120,20	164,70	325
Hexane	n-hexane	110543	86,17	68,95	20200
Heptane	n-heptane	412825	100,21	98,42	6110
2-methyl-1-pentene	2-methyl-1-pentene	76203	84,16	60,70	26000
Methylcyclopentane	Methylcyclopentane	96377	84,16	71,80	18300
2,4-dimethylpentane	2,4-dimethylpentane	108087	100,21	80,50	13100
2-methylhexane	2-methylhexane	591764	100,21	90,00	8780
2,3-dimethylpentane	2,3-dimethylpentane	565593	100,21	89,90	9180
3-methylhexane	3-methylhexane	589344	100,21	92,00	8210
2,2,4-trimethylpentane	2,2,4-trimethylpentane	504841	114,23	99,24	6560
Methylcyclohexane	Methylcyclohexane	108872	98,19	100,90	6180
2,3,4-trimethylpentane	2,3,4-trimethylpentane	565753	114,23	113,40	3600
2-methylheptane/ 3-methylheptane*	3-methylheptane	589811	114,32	115,00	2600
Styrene	Ethenylbenzene	100425	104,15	145,00	667
Nonane	n-nonane	111842	128,26	150,80	571
iso-propylbenzene	iso-propylbenzene	98828	120,20	154,20	610
n-propylbenzene	n-propylbenzene	103651	120,20	159,20	450
n-decane	n-decane	124185	142,3	174	186,7
1,2,3-trimethylbenzene	1,2,3-trimethylbenzene	526738	120,20	176,10	200
2-methylpentane	2-methylpentane	107835	86,18	60,27	28200
3-methylpentane	3-methylpentane	96140	86,17	83,28	25300
2,2-dimethylbutane	2,2-dimethylbutane	75832	86,18	49,74	42600
2,3-dimethylbutane	2,3-dimethylbutane	79298	86,18	58	32010
Octane	n-octane	111659	114,23	125,70	1800
3-ethyltoluene	3-ethyltoluene	620144	120,20	158,00	-
4-ethyltoluene	4-ethyltoluene	622968	120,20	162,00	-
2-ethyltoluene	2-ethyltoluene	611143	120,20	164,00	-
1,4-diethylbenzene	1,4-diethylbenzene	105055	134,22	184	134
t-pentene	Trans-2-pentene	646048	70,13	37	56795
l-pentene	1-methyl-3-butene	109671	70	30,0	85019
c-pentene	Cis-2-pentene	627203	70,13	36,9	65942
Isoprene	2-methyl-buta-1,3-diene	78795	68,11	34,067	53200 (20 °C)
1,3-butadiene	1,3-butadiene	106990	54,09	-4,4	245000 (20 °C)
Ethylene	Ethene	74851	28,05	-103,7	-
t-butene	trans-2-butene	624646	56,61	1	212000 (20 °C)
l-butene	1-butylene	106989	56,0	-6,47	463960 (21 °C)
c-butene	Cis-butene	590181	56,1	4	188000
Propene	Propylene	115071	42,08	-47,8	103000 (20°C)
o-ethyltoluene	1-Ethyl 2-Methylbenzene	611143	120,19	164	-
1,3-diethylbenzene	1,3-diethylbenzene	141935	134,22	181	1330
n-undecane	Undecane	1120214	156,0	196,0	< 53 (20 °C)
n-dodecane	Dodecane	112403	170,33	216,2	184

### 3.7. Veri Kalite Güvencesi

Pasif örnekleme çalışmaları kapsamında yapılan analitik çalışmaların kalite güvencesinin sağlanması için şahit örnekleri (alan ve laboratuvar şahitleri), belirleme limitleri, tekrarlanabilirlik ve geri alınabilirlik testleri yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Alan şahitleri, örneklerin toplanması, hazırlanması ve analizi sırasında kullanılan ekipman ve maddelerden gelebilecek kirliliği belirlemek için analiz edilen örnekleyicilerdir. Her örnekleme seti için bir alan şahit örneği alınmıştır. Alan şahit örnekleri için, örnekleyicilerin hazırlanması, örnekleme alanına taşınması ve yerleştirilmesi sırasında diğer örnekleyiciler için yapılan işlemlerin tümü uygulanmıştır. Alan şahit örnekleri örnekleme süresi boyunca kirleticilere maruz kalmayacak şekilde kapakları kapatılarak 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Alan şahit örneklerindeki UOB miktarları toluen dışındaki bileşikler için belirleme limitinin altında bulunmuştur (toluen için 1,22 µg m<sup>-3</sup>).

Örnekleme ve analiz süresi boyunca laboratuvarında saklanan örneklerin herhangi bir kontaminasyona maruz kalıp kalmadığını belirlemek için laboratuvar şahit örnekleri (n=7) de alınmıştır. Laboratuvar şahit örnekleri, örnekleyicilerde olduğu gibi laboratuvarında -18 °C'de derin dondurucuda saklanmış ve örneklere uygulanan yöntem ile analiz edilmiştir. Laboratuvar şahit örneklerindeki UOB miktarları tüm bileşikler için belirleme limitinin altında bulunmuştur.

Alan ve laboratuvar şahit örneklerinin analiz sonuçlarının hemen hemen tümünün belirleme limitlerinin altında olması, örneklerin toplanması, hazırlanması, saklanması ve analizi sırasında kullanılan ekipman ve maddelerden, ve laboratuvar koşullarından kaynaklanan bir kirliliğin olmadığını göstermektedir.

Belirleme limitleri, belirli bir güven aralığında background konsantrasyondan kalitatif olarak ayırt edilebilen en küçük analitik sinyal olarak tanımlanmıştır. Belirleme limitleri örneklerin niteliği ve kullanılan cihazın duyarlılığı ile değişiklik gösterir (Kackstaettler ve Heinrichs, 1997). Bu çalışmada, ölçümleri yapılan



UOB'lerin belirleme limitleri, 6 adet şahit örneğinden elde edilen emisyon sinyallerinin standart sapmalarının 3 katına karşılık gelen konsantrasyonlar olarak hesaplanmıştır.

Bazı örnekleme noktalarına (n=8) konulan ikinci bir paralel örnekleyicinin aynı şartlarda analizi ile elde edilen sonuçlar kullanılarak metodun tekrarlanabilirliği test edilmiştir. Tekrarlanabilirlik, analitik bir ölçümün tekrar üretilebilirliğinin bir ölçüsüdür. Tekrarlanabilirlik, nümerik olarak aynı örneğin aynı metot ve şartlarda ikiden daha fazla sayıda yapılan ölçüm sonuçlarının standart sapması olarak da ifade edilebilir. Tekrarlanabilirliğin pratik olarak belirlenebilmesi için ikili örneklerle çalışmak gereklidir. Bu çalışmada uygulanan metodun tekrarlanabilirlik sonuçları % Relatif (Bağıl) Standart Sapma (%RSS) cinsinden aşağıdaki denklem (USEPA, 1996) kullanılarak elde edilmiştir.

$$\% \text{ RSS} = \left( \frac{|C_1 - C_2|}{\frac{(C_1 + C_2)}{2}} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

Bu denklemde;

$C_1$ : Birinci örnekteki konsantrasyon,

$C_2$ : İkinci örnekteki konsantrasyon değerleridir.

Tekrarlanabilirlik sonuçları hesaplandığında, % RSS değerlerinin %2,8 (benzen için) ile %8,8 (etilbenzen için) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Analiz metodunun doğruluğunu belirlemek amacıyla ayrıca % geri alınabilirlik testleri yapılmıştır. Bu amaçla örneklemede kullanılan adsorbent tüpünün üzerine bilinen miktarda ( $10 \mu\text{g m}^{-3}$ ) standart yüklenmiştir. Daha sonra bu adsorbent tüpü, örneklerin analizinde kullanılan aynı metotla iki kez analiz edilmiştir. Birinci ve ikinci analiz sonuçları kullanılarak aşağıdaki eşitliğe göre herbir bileşiğin geri alınabilirliği (%) olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Geri Alınabilirlik (\%)} = \frac{A}{B} \times 100 \quad (3.2)$$

A: Bileşimin geri alınan miktarı

B: Bileşimin adsorbent üzerinde kalan miktarı

Bileşiklerin geri alınabilirlik oranlarının, %93,5 (n-andekan için) ile %97,3 (n-hekzan için) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

### **3.8. Anket Çalışması**

Çalışma kapsamında örnekleme yapılacak mikro-çevreler ziyaret edilerek burada yaşayan kişilerle ön görüşmeler yapılarak örnekleme hakkında ayrıntılı bilgiler verildi ve katılımcıların soruları cevaplandırıldı. Ayrıca örnekleme katılacak bireylerin bu çalışmadaki rolü ve sorumlulukları anlatıldı. Daha sonra seçilen mikroçevrelerde örnekleme cihazları yerleştirilirken bir yandan da ev, ofis ve okulda yaşayanların karakteristiklerini belirlemeye yönelik anket çalışmaları yapılmıştır. Anketler Ek-1'de sunulmaktadır.

Örneklenen her mikroçevredeki katılımcıların örnekleme esnasında, yaşadıkları çevre ve yapmış oldukları kişisel aktiviteler hakkındaki bilgileri zaman aktivite çizelgeleri ve anketlere aktarması istenmiştir. Zaman-aktivite çizelgeleri gün içerisinde yarım saat, gece periyodundan sabah periyodu arasında da 1 saat aralıklarını içermektedir. Anket soruları mikroçevre karakteristikleri, temizlik ve havalandırma alışkanlıkları ve yaşam koşullarını öğrenmeye yönelik sorulardan oluşmaktadır. Anketler değerlendirildiğinde Tablo 3.2'den de görülebileceği gibi katılımcılar örnekleme boyunca vakitlerinin ortalama olarak sadece %10'luk bölümünü dış ortamlarda geçirirken %85'lik bir bölümünü iç ortamlarda (%70 ev iç ortamları ve %13 çalışma iç ortamları) geçirmektedir. Örnekleme yapıldığı binaların yaşları yeni yapılmış binalar ile 50 yaşında binalar arasında değişim göstererek ortalama 18 yıl olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.2: Örneklenen mikroçevrelerin genel karakteristikleri ve örnekleme şartları

Karakteristikler	Yaz Mevsimi		Kış Mevsimi	
	Ort. $\pm$ SS <sup>a</sup>	Aralık	Ort. $\pm$ SS <sup>a</sup>	Aralık
<b>Mikroçevrede Geçirilen Süre (saat)</b>				
İÇ ORTAMLAR (tüm)	19,6 $\pm$ 2,0	0,15-22,30	21,5 $\pm$ 1,6	0,50-21,30
Ev	16,6 $\pm$ 4,6	9,40-22,30	16,9 $\pm$ 5,8	1,50-21,30
İşyeri/Okul	2,6 $\pm$ 3,7	0,20-10,45	4,0 $\pm$ 5,4	1,10-11,30
Diğer	0,40 $\pm$ 0,83	0,15-3,00	0,6 $\pm$ 0,8	0,50-2,35
DIŞ ORTAMLAR (tüm)	3,5 $\pm$ 1,8	0,15-7,40	1,2 $\pm$ 1,4	0,20-9,30
Ev	1,4 $\pm$ 1,1	0,30-4,30	0,2 $\pm$ 0,5	0,50-2,50
İşyeri/Okul	0,5 $\pm$ 0,7	0,15-2,50	0,2 $\pm$ 0,4	0,35-2,00
Diğer	1,6 $\pm$ 1,2	0,35-7,40	0,8 $\pm$ 1,3	0,20-9,30
SEYAHAT	0,9 $\pm$ 0,6	0,10-2,00	1,3 $\pm$ 0,9	0,15-2,10
<b>Çalışma Periyodu</b>	31 Mayıs 2006-29 Haziran 2006		16 Aralık 2006- 20 Ocak 2007	
<b>Örnekleme Bölgesi</b>	15 kentsel bölge, 9 endüstriyel bölge, 4 kırsal bölge			
<b>Bina yaşı (yıl)</b>	18 $\pm$ 13			
<b>Örnekleme yüzey alanı (m<sup>2</sup>)</b>	71 $\pm$ 40			

<sup>a</sup>Standart Sapma

Örneklenen çevrelerin iç ve dış ortamlarında otomatik ölçüm cihazı kullanılarak yapılan günlük sıcaklık, nem, CO ve CO<sub>2</sub> ölçümlerine ilişkin sonuçlar Tablo 3.3’de yaz ve kış mevsimi için verilmektedir.

Örnekleme döneminde dış ortam sıcaklıkları, yaz mevsiminde 14-39 °C iken kış mevsiminde 1-30 °C aralığında seyretmiştir. İç ortam sıcaklıkları ise, yaz mevsiminde 17-34 °C iken kış mevsiminde 3-25 °C aralığında seyretmiştir. Her iki mevsimde hem iç hem de dış ortamlarda ölçülen nispi nem değerleri birbirine yakın ve geniş bir aralıkta bulunmuştur. Hem iç hem de dış ortamlarda oldukça yüksek nispi nem gözlenmiştir. İç ortamlarda nispi nem yaz mevsiminde %23-76 kış mevsiminde %28-85 aralığında değişirken dış ortamlarda yaz mevsiminde %17-86

kış mevsiminde %20-87 aralığında değişmiştir. Örneklenen iç ve dış ortamlarda CO değerleri oldukça düşük ortalama değerlere sahip bulunmuştur.

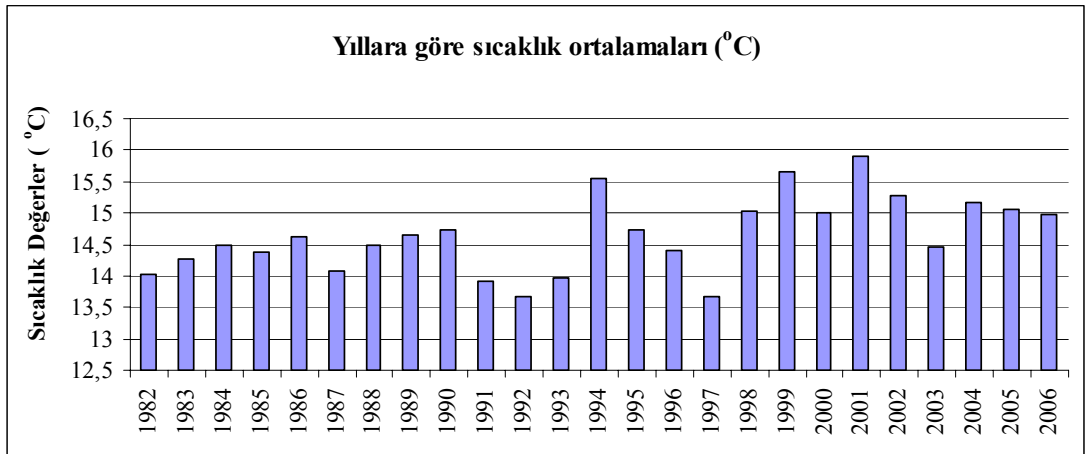
Örneklenen çalışma alanına ait son 25 seneye ait sıcaklık ortalamalarının özeti grafik Şekil 3.9 da görölmektedir. 1990'lı yıllardan sonra sıcaklık ortalamalarının geçmiş yıllara oranla daha yüksek seviyelerde seyrettiği görölmektedir.

Örneklenen iç ortamlarda iklimlendirme yapılmadığından yüksek sıcaklık ve nem değerlerinin yanı sıra özellikle öğrenci sayısının çok olmasına bağlı olarak CO<sub>2</sub> düzeyleri sadece okulların iç ortamlarında yüksek tespit edilmiştir. Örneklenen iç ortamlarda klima kullanılmış olsa idi çok daha iyi iç ortam konfor parametrelerine sahip olunabilirdi. Özellikle yaz mevsiminde iç ortamların iyi bir şekilde havalandırılmasını nedeniyle ortalama CO<sub>2</sub> düzeyleri 497 ppm iken kış mevsiminde 846 ppm değerlerine ulaşıldığı saptanmıştır. İç ortamlar için benzer durum CO içinde gözlenmiştir. Yaz mevsiminde havalandırmanın da etkisiyle iç ortamların ortalama CO düzeyleri 1,17 ppm iken kış mevsiminde yaklaşık 4 kat artarak 3,88 ppm değerlerine ulaşmıştır.

Tablo 3.3: Örneklenen mikroçevrelerin iç ve dış ortam sıcaklık, nispi nem, karbonmonoksit ve karbondioksit düzeyleri

Karakteristikler	Yaz Mevsimi		Kış Mevsimi	
	Ort. $\pm$ SS <sup>a</sup>	Aralık	Ort. $\pm$ SS <sup>a</sup>	Aralık
<b>Termal Konfor Parametreleri</b>				
İç ortam sıcaklığı (°C)	25 $\pm$ 2	17-34	20 $\pm$ 2	3-25
Dış ortam sıcaklığı (°C)	24 $\pm$ 4	14-39	9 $\pm$ 3	1-30
İç ortam nispi nemi (%)	54 $\pm$ 6	23-76	48 $\pm$ 5	28-85
Dış ortam nispi nemi (%)	58 $\pm$ 9	17-86	65 $\pm$ 6	20-87
<b>İnorganik Gaz Kirletici Düzeyleri</b>				
İç ortam Karbonmonoksit (CO), ppm	1.17 $\pm$ 0.54	0.27-6.80	3.88 $\pm$ 4.47	0.03-22.43
Dış ortam Karbonmonoksit (CO), ppm	6.81 $\pm$ 0.36	0.10-23.50	1.52 $\pm$ 1.04	0.03-13.52
İç ortam Karbondioksit (CO <sub>2</sub> ), ppm	497 $\pm$ 161	344-4065	846 $\pm$ 341	48-4070
Dış ortam Karbondioksit (CO <sub>2</sub> ), ppm	354 $\pm$ 45.6	278-2290	417 $\pm$ 40	322-1064

<sup>a</sup>Standart Sapma



Şekil 3.9: Kocaeli iline ait 1982–2006 yılları arasındaki yıllık sıcaklık ortalamaları (°C)

## **BÖLÜM 4. BULGULAR ve TARTIŞMA**

### **4.1. Yaz Örnekleme**

#### **4.1.1. Meteorolojik şartlar**

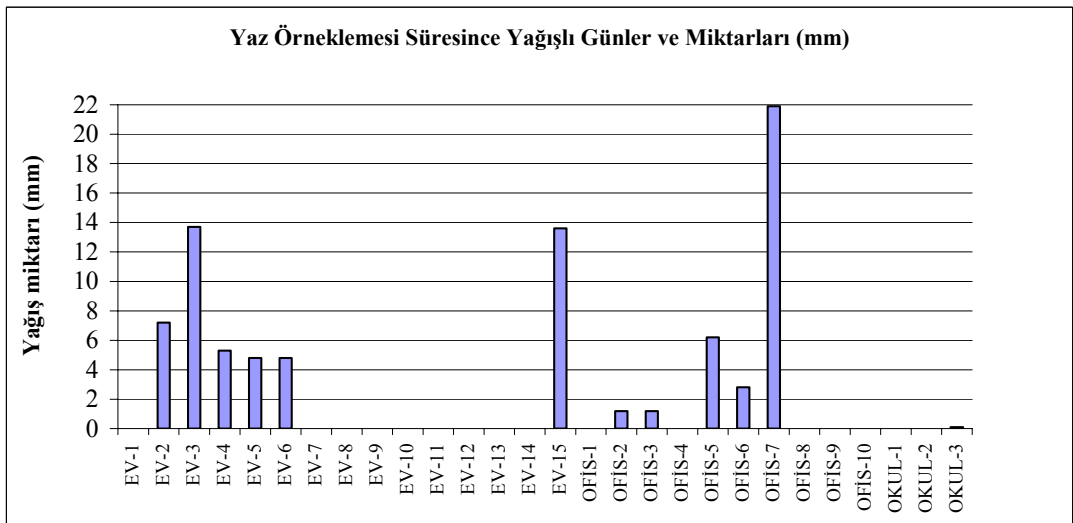
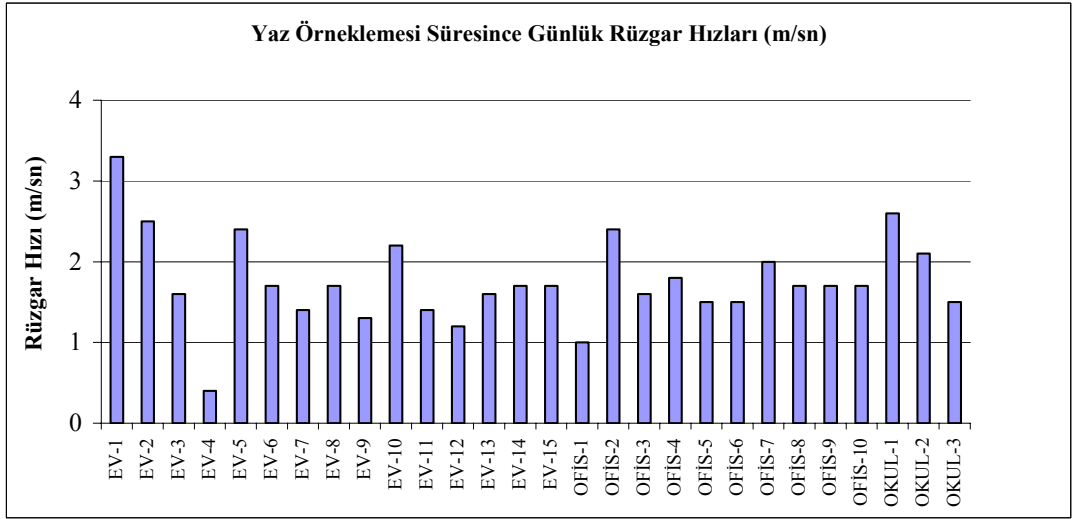
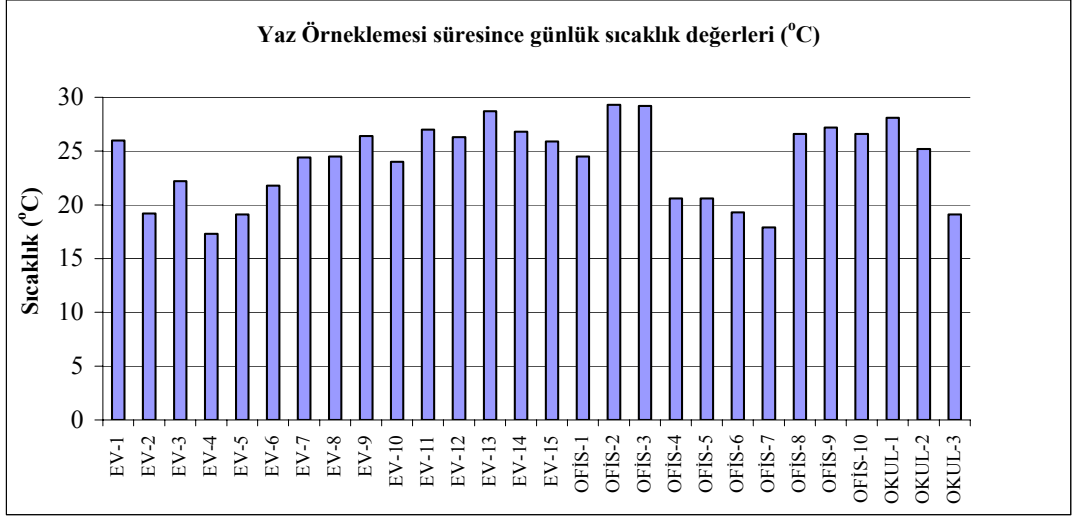
Yaz örnekleme 31 Mayıs 2006-29 Haziran 2006 tarihleri arasında yapılmıştır. Bu tarihlere ait meteorolojik veriler Kocaeli meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir. Kocaeli’nde tek bir noktada meteoroloji istasyonu bulunduğundan bu noktadan elde edilen veriler ışığında değerlendirmeler yapılmıştır.

Meteoroloji istasyonundan elde edilen verilere göre ölçüm günlerinde sıcaklık değerleri 17.3 °C -29.3 °C arasında değişiklik göstermiştir. Rüzgar hızı en düşük 0.4 m/s en yüksek ise 3.3 m/s olarak tespit edilmiştir.

28 noktada yapılan ölçümler boyunca 12 gün yağış görülmüştür. Bu yağışlı günlerde ki yağış miktarı en düşük 0.1 mm en yüksek ise 21.9 mm olarak kayıt edilmiştir.

Günlük ortalama nispi bağıl nem miktarı %50,3 ile %89.3 arasında değişmiştir.

Ölçüm günlerindeki sıcaklık (°C), rüzgar hızı (m/s) ve yağış miktarı Şekil 4.1 de görülmektedir.



Şekil 4.1: Yaz örnekleme süresince örnekleme noktalarındaki sıcaklık (°C), rüzgar hızı (m/s) ve yağış miktarları (mm)

#### 4.1.2 Yaz mevsimi aktif örnekleme ölçüm sonuçları

Çalışma kapsamında yaz mevsiminde örneklenen ev, ofis ve okulların iç ortamlarında otomatik (on-line) Gaz Kromatograf kullanılarak günlük olarak yapılan Uçucu Organik Bileşiklerin (UOBler) aktif örneklemesine ait ölçüm sonuçları Ek-2'deki tablolarda verilmektedir. İç ortam aktif UOB örnekleme için incelenen her mikroçevreden bir ortam seçilmiştir. Bu ortamlar evler için oturma odaları, ofisler için günlük faaliyetlerin gerçekleştiği çalışma ortamları ve okullar için sınıflar olarak belirlenmiştir. Belirlenen örnekleme noktalarında yaz mevsiminde yarım saatlik dilimler halinde yapılan on-line UOB ölçümlerinde 43 UOB tesbit edilmiştir. Tablo Ek-2a-Ek-2g'de aktif örnekleme UOB sonuçları ev, ofis ve okullar için tüm data, gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları şeklinde ayrı ayrı verilmektedir. Yaz mevsimi aktif örnekleme sonuçlarına ilişkin hazırlanan tablolara bakıldığında 43 UOB'in toplamının yanı sıra 29 UOB bileşiğinin de toplamları her mikroçevre için ayrı ayrı verilmektedir. Kış mevsiminde örneklerin başladığı ilk gün otomatik gaz kromatografinin iki ünitesinden birinde arıza olduğundan yaz mevsiminde 43 UOB tesbit edilirken kış mevsiminde bu sayı 29'a düşmüştür. Bu nedenle her 2 mevsimde de ölçülebilen bileşikler arasında bir karşılaştırma yapılabilmesi için 29 UOB bileşiğinin toplamı da tablolarda verilmektedir.

Evlerin iç ortam UOB örneklemesine ait tüm veri seti ortalama konsantrasyonları Ek 2'de bulunan Tablo Ek-2a'da, gündüz ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-2b'de ve gece ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-2c'de verilmektedir. Toluene evlerde tesbit edilen UOB kirlilik düzeylerine en çok katkıda bulunan bileşik olurken onu etilbenzen, m,p-ksilen, stiren, nonan, heksan, benzen ve o-xylene bileşikleri takip etmektedir. Ev iç ortamlarına ait tüm veri seti göz önüne alındığında incelenen 43 UOB'in toplam konsantrasyonlarının  $126,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 3) ile  $482,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 4) arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Bu durum ölçümü yapılan evlerde kirlenme kaynaklarının çeşitlilik göstermesi nedeniyle UOB konsantrasyonlarının çok büyük farklılıklar gösterdiğine işaret etmektedir. UOBlerin çok farklı kaynakları olması nedeniyle örneklenen her evde her bir bileşiğin katkısının farklı olması kaçınılmazdır. Evlerde yapılan UOB örnekleme ölçüm sonuçları için gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları sırasıyla Tablo Ek-2b ve Tablo Ek-2c'de



verilmektedir. Gündüz ortalama değerleri toplam 43 UOB için 151,12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 10) ile 590,23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 7) arasında değişim gösterirken, gece ortalama değerleri ise 99,71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 3) ile 518,16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 4) değerleri arasında değişmektedir.

Ofislerin iç ortam UOB örneklemesine ait tüm veri seti ortalama konsantrasyonları Tablo Ek 2-d'de, gündüz ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-2e'de ve gece ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-2f'de verilmektedir. Örnekleme için 10 ofis seçilmiş ancak bu ofislerden birinde on-line UOB aktif örnekleme yapılamamıştır. Ölçüm aracının bulunması gereken noktanın altında otopark olması nedeniyle ofisin bulunduğu plazanın yönetimi güvenlik açısından örnekleme için izin vermediğinden aktif örnekleme yapılamamıştır. Bu ofiste sadece pasif örnekleme gerçekleştirilmiştir. Ofislerde tesbit edilen UOB kirlilik düzeylerine Toluen en çok katkıda bulunurken onu heksan, m,p-ksilen, 2,3-dimetilpentan, metilsiklopentan, nonan, o-ksilen ve benzen bileşikleri takip etmektedir. Ofis iç ortamlarına ait tüm veri seti göz önüne alındığında incelenen 43 UOB'in toplam konsantrasyonlarının 137,10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 1) ile 447,09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 3) arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Evlerde gözlemlendiği gibi kirlenici kaynaklarının çeşitlilik göstermesi nedeniyle ofislerde de UOB konsantrasyonlarının çok büyük farklılıklar göstermektedir. Ofislerde yapılan UOB örnekleme ölçüm sonuçları için gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları sırasıyla Tablo Ek-2e ve Tablo Ek-2f'de verilmektedir. Gündüz ortalama değerleri toplam 43 UOB için 178,46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 1) ile 547,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 3) arasında değişim gösterirken, gece ortalama değerleri ise 95,73  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 1) ile 514,66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 2) değerleri arasında değişmektedir.

Okulların iç ortam UOB örneklemesine ait tüm veri seti, gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-2g'de verilmektedir. Okullarda tesbit edilen UOB kirlilik düzeylerine Toluen en çok katkıda bulunurken onu heptan, m,p-ksilen, etilbenzen, 1,2,4-trimetilbenzen, metilsikloheksan ve benzen bileşikleri takip etmektedir. Okul iç ortamlarına ait tüm veri seti göz önüne alındığında incelenen 43 UOB'in toplam konsantrasyonlarının 133,06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 3) ile 397,88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 2) arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Okullarda yapılan UOB örnekleme ölçüm sonuçları için gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-2g'de verilmektedir. Gündüz ortalama değerleri toplam 43 UOB için 166,27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul

3) ile 627,12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 2) arasında değişim gösterirken, gece ortalama değerleri ise 99,85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 3) ile 195.50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 1) değerleri arasında değişmektedir.

Çalışma bölgesinde dış ortamlarda yapılan yaz mevsimi kanister örneklemesine ait ölçüm sonuçları Tablo Ek-2h'de verilmektedir. Kanister örneklemesi Tablo Ek-2h'den de görüleceği gibi yaz mevsimlerinde 5 örnekleme noktasında gerçekleştirilmiştir. Seçilen örnekleme noktalarının dış ortamlarında aynı zamanda pasif örnekleme çalışması da yapılarak iki örnekleme tekniğinin sonuçlarını karşılaştırma imkanı da bulunmuştur. Pasif örnekleme cihazları kullanılarak elde edilen pasif örnekleme sonuçları ile kanisterler kullanılarak elde edilen aktif örnekleme sonuçları karşılaştırıldığında  $\pm \%10$ 'luk bir sapma ile sonuçların birbiri ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, dış ortamlarda kanister ile aktif örnekleme tekniğine alternatif olarak pasif örnekleme tekniğinin de güvenilir şekilde kullanılabileceğine işaret etmektedir.

#### **4.1.3. Yaz mevsimi pasif örnekleme ölçüm sonuçları**

Yaz mevsiminde yapılan pasif örneklemeyle ilgili sonuçlar Ek-3 de görülen tablolarda verilmiştir. Ek-3 deki Tablo Ek-3a'da UOBlerin ev, okul ve ofislerde iç ortam, dış ortam ve kişisel pasif örnekleme sonuçları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) yaz mevsimi için verilmektedir. Tabloda ayrıca aynı evde yaşayan, biri ev kadını diğeri ise çalışan kişiler ile yapılan örnekleme sonuçları da verilmektedir.

Pasif örnekleme çalışmasında 35 UOB tesbit edilmiştir. Belirlenen 35 bileşiğin toplamı gözönüne alındığında en yüksek konsantrasyon düzeylerine kişilerde rastlandığı bunu iç ortam ve dış ortam düzeylerinin takip ettiği görülmektedir. En yüksek kişisel maruziyet düzeylerine sırasıyla ofisler, evler ve okullarda örnekleme yapılan kişilerde rastlanılmıştır. Ayrıca aynı evde yaşayan fakat biri çalışan diğeri ev kadını olan kişilerde elde edilen sonuçlar dikkat çekmektedir. Aynı evde yaşayan kişilerde, çalışanların maruz kaldığı UOB konsantrasyonları ( $\Sigma 35\text{UOB}=434,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ev kadınlarının maruz kaldığı konsantrasyonlara ( $\Sigma 35\text{UOB}=266,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nazaran oldukça yüksektir. Dış ortam UOB konsantrasyonları ev, okul ve ofislerde birbirine

yakın ( $\Sigma 35\text{UOB}=150,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $164,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) bulunmuş olup kişisel maruziyet ( $\Sigma 35\text{UOB}=224,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $312,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) ve iç ortam UOB konsantrasyonlarına ( $\Sigma 35\text{UOB}=234,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $309,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) göre daha düşüktür. Tablo Ek-3b incelendiğinde evlerin iç ortamlarında pasif örnekleme yapılan mutfak, oturma odası ve yatak odalarında birbirine yakın UOB düzeyleri ( $\Sigma 35\text{UOB}=218,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  -  $257,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) gözlenmiştir. Aynı evde yaşayan fakat çalışan kişinin maruz kaldığı UOB kirlilik düzeyi ( $\Sigma 35\text{UOB}=434,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), hem aynı evde yaşayan ev kadınının maruz kaldığı UOB düzeyinden ( $\Sigma 35\text{UOB}=266,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) hem de evlerin iç ve dış ortamlarında elde edilen düzeylerden ( $\Sigma 35\text{UOB}=164,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $257,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) daha yüksek bulunmuştur.

Çalışma sonucunda merak edilen konulardan biri de farklı özelliklere sahip olan bölgelerdeki UOB konsantrasyonları olmuştur. Çalışmada örneklenen noktalar seçilirken trafiğin yoğun olduğu kent merkezi, hem trafik hem sanayi'nin yoğun olduğu endüstri bölgesi ve sanayi ve trafikten nispeten uzak bölgeler olmasına dikkat edilmiştir. Ancak bu sayede trafik, sanayi ve her ikisinden uzak bölgelerde elde edilen sonuçları arasında farklılıklar sorgulanabilecektir. Trafiğin yoğun olduğu Kentsel Alanlar, Sanayi'nin yoğun olduğu Endüstriyel Alanlar ve Sanayi ve Trafikten Uzak Alanlarda yaz mevsiminde yapılan kişi, iç ortam ve dış ortam örnekleme sonuçları Tablo Ek-3c'de verilmektedir. Yaz örneklemesinde incelenen 3 farklı bölgede örneklenen her bileşiğin katkısının farklı olduğu ancak tesbit edilen 35 UOB bileşiğinin toplamları göz önüne alındığında trafiğin yoğun olduğu Kentsel Alanlarda kişi, iç ortam ve dış ortamlarda en yüksek UOB konsantrasyonları elde edilmiştir. Kentsel ve Endüstriyel Alanlarda elde edilen UOB konsantrasyonlarının Sanayii ve Trafikten Uzak Alanlarda elde edilen konsantrasyonların yaklaşık 2 katı olduğu Tablo Ek-3c'de görülmektedir. Bu da trafik ve sanayiinin tesbit edilen UOB'lere olan katkısının ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

## 4.2. Kış Örnekleme

### 4.2.1. Meteorolojik şartlar

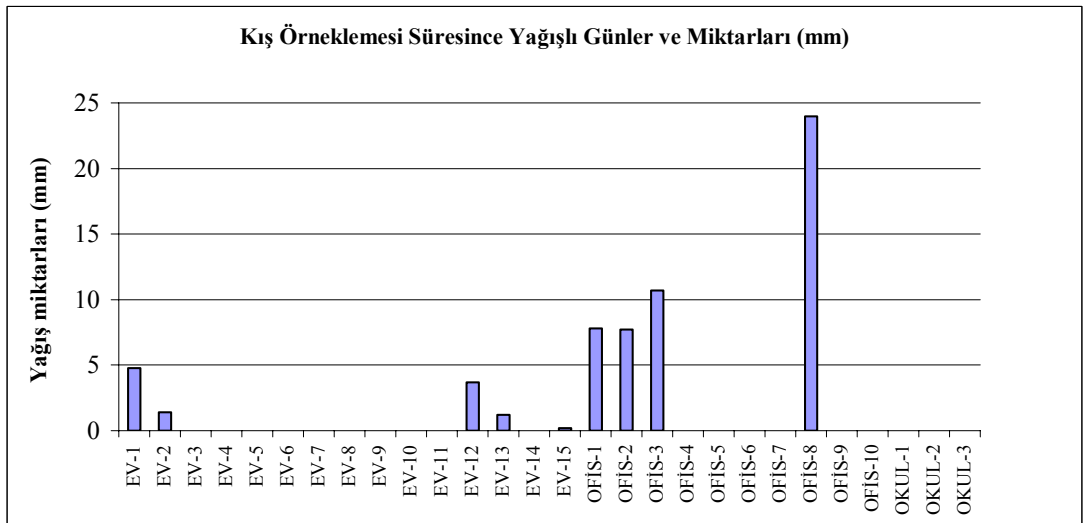
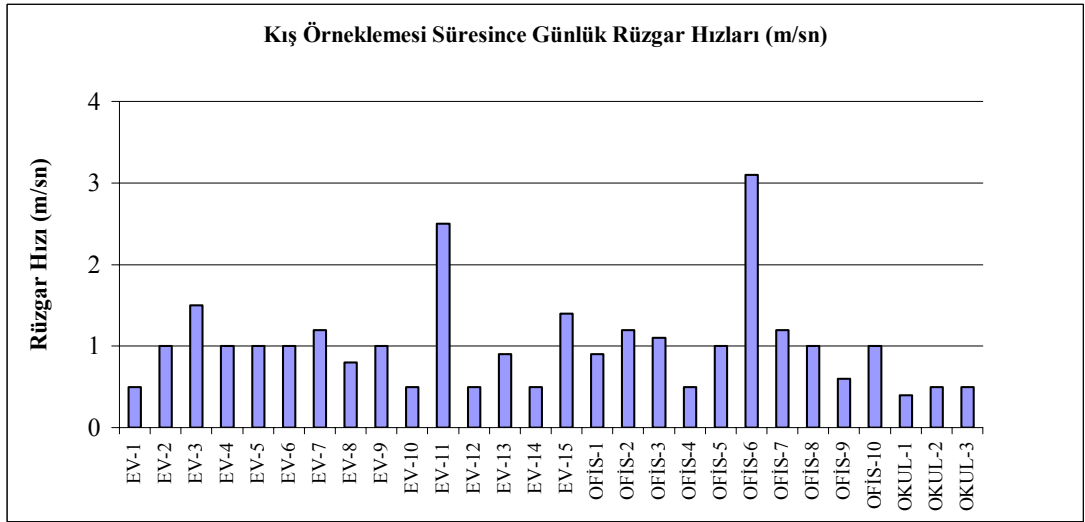
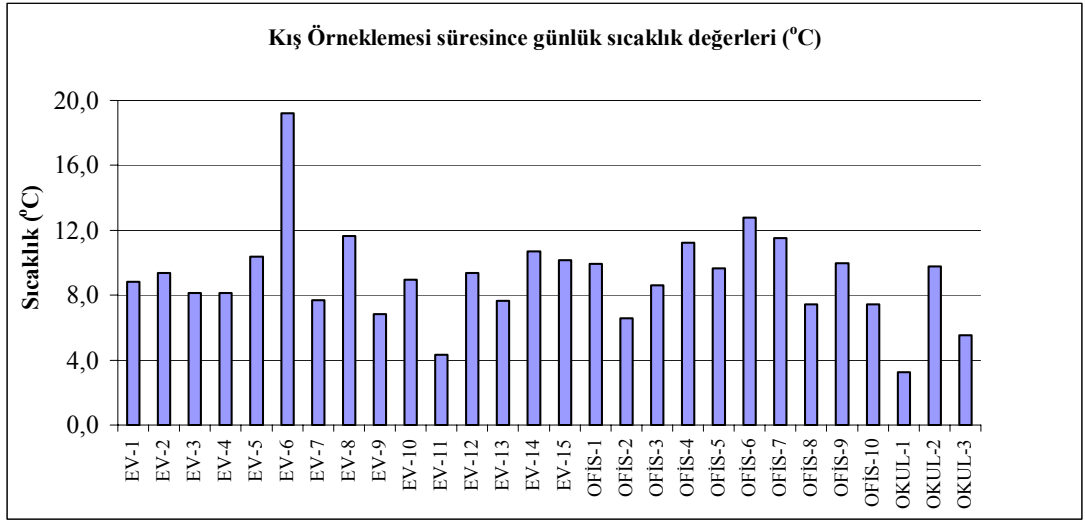
Kış örnekleme 16 Aralık 2006-20 Ocak 2007 tarihleri arasında yapılmıştır. Bu tarihlere ait meteorolojik veriler Kocaeli meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Yaz örneklemeinde belirtildiği gibi bu veriler tek bir istasyon tarafından alındığından değerlendirmeler bu noktadaki veriler üzerinden yapılmıştır.

Örnekleme süresince sıcaklık değerleri 3,3 °C-19,2 °C arasında değişmiştir. Rüzgar hızı en düşük 0.4 m/s, en yüksek ise 3.1 m/s olarak tespit edilmiştir.

28 noktada yapılan ölçümler süresince bölge 11 gün yağış almıştır bu yağışlar Ev-11 ve Okul-1 ölçümleri sırasında kar şeklinde görülmüş, diğer yağış günlerinde yağmur şeklinde olmuştur. Yağışlı günlerde tespit edilen yağış miktarı 0,2 mm-24 mm arasında değişmektedir.

Günlük ortalama nem miktarının %58,7 ile %96 arasında değişmekte olduğu saptanmıştır.

Ölçüm günlerindeki sıcaklık (°C), rüzgar hızı (m/s) ve yağış miktarı Şekil 4.2 de görülmektedir.



Şekil 4.2: Kış örnekleme süresince örnekleme noktalarındaki sıcaklık (°C), rüzgar hızı (m/s) ve yağış miktarları (mm)

#### 4.2.2. Kış mevsimi aktif örnekleme ölçüm sonuçları

Çalışma kapsamında kış mevsiminde örneklenen ev, ofis ve okulların iç ortamlarında otomatik (on-line) Gaz Kromatograf kullanılarak günlük olarak yapılan Uçucu Organik Bileşiklerin (UOBler) aktif örneklemesine ait ölçüm sonuçları Ek-4'de hazırlanan tablolarda verilmektedir. İç ortam aktif UOB örnekleme için incelenen her mikroçevreden bir ortam seçilmiştir. Bu ortamlar yaz mevsiminde olduğu gibi evler için oturma odaları, ofisler için günlük faaliyetlerin gerçekleştiği çalışma ortamları ve okullar için sınıflar olarak belirlenmiştir. Belirlenen örnekleme noktalarında kış mevsiminde yarım saatlik dilimler halinde yapılan on-line UOB ölçümlerinde 29 UOB tesbit edilmiştir. Daha önceki bölümde bahsedildiği gibi on-line GC'nin bir ünitesi arızalandığı için kış örnekleme sadece 29 UOB bileşiği belirlenebilmiştir. Tablo Ek-4a-4g'de kış mevsimi aktif örnekleme UOB sonuçları ev, ofis ve okullar için tüm data, gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları şeklinde ayrı ayrı verilmektedir.

Evlerin iç ortam UOB örneklemesine ait tüm veri seti ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-4a'da, gündüz ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-4b'de ve gece ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-4c'de verilmektedir. Yaz mevsiminde olduğu gibi kış mevsiminde de Toluen evlerde tesbit edilen UOB kirlilik düzeylerine en çok katkıda bulunan bileşik olurken onu m,p-ksilen, etilbenzen, o-ksilen, stiren, metilsiklopentan, nonan, benzen ve hegzan bileşikler takip etmektedir. Ev iç ortamlarına ait tüm veri seti göz önüne alındığında incelenen 29 UOB'in toplam konsantrasyonlarının  $172,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 11) ile  $758,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 14) arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Yaz örnekleme ile karşılaştırıldığında kış mevsimi UOB düzeylerinin oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Yaz mevsiminde 29 UOB bileşiğinin tüm veri seti ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-2a'dan görüleceği gibi  $80,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile  $392,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  arasında değişirken kış mevsiminde bu düzeylerin yaklaşık 2-3 kat artması dikkat çekmektedir. Evlerde yapılan UOB örnekleme ölçüm sonuçları için gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları sırasıyla Tablo Ek-4b ve Tablo Ek-4c'de verilmektedir. Gündüz ortalama değerleri toplam 29 UOB için  $149,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 12) ile  $788,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 14) arasında

değişim gösterirken, gece ortalama değerleri ise 145,72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 11) ile 760,28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ev 4) değerleri arasında değişmektedir.

Ofislerin iç ortam UOB örneklemesine ait tüm veri seti ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-4d'de, gündüz ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-4e'de ve gece ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-4f'de verilmektedir. Ofislerde tesbit edilen UOB kirlilik düzeylerine Toluen en çok katkıda bulunurken onu m,p-ksilen, etilbenzen, o-ksilen, 2,3-dimetilpentan, heptan, nonan, stiren ve benzen bileşikleri takip etmektedir. Ofis iç ortamlarına ait tüm veri seti göz önüne alındığında incelenen 29 UOB'in toplam konsantrasyonlarının 121,62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 3) ile 639,61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 8) arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Evlerde gözlemlendiği gibi kirletici kaynaklarının çeşitlilik göstermesi nedeniyle ofislerde de UOB konsantrasyonları çok büyük farklılıklar göstermektedir. Ofislerde yapılan UOB örnekleme ölçüm sonuçları için gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları sırasıyla Tablo Ek-4e ve Ek-4f'de verilmektedir. Gündüz ortalama değerleri toplam 29 UOB için 135,97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 3) ile 774,71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 7) arasında değişim gösterirken, gece ortalama değerleri ise 107,27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 3) ile 670,40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ofis 2) değerleri arasında değişmektedir.

Okulların iç ortam UOB örneklemesine ait tüm veri seti, gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları Tablo Ek-4g'de verilmektedir. Okullarda tesbit edilen UOB kirlilik düzeylerine Toluen en çok katkıda bulunurken onu m,p-ksilen, benzen, 2,3-dimetilpentan, hegzan, 2,4-dimetilpentan, metilsiklohegzan, nonan, stiren ve etilbenzen bileşikleri takip etmektedir. Okul iç ortamlarına ait tüm veri seti göz önüne alındığında incelenen 29 UOB'in toplam konsantrasyonlarının 244,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 1) ile 555,06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 2) arasında değişim gösterdiği Tablo Ek-2g'de görülmektedir. Okullarda yapılan UOB örnekleme ölçüm sonuçları için gündüz ve gece ortalama konsantrasyonları aynı tabloda verilmektedir. Gündüz ortalama değerleri toplam 29 UOB için 318,82  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 3) ile 790,68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 2) arasında değişim gösterirken, gece ortalama değerleri ise 153,79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 1) ile 319,44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Okul 2) değerleri arasında değişmektedir.

Çalışma bölgesinde dış ortamlarda yapılan kış mevsimi kanister örneklemesine ait ölçüm sonuçları Tablo Ek-4h'de verilmektedir. Kanister örnekleme tablolarında görüleceği gibi yaz mevsiminde olduğu gibi kış mevsiminde de 5 örnekleme noktasında gerçekleştirilmiştir. Seçilen örnekleme noktalarının dış ortamlarında aynı zamanda pasif örnekleme çalışması da yapılarak iki örnekleme tekniğinin sonuçlarını karşılaştırma imkanı bulunmuştur. Pasif örnekleyiciler kullanılarak elde edilen pasif örnekleme sonuçları ile kanisterler kullanılarak elde edilen aktif örnekleme sonuçları karşılaştırıldığında  $\pm$  %10'luk bir sapma ile sonuçların birbiri ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, dış ortamlarda kanister örnekleme gibi aktif örnekleme tekniklerine alternatif olarak pasif örnekleme tekniklerinin de güvenilir şekilde kullanılabileceğine işaret etmektedir.

#### **4.2.3. Kış mevsimi pasif örnekleme ölçüm sonuçları**

Kış mevsiminde yapılan pasif örnekleme sonuçları Ek-5 de tablolar halinde sunulmuştur. Tablo Ek-5a'da UOBlerin ev, okul ve ofislerde iç ortam, dış ortam ve kişisel pasif örnekleme sonuçları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kış mevsimi için verilmektedir. Tabloda ayrıca aynı evde yaşayan, biri ev kadını diğeri ise çalışan kişiler ile yapılan örnekleme sonuçları da verilmektedir.

Kış mevsiminde yapılan pasif örneklemede belirlenen 35 bileşiğin toplamı gözönüne alındığında en yüksek konsantrasyon düzeylerine kişilerde rastlandığı bunu iç ortam ve dış ortam düzeylerinin takip ettiği görülmektedir. En yüksek kişisel maruziyet düzeylerine sırasıyla ofisler, okullar ve evlerde örneklenen kişilerde rastlanılmıştır. Ayrıca aynı evde yaşayan fakat biri çalışan diğeri ev kadını olan kişilerde elde edilen sonuçlar dikkat çekmektedir. Aynı evde yaşayan kişilerde, çalışanların maruz kaldığı UOB konsantrasyonları ( $\Sigma 35\text{UOB}=442,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ev kadınlarının maruz kaldığı konsantrasyonlardan ( $\Sigma 35\text{UOB}=363,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) daha yüksektir. Dış ortam UOB konsantrasyonları ev, okul ve ofislerde ( $\Sigma 35\text{UOB}=125,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $264,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) bulunmuş olup kişisel maruziyet ( $\Sigma 35\text{UOB}=363,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $486,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) ve iç ortam UOB konsantrasyonlarına ( $\Sigma 35\text{UOB}=339,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $485,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) göre oldukça düşüktür (Tablo Ek-5a). Tablo Ek-5b incelendiğinde evlerin iç ortamlarında pasif örnekleme yapılan mutfak, oturma odası ve yatak



odalarında birbirine yakın UOB düzeyleri ( $\Sigma 35\text{UOB}=311,74 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 361,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) gözlenmiştir. Aynı evde yaşayan fakat çalışan kişinin maruz kaldığı UOB kirlilik düzeyi ( $\Sigma 35\text{UOB}=442,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), hem aynı evde yaşayan ev kadınının maruz kaldığı UOB düzeyinden ( $\Sigma 35\text{UOB}=363,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) hem de evlerin iç ve dış ortamlarında elde edilen düzeylerden ( $\Sigma 35\text{UOB}=125,69 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 361,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aralığında) daha yüksek bulunmuştur.

Trafiğin yoğun olduğu kentsel alanlar, sanayi'nin yoğun olduğu endüstriyel alanlar ve sanayi ve trafikten uzak alanlarda kış mevsiminde yapılan kişi, iç ortam ve dış ortam örnekleme sonuçları Tablo Ek-5c'de verilmektedir. Kış örneklemesinden elde edilen sonuçlar, belirlenen 35 UOB bileşiğinin toplamları göz önüne alındığında trafiğin yoğun olduğu kentsel alanlarda kişi, iç ortam ve dış ortamlarda en yüksek UOB konsantrasyonları elde edilmiştir. Her 3 alanda da dış ortam konsantrasyonlarının yaz mevsimine yakın değerlere sahip olduğu ancak kişisel ve iç ortam düzeylerinin yaz mevsimine göre belirgin şekilde yükseldiği görülmektedir. Sanayi ve trafikten uzak alanların dış ortamlarında elde edilen UOB düzeyleri diğer alanlara nazaran 2 kat dolayında düşük olmasına rağmen kişiler ve iç ortamlarda elde edilen konsantrasyonlar birbirine yakın bulunmuştur. Bu durum sanayi ve trafikten uzak alanlarda özellikle kış mevsiminde iç ortam ve kişilerde gözlenen yüksek kirlilik düzeylerinde dış ortamlardan ziyade iç ortamların önemini vurgulamaktadır.

### **4.3. Sonuçların Benzer Çalışmalarla Karşılaştırılması**

Çalışma kapsamında incelenen bölgenin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeyleri dünyanın diğer bölgelerinde yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Tablo 4.1'de literatürde yaygın olarak çalışılan UOB'ler (benzen, toluen, etilbenzen, ksilenler ve stiren) için çalışmamız ve diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlar bir arada verilmektedir. Tablo 4.1 incelendiğinde çalışmamızda elde edilen benzene, toluen, etilbenzen, ksilenler ve stiren (BTEKS) düzeylerinin diğer çalışmalarda raporlanan düzeylerden genel olarak yüksek olduğu bulunmuştur. Kişisel Maruziyet, iç ortam ve dış ortam BTEKS düzeyleri Amerika'nın Minnesota eyaletinde (Adgate ve diğ., 2004) ve Avrupa'da (Ilgen ve diğ., 2001; Schneider ve diğ., 2001) kentsel alanlarda yapılan benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlardan yüksek bulunmuştur.

Sonuçların Meksika’da (Tovalin-Ahumada ve Whitehead, 2007), Avrupa’da (Zuraimi ve diğ., 2006) ve Kore’de (Son ve diğ., 2003) yapılan çalışmalarla karşılaştırılabilir olduğu, sadece trafiğin yoğun olduğu metropol bir şehir olan Singapur’da (Zuraimi ve diğ., 2006) ofis iç ortamlarında yapılan çalışmada elde edilen sonuçlardan düşük olduğu görülmektedir.

UOBlere ilişkin ulusal ve uluslararası sınır değerler geliştirilmediğinden bu bölümde sadece dünyanın diğer bölgelerinde yapılan benzer çalışmalarda elde edilen kirlilik düzeyleri ile karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 4.1: UOB konsantrasyonlarının literatür çalışmaları ile karşılaştırılması

Şehir, Ülke	Mevsim	Örneklenen Çevre	N	Ortam	Konsantrasyon ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )					Değer	Referans		
					Benzen	Toluen	m,p-ksilen	o-ksilen	Etilbenzen			Stiren	
Kocaeli, Türkiye	Yaz	Ev	15	İç Ortam	6.87	23.67	9.46	4.76	6.16	6.54	Ortanca	Bu çalışma	
		Ofis	10	İç Ortam	9.82	50.79	15.05	12.33	9.16	7.38			
		Okul	3	İç Ortam	6.67	44.78	11.93	4.87	9.03	7.81			
			28	Dışortam	6.58	14.73	7.58	3.77	4.44	3.91			
			28	Kişi	8.26	35.19	11.52	6.17	9.15	6.65			
	Kış	Ev	15	İç Ortam	9.28	41.39	25.56	14.05	14.59	8.92			
		Ofis	10	İç Ortam	10.63	66.26	35.21	22.52	16.71	17.81			
		Okul	3	İç Ortam	13.67	62.72	25.05	13.09	13.25	5.48			
			28	Dışortam	8.18	21.37	15.06	8.29	5.16	4.46			
			28	Kişi	9.28	51.51	25.56	16.78	15.31	13.22			
Hamburg, Almanya	Haz 95- Kas 96	Ev	201	İç Ortam	1.48	20.46	2.92	0.79	0.7	n.m.	Ortanca	Schneider ve diğ., 2001	
			Dışortam	1.13	4.46	1.2	n.d.	n.d.	n.m.				
Erfurt, Almanya	Ev	204	İç Ortam	2.17	37.29	4.17	1.2	1.67	n.m.				
			Dışortam	1.62	4.98	1.76	n.d.	n.d.	n.m.				
Asan, Kore	Yaz	Ev	30	İç Ortam	23.83	13.9	8.48 <sup>a</sup>	8.28	0.83	n.m.	Ortanca	Son ve diğ., 2003	
				Dışortam	24.51	11.16	6.66 <sup>a</sup>	6.66	0.89	n.m.			
				Kişi	24.98	16.84	7.98 <sup>a</sup>	8.98	0.99	n.m.			
Seoul, Kore	Yaz	Ev	30	İç Ortam	36.9	54.44	8.69 <sup>a</sup>	9.29	1.22	n.m.			
					Dışortam	34.58	46.41	8.7 <sup>a</sup>	9.29	1.43			n.m.
					Kişi	38.3	48.63	7.78 <sup>a</sup>	8.08	1.22			n.m.
Singapur	Kış	Ofis	8	İç Ortam	87.1	287.3	143	43.4	n.m.	n.m.	Ortalama	Zuraimi ve diğ., 2006	
8 Avrupa Ülkesi		Ofis	18	İç Ortam	14.6	35.1	22.2	10.2	n.m.	n.m.			
Mexico, Meksika	Bahar	Ofis	21	Kişi	10	88	27	10	11	2	Ortanca	Tovalin-Ahumada ve Whitehead, 2007	
Puebla, Meksika		Ofis	12	Kişi	3	65	19	7	7	1			
Hannover, Almanya		Ev-Kırsal	59	İç Ortam	1.84	19.72	4.47	1.37	2.04	n.m.	Geo. Ort.	Ilgen ve diğ., 2001	
		Ev-Kentsel	56	İç Ortam	3.07	21.75	5.99	1.97	2.35	n.m.			
Minnesota, USA	Kış	Okul	39	İç Ortam	0.60	2.90	2.30	0.80	0.60	0.10	Ortanca	Adgate ve diğ., 2004	
			8	Dışortam	1.3	2.6	2.3	0.80	0.60	0.10			
		Ev	93	İç Ortam	2.2	8.2	3.7	1.2	1	0.7			
				Kişi	2.1	7.7	3.5	1.1	1	0.5			
	Bahar	Okul	47	İç Ortam	0.6	1.6	1.2	0.4	0.3	0.1			
			10	Dışortam	1.1	2.7	2	0.7	0.5	0.1			
		Ev	88	İç Ortam	2.1	8.9	3.3	1.1	1	0.8			
				Kişi	1.5	7.7	2.9	1	0.9	0.5			

a: sadece m-ksilen çalışılmıştır.

## 4.4. Veri Analiz

### 4.4.1 Yaz mevsimi aktif örnekleme sonuçlarının tartışılması

#### 4.4.1.1. Aktif örnekleme gündüz / gece oranlarının değerlendirilmesi

Yaz mevsiminde örneklenen ev, ofis ve okulların iç ortamlarında yapılan UOB aktif örneklemesine ilişkin hesaplanan Gece/Gündüz konsantrasyon oranları Tablo 4.2, Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'de verilmektedir. Bu sayede örneklenen mikroçevrelerin iç ortamlarında gündüz ve gece periyodunun elde edilen UOB kirlilik düzeylerine katkısı belirlenebilecektir. Tablolar oluşturulurken gündüz periyodu olarak (08:00–20:00), gece periyodu olarak ise (20:00 – 08:00) arası kabul edilmiştir.

Tablo 4.2 incelendiğinde evlerde yaz mevsiminde belirlenebilen 43 UOB gözönüne alındığında elde edilen Gündüz/Gece konsantrasyon oranlarının 0,12 (Ev 10) ile 32,22 (Ev 8) arasında geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Örnekleme süresince yarım saat aralıklarla elde edilen veri setinde Gündüz/Gece oranlarının ortalamaları 0,90 (Ev 10) ile 2,56 (Ev 8) arasında değiştiği görülmektedir. Yaz mevsiminde evlerin iç ortamlarında Gündüz/Gece konsantrasyon oranları 2 dolaylarındadır. İç ortamlarda gece periyoduna nazaran gündüz periyodunda daha yoğun faaliyetlerin yapılması nedeniyle gündüz UOB konsantrasyonları gece UOB konsantrasyonlarından yüksek bulunmuştur.

Ofislerde belirlenebilen 43 UOB göz önüne alındığında elde edilen Gündüz/Gece konsantrasyon oranlarının 0,20 (Ofis 2) ile 9,93 (Ofis 1) arasında geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir (Tablo 4.3). Örnekleme süresince yarım saatlik aralıklarla elde edilen veri setinde Gündüz/Gece oranlarının ortalamaları 0,70 (Ofis 2) ile 2,38 (Ofis 1) arasında değiştiği görülmektedir. Gündüz/Gece oranlarının 2 dolayında olması ofis çalışma saatleri ile Gündüz periyodu olarak seçilen 08:00 – 20:00 saatlerinin uyumlu olması nedeniyle kirliliğe neden olan etkenlerin çalışma sırasında ofiste kullanılan ofis malzemeleri ve ofis çalışanlarının sigara kullanımı gibi kirlilik kaynaklarına işaret etmektedir. Gündüz periyodunda araç trafiğinin de yoğun olması

nedeniyle dış ortamdan iç ortama kirletici taşınımının da bu farklılıkta etken olduğu gözönünde bulundurulması gereken bir nedendir.

Tablo 4.4 incelendiğinde okullarda yaz mevsiminde belirlenebilen 43 UOB gözönüne alındığında elde edilen Gündüz/Gece konsantrasyon oranlarının 0,51 (Okul 3) ile 17,65 (Okul 2) arasında geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Örneklem süresince yarım saatlik aralıklarla elde edilen veri setinde Gündüz/Gece oranlarının ortalamaları 2,02 (Okul 3) ile 3,78 (Okul 2) arasında değiştiği görülmektedir. Yaz mevsiminde iç ortam için Gündüz/Gece konsantrasyon oranları ev ve ofislere nazaran okullarda daha yüksek olup 3 dolaylarındadır. Endüstri ve trafiğin yoğun olduğu bir yerde bulunan Okul 2 örnekleme noktasında Gündüz/Gece konsantrasyon oranlarının 4 dolayında bulunması dikkat çekmektedir. Okulların iç ortamlarında önemli bir UOB kirlilik kaynağı bulunmadığından gündüz iç ortamlarda elde edilen yüksek konsantrasyonlar özellikle trafik ve endüstrinin neden olduğu kirliliğin iç ortamlara taşınması şeklinde gerçekleştiğinden hem endüstriyel faaliyetler hem de trafiğin gündüz periyodunda gece periyoduna nazaran yoğun olması nedeniyle bu bölgede Gündüz/Gece konsantrasyon oranları diğer bölgelerin neredeyse 2 katına ulaşmıştır.

Tablo 4.2: Evlerin iç ortamlarında yapılan yaz aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz/gece konsantrasyon oranları

Bileşenler	EV 1	EV 2	EV 3	EV 4	EV 5	EV 6	EV 7	EV 8	EV 9	EV 10	EV 11	EV 12	EV 13	EV 14	EV 15
Benzen	1,71	1,00	1,98	0,80	0,87	0,95	0,82	0,45	1,22	0,24	1,30	1,75	0,50	1,32	1,39
Toluen	1,97	1,31	2,04	0,66	1,72	1,22	1,67	0,65	1,55	0,74	1,54	1,29	0,91	0,86	1,53
Etilbenzen	1,78	1,17	1,19	0,70	1,38	0,96	2,23	0,89	1,47	0,66	1,70	1,36	0,83	1,45	1,45
m,p-ksilen	2,02	1,17	1,41	0,70	1,36	1,01	1,57	0,80	1,41	0,77	1,53	1,25	0,84	1,35	1,06
o-ksilen	2,23	1,11	1,45	0,62	2,17	1,01	1,43	1,08	1,63	0,74	1,80	1,59	0,84	1,74	1,02
Siklohegzan	2,00	1,32	1,46	0,47	0,70	0,61	1,97	0,58	1,03	0,53	3,09	1,73	0,50	1,40	1,59
1,2,4-trimetilbenzen	1,97	1,07	1,82	0,56	2,06	1,24	0,98	2,07	1,46	0,90	1,42	1,03	1,49	1,48	0,98
1,3,5-trimetilbenzen	3,19	1,01	2,01	0,67	2,14	2,84	0,87	2,64	1,74	1,08	1,44	1,32	1,32	2,19	1,02
Hegzan	1,40	1,41	0,91	3,82	0,39	1,00	2,41	0,71	0,25	0,37	2,93	0,90	1,25	2,46	2,06
Heptan	1,63	1,00	1,76	0,79	0,91	1,00	0,79	0,41	1,22	0,23	1,27	1,71	0,47	1,21	1,37
2-metil-1-penten	1,54	1,02	1,23	0,76	0,86	1,53	0,82	0,46	2,36	0,30	0,98	1,04	0,68	0,96	1,45
Metilsiklopentan	1,00	1,12	0,71	0,63	1,13	1,97	0,64	0,45	1,24	0,34	0,52	0,57	0,70	0,45	1,54
2,4-dimetilpentan	2,11	1,46	2,14	0,76	0,74	1,46	2,70	0,64	11,81	0,42	1,05	2,20	1,42	1,03	1,62
2 metilhegzan	1,30	0,55	3,36	1,06	0,72	2,01	0,43	0,35	7,80	0,12	1,24	1,00	0,46	2,67	1,41
2,3-dimetilpentan	3,35	0,83	1,36	1,13	2,32	1,53	0,67	1,04	4,55	0,42	1,05	1,49	0,77	1,34	1,39
3-metilhegzan	2,22	1,12	1,67	0,61	1,45	0,88	1,63	1,43	1,50	0,68	1,49	2,03	0,52	1,14	1,17
2,2,4-trimetilpentan	1,10	1,42	1,27	1,10	1,10	1,71	1,34	1,01	1,52	1,18	0,47	0,68	0,44	1,08	0,76
Metilsiklohegzan	3,07	1,15	1,18	0,59	1,14	0,73	4,58	0,92	1,60	0,37	2,96	2,25	1,21	3,70	1,20
2,3,4-trimetilpentan	2,19	1,11	1,45	0,40	0,60	1,26	5,19	1,39	1,41	0,66	2,49	2,40	1,75	1,76	1,26
2-metilheptan/ 3-metilheptan	2,84	0,89	0,50	1,00	1,28	1,01	4,19	1,06	2,53	2,06	2,96	1,58	2,68	0,83	6,72
Stiren	2,04	1,15	1,47	0,93	1,86	0,98	1,65	0,85	2,09	1,09	1,52	1,28	1,12	1,40	1,52
Nonan	1,90	1,14	1,49	0,69	2,19	1,01	2,50	0,87	1,71	0,91	1,71	1,62	1,46	1,87	1,47
İzopropilbenzen	0,89	1,00	1,16	0,63	1,03	1,32	2,44	1,57	1,06	0,45	0,59	1,04	1,51	0,70	1,74
Propilbenzen	1,52	0,89	3,51	0,60	2,28	3,08	2,91	3,92	1,85	2,09	0,75	0,99	1,20	2,62	1,39
M,p-etiltoluen	2,43	0,97	1,34	0,61	1,81	2,65	3,60	12,32	3,04	1,47	2,24	1,69	3,40	1,25	1,22
o-etiltoluen	1,97	1,14	1,40	0,44	2,13	0,86	1,32	32,22	1,47	1,10	2,29	1,18	2,05	1,38	1,12
Dekan	8,27	1,22	5,79	0,30	3,01	0,82	0,65	0,42	2,07	0,38	2,80	2,89	0,93	0,79	1,19
1,2,3-trimetilbenzen	13,11	1,06	3,14	2,09	0,81	1,37	3,95	2,09	1,67	1,11	3,58	2,10	5,22	2,24	1,06
M,p-dietilbenzen	7,89	1,34	1,46	1,28	3,42	1,84	2,03	12,17	2,81	1,58	4,37	2,62	1,57	3,24	1,52
<b>Minimum (29VOC)</b>	<b>0,89</b>	<b>0,55</b>	<b>0,50</b>	<b>0,30</b>	<b>0,39</b>	<b>0,61</b>	<b>0,43</b>	<b>0,35</b>	<b>0,25</b>	<b>0,12</b>	<b>0,47</b>	<b>0,57</b>	<b>0,44</b>	<b>0,45</b>	<b>0,76</b>
<b>Maksimum (29VOC)</b>	<b>13,11</b>	<b>1,46</b>	<b>5,79</b>	<b>3,82</b>	<b>3,42</b>	<b>3,08</b>	<b>5,19</b>	<b>32,22</b>	<b>11,81</b>	<b>2,09</b>	<b>4,37</b>	<b>2,89</b>	<b>5,22</b>	<b>3,70</b>	<b>6,72</b>
<b>Art, Ort, (29VOC)</b>	<b>2,78</b>	<b>1,11</b>	<b>1,78</b>	<b>0,87</b>	<b>1,50</b>	<b>1,37</b>	<b>2,00</b>	<b>2,95</b>	<b>2,31</b>	<b>0,79</b>	<b>1,83</b>	<b>1,54</b>	<b>1,31</b>	<b>1,58</b>	<b>1,53</b>
t-penten	1,69	1,05	2,49	1,62	2,23	1,32	2,03	1,45	2,29	0,51	2,18	2,38	0,96	1,46	2,10
1-penten	2,06	1,08	2,24	1,49	1,82	1,09	2,07	1,07	2,69	0,63	2,55	2,55	0,83	0,94	2,13
c-penten	3,05	1,41	2,35	1,12	1,70	1,18	2,19	1,36	2,22	1,24	2,19	2,48	1,09	0,79	3,46
Isopren	2,06	1,21	1,34	1,71	1,70	2,09	1,32	1,93	1,63	0,88	1,64	2,33	1,35	2,53	2,56
2,3-dimetilbutan	1,21	1,16	1,45	3,01	3,19	1,21	0,92	1,63	1,09	0,80	1,55	1,49	1,99	1,35	2,02
2-metilpentan	1,12	1,00	0,88	1,64	2,03	1,01	1,44	2,57	1,03	1,35	1,85	1,89	3,08	1,49	2,43
3-metilpentan	1,34	1,41	1,93	1,94	2,85	0,88	1,50	1,17	0,64	0,92	2,16	2,02	2,50	1,42	1,95
1,3-butadien	3,32	1,07	1,32	1,10	1,89	2,09	1,22	1,55	2,03	0,77	1,59	1,24	1,27	2,27	2,80
Eten	2,95	1,28	1,02	1,38	1,62	1,26	2,15	1,01	2,22	0,68	2,61	2,76	0,85	1,79	2,70
2,2-dimetilbutan	2,37	1,28	0,94	2,01	2,72	1,27	1,74	2,35	1,57	2,39	1,96	1,65	1,87	1,52	3,08
t-buten	1,89	1,21	1,62	2,05	2,04	2,33	2,10	3,17	7,28	1,24	0,94	2,99	1,03	2,25	1,29
1-buten	1,86	1,20	1,59	1,93	1,75	2,12	1,51	2,38	3,43	1,20	3,02	2,33	1,45	2,02	2,84
c-buten	1,60	1,21	1,28	1,96	2,25	1,56	0,77	1,17	5,53	1,37	1,41	5,31	1,01	2,07	1,88
Propen	1,57	1,25	1,87	2,25	2,67	1,36	1,09	1,63	2,48	1,83	1,78	2,07	1,77	2,64	1,61
<b>Minimum (43VOC)</b>	<b>0,89</b>	<b>0,55</b>	<b>0,50</b>	<b>0,30</b>	<b>0,39</b>	<b>0,61</b>	<b>0,43</b>	<b>0,35</b>	<b>0,25</b>	<b>0,12</b>	<b>0,47</b>	<b>0,57</b>	<b>0,44</b>	<b>0,45</b>	<b>0,76</b>
<b>Maksimum (43VOC)</b>	<b>13,11</b>	<b>1,46</b>	<b>5,79</b>	<b>3,82</b>	<b>3,42</b>	<b>3,08</b>	<b>5,19</b>	<b>32,22</b>	<b>11,81</b>	<b>2,39</b>	<b>4,37</b>	<b>5,31</b>	<b>5,22</b>	<b>3,70</b>	<b>6,72</b>
<b>Art, Ort, (43VOC)</b>	<b>2,53</b>	<b>1,14</b>	<b>1,72</b>	<b>1,18</b>	<b>1,72</b>	<b>1,41</b>	<b>1,86</b>	<b>2,56</b>	<b>2,40</b>	<b>0,90</b>	<b>1,87</b>	<b>1,82</b>	<b>1,37</b>	<b>1,64</b>	<b>1,79</b>

Tablo 4.3: Ofislerin iç ortamlarında yapılan yaz aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz / gece konsantrasyon oranları

<b>Bileşenler</b>	<b>Ofis 1</b>	<b>Ofis 2</b>	<b>Ofis 3</b>	<b>Ofis 4</b>	<b>Ofis 5</b>	<b>Ofis 6</b>	<b>Ofis 7</b>	<b>Ofis 8</b>	<b>Ofis 9</b>
Benzen	0,99	1,00	1,36	3,01	2,41	1,29	2,29	0,89	2,41
Toluen	2,21	0,52	2,56	1,75	0,61	0,91	2,10	1,04	0,72
Etilbenzen	1,32	0,89	1,58	1,46	1,22	1,09	1,84	1,01	1,02
m,p-ksilen	1,95	1,03	1,52	1,38	1,19	1,11	1,65	0,92	1,30
o-ksilen	1,99	0,34	3,93	1,14	0,70	1,04	1,11	0,82	0,96
Siklohegzan	0,90	0,39	1,10	1,43	0,80	1,33	0,63	0,36	0,40
1,2,4-trimetilbenzen	1,42	0,39	1,08	1,02	0,72	0,91	1,40	0,95	0,61
1,3,5-trimetilbenzen	1,96	0,32	1,76	0,91	0,67	0,96	0,70	1,01	0,91
Hegzan	1,16	0,92	1,47	4,03	1,06	7,54	1,57	0,91	0,45
Heptan	0,90	0,94	1,28	2,93	1,90	1,25	2,33	0,87	2,68
2-metil-1-penten	1,47	0,65	0,93	2,90	2,37	1,13	2,69	0,88	2,53
Metilsiklopentan	0,94	0,27	0,50	1,33	1,63	0,81	1,77	0,32	0,61
2,4-dimetilpentan	2,23	0,34	2,90	5,22	0,93	0,84	1,44	1,93	0,86
2metilhegzan	2,99	1,35	1,28	2,73	4,36	1,99	5,65	1,04	3,00
2,3-dimetilpentan	1,12	1,15	1,06	0,80	1,97	1,03	2,83	1,67	1,24
3-metilhegzan	2,73	0,69	2,17	1,06	1,39	1,02	1,83	1,10	1,11
2,2,4-trimetilpentan	1,58	0,20	0,30	0,77	0,45	1,04	0,95	0,41	0,72
Metilsiklohegzan	5,59	0,64	2,15	1,66	0,68	0,72	1,19	1,19	2,20
2,3,4-trimetilpentan	1,02	0,32	1,98	0,88	0,62	1,03	1,17	1,04	1,34
2-metilheptan/ 3-metilheptan	2,19	0,53	0,89	2,37	1,835	0,93	1,28	2,492	4,38
Stiren	1,83	0,96	1,51	1,45	1,568	1,13	1,68	1,250	3,28
Nonan	2,27	0,33	4,40	1,12	1,246	1,08	1,12	0,862	1,09
İzopropilbenzen	0,40	0,25	0,31	0,59	0,536	0,69	1,03	0,290	0,46
Propilbenzen	2,85	0,88	2,58	0,59	0,639	0,96	1,67	3,947	0,39
m,p-etiltoluen	2,40	1,11	1,38	1,02	0,716	1,07	1,29	1,271	1,07
o-etiltoluen	1,25	0,87	0,93	1,83	0,552	1,32	0,87	1,205	1,62
Dekan	4,31	0,95	6,05	2,41	0,767	1,22	0,94	2,350	5,94
1,2,3-trimetilbenzen	6,67	0,44	1,33	1,52	1,349	1,26	1,54	0,551	3,53
m,p-dietilbenzen	9,93	2,28	4,28	2,60	3,448	1,49	1,34	2,311	4,80
<b>Minimum (29VOC)</b>	<b>0,40</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,59</b>	<b>0,45</b>	<b>0,69</b>	<b>0,63</b>	<b>0,29</b>	<b>0,39</b>
<b>Maksimum (29VOC)</b>	<b>9,93</b>	<b>2,28</b>	<b>6,05</b>	<b>5,22</b>	<b>4,36</b>	<b>7,54</b>	<b>5,65</b>	<b>3,95</b>	<b>5,94</b>
<b>Art, Ort, (29VOC)</b>	<b>2,36</b>	<b>0,72</b>	<b>1,88</b>	<b>1,79</b>	<b>1,32</b>	<b>1,32</b>	<b>1,65</b>	<b>1,20</b>	<b>1,78</b>
t-penten	1,41	0,42	3,57	3,35	3,18	1,78	1,96	2,44	2,15
l-penten	1,35	0,45	3,00	4,84	3,79	1,72	2,12	2,46	4,17
c-penten	1,20	0,60	2,46	5,33	2,15	1,49	1,43	1,73	3,19
Isopren	2,00	0,33	4,35	2,29	2,91	1,40	1,11	2,68	3,80
2,3-dimetilbutan	2,23	0,27	3,90	2,76	3,70	1,68	1,27	1,23	0,85
2-metilpentan	3,54	0,36	2,56	2,55	2,63	1,18	1,23	1,79	2,44
3-metilpentan	2,10	0,43	4,03	1,73	1,02	1,32	1,06	0,78	1,13
1,3-butadien	1,93	0,65	1,90	3,05	2,30	1,23	1,49	1,48	6,22
Eten	1,83	0,87	0,97	2,25	1,13	0,63	1,92	2,41	3,22
2,2-dimetilbutan	2,82	0,82	0,72	1,75	1,49	1,39	1,55	2,28	2,02
t-buten	2,93	1,00	1,02	2,22	1,39	1,30	3,82	1,99	3,29
l-buten	3,33	0,75	1,13	1,68	1,64	1,42	2,06	1,22	1,64
c-buten	3,94	1,06	0,75	2,02	2,45	1,37	2,12	0,82	2,66
Propen	3,14	1,02	1,52	2,29	1,21	1,04	3,55	2,66	2,00
<b>Minimum (43VOC)</b>	<b>0,40</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,59</b>	<b>0,45</b>	<b>0,63</b>	<b>0,63</b>	<b>0,29</b>	<b>0,39</b>
<b>Maksimum (43VOC)</b>	<b>9,93</b>	<b>2,28</b>	<b>6,05</b>	<b>5,33</b>	<b>4,36</b>	<b>7,54</b>	<b>5,65</b>	<b>3,95</b>	<b>6,22</b>
<b>Art, Ort, (43VOC)</b>	<b>2,38</b>	<b>0,70</b>	<b>2,01</b>	<b>2,09</b>	<b>1,61</b>	<b>1,33</b>	<b>1,73</b>	<b>1,42</b>	<b>2,10</b>

Tablo 4.4: Okulların iç ortamlarında yaz aktif örnekleme gündüz/gece Konsantrasyon oranları

<b>Bileşenler</b>	<b>Okul 1</b>	<b>Okul 2</b>	<b>Okul 3</b>
Benzen	1,81	3,21	1,51
Toluen	2,24	12,04	1,93
Etilbenzen	1,79	3,97	1,60
m,p-ksilen	1,83	3,12	1,71
o-ksilen	2,03	4,31	1,74
Siklohegzan	4,43	1,79	0,68
1,2,4-trimetilbenzen	2,09	2,37	1,87
1,3,5-trimetillbenzen	3,05	4,77	1,83
Hegzan	2,70	2,32	0,93
Heptan	1,81	2,64	7,49
2-metil-1-penten	2,27	3,43	2,56
Metilsiklopentan	1,19	17,65	1,40
2,4-dimetilpentan	1,94	1,23	5,31
2metilhegzan	4,57	8,87	0,78
2,3-dimetilpentan	1,91	6,23	0,95
3-metilhegzan	2,08	2,64	2,84
2,2,4-trimetilpentan	0,77	1,68	0,96
Metilsiklohegzan	1,80	1,25	1,44
2,3,4-trimetilpentan	1,26	1,44	0,51
2-metilheptan/3-metilheptan	2,33	3,00	1,06
Stiren	1,87	3,19	1,85
Nonan	2,23	4,47	1,79
İzopropilbenzen	0,74	1,42	1,15
Propilbenzen	3,37	2,90	3,26
m,p-etiltoluen	2,71	3,78	2,18
o-etiltoluen	1,96	3,52	1,08
Dekan	0,85	5,09	3,80
1,2,3-trimetilbenzen	1,38	7,66	3,68
m,p-dietilbenzen	3,66	5,56	1,46
<b>Minimum (29VOC)</b>	<b>0,74</b>	<b>1,23</b>	<b>0,51</b>
<b>Maksimum (29VOC)</b>	<b>4,57</b>	<b>17,65</b>	<b>7,49</b>
<b>Art, Ort, (29VOC)</b>	<b>2,16</b>	<b>4,33</b>	<b>2,05</b>
t-penten	1,93	3,52	1,97
l-penten	1,83	4,90	2,12
c-penten	1,82	1,62	1,84
Isopren	2,73	7,07	1,58
2,3-dimetilbutan	2,42	1,23	1,09
2-metilpentan	1,76	2,57	2,20
3-metilpentan	2,91	1,36	1,54
1,3-butadien	1,96	2,39	3,94
Eten	1,78	1,77	1,65
2,2-dimetilbutan	3,34	1,05	3,01
t-buten	2,45	2,48	1,75
1-buten	1,40	3,32	1,54
c-buten	2,34	1,56	1,81
Propen	2,49	2,02	1,45
<b>Minimum (43VOC)</b>	<b>0,74</b>	<b>1,05</b>	<b>0,51</b>
<b>Maksimum (43VOC)</b>	<b>4,57</b>	<b>17,65</b>	<b>7,49</b>
<b>Art. Ort. (43VOC)</b>	<b>2,18</b>	<b>3,78</b>	<b>2,02</b>



#### **4.4.1.2. Uçucu organik bileşiklerin aktif örnekleme konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimleri**

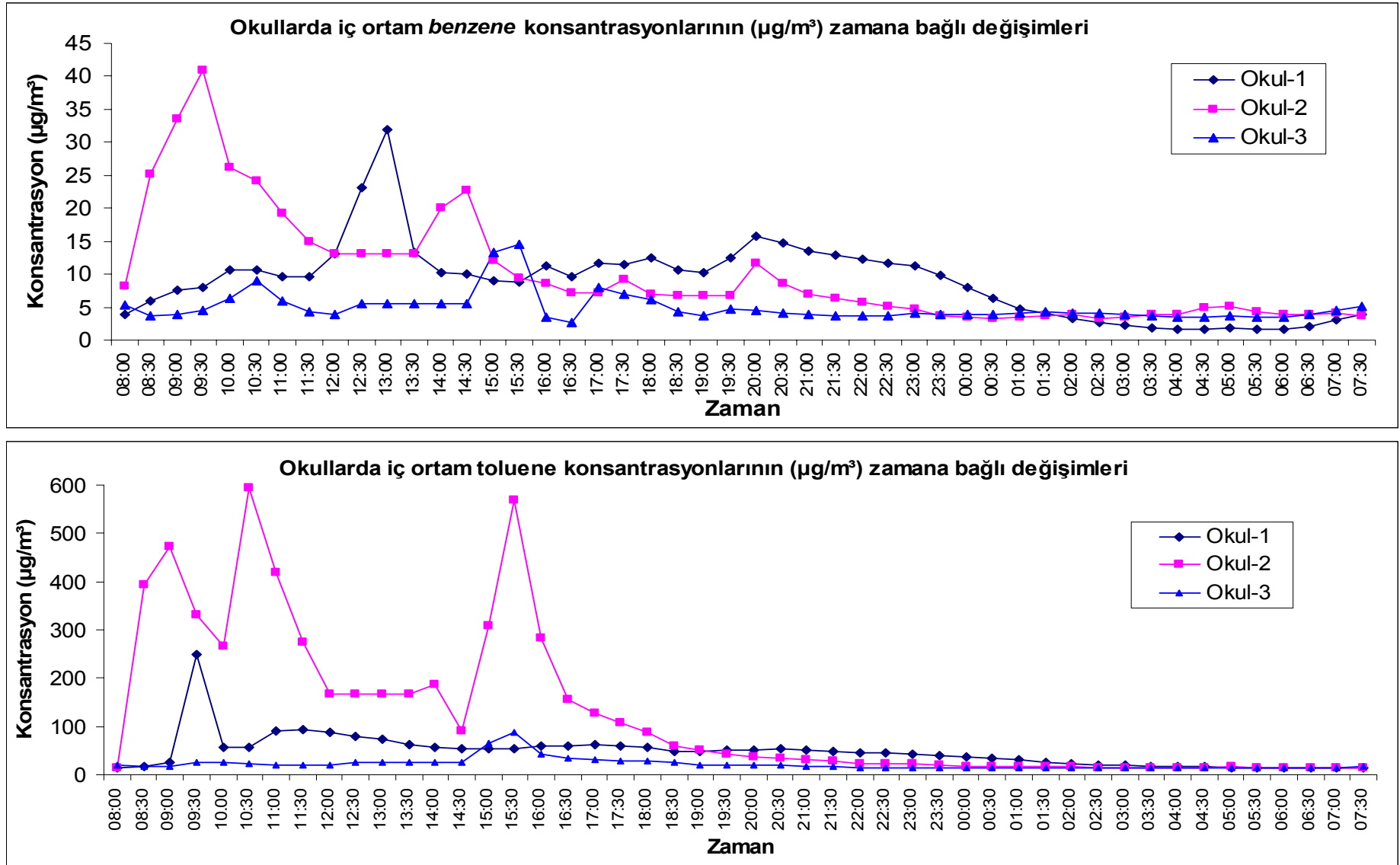
Yaz mevsiminde örnekleme yapılan ev, okul ve ofislerin iç ortamlarında benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler (m,p,o-ksilen) (BTEKS) için elde edilen aktif örnekleme sonuçları Şekil 4.3–4.8’de yarım saatlik dilimler halinde verilmektedir. Literatürde en çok çalışma yapılan, kaynakları ve insanlar üzerindeki sağlık etkileri hakkında daha fazla bilgi sahibi olunan UOBlerden olan BTEKS’lerin konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimleri bu bölümde hazırlanmıştır. Bu sayede örneklenen mikroçevrelerin iç ortamlarında incelenen BTEKS’lerin zamana bağlı değişimleri değerlendirilerek ölçüm yapılan gün içerisinde ani artış ve azalmalar gösterdiği saat aralıkları daha rahat görülebilmektedir.

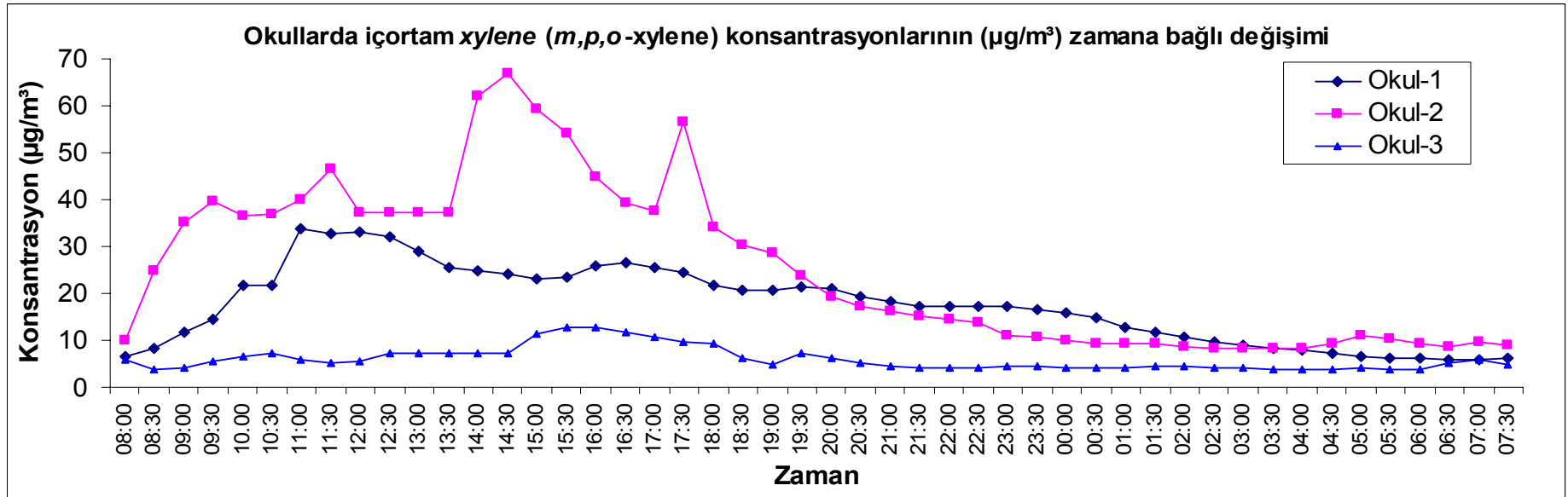
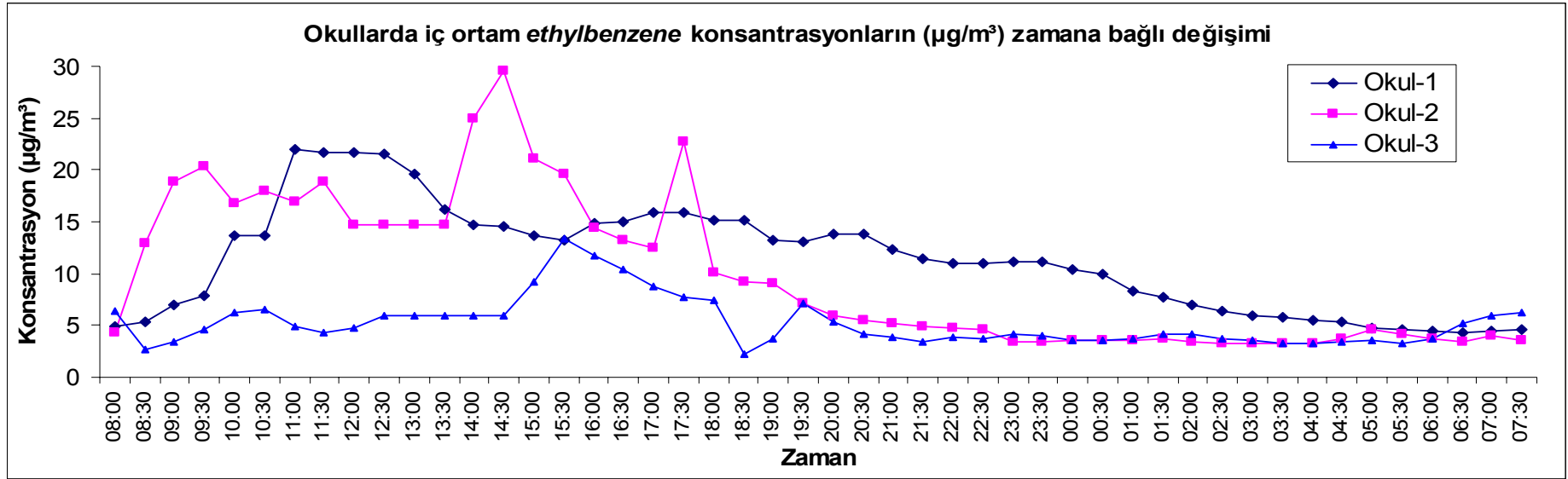
Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de yaz mevsiminde okulların iç ortamlarında yapılan BTEKS aktif örneklemesine ilişkin elde edilen konsantrasyon düzeylerinin ölçüm yapılan gün içerisindeki yarım saatlik dilimler halinde değişimi verilmektedir. Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 incelendiğinde okulların iç ortam BTEKS konsantrasyonları sabah öğrencilerin okula gelmeye başladığı saat olan 08:00 ile gün içerisinde eğitimin tamamlandığı 18:00 saatleri arasında artış göstermektedir. Günün geri kalan saatleri olan 18:00–08:00 saatleri arasında ise birbirine yakın ve düşük BTEKS kirlilik düzeyleri gözlenmiştir. Sözü edilen durum trafik ve endüstrinin etkisinde bulunan Okul 1 ve Okul 2’de Okul 3’e nazaran daha belirgin şekilde görülmektedir. Okulların iç ortamlarında önemli bir UOB kaynağı bulunmadığından Okul 1 ve Okul 2’de 08:00–18:00 saatleri arasında gözlenen yüksek BTEKS konsantrasyonları dış ortamlardan taşınım yoluyla kirleticilerin iç ortamlara ulaştığını düşündürmektedir. Sanayi ve trafikten uzak bir bölgede bulunan Okul 3’e ait dış ortam BTEKS konsantrasyonlarının da düşük olması nedeniyle iç ortamlarda gün boyunca birbirine yakın ve düşük kirlilik düzeyleri gözlenmiştir.

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’de ofis iç ortamlarında gözlenen BTEKS konsantrasyon düzeylerinin zamana bağlı değişimleri verilmektedir. Ofis çalışma saatleri olan 08:00–18:00 aralığında gözlenen BTEKS konsantrasyonları çalışma saatleri dışında kalan günün diğer zamanlarında gözlenen BTEKS konsantrasyonlarından daha yüksek

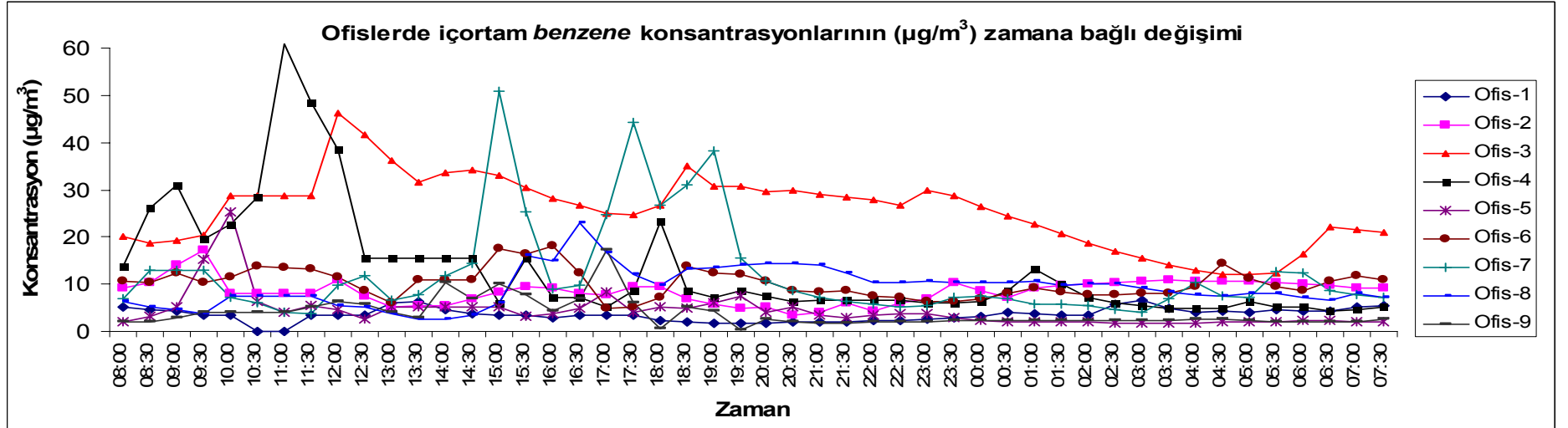
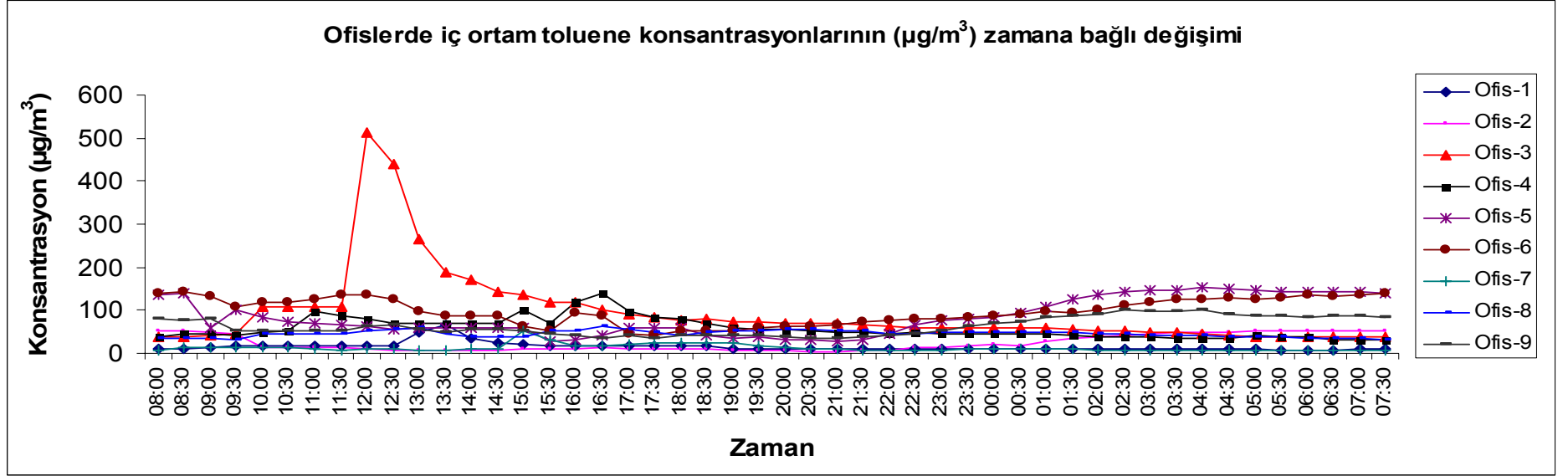
olmasına rağmen bu farklılık okullardaki kadar belirgin değildir. Okullara nazaran ofislerin iç ortamlarında gözlenen BTEKS düzeylerine katkıda bulunacak çeşitli kaynakların bulunması (ofis malzemeleri, sigara kullanımı gibi) nedeniyle bu kirleticilerden açığa çıkan BTEKS'ler nedeniyle gün boyu birbirine yakın düzeyler elde edilmiştir. Gün içerisinde iç ortam kirletici kaynaklarının yanısıra yoğun trafik ve endüstriyel faaliyetler nedeniyle dış ortamlardan taşınım yoluyla kirleticilerin iç ortamlara ulaşması gündüz gözlenen artışı açıklamaktadır.

Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'da evlerin iç ortamlarında gözlenen BTEKS konsantrasyon düzeylerinin zamana bağlı değişimleri verilmektedir. Ofislerde gözlenen zamansal değişimlere benzer şekilde evlerde de gün boyu birbirine yakın BTEKS düzeyleri elde edilmiştir. Evlerde, okul ve ofislere nazaran gün boyunca faaliyetlerin geç saatlere kadar sürebilmesi nedeniyle gündüz ve gece periyotları arasında çok önemli bir değişim gözlenmemiştir. Pişirme faaliyetlerine, sigara kullanımına, trafiğin yoğunluğuna, pencerelerin açık olmasına ve iç ortam kirletici kaynaklarının çeşitliliğine bağlı olarak gündüz saatlerinde ani değişimler gözlenirken gece periyodunda ise gündüz düzeylerine yakın fakat daha durağan bir değişim gözlenmektedir.

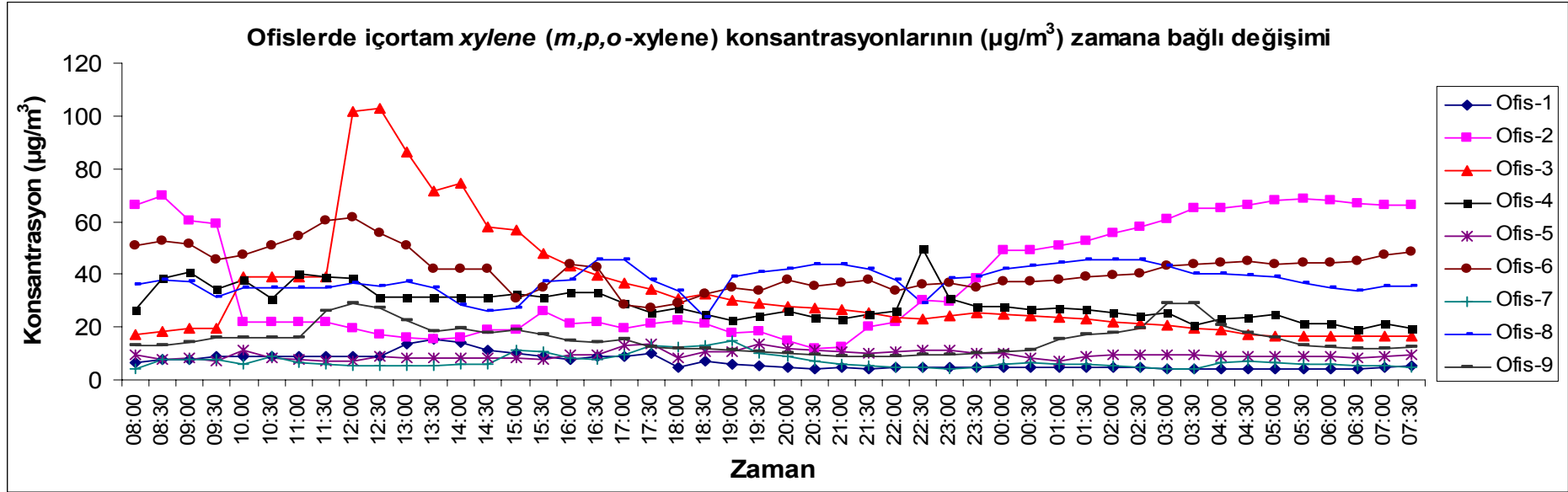
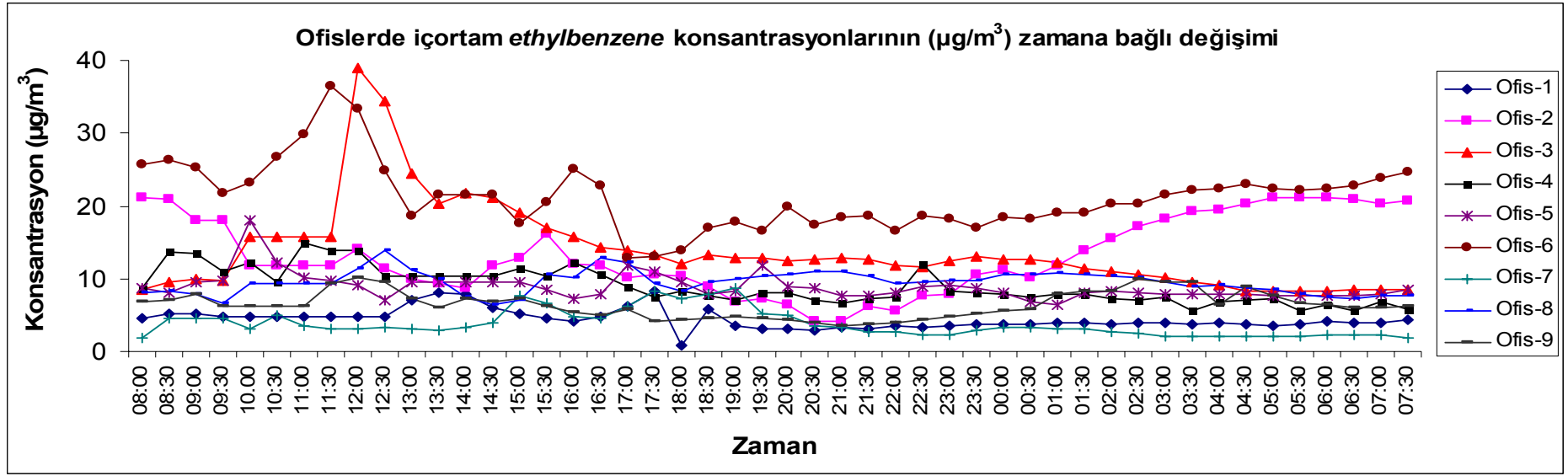
Şekil 4.3: Okullarda iç ortam benzen ve toluen yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri



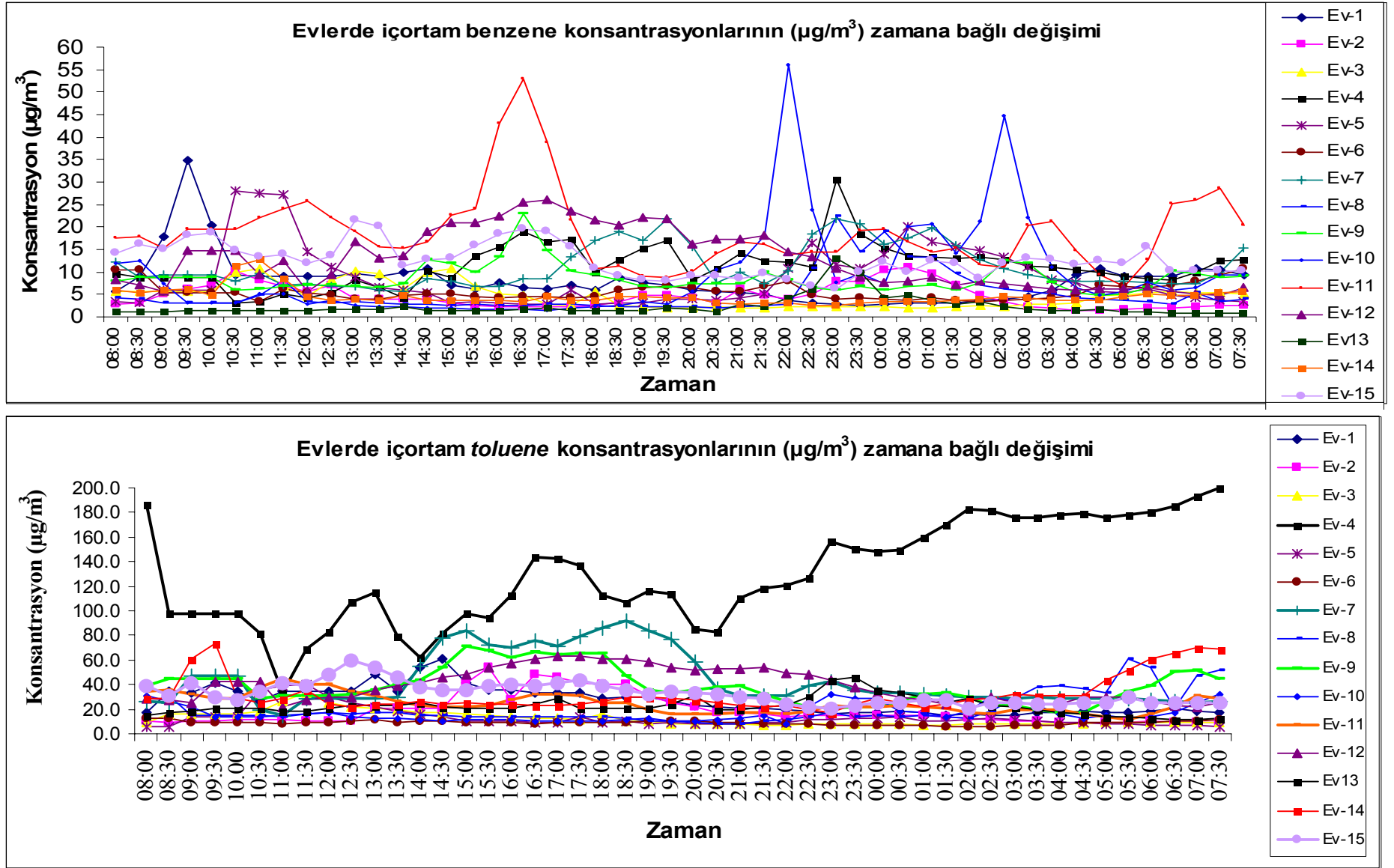
Şekil 4.4: Okullarda iç ortam etilbenzen ve ksilen (*m,p,o*-ksilen) yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri



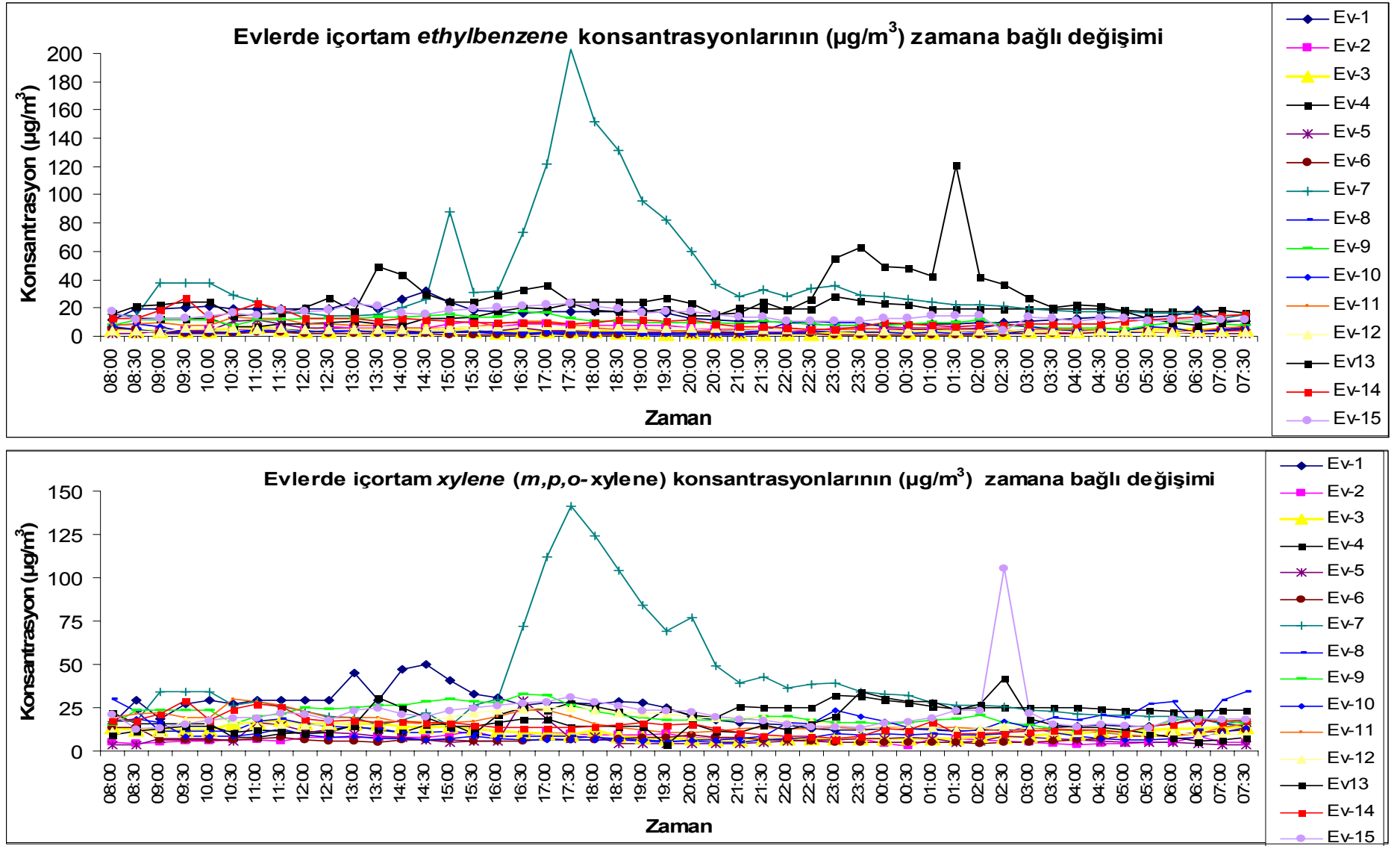
Şekil 4.5: Ofislerde iç ortam benzen ve toluen yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri



Şekil 4.6: Ofislerde iç ortam etilbenzen ve ksilen (*m,p,o*-ksilen) yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri



Şekil 4.7: Evlerde iç ortam benzen ve toluen yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri



Şekil 4.8: Evlerde iç ortam etilbenzen ve ksilen (*m,p,o*-ksilen) yaz konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri



## 4.4.2. Yaz mevsimi pasif örnekleme sonuçlarının tartışılması

### 4.4.2.1. İç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme sonuçlarının değerlendirilmesi

Tablo 4.5, Tablo 4.6 ve Tablo 4.7’de yaz mevsiminde ev, ofis ve okullarda yapılan UOB pasif örnekleme iç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme sonuçlarının ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

UOB’lerin pasif örnekleme sonuçlarının açıklamalarında belirlenen 35 UOB bileşiğinin toplamları göz önüne alındığında en yüksek konsantrasyon düzeylerine kişilerde rastlandığı bunu iç ortam ve dış ortam düzeylerinin takip ettiği belirtilmişti. Ayrıca en yüksek kişisel maruziyet düzeylerine sırasıyla ofisler, evler ve okullarda örneklenen kişilerde rastlanılmıştı. Bunun yanısıra aynı evde yaşayan fakat biri çalışan diğeri ev kadını olan kişilerde elde edilen sonuçlar incelendiğinde aynı evde yaşayan kişilerde, çalışanların maruz kaldığı UOB konsantrasyonlarının ev kadınlarının maruz kaldığı konsantrasyonlara nazaran oldukça yüksek olduğu bildirilmişti. Hegzan, benzen, toluen, m,p-ksilen, o-ksilen, 1,2,4-trimetilbenzen, andekan ve dodekan bileşikleri için, evlerde iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonları birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Bu durum bu bileşiklerin hem iç hem de dış ortamlarda baskın kaynakları olduğunu göstermektedir. Bunun yanında metilsiklopentan, heptan, 2,3,4-trimetilpentan, 2-metilheptan, 3-metilheptan, stiren, etilbenzen ve nonan bileşikleri için, evlerde iç ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonları birbiri ile uyumlu iken dış ortam konsantrasyonlarından 2-3 kat dolaylarında fazladır. Bu sonuç bu bileşikler için dış ortamdan ziyade iç ortamlarda daha baskın kaynakların olduğuna işaret etmektedir.

1,2,4-trimetilbenzen, 1,3,5-trimetilbenzen, dekan, andekan ve dodekan bileşikleri için, ofislerde iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonları birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Bu durum bu bileşiklerin hem iç hem de dış ortamlarda baskın kaynakları olduğunu göstermektedir. Geri kalan tüm UOB’ler için, ofislerin iç ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonları birbiri ile uyumlu iken dış ortam konsantrasyonlarından 2 kat dolaylarında fazladır. Elde edilen sonuç, bu bileşiklerin dış ortamdan ziyade iç ortamlarda daha baskın kaynakları olduğuna işaret etmektedir. Ev ve ofislerde elde edilen sonuçlar, hem evler hem de ofislerde 1,2,4-trimetilbenzen, andekan ve dodekan bileşiklerinin iç ortamlarda baskın olduğunu göstermektedir.

Metilsiklopentan, 2,3-dimetilpentan, etilbenzen, m,p-ksilen, stiren, dekan, 1,2,3-trimetilbenzen ve andekan bileşikleri için, okullarda iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonları birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Okulların iç ortamlarında önemli bir UOB kaynağı bulunmadığından bu durum bu bileşiklerin dış ortamlarda baskın kaynakları olduğunu ve taşınım yoluyla iç ortamlara ulaştığını göstermektedir.

Kişi/İç Ortam, İç Ortam/Dış Ortam ve Kişi/Dış Ortam konsantrasyon oranları hesaplanarak ev, okul ve ofislerde tesbit edilen konsantrasyonlar için hangi ortamların daha baskın olduğu tesbit edilmeye çalışılmıştır (Tablo 4.8). Sözü edilen oranların 35 UOB için ortalamaları gözönüne alındığında, Kişi/İç Ortam oranlarının evler, ofisler ve okullarda 1'e yakın (1,04-1,11) olduğu tesbit edilmiştir. Kişiler vaktinin çoğunu iç ortamlarda geçirmesi nedeniyle maruz kaldıkları UOB konsantrasyonlarına iç ortamların katkısının büyük olduğu ortaya çıkmaktadır. Aynı oranlar İç Ortam/Dış Ortam ve Kişi/Dış Ortam oranlarında farklılıklar göstermektedir. Her iki oranın 2'ye yakın olması, dış ortamların iç ortam ve kişilerin maruz kaldıkları kirliliğe etkisinin olduğunu ancak iç ortamlardaki kirleticilerin tesbit edilen UOB'lerde daha baskın olduğunu göstermektedir. Aynı evde yaşayan, biri ev kadını diğeri ise çalışan kişiler ile yapılan örneklemelerin sonuçları gözönüne alındığında toplam 35 UOB cinsinden çalışan/çalışmayan oranının 1,38 olarak bulunması aynı evde yaşayan kişilerden çalışan kişilerin ev kadınlarına nazaran daha yüksek UOB maruziyetine işaret etmektedir.

Tablo 4.5: Yaz mevsiminde evlerde UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri

Bileşenler	İç Ortam			Dış Ortam			Kişisel Maruziyet		
	Ort.	SS <sup>a</sup>	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca
Hegzan	9,31	6,55	7,78	9,72	7,61	7,46	9,73	6,19	8,46
Metilsiklopentan	10,89	8,66	7,33	4,83	3,57	4,20	11,08	11,44	8,41
2,4-dimetilpentan	8,19	11,00	4,61	5,80	7,17	3,52	6,05	5,04	4,61
Benzen	8,88	5,41	6,87	10,03	5,76	7,56	10,06	6,77	8,70
Siklohegzan	6,58	3,41	5,78	5,03	2,33	5,31	7,82	4,08	7,77
2,3-dimetilpentan	8,25	4,80	7,25	7,69	5,17	6,14	9,57	5,10	8,24
2-metilhegzan	5,88	4,45	4,03	3,74	2,67	2,68	7,23	5,89	7,37
3-metilhegzan	2,67	1,86	2,08	1,50	1,13	1,12	3,54	3,57	2,78
2,2,4-trimetilpentan	6,85	5,25	5,69	3,67	2,60	2,47	7,75	5,93	7,14
Heptan	5,49	3,56	4,37	2,42	1,14	2,37	6,35	5,05	6,29
Metilsiklohegzan	5,49	3,30	4,35	3,60	2,27	2,88	6,34	4,27	6,51
2,3,4-trimetilpentan	3,80	2,38	3,08	1,62	1,24	1,25	5,17	3,55	4,15
2-metilheptan	1,41	1,32	0,82	0,57	0,57	0,41	1,16	1,26	0,77
Toluen	44,19	56,52	23,67	30,72	42,26	15,08	55,28	71,61	34,98
3-metilheptan	4,37	5,02	2,23	1,75	1,28	1,23	4,96	5,42	2,54
Oktan	4,18	3,12	3,17	2,67	1,65	2,01	4,80	4,32	2,76
Etilbenzen	13,07	12,30	6,16	4,49	2,97	2,86	14,82	16,39	7,39
m,p-ksilen	12,30	8,29	9,46	12,76	12,15	8,93	14,78	12,93	7,87
Stiren	9,39	10,60	6,54	4,19	1,55	4,03	9,51	12,13	6,50
o-ksilen	5,73	3,95	4,76	6,89	6,99	3,86	7,13	6,44	3,63
Nonan	9,05	7,77	6,66	5,30	3,80	3,78	10,99	8,83	6,51
Isopropilbenzen	4,98	3,67	3,23	2,61	1,83	1,75	6,69	5,57	4,59
Propibenzen	4,99	3,03	4,11	2,79	1,35	2,12	5,62	3,95	4,19
1,3,5-trimetilbenzen	3,34	3,01	2,19	1,87	1,21	1,40	3,83	3,38	2,59
3-etiltoluen	3,57	2,83	2,59	1,49	1,23	1,27	3,96	3,76	2,24
4-etiltoluen	2,77	2,82	2,13	2,82	3,37	1,25	1,72	2,86	0,88
2-etiltoluen	4,05	2,62	3,20	2,46	1,89	1,60	4,26	2,90	3,17
Dekan	4,74	3,41	3,74	2,70	1,38	2,71	5,25	4,23	3,99
1,2,4-trimetilbenzen	2,35	1,92	2,04	2,47	2,34	1,11	2,51	2,36	1,34
1,2,3-trimetilbenzen	4,48	2,94	3,53	2,32	2,26	1,42	5,14	3,79	3,59
1,3-dietilbenzen	2,07	1,95	1,95	2,49	3,19	0,64	1,48	1,81	0,77
1,4-dietilbenzen	2,08	1,80	1,57	1,40	1,50	0,87	2,16	2,50	1,34
Andekan	4,26	2,45	4,15	4,31	3,88	3,12	4,74	3,39	3,01
Dodekan	4,64	1,89	4,47	6,01	5,46	4,96	5,15	2,52	5,12

<sup>a</sup> Standart Sapma

Tablo 4.6: Yaz mevsiminde ofislerde UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri

Bileşenler	İç Ortam			Dış Ortam			Kişisel Maruziyet		
	Ort.	SS	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca
Hegzan	20,93	23,69	10,47	7,16	8,89	3,47	11,95	9,71	10,05
Metilsiklopentan	15,56	14,56	7,72	5,06	4,02	4,08	15,36	14,47	11,13
2,4-dimetilpentan	7,18	6,78	4,90	2,22	2,82	1,02	4,63	3,78	3,57
Benzen	11,95	8,99	9,82	7,83	6,95	5,13	9,75	5,10	8,26
Siklohegzan	6,01	4,18	5,31	3,77	2,44	3,08	6,55	5,23	5,93
2,3-dimetilpentan	14,26	12,31	10,77	5,15	2,53	5,49	9,99	5,35	11,56
2-metilhegzan	15,34	17,46	12,24	3,87	2,64	2,89	13,53	11,03	9,81
3-metilhegzan	4,40	2,96	3,83	1,66	1,32	1,21	4,59	2,72	3,99
2,2,4-trimetilpentan	10,67	9,63	7,00	3,07	1,39	2,98	9,88	10,02	7,11
Heptan	9,40	6,08	6,94	4,92	4,29	3,54	9,87	5,77	7,55
Metilsiklohegzan	6,46	4,36	5,99	2,81	1,18	2,65	6,08	2,57	5,33
2,3,4-trimetilpentan	10,78	11,61	5,61	2,22	1,37	1,76	6,50	3,30	6,48
2-metilheptan	1,67	2,25	0,76	0,41	0,13	0,39	2,37	5,15	0,83
Toluen	53,98	32,30	50,79	33,73	30,54	13,54	62,27	38,60	56,88
3-metilheptan	4,40	3,04	3,93	2,36	1,95	1,89	4,23	3,45	3,27
Oktan	6,53	3,75	7,05	3,44	2,49	2,90	7,61	6,53	5,80
Etilbenzen	11,13	6,39	9,16	5,57	2,97	4,76	15,46	9,72	14,29
m,p-ksilen	14,37	7,83	15,05	9,24	5,92	6,95	15,13	7,50	15,17
Stiren	8,99	4,99	7,38	3,90	1,88	3,49	7,97	5,13	6,65
o-ksilen	10,80	7,33	12,33	6,88	5,61	3,67	9,95	6,45	8,96
Nonan	9,75	5,14	9,81	5,23	3,13	5,10	10,16	6,15	9,01
Isopropilbenzen	6,00	3,22	6,09	3,90	2,49	2,73	6,66	3,49	6,63
Propilbenzen	6,77	5,06	5,03	3,29	1,99	2,79	7,70	5,67	5,57
1,3,5-trimetilbenzen	2,67	1,86	1,97	1,96	1,69	1,51	3,36	2,05	3,35
3-etiltoluen	2,59	2,17	2,02	1,73	1,62	1,30	2,63	2,00	2,13
4-etiltoluen	4,56	3,40	3,89	3,01	2,33	2,12	3,36	2,98	2,82
2-etiltoluen	3,72	2,18	3,40	3,21	2,01	2,22	3,92	2,08	3,96
Dekan	3,92	1,84	3,61	3,83	2,80	2,88	6,09	3,51	4,91
1,2,4-trimetilbenzen	2,34	0,98	2,18	5,54	8,87	1,67	8,07	10,74	2,36
1,2,3-trimetilbenzen	4,47	3,49	3,68	2,66	1,98	1,77	4,77	3,67	3,61
1,3-dietilbenzen	2,80	2,05	2,68	2,45	2,41	1,27	3,84	3,08	3,18
1,4-dietilbenzen	2,35	1,32	2,00	1,52	1,04	1,04	2,46	1,87	1,96
Andekan	6,05	3,18	4,91	3,13	1,91	3,73	7,07	4,69	5,03
Dodekan	6,87	2,58	6,61	6,87	7,34	4,87	8,50	4,16	6,97

Tablo 4.7: Yaz mevsiminde okullarda UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri

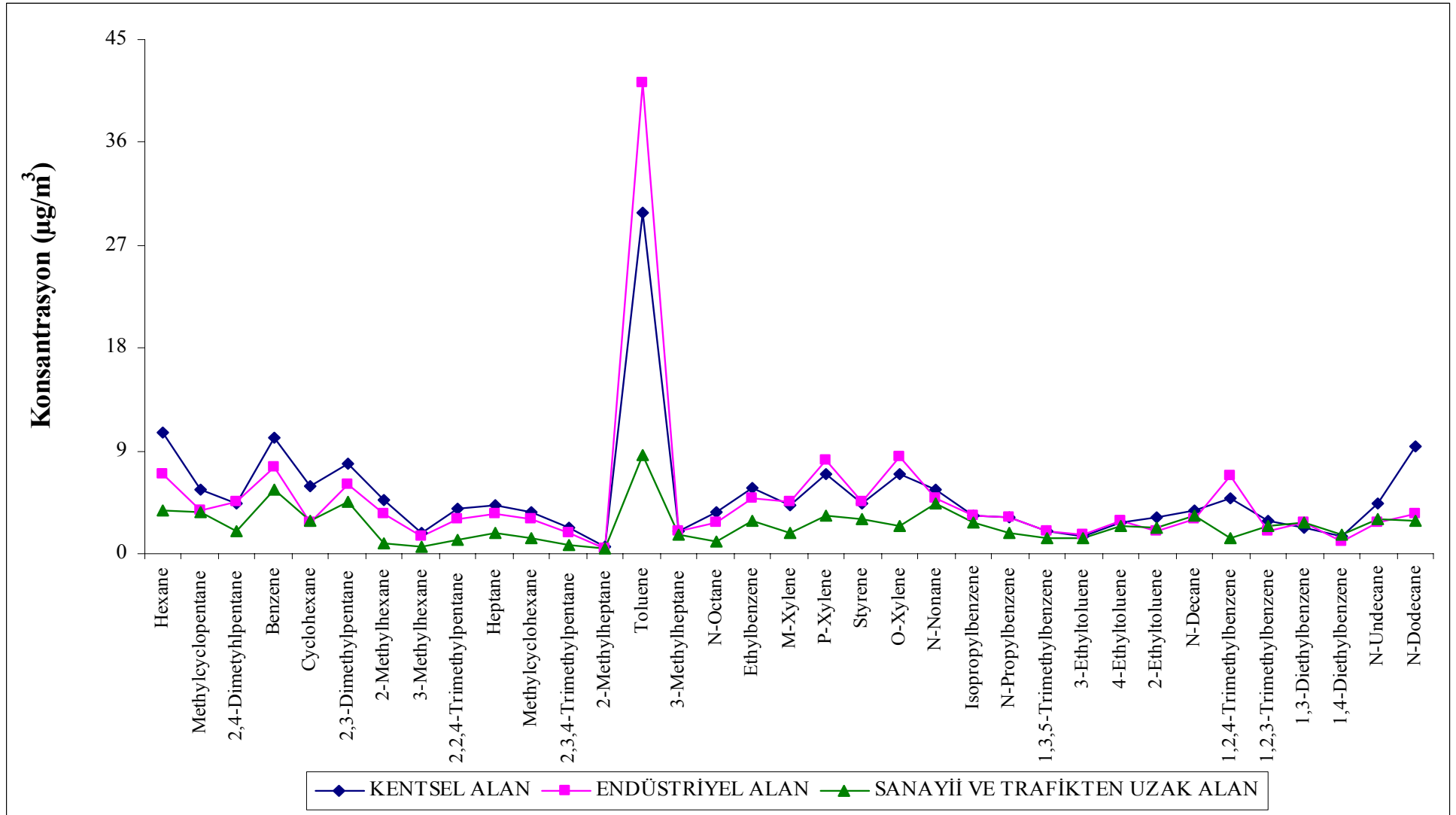
Bileşenler	İç Ortam			Dış Ortam			Kişisel Maruziyet		
	Ort.	SS	Ortanc a	Ort.	SS	Ortanc a	Ort.	SS	Ortanc a
Hegzan	5,02	3,11	6,42	6,40	2,52	6,32	14,89	15,11	11,23
Metilsiklopentan	5,61	2,51	4,74	3,54	1,71	3,49	4,71	1,42	4,44
2,4-dimetilpentan	4,40	1,08	4,13	2,09	1,65	1,46	3,95	1,31	3,79
Benzen	7,50	3,22	6,67	4,77	1,63	3,92	6,80	3,09	5,24
Siklohegzan	4,65	2,71	4,21	3,87	3,08	2,36	3,81	2,02	2,66
2,3-dimetilpentan	9,58	3,81	7,57	8,03	2,30	7,06	9,96	3,51	9,90
2-metilhegzan	5,47	4,05	6,26	3,22	2,98	2,33	7,76	7,56	4,37
3-metilhegzan	2,42	1,23	2,90	1,67	0,76	2,10	3,64	3,84	1,72
2,2,4-trimetilpentan	5,31	3,52	6,49	1,98	1,51	2,29	4,55	2,63	4,52
Heptan	11,65	9,87	9,45	5,68	3,47	7,03	7,34	2,87	6,91
Metilsiklohegzan	6,43	5,00	6,06	2,00	1,20	1,97	3,38	1,16	3,84
2,3,4-trimetilpentan	7,52	7,21	5,77	2,47	1,70	3,33	3,94	2,43	3,75
2-metilheptan	1,02	1,02	0,49	0,37	0,13	0,32	0,97	1,13	0,38
Toluen	55,05	21,24	44,78	18,15	10,70	22,70	45,09	28,16	33,47
3-metilheptan	3,91	1,59	3,84	1,82	1,34	1,27	2,06	2,00	1,56
Oktan	4,25	2,89	4,28	3,17	1,92	3,30	3,10	1,78	2,69
Etilbenzen	11,11	8,18	9,03	6,10	3,87	8,16	9,45	4,43	9,62
m,p-ksilen	9,55	5,03	11,93	6,80	2,94	8,20	9,55	2,82	10,53
Stiren	7,20	3,80	7,81	5,71	3,04	5,72	6,94	3,32	7,57
o-ksilen	5,88	4,68	4,87	5,62	3,32	7,43	7,11	3,62	9,05
Nonan	9,31	3,92	10,52	4,49	2,84	4,49	6,02	3,16	4,84
Isopropilbenzen	6,15	3,20	7,10	4,29	1,95	5,32	6,38	1,25	6,88
Propibenzen	5,02	3,48	4,50	2,94	1,90	4,03	3,69	2,07	2,60
1,3,5-trimetilbenzen	3,13	3,28	1,49	1,44	0,90	0,97	4,39	2,87	5,77
3-etiltoluen	2,31	1,52	2,16	1,23	0,48	1,50	2,49	1,40	2,40
4-etiltoluen	3,11	1,22	3,39	1,28	0,52	1,45	3,83	2,24	4,55
2-etiltoluen	3,96	2,95	2,75	1,51	0,52	1,64	3,85	3,41	2,54
Dekan	5,42	3,34	4,03	6,09	2,28	5,31	5,28	3,29	4,53
1,2,4-trimetilbenzen	7,95	9,87	2,35	15,57	12,51	19,22	9,81	12,56	3,42
1,2,3-trimetilbenzen	3,29	1,68	2,64	3,17	0,94	3,53	3,13	1,35	2,87
1,3-dietilbenzen	2,02	1,40	1,45	2,71	3,04	1,15	2,70	3,17	0,93
1,4-dietilbenzen	1,61	0,54	1,85	1,14	0,30	1,00	1,39	0,26	1,50
Andekan	3,14	1,05	2,95	2,60	0,92	2,16	2,39	0,98	2,79
Dodekan	4,72	3,68	3,14	8,39	6,37	7,44	10,21	6,92	11,25

Tablo 4.8: Yaz örneklemesinde ev, ofis ve okullarda kişi / iç ortam, iç ortam / dış ortam, kişi / dış ortam ve çalışan / çalışmayan konsantrasyon oranları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Kişi / İÇ ORTAM			İÇ ORTAM / DİŞ ORTAM			Kişi / DİŞ ORTAM			ÇALIŞAN / ÇALIŞMAYAN
	OKUL	OFİS	EV	OKUL	OFİS	EV	OKUL	OFİS	EV	EVLER
Hegzan	2,97	0,57	1,05	0,78	2,92	0,96	2,32	1,67	1,00	1,63
Metilsiklopentan	0,84	0,99	1,02	1,59	3,08	2,26	1,33	3,04	2,30	2,13
2,4-dimetilpentan	0,90	0,64	0,74	2,10	3,23	1,41	1,89	2,09	1,04	2,95
Benzen	0,91	0,82	1,13	1,57	1,53	0,89	1,43	1,24	1,00	2,03
Siklohegzan	0,82	1,09	1,19	1,20	1,59	1,31	0,98	1,74	1,55	0,84
2,3-dimetilpentan	1,04	0,70	1,16	1,19	2,77	1,07	1,24	1,94	1,24	1,77
2-metilhegzan	1,42	0,88	1,23	1,70	3,97	1,57	2,41	3,50	1,94	1,95
3-metilhegzan	1,51	1,04	1,33	1,45	2,65	1,77	2,18	2,77	2,36	2,33
2,2,4-trimetilpentan	0,86	0,93	1,13	2,69	3,48	1,87	2,31	3,22	2,11	2,70
Heptan	0,63	1,05	1,16	2,05	1,91	2,27	1,29	2,01	2,62	1,66
Metilsiklohegzan	0,53	0,94	1,15	3,22	2,30	1,53	1,70	2,16	1,76	0,83
2,3,4-trimetilpentan	0,52	0,60	1,36	3,05	4,86	2,35	1,60	2,93	3,19	1,85
2-metilheptan	0,95	1,42	0,82	2,76	4,04	2,48	2,62	5,74	2,04	1,50
Toluen	0,82	1,15	1,25	3,03	1,60	1,44	2,48	1,85	1,80	1,94
3-metilheptan	0,53	0,96	1,13	2,14	1,86	2,50	1,13	1,79	2,84	1,13
Oktan	0,73	1,16	1,15	1,34	1,90	1,56	0,98	2,21	1,80	1,55
Etilbenzen	0,85	1,39	1,13	1,82	2,00	2,91	1,55	2,78	3,30	1,17
m,p-ksilen	1,00	1,05	1,20	1,41	1,56	0,96	1,40	1,64	1,16	1,25
Stiren	0,96	0,89	1,01	1,26	2,31	2,24	1,22	2,05	2,27	0,93
o-ksilen	1,21	0,92	1,24	1,05	1,57	0,83	1,27	1,45	1,03	1,63
Nonan	0,65	1,04	1,21	2,07	1,87	1,71	1,34	1,94	2,07	0,99
Isopropilbenzen	1,04	1,11	1,34	1,43	1,54	1,91	1,49	1,71	2,56	0,98
Propilbenzen	0,73	1,14	1,13	1,71	2,06	1,79	1,26	2,34	2,01	0,97
1,3,5-trimetilbenzen	1,40	1,26	1,15	2,18	1,36	1,78	3,05	1,71	2,04	1,26
3-etiltoluen	1,08	1,02	1,11	1,89	1,49	2,40	2,03	1,52	2,66	0,71
4-etiltoluen	1,23	0,74	0,62	2,43	1,51	0,98	2,99	1,12	0,61	0,89
2-etiltoluen	0,97	1,05	1,05	2,62	1,16	1,65	2,55	1,22	1,73	0,81
Dekan	0,97	1,55	1,11	0,89	1,02	1,75	0,87	1,59	1,94	0,80
1,2,4-trimetilbenzen	1,23	3,45	1,07	0,51	0,42	0,95	0,63	1,46	1,01	1,09
1,2,3-trimetilbenzen	0,95	1,07	1,15	1,04	1,68	1,94	0,99	1,79	2,22	0,69
1,3-dietilbenzen	1,34	1,37	0,72	0,74	1,14	0,83	1,00	1,57	0,59	1,21
1,4-dietilbenzen	0,86	1,05	1,04	1,42	1,55	1,49	1,22	1,62	1,54	0,90
Andekan	0,76	1,17	1,11	1,21	1,93	0,99	0,92	2,26	1,10	1,10
Dodekan	2,17	1,24	1,11	0,56	1,00	0,77	1,22	1,24	0,86	1,03
<b>Ortalama</b>	<b>1,04</b>	<b>1,10</b>	<b>1,11</b>	<b>1,70</b>	<b>2,07</b>	<b>1,60</b>	<b>1,61</b>	<b>2,07</b>	<b>1,79</b>	<b>1,38</b>

#### 4.4.2.2. Pasif örnekleme sonuçlarının mikroçevreler açısından değerlendirilmesi

Çalışma sonucunda farklı özelliklere sahip olan bölgelerdeki UOB konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla trafiğin yoğun olduğu kent merkezi, hem trafik hem sanayi'nin yoğun olduğu endüstri bölgesi ve sanayi ve trafikten nispeten uzak bölgeler örnekleme noktaları olarak seçilmiş ve bu sayede aralarındaki farklılıkların sorgulanması sağlanmıştır. Trafiğin yoğun olduğu Kentsel Alanlar, Sanayi'nin yoğun olduğu Endüstriyel Alanlar ve Sanayi ve Trafikten Uzak Alanlarda yaz mevsiminde yapılan dış ortam örnekleme sonuçları Şekil 4.9'de verilmektedir. İncelenen 35 UOB bileşiğinin toplamları göz önüne alındığında Kentsel Alanlarda elde edilen toplam UOB konsantrasyonlarının Endüstriyel Alanlarda elde edilen değerlere nazaran yüksek olması sanayiinin tesbit edilen UOB'lere katkısının olmadığı anlamına gelmemektedir. Toplamda elde edilen bu değerleri her bir bileşik için incelediğimizde yaz mevsiminde 3 farklı bölgede incelenen bileşiklerin bazılarının Kentsel Alanlarda bazılarının da Sanayinin yoğun olduğu Endüstriyel Alanlarda yüksek konsantrasyonlara sahip olduğunu görülmektedir. Ayrıca Kentsel ve Endüstriyel Alanlarda elde edilen UOB konsantrasyonlarının Sanayii ve Trafikten Uzak Alanlarda elde edilen konsantrasyonlardan oldukça yüksek olması trafik ve sanayiinin tesbit edilen UOB'lere olan katkısının ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir. Şekil 4.9'de incelendiğinde trafiğin belirteci olan Benzen'in Kentsel alanlarda daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9: Yaz mevsiminde kentsel, endüstriyel, sanayii ve trafikten uzak alanların dış ortamlarında UOB konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



### 4.4.3. Kış mevsimi aktif örnekleme sonuçlarının tartışılması

#### 4.4.3.1. Aktif örnekleme gündüz / gece oranlarının değerlendirilmesi

Kış mevsiminde örneklenen ev, ofis ve okulların iç ortamlarında yapılan UOB aktif örneklemesine ilişkin hesaplanan Gece/Gündüz konsantrasyon oranları Tablo 4.9, Tablo 4.10 ve Tablo 4.11’de verilmektedir. Bu sayede örneklenen mikroçevrelerin iç ortamlarında gündüz ve gece periyodunun elde edilen UOB kirlilik düzeylerine katkısı belirlenebilecektir. Tablolar oluşturulurken yaz mevsiminde olduğu gibi gündüz periyodu 08:00 – 20:00 saatleri arası, gece periyodu ise 20:00 – 08:00 saatleri arası olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.9 incelendiğinde evlerde kış mevsiminde belirlenebilen 29 UOB gözönüne alındığında elde edilen Gündüz/Gece konsantrasyon oranlarının 0,19 (Ev 10) ile 25,99 (Ev 8) arasında geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Örnekleme süresince yarım saat aralıklarla elde edilen veri setinde Gündüz/Gece oranlarının ortalamaları 0,60 (Ev 4) ile 2,39 (Ev 8) arasında değiştiği görülmektedir. Kış mevsiminde evlerin iç ortamlarında Gündüz/Gece konsantrasyon oranları genellikle 1’in üzerindedir. Gerek iç ortam faaliyetlerindeki artış gerekse dış ortamda trafik yoğunluğu nedeniyle gündüz UOB konsantrasyonları gece UOB konsantrasyonlarından yüksek bulunmuştur.

Kış mevsiminde ofislerde belirlenebilen 29 UOB göz önüne alındığında elde edilen Gündüz/Gece konsantrasyon oranlarının 0,24 (Ofis 3) ile 8,75 (Ofis 9) arasında geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir (Tablo 4.10). Örnekleme süresince yarım saatlik aralıklarla elde edilen veri setinde Gündüz/Gece oranlarının ortalamaları 1,08 (Ofis 6) ile 2,66 (Ofis 9) arasında değiştiği görülmektedir. Gündüz/Gece oranlarının yaz mevsiminde olduğu gibi 2 dolayında olması ofis çalışma saatleri ile Gündüz periyodu olarak seçilen 08:00 – 20:00 saatlerinin uyumlu olması nedeniyle kirliliğe neden olan etkenlerin çalışma sırasında ofiste kullanılan ofis malzemeleri ve ofis çalışanlarının sigara kullanımı gibi kirlilik kaynaklarına işaret etmektedir. Gündüz periyodunda araç trafiğinin de yoğun olması nedeniyle dış ortamdan iç ortama kirletici taşınımının da bu farklılıkta etken olduğu gözönünde bulundurulması gereken bir etkidir.

Tablo 4.11 incelendiğinde okullarda kış mevsiminde belirlenebilen 29 UOB gözönüne alındığında elde edilen Gündüz/Gece konsantrasyon oranlarının 0,50 (Okul 3) ile 14,92 (Okul 2) arasında geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Örnekleme süresince yarım saat aralıklarla elde edilen veri setinde Gündüz/Gece oranlarının ortalamaları 2,05 (Okul 3) ile 3,50 (Okul 2) arasında değiştiği görülmektedir. Yaz mevsimine benzer şekilde kış mevsiminde de okulların iç ortamlarında Gündüz/Gece konsantrasyon oranları ev ve ofislere nazaran okullarda daha yüksek olup 3 dolaylarındadır. Endüstri ve trafiğin yoğun olduğu bir yerde bulunan Okul 2 örnekleme noktasında Gündüz/Gece konsantrasyon oranları yaz mevsiminde olduğu gibi kışın da 4 dolayında bulunmuştur. Okulların iç ortamlarında önemli bir UOB kirlilik kaynağı bulunmadığından iç ortamlarda elde edilen yüksek konsantrasyonlar özellikle trafik ve endüstrinin neden olduğu kirliliğin iç ortamlara taşınması şeklinde gerçekleştiğinden hem endüstriyel faaliyetler hem de trafiğin gündüz periyodunda gece periyoduna nazaran yoğun olması nedeniyle Okul 2 için Gündüz/Gece konsantrasyon oranları trafik ve sanayiden uzak bölge ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde bulunan okullarda elde edilen UOB konsantrasyonlarından daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.9: Evlerin iç ortamlarında yapılan kış aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz/gece oranları

<b>Bileşenler</b>	<b>Ev 1</b>	<b>Ev 2</b>	<b>Ev 3</b>	<b>Ev 4</b>	<b>Ev 5</b>	<b>Ev 6</b>	<b>Ev 7</b>	<b>Ev 8</b>	<b>Ev 9</b>	<b>Ev10</b>	<b>Ev11</b>	<b>Ev12</b>	<b>Ev13</b>	<b>Ev14</b>	<b>Ev15</b>
Benzen	0,94	0,79	1,62	0,55	0,47	1,16	0,67	0,37	1,00	0,36	1,28	0,93	0,81	1,09	1,12
Toluen	1,06	1,52	1,66	0,44	0,93	1,48	1,37	0,53	1,25	1,10	1,54	0,69	1,47	0,71	1,24
Etilbenzen	0,95	1,13	0,98	0,48	0,74	1,17	1,84	0,66	1,19	0,97	1,70	0,73	1,35	1,19	1,17
m,p-ksilen	1,08	1,13	1,16	0,48	0,72	1,23	1,31	0,65	1,15	1,14	1,53	0,67	1,36	1,11	0,86
o-ksilen	1,20	1,03	1,19	0,44	1,14	1,23	1,16	0,88	1,32	1,10	1,80	0,85	1,39	1,42	0,84
Siklohegzan	1,09	1,62	1,20	0,31	0,37	0,73	1,67	0,47	0,81	0,72	0,62	0,92	0,80	1,15	1,23
1,2,4-trimetilbenzen	1,06	0,90	1,49	0,38	1,11	1,52	0,82	1,68	1,20	1,33	1,43	0,55	2,44	1,21	0,80
1,3,5-trimetilbenzen	1,66	0,81	1,65	0,46	1,15	3,47	0,73	2,13	1,42	1,60	1,45	0,71	2,13	1,77	0,84
Hegzan	0,77	1,96	0,74	2,65	0,21	1,22	2,09	0,58	0,19	0,50	2,93	0,48	1,97	2,03	1,55
Heptan	0,89	0,79	1,44	0,55	0,48	1,22	0,65	0,33	1,00	0,35	1,25	0,91	0,76	0,99	1,10
2-metil-1-penten	0,84	0,82	1,01	0,51	0,46	1,87	0,66	0,37	1,96	0,45	0,96	0,56	1,07	0,78	1,15
Metilsiklopentan	0,54	1,01	0,59	0,42	0,61	2,41	0,52	0,36	1,03	0,52	0,51	0,31	1,09	0,37	1,22
2,4-dimetilpentan	1,17	2,30	1,76	0,49	0,39	1,79	2,35	0,54	9,20	0,58	1,02	1,17	2,18	0,83	1,26
2metilhegzan	0,70	0,29	2,70	0,73	0,38	2,46	0,34	0,28	6,30	0,19	1,19	0,54	0,74	2,17	1,11
2,3-dimetilpentan	1,80	0,56	1,11	0,77	1,25	1,83	0,55	0,85	3,69	0,64	1,04	0,80	1,20	1,10	1,12
3-metilhegzan	1,20	1,02	1,38	0,40	0,78	1,07	1,29	1,14	1,20	1,03	1,49	1,11	0,82	0,93	0,96
2,2,4-trimetilpentan	0,59	2,03	1,04	0,76	0,59	2,09	1,13	0,81	1,25	1,79	0,48	0,37	0,66	0,89	0,63
Metilsiklohegzan	1,66	1,08	0,97	0,40	0,61	0,88	3,69	0,75	1,27	0,55	2,85	1,19	1,93	2,99	0,97
2,3,4-trimetilpentan	1,17	0,99	1,19	0,27	0,32	1,51	4,22	1,15	1,11	1,00	2,40	1,27	2,76	1,43	1,03
2-metilheptan/ 3-metilheptan	1,54	0,65	0,41	0,67	0,69	1,24	3,44	0,88	1,95	3,07	2,84	0,84	4,33	0,68	4,44
Stiren	1,09	1,09	1,21	0,65	1,00	1,21	1,37	0,68	1,68	1,62	1,51	0,69	1,81	1,14	1,23
Nonan	1,02	1,03	1,22	0,47	1,15	1,23	2,07	0,70	1,38	1,35	1,69	0,87	2,49	1,53	1,19
İzopropilbenzen	0,47	0,79	0,94	0,42	0,54	1,62	2,02	1,27	0,88	0,64	0,58	0,55	2,50	0,57	1,39
Propilbenzen	0,82	0,66	2,83	0,43	1,20	3,72	2,45	3,28	1,48	3,07	0,76	0,53	1,90	2,14	1,10
m,p-etiltoluen	1,31	0,75	1,10	0,42	0,97	3,20	3,11	9,96	2,40	2,18	2,23	0,90	6,05	1,02	0,98
o-etiltoluen	1,06	1,08	1,15	0,30	1,15	1,04	1,11	25,99	1,20	1,66	2,27	0,64	3,47	1,11	0,91
Dekan	4,41	1,28	4,68	0,20	1,64	0,99	0,57	0,33	1,67	0,62	2,78	1,54	1,45	0,63	0,97
1,2,3-trimetilbenzen	6,94	0,90	2,57	1,38	0,44	1,66	3,37	1,78	1,32	1,69	3,45	1,11	9,03	1,81	0,83
m,p-dietilbenzen	4,24	1,67	1,17	0,88	1,86	2,23	1,68	9,99	2,21	2,40	4,36	1,39	2,51	2,61	1,26
<b>Minimum (29UOB)</b>	<b>0,47</b>	<b>0,29</b>	<b>0,41</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,73</b>	<b>0,34</b>	<b>0,28</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	<b>0,48</b>	<b>0,31</b>	<b>0,66</b>	<b>0,37</b>	<b>0,63</b>
<b>Maksimum (29UOB)</b>	<b>6,94</b>	<b>2,30</b>	<b>4,68</b>	<b>2,65</b>	<b>1,86</b>	<b>3,72</b>	<b>4,22</b>	<b>25,99</b>	<b>9,20</b>	<b>3,07</b>	<b>4,36</b>	<b>1,54</b>	<b>9,03</b>	<b>2,99</b>	<b>4,44</b>
<b>Art. Ort. (29UOB)</b>	<b>1,49</b>	<b>1,09</b>	<b>1,45</b>	<b>0,60</b>	<b>0,81</b>	<b>1,67</b>	<b>1,67</b>	<b>2,39</b>	<b>1,85</b>	<b>1,18</b>	<b>1,72</b>	<b>0,82</b>	<b>2,15</b>	<b>1,29</b>	<b>1,19</b>

Tablo 4.10: Ofislerin iç ortamlarında yapılan kış aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz/gece oranları

<b>Bileşenler</b>	<b>Ofis 1</b>	<b>Ofis 2</b>	<b>Ofis 3</b>	<b>Ofis 4</b>	<b>Ofis 5</b>	<b>Ofis 6</b>	<b>Ofis 7</b>	<b>Ofis 8</b>	<b>Ofis 9</b>
Benzen	0,85	1,53	1,13	2,45	2,19	1,05	3,40	1,33	3,62
Toluen	1,95	0,80	2,20	1,44	0,55	0,75	3,13	1,56	1,09
Etilbenzen	1,19	1,35	1,33	1,19	1,10	0,90	2,77	1,51	1,54
m,p-ksilen	1,66	1,56	1,28	1,13	1,07	0,91	2,49	1,38	1,97
o-ksilen	1,71	0,52	3,40	0,93	0,63	0,86	1,67	1,23	1,47
Siklohegzan	0,77	0,60	0,90	1,16	0,73	1,09	0,90	0,54	0,60
1,2,4-trimetilbenzen	1,22	0,60	0,91	0,84	0,65	0,75	2,10	1,43	0,93
1,3,5-trimetilbenzen	1,68	0,50	1,49	0,73	0,61	0,79	1,06	1,51	1,38
Hegzan	1,00	1,42	1,24	3,32	0,95	6,20	2,26	1,34	0,68
Heptan	0,77	1,43	1,07	2,38	1,71	1,02	3,47	1,30	4,01
2-metil-1-penten	1,26	1,00	0,77	2,35	2,15	0,93	4,06	1,30	3,74
Metilsiklopentan	0,81	0,41	0,41	1,09	1,47	0,67	2,66	0,49	0,92
2,4-dimetilpentan	1,91	0,53	2,39	4,12	0,85	0,69	2,16	2,82	1,28
2metilhegzan	2,55	2,06	1,09	2,21	4,00	1,63	8,68	1,53	4,42
2,3-dimetilpentan	0,96	1,73	0,89	0,65	1,78	0,84	4,30	2,49	1,86
3-metilhegzan	2,33	1,07	1,88	0,86	1,26	0,84	2,76	1,65	1,68
2,2,4-trimetilpentan	1,36	0,31	0,24	0,63	0,41	0,85	1,45	0,62	1,08
Metilsiklohegzan	4,80	0,99	1,81	1,36	0,62	0,60	1,76	1,75	3,20
2,3,4-trimetilpentan	0,87	0,50	1,75	0,71	0,56	0,84	1,73	1,53	2,01
2-metilheptan / 3-metilheptan	1,84	0,81	0,76	1,92	1,64	0,76	1,96	3,72	6,55
Stiren	1,57	1,47	1,27	1,19	1,41	0,92	2,54	1,87	4,93
Nonan	1,95	0,52	3,85	0,90	1,14	0,89	1,69	1,29	1,63
İzopropilbenzen	0,34	0,38	0,25	0,48	0,49	0,57	1,54	0,44	0,71
Propilbenzen	2,42	1,35	2,14	0,47	0,58	0,79	2,65	5,85	0,58
m,p-etiltoluen	2,05	1,71	1,15	0,82	0,64	0,88	1,93	1,90	1,62
o-etiltoluen	1,06	1,32	0,76	1,50	0,50	1,08	1,31	1,81	2,44
Dekan	3,66	1,39	5,19	1,95	0,69	0,97	1,42	3,52	8,75
1,2,3-trimetilbenzen	5,71	0,70	1,06	1,25	1,21	1,02	2,35	0,82	5,22
m,p-dietilbenzen	8,65	3,37	3,59	2,16	3,09	1,21	1,98	3,39	7,29
<b>Minimum (29UOB)</b>	<b>0,34</b>	<b>0,31</b>	<b>0,24</b>	<b>0,47</b>	<b>0,41</b>	<b>0,57</b>	<b>0,90</b>	<b>0,44</b>	<b>0,58</b>
<b>Maksimum (29UOB)</b>	<b>8,65</b>	<b>3,37</b>	<b>5,19</b>	<b>4,12</b>	<b>4,00</b>	<b>6,20</b>	<b>8,68</b>	<b>5,85</b>	<b>8,75</b>
<b>Art. Ort. (29UOB)</b>	<b>2,03</b>	<b>1,10</b>	<b>1,59</b>	<b>1,46</b>	<b>1,20</b>	<b>1,08</b>	<b>2,49</b>	<b>1,79</b>	<b>2,66</b>

Tablo 4.11: Okulların iç ortamlarında yapılan kış aktif örnekleme konsantrasyonlarının gündüz / gece oranları

Bileşenler	Gündüz/Gece Oranları		
	Okul 1	Okul 2	Okul 3
Benzen	2,20	2,69	1,49
Toluen	2,73	9,62	1,88
Etilbenzen	2,18	3,25	1,57
m,p-ksilen	2,22	2,51	1,68
o-ksilen	2,47	3,45	1,70
Siklohegzan	5,35	1,54	0,70
1,2,4-trimetilbenzen	2,54	1,85	1,83
1,3,5-trimetilbenzen	3,71	3,79	1,80
Hegzan	3,28	2,12	0,95
Heptan	2,18	2,20	7,44
2-metil-1-penten	2,78	2,91	2,62
Metilsiklopentan	1,45	14,92	1,42
2,4-dimetilpentan	2,33	1,05	5,67
2metilhegzan	5,66	7,60	0,77
2,3-dimetilpentan	2,32	4,69	0,95
3-metilhegzan	2,53	2,05	2,86
2,2,4-trimetilpentan	0,93	1,34	0,95
Metilsiklohegzan	2,19	1,01	1,42
2,3,4-trimetilpentan	1,52	1,17	0,50
2-metilheptan / 3-metilheptan	2,85	2,47	1,06
Stiren	2,27	2,58	1,82
Nonan	2,70	3,59	1,76
İzopropilbenzen	0,91	1,12	1,16
Propilbenzen	4,11	2,33	3,32
m,p-etiltoluen	3,29	3,01	2,18
o-etiltoluen	2,38	2,76	1,06
Dekan	1,03	4,01	3,78
1,2,3-trimetilbenzen	1,68	5,77	3,73
m,p-dietilbenzen	4,37	3,98	1,43
<b>Minimum (29UOB)</b>	<b>0,91</b>	<b>1,01</b>	<b>0,50</b>
<b>Maksimum (29UOB)</b>	<b>5,66</b>	<b>14,92</b>	<b>7,44</b>
<b>Art. Ort. (29UOB)</b>	<b>2,63</b>	<b>3,50</b>	<b>2,05</b>

#### **4.4.3.2. Uçucu organik bileşiklerin aktif örnekleme konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimleri**

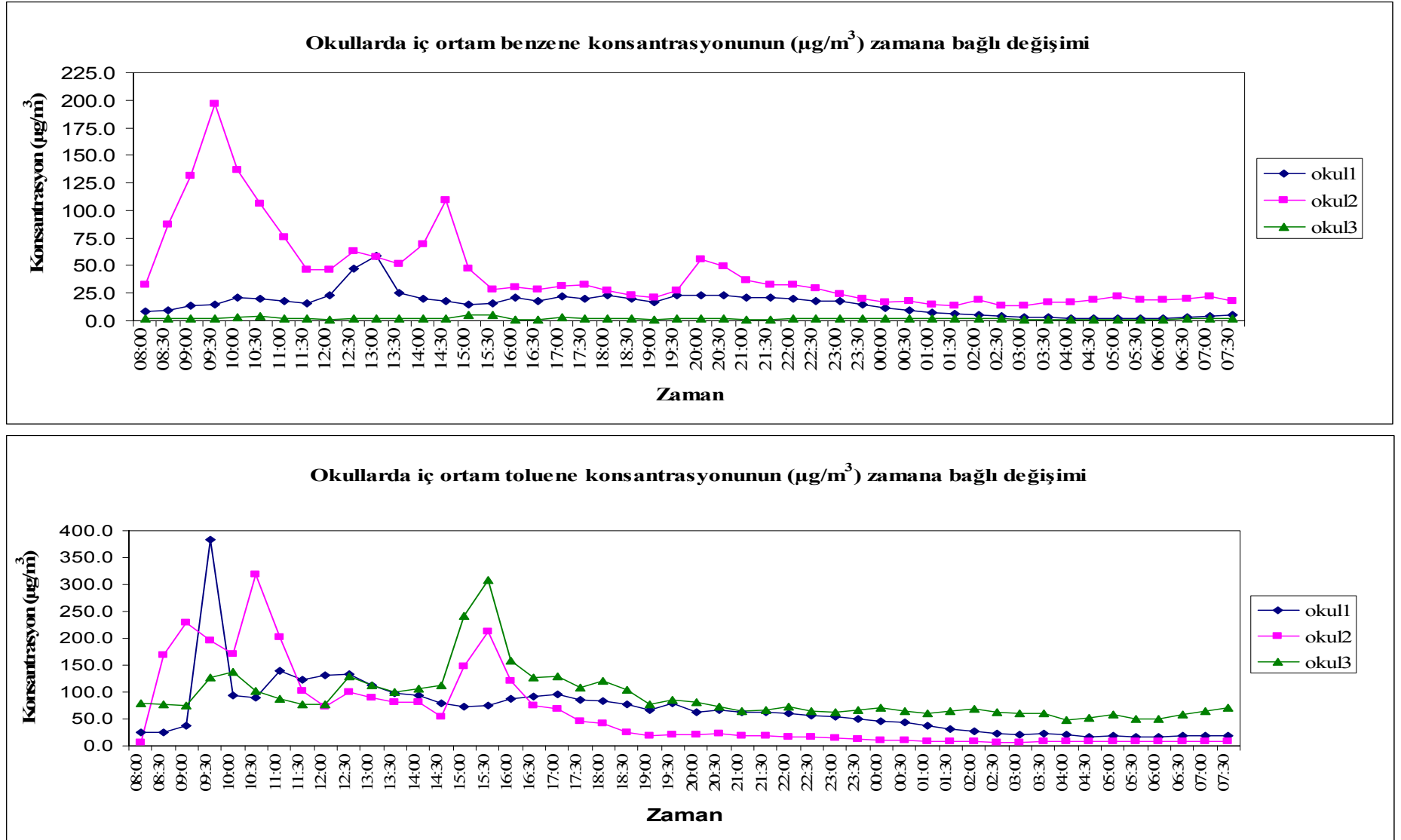
Kış mevsiminde örnekleme yapılan ev, okul ve ofislerin iç ortamlarında yapılan Benzen, Toluen, Etilbenzen ve Ksilen (m,p,o-ksilen) (BTEKS) aktif örnekleme sonuçları Şekil 4.10– 4.15’de yarım saatlik dilimler halinde verilmektedir. Bu sayede örneklenen mikroçevrelerin iç ortamlarında incelenen BTEKS’lerin zamana bağlı değişimleri değerlendirilerek ölçüm yapılan gün içerisinde ani artış ve azalmalar gösterdiği saat aralıkları belirlenmiştir.

Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de kış mevsiminde okulların iç ortamlarında yapılan BTEKS aktif örneklemesine ilişkin elde edilen konsantrasyon düzeylerinin ölçüm yapılan gün içerisindeki yarım saatlik dilimler halinde değişimi verilmektedir. Şekil 4.10 ve Şekil 4.11 incelendiğinde okulların iç ortam BTEKS konsantrasyonları öğrenimin görüldüğü 08:00 ile 18:00 saatleri arasında artış göstermektedir. Günün geri kalan saatleri olan 18:00–08:00 saatleri arasında ise birbirine yakın ve düşük BTEKS kirlilik düzeyleri gözlenmiştir. Sözü edilen durum trafik ve endüstrinin etkisinden uzak olan Okul 3’de görülmemektedir. Sanayi ve trafikten uzak bir bölgede bulunan Okul 3’e ait dış ortam BTEKS konsantrasyonlarının da düşük olması nedeniyle iç ortamlarda gün boyunca birbirine yakın ve düşük kirlilik düzeyleri gözlenmiştir. Okulların iç ortamlarında önemli bir UOB kaynağı bulunmadığından Okul 1 ve Okul 2’de 08:00-18:00 saatleri arasında gözlenen yüksek BTEKS konsantrasyonları dış ortamlardan endüstri, trafik ve fosil yakıt yanması sonucunda taşınım yoluyla kirleticilerin iç ortamlara ulaştığını düşündürmektedir. Kış mevsiminde fosil yakıt yakılmasının da etkisiyle yaz mevsimine oranla daha yüksek BTEKS dış ortam konsantrasyonları gözlenmiştir. Diğer bir ifadeyle okullarda öğrenimin sürdüğü saatlerde ısınma amaçlı fosil yakıtların yakılması nedeniyle gündüz BTEKS konsantrasyonları daha yüksek görüldüğünden Gündüz/Gece konsantrasyon oranları kış mevsiminde daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz.

Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de ofis iç ortamlarında gözlenen BTEKS konsantrasyon düzeylerinin zamana bağlı değişimleri verilmektedir. Ofis çalışma saatleri olan 08:00-18:00 aralığında gözlenen BTEKS konsantrasyonları çalışma saatleri

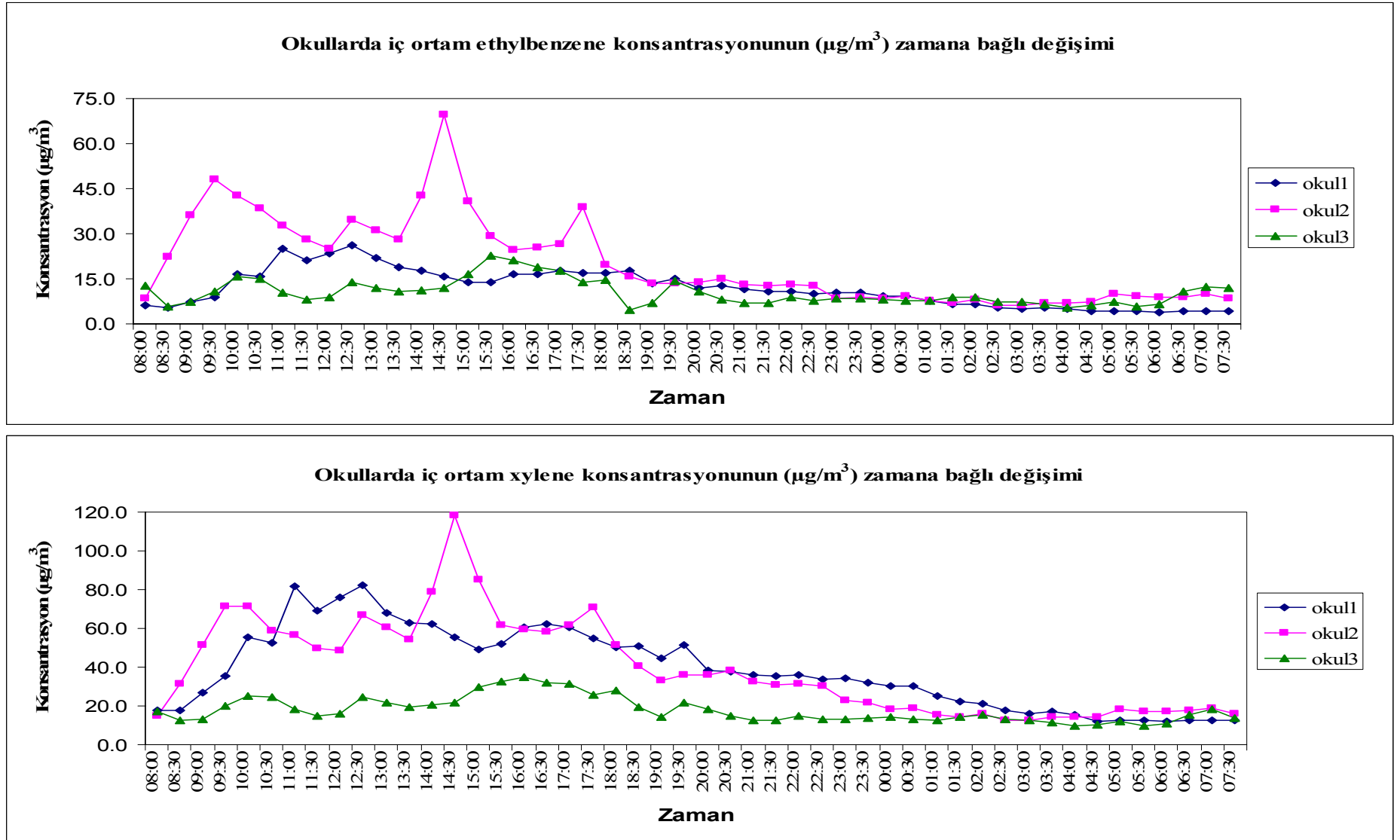
dışında kalan günün diğer zamanlarında gözlenen BTEKS konsantrasyonlarının yaz mevsimine benzer şekilde yaklaşık 2 katı kadar yüksek olmasına rağmen bu farklılık okullardaki kadar belirgin değildir. Çeşitli ofis malzemeleri, sigara kullanımı ve yoğun trafiğin neden olduğu kirlilik kaynakları ofislerin iç ortamlarında gündüz çalışma saatlerinde okullara nazaran daha yüksek kirliliğe neden olmaktadır. Ayrıca gündüz periyodunda yapılan faaliyetlere göre konsantrasyonlar ani değişimler gösterirken gece periyodunda ise değişimlerin daha durağan hale geldiğini söyleyebiliriz.

Şekil 4.14 ve Şekil 4.15’de evlerin iç ortamlarında gözlenen BTEKS konsantrasyon düzeylerinin zamana bağlı değişimleri verilmektedir. Kış mevsiminde BTEKS için evlerde gün boyu gözlenen zamana bağlı değişimler ofis ve okullarda gözlenen zamansal değişimlerden farklılık göstermektedir. Okul ve ofislerde çalışma saatlerinde belirgin olan yüksek BTEKS konsantrasyonları evlerde gün boyu devam etmektedir. Evlerde pişirme faaliyetlerine, sigara kullanımına, trafiğin yoğunluğuna, pencerelerin açık olmasına ve iç ortam kirletici kaynaklarının çeşitliliğine bağlı olarak gündüz saatlerinde daha belirgin şekilde gözlenen ani değişimler kış mevsimi olması nedeniyle evlerde ısınma amacıyla fosil yakıtların yakılması nedeniyle dış ortamda oluşan kirliliğin iç ortamlara taşınması yoluyla gece periyodunda da yüksek BTEKS düzeyleri elde edilmiştir.

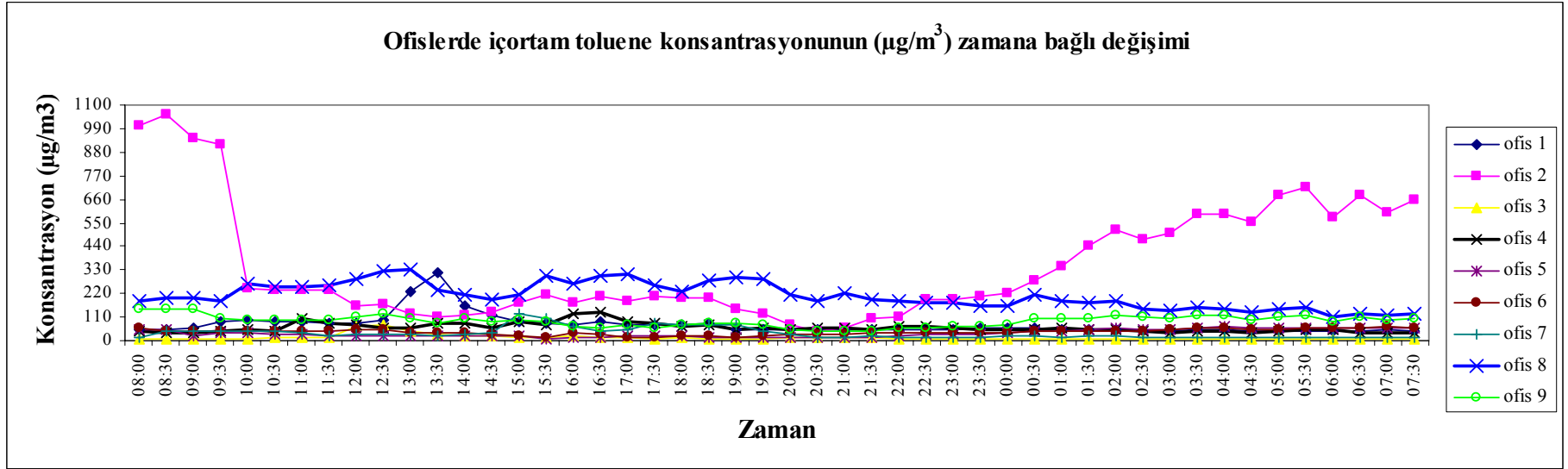
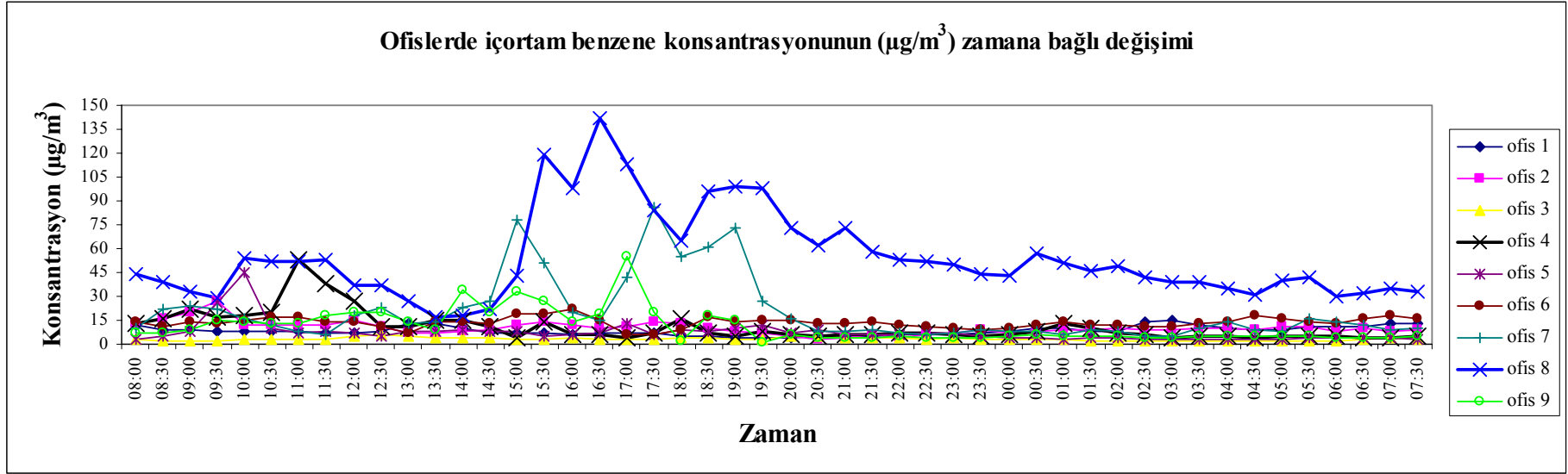


Şekil 4.10 Okullarda iç ortam benzen ve toluen kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri

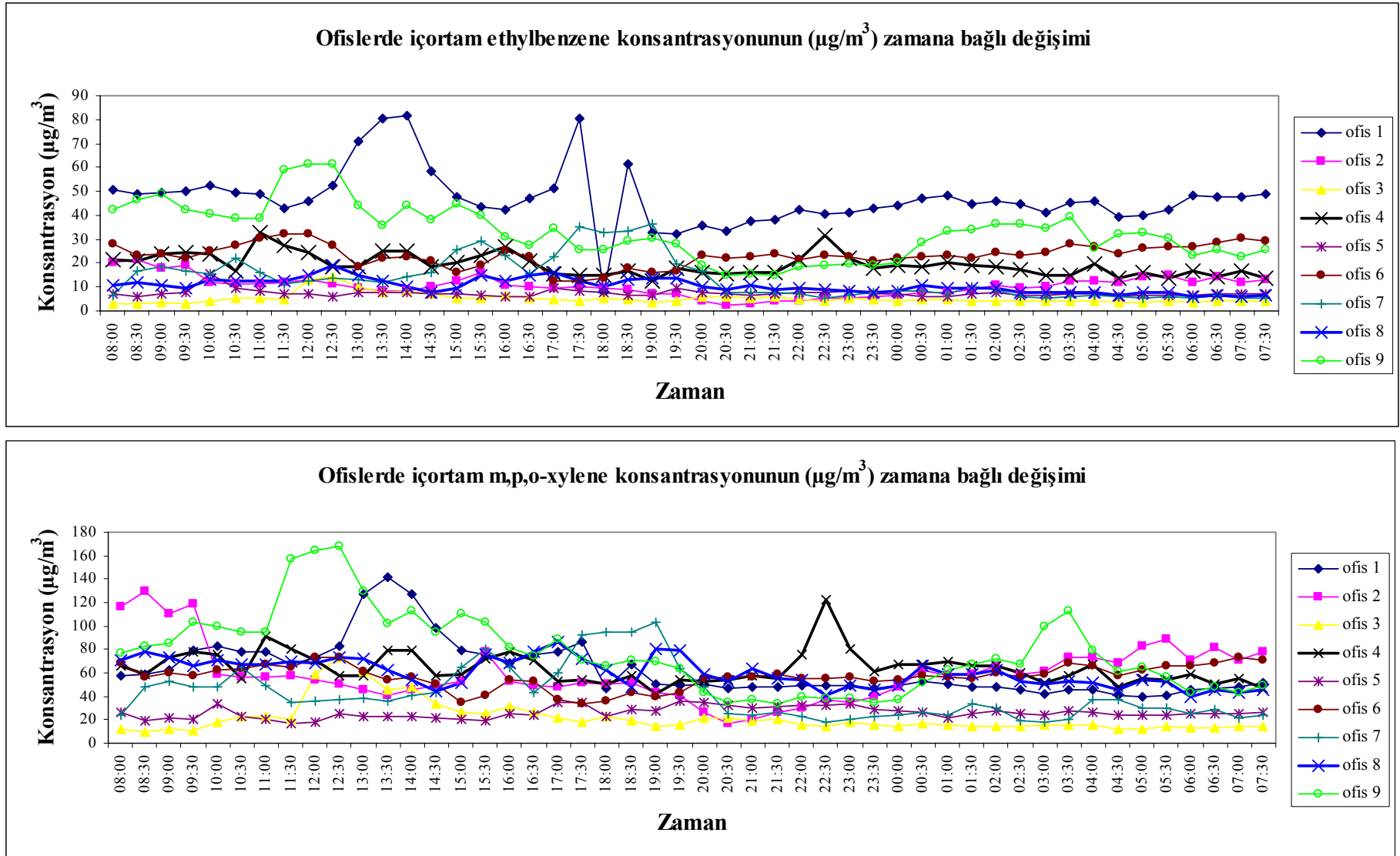


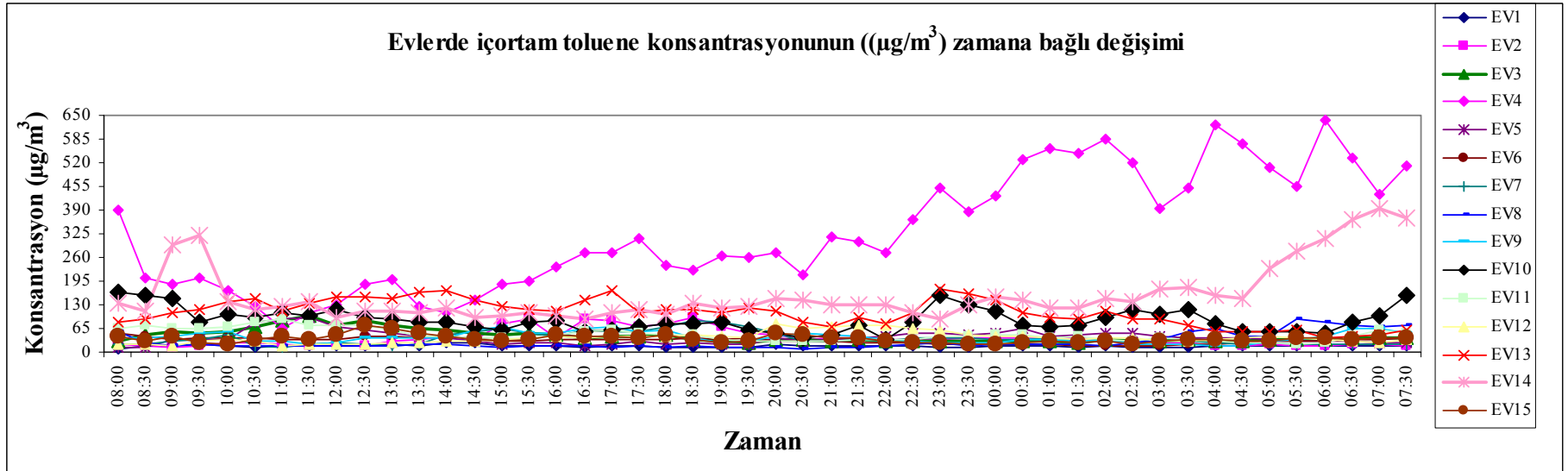
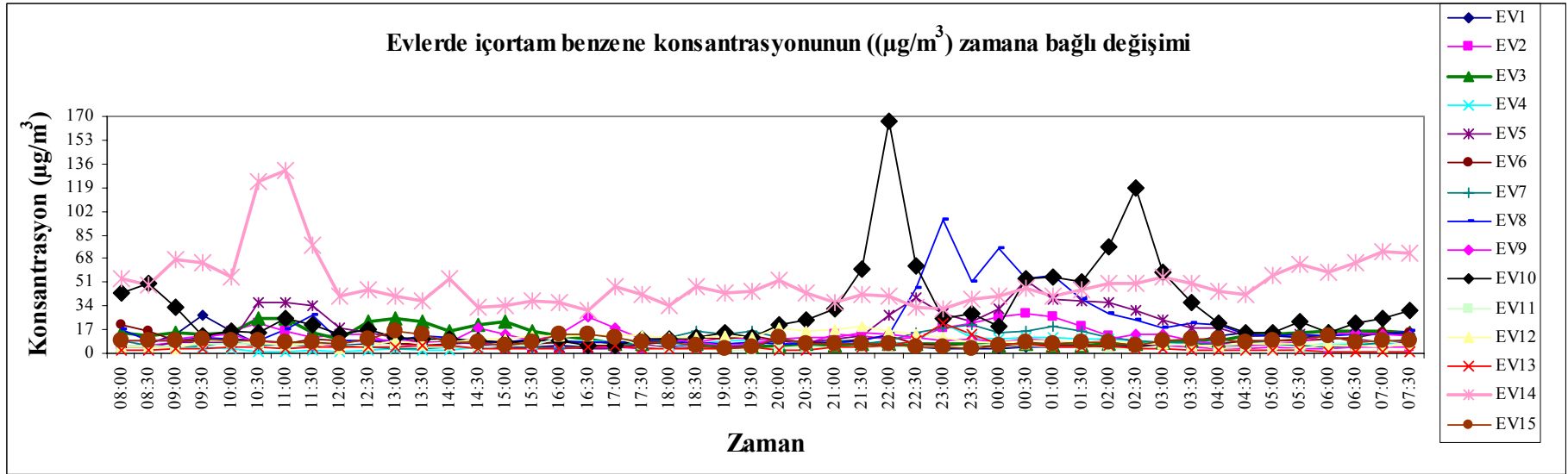


Şekil 4.11: Okullarda iç ortam etilbenzen ve ksilen (*m,p,o*-ksilen) kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri

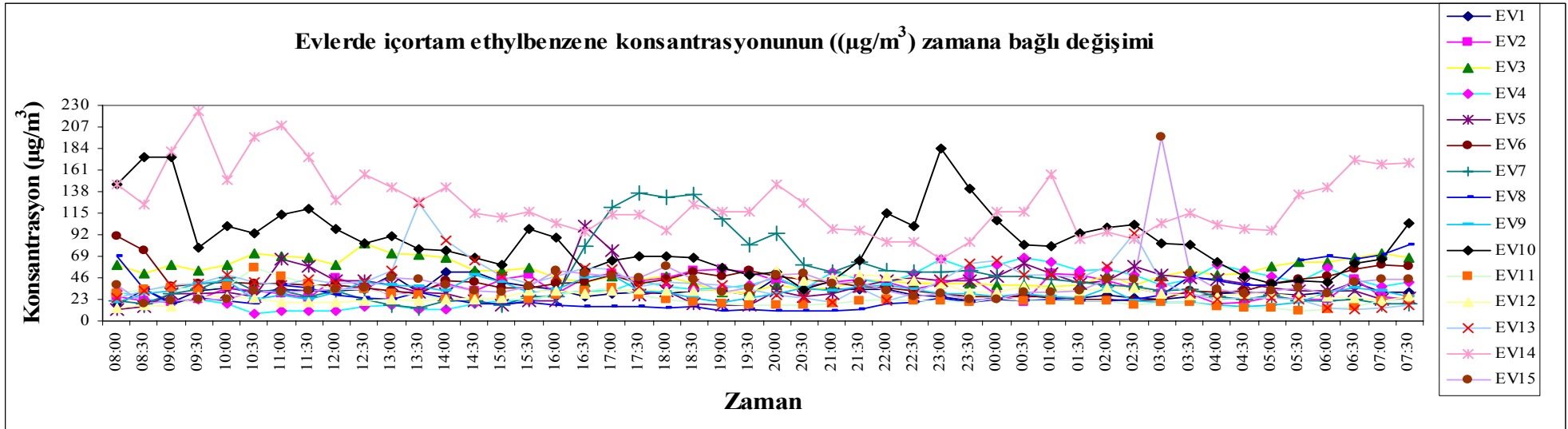
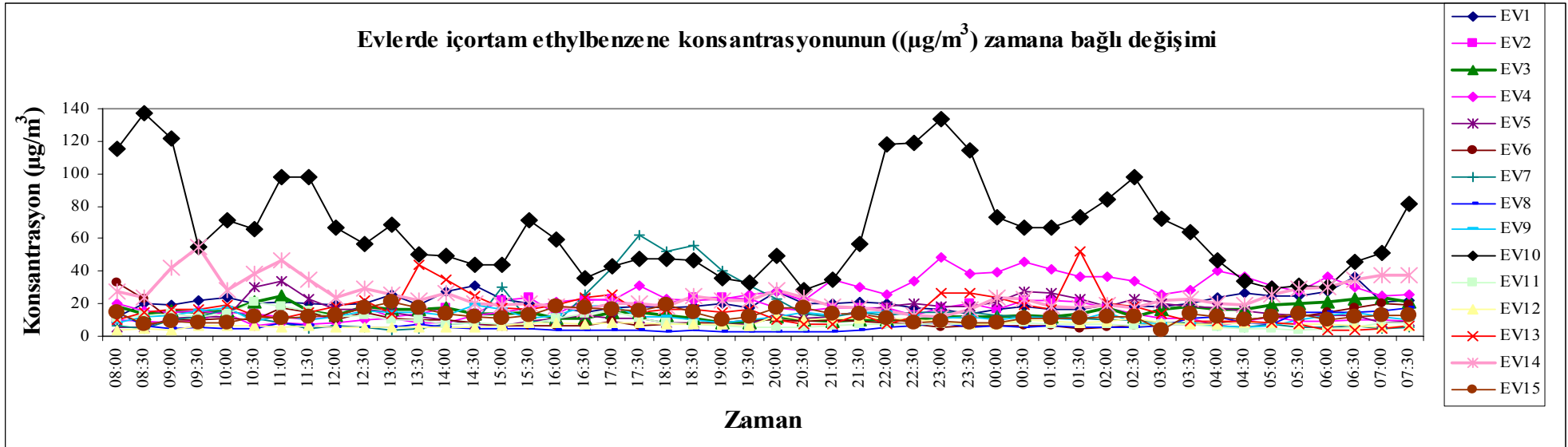


Şekil 4.12 Ofislerde iç ortam benzen ve toluen kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri





Şekil 4.14 Evlerde iç ortam benzen ve toluen kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri



Şekil 4.15 Evlerde iç ortam etilbenzen ve ksilen (*m,p,o*-ksilen) kış konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zamana bağlı değişimleri

#### 4.4.4. Kış mevsimi pasif örnekleme sonuçlarının tartışılması

##### 4.4.4.1. İç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme sonuçlarının değerlendirilmesi

Tablo 4.12, Tablo 4.13 ve Tablo 4.14’de kış mevsiminde ev, ofis ve okullarda yapılan UOB pasif örnekleme iç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme sonuçlarının ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

Kış mevsiminde belirlenen 35 UOB bileşiğinin toplamları göz önüne alındığında en yüksek konsantrasyon düzeylerine yaz mevsiminde olduğu gibi kişilerde rastlandığı bunu iç ortam ve dış ortamların takip ettiği belirtilmişti. Ayrıca en yüksek kişisel maruziyet düzeylerine sırasıyla ofisler, okullar ve evlerde örneklenen kişilerde rastlanılmıştı. Bunun yanısıra aynı evde yaşayan fakat biri çalışan diğeri ev kadını olan kişilerde elde edilen sonuçlar incelendiğinde aynı evde yaşayan kişilerde, çalışanların maruz kaldığı UOB konsantrasyonlarının ev kadınlarının maruz kaldığı konsantrasyonlara nazaran oldukça yüksek olduğu bildirilmişti.

Kış mevsiminde evlerde yapılan UOB pasif örnekleme sonuçları yaz örneklemesine oranla farklılıklar göstermektedir. Kışın incelenen tüm bileşikler için, evlerde iç ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonları birbiri ile uyumlu iken dış ortam konsantrasyonlarından 2-4 kat dolaylarında fazladır (Tablo 4.12). Bu sonuç, bu bileşikler için dış ortamdaki ziyade iç ortamlarda daha baskın kaynakların olduğuna işaret etmektedir. Burada söz edilmesi gereken önemli noktalardan birisi yaz mevsiminde ev iç ortamlarında gözlenen UOB kirlilik düzeyleri kış mevsiminde önemli oranda artarken dış ortam kirlilik düzeylerinin azalmış olması kış mevsiminde dış ortamdaki ziyade iç ortamlarda daha baskın kaynakların olduğuna işaret etmektedir. Kış mevsiminde iç ortamlarda daha fazla süre geçirilmesi nedeniyle yapılan çeşitli faaliyetlerde artış, pencerelerin yaz mevsiminde olduğu kadar açık tutulmaması ve klima bulunmaması nedeniyle havanın tazelenememesi iç ortam kalitesindeki mevsimsel farklılığı açıklamaktadır.

Hemen hemen incelenen tüm UOB’ler için, ofislerin iç ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonları birbiri ile uyumlu iken yaz mevsimi örneklemesindeki benzer şekilde dış ortam konsantrasyonlarından 2 kat dolaylarında fazladır (Tablo 4.13). Bu sonuç ofislerde belirlenen bileşiklerin baskın iç ortam kaynakları olduğunu, dış

ortamın iç ortama olan katkısının yaz mevsimindeki kalan güçlü olmadığını göstermektedir.

Okullarda yapılan kış mevsimi pasif örnekleme sonuçları, evler ve ofislerden farklı olarak iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonları birbiri ile uyumlu bulunmuştur (Tablo 4.14). Okullar önemli iç ortam UOB kaynaklarına sahip olmadığından dış ortamların iç ortamlarda gözlenen kirlilik düzeylerinde etkisinin yüksek olduğunu ve kirleticilerin taşınım yoluyla iç ortamlara ulaştığını göstermektedir.

Kişi/İç Ortam, İç Ortam/Dış Ortam ve Kişi/Dış Ortam konsantrasyon oranları hesaplanarak (Tablo 4.15) ev, okul ve ofislerde tesbit edilen konsantrasyonlar için hangi ortamların daha baskın olduğu tesbit edilmeye çalışılmıştır. Sözü edilen oranların 35 UOB için ortalamaları gözönüne alındığında, yaz mevsiminde benzer şekilde kış mevsiminde de Kişi/İç Ortam oranlarının evler, ofisler ve okullarda 1'e yakın (0,95-1,13 aralığında) olduğu tesbit edilmiştir. Kişiler vaktinin büyük bir bölümünü iç ortamlarda geçirmesi nedeniyle maruz kaldıkları UOB konsantrasyonlarına iç ortamların katkısının büyük olduğu ortaya çıkmaktadır. Aynı oranlar İç Ortam/Dış Ortam ve Kişi/Dış Ortam oranlarında farklılıklar göstermektedir. Her iki oran yaz mevsiminde 2 dolaylarında iken kışın artarak 3'e yakın olması, tespit edilen iç ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinde iç ortamlardaki kirletici kaynaklarının etkisinin dış ortamlara nazaran daha baskın olduğunu göstermektedir. Aynı evde yaşayan, biri ev kadını diğeri ise çalışan kişiler ile yapılan örnekleme sonuçları gözönüne alındığında toplam 35 UOB cinsinden yaz mevsiminde 1,38 olarak hesaplanan çalışan/çalışmayan oranının kış mevsiminde 1,39 (Tablo 4.15) olarak bulunduğu saptanmıştır. Bu durum aynı evde yaşayan kişilerden çalışan kişilerin ev kadınlarına nazaran daha yüksek UOB maruziyetine işaret etmektedir.

Tablo 4.12: Kış mevsiminde evlerde UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri

Bileşenler	İç Ortam			Dış Ortam			Kişisel Maruziyet		
	Ort.	SS <sup>a</sup>	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca
Hegzan	12,63	11,43	8,00	5,97	2,33	5,44	11,58	8,10	9,21
Metilsiklopentan	14,01	7,93	12,99	3,39	2,37	1,91	15,82	14,75	11,41
2,4-dimetilpentan	6,20	3,88	5,01	3,81	1,79	3,74	6,16	2,90	5,55
Benzen	13,06	10,90	9,28	7,82	3,71	7,58	12,07	7,65	9,32
Siklohegzan	9,29	5,23	6,73	5,33	2,79	4,27	10,02	5,63	7,78
2,3-dimetilpentan	8,00	4,73	6,69	4,12	1,82	3,74	7,62	3,20	6,87
2-metilhegzan	8,98	4,00	7,19	3,86	1,75	3,46	8,66	4,41	8,22
3-metilhegzan	2,77	1,78	2,44	1,22	0,67	1,03	2,37	1,70	1,38
2,2,4-trimetilpentan	7,37	3,60	6,20	3,43	1,41	3,43	7,20	3,09	6,84
Heptan	8,73	3,84	8,29	2,67	1,36	2,69	8,75	4,89	7,19
Metilsiklohegzan	6,96	3,92	6,59	3,42	1,45	3,26	7,16	3,01	6,55
2,3,4-trimetilpentan	3,54	1,90	3,43	1,69	0,93	1,87	2,92	1,76	3,40
2-metilheptan	2,67	2,52	1,75	0,66	0,47	0,41	2,95	3,21	2,03
Toluen	72,44	70,45	41,39	19,96	9,81	20,28	81,62	96,66	37,88
3-metilheptan	4,07	2,37	4,27	1,91	1,07	2,01	4,40	2,71	3,63
Oktan	6,51	4,88	5,37	2,54	1,91	2,11	5,94	3,47	5,10
Etilbenzen	16,90	13,56	14,59	5,31	5,39	3,54	17,11	10,18	14,65
m,p-ksilen	27,46	13,29	25,56	13,43	6,42	13,20	28,34	13,59	25,08
Stiren	11,65	4,90	8,92	4,80	2,63	4,44	12,93	5,88	12,64
o-ksilen	16,24	7,22	14,05	7,61	3,37	7,78	17,69	8,18	16,38
Nonan	13,53	7,94	10,52	3,56	1,68	3,73	15,56	10,28	13,47
Isopropilbenzen	6,26	4,58	4,62	2,00	1,35	1,58	6,52	4,42	5,09
Propibenzen	6,46	3,79	5,36	1,95	1,54	1,37	6,49	3,77	5,44
1,3,5-trimetilbenzen	4,39	1,88	3,85	1,30	0,93	1,22	4,98	2,37	4,62
3-etiltoluen	3,48	1,87	2,79	0,97	0,74	0,92	3,72	2,46	2,90
4-etiltoluen	3,51	4,53	1,72	1,41	1,92	0,62	3,83	5,49	1,76
2-etiltoluen	4,22	2,78	3,32	1,58	1,13	1,51	4,63	3,24	4,69
Dekan	5,09	3,00	4,54	1,57	1,21	1,48	6,15	3,94	5,21
1,2,4-trimetilbenzen	4,20	4,73	2,59	1,45	1,76	0,84	5,22	6,37	2,49
1,2,3-trimetilbenzen	8,04	6,01	6,14	0,87	0,79	0,64	10,44	8,01	9,87
1,3-dietilbenzen	4,40	9,74	1,59	1,28	3,09	0,38	5,81	12,33	1,46
1,4-dietilbenzen	2,70	3,41	1,76	0,90	1,06	0,40	3,36	3,71	2,38
Andekan	5,59	3,30	4,79	1,37	1,11	0,91	6,26	5,47	4,97
Dodekan	7,93	4,06	8,76	2,53	2,99	1,55	9,20	8,23	6,84

<sup>a</sup> Standart Sapma



Tablo 4.13: Kış mevsiminde ofislerde UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri

Bileşenler	İçortam			Dışortam			Kişisel Maruziyet		
	Ort.	SS	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca
Hegzan	14,68	17,23	9,24	6,75	2,80	7,18	13,86	11,52	9,89
Metilsiklopentan	14,55	10,29	12,66	4,34	2,32	3,80	16,73	8,54	15,38
2,4-dimetilpentan	8,14	7,43	6,56	4,21	2,23	3,85	7,66	6,01	6,47
Benzen	15,09	15,70	10,63	9,25	3,70	8,71	13,98	11,48	10,29
Siklohegzan	8,28	3,51	7,93	4,82	1,77	5,46	10,08	5,31	9,14
2,3-dimetilpentan	18,44	15,53	13,28	4,35	1,63	4,03	15,69	14,81	12,76
2-metilhegzan	12,16	5,83	11,00	3,88	1,23	3,98	11,97	5,40	11,82
3-metilhegzan	6,95	10,36	3,69	2,77	4,65	1,43	7,26	13,66	4,21
2,2,4-trimetilpentan	16,29	22,11	8,32	3,43	1,09	3,42	11,06	5,02	11,90
Heptan	16,85	25,53	9,13	2,88	1,13	2,68	17,82	11,78	14,40
Metilsiklohegzan	12,07	10,59	9,50	3,28	1,61	3,17	10,23	6,03	9,62
2,3,4-trimetilpentan	15,75	24,41	6,58	1,74	0,95	1,59	11,74	19,53	4,86
2-metilheptan	4,87	4,63	3,37	0,97	0,70	0,70	7,64	12,05	3,02
Toluen	104,37	120,28	66,26	25,07	13,72	23,65	122,43	109,61	84,17
3-metilheptan	4,95	2,67	5,20	2,08	1,37	2,08	6,19	4,17	4,71
Oktan	10,00	5,21	10,14	3,45	2,42	2,88	9,70	3,34	10,05
Etilbenzen	19,75	13,34	16,71	5,69	1,98	5,70	17,88	10,16	16,04
m,p-ksilen	34,50	13,27	35,21	17,34	9,18	16,87	40,42	21,23	38,58
Stiren	16,51	8,54	17,81	5,72	2,86	5,21	15,47	6,71	16,65
o-ksilen	20,75	7,62	22,52	9,78	4,81	9,93	23,97	11,65	22,41
Nonan	21,47	18,54	16,94	4,32	2,14	3,98	19,49	17,94	14,94
Isopropilbenzen	9,04	6,94	8,38	2,01	0,68	2,18	7,52	5,11	7,15
Propibenzen	8,59	6,15	6,94	2,35	1,21	2,43	8,48	6,75	7,05
1,3,5-trimetilbenzen	5,25	2,71	5,44	1,67	0,80	1,58	5,44	3,36	5,21
3-etiltoluen	4,70	3,08	4,67	1,15	0,49	1,05	3,75	2,72	3,03
4-etiltoluen	5,42	6,63	2,88	2,59	2,29	1,93	3,81	4,79	2,40
2-etiltoluen	5,29	3,36	4,90	1,83	0,73	2,07	4,42	2,83	4,18
Dekan	7,05	4,27	6,46	2,03	0,88	2,11	5,91	3,43	5,63
1,2,4-trimetilbenzen	5,88	6,59	3,61	2,31	2,18	1,82	4,95	5,19	3,27
1,2,3-trimetilbenzen	5,61	3,40	4,94	1,60	0,78	1,49	6,59	5,50	4,09
1,3-dietilbenzen	9,05	16,48	1,32	1,62	2,07	0,72	6,11	12,42	1,41
1,4-dietilbenzen	5,02	6,95	1,77	1,23	0,96	0,93	3,28	5,36	1,30
Andekan	7,46	6,04	6,39	1,88	1,32	1,97	5,47	5,40	2,85
Dodekan	10,94	9,18	9,37	3,15	2,04	3,22	9,53	11,36	6,11

Tablo 4.14: Kış mevsiminde okullarda UOB'lerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri

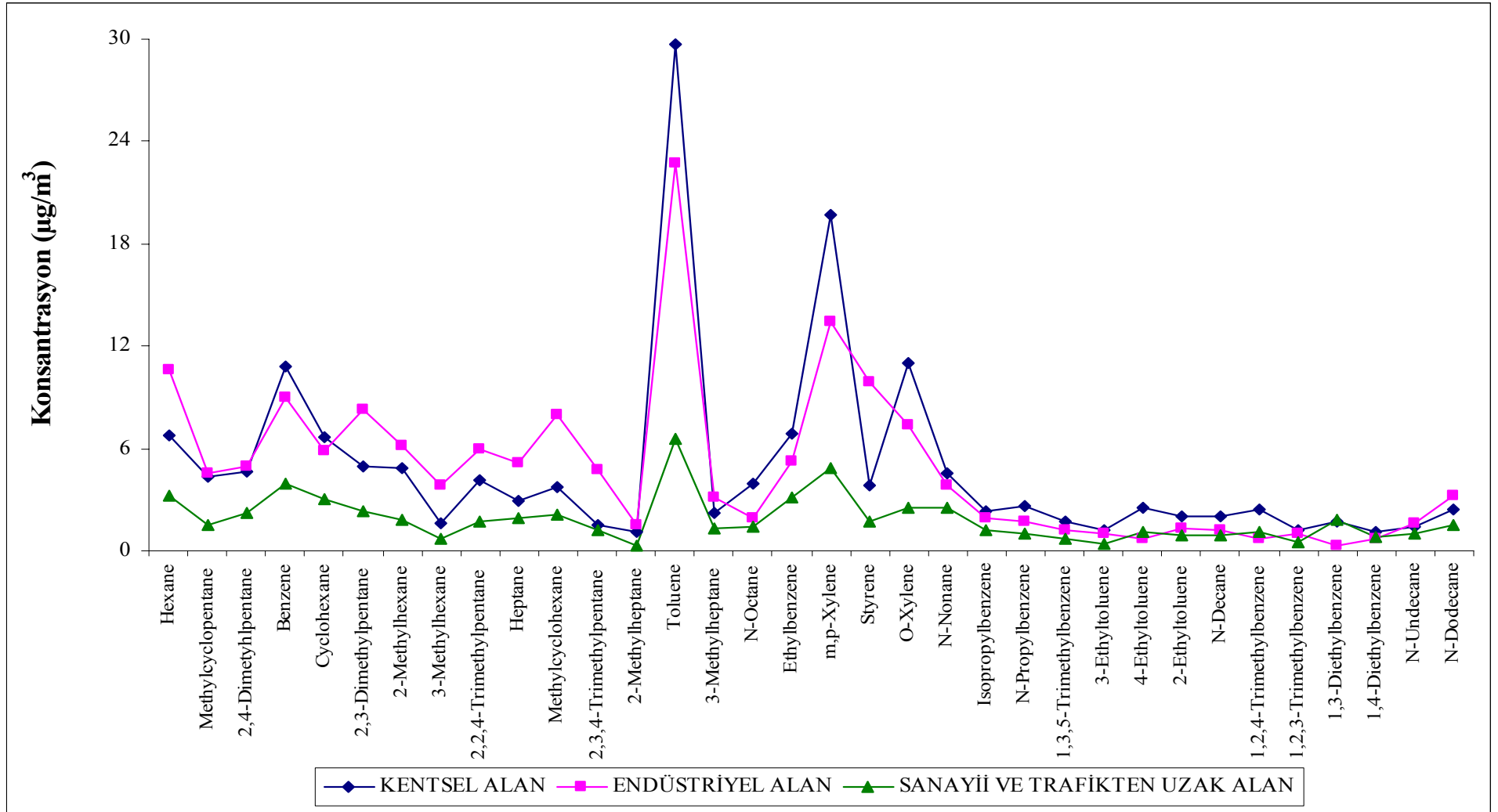
Bileşenler	İç Ortam			Dış Ortam			Kişisel Maruziyet		
	Ort.	SS	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca	Ort.	SS	Ortanca
Hegzan	16,42	17,04	13,23	17,66	16,61	16,39	30,44	41,52	8,72
Metilsiklopentan	10,22	3,76	9,99	5,94	4,30	7,08	9,59	3,38	11,20
2,4-dimetilpentan	13,00	7,51	12,95	8,14	7,93	5,99	13,17	12,46	9,12
Benzen	19,77	20,95	13,67	16,41	13,93	16,66	31,25	43,11	8,43
Siklohegzan	11,55	6,93	15,39	12,30	8,38	17,03	13,08	9,10	11,72
2,3-dimetilpentan	18,37	24,21	5,83	17,81	20,85	10,74	18,46	28,39	2,44
2-metilhegzan	14,32	13,27	10,42	12,81	13,36	10,53	15,43	18,60	7,19
3-metilhegzan	5,97	5,07	4,45	5,39	5,71	4,00	7,15	7,60	4,44
2,2,4-trimetilpentan	12,26	15,77	4,48	12,29	13,94	8,42	15,44	17,96	6,37
Heptan	14,14	11,99	12,27	9,72	11,29	6,62	16,46	14,47	11,05
Metilsiklohegzan	18,44	26,10	5,31	17,52	23,28	7,84	20,90	28,15	6,24
2,3,4-trimetilpentan	12,59	15,02	6,59	9,45	15,53	0,65	11,51	16,85	2,58
2-metilheptan	1,95	0,97	2,17	3,74	4,26	2,29	4,25	4,03	3,26
Toluen	77,77	27,15	62,72	41,96	34,40	52,34	74,79	35,97	54,34
3-metilheptan	5,85	3,54	5,31	5,70	6,38	2,81	7,75	7,51	4,72
Oktan	4,36	2,81	3,68	3,25	3,03	2,41	5,35	2,29	5,90
Etilbenzen	12,40	5,67	13,25	8,81	6,23	11,12	12,97	8,22	9,71
m,p-ksilen	21,47	8,96	25,05	20,19	15,36	28,02	24,31	15,88	24,84
Stiren	11,80	12,37	5,48	8,20	10,91	3,19	8,11	7,24	4,37
o-ksilen	11,19	5,40	13,09	10,02	7,80	12,66	10,91	6,96	10,51
Nonan	12,06	4,71	14,37	5,37	3,94	7,48	10,48	8,61	10,59
Isopropilbenzen	4,63	1,16	5,03	2,18	1,21	2,48	3,17	2,48	1,83
Propilbenzen	3,84	0,90	4,32	2,28	1,94	2,51	3,66	3,25	2,13
1,3,5-trimetilbenzen	2,53	0,58	2,45	1,14	0,85	1,05	2,80	2,19	1,54
3-etiltoluen	2,97	2,16	2,31	0,91	0,56	1,21	2,83	0,55	3,00
4-etiltoluen	1,54	1,57	0,66	0,55	0,56	0,28	0,86	0,59	0,89
2-etiltoluen	2,44	1,46	3,28	1,17	0,90	1,46	1,43	0,60	1,77
Dekan	2,00	0,69	2,02	0,60	0,41	0,56	2,79	2,04	1,66
1,2,4-trimetilbenzen	1,97	1,26	2,10	0,51	0,43	0,33	1,34	0,95	1,26
1,2,3-trimetilbenzen	1,93	1,01	1,50	0,42	0,24	0,29	4,93	5,15	3,09
1,3-dietilbenzen	2,09	2,72	0,83	0,29	0,20	0,23	0,49	0,39	0,49
1,4-dietilbenzen	1,14	0,81	0,75	0,41	0,26	0,42	0,56	0,30	0,41
Andekan	2,38	0,56	2,61	0,39	0,32	0,21	1,87	1,26	2,37
Dodekan	4,32	2,14	3,23	0,57	0,51	0,43	12,59	18,26	3,04

Tablo 4.15. Kış örneklemesinde ev, ofis ve okullarda kişi / iç ortam, iç ortam / dış ortam, kişi / dış ortam ve çalışan / çalışmayan konsantrasyon oranları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Kişi / İÇ ORTAM			İÇ ORTAM / DIŞ ORTAM			Kişi / DIŞ ORTAM			ÇALIŞAN / ÇALIŞMAYAN
	OKUL	OFİS	EV	OKUL	OFİS	EV	OKUL	OFİS	EV	EVLER
Hegzan	1,85	0,94	0,92	0,93	2,18	2,11	1,72	2,05	1,94	2,46
Metilsiklopentan	0,94	1,15	1,13	1,72	3,36	4,14	1,61	3,86	4,67	0,81
2,4-dimetilpentan	1,01	0,94	0,99	1,60	1,93	1,63	1,62	1,82	1,62	2,30
Benzen	1,58	0,93	0,92	1,20	1,63	1,67	1,90	1,51	1,54	2,42
Siklohegzan	1,13	1,22	1,08	0,94	1,72	1,74	1,06	2,09	1,88	1,08
2,3-dimetilpentan	1,00	0,85	0,95	1,03	4,24	1,94	1,04	3,61	1,85	2,15
2-metilhegzan	1,08	0,98	0,96	1,12	3,13	2,33	1,20	3,09	2,25	1,82
3-metilhegzan	1,20	1,04	0,86	1,11	2,51	2,26	1,33	2,62	1,94	2,66
2,2,4-trimetilpentan	1,26	0,68	0,98	1,00	4,75	2,15	1,26	3,23	2,10	2,25
Heptan	1,16	1,06	1,00	1,45	5,85	3,27	1,69	6,18	3,28	2,41
Metilsiklohegzan	1,13	0,85	1,03	1,05	3,68	2,04	1,19	3,12	2,09	2,26
2,3,4-trimetilpentan	0,91	0,75	0,83	1,33	9,04	2,09	1,22	6,74	1,73	3,32
2-metilheptan	2,18	1,57	1,11	0,52	5,01	4,07	1,14	7,87	4,50	1,61
Toluen	0,96	1,17	1,13	1,85	4,16	3,63	1,78	4,88	4,09	0,77
3-metilheptan	1,32	1,25	1,08	1,03	2,38	2,13	1,36	2,97	2,31	1,93
Oktan	1,23	0,97	0,91	1,34	2,89	2,57	1,64	2,81	2,34	1,04
Etilbenzen	1,05	0,91	1,01	1,41	3,47	3,18	1,47	3,14	3,22	1,02
m,p-ksilen	1,13	1,17	1,03	1,06	1,99	2,04	1,20	2,33	2,11	1,10
Stiren	0,69	0,94	1,11	1,44	2,89	2,43	0,99	2,71	2,69	1,01
o-ksilen	0,97	1,16	1,09	1,12	2,12	2,13	1,09	2,45	2,32	1,07
Nonan	0,87	0,91	1,15	2,24	4,97	3,79	1,95	4,51	4,37	0,90
Isopropilbenzen	0,68	0,83	1,04	2,13	4,51	3,14	1,45	3,75	3,26	0,91
Propibenzen	0,95	0,99	1,00	1,69	3,65	3,31	1,61	3,61	3,33	0,99
1,3,5-trimetilbenzen	1,11	1,04	1,13	2,23	3,14	3,37	2,46	3,26	3,82	0,86
3-etiltoluen	0,95	0,80	1,07	3,26	4,09	3,59	3,10	3,26	3,83	0,82
4-etiltoluen	0,56	0,70	1,09	2,82	2,09	2,49	1,57	1,47	2,72	0,62
2-etiltoluen	0,59	0,83	1,10	2,08	2,89	2,68	1,22	2,41	2,93	0,67
Dekan	1,39	0,84	1,21	3,35	3,48	3,24	4,67	2,92	3,91	0,86
1,2,4-trimetilbenzen	0,68	0,84	1,24	3,85	2,54	2,90	2,62	2,14	3,61	0,85
1,2,3-trimetilbenzen	2,56	1,17	1,30	4,59	3,51	9,29	11,76	4,13	12,07	0,89
1,3-dietilbenzen	0,23	0,68	1,32	7,11	5,59	3,43	1,66	3,78	4,54	0,46
1,4-dietilbenzen	0,50	0,65	1,24	2,78	4,09	3,02	1,38	2,67	3,74	0,59
Andekan	0,79	0,73	1,12	6,12	3,96	4,09	4,81	2,90	4,58	0,96
Dodekan	2,92	0,87	1,16	7,61	3,47	3,14	22,17	3,02	3,64	1,48
<b>Ortalama</b>	<b>1,13</b>	<b>0,95</b>	<b>1,07</b>	<b>2,24</b>	<b>3,56</b>	<b>2,97</b>	<b>2,65</b>	<b>3,32</b>	<b>3,26</b>	<b>1,39</b>

#### 4.4.4.2. Pasif örnekleme sonuçlarının mikroçevreler açısından değerlendirilmesi

Çalışma sonucunda farklı özelliklere sahip olan bölgelerdeki UOB konsantrasyonları arasındaki farklılıklar trafiğin yoğun olduğu kent merkezi, hem trafik hem sanayi'nin yoğun olduğu endüstri bölgesi ve sanayi ve trafikten nispeten uzak bölgelerde belirlenmiştir. Trafiğin yoğun olduğu Kentsel Alanlar, Sanayi'nin yoğun olduğu Endüstriyel Alanlar ve Sanayi ve Trafikten Uzak Alanlarda kış mevsiminde yapılan dış ortam örnekleme sonuçları Şekil 4.16'da verilmektedir. İncelenen 35 UOB bileşiğin konsantrasyonları dikkate alındığında bazılarının Kentsel Alanlarda bazılarının da Endüstriyel Alanlarda yüksek olduğu görülmektedir. Trafiğin belirteci olan bileşikler (BTEKS, 1,2,4-trimetilbenzen) kentsel alanlarda yüksek bulunurken petrokimyanın belirteci olan hegzan ve heptan bileşikleri endüstrinin yoğun olduğu alanlarda yüksek bulunmuştur. Yaz mevsimi ölçüm sonuçları ile karşılaştırıldığında özellikle kentsel ve endüstriyel alanlarda elde edilen sonuçların trafik açısından bir takım farklılıklar gösterdiğini söylemek mümkündür. Yaz mevsiminde yapılan örnekleme sonuçlarında trafiğin en önemli belirteci olan benzen, toluen, etilbenzen, ksilenler ve 1,2,4-trimetilbenzen bileşiklerinden sadece benzen endüstriyel alanlara oranla kentsel alanlarda daha yüksek konsantrasyonlara sahipken (Şekil 4.9) bu durum kış mevsiminde farklılıklar göstererek sözü geçen tüm trafik belirteci bileşikler kentsel alanlarda ön plana çıkmıştır. Bunun nedenlerini kış mevsiminde yaz oranla trafik yoğunluğundaki ve araçların soğuk çalışma emisyonlarındaki artışı gösterebiliriz.



Şekil 4.16: Kış mevsiminde kentsel, endüstriyel, sanayii ve trafikten uzak alanların dış ortamlarında UOB konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

#### 4.4.5. Mevsimsel konsantrasyonlar arasındaki ilişkiler

Tablo 4.16, Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de çalışmada belirlenen UOBler için farklı mikroçevrelerde iç ortam, dış ortam ve kişisel örnekleme Yaz/Kış konsantrasyon oranları verilmektedir.

Evler ve ofisler için sırasıyla Tablo 4.16 ve Tablo 4.17’de görüldüğü gibi Yaz/Kış konsantrasyon oranları iç ortam ve kişi örnekleme oranlarında bulunurken dış ortamlar için bu oran 3’e yakındır. Kişiler vaktinin büyük bir kısmını iç ortamlarda geçirdiklerinden daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi birbirine yakın iç ortam ve kişisel maruziyet düzeyleri bulunmaktadır. Bunun yanı sıra ev ve ofislerin dış ortamlarında yaz ve kış mevsimlerinde görülen farklılığın iç ortamlarda görülmemesi ev ve ofislerin iç ortamlarında baskın UOB kirletici kaynakların bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca yaz mevsiminde dış ortam hava sıcaklıklarının daha yüksek olması nedeniyle UOBlerin daha kolay buharlaşması dış ortam UOB konsantrasyonlarının yaz mevsiminde daha yüksek olmasının nedenleri arasındadır.

Evler ve ofislerde gözlenen Yaz/Kış konsantrasyon oranları okullarda farklılıklar göstermektedir (Tablo 4.18). Okulların, evler ve ofislere nazaran dış ortamlara açık olan yüzey alanlarının daha fazla olması, özellikle yaz mevsiminde pencere ve kapıların daha fazla açık tutulması nedeniyle dış ortam kirleticilerinin iç ortamlara rahatça taşınmasına kolaylık sağlamaktadır. Üstelik okulların iç ortamlarında baskın bir kirletici kaynağı bulunmaması nedeniyle okul iç ortamlarında ve kişilerde gözlenen düzeyler üzerinde doğrudan dış ortam kirleticilerinin etkisini görebilmekteyiz. Bunun sonucu olarak okullarda, evler ve ofislere göre daha yüksek dış ortam Yaz/Kış oranları (evler ve ofislerde 1,03-1,43 olan iç ortam ve kişi Yaz/Kış oranları okullarda 1,40-2,26 aralığında) elde edilmiştir.

Tablo 4.16: Evler için UOBlerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet yaz / kış konsantrasyon oranları

Bileşenler	EVLER (YAZ/KIŞ ORANLARI)								
	İÇ ORTAM			DIŞ ORTAM			KİŞİ		
	Ort.	STD	Ortanca	Ort.	STD	Ortanca	Ort.	STD	Ortanca
Hegzan	1,25	1,21	0,78	1,97	1,94	1,35	1,22	1,14	0,67
Metilsiklopentan	1,00	1,15	0,62	2,44	2,83	1,32	0,86	0,69	0,68
2,4-dimetilpentan	2,16	3,58	0,57	2,19	3,02	0,82	1,23	1,11	0,67
Benzen	1,01	0,84	0,81	1,85	2,22	1,15	1,13	1,07	0,79
Siklohegzan	0,79	0,33	0,86	1,04	0,52	0,87	0,88	0,48	0,90
2,3-dimetilpentan	1,34	1,11	1,10	2,35	2,47	1,50	1,53	1,00	1,39
2-metilhegzan	0,80	0,73	0,62	1,14	1,07	0,81	1,12	1,07	0,87
3-metilhegzan	1,51	1,57	0,97	1,48	1,18	1,04	2,58	3,93	1,12
2,2,4-trimetilpentan	1,12	0,97	0,95	1,13	0,71	0,96	1,27	1,07	1,21
Heptan	0,73	0,53	0,66	1,15	0,82	0,91	0,92	0,69	0,72
Metilsiklohegzan	0,98	0,65	0,79	1,24	1,02	1,11	1,03	0,74	1,06
2,3,4-trimetilpentan	1,32	0,81	1,40	1,36	1,36	0,82	3,56	4,80	2,25
2-metilheptan	0,80	0,86	0,45	1,11	0,82	1,07	0,96	1,45	0,35
Toluen	0,77	0,73	0,48	1,90	2,78	0,79	0,97	1,16	0,49
3-metilheptan	1,41	1,74	0,88	1,56	1,94	0,68	1,13	0,77	1,02
Oktan	0,79	0,53	0,64	2,19	3,08	0,89	0,95	0,64	0,92
Etilbenzen	0,90	0,78	0,55	1,39	1,50	0,98	0,85	0,62	0,57
m,p-ksilen	0,50	0,33	0,41	1,30	1,64	0,77	0,59	0,56	0,38
Stiren	0,92	1,06	0,64	1,24	0,94	0,91	0,84	1,08	0,65
o-ksilen	0,40	0,28	0,34	1,19	1,50	0,55	0,46	0,48	0,30
Nonan	0,82	0,72	0,56	2,20	3,23	1,33	0,79	0,56	0,67
Isopropilbenzen	1,08	0,96	0,67	1,91	1,90	1,55	1,23	1,07	0,81
Propibenzen	0,93	0,61	0,82	2,33	2,31	1,91	1,11	0,92	0,93
1,3,5-trimetilbenzen	0,83	0,80	0,55	2,21	2,62	1,42	0,87	0,79	0,62
3-etiltoluen	1,43	1,59	0,75	2,52	3,15	1,45	1,57	1,72	0,68
4-etiltoluen	1,30	1,09	1,27	4,06	4,59	3,58	0,61	0,54	0,38
2-etiltoluen	1,11	0,63	0,96	2,39	2,28	1,56	1,29	0,99	0,80
Dekan	1,04	0,71	0,68	2,80	2,98	1,99	0,94	0,70	0,82
1,2,4-trimetilbenzen	0,87	0,69	0,64	4,22	5,17	2,33	0,83	0,94	0,52
1,2,3-trimetilbenzen	0,74	0,55	0,55	5,22	5,55	3,64	0,71	0,61	0,39
1,3-dietilbenzen	1,54	1,77	0,49	9,92	15,52	2,98	0,90	1,08	0,72
1,4-dietilbenzen	1,25	1,40	1,09	6,39	10,56	2,00	0,80	0,58	0,64
Andekan	0,89	0,44	1,02	7,39	11,23	3,52	1,02	0,93	0,75
Dodekan	0,73	0,54	0,54	5,39	5,72	4,16	0,90	0,83	0,70
<b>Ortalama</b>	<b>1,03</b>	<b>0,95</b>	<b>0,74</b>	<b>2,65</b>	<b>3,24</b>	<b>1,55</b>	<b>1,11</b>	<b>1,08</b>	<b>0,78</b>

Tablo 4.17: Ofisler için UOBlerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet yaz / kış konsantrasyon oranları

Bileşenler	OFİSLER (YAZ/KIŞ ORANLARI)								
	İÇ ORTAM			DIŞ ORTAM			KİŞİ		
	Ort.	STD	Ortanca	Ort.	STD	Ortanca	Ort.	STD	Ortanca
Hegzan	3,25	4,63	0,86	1,27	1,86	0,54	2,80	6,39	0,74
Metilsiklopentan	2,05	3,42	0,86	1,41	1,29	0,80	1,49	2,50	0,71
2,4-dimetilpentan	2,31	4,73	0,75	0,58	0,58	0,38	1,91	4,35	0,50
Benzen	1,81	3,12	0,72	0,92	0,75	0,71	1,53	2,48	0,60
Siklohegzan	0,85	0,71	0,74	0,81	0,51	0,81	0,64	0,28	0,74
2,3-dimetilpentan	1,01	0,59	1,11	1,44	0,91	1,59	1,63	1,98	0,86
2-metilhegzan	1,49	1,79	1,07	1,06	0,72	0,74	1,29	1,08	1,01
3-metilhegzan	1,33	1,13	1,42	1,48	1,66	0,72	3,01	4,04	1,22
2,2,4-trimetilpentan	0,97	0,70	1,04	0,98	0,48	1,01	0,90	0,60	0,73
Heptan	1,28	1,11	0,95	2,21	2,68	1,39	0,83	0,79	0,49
Metilsiklohegzan	0,73	0,58	0,48	1,00	0,54	0,93	1,15	1,72	0,49
2,3,4-trimetilpentan	1,05	0,74	0,71	1,68	1,45	1,21	2,21	2,59	0,96
2-metilheptan	0,76	1,20	0,38	0,71	0,63	0,46	0,28	0,15	0,27
Toluen	1,48	2,01	0,58	2,03	2,84	1,03	1,30	1,64	0,61
3-metilheptan	1,30	1,10	1,25	1,54	1,22	1,10	1,10	1,06	0,51
Oktan	1,08	1,29	0,69	2,03	2,94	0,64	0,79	0,53	0,56
Etilbenzen	0,85	0,68	0,88	1,03	0,52	0,94	1,20	1,05	0,83
m,p-ksilen	0,50	0,39	0,37	0,80	0,92	0,41	0,53	0,47	0,42
Stiren	0,84	0,77	0,67	0,85	0,59	0,63	0,86	1,17	0,46
o-ksilen	0,60	0,49	0,46	0,97	1,16	0,56	0,64	0,72	0,27
Nonan	1,05	1,38	0,65	1,42	0,93	1,11	0,85	0,80	0,64
Isopropilbenzen	1,10	0,87	0,93	1,90	0,84	1,92	2,45	4,34	1,05
Propibenzen	1,16	0,99	0,93	1,80	1,40	1,27	1,38	1,52	0,83
1,3,5-trimetilbenzen	0,71	0,63	0,44	1,73	2,06	1,16	1,53	2,41	0,45
3-etiltoluen	0,76	0,59	0,66	2,23	3,29	1,23	0,88	0,74	0,73
4-etiltoluen	3,61	6,95	1,53	3,09	3,93	1,68	1,74	1,84	1,02
2-etiltoluen	1,01	0,73	0,91	1,90	0,99	1,76	1,22	0,90	0,87
Dekan	0,84	0,69	0,66	2,17	1,55	2,10	1,66	1,45	1,20
1,2,4-trimetilbenzen	1,63	2,21	0,84	4,82	8,17	0,97	2,39	3,17	0,73
1,2,3-trimetilbenzen	1,05	0,86	0,88	2,24	2,11	1,43	1,11	0,94	0,63
1,3-dietilbenzen	3,01	5,00	1,34	9,13	16,56	1,20	4,10	6,32	1,27
1,4-dietilbenzen	1,70	1,37	1,95	1,88	1,58	1,12	1,49	0,86	1,47
Andekan	3,22	5,68	1,02	7,22	12,33	1,72	2,26	1,82	1,88
Dodekan	2,23	3,46	0,85	6,21	8,53	1,38	2,05	1,85	1,69
<b>Ortalama</b>	<b>1,43</b>	<b>1,84</b>	<b>0,87</b>	<b>2,13</b>	<b>2,60</b>	<b>1,08</b>	<b>1,51</b>	<b>1,90</b>	<b>0,81</b>



Tablo 4.18: Okullar için UOBlerin iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet yaz / kış konsantrasyon oranları

Bileşenler	OKULLAR (YAZ/KIŞ ORANLARI)								
	İÇ ORTAM			DIŞ ORTAM			KİŞİ		
	Ort.	STD	Ortanca	Ort.	STD	Ortanca	Ort.	STD	Ortanca
Hegzan	2,16	3,30	0,49	1,00	1,12	0,55	2,09	1,85	2,62
Metilsiklopentan	0,58	0,25	0,55	1,26	1,48	0,55	0,51	0,10	0,53
2,4-dimetilpentan	0,43	0,28	0,27	0,95	1,45	0,14	0,52	0,35	0,58
Benzen	0,95	0,87	0,81	0,70	0,77	0,40	0,83	0,67	1,21
Siklohegzan	0,46	0,18	0,49	0,48	0,40	0,43	0,35	0,18	0,27
2,3-dimetilpentan	1,69	1,33	2,40	2,05	2,59	0,99	3,17	2,72	3,79
2-metilhegzan	0,47	0,35	0,31	0,58	0,48	0,62	1,15	1,09	1,05
3-metilhegzan	0,50	0,19	0,56	0,76	0,72	0,53	0,94	0,85	0,89
2,2,4-trimetilpentan	0,81	0,60	0,71	0,32	0,21	0,39	0,59	0,51	0,51
Heptan	0,85	0,10	0,83	2,47	2,96	1,25	0,60	0,27	0,63
Metilsiklohegzan	0,82	0,50	1,07	0,58	0,63	0,41	0,47	0,35	0,67
2,3,4-trimetilpentan	0,76	0,21	0,88	2,30	2,57	1,64	1,09	0,77	1,45
2-metilheptan	0,57	0,44	0,56	0,34	0,43	0,12	0,35	0,33	0,32
Toluen	0,79	0,45	0,73	0,83	0,73	0,49	0,58	0,11	0,62
3-metilheptan	0,99	0,98	0,44	1,06	1,39	0,45	0,25	0,08	0,26
Oktan	1,17	0,93	0,96	1,25	0,44	1,37	0,64	0,35	0,69
Etilbenzen	0,90	0,54	0,66	0,77	0,16	0,73	0,98	0,89	0,51
m,p-ksilen	0,43	0,09	0,42	0,65	0,63	0,29	0,50	0,25	0,42
Stiren	0,88	0,51	0,81	2,04	1,75	1,79	1,10	0,58	0,96
o-ksilen	0,50	0,29	0,35	0,83	0,53	0,60	0,69	0,17	0,70
Nonan	0,98	0,81	0,73	2,19	2,81	0,94	1,98	2,87	0,46
Isopropilbenzen	1,26	0,42	1,41	2,10	0,40	2,22	2,66	1,31	3,03
Propibenzen	1,52	1,41	1,02	1,94	1,15	1,60	1,66	1,27	1,80
1,3,5-trimetilbenzen	1,12	0,95	0,74	1,66	1,13	1,22	1,88	1,63	1,18
3-etiltoluen	0,93	0,67	0,72	1,65	0,73	1,25	0,89	0,44	1,08
4-etiltoluen	4,14	3,22	5,17	3,61	1,97	4,18	4,71	0,69	5,10
2-etiltoluen	1,82	0,86	2,23	2,63	2,66	1,34	2,84	1,89	3,42
Dekan	3,41	3,24	1,99	13,11	7,25	9,43	2,96	2,61	2,73
1,2,4-trimetilbenzen	3,51	2,51	3,28	35,20	37,78	19,20	5,71	4,15	3,97
1,2,3-trimetilbenzen	1,71	0,04	1,69	8,49	3,33	7,80	1,97	2,49	0,93
1,3-dietilbenzen	5,92	8,63	1,73	17,76	25,99	3,31	20,91	33,85	1,66
1,4-dietilbenzen	1,75	0,89	1,68	3,74	2,47	2,39	2,85	1,31	2,65
Andekan	1,32	0,29	1,26	10,14	7,19	10,38	2,92	3,74	1,00
Dodekan	1,38	1,43	0,64	19,85	14,47	17,69	5,45	8,35	0,93
<b>Ortalama</b>	<b>1,40</b>	<b>1,11</b>	<b>1,14</b>	<b>4,27</b>	<b>3,85</b>	<b>2,84</b>	<b>2,26</b>	<b>2,33</b>	<b>1,43</b>

#### 4.4.6. İç ortam / dış ortam oranları ve korelasyonlar

Çalışılan ev, ofis ve okullarda incelenen UOBler için İç Ortam/Dış Ortam oranları ve korelasyon sabitleri ( $r$ ) hesaplanarak iç ortam ve dış ortam arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır.

İç Ortam/Dış Ortam konsantrasyon oranının 1'den büyük bulunması incelenen bileşik için baskın bir iç ortam kaynağının varlığına işaret etmektedir. İncelenen UOBler için İç Ortam/Dış Ortam oranları yaz mevsiminde 0,83-4,86, kış mevsiminde 0,52-9,29 aralığında bulunmuştur (Tablo 4.19). İncelenen bileşiklerin neredeyse tamamı için İç Ortam/Dış Ortam oranları 1'den büyük bulunmuştur. Bazı mevsimsel farklılıklar olmasına rağmen İç Ortam/Dış Ortam oranlarının 1,5-3,0 aralığında değişmesi, incelenen organik kirleticilere kişilerin maruziyeti bakımından iç ortam kirleticilerinin dış ortam kirleticilerinden daha büyük bir rol oynadığını göstermektedir.

Ev, okul ve ofislerin yaz ve kış mevsimi veri setleri için iç ve dış ortam hava kalitesi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson korelasyon katsayıları ( $r$ ) hesaplanmıştır (Tablo 4.19). Hem yaz hem de kış mevsiminde evlerin hava kalitelerinde ofisler ve okullara nazaran daha güçlü korelasyonlar görülmüştür. İncelenen çok sayıda bileşik için her iki mevsimde de okul ve ofislerin korelasyonlarında büyük bir değişkenlik görülmüştür. Genel olarak, iç ortam konsantrasyonları kış mevsimine nazaran yaz mevsiminde dış ortam konsantrasyonları ile daha güçlü korelasyonlara sahiptir. Nonan, Isopropilbenzen, Propilbenzen, 1,3,5-trimetilbenzen, 2-etiltoluen, 4-etiltoluen, Dekan ve 1,3-dietilbenzen bileşikler her 2 mevsimde de iç ve dış ortam konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli korelasyonlar ( $P < 0.05$ , %95 güven aralığında) bulunmuştur. Ayrıca yaz mevsiminde evlerde düşük molekül ağırlıklı UOBlerin iç ve dış ortam konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli korelasyonlar görülürken aynı bileşikler için kış mevsiminde istatistiksel olarak zayıf korelasyonlar elde edilmiştir. Bu da yaz mevsiminde hava sıcaklıklarının kış mevsimine nazaran yüksek olması nedeniyle düşük molekül ağırlıklı UOBlerin daha kolay buharlaşması ile açığa çıkmasına ve pencerelerin açık olması nedeniyle dış ortamlardan iç

ortamlara taşınımı sonucu iç ve dış ortamlar arasında güçlü korelasyonlara neden olmuştur.

Evlerde metilsiklopentan, 2,4-dimetilpentan, 2-metilheptan, 3-metilheptan, stiren ve dodekan bileşiklerinin İç Ortam/Dış Ortam değerleri arasında hem yaz hem de kış mevsiminde istatistiksel olarak önemli bir korelasyona rastlanmamıştır (Tablo 4.19). Bu durum sözü geçen bileşiklerin iç ortam konsantrasyonları üzerinde yaygın olarak rastlanan iç ortam kaynaklarından daha güçlü etkilere sahip baskın iç ortam kaynaklarının varlığına işaret etmektedir. Özellikle metilsiklopentan ve stiren bileşikleri için her 2 mevsim içinde İç Ortam/Dış Ortam oranlarının 2-4 aralığında olması bunu açıklamaktadır. Ayrıca iç ortamlarda kişiler tarafından doldurulan zaman-aktivite çizelgelerine göre sigara kullanımının iç ortamlarda gözlenen stiren ve metilsiklopentan konsantrasyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. İç Ortam/Dış Ortam konsantrasyon oranları sigara kullanılmayan sınıflardan alınan örneklerde stiren ve metilsiklopentan için sırasıyla 1,26-1,44 ve 1,59-1,72 iken sigara kullanılan evlerde 2,24-2,43 ve 2,26-4,14 aralığında bulunmuştur. Bu durum sigara kullanılan mikroçevreler ile elde edilen stiren ve metilsiklopentan konsantrasyonları arasındaki ilişkiye işaret etmektedir.

Tablo 4.19: UOBlerin iç ortam ve dış ortam konsantrasyonları arasındaki ilişkiler

Bileşikler	Yaz Örnekleme						Kış Örnekleme					
	Korelasyon Sabiti (r)			İç Ortam/Dış Ortam Oranı			Korelasyon Sabiti (r)			İç Ortam/Dış Ortam Oranı		
	Ev	Ofis	Okul	Ev	Ofis	Okul	Ev	Ofis	Okul	Ev	Ofis	Okul
Hegzan	0,91*	-0,16	-0,09	0,96	2,92	0,78	0,06	0,18	0,99	2,11	2,18	0,93
Metilsiklopentan	0,35	0,49	-0,72	2,26	3,08	1,59	0,00	0,09	0,96	4,14	3,36	1,72
2,4-dimetilpentan	0,19	0,32	-0,60	1,41	3,23	2,10	0,43	0,58	0,69	1,63	1,93	1,60
Benzen	0,75*	0,34	0,97	0,89	1,53	1,57	0,24	0,31	0,94	1,67	1,63	1,20
Siklohegzan	0,54*	0,84*	0,89	1,31	1,59	1,20	0,37	0,11	0,99*	1,74	1,72	0,94
2,3-dimetilpentan	0,74*	-0,38	0,99	1,07	2,77	1,19	0,20	-0,15	0,99	1,94	4,24	1,03
2-metilhegzan	0,56*	-0,27	0,91	1,57	3,97	1,70	0,16	0,08	0,99	2,33	3,13	1,12
3-metilhegzan	0,57*	0,51	0,98	1,77	2,65	1,45	0,30	0,97*	0,99*	2,26	2,51	1,11
2,2,4-trimetilpentan	0,59*	0,52	0,84	1,87	3,48	2,69	0,24	0,61	0,98	2,15	4,75	1,00
Heptan	0,65*	0,55	0,63	2,27	1,91	2,05	-0,24	0,73*	0,99	3,27	5,85	1,45
Metilsiklohegzan	0,71*	0,20	0,43	1,53	2,30	3,22	0,36	0,84*	1,00	2,04	3,68	1,05
2,3,4-trimetilpentan	0,50	-0,28	0,78	2,35	4,86	3,05	0,53*	0,13	0,99	2,09	9,04	1,33
2-metilheptan	0,37	0,41	0,99	2,48	4,04	2,76	0,14	0,08	0,41	4,07	5,01	0,52
Toluen	0,74*	0,57	0,45	1,44	1,60	3,03	-0,01	0,74*	-0,96	3,63	4,16	1,85
3-metilheptan	0,46	0,55	0,80	2,50	1,86	2,14	0,19	-0,27	0,96	2,13	2,38	1,03
Oktan	0,45	0,91*	0,99*	1,56	1,90	1,34	0,72*	0,40	0,83	2,57	2,89	1,34
Etilbenzen	0,37	0,56	0,70	2,91	2,00	1,82	0,91*	-0,37	0,98	3,18	3,47	1,41
m,p-ksilen	0,61*	0,61	1,00*	0,96	1,55	1,40	0,12	-0,02	0,97	2,04	1,99	1,06
Stiren	0,22	0,49	0,99	2,24	2,31	1,26	0,20	-0,08	0,99*	2,43	2,89	1,44
o-ksilen	0,56*	0,83*	0,78*	0,83	1,57	1,05	0,23	0,22	0,99*	2,13	2,12	1,12
Nonan	0,76*	-0,8*	-0,25	1,71	1,87	2,07	0,61*	-0,10	-0,54	3,79	4,97	2,24
Isopropilbenzen	0,68*	0,46	0,95	1,91	1,54	1,43	0,60*	0,05	1,00	3,14	4,51	2,13
Propilbenzen	0,63*	0,46	0,80	1,79	2,06	1,71	0,65*	0,01	-0,78	3,31	3,65	1,69
1,3,5-trimetilbenzen	0,57*	-0,13	-0,48	1,78	1,36	2,18	0,71*	-0,18	-0,47	3,37	3,14	2,23
3-etiltoluen	0,54*	0,14	0,82	2,40	1,49	1,89	0,30	-0,11	0,73	3,59	4,09	3,26
4-etiltoluen	0,81*	0,15	-0,42	0,98	1,51	2,43	0,92*	0,05	0,99	2,49	2,09	2,82
2-etiltoluen	0,72*	-0,02	0,83	1,65	1,16	2,62	0,75*	0,50	0,97	2,68	2,89	2,08
Dekan	0,64*	-0,25	0,93	1,75	1,02	0,89	0,81*	0,15	-0,58	3,24	3,48	3,35
1,2,4-trimetilbenzen	0,45	-0,14	0,24	0,95	0,42	0,51	0,88*	0,09	0,73	2,90	2,54	3,85
1,2,3-trimetilbenzen	0,63*	0,28	0,50	1,94	1,68	1,04	0,29	-0,58	0,98	9,29	3,51	4,59
1,3-dietilbenzen	0,8*	0,34	0,97	0,83	1,14	0,74	0,99*	0,70*	0,99	3,43	5,59	7,11
1,4-dietilbenzen	0,17	0,34	0,47	1,49	1,55	1,42	0,79*	0,24	0,90	3,02	4,09	2,78
Andekan	0,06	0,25	-0,06	0,99	1,93	1,21	0,68*	0,23	0,39	4,09	3,96	6,12
Dodekan	-0,15	-0,09	0,97	0,77	1,00	0,56	0,32	0,58	0,94	3,14	3,47	7,61

\* P &lt; 0.05

#### 4.4.7. Sigara kullanımı ile UOB konsantrasyonları arasındaki ilişkiler

Tablo 4.20’de incelenen UOBler için kişisel maruziyet konsantrasyonları sigara kullanan ve kullanmayan katılımcılar için ayrı ayrı verilmektedir. Tabloda ayrıca sigara kullanan ve kullanmayan katılımcılar arasında bir fark olup olmadığını görebilmek amacıyla incelenen her bir kirletici için sigara kullananlar ve kullanmayanların konsantrasyon oranları (S/N) verilmektedir. Örneklem süresi boyunca sigara kullanan katılımcılarda daha yüksek UOB kişisel maruziyet düzeyleri tespit edilmiştir. Sigara kullanan/kullanmayan konsantrasyon oranları kirleticilerin tümünde 1’in üzerinde (1,4-2,7 aralığında) bulunmuştur. Belirlenen 35 UOB’in ortalama konsantrasyonları göz önüne alındığında, sigara kullanan kişilerin maruziyet düzeyleri  $12,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iken sigara kullanmayan kişilerin maruziyet düzeylerinin  $5,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olması sigara kullanımının incelenen UOB’lerin gözlenen düzeylerinde ne kadar önemli bir değişime neden olduğu anlaşılmaktadır.

Raporunun ilerleyen bölümlerinde, çalışmada incelenen organik ve inorganik kirleticiler birlikte ele alınarak elde edilen iç ortam ve kişisel maruziyet örneklemelerine ait veri setlerine uygulanacak çok değişkenli istatistik metotlar ile öncelikle gözlenen kirliliğe neden olan olası kirletici kaynakları belirlenecektir. Uygulanan modeller sonucunda gözlenen kirlilik düzeylerinde sigara kullanımı önemli bir katkı sağlayan kaynak olarak ön plana çıkması durumunda, sigara kullanımından kaynaklanan kirleticiler hakkında daha ayrıntılı bilgi sahibi olunacaktır.

Tablo 4.20: Sigara kullanımı ile UOB konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) arasındaki ilişkiler

Bileşikler	Sigara Kullananlar (N=18)			Sigara Kullanmayanlar (N=10)			S/N
	Ort	Std.Sap.	Ortanca	Ort	Std.Sap.	Ortanca	
Hegzan	15,98	13,70	12,27	5,91	4,55	4,41	2,7
Metilsiklopentan	17,02	13,19	12,82	6,68	4,09	5,35	2,5
2,4-dimetilpentan	7,37	5,35	5,65	4,30	4,00	3,67	1,7
Benzen	15,30	13,48	11,26	5,66	2,43	5,17	2,7
Siklohegzan	10,21	5,78	9,31	5,37	1,92	5,56	1,9
2,3-dimetilpentan	12,79	10,66	10,86	6,34	3,92	6,10	2,0
2-metilhegzan	12,32	8,16	8,93	5,26	3,89	3,88	2,3
3-metilhegzan	5,37	7,55	3,75	1,98	1,56	1,33	2,7
2,2,4-trimetilpentan	10,50	7,49	7,73	5,25	4,26	4,14	2,0
Heptan	11,26	7,47	9,35	8,17	9,30	5,37	1,4
Metilsiklohegzan	9,45	8,34	8,01	4,40	3,20	3,80	2,1
2,3,4-trimetilpentan	7,63	11,10	4,37	3,35	2,85	2,25	2,3
2-metilheptan	3,85	7,07	1,82	1,73	2,74	0,96	2,2
Toluen	92,26	91,63	50,71	41,91	34,21	31,84	2,2
3-metilheptan	5,67	4,37	4,19	3,24	3,36	2,24	1,7
Oktan	7,45	4,25	6,88	4,25	4,45	2,73	1,8
Etilbenzen	18,82	12,31	15,48	9,13	6,16	7,51	2,1
m,p-ksilen	28,10	17,98	25,06	13,11	7,47	11,92	2,1
Stiren	13,31	8,78	11,61	6,12	4,08	5,52	2,2
o-ksilen	16,22	10,48	14,74	8,28	6,11	6,39	2,0
Nonan	15,85	12,15	13,48	7,89	5,75	5,40	2,0
Isopropilbenzen	7,67	4,80	6,12	4,28	2,64	4,13	1,8
Propilbenzen	7,50	5,03	5,99	4,46	3,53	3,52	1,7
1,3,5-trimetilbenzen	4,92	2,95	4,63	3,04	2,14	2,43	1,6
3-etiltoluen	4,14	2,95	2,96	2,09	1,40	1,98	2,0
4-etiltoluen	3,51	4,55	1,85	1,98	2,38	1,38	1,8
2-etiltoluen	4,73	2,95	4,15	2,93	1,95	2,35	1,6
Dekan	6,60	3,91	5,23	3,58	2,05	2,86	1,8
1,2,4-trimetilbenzen	6,13	7,83	3,17	2,58	2,62	1,74	2,4
1,2,3-trimetilbenzen	7,38	6,06	5,88	5,07	5,19	2,98	1,5
1,3-dietilbenzen	4,75	9,99	1,37	2,10	2,62	0,90	2,3
1,4-dietilbenzen	3,20	3,85	1,58	1,36	0,89	1,24	2,4
Andekan	6,05	5,00	4,55	4,07	3,28	2,89	1,5
Dodekan	9,57	9,01	7,03	5,56	3,05	5,21	1,7
<b>Ortalama</b>	<b>12,14</b>	<b>10,30</b>	<b>8,91</b>	<b>5,92</b>	<b>4,53</b>	<b>4,68</b>	<b>2,02</b>

#### 4.5. Aktif ve Pasif Örnekleme Sonuçlarının Karşılaştırılması

Uçucu organik bileşiklere yönelik örnekleme çalışmaları aktif ve pasif örnekleme olarak eş zamanlı yapılmıştır. İç ortamlarda aynı noktada hem aktif örnekleme hem pasif örnekleme yapılarak belirlenen her bir UOB bileşiğinin konsantrasyon oranları için aritmetik ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.21 de verilmiştir. Aktif ve pasif örneklemede farklı analiz yöntemleri kullanıldığından ortak olarak çalışılan 25 uçucu organik bileşik tabloda görülmektedir. Bu 25 UOB için aktif örnekleme / pasif örnekleme sonuçlarının ortalamaları yaz örnekleme için 0,91 ile 1,18 arasında, kış örnekleme için 0,93 ile 1,03 arasında, tüm veri seti için ise 0,93 ile 1,09 arasında değişen oranlar bulunmuştur.

Tablo 4.21 de verilen oranlar aynı ortamda yapılan aktif ve pasif örnekleme sonuçlarının birbirine yakın değerlerde olduğunu ve dolayısıyla her iki yöntemde güvenilir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Tablo 4.21: Aktif örnekleme / pasif örnekleme konsantrasyon oranları

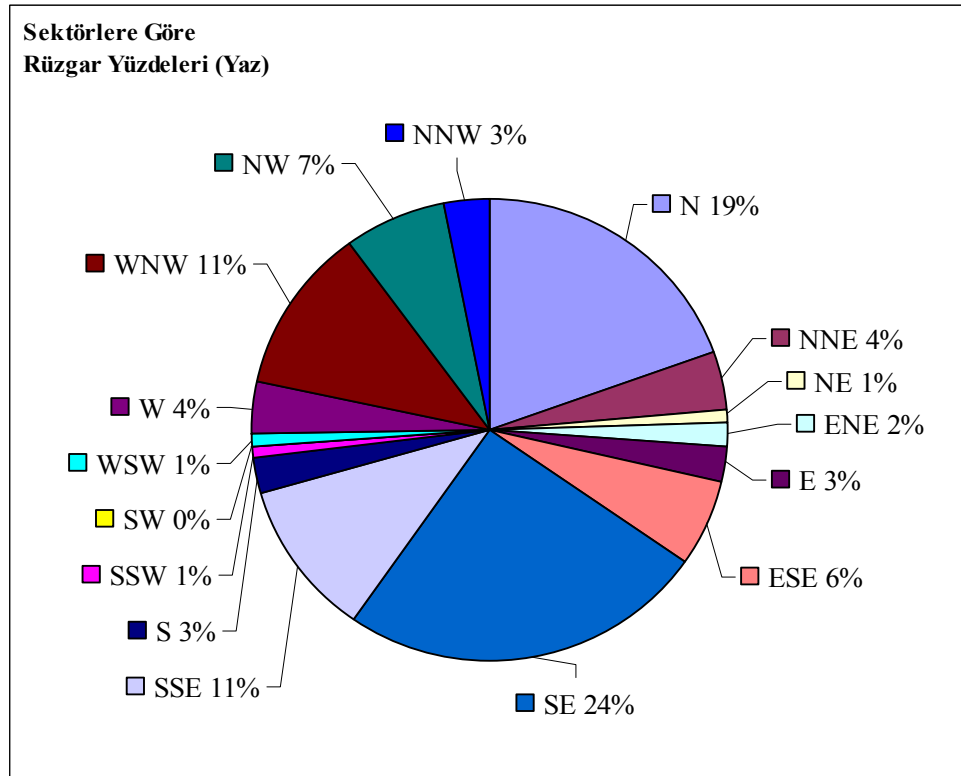
Bileşikler	Yaz (n=27)		Kış (n=27)		Tüm Veri Seti (n=54)	
	Ort.	Std. Sap.	Ort.	Std. Sap.	Ort.	Std. Sap.
Benzen	1,05	0,31	1,00	0,10	1,02	0,23
Toluen	0,99	0,08	1,02	0,29	1,01	0,21
Etilbenzen	0,99	0,09	1,00	0,14	1,00	0,12
m,p-ksilen	1,00	0,07	0,98	0,05	0,99	0,06
O-ksilen	0,99	0,07	0,94	0,11	0,97	0,10
Siklohegzan	1,03	0,28	0,94	0,09	0,99	0,21
1,2,4-Trimetilbenzen	1,00	0,03	1,03	0,20	1,02	0,14
1,3,5-Trimetilbenzen	0,99	0,08	0,97	0,09	0,98	0,09
Hegzan	1,02	0,26	0,96	0,06	0,99	0,19
Heptan	1,00	0,06	1,00	0,09	1,00	0,07
Metilsiklopentan	0,97	0,10	0,93	0,13	0,95	0,11
2,4-Dimetilpentan	0,91	0,25	0,95	0,07	0,93	0,19
2-Metilhegzan	0,97	0,13	0,95	0,12	0,96	0,12
2,3-Dimetilpentan	0,99	0,05	0,96	0,08	0,98	0,07
3-Metilhegzan	0,98	0,13	0,94	0,13	0,96	0,13
2,2,4-Trimetilpentan	0,96	0,11	0,96	0,12	0,96	0,12
Metilsiklohegzan	0,97	0,09	0,96	0,07	0,97	0,08
2,3,4-Trimetilpentan	1,18	1,10	1,00	0,17	1,09	0,78
2-Metilheptan / 3 Metilheptan	0,89	0,21	0,63	0,20	0,76	0,24
Stiren	1,00	0,07	1,00	0,07	1,00	0,07
Nonan	1,14	0,75	0,97	0,06	1,06	0,53
İzopropibenzen	0,96	0,09	0,95	0,10	0,96	0,09
Propilbenzen	0,97	0,11	0,96	0,11	0,96	0,11
Dekan	0,98	0,07	0,96	0,10	0,97	0,09
1,2,3-Trimetilbenzen	0,99	0,08	0,99	0,17	0,99	0,13



#### 4.6. Uçucu Organik Bileşik Kirlilik Düzeylerinin Meteorolojik Verilerle İlişkilendirilmesi

##### 4.6.1. Yaz Örneklemesi

Yaz Örneklemesi 31 Mayıs 2006 - 29 Haziran 2006 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışma alanındaki hakim rüzgar yönünü belirlemek amacıyla, bu tarihlere ait Kocaeli meteoroloji istasyonundan elde edilen 16 sektöre göre rüzgar esme sayıları kullanılarak Şekil 4.17’de verilen pay grafiği hazırlanmıştır.



Şekil 4.17: Yaz Örnekleme Süresi Boyunca Her Sektörden Esen Rüzgar Yüzdeleri

Meteoroloji istasyonu verilerinden yararlanılarak hazırlanan pay grafiğine göre yaz örneklemesi boyunca hakim rüzgar yönleri; %24 Güneydoğu (SE), % 19 Kuzey (N), % 11 Batı-kuzeybatı ve Güney-güneydoğu (WNW ve SSE), % 7 kuzeybatı (NW), %6 Doğu-güneydoğu ve % 0-4 arasında değişen yüzdelerde diğer sektörlerdir.

Çalışma kapsamında incelenen UOBlerin yerel kaynaklarını tahmin edebilmek amacıyla örnekleme günlerine ait saatlik rüzgar yönü verileri toplanarak günlük verilere dönüştürülmüş ve rüzgar gülleri çizilmiştir. Her bir örnekleme noktasındaki UOB konsantrasyonlarının yüzde değerleri ve rüzgar gülleri de Şekil 4.18’de görülmektedir. UOB’lerin katkı yüzdeleri ve rüzgarın estiği sektörler karşılaştırılarak olası UOB kaynakları hakkında ön bir bilgi elde edilmeye çalışılmıştır.

Her bir örneğe karşılık gelen en yüksek rüzgar yönü sektörleri ve rüzgarların bu sektörlerden esmesi durumunda en yüksek UOB konsantrasyonları (yüzde olarak) gruplandırılarak olası kaynaklar için iz bileşik (marker) olabilecek UOBler Tablo 4.23’de verilmiştir.

Şekil 4.17’de yaz örnekleme boyunca günlük rüzgar sektörlerinin toplanmasıyla elde edilen pasta grafiğinde örnekleme periyodunda rüzgarın en fazla Güneydoğu (SE) ve Kuzey (N) yönlerinde estiği saptanmakla birlikte uzun dönemde net bir yön ayrımı yapmak zor olmaktadır. Bununla birlikte günlük verilerde hakim rüzgar yönlerindeki ayrımlar daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Yaz ölçümleri boyunca 28 noktada yapılan ölçümlerde en fazla rastlanılan UOB toluen olmuştur. EPA’nın hazırladığı bir rapora göre (Beauregard, 1994) havada bulunan toluenin %65’i motorlu araç egzozları, benzin istasyonlarındaki aktiviteler sonucu meydana gelen kayıplar, kimyasal saçılmalar ve sigara dumanından gelmektedir. Yine aynı raporda, toluen kullanan proseslerden %33 ve toluen üretimi sırasında ise %2 toluen açığa çıktığı bildirilmektedir. Çevrede yaygın olarak bulunan toluenin bu nedenle rüzgar yönüyle ilişkilendirilmesi zor olmaktadır. Tablo 4.23 incelendiğinde hemen hemen tüm örneklerde ve tüm rüzgar sektörlerinde en yüksek payı toluen oluşturmaktadır. Her bir örnekleme noktasının çevresindeki olası UOB kaynakları ayrı olduğundan değerlendirmenin doğru yapılabilmesi için noktasal çalışmalar yapılmalıdır. OFİS-3 ve OFİS-6 kuzey ve batı-kuzeybatı ağırlıklı rüzgarlara maruz kalmış ve toluen’in yüzdesel olarak en yüksek değerleri bu noktalarda saptanmıştır. Bu iki nokta trafik yükü en fazla olan noktalardır. Bu nedenle bu noktalarda yüksek oranlarda rastlanılan toluenin yanı sıra m,p-ksilen, o-ksilen, ve benzen bileşiklerindeki yüksek miktarlarda görülmeleri nedeniyle bu bileşiklerin trafiğin iz bileşikleri oldukları söylenebilir. Tüm noktalarda BTEKS (benzen, toluen, etilbenzen

ve ksilenler) düzeylerinin yüksek olması göze çarpmakta ve bunların trafik kaynaklı kirleticiler olduğu bu sonuçlarla desteklenmektedir.

Tablo 4.22: Körfez bölgesinde sektörlere göre kaynak türleri

<b>SEKTÖR</b>	<b>Kaynak Türleri</b>
Kuzey, N	Trafik (TEM Otoyolu ve D-100)
Kuzeydoğu, NE	Trafik (TEM otoyolu), Şehir Atmosferi
Doğu, E	Şehir atmosferi, Kimya Sanayi, Lastik ve Kauçuk Fabrikaları, Petrol İstasyonları Karbon siyahı üretimi
Güneydoğu, SE	Kloralkali, Petrol istasyonları, Kimya Sanayi, Kağıt Endüstrisi, Plastik Sanayi ve Lastik Fabrikaları
Güney, S	Gübre Sanayi, LPG tesisleri, Petrol Rafinerisi, Petrol İstasyonları,
Güneybatı, SW	Petrokimya ve LPG tesisleri
Batı, W	Plastik Geri Dönüşüm Sanayi, Kimya Sanayi, Petrol Tesisleri, Dilovasında yer alan endüstriyel faaliyetler, Şehir atmosferi, Trafik
Kuzey Batı, NW	Trafik, Dilovası (Kimya, Boya, Metalurji, Deterjan, Ağaç İşlemeleri, Alüminyum ve Çimento Fabrikaları

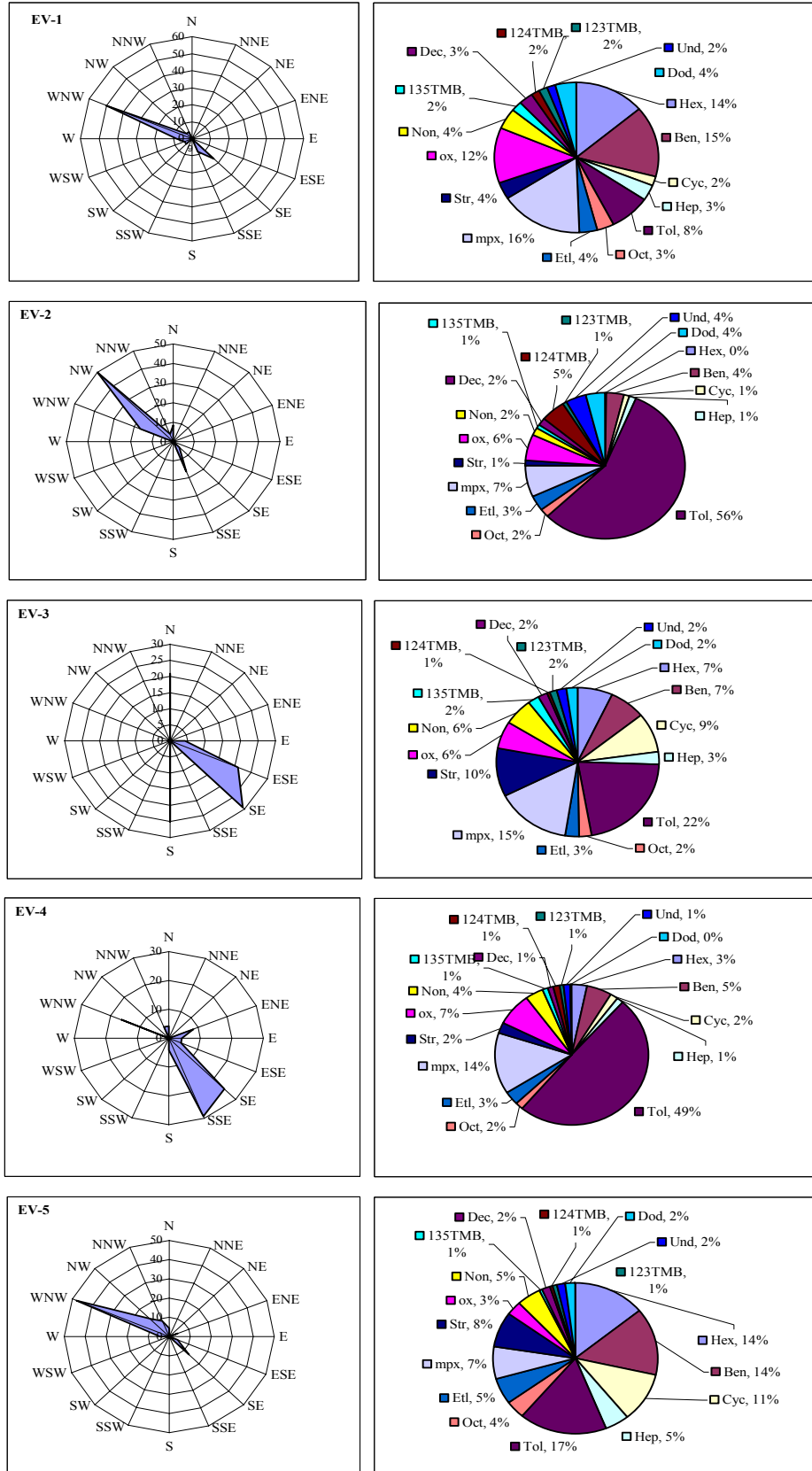
Körfez Bölgesi örnekleme noktalarının belirlendiği 3 alan içerisinde endüstri tesislerin yoğun olduğu bölge olarak belirlenmiştir. Bu bölgedeki kirletici kaynakları rüzgar yönleri göz önünde bulundurularak Tablo 4.22 de verilmiştir.

Körfez bölgesindeki örnekleme noktalarının (Ev-1, Ev-2, Ev-3, Ev-4, Ev-5, Ofis-4, Ofis-5, Ofis-7, Ofis-8 ve Okul-2) doğu, güneydoğu yönlerinde bulunan rafineri, karbon siyahı ve LPG dolum tesisleri bu yöndeki en önemli UOB kaynakları olarak düşünülmektedir. Bu bölgedeki bir diğer hakim rüzgar yönü olan batı-kuzeybatı yönünde ise trafik dışındaki en önemli kaynak örnekleme noktalarına yaklaşık 2 km uzaklıkta bulunan motor ve sanayi yağları harmanlama ve depolama tesisidir. Körfez bölgesinde BTEKS'ler dışında ağırlıklı olarak tespit edilen UOB'ler ise stiren, hegzan, siklohegzan ve nonandır.

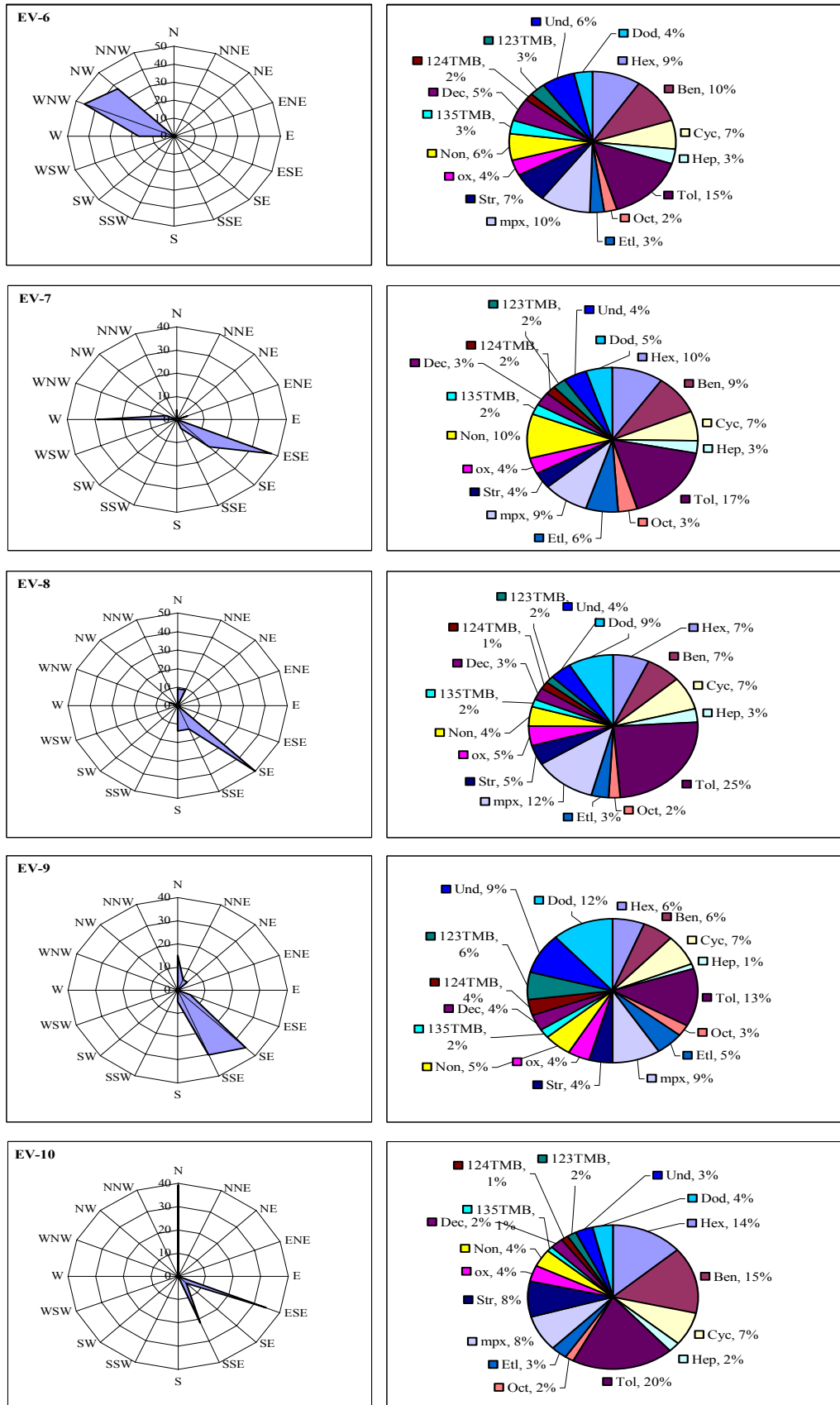
İzmit şehir merkezinde ( Ev-7, Ev-8, Ev-9, Ev-10, Ev-11, Ev-12, Ev-13 Ev-15, Ofis-1, Ofis-2, Ofis-3, Ofis-6, Ofis-10 ve Okul-1) yine yoğun trafiğin etkisine bağlı olarak tüm yönlerdeki baskın UOB'ler BTEKS bileşikler olarak görülmektedir. Bunların dışında özellikle hakim rüzgar yönü kuzey ve doğulu sektörler olduğunda BTEKS

dışında hegzan, nonan, dodekan ve siklohegzan en fazla görülen UOB bileşikleridir. Bu bileşiklerin kaynakları olarak bölgede yer alan üç büyük otomobil lastiği üretim tesisleri ve yan sanayileri, otomotiv sanayi, kimya sanayi ve katı atık yakma ve depolama tesislerinin proses kaçaklarından oluşan emisyonlar olduğu düşünülmektedir.

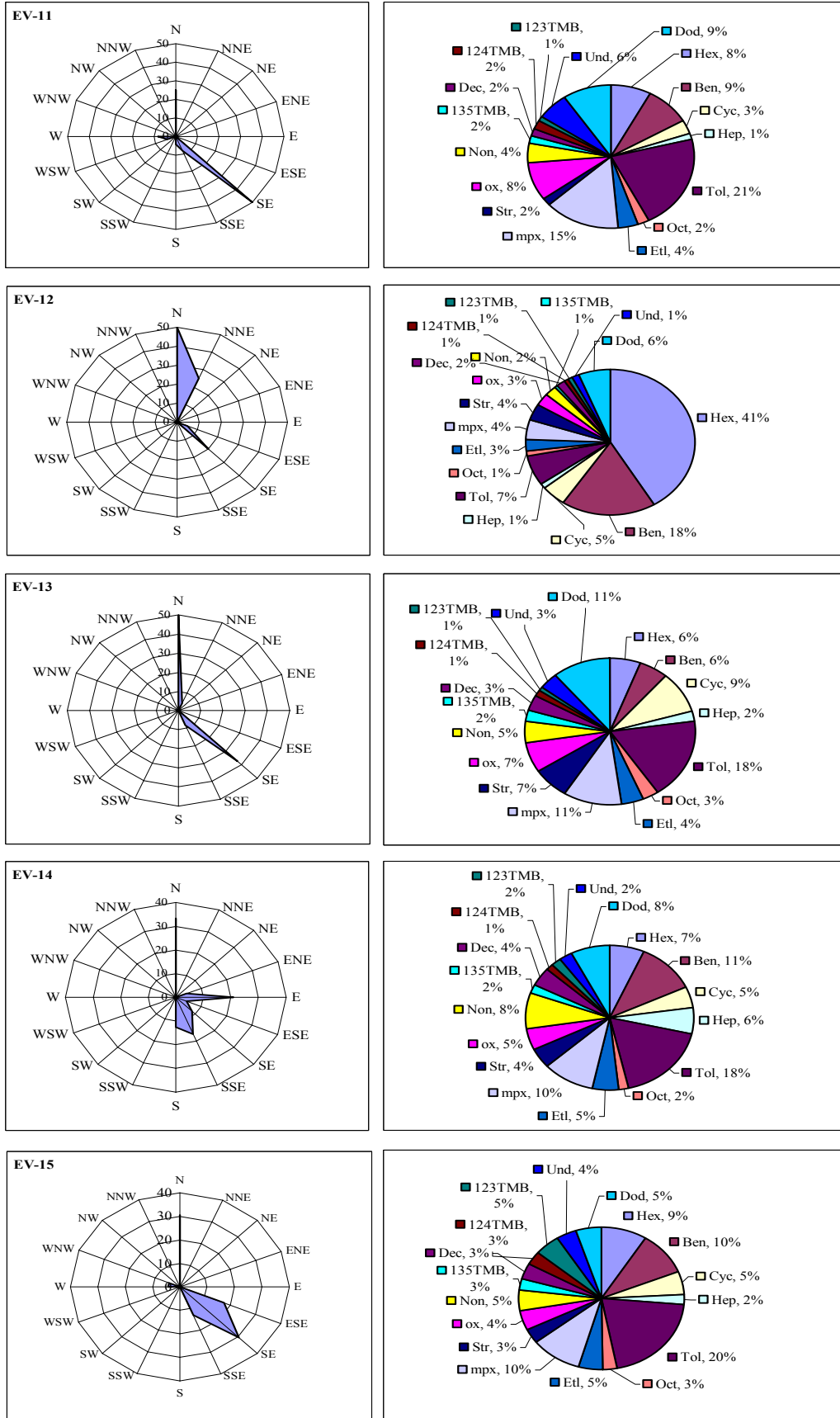
Şehir merkezi dışında seçilen örnekleme noktalarından birinde (EV-6) hakim rüzgar yönü batı-kuzeybatı, kuzeybatı ve batıdır ve bu yöndeki en yakın kaynak TEM otoyoludur. Uçucu organik bileşik kompozisyonuna bakıldığında trafiğin iz bileşikleri olan BTEKS ve hegzan bileşiklerinin baskın olarak yer aldığı görülmektedir. Yine şehir merkezi dışında seçilen ancak güneydoğu yönünde TEM otoyolu, lastik üretimi ve kimya endüstrilerinin, doğu ve kuzeydoğusunda ise otomotiv endüstrisi ve katı atık yakma ve depolama tesisinin yer aldığı örnekleme noktalarında da (EV-14 ve OFİS-9) BTEKS bileşiklerine ek olarak hegzan, nonan, dodekan ve 1,2,3-trimetilbenzen bileşikleri de dikkat çekmektedir.



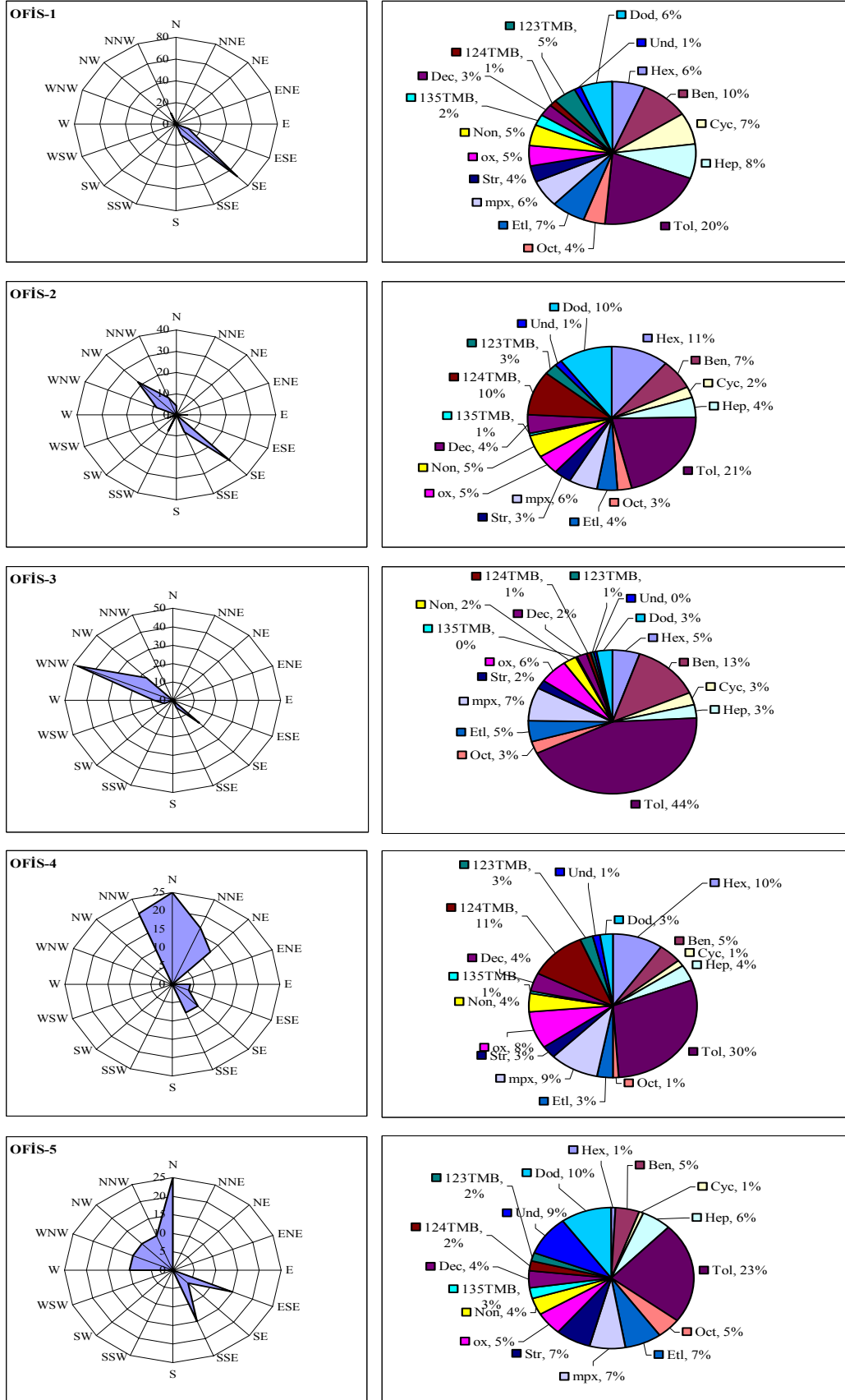
Şekil 4.18: Yaz mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri



Şekil 4.18: (Devamı) Yaz mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri

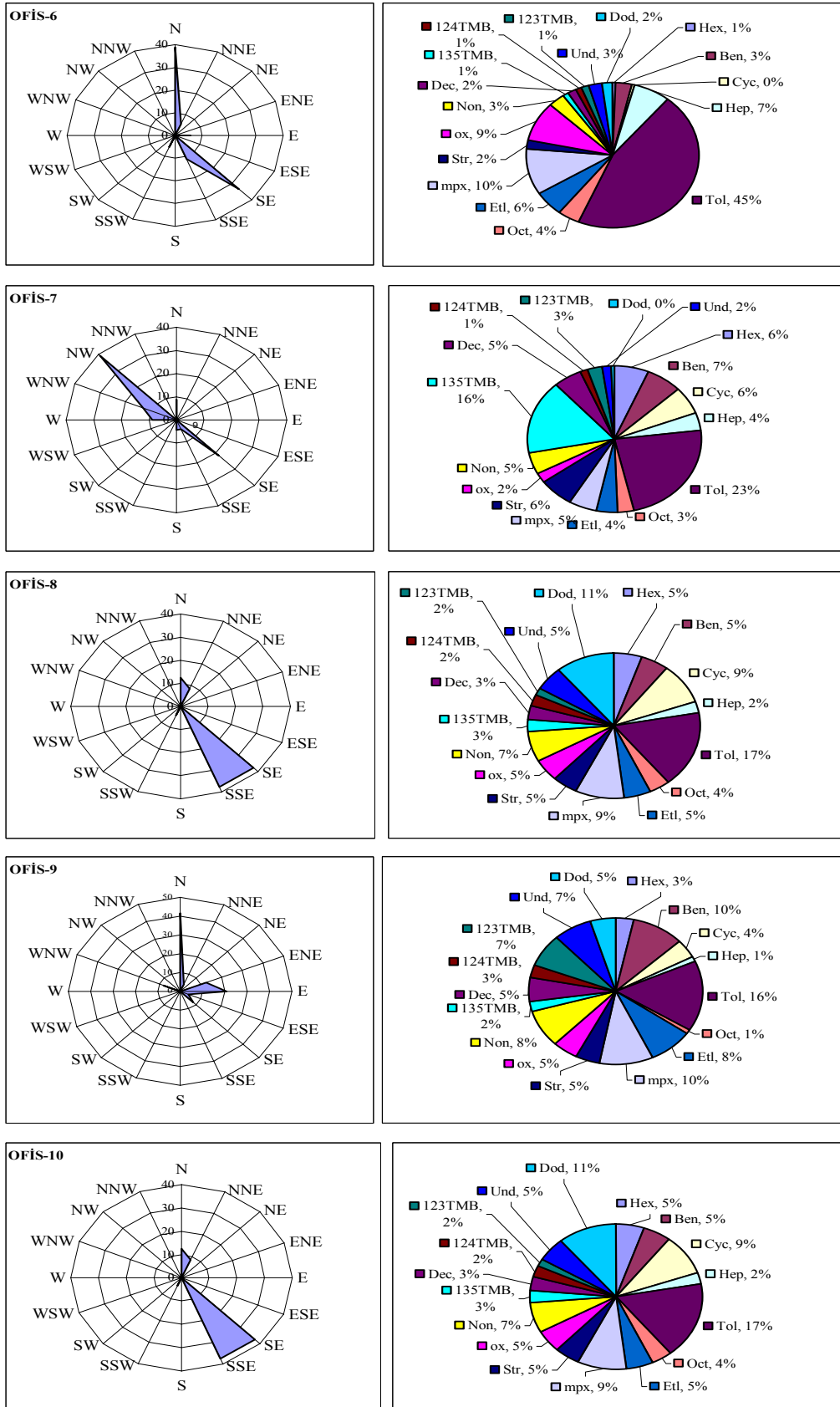


Şekil 4.18 (Devamı): Yaz mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri

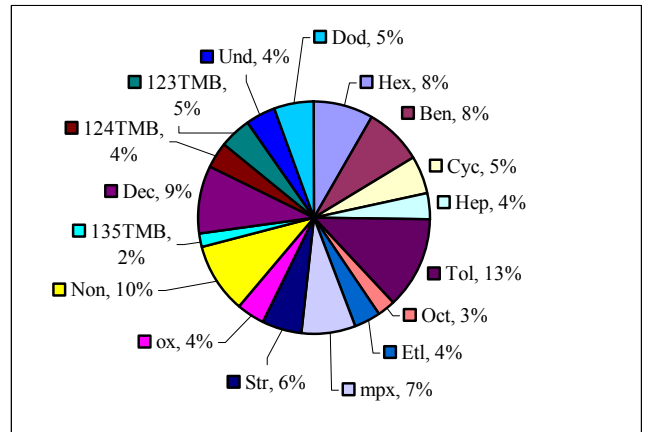
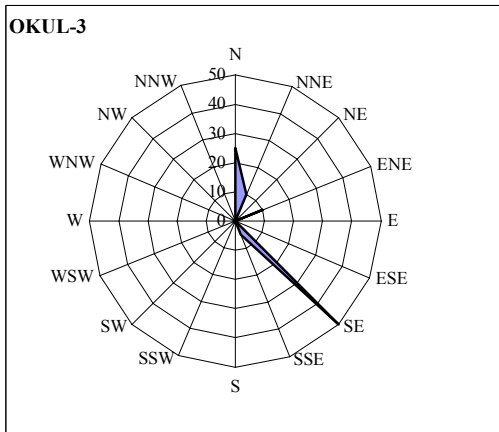
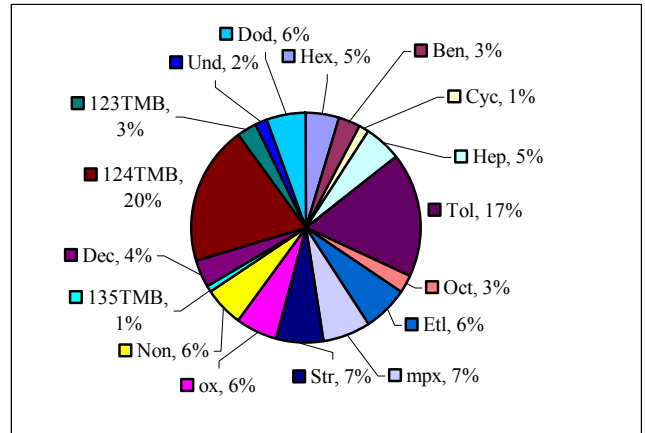
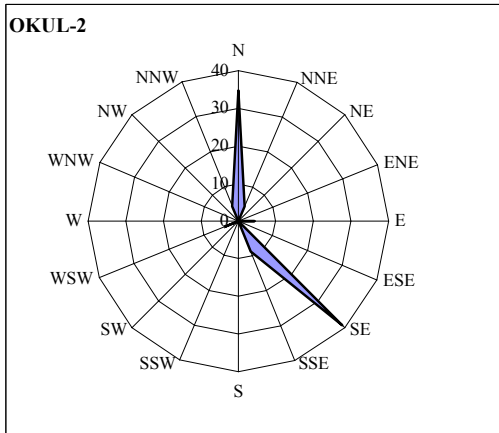
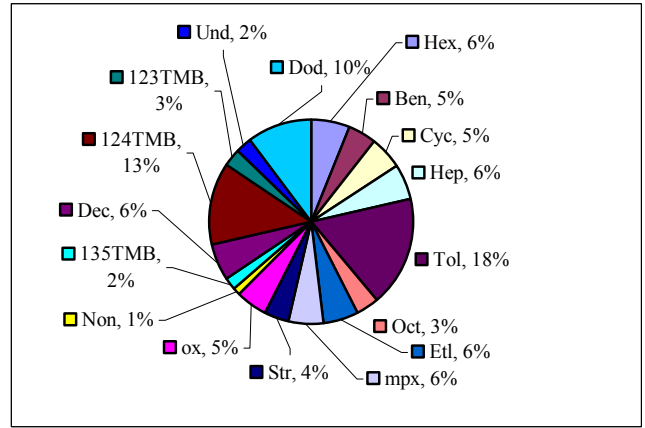
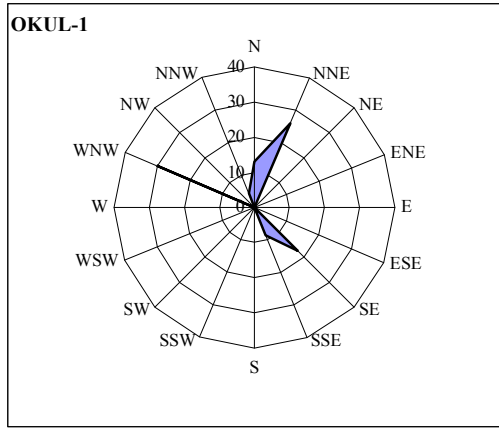


Şekil 4.18 (Devamı): Yaz mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri





Şekil 4.18 (Devamı): Yaz mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri



Şekil 4.18 (Devamı): Yaz mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri

Tablo 4.23: Yaz mevsiminde ev, ofis ve okullarda ölçülen UOBlere karşılık gelen rüzgar yönleri ve örnekteki bileşik yüzdeleri

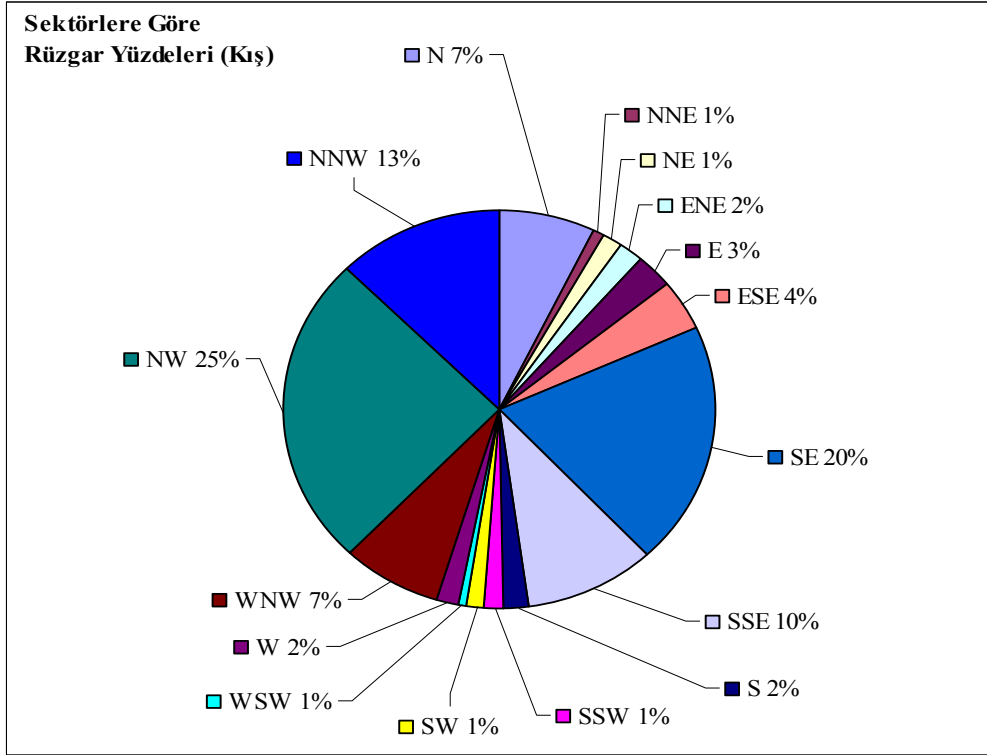
Örnek Adı	Örnekteki Bileşik yüzdesi (%) [UOB/Σ(UOB)]*100	Örneğe Karşılık Gelen Rüzgar Yönleri
EV-1	mpx (16), Ben (15), Hex (14), ox (12), Tol (8), Etl (4), , Str, Non ve Dec (4),	WNW (50), SE (17), SSE ve W (8), SW, WSW, NW ve NNW (4)
EV-2	Tol (56), mpx (7), ox (6), 124 TMB (5), Ben, Und ve Dod (4),	NW (50), SSE ve WNW (17), N (8), SE ve NNW (4)
EV-3	Tol (22), mpx (15), Str (10), Skl (9), Hex ve Ben (7), ox ve Non (6)	SE (29), S (25), N ve ESE (21), E (4)
EV-4	Tol (49), mpx (14), ox (7), B7en (5), Non (4)	SSE (29), SE (25), WNW (17), ENE (8), N, E, ESE, S ve NNW (4)
EV-5	Tol (17), Hex ve Ben (14), Skl (11), Str (8), mpx (7), Hep, Etl ve Non (5), Oct (4)	WNW (48), SE ve NW (13), NNW (9), N, ENE, ESE ve W (4)
EV-6	Tol (15), Ben ve mpx (10), Hex (9), Skl ve Str (7), Non ve Und (6), Dec (5), ox ve Dod (4)	WNW (46), NW (38), W (17)
EV-7	Tol (17), Hex ve Non (10), Ben ve mpx (9), Skl (7), Etl (6), Dod (5), Str, ox ve Und (4)	ESE (38), W (29), SE (17), N, ENE, SSE ve WNW (4)
EV-8	Tol (25), mpx (12), Und (9), Hex, Ben ve Skl (7), Str ve ox (5), Non ve Und (4)	SE (50), SSE ve S (14), N ve NNE (9), WNW (5)
EV-9	Tol (13), Dod (12), mpx ve Und (9), Skl (7), Hex, Ben ve 123TMB (6), Etl ve Non (5), Str, ox, Dec ve 124TMB (4)	SE (35), SSE (30), N (15), NNE, NE ESE ve S (5)
EV-10	Tol (20), Ben (15), Hex (14), mpx ve Str (8), Skl (7), ox, Non ve Dod (4)	N (39), ESE (35), SSE (22), SE (4)
EV-11	Tol (21), mpx (15), Ben ve Dod (9), Hex ve ox (8), Und (6), Etl ve Non (4)	SE (50), N (25), SSE ve W (8), S ve WSW (4)
EV-12	Hex (41), Ben (18), Tol (7), Dod (6), Skl (5), mpx ve Str (4)	N (50), NNE (25), SE (20), ESE (5)
EV-13	Tol (18), mpx ve Dod (11), Skl (9), Str ve ox (7), Hex ve Ben (6), Non (5), Etl (4)	N (50), SE (38), SSE (8), NNE (4)
EV-14	Tol (18), Ben (11), mpx (10), Non ve Dod (8), Hex (7), Hep (6), Skl, Etl, ve ox (5), Str ve Dec (4)	N (33), E (21), SSE (17), S (13), SE (8), ENE ve ESE (4)
EV-15	Tol (20), Ben ve mpx (10), Hex (9), Skl, Etl, Non, 123TMB ve Dod (4), ox ve Und (4)	N ve SE (30), ESE (17), SSE (13), W ve WNW (4)
OFİS-1	Tol (20), Ben (10), Hep (8), Skl ve Etl (7), Hep, mpx ve Dod (6), ox, Non ve 123TMB (5), Str (4)	SE (68), ESE, SSE ve NNW (11)
OFİS-2	Tol (21), Hex (11), 124TMB ve Dod (10), Ben (7), mpx (6), Non ve 135TMB (5), Hep, Etl, Dec (4)	SE (30), NW (22), SSE, SSW, WNW ve NNW (9), N, E ve WSW (4)
OFİS-3	Tol (44), Ben (13), mpx (7), ox (6), Hex ve Etl (5),	WNW (48), SE ve NW (17), W (9), SSE ve WSW (4)
OFİS-4	Tol (30), 124TMB (11), Hex (10), mpx (9), ox (8), Nen (5), Hep, Non ve Dec (4).	N (25), NNW (21), NNE (17), NE (13), SE ve SSE (8), E ve ESE (4)
OFİS-5	Tol (23), Dod (10), Und (9), Etl, mpx ve Str (7), Hep (6), Ben, Oct, ox (5), Non, Dec (4)	N (25), ESE ve SSE (15), WSW, WNW, NW ve NNW (10), SE (5)

Tablo 4.23 (Devamı): Yaz mevsiminde ev, ofis ve okullarda ölçülen UOBlere karşılık gelen rüzgar yönleri ve örnekteki bileşik yüzdeleri

<b>Örnek Adı</b>	<b>Örnekteki Bileşik yüzdesi (%) [UOB/Σ(UOB)]*100</b>	<b>Örneğe Karşılık Gelen Rüzgar Yönleri</b>
<b>OFİS-6</b>	Tol (45), mpx (10), ox (9), Hep (7), Etl (6), Oct (4)	N (39), SE (33), SSE (11), NNE, E ve SSW (6)
<b>OFİS-7</b>	Tol (20), 135TMB (14), Hex ve Ben (6), Skl, mpx ve Etl (5), Non ve Dec (4)	NW (39), SE (22), WNW (13), N ve W (9), SSE ve S (4)
<b>OFİS-8</b>	Tol (17), Dod (11), Skl ve mpx (9), Non (7), Hex, Ben, Etl, Str, ox ve Und (5), Oct (4)	SE ve SSE (38), N (13), NNE (8), SSW (4)
<b>OFİS-9</b>	Tol (16), Ben ve mpx (10), Etl, ve Non (8), 123TMB ve Und (7), Str ox Dec ve Dod (5), Skl (4)	N (42), E (21), ENE (13), SE ve WNW (8), NNE ve ESE
<b>OFİS-10</b>	Tol (17), Dod (11), Skl ve mpx (9), Non (7), Hex, Ben, Etl, Str, ox ve Und (5), Oct (4)	SE ve SSE (38), N (13), NNE (8), SSW (4)
<b>OKUL-1</b>	Tol (18), 124TMB (13), Dod (10), Hex, Hep, Etl, mpx ve Dec (6), Ben, Skl, ox (5), Str (4)	WNW (30), NNE (26), SE (17), N (13), SSE (9), NNW (4)
<b>OKUL-2</b>	124TMB (20), Tol (17), mpx ve Str (7), Etl, ox, Non ve Dod (6), Hep (5), Dec (4)	SE (39), N (35), SSE (9), NNE, E, WSW ve NNW (4)
<b>OKUL-3</b>	Tol (13), Non (10), Dec (9), Hex ve Ben (8), mpx (7), Str (6), Skl, 123TMB ve Dod (5), Hep, ox, Etl, 124TMB ve Und (4),	SE (50), N (25), NNE ve ENE (10), SSE (5)

#### 4.6.2. Kış Örnekleme

Yaz örnekleme döneminde olduğu gibi kirletici kaynak türleri hakkındaki verileri güçlendirmek amacıyla kış örneklemesinin yapıldığı 16 Aralık 2006-20 Ocak 2007 tarih aralığına ait günlük rüzgar esme sayısı verilerinden yararlanılarak çizilen rüzgar yönleri pay grafiği Şekil 4.19’de verilmiştir.



Şekil 4.19: Kış örnekleme süresi boyunca her sektörden esen rüzgar yüzdeleri

Kış örnekleme süresi boyunca görülen hakim rüzgar yönleri; %25 kuzeybatı (NW), %20 güneydoğu (SE), %13 kuzey-kuzeybatı, %7 kuzey ve batı-kuzeybatı (N ve WNW) ve %1-4 arasında değişen yüzdelerde diğer sektörlerdir.

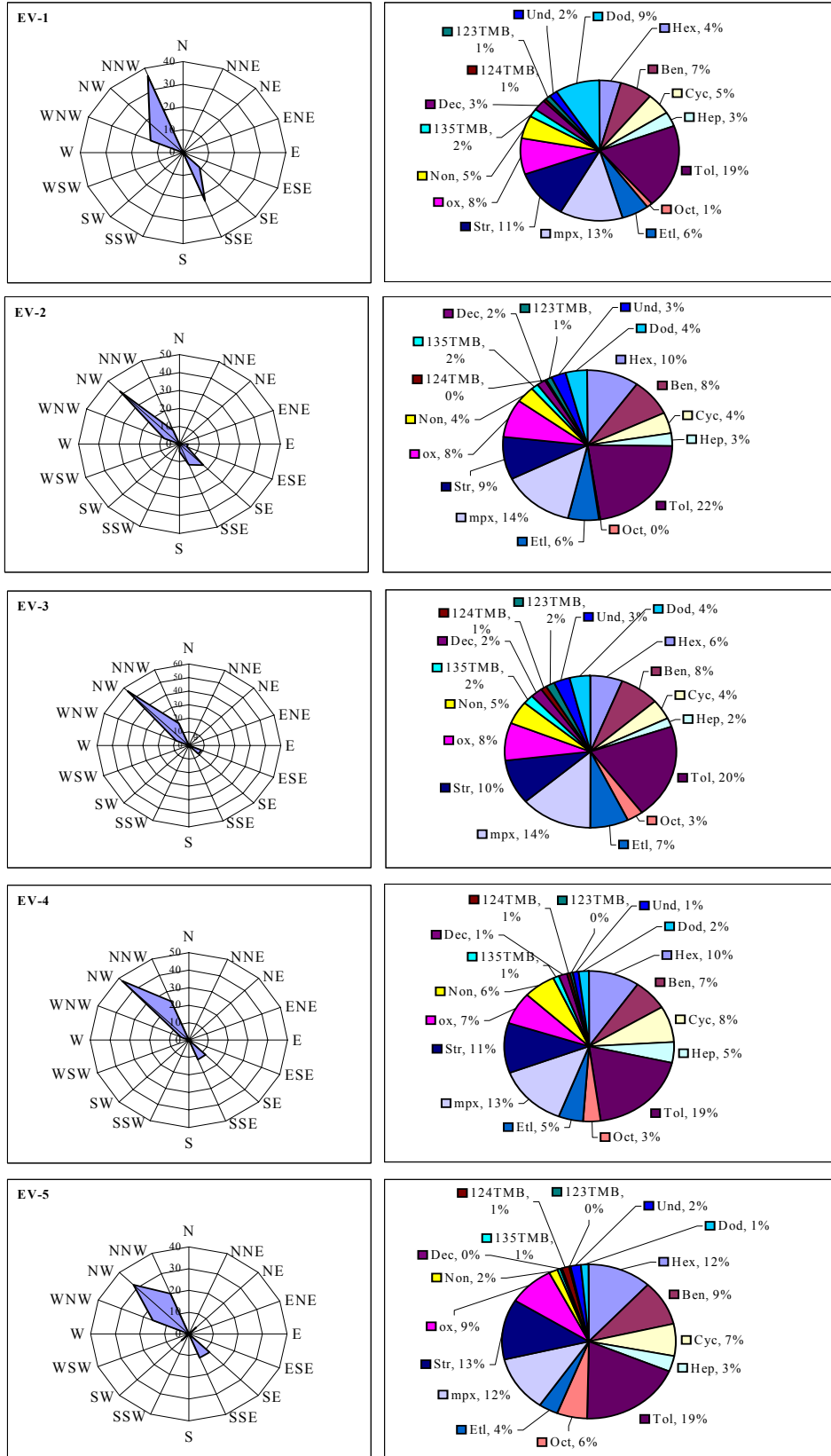
Yaz örneklemesinde olduğu gibi kış mevsiminde de her bir örnekleme noktasında toplanan UOB örneğine katkıda bulunan bireysel UOB yüzdeleri ve herbir örneğin toplandığı örnekleme gününe ait rüzgar gülleri Şekil 4.20’de sunulmuştur. Tablo 4.24’de Kış örneklemesinde örneklenen her bir noktadaki rüzgar gülleri ve bu

noktalarda elde edilen en yüksek UOB konsantrasyonlarının yüzde payları görülmektedir. Tablo 4.24 ve Şekil 4.20'den yararlanılarak kış örnekleme için olası UOB kaynakları hakkında ön bir bilgi elde edilmeye çalışılmıştır.

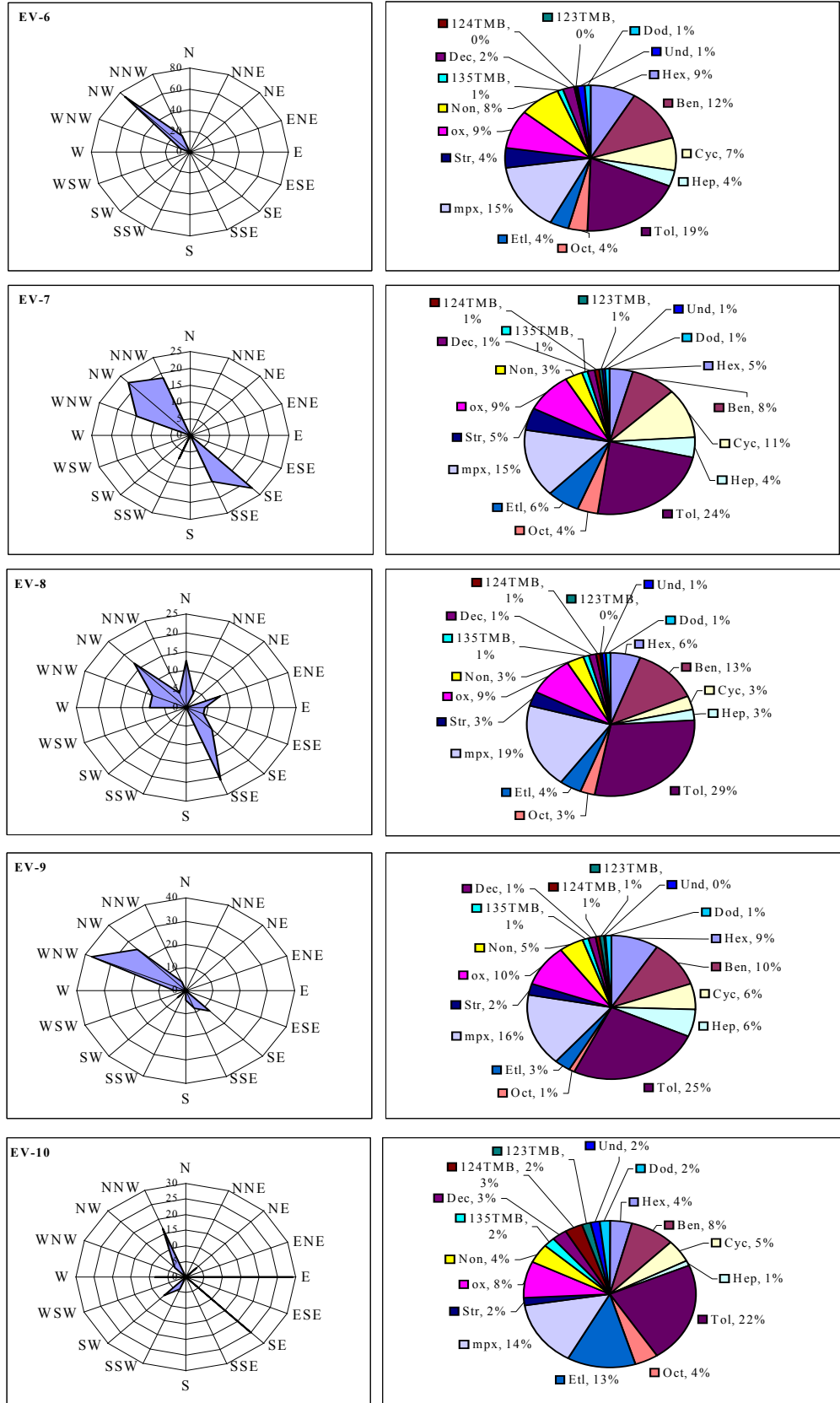
Şekil 4.19'da kış örnekleme boyunca esen rüzgarların yüzde paylarından da görüldüğü gibi hakim rüzgar sektörleri Güneydoğu (SE) ve Kuzeybatı (NW)'dir. Ancak günlük örnekleme ele alındığı farklı sektörlerden esen rüzgarlara da rastlanmaktadır.

Örneklenen noktalarda en fazla rastlanan UOB yaz ölçümlerinde olduğu gibi yine toluen olmuştur. Körfez bölgesinde kış mevsimi örnekleme döneminde hakim rüzgar yönünün güneydoğu ağırlıklı olduğu görülmektedir. Yaz örneklerinden farklı olarak Körfez bölgesindeki örneklerin çoğunda toluen ve m,p-ksilen bileşiklerinden sonra en yüksek orana sahip bileşik stirendir ve bu yöndeki en önemli UOB kaynakları rafineri, karbon siyahı ve LPG dolum tesisleridir.

İzmit şehir merkezinde yapılan örnekleme günlerine karşılık gelen rüzgar yönleri incelendiğinde kuzeyli sektörlerin baskın olduğu görülmektedir. Bu örnekleme noktalarında baskın UOB'ler ise trafiğin iz bileşikleri olan BTEKS'ler olarak göze çarpmaktadır. İzmit şehir merkezinde tespit edilen bu durum şehir merkezi dışında seçilen noktalarda da aynı karakteristiği göstermektedir. Yaz örneklerinden farklı olarak kış mevsiminde EV-14 ve OFİS-9 örnekleme noktalarındaki hakim rüzgar yönü endüstri bölgesi yönünden gelmemektedir. Dolayısı ile kış mevsimindeki örnekleme periyodunda bu ölçüm noktalarını etkileyen başlıca kaynağın trafik olduğu söylenebilir.

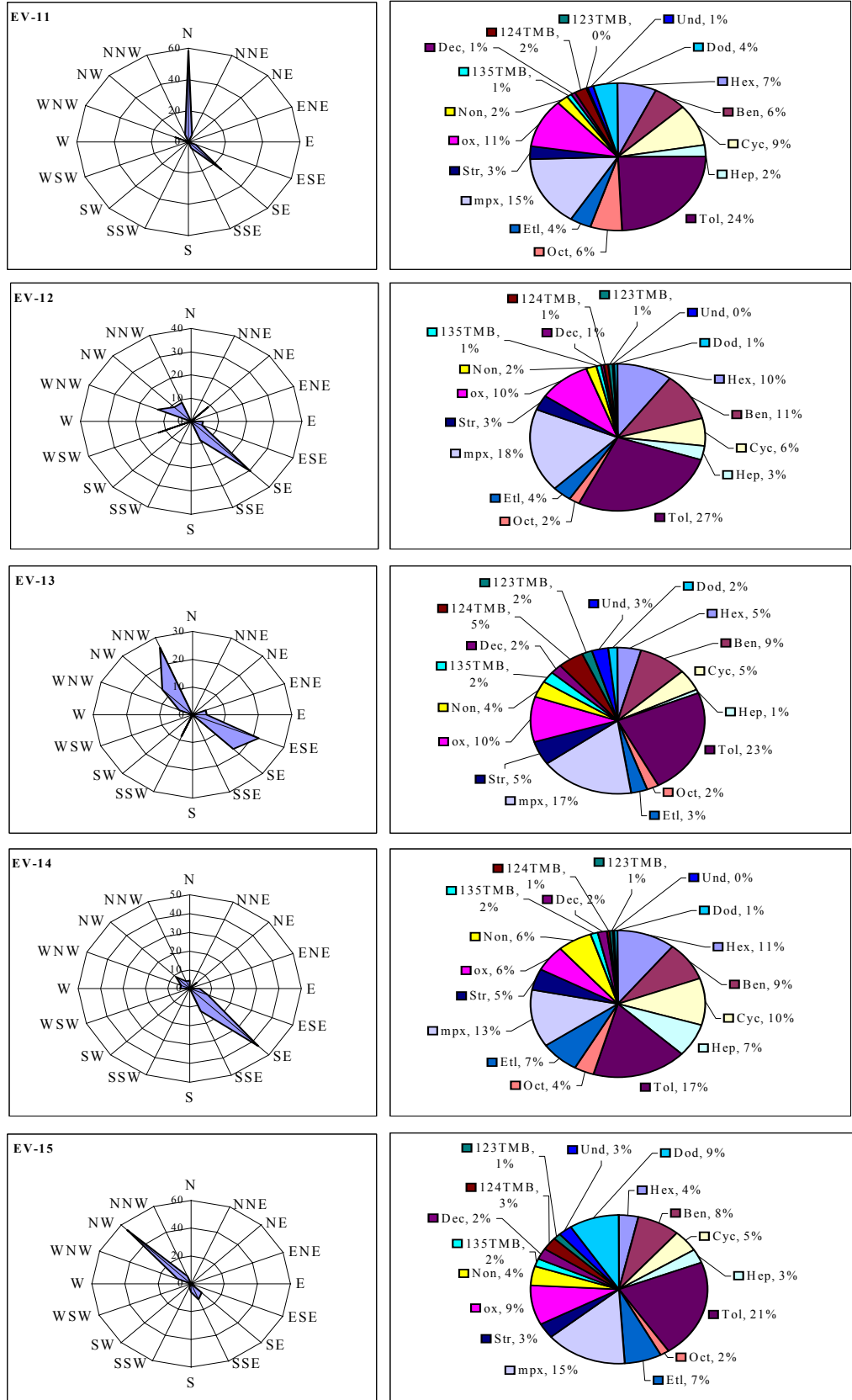


Şekil 4.20: Kış mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri

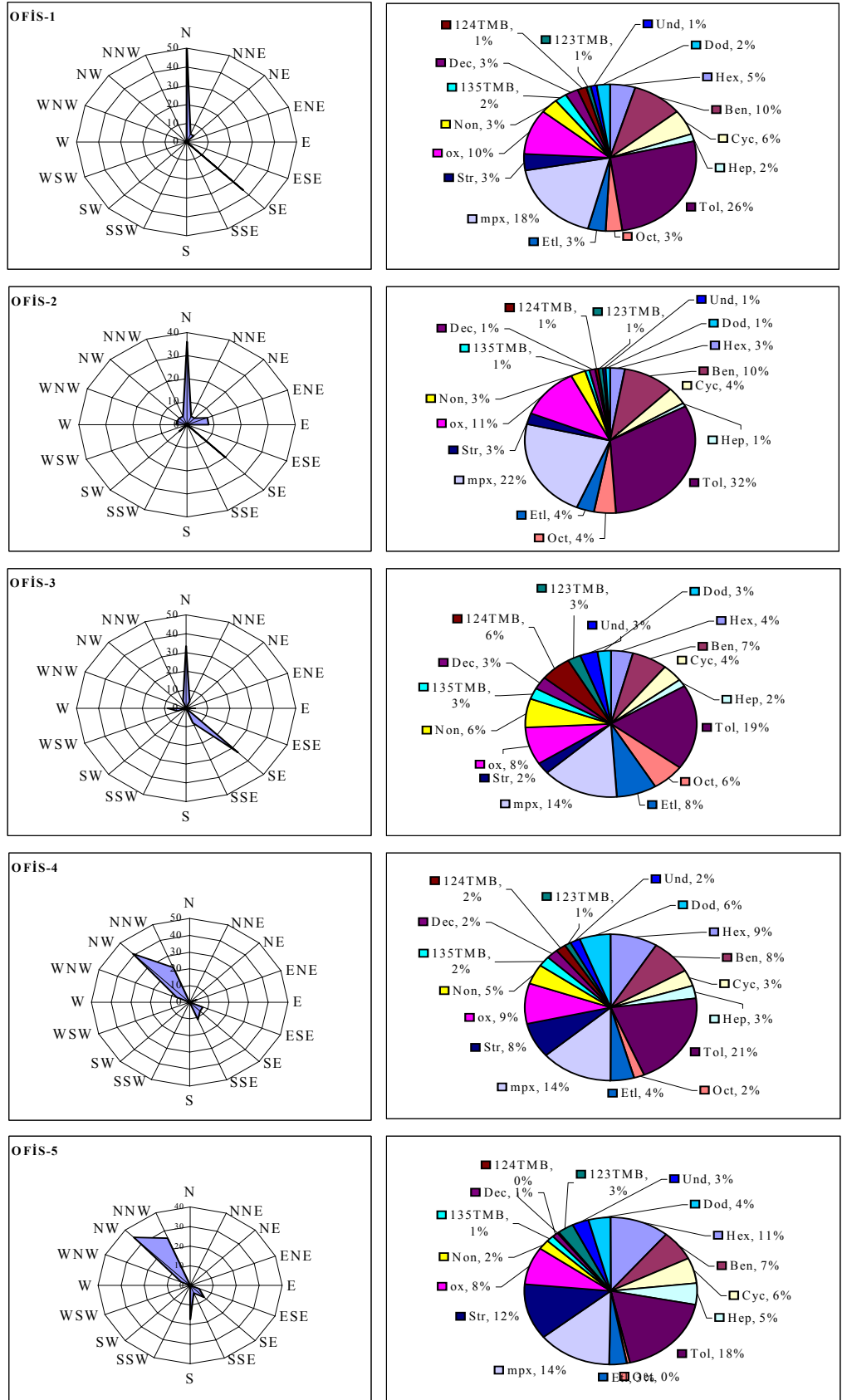


Şekil 4.20(Devamı): Kış mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri

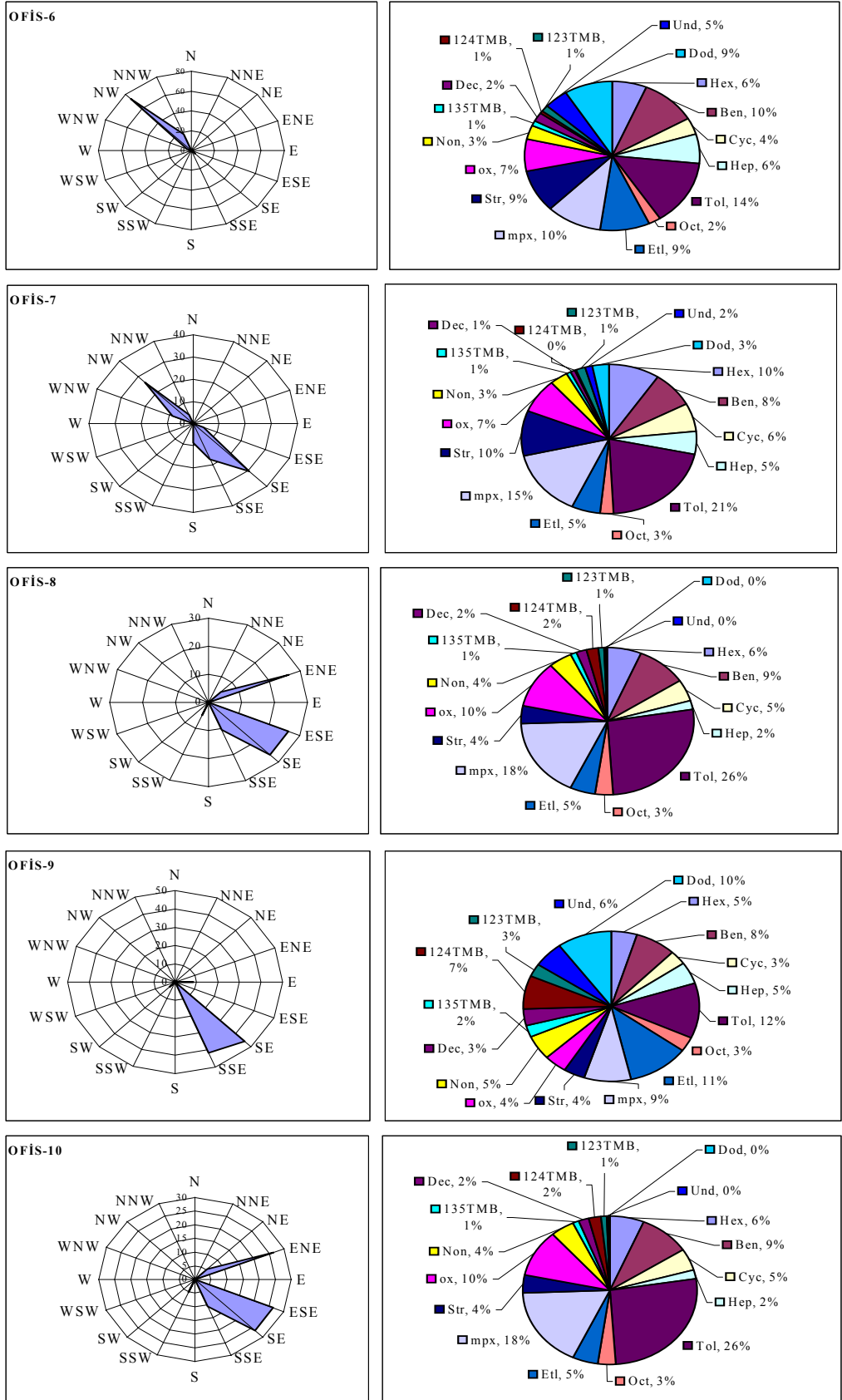




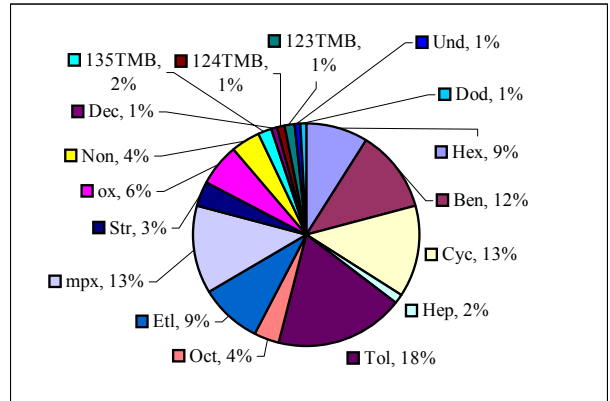
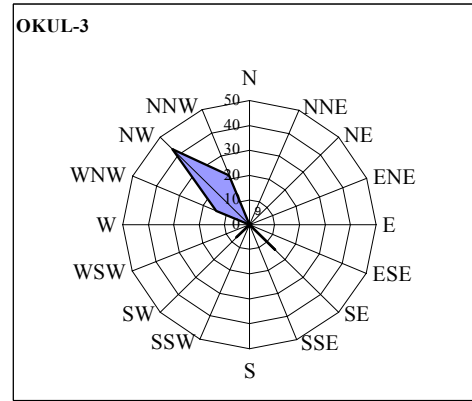
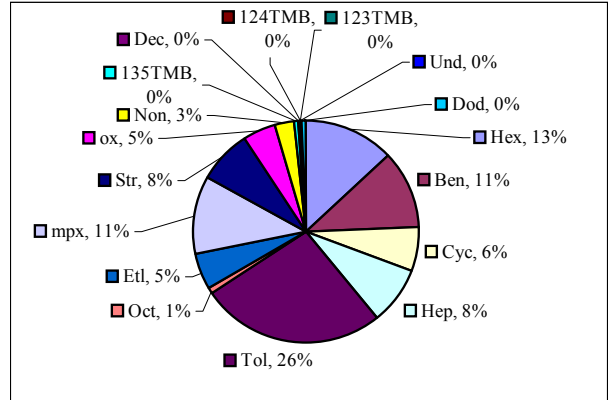
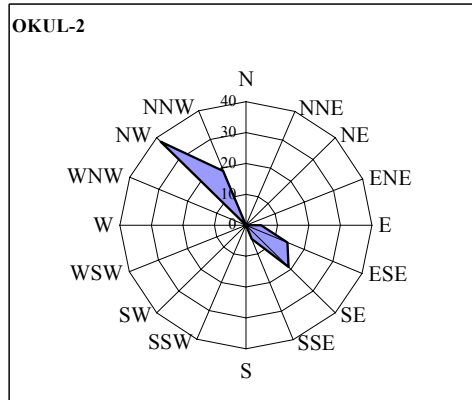
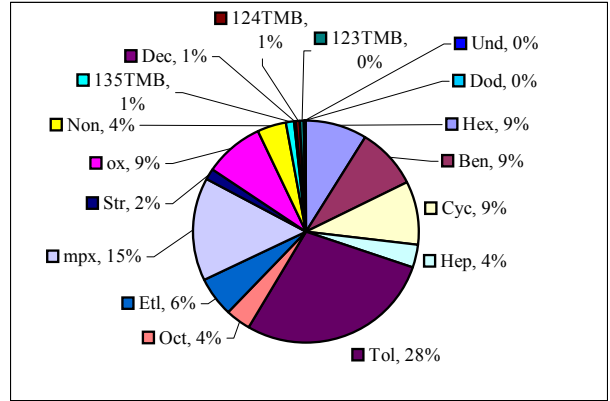
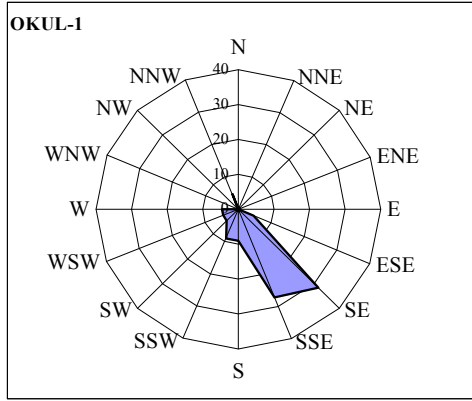
Şekil 4.20(Devamı): Kış mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri



Şekil 4.20(Devamı): Kış mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri



Şekil 4.20(Devamı): Kış mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri



Şekil 4.20(Devamı): Kış mevsiminde örnekleme noktalarında belirlenen UOB'lere ait yüzde payları ve karşılık gelen rüzgar gülleri

Tablo 4.24: Kış mevsiminde ev, ofis ve okullarda ölçülen UOBlere karşılık gelen rüzgar yönleri ve örnekteki bileşik yüzdeleri

Örnek Adı	Örnekteki Bileşik yüzdesi (%) [UOB/Σ(UOB)]*100	Örneğe Karşılık Gelen Rüzgar Yönleri
EV-1	Tol (24), mpx (15), ox (11), Skl (9), Hex (7), Ben ve Oct (6), Etl ve Dod (4)	NNW (36), SSE (23), NW (18), WNW (14), SE (9)
EV-2	Tol (27), mpx (18), Ben (11), Hex ve ox (10), Skl (6), Etl (4)	NW (42), SE (17), SSE (13), WNW ve NNW (8), E, ESE ve S (4)
EV-3	Tol (21), mpx (15), ox (9), Ben (8), Etl (7), Skl (5), Hex ve Non (4)	NW (57), NNW (17), ESE, SE ve WNW (9)
EV-4	Tol (17), mpx (13), Hex (11), Skl (10), Ben (9), Hep ve Etl (7), ox ve Non (6) Str (5), Oct (4)	NW (48), NNW (24), SE ve SSE (12), WNW (4)
EV-5	Tol (23), mpx (17), ox (10), Ben (9), Hex, Skl, Str ve 124TMB (5), Non (4)	NW (32), NNW (20), WNW (16), SE ve SSE (12), NE ve SW (4)
EV-6	Tol (22), mpx (14), Etl (13), Ben ve ox (8), Skl (5), Hex, Oct ve Non (4)	NW (75), NNW (17), WNW (8)
EV-7	Tol (25), mpx (16), Ben ve ox (10), Hex (9) Skl ve Hep (6), Non (5)	SE ve NW (22), NNW (19), SSE ve WNW (15), SSW (7)
EV-8	Tol (22), mpx (14), Hex (10), Str (9), Ben ve ox (8), Etl (6), Skl ve Dod (4),	SSE (21), NW (17), N (13), ENE, SE, W ve WNW (8), NNE, E, ESE ve NNW (4)
EV-9	Tol (19), Str (13), Hex (12), mpx (11), Ben ve ox (9), Skl (7), Oct (6), Etl (4)	WNW (38), NW (25), SE (13), SSE (8), S, SW, W ve NNW (4)
EV-10	Tol (19), mpx (13), Str (11), Dod (9), ox (8), Ben (7), Etl (6), Skl ve Non (5), Hex (4)	E (29), SE (25), NNW (17), SW ve W (8), NE, SSW ve NW (4)
EV-11	Tol (19), mpx (15), Ben (12), Hex ve ox (9), Non (8), Skl (7), Hep, Oct, Etl ve Str (4),	N (58), SE (25), WNW (8), NNE ve NNW (5), ESE ve SSE (4)
EV-12	Tol (19), mpx (13), Str (11), Hex (10), Skl (8), Ben ve ox (7), Non (6), Hep ve Etl (5)	SE (30), WSW ve WNW (13), NE, SSE, NW ve NNW (9), E ve ESE (4)
EV-13	Tol (24), mpx (15), Skl (11), ox (9), Ben (8), Etl (6), Hex ve Str (5), Hep ve Oct (4)	NNW (26), ESE (22), SE (17), NW (13), SSW (9), ENE, E ve WNW (4)
EV-14	Tol (20), mpx (14), Str (10), Ben ve ox (8), Etl (7), Hex (6), Non (5), Skl ve Dod (4)	SE (43), SSE (13), ESE ve NW (9), N, NE, E, W, WNW ve NNW (4)
EV-15	Tol (29), mpx (19), Ben (13), ox (9), Hex (6), Etl (4)	NW (55), SSE (12), SE ve WNW (9), s ve NNW (6), SSW (3)
OFİS-1	Tol (32), mpx (22), ox (11), Ben (10), Skl, Oct ve Etl (4),	N (55), SE (36), NNE ve NE (5)
OFİS-2	Tol (21), mpx (14), Hex ve ox (9), Ben ve Str (8), Dod (6), Non (5), Etl (4)	N (36), SE (20), ENE ve E (8), NNE, NE, SW, W, WNW, NW ve NNW (4)
OFİS-3	Tol (19), mpx (14), Etl ve ox (8), Ben (7), Oct, Non ve 124TMB (6), Hex ve Skl (4)	N ve SE (33), SSE ve W (8), NNE, E, WSW, NNW (4)

Tablo 4.24(Devamı): Kış mevsiminde ev, ofis ve okullarda ölçülen UOBlere karşılık gelen rüzgar yönleri ve örnekteki bileşik yüzdeleri

Örnek Adı	Örnekteki Bileşik yüzdesi (%) [UOB/Σ(UOB)]*100	Örneğe Karşılık Gelen Rüzgar Yönleri
OFİS-4	Tol (21), mpx (15), Hex ve Str (10), Ben (8), ox (7), Skl (6), Hep ve Etl (5)	NW (41), NNW (22), SSE (11), ESE, SE ve WNW (7), ENE (4)
OFİS-5	Tol (26), mpx (18), ox (10), Ben (9), Hex (6), Skl ve Etl (5), Str ve Non (4)	NW (35), NNW (26), S (17), SE (9), ESE, SSE ve WNW (4)
OFİS-6	Tol (12), Etl (11), Dod (10), mpx (9), Ben (8), 124TMB (7), Und (6), Hex, Hep ve Non (5), Str ve ox (4)	NW (74), NNW (17), SE ve WNW (4)
OFİS-7	Tol (14), Ben ve mpx (10), Etl, Str ve Dod (9), ox (7), Hex ve Hep (6), Und (5), Skl (4)	SE (30), NW (26), SSE (17), S ve WNW (9), ESE ve NNW (4)
OFİS-8	Tol (18), mpx (14), Str (12), Hex (11), ox (8), Ben (7), Skl (6), Hep (5), Dod (4)	ENE, ESE ve SE (26), SSE (11), NE ve SSW (5)
OFİS-9	Tol (26), mpx (18), Ben ve ox (10), Skl (6), Hex (5)	SE (46), SSE (42), E (8), SW (4)
OFİS-10	Tol (27), mpx (18), Ben ve ox (10), Hex (6), Skl ve Etl (5), Str ve Non (4)	NW (35), NNW (26), S (17), SE (9), ESE, SSE ve WNW (4)
OKUL-1	Tol (28), mpx (15), Hex, Ben, Skl ve ox (9), Etl (6), Hep, Oct ve Non (4)	SE (32), SSE (27), S ve SSW (9), ESE, SW, WSW, W ve NNW (5)
OKUL-2	Tol (18), mpx ve Skl (13), Ben (12), Hex ve Etl (9), ox (6), Oct ve Non (4)	NW (38), SE ve NNW (19), ESE (14), E ve SSE (5)
OKUL-3	Tol (26), Hex (13), Ben ve mpx (11), Hep ve Str (8), Skl (6), Etl ve ox (5)	NW (43), NNW (21), SE ve WNW (14), SW (7)

#### 4.7 Sağlık Risk Değerlendirmesi

İç ortam hava kalitesi günümüzde; “hasta bina sendromu” ve “bina ile ilgili hastalıklar” gibi sağlık sorunları arttıkça önem kazanmaktadır. Bu semptomlar; yorgunluk, öksürük, üst solunum yolu hastalıkları, baş ağrısı ve baş dönmesidir. (Hoddinott ve Lee, 2000). Bununla birlikte, insanlar zamanlarının büyük bir bölümünü genellikle dış ortamdan daha yüksek kirletici konsantrasyonlara sahip olan iç ortamlarda geçirirler. Bu nedenle; iç ortam havası, hava kirleticilerine maruziyette önemli bir rol oynamaktadır. Hava kirleticilerine maruziyet birçok olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir. Örneğin akut semptomlar gözlerde veya solunum yolunda tahribata neden olabilirken belirli bazı kirleticilere uzun süreli maruziyet astım veya kanser gibi daha ciddi sağlık etkilerine neden olabilmektedir (Meininghaus ve ark., 2003).

Özellikle sanayi devriminden sonra artış gösteren hava kirliliği problemlerinin çözümü için, bilim adamları geçmişte dış ortam hava kirliliği üzerine çalışmışlardır. Ancak, son zamanlarda iç ortam hava kirliliğine ilgi artmıştır. İnsanların kirleticilere maruziyeti; solunum, deri teması ve besinlerin tüketilmesi yolu ile gerçekleşir. Hava kirleticilerine solunum yoluyla gerçekleşen maruziyet diğer maruziyet yollarıyla karşılaştırıldığında en önemli maruziyet yoludur. Bu nedenle hava kirleticilerine solunum yoluyla gerçekleşen maruziyetin neden olduğu sağlık riskleri iç ortam hava kalitesi üzerine çalışan bilim adamları tarafından araştırılmaktadır (Pauluhn,1999; Hoddinott ve Lee, 2000; Guo ve diğ., 2004; See ve Balasubramanian, 2006).

Risk değerlendirme metotları kullanılırken amaç belirli kimyasallar için iç ortam havası “ortalama” konsantrasyonlarının önemli bir risk oluşturup oluşturmayacağı belirlenmesidir. Risk seviyeleri bölgedeki kirletici seviyelerinin ve iç ortam çevresindeki endüstrilerin etkilerinin belirlenmesinde kullanılır (Hoddinott ve Lee, 2000).

Uçucu organik bileşikler (UOB) en önemli iç ortam hava kirleticileridir. Bu kirleticilere akut ve kronik maruziyetin neden olduğu bir çok sağlık problemi vardır. UOBler ile ilgili iç ortamlarda bir çok farklı kaynak bulunmaktadır. Bununla birlikte bu kirleticiler için önemli bir iç ortam kaynağı da dış ortamdır. Bu nedenle iç ortam sağlık riski ve kaynak belirleme çalışmaları yapılırken iç ortamın bulunduğu dış ortamın konumu ve dış ortamdaki kirletici kaynakları dikkate alınmalıdır.

Risk bir tehlikenin oluşturabileceği muhtemel zarardır. Dolayısıyla risk değerlendirme, tehlikeli bir maddeye maruz kalma sonucunda oluşabilecek istenmeyen sağlık etkilerinin belirlenmesidir. Risk değerlendirme çalışması dört aşamada gerçekleşmektedir. Bunlar;

- 1-) Risk veya tehlikenin belirlenmesi,
- 2-) Toksikite Değerlendirmesi,
- 3-) Maruziyet değerlendirme,
- 4-)Tehlike veya risk karakterizasyonu olup aşağıda maddeler halinde tanımlanmaktadır (Anderson ve Albert, 1999).

## 1-) Risk veya tehlikenin belirlenmesi

Laboratuvar veya epidemiyoloji çalışmaları kullanılarak ilgili maddelerin tehlikelerinin belirlenmesi aşamasıdır. Daha önce bilim adamları tarafından yapılan çalışmalar neticesinde bazı kirleticiler için kanserojen etki düzeyleri bazı kirleticiler için de hem kanserojen hem de kanserojen olmayan etki düzeyleri belirlenmiştir. Çalışmamızda incelenen kirleticiler arasında hegzan, benzen, stiren, siklohegzan, toluen, etilbenzen, ksilen, metilsiklohegzan, 1,2,4-trimetilbenzen, 1,3,5-trimetilbenzen, bileşiklerinin kanserojen olmayan etki düzeyleri; benzen, stiren, etilbenzen, bileşiklerinin de kanserojenik etki düzeyleri literatürlerde verilmektedir. Tablo 4.25’de bu çalışmada incelenen kirleticiler ile ilgili toksisite değerlendirme parametreleri ve kanserojenlik sınıflandırmaları verilmektedir.

## 2-) Toksisite değerlendirmesi

Risk değerlendirme çalışmalarının yapılabilmesi için birçok kimyasalın, deney hayvanları veya epidemiyoloji çalışmaları ile olası sağlık etkilerinin belirlenebilmesi için doz-cevap değerlendirmesi yapılmaktadır. Bu çalışmalar ile bazı toksisite değerlendirme parametreleri elde edilmektedir. Bunlardan bazıları; referans doz (RfD), referans konsantrasyon (RfC), birim risk (UR) ve kanserojenlik potansiyel faktörü (CPF) değerleridir. CPF; çok düşük maruziyetlerde temel olarak doz-cevap eğrisinin eğimi olarak tanımlanır. CPF’nin birimi günlük alım biriminin tersi olarak ifade edilir. RfD, ise hiçbir olumsuz sağlık etkisinin gözlenmediği günlük minimum doz olarak tanımlanır (Lagrega, 1994). Bu çalışmada hava yoluyla alınan kirleticilerden kaynaklanabilecek sağlık riskinin belirlenmesi planlandığı için maruziyetin yalnızca hava yolu ile olduğu kabul edilerek risk değerlendirmesi yapılmıştır. Tablo 4.25’de bu çalışmada incelenen kirleticiler ile ilgili toksisite değerlendirme parametreleri verilmektedir.



Kanserojen olmayan bileşiklerin toksisiteleri belirlenirken RfC ve RfD değerleri kullanılır.

$$RfD = [RfC \times \text{solunma hızı}] / \text{vücut ağırlığı} \quad (4.1)$$

şeklinde hesaplanabilir.

Kanserojenik bileşiklerin toksisiteleri ise; UR veya CPF terimleriyle ifade edilir. Bu iki değişken, aşağıdaki ilişki ile birbirleri ile bağlantılıdır.

$$CPF = [UR \times \text{vücut ağırlığı}] / \text{solunum hızı} \quad (4.2)$$

Tablo 4.25: Kirleticiler için toksisite değerlendirme parametreleri ve çeşitli kanserojenlik sınıflandırmaları

Bileşikler	<sup>a</sup> RfC (mg/m <sup>3</sup> )	<sup>b</sup> RfD (mg/kg.gün)	<sup>c</sup> UR (µg/m <sup>3</sup> )	<sup>d</sup> CPF (kg.gün/mg)	Kaynak	<sup>h</sup> USEPA sınıfı	<sup>i</sup> IARC sınıfı
<b>Benzen</b>	3.10 <sup>-2</sup>	8,57.10 <sup>-3</sup>	7,8.10 <sup>-6</sup>	2,73.10 <sup>-2</sup>	<sup>e</sup> IRIS	A	1
<b>Stiren</b>	1	0,286	-	5,7.10 <sup>-4</sup>	<sup>f</sup> RAIS (RfC). Guo ve ark. 2004 (CPF)	B2	2B
<b>Etilbenzen</b>	7	0,286	1,1.10 <sup>-3</sup>	3,85.10 <sup>-3</sup>	IRIS (RfC), RAIS (UR)	D	2B
<b>Hegzan</b>	0,7	0,2	-	-	IRIS	-	-
<b>Siklohegzan</b>	6	1,71	-	-	IRIS	-	-
<b>Toluen</b>	5	1,42	-	-	IRIS	D	3
<b>Ksilen</b>	0,1	2,85.10 <sup>-2</sup>	-	-	IRIS	D	3
<b>Metilsiklohegzan</b>	3	0,857	-	-	RAIS	-	-
<b>1,2,4-trimetilbenzen</b>	6.10 <sup>-3</sup>	1,71.10 <sup>-3</sup>	-	-	RAIS	-	-
<b>1,3,5-trimetilbenzen</b>	6.10 <sup>-3</sup>	1,71.10 <sup>-3</sup>	-	-	RAIS	-	-

<sup>a</sup>RfC: Referans Konsantrasyon, <sup>b</sup>RfD: Referans Doz, <sup>c</sup>UR: Birim Risk, <sup>d</sup>CPF: Kanserojenlik Potansiyel Faktörü, <sup>e</sup>IRIS:USEPA Integrated Risk Information System, <sup>f</sup>RAIS: Risk Assessment Information System, <sup>g</sup>CalEPA:California Environmental Protection Agency, <sup>h</sup>USEPA sınıflandırması (A:kanserojen , B2:olası kanserojen, D: kanserojenik etki bakımından sınıflandırılmayan), <sup>i</sup>IARCSınıflandırması (1:kanserojen, 2B: olası kanserojen, 3:kanserojenik etki bakımından sınıflandırılmayan).

### 3-) Maruziyet değerlendirmesi

Bu aşama örnekleme yapılan ortamlarda kirleticilere maruz kalan kişilerin bu maddelere maruziyetinin neden olduğu kronik günlük alım (CDI) değerlerinin belirlenmesini içerir.

$$CDI = (C \times CR \times EF \times ED) / (BW \times AT) \quad (4.3)$$

Formülde;

- CDI = Kronik Günlük Alım (mg/kg.gün)
- C = Konsantrasyon (mg/l, mg/kg)
- CR = Kontak oranı (m<sup>3</sup>/gün)
- EF = Maruziyet frekansı(gün/yıl)
- ED = Maruziyet süresi(yıl)
- BW = Vücut ağırlığı (kg)
- AT = Ortalama maruziyet zamanı (gün) alınır. Eğer kronik maruziyet söz konusu ise bu süre ortalama insan ömrü kabul edilir.

Kişisel rneklemelelerin yapılmadığı durumlarda, kronik günlük alım değerlerinin belirlenebilmesi için iç ortam ve/veya dış ortam konsantrasyonları ve bazı modeller kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu çalışmada; iç ortam ve dış ortam rneklemelelerine ilaveten kişisel rneklemeleler de gerçekleştirildiği için alım değerlerinin hesaplanmasında kişisel rneklemeleler sonucunda elde edilen günlük konsantrasyon değerleri doğrudan kullanılmıştır.

Bu çalışmada kronik günlük alım (CDI) hesaplamaları için Tablo 4.26'de verilen değerler kullanılmıştır.

Tablo 4.26: Çalışmada kronik günlük alım hesaplamasında kullanılan parametreler

Ortam	CR (m <sup>3</sup> /gün)	EF (gün/yıl)	ED (yıl)	BW (kg)	AT (gün)
Evler	19,92	365	70	<sup>a</sup> 70- <sup>b</sup> 60	25550
Ofisler	19,92	230	30	70-60	25550
Okullar	19,92	170	30	70-60	25550

<sup>a</sup>Erkekler için vücut ağırlığı 70 kg, <sup>b</sup>Kadınlar için vücut ağırlığı 60 kg kabul edildi.

Burada; EF değeri, ofis ve okul çalışanları için yıllık tatil süreleri çıkarılarak belirlenmiştir. Maruziyet süresi, kontak oranı (burada solunum hızı), vücut ağırlığı için USEPA tarafından belirlenen değerler kullanılmıştır. Ortalama maruziyet zamanı ise ortalama insan ömrü üzerinden hesaplanmıştır (USEPA, 1989).

#### 4-) Tehlike veya Risk Karakterizasyonu

Kanserojen olmayan maddeler için risk değerlendirmesi tehlike indeksi (HQ) ile ifade edilir.

$$HQ = CDI/RfD \quad (4.4)$$

$$\text{Toplam risk} = \sum \text{Kirleticilerin bireysel tehlike indeksleri} \quad (4.5)$$

Kanserojen maddeler için risk değerlendirmesi ise; ELCR (Hayat boyu kanser riski) ile ifade edilir.

$$ELCR = CDI \times SF \quad (4.6)$$

$$\text{Toplam risk} = \sum \text{Kirleticilerin bireysel kanser riskleri} \quad (4.7)$$

#### 4.7.1. Ev, okul ve ofislerde kanserojenik ve kanserojenik olmayan risklerin değerlendirmesi

Çalışma kapsamında örneklenen kişilerin günlük kişisel maruziyet konsantrasyonları kullanılarak belirlenen kanser riski değerlendirmesi sonuçları ortalama değerler ve en kötü senaryo durumu Tablo 4.27’de verilmektedir. Her 3 mikroçevrede örneklenen kişilerin ortalama konsantrasyonlarının yanı sıra bu ortamlarda elde edilen en yüksek maruziyet düzeyleri kullanılarak en kötü senaryo durumunda kanser riski hesaplamaları Tablo 4.27 ve Şekil 4.21’de verilmektedir.

Kanser Riski değerlendirme çalışmaları sonucunda elde edilen sayıların öneminin ifade edilmesinde literatürde farklı yorumlamalar bulunmaktadır. Kanserojenik risk değeri genellikle  $1 \times 10^{-6}$  (1 milyon nüfusta 1 kişinin kanser riski taşıdığı) veya büyük olduğunda önemli kabul edilir (USEPA, 1991b, Tam ve Neumann, 2004; Sax ve diğ., 2004; Guo ve diğ., 2004). Kanser riski olarak  $1 \times 10^{-6}$  değerine karşılık gelen konsantrasyonlara maruziyetin söz konusu olması durumunda 1 milyon kişiden 1 kişinin kanser riskine işaret etmektedir. Diğer bir tanımlamada risk değeri 1.000’de 1 kişi ( $1 \times 10^{-3}$ ) veya büyük olduğunda önemli sayılmaktadır (Rodrics ve diğ., 1987). Bu tanımlamalara ilave olarak kabul edilebilir risk seviyesi 10.000’de 1 ( $1 \times 10^{-4}$ ) olarak da önerilmektedir (Tam ve Neumann, 2004; NJDEP, 1994; Hoddinott ve Lee, 2000). Bu çalışmada değerlendirmeler  $1 \times 10^{-6}$  değeri baz alınarak yapılmıştır.

Evler için “Ortalama Konsantrasyonlar” göz önüne alındığında kanser risk değerlerinin, benzen, stiren, etilbenzen kirleticilerinin her biri için bile kanser risk sınır değeri olarak kabul ettiğimiz  $1 \times 10^{-6}$  (Milyonda 1 kişi) değerini aştığı görölmektedir. Evler için elde edilen en yüksek kirletici konsantrasyonlarının dikkate alındığı “En Kötü Senaryo” göz önüne alındığında ise bütün kirleticiler için sınır değerin aşıldığı görölmektedir.

Ofisler için “Ortalama Konsantrasyonlar” göz önüne alındığında kanser risk değerlerinin, benzen, etilbenzen kirleticilerinin her biri için bile kanser risk sınır değeri olan  $1 \times 10^{-6}$  değerini aştığı görölmektedir. Ofisler için elde edilen en yüksek kirletici konsantrasyonlarının dikkate alındığı “En Kötü Senaryo” göz önüne alındığında ise bu kirleticilere stiren’de eklenmektedir.

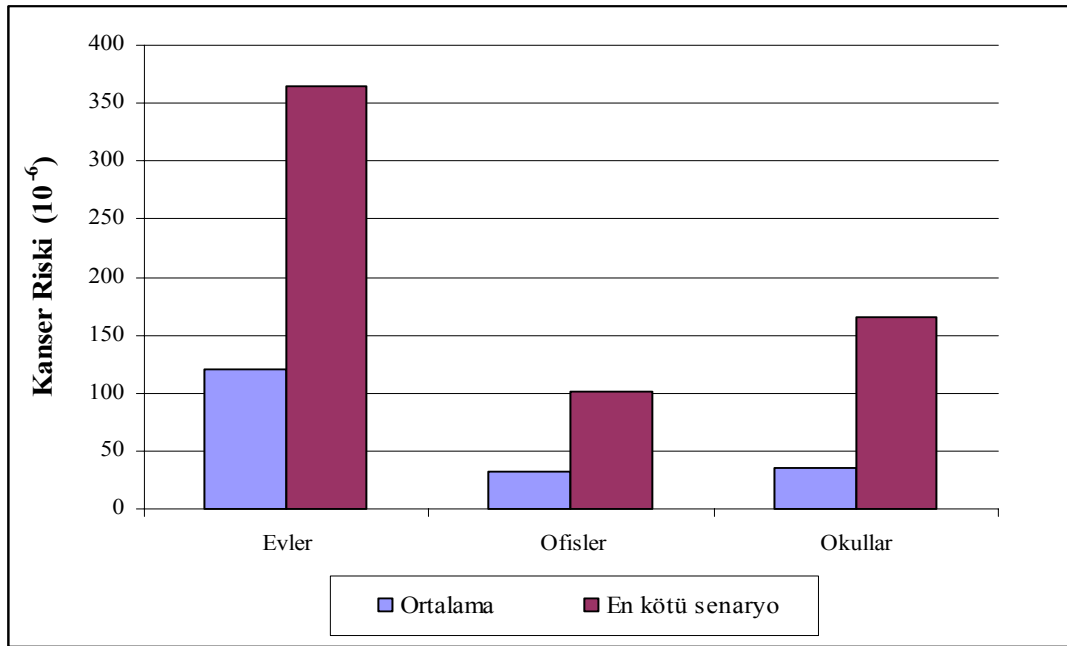
Okullar için “Ortalama Konsantrasyonlar” göz önüne alındığında kanser risk değerlerinin, benzen, etilbenzen kirleticilerinin her biri için bile kanser risk sınır değeri olan  $1 \times 10^{-6}$  değerini aştığı görülmektedir. Okullar için elde edilen en yüksek kirletici konsantrasyonlarının dikkate alındığı “En Kötü Senaryo” göz önüne alındığında ise bu kirleticilere rastlanmaktadır.

Kirleticilerin her 3 ortamda da her bir kirletici için bile hesaplanan kanser risk değerlerinin sınır değerleri aşıyor olması çalışılan bölge olan Kocaeli’de yaşayan kişilerin maruz kaldıkları kirlilik nedeniyle kanser hastalığına yakalanma risklerinin ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir. Kişilerin vakitlerinin %80’inden fazlasını iç ortamlarda geçirdiği düşünülecek olursa yaşanılan ve çalışılan iç ortamların insan sağlığı açısından ne kadar yüksek bir risk oluşturduğu söyleyebilir. Ev, ofis ve okullar için “Toplam Kanser Riski” değerleri her bir kirleticinin neden olduğu sağlık riskinin toplamları alınmak suretiyle Tablo 4.27’de verilmektedir. Ortalama konsantrasyon değerleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda Toplam Kanser Riskleri evlerde sınır değerin 120 katı ( $1,20 \cdot 10^{-4}$ , 1 milyonda 120 kişinin kanser riski taşıdığı), ofislerde sınır değerin 31,6 katı ( $3,16 \cdot 10^{-5}$ , 1 milyonda 32 kişinin kanser riski taşıdığı), okullarda ise sınır değerin 36,1 katı ( $3,61 \cdot 10^{-5}$ , 1 milyonda 36 kişinin kanser riski taşıdığı) olduğu tespit edilmiştir. Her 3 ortamda en yüksek konsantrasyonlar göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda “En Kötü Senaryo” değerleri ise, evlerde sınır değerin 365 katı ( $3,65 \cdot 10^{-4}$ , 1 milyonda 365 kişinin kanser riski taşıdığı), ofislerde sınır değerin 101 katı ( $1,01 \cdot 10^{-4}$ , 1 milyonda 101 kişinin kanser riski taşıdığı), okullarda ise sınır değerin 166 katı ( $1,66 \cdot 10^{-4}$ , 1 milyonda 166 kişinin kanser riski taşıdığı) olduğu tespit edilmiştir. Hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo dikkate alındığında en yüksek kanser riski altında bulunan kişilerin ev hanımları olduğu Tablo 4.27 ve Şekil 4.21’den görülmektedir. Bunları okullardaki öğretmenler ve ofis çalışanlarının takip ettiğini söyleyebiliriz.

Tablo 4.27: Ev, ofis ve okullarda kanser risk değerlendirmesi

Bileşikler	EVLER		OFİSLER		OKULLAR	
	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo
Benzen	$9,82.10^{-5}$	$2,82.10^{-4}$	$2,58.10^{-5}$	$8,93.10^{-5}$	$3,32.10^{-5}$	$1,46.10^{-4}$
Stiren	$2,09.10^{-6}$	$9,73.10^{-6}$	$5,37.10^{-7}$	$1,12.10^{-6}$	$2,67.10^{-7}$	$6,22.10^{-7}$
Etilbenzen	$2,02.10^{-5}$	$7,29.10^{-5}$	$5,23.10^{-6}$	$1,09.10^{-5}$	$2,65.10^{-6}$	$5,69.10^{-6}$
$\Sigma$ Kanser Riski	$1,20.10^{-4}$	$3,65.10^{-4}$	$3,16.10^{-5}$	$1,01.10^{-4}$	$3,61.10^{-5}$	$1,66.10^{-4}$

Tabloda koyu ile yazılanlar, kanser riski için sınır değer olan  $1.10^{-6}$ 'yı aşan değerlerdir.



Şekil 4.21: Ev, ofis ve okullarda kanser risk değerlendirmesi

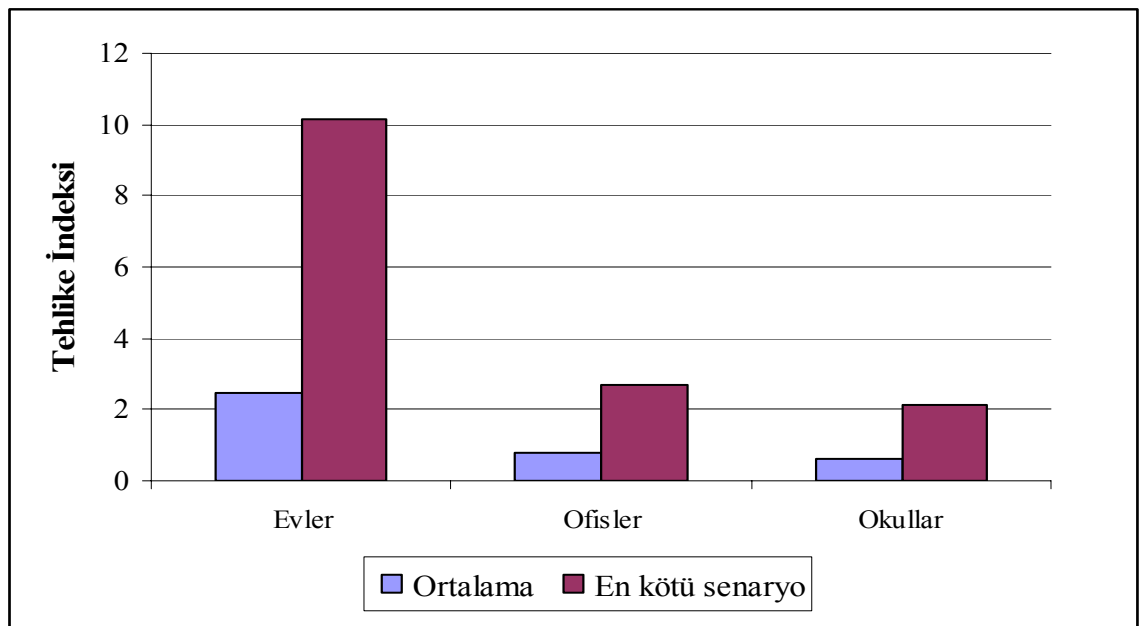
Kimyasalların kanserojenik olmayan etkilerinin belirlenebilmesi için kullanılan “Tehlike İndeksi” değeri bire eşit veya küçük ise risk önemsiz sayılır (USEPA, 2003; Hoddinott ve Lee, 2000). Ortalama konsantrasyon değerleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda “Toplam Tehlike İndeksleri” evlerde sınır değer olarak kabul ettiğimiz 1’in 2,47 katı bulunurken, ofislerde sınır değerin 0,78, okullarda ise 0,92 bulunarak sınır değerin altında olduğu tespit edilmiştir. Her 3 ortamında en yüksek konsantrasyonları göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda “En Kötü Senaryo” değerleri ise, evlerde sınır değerin 10,14 katı, ofislerde sınır değerin 2,76 katı, okullarda ise sınır değerin 2,15 katı olduğu tespit edilmiştir. Kanserojen olmayan

kirleticiler için hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo dikkate alındığında yapılan hesaplamalarda “Toplam Tehlike İndeksinin” en yüksek ev hanımlarında olduğu Tablo 4.28 ve Şekil 4.22’den görülmektedir. Bunları ofis çalışanları ve okullardaki öğretmenlerin takip ettiğini söyleyebiliriz.

Tablo 4.28: Evlerde, ofislerde ve okullarda tehlike indeksi değerlendirmesi

Bileşikler	EVLER		OFİSLER		OKULLAR	
	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo
Hegzan	$1.73.10^{-2}$	$5.38.10^{-2}$	$5.18.10^{-3}$	$1.62.10^{-2}$	$5.15.10^{-2}$	$2.59.10^{-1}$
Benzen	$4.20.10^{-1}$	<b>1.20</b>	$1.10.10^{-1}$	$3.82.10^{-1}$	$1.42.10^{-1}$	$6.26.10^{-1}$
Stiren	$1.28.10^{-2}$	$5.97.10^{-2}$	$3.30.10^{-3}$	$6.89.10^{-3}$	$1.64.10^{-3}$	$3.81.10^{-3}$
Siklohegzan	$1.70.10^{-3}$	$5.17.10^{-3}$	$3.87.10^{-4}$	$8.55.10^{-4}$	$3.07.10^{-4}$	$8.83.10^{-4}$
Toluen	$1.58.10^{-2}$	$7.52.10^{-2}$	$5.19.10^{-3}$	$1.75.10^{-2}$	$2.61.10^{-3}$	$5.43.10^{-3}$
Etilbenzen	$1.83.10^{-2}$	$6.62.10^{-2}$	$4.75.10^{-3}$	$9.90.10^{-3}$	$6.38.10^{-3}$	$2.81.10^{-3}$
Ksilenler	$3.89.10^{-1}$	<b>1.22</b>	$1.26.10^{-1}$	$3.14.10^{-1}$	$5.61.10^{-2}$	$1.35.10^{-1}$
Metilsiklohegzan	$2.56.10^{-3}$	$6.31.10^{-3}$	$7.61.10^{-4}$	$1.71.10^{-3}$	$9.10.10^{-4}$	$4.13.10^{-3}$
1,2,4-Trimetilbenzen	$7.44.10^{-1}$	<b>4.96</b>	$3.17.10^{-1}$	<b>1.42</b>	$1.87.10^{-1}$	$8.06.10^{-1}$
1,3,5-Trimetilbenzen	$8.44.10^{-1}$	<b>2.49</b>	$2.10.10^{-1}$	$5.03.10^{-1}$	$1.72.10^{-1}$	$3.10.10^{-1}$
$\Sigma$ Tehlike İndeksi	<b>2.47</b>	<b>10.14</b>	0.78	<b>2.67</b>	0.62	<b>2.15</b>

Tabloda koyu ile yazılanlar, tehlike indeksi için sınır değer olan 1'i aşan değerlerdir.



Şekil 4.22: Ev, ofis ve okullarda tehlike indeksi değerlendirmesi

#### **4.7.2. Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlarda kanserojenik ve kanserojenik olmayan risklerin değerlendirilmesi**

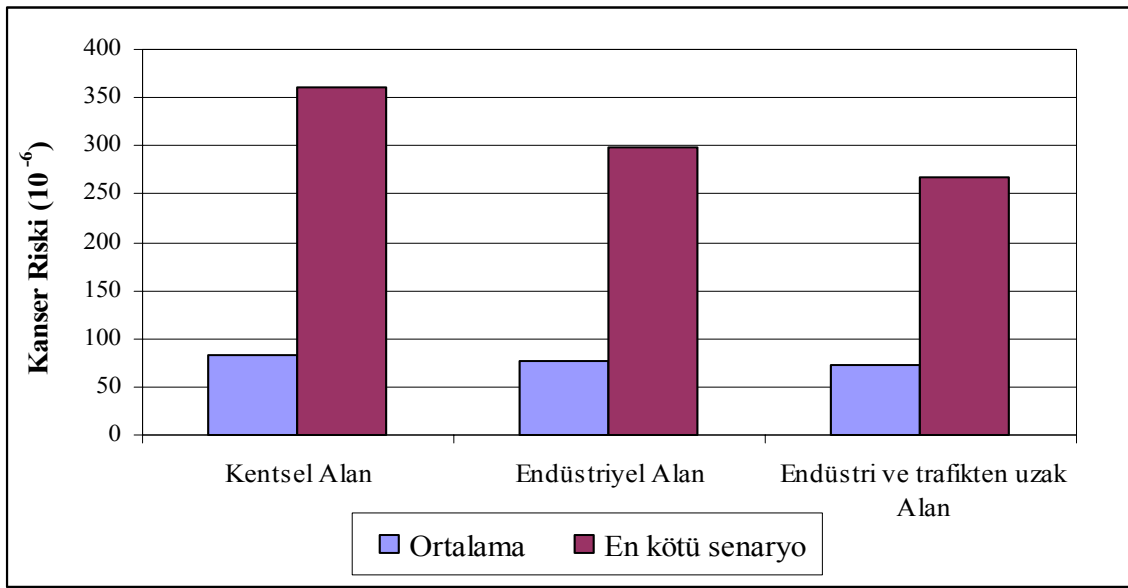
Önceki bölümde ev, ofis ve okullar için yapılan sağlık risk değerlendirmesi bu bölümde kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlar için yapılmıştır. Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlar için “Toplam Kanser Riski” değerleri her bir kirleticinin neden olduğu sağlık riskinin toplamları alınmak suretiyle Tablo 4.29’de verilmektedir. Ortalama konsantrasyon değerleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda Toplam Kanser Riskleri kentsel alanlarda sınır değerinin 82,8 katı ( $8,28 \cdot 10^{-5}$ , 1 milyonda 83 kişinin kanser riski taşıdığı), endüstriyel alanlarda sınır değerinin 77,7 katı ( $7,77 \cdot 10^{-5}$  1 milyonda 78 kişinin kanser riski taşıdığı), endüstri ve trafikten uzak alanlarda ise sınır değerinin 72,9 katı ( $7,29 \cdot 10^{-5}$ , 1 milyonda 73 kişinin kanser riski taşıdığı) olduğu tespit edilmiştir. Her 3 alanında en yüksek konsantrasyonları göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda “En Kötü Senaryo” değerleri ise, kentsel alanlarda sınır değerinin 360 katı ( $3,60 \cdot 10^{-4}$ , 1 milyonda 360 kişinin kanser riski taşıdığı), endüstriyel alanlarda sınır değerinin 298 katı ( $2,98 \cdot 10^{-4}$ , 1 milyonda 298 kişinin kanser riski taşıdığı), endüstri ve trafikten uzak alanlarda ise sınır değerinin 267 katı ( $2,67 \cdot 10^{-4}$ , 1 milyonda 267 kişinin kanser riski taşıdığı) olduğu tespit edilmiştir. Hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo dikkate alındığında her 3 alanda da yaşayan kişilerin birbirine yakın ve yüksek kanser riski taşıdıkları Tablo 4.29 ve Şekil 4.23’den görülmektedir. Burada dikkati çeken bir nokta endüstri ve trafikten uzak alanlardan elde edilen kanser risklerinin diğer alanlara çok yakın değerlerde olmasıdır. Kocaeli, 300’ü büyük yaklaşık 1000’in üzerinde endüstri kuruluşu ile sanayileşme bakımından Türkiye’nin önde gelen bölgelerinden biri olmuştur. Ayrıca bölge, D-100 karayolu ve TEM otoyolunun etkisi altındadır. Yüzölçümünün küçük olması konut alanlarının ağır trafik ve endüstri alanları ile çok yakın olmasına neden olmuştur. Bu nedenle bölgede hava kirliliği açısından yüzölçümünün de küçük olması nedeniyle kentsel, endüstriyel ve kırsal alan olarak önemli farklılıklar göstermemiştir.



Tablo 4.29: Kentsel alan, endüstriyel alan, endüstri ve trafikten uzak alanlarda kanser riski değerlendirilmesi

Bileşikler	KENTSEL ALAN		ENDÜSTRİYEL ALAN		ENDÜSTRİ VE TRAFİKTE UZAK ALAN	
	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo
Benzen	$6,69.10^{-5}$	$2,82.10^{-4}$	$6,44.10^{-5}$	$2,47.10^{-4}$	$6,23.10^{-5}$	$2,39.10^{-4}$
Stiren	$1,2.10^{-6}$	$5,49.10^{-6}$	$1,23.10^{-6}$	$3,51.10^{-6}$	$2,09.10^{-6}$	$9,73.10^{-6}$
Etilbenzen	$1,47.10^{-5}$	$7,29.10^{-5}$	$1,21.10^{-5}$	$4,7.10^{-5}$	$8,55.10^{-6}$	$1,87.10^{-5}$
$\Sigma$ Kanser Riski	$8,28.10^{-5}$	$3,6.10^{-4}$	$7,77.10^{-5}$	$2,98.10^{-4}$	$7,29.10^{-5}$	$2,67.10^{-4}$

Tabloda koyu ile yazılanlar, kanser riski için sınır değer olan  $1,00E-06$ 'yı aşan değerlerdir.



Şekil 4.23: Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlarda kanser riski değerlendirilmesi

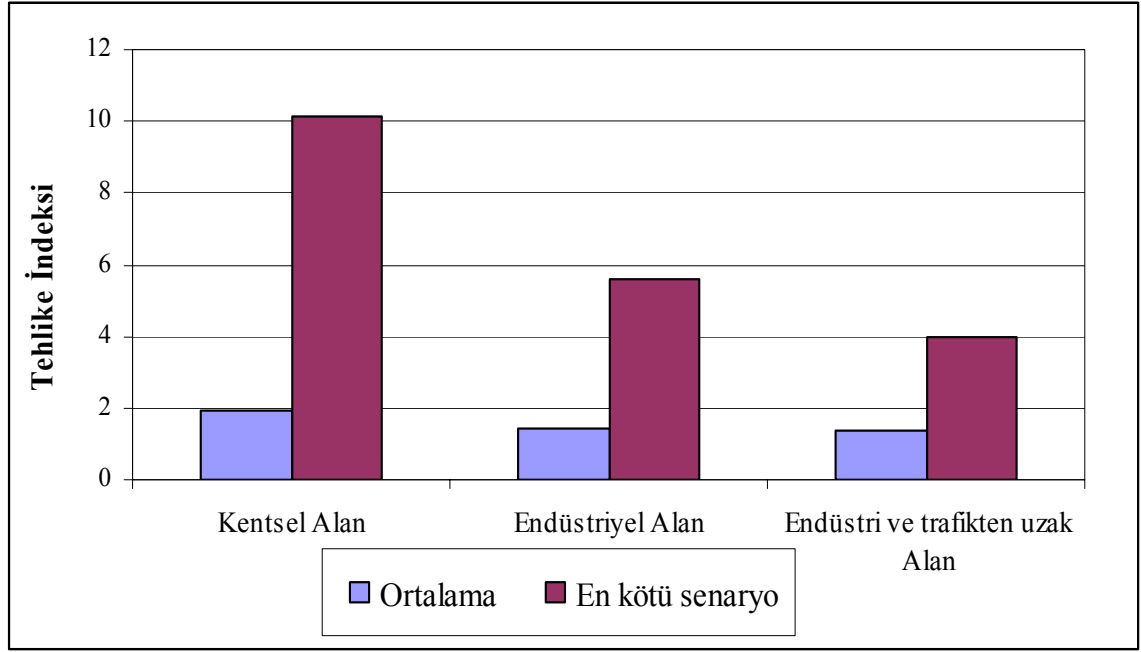
Kanserojenik olmayan etkilerinin belirlenebilmesi için kullanılan “Toplam Tehlike İndeksi” değerlerine ortalama konsantrasyon değerleri göz önüne alınarak bakıldığında her 3 alanda da birbirine yakın olduğu ve kentsel alanlarda sınır değer olarak kabul ettiğimiz 1’in 1,90 katı, endüstriyel alanlarda sınır değer 1,41 katı, endüstri ve trafikten uzak alanlarda ise 1,36 katı olduğu tespit edilmiştir. Her 3 alanda da en yüksek konsantrasyonları göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda “En Kötü Senaryo” değerleri ise, kentsel alanlarda sınır değer 10,11 katı, endüstriyel alanlarda sınır değer 5,6 katı, endüstri ve trafikten uzak alanlarda ise sınır değer 3,95 katı olduğu tespit edilmiştir. Kanserojen olmayan kirleticiler için ortalama konsantrasyonlar dikkate alındığında yapılan hesaplamalarda “Toplam

Tehlike İndeksi” her 3 alanda da birbirine yakın değerlere sahip olduğu ancak kötü senaryo açısından değerlendirildiğinde kentsel alandaki riskin endüstri ve trafikten uzak alanlara göre yaklaşık 2,5 kat daha yüksek olduğu Tablo 4.30 ve Şekil 4.24’de görülmektedir.

Tablo 4.30: Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlarda tehlike indeksi değerlendirmesi

Bileşikler	KENTSEL ALAN		ENDÜSTRİYEL ALAN		ENDÜSTRİ VE TRAFİKTEN UZAK ALAN	
	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo
Hegzan	$1,33.10^{-2}$	$5,38.10^{-2}$	$2,34.10^{-2}$	$2,59.10^{-1}$	$1,41.10^{-2}$	$4,25.10^{-2}$
Benzen	$2,86.10^{-1}$	<b>1,2</b>	$2,75.10^{-1}$	<b>1,05</b>	$2,66.10^{-1}$	<b>1,02</b>
Stiren	$7,38.10^{-3}$	$3,37.10^{-2}$	$7,58.10^{-3}$	$2,15.10^{-2}$	$1,28.10^{-2}$	$5,97.10^{-2}$
Siklohegzan	$1,20.10^{-3}$	$5,17.10^{-3}$	$9,84.10^{-4}$	$3,53.10^{-3}$	$8,74.10^{-4}$	$2,70.10^{-3}$
Toluen	$1,08.10^{-2}$	$7,22.10^{-2}$	$1,25.10^{-2}$	$7,52.10^{-2}$	$5,41.10^{-3}$	$1,67.10^{-2}$
Etilbenzen	$1,33.10^{-2}$	$6,62.10^{-2}$	$1,10.10^{-2}$	$4,27.10^{-2}$	$7,77.10^{-3}$	$1,70.10^{-2}$
Ksilenler	$2,76.10^{-1}$	<b>1,22</b>	$2,43.10^{-1}$	$8,67.10^{-1}$	$2,36.10^{-1}$	$7,49.10^{-1}$
Metilsiklohegzan	$1,61.10^{-3}$	$4,08.10^{-3}$	$2,03.10^{-3}$	$6,31.10^{-3}$	$1,58.10^{-3}$	$4,34.10^{-3}$
1,2,4-Trimetilbenzen	$6,87.10^{-1}$	<b>4,96</b>	$3,35.10^{-1}$	<b>1,42</b>	$3,92.10^{-1}$	$9,83.10^{-1}$
1,3,5-Trimetilbenzen	$6,07.10^{-1}$	<b>2,49</b>	$4,98.10^{-1}$	<b>1,85</b>	$4,24.10^{-1}$	<b>1,06</b>
$\Sigma$ Tehlike İndeksi	<b>1,90</b>	<b>10,11</b>	<b>1,41</b>	<b>5,60</b>	<b>1,36</b>	<b>3,95</b>

Tabloda koyu ile yazılanlar, tehlike indeksi için sınır değer olan 1’i aşan değerlerdir.



Şekil 4.24: Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlarda tehlike indeksi değerlendirilmesi

#### 4.7.3. Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde kanserojenik ve kanserojenik olmayan risklerin değerlendirilmesi

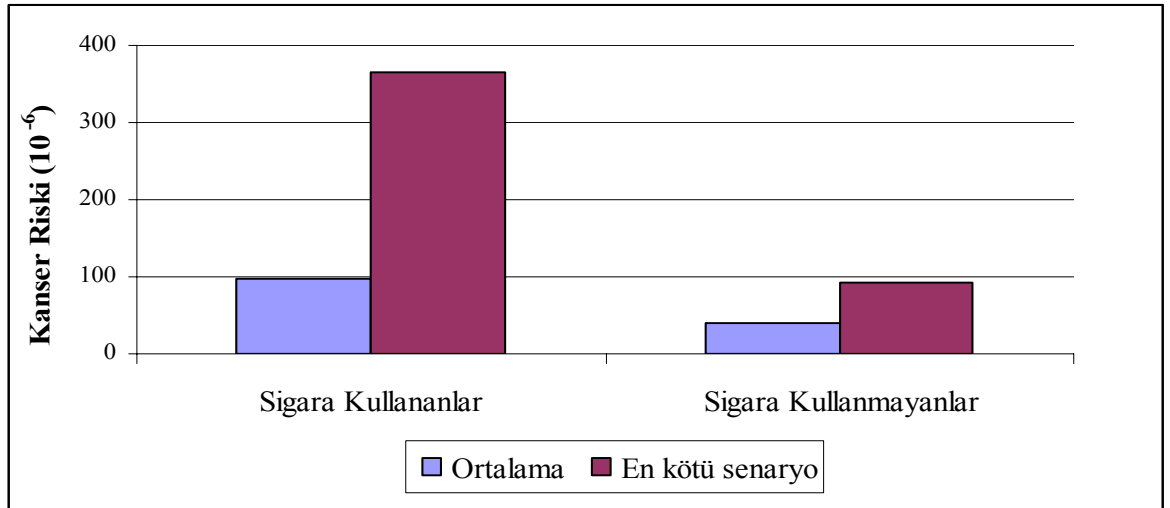
Önceki bölümlerde farklı mikroçevreler ve farklı alanlar için yapılan sağlık risk değerlendirilmesi bu bölümde sigara kullanan ve kullanmayan kişiler için yapılmıştır. Sigara kullanan ve kullanmayan kişiler için “Toplam Kanser Riski” değerleri her bir kirleticinin neden olduğu sağlık riskinin toplamları alınmak suretiyle Tablo 4.31’de verilmektedir. Ortalama konsantrasyon değerleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda Toplam Kanser Riskleri sigara kullanan kişilerde sınır değerın 98,7 katı ( $9,87 \cdot 10^{-5}$ , 1 milyonda 99 kişinin kanser riski taşıdığı), sigara kullanmayan kişilerde sınır değerın 39,7 katı ( $3,97 \cdot 10^{-5}$ , 1 milyonda 40 kişinin kanser riski taşıdığı) olduğu tespit edilmiştir. Her 2 grubun en yüksek konsantrasyonları göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda “En Kötü Senaryo” değerleri ise, sigara kullananlarda sınır değerın 365 katı ( $3,65 \cdot 10^{-4}$ , 1 milyonda 365 kişinin kanser riski taşıdığı), sigara kullanmayanlarda sınır değerın 92.3 katı ( $9,23 \cdot 10^{-5}$ , 1 milyonda 92 kişinin kanser riski taşıdığı) olduğu tespit edilmiştir. Hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo dikkate alındığında sigara kullanan kişilerin kullanmayanlara

nazaran yaklaşık 2-4 kat dolayında daha fazla kanser riski taşıdıkları Tablo 4.31 ve Şekil 4.25’den görülmektedir. Bu durum sigara kullanımının kirlenici bir kaynak olarak tek başına ne kadar önemli bir sağlık riski oluşturduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 4.31: Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde kanser riski değerlendirmesi

Bileşikler	SİGARA KULLANANLAR		SİGARA KULLANMAYANLAR	
	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo
Benzen	$8,11.10^{-5}$	$2,82.10^{-4}$	$3,23.10^{-5}$	$7,37.10^{-5}$
Stiren	$1,63.10^{-6}$	$9,73.10^{-6}$	$7,63.10^{-7}$	$2,48.10^{-6}$
Etilbenzen	$1,60.10^{-5}$	$7,29.10^{-5}$	$6,65.10^{-6}$	$1,61.10^{-5}$
$\Sigma$ Kanser Riski	$9,87.10^{-5}$	$3,65.10^{-4}$	$3,97.10^{-5}$	$9,23.10^{-5}$

Tabloda koyu ile yazılanlar, kanser riski için sınır değer olan  $1,00E-06$ 'yı aşan değerlerdir.



Şekil 4.25: Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde kanser riski değerlendirilmesi

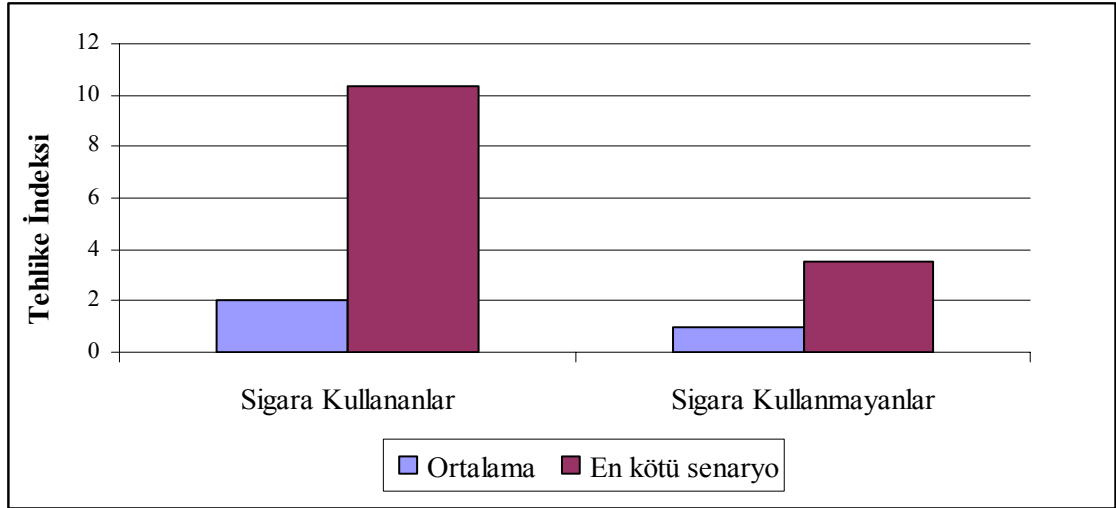
Kanserojenik olmayan etkilerinin belirlenebilmesi için kullanılan “Toplam Tehlike İndeksi” değerlerine ortalama konsantrasyon değerleri göz önüne alınarak bakıldığında sigara kullananlarda sınır değer olarak kabul ettiğimiz 1’in 2 katı, sigara kullanmayanlarda ise 0.96 değeriyle sınır değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Her 2 grubun da en yüksek konsantrasyonları göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda “En Kötü Senaryo” değerleri ise, sigara kullananlarda sınır değerinin 10,34 katı, sigara kullanmayanlarda ise sınır değerinin 3,5 katı olduğu tespit edilmiştir. Kanserojen olmayan kirleniciler için hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo dikkate alındığında yapılan hesaplamalarda “Toplam Tehlike İndeksi” sigara

kullananlarda kullanmayanların 2-3 katı dolayında olduğu Tablo 4.32 ve Şekil 4.26'da görülmektedir.

Tablo 4.32: Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde tehlike indeksi değerlendirilmesi

Bileşikler	SİGARA KULLANANLAR		SİGARA KULLANMAYANLAR	
	Ortalama	En kötü senaryo	Ortalama	En kötü senaryo
Hegzan	$2,10 \cdot 10^{-2}$	$2,59 \cdot 10^{-1}$	$6,56 \cdot 10^{-3}$	$2,75 \cdot 10^{-2}$
Benzen	$3,47 \cdot 10^{-1}$	<b>1,20</b>	$1,38 \cdot 10^{-1}$	$3,15 \cdot 10^{-1}$
Stiren	$9,97 \cdot 10^{-3}$	$5,97 \cdot 10^{-2}$	$4,68 \cdot 10^{-3}$	$1,52 \cdot 10^{-2}$
Siklohegzan	$1,29 \cdot 10^{-3}$	$5,17 \cdot 10^{-3}$	$6,47 \cdot 10^{-4}$	$1,43 \cdot 10^{-3}$
Toluen	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$7,52 \cdot 10^{-2}$	$4,76 \cdot 10^{-3}$	$1,14 \cdot 10^{-2}$
Etilbenzen	$1,46 \cdot 10^{-2}$	$6,62 \cdot 10^{-2}$	$6,04 \cdot 10^{-3}$	$1,46 \cdot 10^{-2}$
Ksilenler	$3,05 \cdot 10^{-1}$	<b>1,22</b>	$1,61 \cdot 10^{-1}$	$5,22 \cdot 10^{-1}$
Metilsiklohegzan	$2,10 \cdot 10^{-3}$	$6,31 \cdot 10^{-3}$	$9,67 \cdot 10^{-4}$	$3,03 \cdot 10^{-3}$
1,2,4-Trimetilbenzen	$6,44 \cdot 10^{-1}$	<b>4,96</b>	$2,96 \cdot 10^{-1}$	<b>1,64</b>
1,3,5-Trimetilbenzen	$6,40 \cdot 10^{-1}$	<b>2,49</b>	$3,44 \cdot 10^{-1}$	$9,49 \cdot 10^{-1}$
$\Sigma$ Tehlike İndeksi	<b>2,00</b>	<b>10,34</b>	0,96	<b>3,50</b>

Tabloda koyu ile yazılanlar, tehlike indeksi için sınır değer olan 1'i aşan değerlerdir.



Şekil 4.26: Sigara kullanan ve kullanmayan kişilerde tehlike indeksi değerlendirilmesi

#### **4.8. Reseptör (Alıcı Ortam) Modelleme Tekniği Kullanılarak Kirletici Kaynakların Belirlenmesi**

Çalışma bölgesinde incelenen kirlilik düzeylerine neden olan kirletici kaynakların belirlenmesi amacıyla veri setine çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinden biri olan ve son yıllarda yaygın olarak kullanılan PMF (Pozitif Matris Faktörizasyonu) modeli uygulanmıştır. PMF modeli iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet veri setleri için ayrı ayrı uygulanmıştır.

Farklı mikroçevrelerde (ev, okul ve ofis) kaynak profillerini belirlemek için ilk olarak çalışma kapsamında incelenen tüm değişkenlerle model çalıştırılmıştır. Elde edilen kaynak profilleri ve bunların her faktörde açıklanabilirliği incelendiğinde PMF modeli için iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet veri setleri için en iyi sonuç veren 17 değişkenin kullanılmasına karar verilmiştir. Modelde kullanılan 17 değişken (Hegzan, Benzen, Siklohegzan, Heptan, Toluen, Oktan, Etilbenzen, m,p-ksilen, Stiren, o-ksilen, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen, Dekan, 1,2,4-Trimetilbenzen, 1,2,3-Trimetilbenzen, Andekan, Dodekan) kirleticiler hakkında bilgi sahibi olmak için çok elverişli bir imkan tanımıştır. Bu kadar çok sayıda değişken ile modeli çalıştırmak hata paylarının da oldukça düşük olması gibi avantajlar sağlamaktadır. Ancak çok sayıda değişken ile çalışmak ancak yeterli sayıda örnek ile daha anlamlı hale gelmektedir. Bu nedenle modelde yaz ve kış mevsimlerinde elde edilen veri setleri birleştirilerek tüm veri seti değerlendirilmiştir. Aynı düşünce ile çalışma kapsamında incelenen 3 okul için elde edilen veri setine PMF modelini uygulamak yüksek belirsizliklere neden olacağından her ikisi de çalışma ortamı kapsamında ele alınan “Ofis ve Okul” veri setleri birleştirilerek incelenmiştir. Ev iç ortamlarına ait veri seti ise ayrı olarak incelenmiştir. Dış ortam ve kişisel maruziyet veri setleri de ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Bölüm 2’de belirtildiği üzere diğer reseptöre yönelik modellere nazaran PMF’in ölçülememiş ya da belirleme sınırı altında kalmış değerleri de uygun belirsizlikler atayarak modellemeye dahil etmesi gibi bir avantajı bulunmaktadır. Dolayısı ile bu belirsizlikleri saptamak PMF analizlerinde en önemli parametre olmaktadır. Bu çalışmada Bölüm 2’de anlatılan, Paatero (2002) tarafından geliştirilen yöntem

kullanılarak belirsizlikler hesaplanmıştır. Polissar ve diğ. (2001) tarafından uygulanan yaklaşım ile modelde kullanılacak belirsizlikler hesaplanmıştır. Polissar'ın yaklaşımında, belirleme sınırının altındaki değerler, o parametrenin belirleme sınırının yarısı ile değiştirilmiştir. Ölçülemeyen değerlerin yerine ise o parametrenin geometrik ortalama değeri yazılması uygun görülmüştür. Belirleme sınırının altında kalan değerlerin belirsizlikleri belirleme sınırının altında beşi olarak hesaplamaya dahil edilmiştir. Bu çalışmada ölçülememiş değer bulunmadığından böyle bir uygulamaya gerek kalmamıştır. Belirleme sınırının üstündeki veri noktalarının belirsizlikleri hesaplanırken ölçülen değerlerin yüzde beşi ile belirleme limiti toplanmıştır.

PMF analizi için Paatero (2002) tarafından geliştirilen PMF versiyon 4.2 yazılımı kullanılmıştır. Modelin uygulaması sırasında aykırı eşik mesafe değeri,  $\alpha$ , olarak modelin standart değeri olan 4.0 alınmıştır. Teorik Q ile model sonucu elde edilen Q arasında en iyi yaklaşımı sağlayan C3 değerinin belirlenmesi için 0.01, 0.05 ve 0.10 değerleriyle denemeler yapılmış ve en iyi sonuç C3'ün 0.10 değerinde elde edilmiştir. Her bir veri seti modellenirken 10 seed değeri denenmiş ve minimum Q değeri elde edilmeye çalışılmıştır. Minimum Q değeri elde edilen seed değeri belirlendikten sonra çeşitli F-PEAK değerleri denenmiş ve her bir model çalışması sonrasında faktörlerin G-skor değerleri arasındaki korelasyona ve Q değerinin ne kadar arttığına bakılmıştır. Modellemeler sonucunda standartlaştırılmış hata dağılımı -2.0 ile 2.0 dışında kalan parametrelerin belirsizlikleri 4 katına kadar artırılmıştır.

#### **4.8.1. Dış ortam kirletici kaynaklarının belirlenmesi**

Dış ortam veri setine uygulanan PMF modeli sonucunda elde edilen “Kütle Profilleri” ve “Açıklanabilir Değişimler” Şekil 4.27’de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi dış ortam kirlilik düzeylerine 6 kaynak etki etmektedir. Burada her bir kaynak profili, kirliliğe neden olan her bir kaynağa işaret etmektedir. Elde edilen kaynak profillerinin katkı oranları yüzdesel olarak Şekil 4.28’da verilmektedir. Ayrıca modelin başarısını ortaya koyabilmek amacıyla modelden elde edilen kütle konsantrasyonları ile analizler sonucunda elde edilen kütle konsantrasyonları arasındaki korelasyon Şekil 4.29’da verilmektedir. Şekil 4.29’dan görüleceği gibi

model sonucunda elde edilen yüksek korelasyon ( $R^2=0.9769$ ) modelin belirlediği kaynak profillerinin güvenilirliğini göstermektedir.

Dış ortam için elde edilen kaynak profillerini belirlemek amacıyla USEPA'nın SPECIATE versiyon 4.0 (USEPA, 2006) veri tabanı ve literatürden faydalanılmıştır. EPA'nın sözü geçen veri tabanı 1215'i Gaz Profili ve 2865'i Partikül Madde Profili olmak üzere toplam 4080 kaynak profili içeren çok kapsamlı bir veri setidir.

#### Dış Ortam Kirletici Kaynakları Açıklamaları

Faktör 1: Şekil 4.27 incelendiğinde Faktör 1 için Benzen, Toluen, Etilbenzen, Ksilenler, Stiren, Nonan ve 1,3,5-Trimetilbenzen'in kütle profilleri yüksek bulunmuştur. Özellikle Benzen, Toluen, Etilbenzen ve Ksilenlerin bu faktör altında yüksek kütle profillerinde bulunması USEPA SPECIATE veri tabanındaki "Benzinli Araç Emisyonları" için verilen kaynak profilleri ile çok uyumlu bulunmuştur. Bu faktörde benzinli araç emisyonlarının en önemli göstergesi olarak Ksilenlerin diğer UOBlere oranla yüksek kütle konsantrasyonlarına sahip olması kaynağın tanımlanmasında kolaylık sağlamaktadır. Ksilenlerin yaklaşık %50'si sadece bu faktör ile açıklanabilmektedir. Açıklamalar ışığında Faktör-1 "Benzinli Araç Emisyonları" olarak adlandırılmıştır. Şekil 4.28'e bakıldığında Benzinli Araçlardan kaynaklanan kirliliğin toplam kirlilikteki payının %15 olduğu görülmektedir.

Faktör 2: Şekil 4.27'de görüldüğü gibi Faktör 2'de; Heptan, Dekan, 1,2,4-Trimethylbenzene, 1,2,3-Trimethylbenzene ve Dodekan bileşiklerinin yüksek kütle profiline sahip olduğu görülmektedir. Bu faktörde gözlenen kirleticiler yanma kaynaklı kirleticilerden oluşmaktadır. Bu nedenle bu faktör "Fosil Yakıtların Yanması" kaynağı olarak ön plana çıkmaktadır. Kocaeli İl Çevre ve Orman Bakanlığında alınan verilere göre bölgede evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıt türleri % 62 kömür, % 18 doğal gaz, % 17 odun, % 3 fuel oil şeklindedir. Evsel ısınmanın yanısıra endüstride ve taşıt araçlarında kullanılan fosil yakıtlar düşünüldüğünde bölgede "Yanma" kaynaklı önemli bir kirliliğin söz konusu olduğunu göstermektedir. Yanma kaynaklı kirliliğin toplam kirlilikteki payının %10 olduğu Şekil 4.28'de görülmektedir.



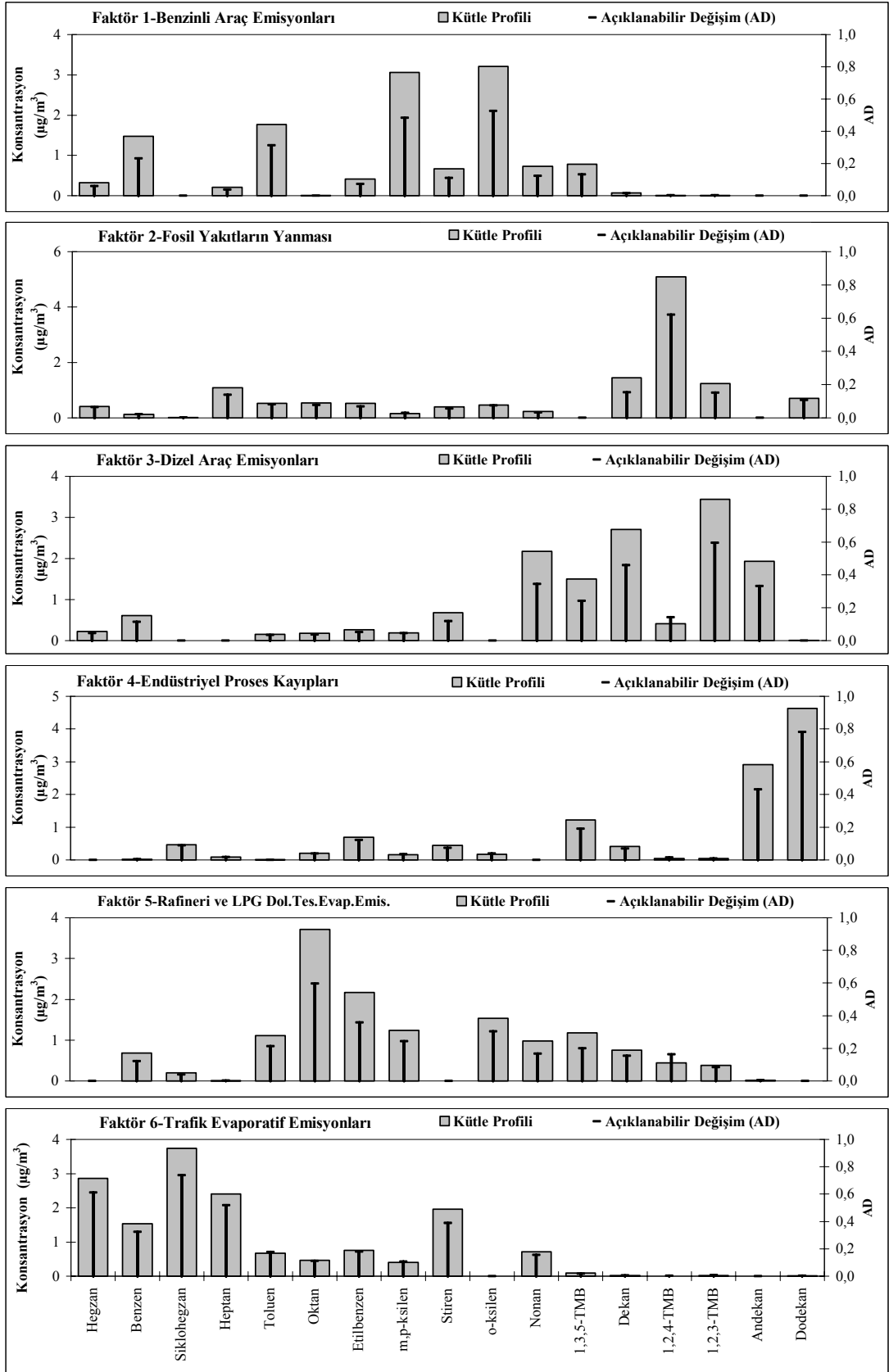
Faktör 3: Şekil 4.27 incelendiğinde Faktör 3’de ağır molekül ağırlıklı organik kirleticilerin ön planda olduğu görülmektedir. Faktör 3’de Benzen ve Stirenin yanısıra özellikle Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen, Dekan, 1,2,4-Trimetilbenzen, 1,2,3-Trimetilbenzen ve Andekan gibi yüksek molekül ağırlıklı bileşikler yüksek kütle profillerine sahiptir. Özellikle yüksek molekül ağırlıklı UOBlerin bu faktör altında yüksek kütle profillerinde bulunması USEPA SPECIATE veri tabanındaki “Dizel Araç Emisyonları” için verilen kaynak profilleri ile çok uyumlu bulunmuştur. Ayrıca dizel araçların en önemli iz bileşiklerinden CO ile Faktör 3 arasında hesaplanan yüksek korelasyon kaynağın tanımlanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle Faktör 5 “Dizel Araç Emisyonları” olarak tanımlanmıştır. Şekil 4.28’e bakıldığında dizel araçlardan kaynaklanan kirliliğin toplam kirlilikteki payının %18 olduğu görülmektedir.

Faktör 4: Şekil 4.27 incelendiğinde dizel araç emisyonlarındaki gibi yüksek kütle profillerine sahip olmasa da yüksek molekül ağırlığına sahip UOBlerin Faktör 4’de bulunduğu görülmektedir. Bölge 300’ü büyük olmak üzere 1000’in üzerinde endüstri kuruluşunu bünyesinde bulundurması nedeniyle büyük bir kirlilik tehdidi altındadır. Bu sanayi kuruluşları arasında özellikle Türkiye’nin en büyük 3 Lastik endüstrisi birbirlerine çok yakın konumda bulunmaktadırlar. Yine Türkiye’nin tek Tehlikeli ve Klinik Atıkları Yakma ve Depolama Tesisi’de aynı bölgede bulunmaktadır. USEPA’nın veri tabanından (USEPA, 2006) elde edilen bilgiler ışığında sözü geçen tesisler öncelikli olmak üzere çok sayıda tesisin farklı bölümlerinden oluşan proses kayıpları nedeniyle ağır UOBler açığa çıkmaktadır. Bu açıklamalar ışığında Faktör 4 “Endüstriyel Proses Kayıpları” olarak tanımlanmıştır. Şekil 4.28’e bakıldığında Endüstriyel Proses Kayıplarından kaynaklanan kirliliğin toplam kirlilikteki payının %13 olduğu görülmektedir.

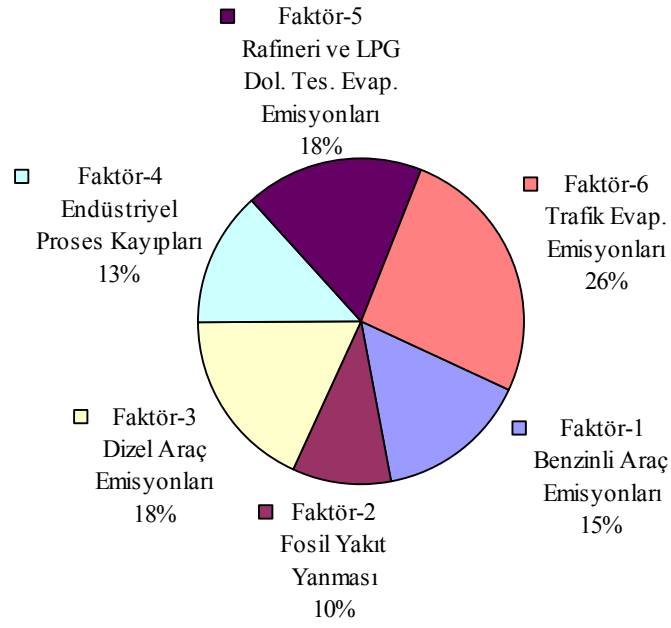
Faktör 5: Organik kirleticilerin büyük bir çoğunluğunun birlikte yer aldığı Faktör 5’de özellikle Benzen, Toluen, Oktan, Etilbenzen, Ksilenler, Nonan gibi organik kirleticilerin yüksek kütle profillerine sahip olduğu gözlenmiştir. Faktör 5’de özellikle düşük molekül ağırlığına sahip UOBlerin yer alması, bölgede kurulu ve Türkiye’nin %30’dan fazla ihtiyacını karşılayan Petrol Rafinerisi ve çok sayıda LPG Dolum Tesisine dikkat çekmektedir. Aynı bölgede bulunan Rafineri ve LPG Dolum

Tesislerinin evaporatif emisyonlarından kaynaklanan yüksek uçuculuğa sahip düşük molekül ağırlıklı UOBler kaynağın belirlenmesinde kolaylık sağlamaktadır. Değerlendirmeler ışığında Faktör 5 “Rafineri ve LPG Dolum Tesisleri Evaporatif Emisyonları” olarak adlandırılmıştır. Faktör 5’in toplam kirlilikteki payının %18 olduğu Şekil 4.28’den görülmektedir.

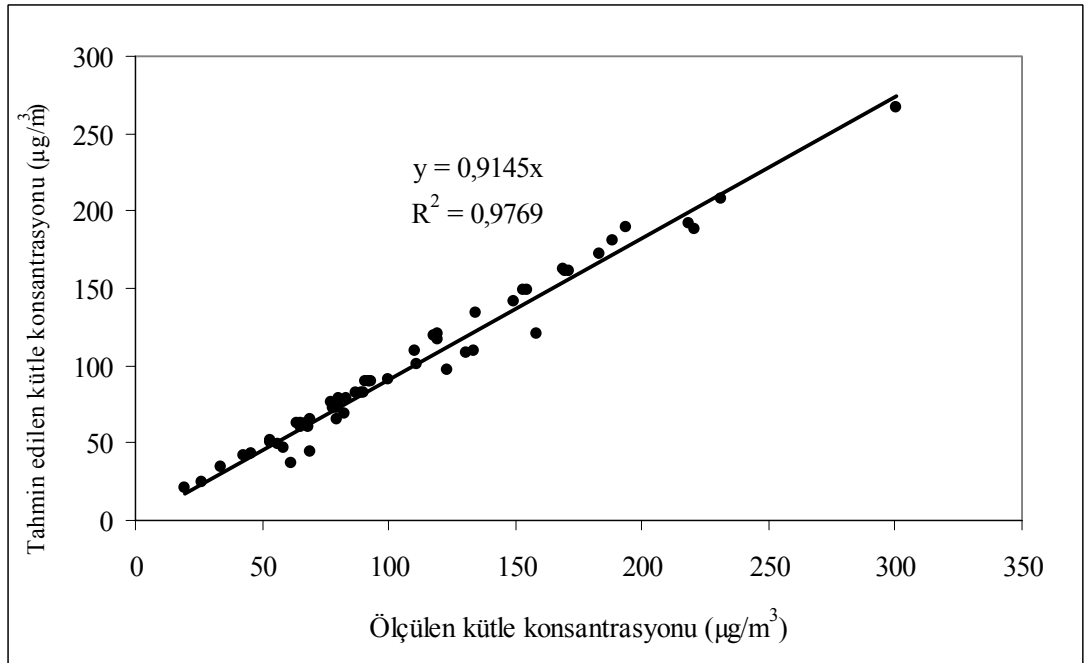
Faktör 6: Düşük molekül ağırlıklı uçucu organik bileşiklerin ağırlıklı olduğu Faktör 6’da Hegzan, Benzen, Siklohegzan, Heptan, Toluen, Oktan, Etilbenzen, m,p-Ksilen, Stiren ve Nonan dikkat çeken bileşikler olmaktadır. Özellikle Benzen, Toluen, Etilbenzen ve Ksilenlerin yanı sıra hegzan, siklohegzan gibi bileşiklerin bu faktör altında gözlenen yüksek kütle profilleri “Trafik Evaporatif Emisyonları” kaynak profilleri ile çok uyumlu bulunmuştur. CO ile Faktör 6 arasındaki korelasyonun yüksek bulunması da ( $R^2=0.75$ ) göz önüne alındığında bu faktörün “Trafik Evaporatif Emisyonları” olarak tanımlanması uygun görünmektedir. Trafik evaporatif emisyonları, benzin istasyonları ve trafikte yer alan araçların yakıt tanklarından meydana gelen buharlaşmalar sonucu açığa çıkmaktadır ve Şekil 4.28’de da görüldüğü gibi toplam kirlilikte %26 gibi yüksek bir yüzdeye sahiptir.



Şekil 4.27: Dış ortam PMF sonuçları



Şekil 4.28:Dış ortam kaynak katkı oranları (%)



Şekil 4.29: Dış ortam için ölçülen ve modelle tahmin edilen kütle konsantrasyonları arasındaki ilişki

#### 4.8.2. İç ortam kirletici kaynaklarının belirlenmesi

İç ortam kirletici kaynaklarının belirlenmesi amacıyla;

1-) Evler,

2-) Ofis ve Okullar için model ayrı ayrı uygulanmıştır.

Dış ortam kirletici kaynakların belirlendiği bir önceki bölümde olduğu gibi iç ortamda da çok sayıda örnekle modeli çalıştırmak belirsizlikleri düşüreceğinden yaz ve kış örnekleme sonuçları ortak bir veri seti olarak alınarak model uygulanmıştır.

##### 4.8.2.1. Evlerde iç ortam kirletici kaynaklarının belirlenmesi

Evlerin iç ortam veri setine 17 bileşik için uygulanan PMF modeli sonucunda elde edilen “Kütle Profilleri” ve “Açıklanabilir Değişimler” Şekil 4.30’de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi evlerin iç ortam kirlilik düzeylerine 6 kaynak etki etmektedir. Elde edilen kaynak profillerinin yüzdesel olarak katkı oranları Şekil 4.31’de verilmektedir. Modelden elde edilen kütle konsantrasyonları ile analizler sonucunda elde edilen kütle konsantrasyonları arasında görülen yüksek korelasyon ( $R^2=0.969$ ) modelin belirlediği kaynak profillerinin güvenilirliğini göstermektedir (Şekil 4.32).

Kaynak profillerini belirlemek amacıyla USEPA’nın SPECIATE versiyon 4.0 (USEPA, 2006) veri tabanı ve literatürden faydalanılmıştır.

##### Evlerin İç Ortam Kirletici Kaynakları Açıklamaları

Faktör 1: Şekil 4.30 incelendiğinde Faktör 1’de Ksilenler, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen, Dekan, 1,2,4-Trimetilbenzen, 1,2,3-Trimetilbenzen, Andekan ve Dodekan bileşikleri için yüksek kütle profilleri elde edilmiştir. Bu faktörde gözlenen kirleticiler dışortam veri setinde faktör 2’de de saptandığı gibi yanma kaynaklı kirleticilerden oluşmaktadır. Özellikle 1,2,4-Trimetilbenzen literatürde kömür yanması kaynaklı kirletici olarak belirtilmektedir. Tüm bu değerlendirmeler neticesinde Faktör 1; “Fosil Yakıtların Yanması” kaynağı olarak ön plana

çıkarmaktadır. Bu bilgiler ışığında, “Fosil Yakıt Yanması” nedeniyle açığa çıkan kirleticilerin evlerin iç ortamlarına taşınım yoluyla ulaştığını ve iç ortam kirliliğine önemli düzeylerde katkı sağladığını söylenebilir. Şekil 4.31’e bakıldığında Fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan kirliliğin evlerin iç ortamlarında toplam kirlilikteki payının %17 olduğu görülmektedir.

Faktör 2: Faktör 2’de organik bileşiklerin tamamına yakını yer almaktadır. Hegzan, Benzen, Siklohegzan, Heptan, Toluen, Oktan, Ksilenler, Stiren, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen ve 1,2,3-Trimetilbenzen için kütle profilleri yüksek bulunmuştur. Bu faktör altında yüksek kütle profillerine sahip bileşenler EPA SPECIATE veri tabanındaki “Motorlu Araç Emisyonları” için verilen kaynak profilleri ile uyumlu bulunmuştur. Ayrıca bu faktör altında yüksek kütle profillerine sahip UOBler yapılan benzer çalışmalarda (Scheff ve diğ., 1989; Barrefors ve Petersson, 1993; Watson ve diğ., 2001) motorlu araç emisyonları ile ilişkilendirilmiştir. Dış ortam PMF sonuçlarında benzinli ve dizel araç emisyonları şeklinde ayrılan faktörlerin kompozisyonları iç ortam için uygulanan PMF sonuçlarında tek bir faktör altında birleşmişlerdir. Benzinli ve dizel araçların tümünü ifade etmesi nedeniyle Faktör 2 “*Motorlu Araç Emisyonları*” olarak adlandırılmıştır. Böylece Faktör 2, dış ortamdan iç ortama taşınan ve iç ortam kirlilik düzeylerine etki eden diğer bir kaynağı göstermektedir. Şekil 4.31’e bakıldığında Motorlu Araçlardan kaynaklanan kirliliğin toplam kirlilikteki payının %18 olduğu görülmektedir.

Faktör 3: Şekil 4.30 de görüldüğü üzere Faktör 3’de Hegzan, Siklohegzan, Oktan, Etilbenzen, Ksilenler, Nonan gibi organik kirleticilerin yüksek kütle konsantrasyonlarında bulunması dikkat çekmektedir. Faktör 3’de özellikle hafif molekül ağırlığa sahip UOBlerin yer alması, bölgede kurulu ve Türkiye’nin %30’dan fazla ihtiyacını karşılayan Petrol Rafinerisi ve çok sayıda LPG Dolum Tesisine dikkat çekmektedir. Aynı bölgede bulunan Rafineri ve LPG Dolum Tesislerinin evaporatif emisyonlarından kaynaklanan yüksek uçuculuğa sahip düşük molekül ağırlıklı UOBler kaynağın belirlenmesinde kolaylık sağlamaktadır. Değerlendirmeler ışığında Faktör 3 “*Rafineri ve LPG Dolum Tesisleri Evaporatif Emisyonları*” olarak adlandırılmıştır. Faktör 3’ün toplam kirlilikteki payının %12 olduğu Şekil 4.31’den görülmektedir.

Faktör 4: Faktör 4 (Şekil 4.30) yüksek kütle profillerine sahip Hegzan, Benzen, Heptan, Etilbenzen, Stiren, 1,2,3-Trimetilbenzen, Andekan ve Dodekan bileşiklerini içermektedir. Bölgede kurulu çok sayıda endüstri kuruluşu arasında özellikle Türkiye'nin 3 büyük Lastik Endüstrisi ve Türkiye'nin tek Tehlikeli ve Klinik Atıkları Yakma ve Depolama Tesisi'nde aynı bölgede bulunmaktadır. USEPA'nın veri tabanından (USEPA SPECIATE versiyon 4.0) elde edilen bilgiler ışığında sözü geçen tesisler öncelikli olmak üzere bölgedeki çok sayıda tesisin farklı bölümlerinden kaynaklanan proses kayıpları sonucunda UOBler açığa çıkmaktadır. Dolayısıyla Faktör 4 "Endüstriyel Proses Kayıpları" olarak tanımlanmıştır. Böylece Faktör 4'de bir dış ortam kirleticisi olarak iç ortamlara etki eden faktör olarak bulunmuştur. Şekil 4.31'e bakıldığında Endüstriyel Proses Kayıplarından kaynaklanan kirliliğin ev iç ortamlarında toplam kirlilikteki payının %15 olduğu görülmektedir.

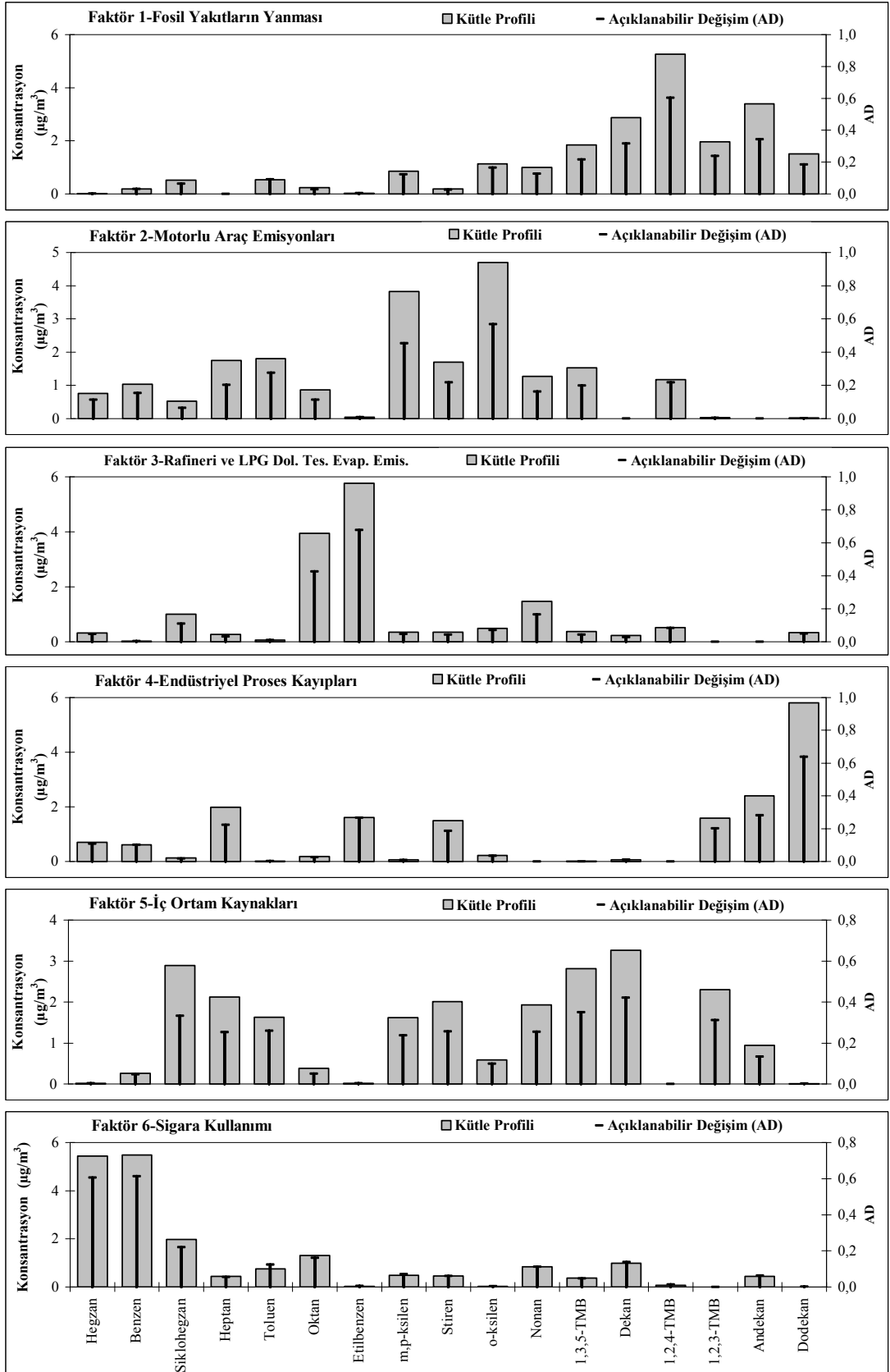
Faktör 5: Faktör 5 incelenen UOBlerin neredeyse tamamına yakınından oluşmaktadır. Şekil 4.30'den görüldüğü gibi incelenen tüm UOBler bu faktör altında yüksek kütle profillerine sahip bulunmuştur. EPA SPECIATE veri tabanında iç ortama ilişkin verilen çok sayıda kaynak profili incelendiğinde bu faktör altında çıkan bileşiklerin iç ortam kaynaklarının neden olduğu kirliliğe işaret etmektedir. Bu faktörde görülen UOBler için özellikle evlerde kullanılan temizlik maddeleri ve çok sayıdaki ticari ürününü gösterebiliriz. Verilerin değerlendirilmesi bölümünde Siklohegzan, Heptan, Toluen, Stiren, 1,3,5-Trimetilbenzen ve Dekan bileşikleri için, evlerde iç ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonlarının birbiri ile uyumlu iken dış ortam konsantrasyonlarından 2 ila 4 kat dolaylarında fazla olduğu, bu nedenle evlerde bu bileşikler için dış ortamdaki ziyade iç ortamlarda daha baskın kaynakların olduğuna işaret edilmişti. Bu durum PMF tekniği uygulaması sonucunu desteklemektedir. Bu nedenle Faktör 5 "İç Ortam Kirletici Kaynakları" olarak adlandırılmıştır. Faktör 5'nin toplam kirlilikteki payının %21 olduğu Şekil 4.31'den görülmektedir.

Faktör 6: Çalışma kapsamında incelenen organik kirleticiler ile ilgili olarak daha önceki bölümlerde yapılan değerlendirmelerde sigara kullanımı ile organik kirletici konsantrasyonları arasındaki ilişkiler kapsamında sigara kullananlar ve

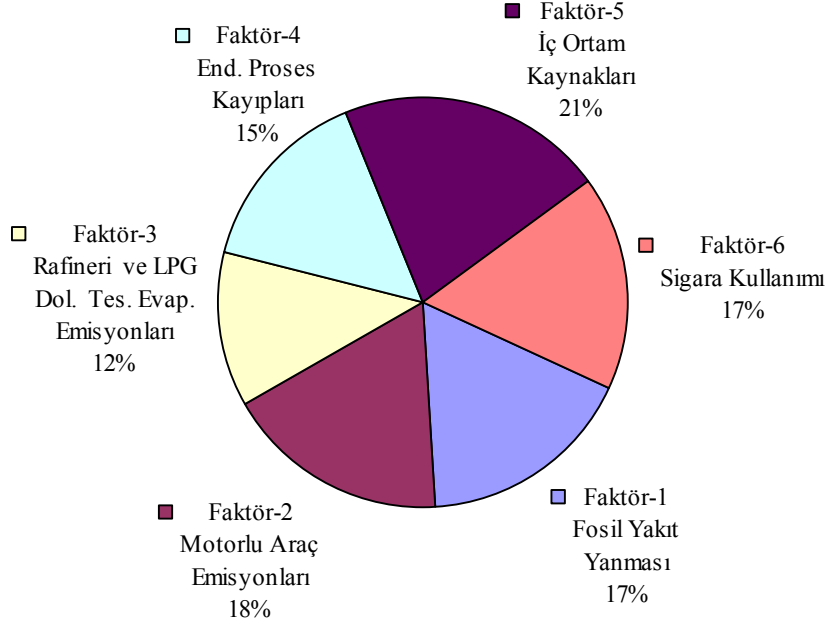
kullanmayanların konsantrasyon oranlarının (Tablo.4.20) 1'in üzerinde (Hegzan (2,7), Benzen (2,7), Siklohegzan (1,9), Toluen (2,2) ve Oktan (1,8)) olduğu bulunmuştı. Elde edilen oranlar PMF modeli sonuçları ile birlikte ele alındığında iç ortamlarda gözlenen kirlilik düzeylerinde sigara kullanımının önemli bir katkı sağlayan kaynak olarak ön plana çıktığını göstermektedir. Değerlendirmeler ışığında Faktör 6 "Sigara Kullanımı" faktörü olarak adlandırılırken kullanılan sigaraların iz bileşikleri olarak Hegzan, Benzen, Siklohegzan, Toluen ve Oktan belirlenmiştir. Faktör 6'in toplam kirlilikteki payının %17 olduğu Şekil 4.31'den görülmektedir.

Pay grafiğinden (Şekil 4.31) elde edilen sonuçlar dikkate alındığında evlerin iç ortamlarında elde edilen kirliliğin yaklaşık %30'u iç ortam kaynaklı iken %70'lik dilimin dış ortamlardan kaynaklandığı görülmektedir.

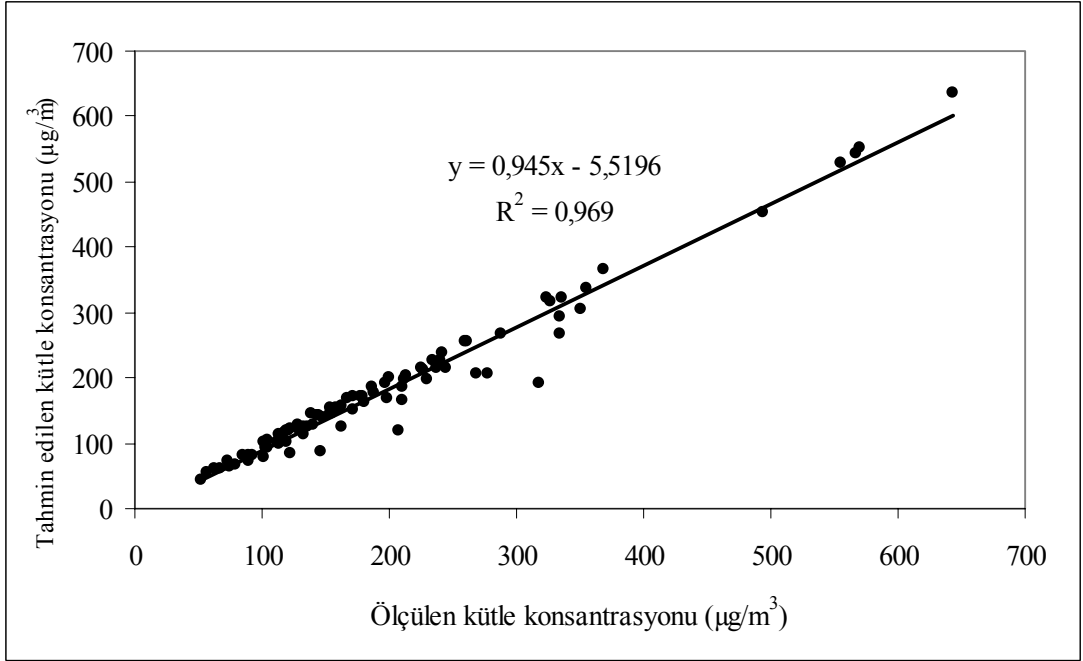




Şekil 4.30: Evler için iç ortam PMF sonuçları



Şekil 4.31: Evler için iç ortam kaynak katkı oranları (%)



Şekil 4.32: Evlerde iç ortam için ölçülen ve model ile tahmin edilen kütle konsantrasyonları arasındaki ilişki

#### 4.8.2.2. Ofis ve okullarda iç ortam kirletici kaynaklarının belirlenmesi

Ofis ve okulların iç ortamları için oluşturulan veri setine uygulanan PMF modeli sonucunda elde edilen “Kütle Profilleri” ve “Açıklanabilir Değişimler” Şekil 4.33’de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi ofis ve okulların iç ortam kirlilik düzeylerine 6 kaynak etki etmektedir. Elde edilen kaynak profillerinin yüzdesel olarak katkı oranları Şekil 4.34’de verilmektedir. Modelden elde edilen kütle konsantrasyonları ile analizler sonucunda elde edilen kütle konsantrasyonları arasındaki korelasyonun yüksek ( $R^2=0.9407$ ) olması modelin belirlediği kaynak profillerinin güvenilirliğini göstermektedir (Şekil 4.35)

Ofis ve okulların iç ortamları için elde edilen kaynak profillerini açıklamak amacıyla USEPA’nın SPECIATE versiyon 4.0 (USEPA, 2006) veri tabanı ve literatürden faydalanılmıştır.

#### Ofis ve Okulların İç Ortam Kirletici Kaynakları Açıklamaları

Faktör 1: Faktör 1’de organik bileşiklerin tamamına yakını yer almaktadır. Sikloheksan, Oktan, Ksilenler, 1,3,5-Trimetilbenzen, 1,2,3-Trimetilbenzen ve Andekan bileşiklerinin oldukça yüksek kütle profiline sahip olduğu Şekil 4.33 de görülmektedir. Bu faktör altında yüksek kütle profillerine sahip bileşikler EPA SPECIATE veri tabanındaki “Motorlu Araç Emisyonları” için verilen kaynak profilleri ile uyumlu bulunmuştur. Ayrıca bu faktör altında yüksek kütle profillerine sahip UOBler yapılan benzer çalışmalarda (Scheff ve diğ., 1989; Barrefors ve Petersson, 1993; Watson ve diğ., 2001) motorlu araç emisyonları ile ilişkilendirilmiştir. Dış ortam PMF sonuçlarında benzinli ve dizel araç emisyonları şeklinde ayrılan faktörlerin kompozisyonları evlerin iç ortam PMF sonuçlarında olduğu gibi ofisler ve okullar içinde tek bir faktör altında birleşmişlerdir. Benzinli ve dizel araçların tümünü ifade etmesi nedeniyle Faktör 1 “Motorlu Araç Emisyonları” olarak adlandırılmıştır. Böylece Faktör 1, dış ortamdan iç ortama taşınan ve iç ortam kirlilik düzeylerine etki eden diğer bir kaynağı göstermektedir. Şekil 4.34’e bakıldığında Motorlu Araçlardan kaynaklanan kirliliğin toplam kirlilikteki payının %21 olduğu görülmektedir.

Faktör 2: Şekil 4.33 incelendiğinde Faktör 2; Siklohegzan, Oktan, Etilbenzen, m,p-Ksilen, Dekan, 1,2,4-Trimetilbenzen, 1,2,3-Trimetilbenzen ve Dodekan gibi UOBler için yüksek kütle profilleri elde edilmiştir. Bu faktörde gözlenen kirleticiler yanma kaynaklı kirleticilerden oluşmaktadır. Dış ortam, ve ev iç ortam PMF sonuçlarında Fosil Yakıtların Yanması” kaynağı olarak isimlendirilen faktörlerde görüldüğü gibi (Şekil 4.27; Faktör 2, Şekil 4.29 Faktör 1) bu faktörde de 1,2,4-Trimetilbenzen’in diğer kirleticiler içinde oldukça yüksek kütle profilinde bulunması nedeniyle Faktör 2’ün “Fosil Yakıt Yanması” şeklinde isimlendirilmiştir. Bu bilgiler ışığında, önemli bir dış ortam kirlilik kaynağı olan “Fosil Yakıt Yanması” nedeniyle açığa çıkan kirleticilerin evlerin iç ortamlarında olduğu gibi ofis ve okulların iç ortamlarına da taşınım yoluyla ulaştığını ve iç ortam kirliliğine önemli düzeylerde katkı sağladığını söyleyebiliriz. Faktör 2’nin toplam kirlilikteki payının %13 olduğu Şekil 4.34’den görülmektedir.

Faktör 3: Faktör 3 Şekil 4.33’den de görüldüğü gibi incelenen UOBler içinde özellikle Siklohegzan, Heptan, Toluen, Oktan, Etilbenzen, Stiren, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen ve Dekan bileşiklerinin yüksek kütle profiline sahip olmaktadır. Bu faktör altında bulunan bileşikler EPA SPECIATE veri tabanında iç ortama ilişkin verilen çok sayıda kaynak profili incelendiğinde ofis ekipmanlarından kaynaklanan ürün emisyonları olarak tanımlanmaktadır. Bu faktörde görülen UOBlerin kaynakları olarak çalışma ortamlarında kullanılan yazıcılar ve çeşitli ekipmanlar ile büro mobilyalarını örnek olarak verebiliriz. Verilerin değerlendirilmesi bölümünde yer alan Tablo 4.15 de görüldüğü gibi, Siklohegzan, Heptan, Etilbenzen, Stiren, Nonan 1,3,5-trimetilbenzen ve dekan, bileşikleri için, ofislerde iç ortam ve kişisel maruziyet konsantrasyonlarının birbiri ile uyumlu iken dış ortam konsantrasyonlarından 2-5 kat dolaylarında fazla olduğu, bu nedenle bu bileşikler için dış ortamdaki ziyade ofis iç ortamlarında daha baskın kaynakların olduğuna işaret edilmişti. PMF tekniği uygulaması sonucunda da bu bileşiklerin aynı faktörde yüksek kütle profillerine sahip olması çalışma iç ortamlarında kirliliğe neden olan bileşiklerin belirlenmesinde kolaylık sağlamıştır. Bu nedenle Faktör 3 “İç Ortam Kirletici Kaynakları” olarak adlandırılmıştır. Faktör 3’ün toplam kirlilikteki payının %11 olduğu Şekil 4.34’den görülmektedir.

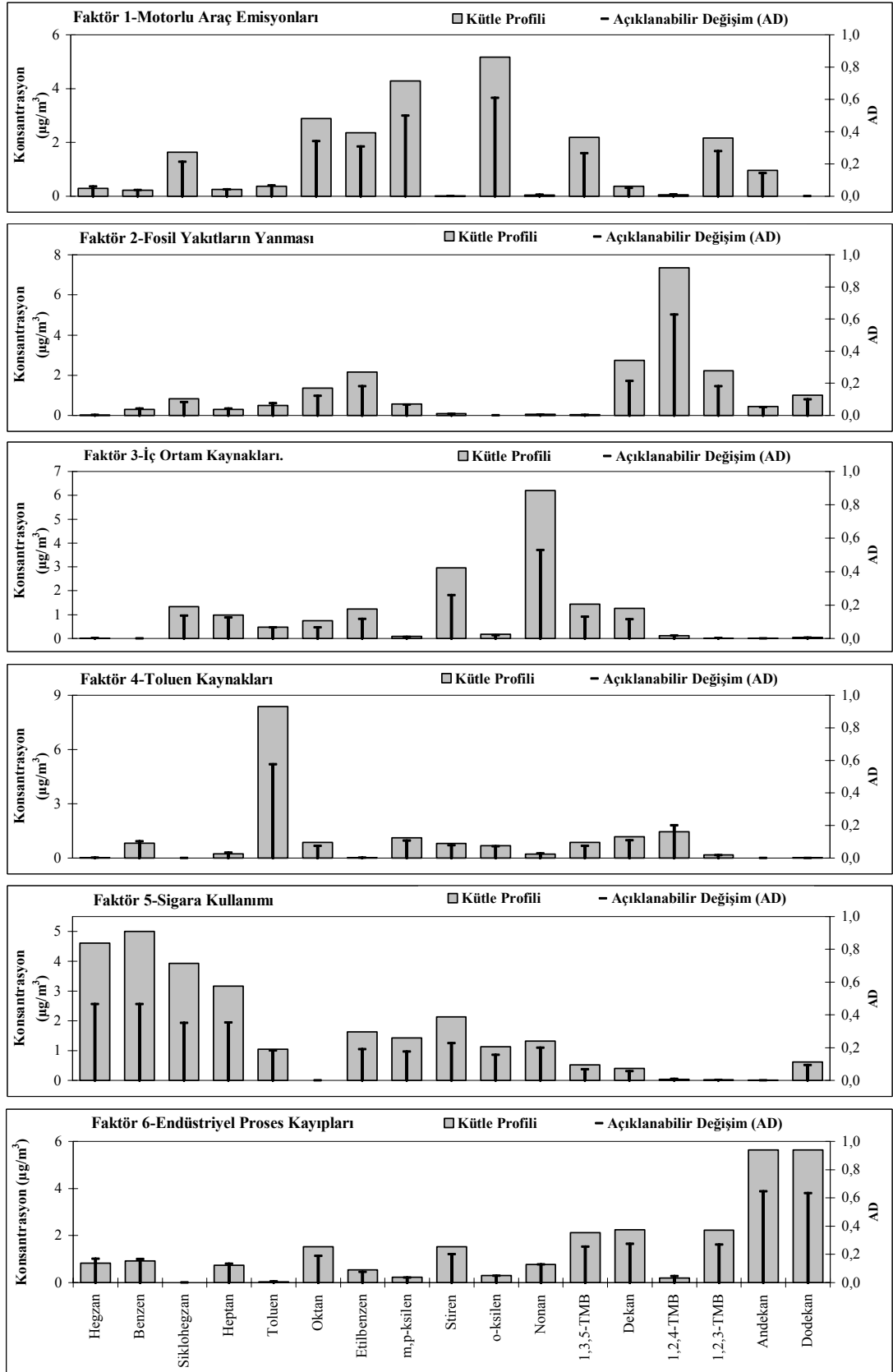
Faktör 4: Çalışma alanlarının benzer özelliklere sahip olduğu düşünülerek ofis ve okul iç ortam ölçüm sonuçları birlikte ele alınarak veri seti oluşturulmuştur. Burada ele alınan mikroçevrelerin ortak özellikleri çalışma ortamında bulunan faks cihazı, fotokopi makinesi, yazıcı, bilgisayar gibi ofis malzemeleridir. Bu cihazlar yüksek Toluen bileşiği oluşumuna sebep olan kirletici kaynaklarıdır. Literatürde özellikle ofislerin iç ortamlarında yapılan UOB ölçümlerinde toluen'in yüksek konsantrasyonlarda gözlemlendiğine dikkat çekilmektedir (Carrer ve diğ., 2000; Stefaniak ve diğ., 2000; Filella ve Penuelas, 2006). Şekil 4.33 de görüldüğü gibi tüm UOB bileşiklerine nazaran toluen faktör 4 de oldukça yüksek kütle profiline sahiptir. Hatta toluenenin %60'a yakın bir miktarı sadece bu kaynak ile açıklanabilmektedir. Tüm bu değerlendirmeler kapsamında Faktör 4 "Toluen Kaynağı" olarak isimlendirilmiştir. Bu faktörün toplam kirlilik kaynakları içerisinde %12'lik bir paya sahip olduğu Şekil 4.34 de görülmektedir.

Faktör 5: Hegzan, Benzen, Siklohegzan, Heptan, Toluen, Etilbenzen, Ksilen, Stiren, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen ve Dekan bileşikleri Faktör 5'de yüksek kütle profiline (Şekil 4.33) sahiptir. Tablo 4.20 de verilen sigara kullananlar ile kullanmayanlar arasında ilişkinin belirlenmesi amacıyla hesaplanan korelasyonlardan da görüldüğü üzere, bu faktörde yüksek kütle profilleri ile ön plana çıkan bileşikler sigara kullananlarda kullanmayanlara oranla 2 kata yakın yüksek bulunmaktadır. Ayrıca Benzen, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından sigara dumanının bir bileşeni olarak tanımlanmıştır (IARC, 1986). Evlerin iç ortamlarında uygulanan modelde elde edilen Faktör 6'nın kütle profiliyle benzer özellikler gösteren bu faktör (Faktör 5) "Sigara Kullanımı" olarak adlandırılmıştır. Faktör 5'in toplam kirlilikteki payının %21 olduğu Şekil 4.34'den görülmektedir.

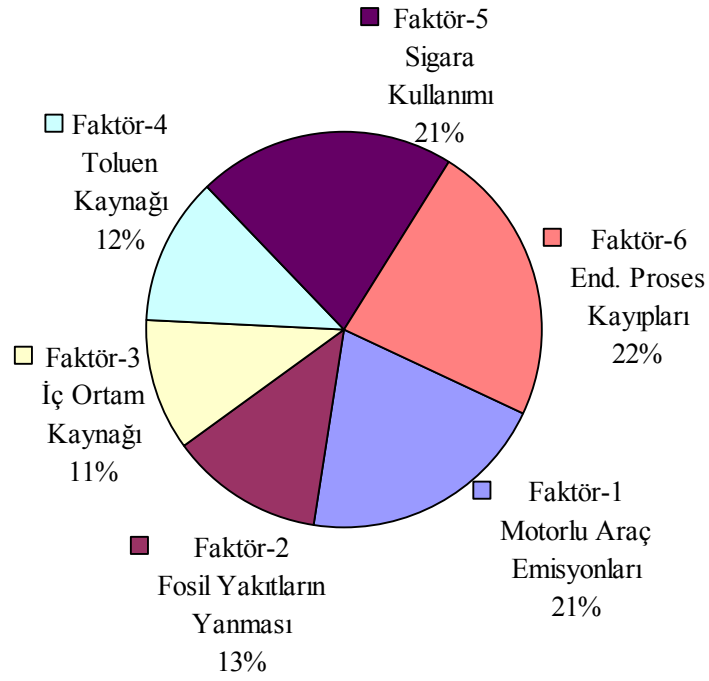
Faktör 6: Faktör 6 (Şekil 4.33) yüksek kütle profillerine sahip Hegzan, Benzen, Toluen, Heptan, Oktan, Stiren, 1,3,5-Trimetilbenzen, Dekan, 1,2,3-Trimetilbenzen, Andekan ve Dodekan bileşiklerini içermektedir. Bölgede kurulu 1000'e yakın endüstri kuruluşu yanında özellikle Türkiye'nin 3 büyük Lastik endüstrisi ve Türkiye'nin tek Tehlikeli ve Klinik Atıkları Yakma ve Depolama Tesisinin çeşitli bölümlerinden kaynaklanan proses kayıpları sonucu ortaya çıkan UOBler bu faktörde ön plana çıkmaktadır. Bu değerlendirmeler ışığında Faktör 6 "Endüstriyel Proses

Kayıpları” olarak tanımlanmıştır. Şekil 4.34’e bakıldığında Endüstriyel Proses Kayıplarından kaynaklanan kirliliğin ofis ve okulların iç ortamlarında toplam kirlilikteki payının %22 olduğu görülmektedir.

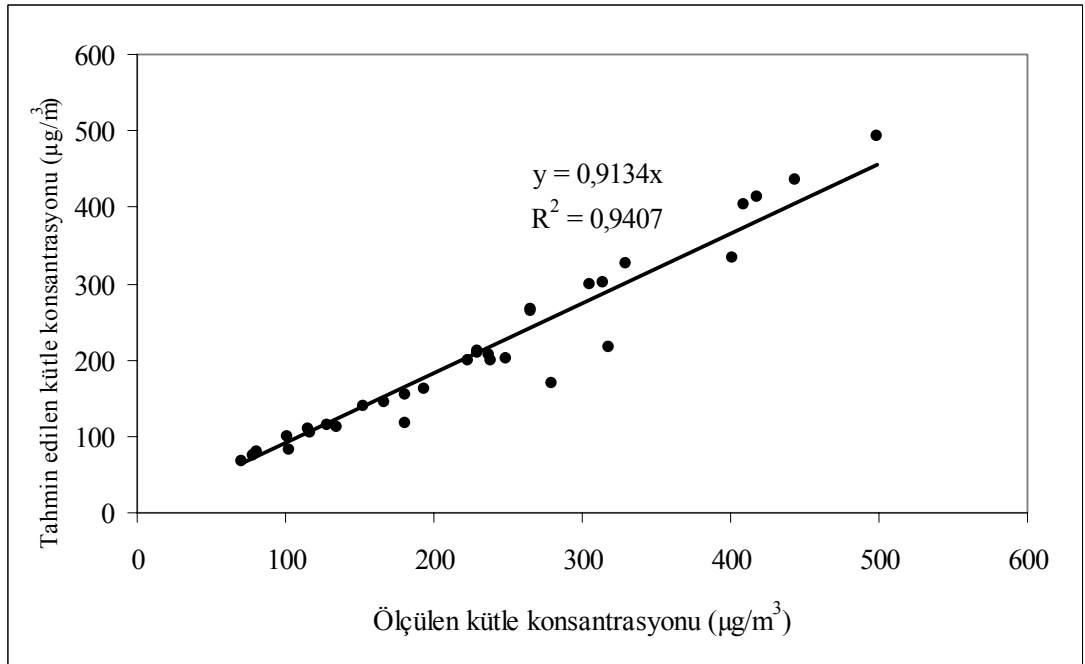
Ofisler ve okullar için pay grafiğinden (Şekil 4.34) elde edilen sonuçlar dikkate alındığında evlerde elde edilen sonuçlara benzer şekilde ofis ve okulların iç ortamlarında elde edilen kirliliğin yaklaşık %35’i iç ortam kaynaklı iken geri kalan %65’lik dilimin dış ortamlardan kaynaklandığı görülmektedir.



Şekil 4.33: Ofis ve okullar için iç ortam PMF sonuçları



Şekil 4.34: Ofisler ve okullar için iç ortam kaynak katkı oranları (%)



Şekil 4.35: Ofisler ve Okullarda iç ortam için ölçülen ve modelle tahmin edilen kütle konsantrasyonları arasındaki ilişki



### 4.8.3. Kişisel Maruziyet Kirletici Kaynaklarının Belirlenmesi

Kişisel Maruziyet veri setine uygulanan PMF modeli sonucunda elde edilen “Kütle Profilleri” ve “Açıklanabilir Değişimler” Şekil 4.36’da görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi gözlenen kişisel maruziyet kirlilik düzeylerine 6 kaynak etki etmektedir. Burada her bir kaynak profili, kirliliğe neden olan her bir kaynağı göstermektedir. Elde edilen kaynak profillerinin yüzdesel olarak katkı oranları Şekil 4.37’de verilmektedir. Modelden elde edilen kütle konsantrasyonları ile analizler sonucunda elde edilen kütle konsantrasyonları arasındaki korelasyonun ( $R^2=0.9715$ ) yüksek bir değere sahip olması modelin belirlediği kaynak profillerinin güvenilirliğini göstermektedir (Şekil 4.38).

Kaynak profillerini belirlemek amacıyla USEPA’nın SPECIATE versiyon 4.0 (USEPA, 2006) veri tabanı ve literatürden faydalanılmıştır.

#### Kişisel Maruziyet Kirletici Kaynakları Açıklamaları

Faktör 1: Faktör 1’de Siklohegzan, Oktan, Etilbenzen, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen, Dekan, 1,2,4-Trimetilbenzen ve 1,2,3-Trimetilbenzen bileşiklerinin yüksek kütle profiline sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.36). EPA SPECIATE veri tabanında iç ortamlara ilişkin verilen çok sayıda kaynak profili incelendiğinde bu faktör altında görülen bileşenlerin iç ortam kaynaklarının neden olduğu kirliliğe işaret etmektedir. Kişisel maruziyet örnekleme 28 kişi ile yapılmıştır ve bu kişilerin bir kısmı ev kadını, bir kısmı ofis çalışanı ve okulda görevli öğretmenlerdir. Bu nedenle Faktör 4 altında görülen kirleticiler ofis ve evlerin iç ortamlarından kaynaklanan kirleticilerden oluştuğu görülmektedir. Kişilerin çalıştıkları ve yaşadıkları çevrelerde maruz kaldıkları kirlilik için evlerde temizlik maddeleri ve çok sayıdaki ticari ürününü, ofislerde ise ofis ekipmanları ve büro mobilyalarını gösterebiliriz. Bu nedenle Faktör 1 “İç Ortam Kirletici Kaynakları” olarak adlandırılmıştır. İç ortam kirlilik kaynaklarının kişilerin maruz kaldığı kirlilikteki toplam payı %15 (Şekil 4.37) olarak belirlenmiştir.

**Faktör 2:** Şekil 4.36 incelendiğinde Faktör 2’de Hegzan, Benzen, Siklohegzan, Heptan, Toluen, Etilbenzen, Ksilenler, Stiren, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen ve Dekan yüksek kütle profillerine sahip olduğu gözlenmiştir. Hem evler, hem de ofisler ve okullar için uygulanan PMF modelindeki sonuçlara benzer şekilde kişisel maruziyet veri seti PMF uygulamasında da Hegzan ve Benzen bileşikleri aynı faktör altında ve yüksek kütle profillerine sahip bulunmuştur. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi sigara kullanımı ile kirletici konsantrasyonları arasındaki ilişkilerin PMF sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Benzen, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından sigara dumanının bir bileşeni olarak tanımlanmıştır (IARC, 1986). Değerlendirmeler ışığında Faktör 2 içerdiği kirleticiler nedeniyle “*Sigara Kullanımı*” faktörü olarak adlandırılmıştır. Faktör 1’in kişisel maruziyet düzeyleri üzerindeki toplam payının %16 bulunmuştur (Şekil 4.37).

**Faktör 3:** Faktör 3 (Şekil 4.36) yüksek kütle profillerine sahip Benzen, Oktan, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen, Dekan, 1,2,4-Trimetilbenzen, 1,2,3-Trimetilbenzen, Andekan ve Dodekan bileşiklerini içermektedir. Bölgede kurulu 1000’e yakın endüstri kuruluşu yanında özellikle Türkiye’nin 3 büyük Lastik endüstrisi ve Türkiye’nin tek Tehlikeli ve Klinik Atıkları Yakma ve Depolama Tesisinin çeşitli bölümlerinden kaynaklanan proses kayıpları sonucu ortaya çıkan UOBler bu faktörde ön plana çıkmaktadır. Bu değerlendirmeler ışığında Faktör 3 “Endüstriyel Proses Kayıpları” olarak tanımlanmıştır. Şekil 4.37’e bakıldığında Endüstriyel Proses Kayıplarından kaynaklanan kirliliğin kişisel maruziyet düzeyleri üzerindeki toplam payının %18 olduğu görülmektedir.

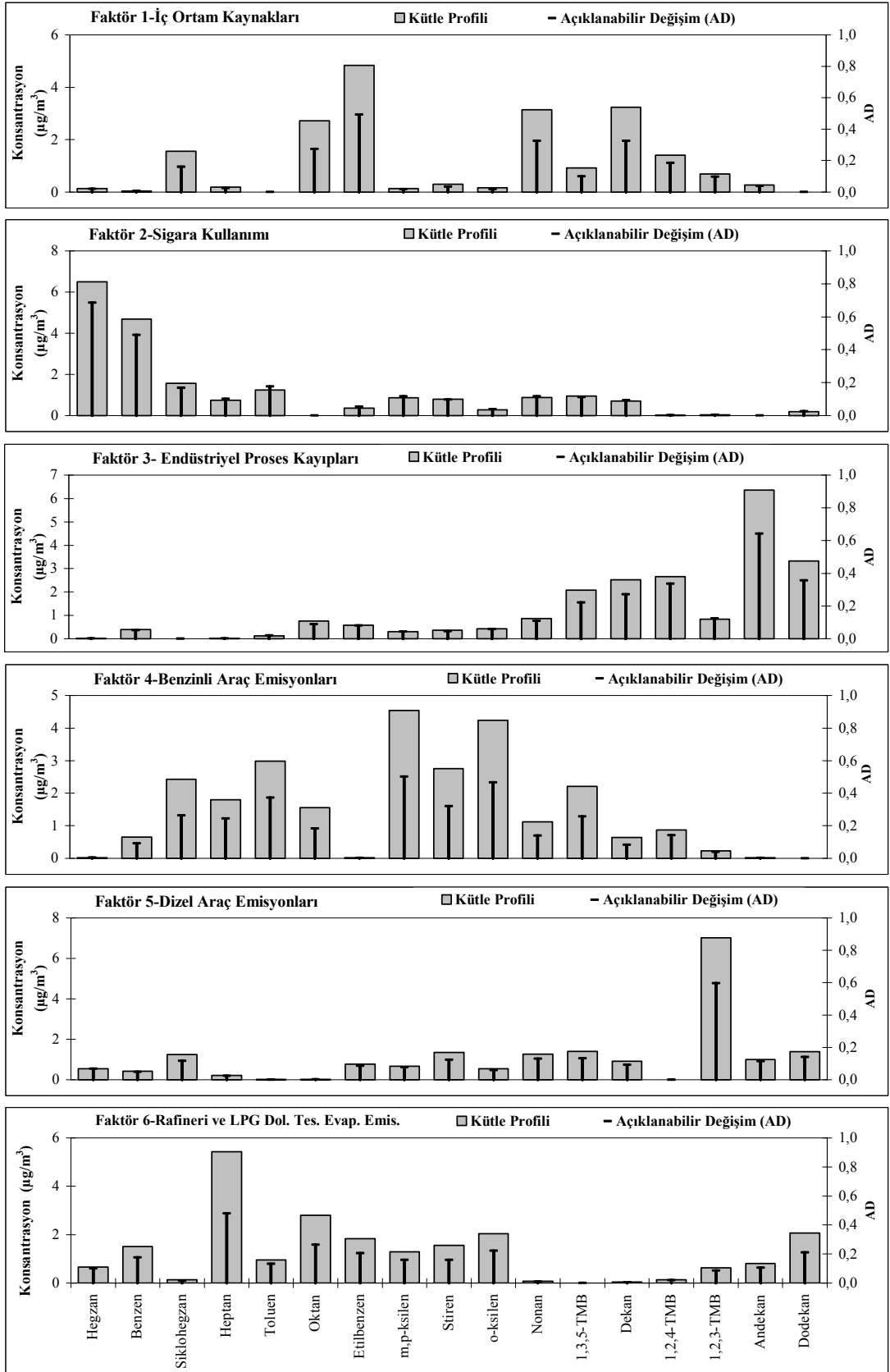
**Faktör 4:** Bu faktörde Benzen, Siklohegzan, Heptan, Toluen, Oktan, Ksilenler, Stiren, Nonan ve 1,3,5-Trimetilbenzen, Dekan ve 1,2,4-Trimetilbenzen için kütle profilleri yüksek bulunmuştur. Faktör 4 altında yüksek kütle profillerine sahip kirleticilerin EPA SPECIATE veri tabanındaki “Benzinli Araç Emisyonları” için verilen kaynak profilleri ile çok uyumlu bulunmuştur. Bu faktörde benzinli araç emisyonlarının en önemli göstergesi olarak Ksilenlerin diğer UOBlere oranla yüksek kütle konsantrasyonlarına sahip olması ve toplam kütle konsantrasyonu içerisinde Ksilenlerin yaklaşık %50’si sadece bu faktör ile açıklanması kaynağın tanımlanmasında kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca bu faktörde elde edilen kaynak

profili dış ortamda Benzinli Taşıt Emisyonları faktöründe elde edilen kaynak profili ile büyük benzerlik göstermektedir. Bütün bunlardan yola çıkarak Faktör 4 “Benzinli Araç Emisyonları” olarak adlandırılmıştır. Dikkat edilecek olursa iç ortamlarda dizel ve benzinli araçların emisyonları tek faktör altında görülürken dış ortam ve kişisel maruziyet veri setine uygulanan PMF modeli sonuçlarında bu faktörler ayrı ayrı görülebilmektedir. Kişilerin iç ve dış ortamlar arasındaki hareketliliğinin bu sonuca etki ettiği düşünülmektedir. Şekil 4.37’de bakıldığında Benzinli Araçlardan kaynaklanan kirliliğin kişilerin maruz kaldığı kirlilikteki toplam payının %21 olduğu görülmektedir.

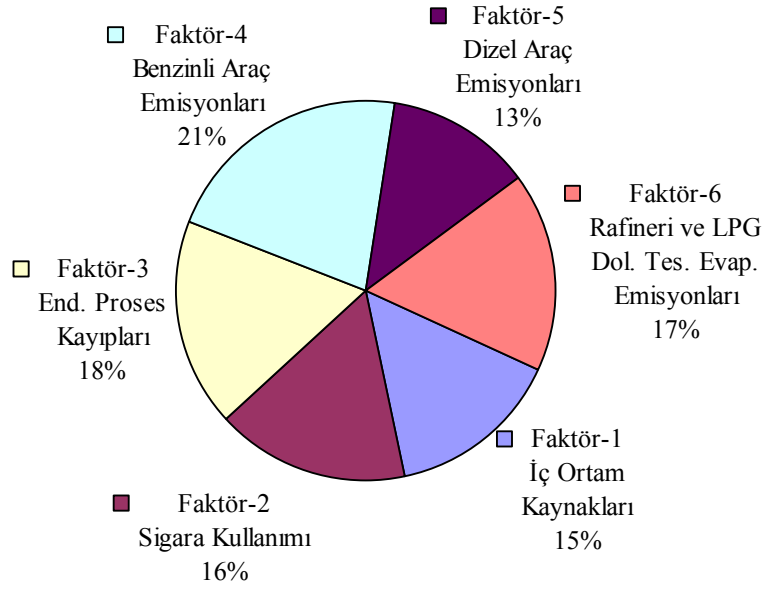
Faktör 5: Faktör 5’de yüksek kütle profiline sahip uçucu organik bileşikler; Sikloheksan, Etilbenzen, Stiren, Nonan, 1,3,5-Trimetilbenzen, Dekan, 1,2,3-Trimetilbenzen, Andekan ve Dodekan’dır (Şekil 4.36). Bu faktör altında görülen kirleticiler dış ortam “Dizel Araç Emisyonları” faktöründe görülen kirleticilerle büyük benzerlik göstermektedir. Özellikle ağır molekül ağırlıklı UOBlerin bu faktör altında yüksek kütle profillerinde bulunması USEPA SPECIATE veri tabanındaki “Dizel Araç Emisyonları” için verilen kaynak profilleri ile çok uyumlu bulunmuştur. Bu nedenle Faktör 5 “Dizel Araç Emisyonları” olarak tanımlanmıştır. Kişilerin maruz kaldığı kirlilikte Dizel araç emisyonlarından kaynaklanan kirliliğin toplam payının %13 olduğu görülmektedir (Şekil 4.37).

Faktör 6: Şekil 4.36’de görüldüğü üzere Faktör 6’da Hegzan, Benzen, Heptan, Toluen, Oktan, Etilbenzen, Ksilenler, Stiren, Andekan ve Dodekan’ın yüksek kütle konsantrasyonlarında bulunması dikkat çekmektedir. Faktör 6’da düşük molekül ağırlığa sahip UOBlerin çoğunlukta yer alması, bölgede kurulu ve Türkiye’nin %30’dan fazla ihtiyacını karşılayan Petrol Rafinerisi ve çok sayıda LPG Dolum Tesisine dikkat çekmektedir. Aynı bölgede bulunan Rafineri ve LPG Dolum Tesislerinin evaporatif emisyonlarından kaynaklanan yüksek uçuculuğa sahip düşük molekül ağırlıklı UOBler kaynağın belirlenmesinde kolaylık sağlamaktadır. Değerlendirmeler ışığında Faktör 6 “Rafineri ve LPG Dolum Tesisleri Evaporatif Emisyonları” olarak adlandırılmıştır. Faktör 6’nın toplam kirlilikteki payının %17 olduğu Şekil 4.37’den görülmektedir.

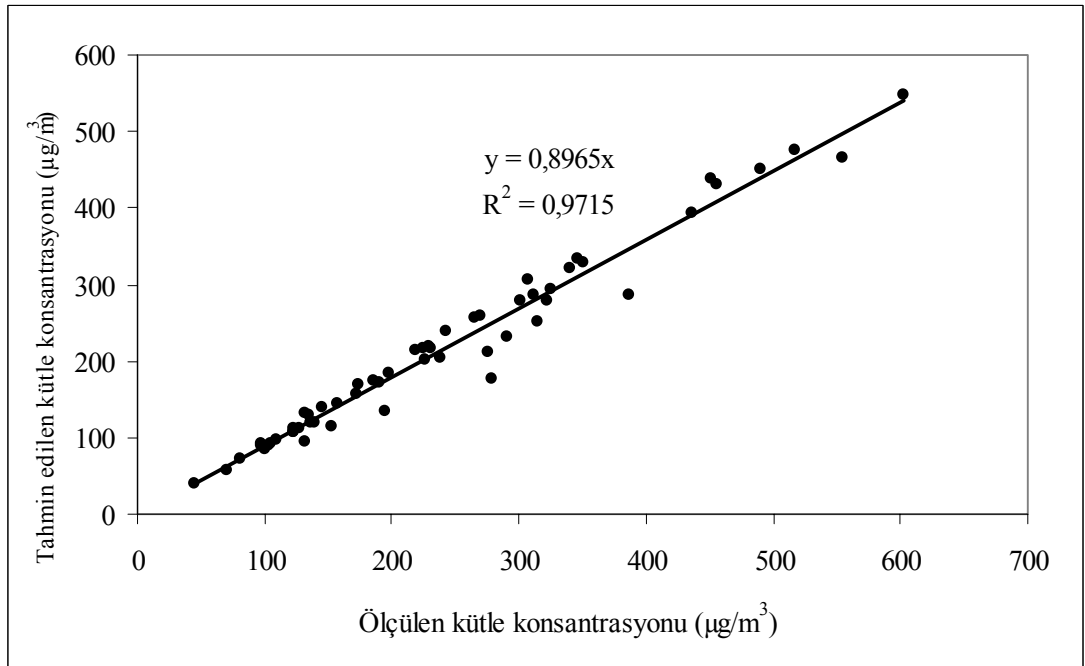
İç ortam PMF sonuçlarında evler, ofisler ve okulların iç ortamlarında elde edilen kirliliğin yaklaşık %35'inin iç ortam, %65'lik diliminin ise dış ortam kaynaklı olduğu ifade edilmişti. Aynı değerlendirmeyi kişisel maruziyet PMF sonuçları için yaptığımızda iç ortam kirlilik kaynaklarının yaklaşık %30, dış ortam kirlilik kaynaklarının ise %70 gibi büyük bir paya sahip olduğunu görmekteyiz. Kişisel maruziyet PMF sonuçlarında elde edilen kaynak profillerinin iç ortamlardan ziyade dış ortam PMF sonuçlarından elde edilen kaynak profilleri ile benzerlik gösterdiği ve bunun sonucu olarak kişisel maruziyet düzeylerinde bu payın dış ortam yönünde artış göstermesi kişilerin iç ve dış ortamlar arasındaki hareketliliğinin yanında dış ortam havasının iç ortama taşınımı nedeniyle etkisinin yüksek olması ile ilişkilendirilebilir.



Şekil 4.36:Kişisel maruziyet için PMF sonuçları



Şekil 4.37: Kişisel maruziyet için kaynak katkı oranları



Şekil 4.38: Kişisel Maruziyet için ölçülen ve modelle tahmin edilen kütle konsantrasyonları arasındaki ilişki

## **BÖLÜM 5. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER**

### **5.1. Değerlendirme**

UOBler için aktif ve pasif örnekleme teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen konsantrasyonların birbirine çok yakın bulunması her 2 örnekleme tekniğinin de iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet örnekleme çalışmalarında güvenilir olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

En yüksek UOB kirlilik düzeylerine örneklenen kişilerde rastlanırken bunu iç ortam ve dış ortam UOB kirlilik düzeyleri takip etmiştir. Her 2 mevsimde de toluen ev, ofis ve okullardaki UOB kirlilik düzeylerine en çok katkıda bulunan bileşik olurken onu etilbenzen, m,p-ksilen, stiren, nonan, hegzan, benzen, o-ksilen ve heptan bileşikleri takip etmektedir. Evlerin iç ortamlarında mutfak, oturma odası ve yatak odalarında gözlenen UOB düzeyleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Aynı evde yaşayan fakat biri çalışan diğeri ev kadını olan kişilerde elde edilen sonuçlar incelendiğinde çalışanların (ofis çalışanı) maruz kaldığı UOB konsantrasyonları çalışmayanların (ev kadınlarının) maruz kaldığı konsantrasyonlara nazaran oldukça yüksek bulunmuştur. Kentsel alanlarda elde edilen toplam UOB konsantrasyonlarının endüstriyel alanlarda elde edilen değerlerle uyum içinde bulunmuştur. Trafığın belirteci olan bileşikler (BTEKS, 1,2,4-trimetilbenzen) kentsel alanlarda yüksek bulunurken petrokimyanın belirteci olan hegzan ve heptan bileşikleri endüstrinin yoğun olduğu alanlarda yüksek bulunmuştur. Ayrıca kentsel ve endüstriyel alanlarda elde edilen UOB konsantrasyonlarının sanayii ve trafikten uzak alanlarda elde edilen konsantrasyonlardan yüksek olması trafik ve sanayiinin tesbit edilen UOBlere olan katkısının ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

Kişi/İç Ortam UOB oranlarının evler, ofisler ve okullarda 1'e yakınken İç Ortam/Dış Ortam ve Kişi/Dış Ortam UOB oranlarının 2'ye yakın olması dış ortamların iç ortam ve kişilerin maruz kaldıkları kirliliğe etkisinin olduğunu ancak iç ortamlardaki

kirleticilerin tesbit edilen UOB'lerde daha baskın olduğunu göstermektedir. Ancak bu durumun oluşmasında, vaktinin büyük bir kısmını iç ortamlarda geçiren kişilerin iç ortam kirleticilerinin yanısıra dış ortamdan iç ortama taşınan kirleticilerin de katkısı olduğu unutulmamalıdır.

Yaz ve kış mevsimlerinde ev, ofis ve okulların iç ortamlarında UOBler için Gündüz/Gece konsantrasyon oranları 2 dolaylarındadır. Gerek evlerde gerekse çalışma ortamları olan ofis ve okulların iç ortamlarında gece periyoduna nazaran gündüz periyodunda daha yoğun faaliyetlerin yapılması nedeniyle gündüz UOB konsantrasyonları gece UOB konsantrasyonlarından oldukça yüksek bulunmuştur. Gündüz periyodunda araç trafiğinin de yoğun olması nedeniyle dış ortamdan iç ortama kirletici taşınımı da bu farkın meydana gelmesinde önemli bir etkidir. Evlerin iç ortamlarında gözlenen BTEKS konsantrasyon düzeylerinin zamana bağlı değişimleri ofis ve okullarda gözlenen zamansal değişimlerden farklılıklar göstermektedir. Okul ve ofislerde sadece çalışma saatleri olan 08:00-18:00 arasında yoğunlaşan faaliyetler nedeniyle gündüz periyodunda yüksek UOB düzeyleri gözlenirken, evlerde faaliyetlerin geç saatlere kadar sürebilmesi nedeniyle gündüz ve gece periyotları arasında çok önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bu nedenle pişirme faaliyetlerine, sigara kullanımına, trafiğin yoğunluğuna, pencerelerin açık olmasına ve iç ortam kirletici kaynaklarının çeşitliliğine bağlı olarak evlerde gündüz saatlerinde ani değişimler gözlenirken gece periyodunda ise gündüz düzeylerine yakın fakat daha durağan bir değişim gözlenmektedir.

Evler ve ofislerde UOBler için Yaz/Kış konsantrasyon oranları iç ortam ve kişi örneklemelelerinde 1 dolaylarında bulunurken dış ortamlar için bu oran 3'e yakın bulunmuştur. Kişiler vaktinin büyük bir kısmını iç ortamlarda geçirdiklerinden birbirine yakın iç ortam ve kişisel maruziyet düzeyleri bulunurken ev ve ofislerin dış ortamlarında yaz ve kış mevsimlerinde görülen farklılığın iç ortamlarda görülmemesi ev ve ofislerin iç ortamlarında baskın UOB kirletici kaynakların bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca yaz mevsiminde dış ortam hava sıcaklıklarının daha yüksek olması nedeniyle UOBlerin daha kolay buharlaşması nedeniyle yaz mevsimi dış ortam UOB konsantrasyonları kış mevsiminden yüksek bulunmuştur. Okulların, evler ve ofislere nazaran dış ortamlara açık olan yüzey alanlarının daha fazla olması,



özellikle yaz mevsiminde pencere ve kapıların daha fazla açık kalması nedeniyle dış ortam kirleticilerinin iç ortamlara rahatça taşınabilmesi ve okulların iç ortamlarında baskın bir kirletici kaynağı bulunmaması nedeniyle okul iç ortamlarında ve kişilerde gözlenen düzeyler üzerinde dış ortam kirleticilerinin etkisi büyük olmaktadır. Bunun sonucu olarak okullarda, evler ve ofislere göre daha yüksek dış ortam Yaz/Kış oranları elde edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen UOB düzeylerinin dünyada trafik ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerinde yapılan çalışmalarda raporlanan düzeyler ile kıyaslanabilir düzeyde olduğu bulunmuştur.

Yaz örnekleme boyunca hakim rüzgar yönleri Güneydoğu, Kuzey, Batı-kuzeybatı ve Güney-güneydoğu sektörleridir. Kış örnekleme boyunca hakim rüzgar yönleri ise kuzeybatı, güneydoğu, kuzey-kuzeybatı ve kuzey sektörleridir.

Endüstri ve trafiğin yoğun olarak bulunduğu Körfez bölgesinde örnekleme zamanlarına karşılık gelen rüzgâr sektörleri ağırlıklı olarak Batı-kuzeybatı ve Güneydoğu 'dur. Körfez bölgesinin Batı-kuzeybatı yönündeki en önemli kaynak alanı demir-çelik, boya, metal, kimya sanayi gibi birçok endüstri tesisinin yer aldığı Dilovası ve Gebze bölgesi ve noktasal bir kaynak olan çimento fabrikasıdır. Ayrıca bu yönden TEM Otoyolu ve D-100 karayolu da geçmektedir. Körfez bölgesinin Güneydoğu yönündeki en önemli nokta kaynak rafineri tesisidir.

Körfez Bölgesindeki örnekleme noktalarının doğu, güneydoğu yönlerinde bulunan rafineri, karbon siyahı ve LPG dolum tesisleri bu yöndeki en önemli UOB kaynakları olarak düşünülmektedir. Bu bölgedeki bir diğer hakim rüzgar yönü olan batı-kuzeybatı yönünde ise trafik dışındaki en önemli kaynak örnekleme noktalarına çok yakın mesafede bulunan motor ve sanayi yağları harmanlama ve depolama tesisidir. Körfez bölgesinde BTEKS'ler dışında ağırlıklı olarak tespit edilen UOB'ler ise stiren, hegzan, siklohegzan ve nonandır.

İzmit şehir merkezinde yine yoğun trafiğin etkisine bağlı olarak tüm yönlerdeki baskın UOB'ler BTEKS bileşikleri olarak görülmektedir. Bunların dışında özellikle hakim rüzgar yönü kuzey ve doğulu sektörler olduğunda BTEKS dışında hegzan, nonan, dodekan ve siklohegzan en fazla görülen bileşiklerdir. Bu bileşiklerin kaynakları olarak bölgede yer alan üç büyük otomobil lastiği üretim tesisleri ve yan sanayileri, otomotiv sanayi, kimya sanayi ve katı atık yakma ve depolama tesislerinin proses kaçaklarından oluşan emisyonlar olduğu düşünülmektedir.

Endüstri ve trafikten nispeten uzak yerleşim bölgelerinde hakim rüzgar yönü batı-kuzeybatı ve batıdır. Uçucu organik bileşik kompozisyonuna bakıldığında endüstri ve trafikten nispeten uzak yerleşim bölgelerinde hakim rüzgar yönünde TEM otoyolu bulunmaktadır ve trafiğin iz bileşikleri olan BTEKS ve hegzan bileşiklerinin baskın olarak yer aldığı görülmektedir. Güneydoğu yönünde TEM otoyolu, lastik üretimi ve kimya endüstrilerinin, doğu ve kuzeydoğusunda ise otomotiv endüstrisi ve katı atık yakma ve depolama tesisinin yer aldığı örnekleme noktalarında da BTEKS bileşiklerinin yanısıra hegzan, nonan, dodekan ve 123-trimetilbenzen bileşikleri de dikkat çekmektedir.

Çalışma kapsamında kişisel maruziyet konsantrasyonları kullanılarak 1-) Ev, Ofis ve Okullar, 2-) Kentsel, Endüstriyel, Endüstri ve Trafikten Uzak Alanlar ve 3-) Sigara Kullanan ve Kullanmayan kişilerden oluşan gruplar için incelenen organik kirleticilerden kaynaklanan sağlık riski değerlendirmesi yapılmıştır. Risk değerlendirmesi kapsamında kanserojenik etkilerin belirlenebilmesi için “Toplam Kanser Riski”, Kanserojenik olmayan etkilerinin belirlenebilmesi için ise “Toplam Tehlike İndeksi” sözü edilen 3 grup için ayrı ayrı yapılmıştır.

Ev, ofis ve okullarda örneklenen kişiler için kanserojenik ve kanserojenik olmayan etkilerin belirlenebilmesi için hesaplanan “Toplam Kanser Riski” değerleri hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo göz önüne alınarak incelendiğinde en yüksek risk altında bulunan kişilerin ev hanımları olduğu bunları okullardaki öğretmenler ve ofis çalışanlarının takip ettiği söylenebilir. Toplam Tehlike İndeksi hesaplamalarında ise ortalamalar göz önüne alındığında sadece evlerde sınır değeri aşılmış, ofis ve okullarda ise sınır değeri olan 1'in altında değerler

elde edilmiştir. En kötü senaryoya göre ise tüm alanlarda sınır değeri aşılmış olup risk sıralaması ev, ofis ve okul olarak görülmektedir.

Kentsel, endüstriyel, endüstri ve trafikten uzak alanlar için “Toplam Kanseri Riski” değerleri hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo göz önüne alınarak incelendiğinde her 3 alanda da yaşayan kişilerin birbirine yakın ve yüksek kanseri riski taşıdıkları söylenebilir. Hatta endüstri ve trafikten uzak alanlardan elde edilen kanseri risklerinin diğer alanlardan yüksek olması dikkat çekicidir. Çok sayıda endüstri kuruluşu ile sanayileşme bakımından Türkiye’nin önde gelen bölgelerinden biri olan ve ayrıca D-100 karayolu ve TEM otoyolunun etkisi altında bulunan Kocaeli yüzölçümünün küçük olması konut alanlarının ağır trafik ve endüstri alanları ile çok yakın olması nedeniyle kentsel, endüstriyel ve kırsal alanlar arasında hesaplanan kanseri riskleri bakımından önemli farklılıklar bulunmamıştır. Aynı durum kanserojenik olmayan etkilerinin belirlenebilmesi için hesaplanan “Toplam Tehlike İndeksi” değerlerinde de görülmüş ve her 3 alanda da birbirine yakın değerler bulunmuştur. En kötü senaryoya göre ise kentsel alanın diğer iki alana göre 2-3 kat fazla risk taşıdığı görülmektedir.

Sigara kullanan ve kullanmayan kişiler için “Toplam Kanseri Riski” değerleri hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo dikkate alındığında sigara kullanan kişilerin kullanmayanlara nazaran yaklaşık %50 daha fazla kanseri riski taşıdıkları gözlenmiştir. Bu durum sigara kullanımının kirletici bir kaynak olarak tek başına ne kadar önemli bir sağlık riski oluşturduğuna işaret etmektedir. Kanserojenik olmayan etkilerinin belirlenebilmesi için hesaplanan “Toplam Tehlike İndeksi” değerleri, hem ortalama konsantrasyonlar hem de en kötü senaryo dikkate alındığında sigara kullanan kişilerde kullanmayanların yaklaşık 2 katı olduğu hesaplanmıştır.

Çalışma bölgesinde incelenen farklı mikroçevrelerde gözlenen iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet kirlilik düzeylerine etki eden kirletici kaynakların belirlenmesi amacıyla belirlenen organik kirleticilerin yer aldığı veri setine çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinden biri PMF (Pozitif Matris Faktörizasyonu) modeli uygulanmıştır.

PMF modellemesi sonucunda dış ortam kirlilik düzeylerine etki eden kaynak profilleri; 1-) Benzinli araç emisyonları, 2-) Fosil yakıt yanması, 3-) Dizel araç emisyonları, 4-) Endüstriyel proses kayıpları, 5-) Rafineri ve LPG dolum tesisleri evaporatif emisyonları ve 6-) Trafik evaporatif emisyonları olarak tanımlanmıştır.

PMF modellemesi sonucunda iç ortam kirlilik düzeylerine etki eden kaynak profilleri evler için; 1-) Fosil yakıt yanması, 2-) Motorlu araç emisyonları, 3-) Rafineri ve LPG dolum tesisleri evaporatif emisyonları, 4-) Endüstriyel proses kayıpları, 5-) İç ortam kaynakları, 6-) Sigara kullanımı olarak tanımlanırken ofis ve okullar için; 1-) Motorlu araç emisyonları, 2-) Fosil yakıt yanması, 3-) İç ortam kaynakları, 4-) Toluen kaynağı, 5-) Sigara kullanımı, 6-) Endüstriyel proses kayıpları olarak tanımlanmıştır.

Kişisel Maruziyet veri setine uygulanan PMF modellemesi sonucunda kişisel maruziyet düzeylerine etki eden kaynak profilleri; 1-) İç ortam kaynakları, 2-) Sigara kullanımı, 3-) Endüstriyel proses kayıpları, 4-) Benzinli araç emisyonları, 5-) Dizel araç emisyonları ve 6-) Rafineri ve LPG dolum tesisleri evaporatif emisyonları olarak adlandırılmıştır.

İç ortam PMF sonuçlarında evler, ofisler ve okulların iç ortamlarında elde edilen kirliliğin yaklaşık %35'inin iç ortam, %65'lik dilimi ise dış ortam kaynaklı, kişisel maruziyet PMF sonuçlarında iç ortam kirlilik kaynaklarının yaklaşık %30, dış ortam kirlilik kaynaklarının ise %70 gibi bir paya sahip olması gözlenen iç ortam ve kişisel maruziyet düzeylerinde dış ortamın etkisinin çok yüksek olduğu sonucuna varılmaktadır.

## **5.2. Öneriler**

Gelecekte yapılacak çalışmalar için, çalışma kapsamında temin edilecek meteoroloji istasyonu ile meteorolojik parametrelerin örneklenen her noktaya özel belirlenmesi ve böylece incelenen kirleticiler ile meteorolojik parametreler arasında daha anlamlı bir ilişkilendirme yapılması önerilmektedir.

İç ortam ve dış ortamda yapılan örnekleme sürelerinin 1 günden 2 güne çıkarılması önerilmektedir. Bu sayede belirleme limitinin altında kalan örneklerin sayısı azalmış olacaktır. Kişisel örnekleme süresinin de 2 güne çıkarılması artırılması faydalı olacaktır. Yapılan çalışmadan elde edilen deneyimler ışığında kişisel örnekleme süreleri 2 gün boyunca üzerlerinde bulunduracak deneklerin bulunması çok zor olduğundan çalışma çok geniş bir kesime duyurularak aralarından bu işe gönül verenler seçilmelidir.

Çalışma sonucunda iç ve dış ortamlarda gözlenen kirlilik düzeylerinde en çok katkı sağlayan kaynakların endüstri ve trafik olduğu bulunmuştur. Özellikle yanma kaynaklı kirleticiler gözlenen kirlilikte ön plana çıkmaktadır. Uçucu organik bileşiklerin birçok çevresel kirletici içerisinde kirleticilerin sadece bir bölümünden meydana geldiği unutulmamalıdır. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmalarda yanma kaynaklarından çok miktarda atmosfere yayılan polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) bileşiklerinin de düzeylerinin belirlenmesi faydalı olacaktır.

Maruziyet değerlendirme için bu çalışmada yapılan sağlık risk değerlendirme ve kaynakların belirlenmesi model çalışmaları, gelecekte yapılacak çalışmalarda hastane kayıtlarını da içerisine alacak istatistik değerlendirme ile bütünleştirilirse çevresel kirleticilerin neden olduğu sağlık riskinin tam anlamıyla ortaya konulacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

AAS (Austrian Academy of Science), Clean Air Commission [online], <http://www.oeaw.ac.at/krl/>. (ziyaret tarihi: 15.12.2005).

Adgate, J.L., Church, T.R., Ryan, A.D., Ramachandran, G., Fredrickson, A.L., Stock, T.H., Morandi and M.T., Sexton K., “Outdoor, indoor and personal exposure to VOCs in children”, *Environmental Health Perspectives*, 112, 1386–1392, (2004).

Ahumada, H.T. and Whitehead, L., “Personal exposures to volatile organic compounds among outdoor and indoor workers in two Mexican cities”, *The Science of the Total Environment*, 376(1-3), 60–71, (2007).

Anderson, E.L. and Albert, R.E., “Risk Assessment and Indoor Air Quality”, *Lewis Publishers*, New York, USA, (1999).

Anttila, P., Paatero P., Tapper, U. and Jarvinen, O., “Source identification of bulk wet deposition in Finland by positive matrix factorization”, *Atmospheric Environment*, 29, 1705–1718, (1995).

Baek, S. O., Kim, Y-S., Perry, R., “Indoor air quality in homes, offices and restaurants in Korean urban areas-indoor/outdoor relationships”, *Atmospheric Environment*, 31, 529–544, (1997)

Bardana, E.J., and Montanaro, A., “Indoor Air Pollution And Health”. *Oregon Health Sciences University*, Portland, Oregon, USA, (1996)

Barrefors, G. and Petersson, G. “Assessment of ambient volatile hydrocarbons from tobacco smoke and from vehicle emissions”, *Journal of Chromatography*, 643 (1-2), 71–76, (1993).

Baya, M.P., Bakeas, E.B., Siskos, P.A., “Volatile organic compounds in the air of 24 Greek homes”, *Indoor and Built Environment*, 13(1), 53–61, (2004).

Beauregard, D., “Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Toluene” *EPA-454/R-9, Final Report*, (1994).

Bruno, P., Caselli, M., de Gennaro, G., Traini, A., “Source apportionment of gaseous atmospheric pollutants by means of an absolute principal component scores (APCS) receptor model”, *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 371, 1119–1123, (2001).

Byrne, C. A., "Air Sampling of Volatile Organic Compounds in a Community Near an Industrial Corridor". MS Thesis. *Department of Civil and Environmental Engineering. University of Alberta, Alberta, Canada*, (2000).

Carrer, P., Morani, M., Alcini, D., Cavallo, D., Fustinoni, S., Lovato, L. and Visigalli, F., "Assesment through environmental and biological measurements of total daily exposure to volatile organic compounds of Office workers in Milan, Italy", *Indoor Air*, 10, 258-268, (2000).

Chan, C.Y., Chan, L.Y., Wang, X.M., Liu, Y.M., Lee, S.C., Zou, S.C., Sheng, G.Y. and Fu, J.M., "Volatile organic compounds in roadside microenvironments of metropolitan Hong Kong", *Atmospheric Environment*, 36, 2039–2047, (2002).

Chatzis, C., Alexopoulos, E. C. and Linos, A., "Indoor and outdoor personal exposure to benzene in Athens, Greece", *The Science of the Total Environment*, 349(1-3), 72–80, (2005).

Cox, R. M., "The use of passive sampling to monitor forest exposure to O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub>: a review and some case studies", *Environmental Pollution*, 126(3), 301–311. (2003).

De Nevers, N., "Air Pollution Control Engineering", *McGraw-Hill, Inc.*, New York, USA, (1995).

Filella, I. and Penuelas, J. "Daily, weekly and seasonal time courses of VOC concentrations in a semi-urban area near Barcelona". *Atmospheric Environment* 40, 7752-7769 (2006).

Finlayson-Pitts, B.J. and Pitts, Jr. J.N., "Tropospheric air pollution: ozone, airborne toxics, polycyclic aromatic hydrocarbons, and particles". *Science*, 276, 1045–1052, (1997).

Gordon, G.E., "Receptor models". *Environmental Science and Technology*, 14, 792–800, (1980).

Gordon, G.E., "Receptor models", *Environmental Science and Technology*, 22(10), 1132–1142, (1988).

Gorecki, T. and Namiesnik, J, "Passive sampling", *Trends in Analytical Chemistry*, 21(4), 276–290. (2002).

Guo, H., Lee, S.C., Li, W.M. and Cao, J.J., "Source characterization of BTEX in indoor microenvironments in Hong Kong", *Atmospheric Environment*, 37, 73–82, (2003).

Guo, H., Lee, S.C., Chan, L.Y. and Li, W. M., "Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments", *Environmental Research*, 94,57–66, (2004).

Hays, S.M., Gobbell, R.V. and Ganick, N.R., “Indoor Air Quality: Solutions and Strategies”, *McGraw-Hill, Inc.*, New York, USA, (1995).

Henry, R.C., Lewis, C.W., Hopke, P.K. and Williamson, H.J., “Review of receptor model fundamentals”, *Atmospheric Environment*, 18(8), 1507–1515, (1984).

Ho, K.F., Lee, S.C. and Chiu, G.M.Y., “Characterization of selected volatile organic compounds, polycyclic aromatic hydrocarbons and carbonyl compounds at a roadside monitoring station”, *Atmospheric Environment*, 36, 57–65, (2002).

Hoddinott, K.B. and Lee, A.P., “The use of environmental risk assessment methodologies for an indoor air quality investigation”, *Chemosphere*, 41, 77–84. (2000).

Ilgel, E., Karfich, N., Levsen, K., Angerer, J., Schneider, P., Heinrich, J., Wichmann, H.E., Dunemann, L., Begerow, J., “Aromatic hydrocarbons in the atmospheric environment: Part I. Indoor versus outdoor sources, the influence of traffic”, *Atmospheric Environment*, 35, 1235–1252, (2001).

International Agency for Research on Cancer (IARC), “Tobacco Smoking. As evaluated in IARC Monographs”, Lyon, France 38, 1–421, (1986)

Janstrom, H., Saarela, K., Kalliokoski, P., Pasanen, A.L. “Reference values for indoor air pollutant concentrations in new, residential buildings in Finland”. *Atmospheric Environment*, 40, 7178-7191, (2006).

Jones A.P., “Indoor air quality and health”, *Atmospheric Environment*, 33, 4535–4564, (1999).

Juntto, S. and Paatero, P., “Analysis of daily precipitation data by positive matrix factorization”. *Environmetrics* 5, 127–144, (1994).

Kackstaetter, U.R. and Heinrichs, G., “Validity of lowcost laboratory geochemistry for environmental applications”, *Water, Air and Soil Pollution*, 95, 119–131, (1997).

Karpuzcu M., “Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü”, *Kubbealti Neşriyat*, İstanbul, (2004).

Kuntasal Oğuz, Ö., “Temporal Variations and Sources of Organic Pollution in Two Urban Atmospheres; Ankara and Ottawa”. PhD. Thesis, **Middle East Technical University, Department of Environmental Engineering**, Ankara, (2005).

Lagrega M.D., Buckingham, P.L., Evans, J.C., “Hazardous Waste Management”, 837–885. *McGraw Hill*, New York, USA, (1994).

Lee, S.C., Li, W-M., Ao, C-H., “Investigation of indoor air quality at residential Homes in Hong Kong–case study”, *Atmospheric Environment*, 36(2), 225–237, (2002).



Lewne, M., Cyrus, J., Meliefste, K., Hoek, G., Brauer, M., Fischer, P., Gehring, U., Heinrich, J., Brunekreef, B., Bellander, T., “Spatial variation in nitrogen dioxide in three European areas”, *The Science of the Total Environment*, 332, 217–230. (2004).

Li, W.M., Lee, S.C., Chan, L.Y., “Indoor air quality at nine shopping malls in Hong Kong”, *The Science of the Total Environment*, 273, 27–40, (2001).

McDermott, H.J., “Air Monitoring for Toxic Exposures”, *John Willey & Sons, Inc.*, 2nd Edition, New York, USA. (2004).

Meininghaus, R., Kouniali, A., Mandin, C., Cicolella, A., “Risk assessment of sensory irritants in indoor air—a case study in a French school”, *Environmental International*, 28, 553–557, (2003).

Miller, S.L., Anderson, M.J., Daly, E.P., Milford, J.B., “Source apportionment of exposure to volatile organic compounds. I. Evaluation of receptor models using simulated exposure data”, *Atmospheric Environment*, 36, 3629–3641. (2002).

Monn, C. “Exposure assessment of pollutant: a review on spatial heterogeneity and indoor/outdoor/personal exposure to suspended particulate matter, nitrogen dioxide and ozone” *Atmospheric Environment* 35, 1–32 (2001).

NJDEP (New Jersey Department of Environmental Protection) 1994., “Guidance on Preparing a Risk Assessment for Air Contaminant Emissions [online]”. <http://www.state.nj.us/dep/aqpp/downloads/techman/1003.pdf>. (Ziyaret Tarihi: 20 Eylül 2007)

Okamoto, S., Hayashi, M., Nakajima, M., Kainuma, Y., Shiozawa K., “A factor analysis-multiple regression model for source apportionment of suspended particulate matter”, *Atmospheric Environment*, 24A, 2089–2097, (1990).

Ölmez, I., Beal, J.W. and Villaume, J.F., “A new approach to understanding multiple-source groundwater contamination: factor analysis and chemical mass balances”, *Water Research*, 28(5), 1095–1101, (1994).

Paatero, P. and Tapper, U., “Positive matrix factorization: a nonnegative factor model with optimal utilization of error estimates of data values”. *Environmetrics* 5, 111–126, (1994).

Paatero, P., “Least square formulation of robust non-negative factor analysis”. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 37, 23–35, (1997).

Paatero, P., “User’s guide for positive matrix factorization programs PMF2 and PMF3”, Part 1: Tutorial. (2000).

Paatero, P., “User’s guide for positive matrix factorization programs PMF2 and PMF3”, Part 2: Reference. (2002).

Park, E.S., “Multivariate Receptor Modeling from a Statistical Science Viewpoint”, *Ph.D. Thesis, Texas A&M University, USA*, (1997).

Pauluhn, J., “Hazard identification and risk assessment of pyrethroids in the indoor environment”, *Toxicology Letters* 107, 193–199, (1999).

Polissar, A.V., Hopke, P.K. and Poirot, R.L., “Atmospheric aerosol over Vermont, chemical composition and sources”, *Environmental Science Technology*, 35, 4604–4621, (2001).

Probert, S.M., “Community Sampling of Volatile Organic Compounds in the Capital Health Region: A Health Perspective”. *MS Thesis. Department of Civil and Environmental Engineering. University of Alberta*, Alberta, Canada, (2000).

Radiello-the radial diffusive sampler, 2007. Volatile Organic Compounds (VOCs)-thermally desorber [online], [http://www.radiello.it/english/cov\\_term\\_en.htm](http://www.radiello.it/english/cov_term_en.htm) (**Ziyaret tarihi: 12 Şubat 2008**)

Rodrics, J.V., Brett, S.M., Wrenn, G.C., “Significant risk decisions in Federal regulatory agencies”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 7, 307–320, (1987).

Qin, Y., Oduyemi and K., Chan, L.Y., “Comparative testing of PMF and CFA models”, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 61, 75–87, (2002).

RSHM, Refik Saydam Hıfzıssıha Merkezi Başkanlığı, “Hava Kirliliğine Genel Bakış”, *Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü*, 60 sayfa, (2004).

Sax, S.N., Bennet, D.H., Chillrud, S.N., Kinney, P.L., Spengler, J.D., “Differences in source emission rates of volatile organic compounds in inner-city residences of New York City and Los Angeles”. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 14(S1), 95–109, (2004).

Schauer, J.J., Rogge, W.F., Hildemann, L.M., Mazurek, M.A., Cass, G.R., Simoneit B.R.T., “Source apportionment of airborne particulate matter using organic compounds as tracers”, *Atmospheric Environment*, 30, 3837–3855, (1996).

Scheff, P.A., Wadden, R.A., Bates, B.A., Aronian, P.F. “Source fingerprints for receptor modeling of volatile organics”. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 39, 469–478, (1989).

Sheffield A.E., Gordon G.E., Currie L.A., Riederer G.E., “Organic, elemental and isotopic tracers of air pollution sources in Albuquerque”, *Atmospheric Environment*, 28, 1371–1384. (1994).

Schneider, P., Gebefügi, I., Richter, K., Wölke, G., Scnelle, J., Wichmann, H.E., Heinrich, J., “Indoor and outdoor BTX levels in German cities”, *The Science of the Total Environment*, 267(1-3), 41–51, (2001).

See, S.W. and Balasubramanian, R., “Risk assessment of exposure to indoor aerosols associated with Chinese cooking”, *Environmental Research*, 102, 197–204, (2006).

Son, B., Breyse, P. and Yang, W., “Volatile organic compounds concentrations in residential indoor and outdoor and it’s personal exposure in Korea”. *Environment International*, 29(1), 79–85, (2003).

Stefaniak, A.B., Breyse, P.N., Murray, M.P.M, Rooney and B.C., Schaefer, J., “An evaluation of employee exposure to volatile organic compounds in three photocopy centers”, *Environmental Research Section A*, 83, 162-173 (2000).

Tam, B.N. and Neumann, C.M., “A human health assessment of hazardous air pollutants in Portland, OR”. *Journal of Environmental Management*, 73, 131–45, (2004).

The Clean Air Act (CAA), “42 US Code 74.01-76.26”. *US Government Printing Office*, Washington, DC. (1991)

Tovalin-Ahumada, H. and Whitehead, L., “Personal exposures to volatile organic compounds among outdoor and indoor workers in two Mexican cities”, *The Science of the Total Environment*, 376, 60–71. (2007).

UNFCCC (United Nations Framework Convention of Climate Change) [online], 2005. <http://unfccc.int/> (**ziyaret tarihi: 20.02.2008**)

Unobe, M.O., “Indoor Air Quality in Admonton Public Schools, Elk Island Public Schools and Elk Island Catholic Schools: Ventilation And Comfort Parameters”. Ms Thesis. *Department of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta*, Alberta, Canada, (2003).

USEPA (United States Environmental Protection Agency),. “Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A)”. EPA/540/1-89/002. *Office of Solid Waste and Emergency Response*, Washington, DC, USA. (1989)

USEPA (United States Environmental Protection Agency),. “Indoor Air Quality: Sick Building Syndrome” (EPA/402-F-94-004). *Indoor Air Group, Research Triangle Park*, North Carolina, USA, (1991a).

USEPA (United States Environmental Protection Agency),. “Risk Assessment for Air Pollutants: A Citizen’s Guide”. EPA-450/3-90-024. *Air Risk Information Support Center, Research Triangle Park*, NC, USA, (1991b).

USEPA (United States Environmental Protection Agency), “SW-846, Method 8000B Determinative Chromatographic Separations”, (1996).

USEPA (United States Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System (IRIS), Available at <http://www.epa.gov/iriswebp/iris/> (**2003**).

USEPA (United States Environmental Protection Agency) 2007, [online], <http://www.epa.gov/ttn/naaqs/> (**ziyaret tarihi: 5 Mart 2008**)

Verschueren, K., “Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals”. *Von Nostrand Reinhold Company*, New York, USA, (1977).

Vega, E., Mugica, V., Carmona, R., Valencia, E., “Hydrocarbon source apportionment in Mexico City using the chemical mass balance receptor model”, *Atmospheric Environment*, 34, 4121–4129, (2000).

Wadden, W.A. and Scheff, P.A., “Indoor Air Pollution Characterization, Prediction and Control”, *John Willey & Sons, Inc.*, USA, (1983).

Wallace, L., “Indoor Particles: A Review”. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 46(2), 98–126, (1996).

Watson, J.G., Chow, J.C., Fujita, E.M. “Review of volatile organic compound source apportionment by chemical mass balance”, *Atmospheric Environment*, 35, 1567–1584, (2001).

Watson, J.G., Zhu, T., Chow, J.C., Engelbrecht, J., Fujita, E.M., Wilson, W.E., “Receptor modeling application framework for particle source apportionment”, *Chemosphere*, 49, 1093–1136. (2002).

Zabiegała, B., Gorecki, T., Przyk, E., Namiesnik, J., “Permeation passive sampling as a tool for the evaluation of indoor air quality”, *Atmospheric Environment*, 36(17), 2907–2916, (2002).

Zalel Y., A., Broday, D.M. “Revealing sources signatures in ambient BTEX concentrations”. *Environmental Pollution* (accepted: 8.Jan. 2008, in press).

Zuraimi, M.S., Roulet, C.A., Tham, K.W., Sekhar, S.C., Cheong, D.K.W., Wong, N.H., Lee K.H., “A comparative study of VOCs in Singapore and European office buildings”, *Building and Environment*, 41, 316–329. (2006).

## **EKLER**

### **EK-1: ANKET ÇALIŞMALARI**

## Ek 1-A: ANKET ÇALIŞMASI VE ZAMAN-AKTİVİTE ÇİZELGESİ - EVLER

### **KOCAELİ'DE EVLERDE, OFİSLERDE VE OKULLARDA İÇ ORTAM HAVA KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

#### **ANKET ÇALIŞMASI - EVLER**

**Projeyi Yürüten Kuruluş** : Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Destekleyen Kuruluşlar** : Kocaeli Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü  
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi

Bu ankette yeralan tüm bilgiler gizli tutulacaktır ve sadece araştırma amacıyla kullanılacaktır. Anketlerden elde edilecek tüm sonuçlar bütün olarak değerlendirilecektir. Tek bir kişiyi göz önüne alan bilgiler kişisel izin olmadan kullanılmayacaktır. Cevaplarınız evinizdeki iç ortam hava kalitesini etkileyen faktörleri belirlememize yardımcı olacaktır. Herhangi bir soruyu bilmiyorum şeklinde cevaplamaadan önce lütfen anket sorumlusuna danışınız.

Yardımlarınız için teşekkür ederiz.

#### **A.Ev Halkı ve Katılımcı Bilgileri**

- 1) Katılımcı adı :
- 2) Katılımcı adresi :
- 3) Tel. No :
- 4) Ailenin yıllık geliri :

#### **B.Ev Halkı Bilgileri**

5) Evde kimler yaşıyor? Lütfen aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Adı Soyadı	Yaşı	Evde içtiği sigara sayısı (adet/gün)	Eğitimi	Mesleği
1					
2					
3					
4					
5					
6					

6) Evinizde hayvan besliyormusunuz?

- a. Evet                      b. Hayır

7) Cevabınız evet ise ne tür bir hayvan besliyorsunuz ? .....

C. Ev Tipi

8) Evinizi tanımlarmısınız?   a. Bahçeli      b. Apartman dairesi      c. Diğer

.....

9) Eviniz kaç odalı ? .....

10) Eviniz kaç metrekare ? .....       tahminen söylediyse kutuyu işaretleyin

11) Eviniz kaç yaşında? .....

12) Bu evde kaç yıldır ikamet ediyorsunuz? .....

13) Eviniz trafiğe yakın mı? Trafiğe yaklaşık uzaklığı ?

- a. Evet                      b. Hayır      .....

14) Uyku dışında zamanınızın büyük bir kısmını evinizin hangi bölümünde geçiriyorsunuz?

- a. Yatak odası      b. Mutfak      c. Oturma odası      d. Çalışma odası      e.

Diğer.....

### **D. Isıtma ve Havalandırma Sistemleri**

15) Evinizin havalandırma sistemi var mı?      a. Evet                      b. Hayır                      c.

Bilmiyorum

16) Cevabınız evet ise ne tür bir havalandırma sistemine sahipsiniz?

.....

17) Oda havalandırması varsa, hangi odalarda bulunuyor?

.....

18) Evinizde havalandırma için ayrıca ne tür bir fan var?

- a. Portatif fan      b. Tavan fanı      c. Banyo fanı      d. Aspiratör      e. Fan yok      f.

Bilmiyorum

19) Eviniz nasıl ısıtılıyor?

**Sistem Tipi      Temel ısıtıcı      2.      3.      Isıtıcıların evinizdeki yerleri**

a. Klorifer                                                                 

.....

b. Soba                                                                 

.....

c. Diğer .....                                                                 

.....

20) Ne tür yakıt kullanılıyor?

Yakıt Tipi	Temel yakıt	2.	3.
a. Doğal gaz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Fuel-oil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Elektrik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Gaz yağı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Odun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Kömür	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Diğer.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21) Evinizi her zaman aynı sıcaklıkta tutuyor musunuz? a. Evet b. Hayır c. Bilmiyorum

22) Hava nemlendiricisi kullanıyormusunuz? Cevabınız evet ise hangi odalarda?

a. Evet b. Hayır c. Bilmiyorum

.....

#### **E) Evsel Kirletici Kaynakları**

23) Tüm ev aletleriniz (Fırın, Sıcak su ısıtıcısı, Elbise kurutucusu v.b.) elektrikli mi?

a. Evet b. Hayır c. Bilmiyorum

24) Cevabınız hayır ise lütfen aşağıdaki tabloyu doldurunuz

Cihazın Tipi	Yakıt türü	Diğer (tanımlayınız)	Evin neresinde
Fırın			
Ocak			
Sıcak su ısıtıcısı			
Elbise kurutucusu			
Diğer			

25) Evinizdeki halı sayısını belirtiniz? .....

26) Evinizin yaklaşık yüzde kaç halı ile kaplı? a. <% 25 b. %25-50 c. %50-75

d. >%75

27) Yakın zaman içerisinde evinizi halı kaplattınız mı? a. Evet b. Hayır

28) Cevabınız evet ise tarihini ve hangi odaları kaplattığınızı belirtirmisiniz? .

.....

29) Yakın zaman içerisinde evinizde boya-badana yapıldı mı? a. Evet b. Hayır

30) Cevabınız evet ise tarihini ve hangi odalarda yapıldığını belirtiniz?

.....



31) Yakın zaman içerisinde evinize mobilya aldınız mı? a. Evet b. Hayır

32) Cevabınız evet ise tarihini ve hangi odada olduğunu belirtiniz?

.....

33) Ev halkı iç ortamda sigara kullanıyor mu? Ne sıklıkla?

a. Evet b. Hayır .....

34) Evinizde Barbekü, Şömine vb. var mı ? Ne sıklıkla kullanılıyor ? Evin hangi bölümünde ?

a. Evet b. Hayır

.....

**Eviniz ile ilgili eklemek istediğiniz diğer bilgiler ve yorumlarınız :**

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

**KOCAELİ'DE EVLERDE, OFİSLERDE VE OKULLARDA İÇ  
ORTAM HAVA KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**ANKET ÇALIŞMASI  
ZAMAN-AKTİVİTE ÇİZELGESİ - EV KATILIMCISI**

Tarih / / 2006

**Örneklenen Kişinin Adı Soyadı :**

**Örneklenen Mekanın Adresi :**

**Örnek No :**

1. Örnekleme boyunca yarım saat aralıklarla aktivitelerinizi aşağıdaki tabloya kaydediniz.
2. Aktivitenin gerçekleştiği mekanı işaretleyiniz (√).
3. Aktivitenin genel bir tanımlamasını yapınız ve aktivitenin gerçekleştiği mekanı tanımlayınız.
4. Örnekleme esnasında aşağıdaki iş kollarından her hangi birinde çalıştınız veya bu gibi bir işin yapıldığı bölümde bulduysanız özellikle belirtiniz.

- |                                     |                              |                         |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| a. Boyama                           | b. Kim. veya plastik imalatı | c. Servis istasyonu     |
| d. Ahşap işleme                     | e. Hastane                   | f. Metal işleme         |
| g. Sıhhi tesisat                    | h. Kuru temizleme            | i. Petrokimya fabrikası |
| j. Matbaa                           | k. İnşaat işleri             | l. Kaynak, tamirat      |
| m. Otomotiv imalatı,bakım ve tamiri |                              | n. Diğer .....          |

5. Örnekleme esnasında aşağıdaki maddelerden her hangi birini kullandıysanız lütfen belirtiniz.

- |                         |                        |                         |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| a. Gaz,yağ              | b. LPG tüp             | c. Diğer yakıtlar...    |
| d. Boya, vernik         | e. Çözücüler (solvent) | f. Tutkal (yapıştırıcı) |
| g. Temizlik malzemeleri | h. Oda spreyi          | i. Böcek ilacı          |
| j. Kozmetik ürünler     | k. Diğer.....          |                         |

6. Örnekleme esnasında herhangi bir araç ile yaptığınız seyahatleri belirtirken lütfen trafik yoğunluğunu ve aracın camlarının seyahat sırasında açık ya da kapalı olduğunu belirtiniz.
7. Lütfen kimyasallara maruz kalmanıza neden olabilecek farklı bir ortamda veya aktivitede bulduysanız belirtiniz.
8. Sigara ve benzerlerini kullandığınız veya 15 dakikadan fazla süre için sigara içen biriyle kapalı ortamda yan yanana bulunduğunuz zamanları lütfen aşağıdaki tabloda belirtiniz.

9. Aşağıda sizin için örnek bir anket hazırlanmıştır. Anketi doldurmadan önce lütfen örnek anketi inceleyiniz.

<b>Saat</b>	<b>İç Ortam</b>			<b>Dış Ortam</b>		<b>Aktivite / Mekan Tanımlaması</b>
	<b>Ev</b>	<b>İş yeri / Okul</b>	<b>Diğer</b>	<b>Araç veya yol kenarı</b>	<b>Diğer</b>	
07:00-07:30						
07:30-08:00						
08:00-08:30						
08:30-09:00						
09:00-09:30						
09:30-10:00						
10:00-10:30						
10:30-11:00						
11:00-11:30						
12:00-12:30						
12:30-13:00						
13:00-13:30						
13:30-14:00						
14:00-14:30						
14:30-15:00						
15:00-15:30						
15:30-16:00						
16:00-16:30						
16:30-17:00						

<b>Saat</b>	<b>İç Ortam</b>			<b>Dış Ortam</b>		<b>Aktivite / Mekan Tanımlaması</b>
	<b>Ev</b>	<b>İş yeri / Okul</b>	<b>Diğer</b>	<b>Araç veya yol kenarı</b>	<b>Diğer</b>	
17:00-17:30						
17:30-18:00						
18:00-18:30						
18:30-19:00						
19:00-19:30						
19:30-20:00						
20:00-20:30						
20:30-21:00						
21:00-21:30						
21:30-22:00						
22:00-22:30						
22:30-23:00						
23:00-23:30						
23:30-24:00						
00:00-00:30						
00:30-01:00						
01:00-01:30						
01:30-02:00						
02:00-07:00						

## EK-2: ANKET ÇALIŞMASI VE ZAMAN-AKTİVİTE ÇİZELGESİ - OFİSLER

### **KOCAELİ'DE EVLERDE, OFİSLERDE VE OKULLARDA İÇ ORTAM HAVA KALİTESİNİN BELİRLENMESİ** **ANKET ÇALIŞMASI - OFİSLER**

**Projeyi Yürüten Kuruluş** : Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Destekleyen Kuruluşlar** : Kocaeli Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü  
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi

Bu ankette yeralan tüm bilgiler gizli tutulacaktır ve sadece araştırma amacıyla kullanılacaktır. Anketlerden elde edilecek tüm sonuçlar bütün olarak değerlendirilecektir. Tek bir kişiyi göz önüne alan bilgiler kişisel izin olmadan kullanılmayacaktır. Cevaplarınız ofisinizdeki iç ortam hava kalitesini etkileyen faktörleri belirlememize yardımcı olacaktır. Herhangi bir soruyu bilmiyorum şeklinde cevaplama önce lütfen anket sorumlusuna danışınız. Yardımlarınız için teşekkür ederiz.

- 1) Katılımcı şirket adı :
- 2) Şirket adresi :
- 3) Tel. No :
- 4) Bina yaşı:
- 5) Şirkette çalışan personel sayısı ? .....
- 6) Ofiste çalışma günleri ve saatleri ? .....
- 7) Katılımcının bulunduğu ofiste çalışan personel sayısı ?.....
- 8) Katılımcının bulunduğu ofiste sigara içiliyor mu ? Lütfen aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Adı Soyadı	Yaşı	Ofiste içtiği sigara sayısı (adet/gün)	Eğitimi	Mesleği
1					
2					
3					
4					
5					
6					

- 9) Ofis kaç metrekare ?.....
- 10) Ofisin zemini ne ile kaplı ?.....
- 11) Yakın zaman içerisinde ofiste boya-badana yapıldı mı? Yapıldıysa tarihi ?  
.....
- 12) Ofis malzemeleri (masa, sandalye vb.) hangi malzemedен üretilmiş?  
a. Ahşap      b. Plastik      c. Metal      d. Diğer .....
- 13) Ofiste aşağıdaki büro malzemelerinden kaç tane bulunmaktadır?  
a. Bilgisayar..... b. Yazıcı..... c. Fotokopi makinesi..... d. Faks  
cihazı.....
- 14) Ofis trafiğe yakın mı? Trafiğe yaklaşık uzaklığı ?  
a. Evet      b. Hayır .....
- 15) Ofiste havalandırma sistemi var mı?      a. Evet      b. Hayır
- 16) Cevabınız evet ise ne tür havalandırma sistemine sahipsiniz?  
.....
- 17) Ofiste havalandırma için pencereleri açıyor musunuz?  
a. Evet      b. Hayır
- 18) Havalandırma için gün içerisinde pencereler ne sıklıkla açılıyor ?.....  
.....
- 19) Ofisiniz nasıl ısıtılıyor?
- | Sistem Tipi    | Temel ısıtıcı            | 2.                       | 3.                       | Isıtıcıların ofisteki yerleri |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| a. Kalorifer   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | .....                         |
| b. Soba        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | .....                         |
| c. Diğer ..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | .....                         |
- 20) Ne tür yakıt kullanılıyor?
- | Yakıt Tipi    | Temel yakıt              | 2.                       | 3.                       |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a. Doğal gaz  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b. Fuel-oil   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c. Elektrik   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d. Gaz yağı   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e. Odun       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f. Kömür      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g. Diğer..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
- 21) Ofisi sürekli aynı sıcaklıkta tutuyor musunuz?  
a. Evet      b. Hayır      c. Bilmiyorum

**Ek 1-C: ANKET ÇALIŞMASI VE ZAMAN-AKTİVİTE ÇİZELGESİ –  
OKULLAR**

**KOCAELİ'DE EVLERDE, OFİSLERDE VE OKULLARDA İÇ  
ORTAM HAVA KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**ANKET ÇALIŞMASI  
ZAMAN-AKTİVİTE ÇİZELGESİ - OFİS KATILIMCISI**

**Tarih / / 2006**

**Örneklenen Kişinin Adı Soyadı :**

**Örneklenen Mekanın Adresi :**

**Örnek No :**

1. Örnekleme boyunca yarım saat aralıklarla aktivitelerinizi aşağıdaki tabloya kaydediniz.
2. Aktivitenin gerçekleştiği mekanı işaretleyiniz (√).
3. Aktivitenin genel bir tanımlamasını yapınız ve aktivitenin gerçekleştiği mekanı tanımlayınız.
4. Örnekleme esnasında aşağıdaki iş kollarından her hangi birinde çalıştınız veya bu gibi bir işin yapıldığı bölümde bulduysanız özellikle belirtiniz.

- |  |                                      |                                    |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| <b>a.</b> Boyama                           | <b>b.</b> Kim.l veya plastik imalatı | <b>c.</b> Servis istasyonu / Garaj |
| <b>d.</b> Ahşap işleme                     | <b>e.</b> Hastane                    | <b>f.</b> Metal işleme             |
| <b>g.</b> Sıhhi tesisat                    | <b>h.</b> Kuru temizleme             | <b>i.</b> Petrokimya fabrikası     |
| <b>j.</b> Matbaa                           | <b>k.</b> İnşaat işleri              | <b>l.</b> Kaynak, tamirat          |
| <b>m.</b> Otomotiv imalatı,bakım ve tamiri | <b>n.</b> Diğer .....                |                                    |

5. Örnekleme esnasında aşağıdaki maddelerden her hangi birini kullandıysanız lütfen belirtiniz.

- |                                |                               |                                |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>a.</b> Gaz,yağ              | <b>b.</b> LPG tüp             | <b>c.</b> Diğer yakıtlar.....  |
| <b>d.</b> Boya, vernik         | <b>e.</b> Çözücüler (solvent) | <b>f.</b> Tutkal (yapıştırıcı) |
| <b>g.</b> Temizlik malzemeleri | <b>h.</b> Oda spreyi          | <b>i.</b> Böcek ilacı          |
| <b>j.</b> Kozmetik ürünler     | <b>k.</b> Diğer.....          |                                |

6. Örnekleme esnasında herhangi bir araç ile yaptığınız seyahatleri belirtirken lütfen trafik yoğunluğunu ve aracın camlarının seyahat sırasında açık ya da kapalı olduğunu belirtiniz.
7. Lütfen kimyasallara maruz kalmanıza neden olabilecek farklı bir ortamda veya aktivitede bulduysanız belirtiniz.
8. Sigara ve benzerlerini kullandığınız veya 15 dakikadan fazla süre için sigara içen biriyle kapalı ortamda yan yanana bulunduğunuz zamanları lütfen aşağıdaki tabloda belirtiniz.

9. Aşağıda sizin için örnek bir anket hazırlanmıştır. Anketi doldurmadan önce lütfen örnek anketi inceleyiniz.

<b>Saat</b>	<b>İç Ortam</b>			<b>Dış Ortam</b>		<b>Aktivite / Mekan Tanımlaması</b>
	<b>Ev</b>	<b>İş yeri / Okul</b>	<b>Diğer</b>	<b>Araç veya yol kenarı</b>	<b>Diğer</b>	
07:00-07:30						
07:30-08:00						
08:00-08:30						
08:30-09:00						
09:00-09:30						
09:30-10:00						
10:00-10:30						
10:30-11:00						
11:00-11:30						
12:00-12:30						
12:30-13:00						
13:00-13:30						
13:30-14:00						
14:00-14:30						
14:30-15:00						
15:00-15:30						
15:30-16:00						
16:00-16:30						
16:30-17:00						



<b>Saat</b>	<b>İç Ortam</b>			<b>Dış Ortam</b>		<b>Aktivite / Mekan Tanımlaması</b>
	<b>Ev</b>	<b>İş yeri / Okul</b>	<b>Diğer</b>	<b>Araç veya yol kenarı</b>	<b>Diğer</b>	
17:00-17:30						
17:30-18:00						
18:00-18:30						
18:30-19:00						
19:00-19:30						
19:30-20:00						
20:00-20:30						
20:30-21:00						
21:00-21:30						
21:30-22:00						
22:00-22:30						
22:30-23:00						
23:00-23:30						
23:30-24:00						
00:00-00:30						
00:30-01:00						
01:00-01:30						
01:30-02:00						
02:00-07:00						

**KOCAELİ'DE EVLERDE, OFİSLERDE VE OKULLARDA İÇ ORTAM HAVA  
KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**ANKET ÇALIŞMASI - OKULLAR**

**Projeyi Yürüten Kuruluş** : Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği  
Bölümü

**Destekleyen Kuruluşlar** : Kocaeli Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü  
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara Nükleer Araştırma  
ve Eğitim Merkezi

Bu ankette yeralan tüm bilgiler gizli tutulacaktır ve sadece araştırma amacıyla kullanılacaktır. Anketlerden elde edilecek tüm sonuçlar bütün olarak değerlendirilecektir. Tek bir kişiyi göz önüne alan bilgiler kişisel izin olmadan kullanılmayacaktır. Cevaplarınız okulunuzdaki iç ortam hava kalitesini etkileyen faktörleri belirlememize yardımcı olacaktır. Herhangi bir soruyu bilmiyorum şeklinde cevaplamaadan önce lütfen anket sorumlusuna danışınız. Yardımlarınız için teşekkür ederiz.

- 1) Katılımcı okul adı :
- 2) Katılımcı okul adresi :
- 3) Tel. No :
- 4) Okul binası hangi tarihte inşa edilmiş?.....
- 5) Okulda eğitim hangi saatler arasında veriliyor ?.....
- 6) Okulda eğitim gören öğrenci sayısı ?.....
- 7) Bir sınıfta yaklaşık kaç öğrenci bulunmaktadır? .....
- 8) Bir ders süresi ?.....
- 9) Bir tenfüs süresi ?.....
- 10) Öğrenciler tenfüslerde genelde nerelerde vakit geçiriyor?.....
- 11) Okulda kantin var mı?.....
- 12) Kantinde havalandırma sistemi mevcut mu? **a.** Evet **b.** Hayır
- 13) Cevabınız evetse ne tür bir havalandırma sistemi var? Yeterli mi? .....
- .....
- 14) Kantinde aşağıdaki cihazlardan hangileri kaçar tane bulunmaktadır?  
**a.** Ocak..... **b.** Fırın..... **c.** Tost makinesi..... **d.** Çay makinesi..... **e.**  
Diğer.....
- 15) Öğretmenler odasında tenfüslerde yaklaşık kaç öğretmen bulunuyor? .....

- 16) Öğretmenler günde yaklaşık kaç saatlerini öğretmenler odasında geçiriyor ? .....
- 17) Öğretmenler odasında sigara içiliyor mu? **a.** Evet **b.** Hayır
- 18) Cevabınız evetse kaç kişi sigara kullanıyor ve günde toplam kaç sigara içiliyor ?.....
- 19) Cevabınız hayırsa sigara içmek için özel bir alan var mı ? **a.** Evet **b.** Hayır
- 20) Bu alanı günde kaç kişi kullanıyor ve yaklaşık kaç sigara içiliyor ? .....
- 21) Okul kaç metrekaare ? .....  tahminen söylediyse kutuyu işaretleyiniz
- 22) Okul kaç katlı ?.....
- 23) Okulda bulunan derslik sayısı ?.....
- 24) Derslikler hangi katlarda bulunuyor?.....
- 25) Her katta erkek ve kız öğrencilere ait tuvalet bulunuyormu ? **a.** Evet **b.** Hayır
- 26) Dersliklerin zemini ne ile kaplı?.....
- 27) Öğretmenler odası kaç metrekaare?.....
- 28) Öğretmenler odasının zemini ne ile kaplı?.....
- 29) Okulun bahçesi var mı? **a.** Evet **b.** Hayır
- 30) Cevabınız evetse bahçe kaç metrekaare ?..... tahminen söylediyse işaretleyiniz
- 31) Bahçenin zemini nasıl ?.....
- 32) Okul ne sıklıkla badana boya yapılıyor?.....
- 33) Okul yakın zamanda badana boya yapıldıysa tarihi ?.....
- 34) Dersliklerde bulunan sıralar hangi malzemeden üretilmiş?  
**a)** Ahşap **b)** Plastik **c)** Metal
- 35) Dersliklerde bulunan ders tahtasına yazı yazmakta ne kullanılıyor?  
**a)** Tebeşir **b)** Kalem
- 36) Okulunuzda hangi mekanlarda aşağıdaki cihazlardan kaçar adet olduğunu yazınız.  
**a.** Faks cihazı.....  
**b.** Yazıcı.....  
**c.** Fotokopi makinesi.....  
**d.** Bilgisayar.....  
**e.** Diğer.....
- 37) Okul trafiğe yakın mı? Trafiğe yaklaşık uzaklığı ? **a.** Evet **b.** Hayır  
.....
- 38) Okul bahçesinde araç park yeri mevcut mu? **a.** Evet **b.** Hayır
- 39) Cevabınız evetse bu park alanına günde yaklaşık kaç araç park ediliyor?.....
- 40) Okulda havalandırma sistemi var mı? **a.** Evet **b.** Hayır
- 41) Cevabınız evet ise ne tür bir havalandırma sistemine sahipsiniz?  
.....



## **EK-2 YAZ MEVSİMİ AKTİF ÖRNEKLEME SONUÇLARI**

Tablo Ek-2a: Evlerin İç Ortamlarında Yapılan Yaz Aktif Örnekleme Tümü Data Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Tümü Data Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5	EV6	EV7	EV8	EV9	EV10	EV11	EV12	EV13	EV14	EV15
Benzen	8,03	4,55	4,68	11,33	8,63	5,57	11,11	5,13	8,49	9,35	18,87	12,76	2,33	4,49	12,60
Toluen	26,76	18,65	12,29	129,78	12,97	8,93	43,05	20,37	38,50	16,59	24,46	39,28	22,16	32,09	32,62
Etilbenzen	15,18	5,36	3,83	16,53	3,92	2,07	40,06	2,97	10,32	4,60	6,38	4,83	28,17	11,16	15,10
m,p-ksilen	11,80	4,16	8,28	15,47	5,29	5,18	26,03	9,80	14,22	7,02	11,33	11,10	11,48	10,44	14,69
o-ksilen	10,69	2,62	2,66	5,55	2,14	1,95	12,40	3,39	6,16	3,25	4,62	5,03	4,91	4,68	7,18
Sikloheksan	3,87	0,90	3,14	12,66	4,28	3,54	10,97	4,56	7,65	6,91	14,40	5,75	9,28	3,80	6,02
1,2,4-trimetilbenzen	2,38	1,51	0,72	2,69	0,30	1,01	8,78	0,51	6,74	1,19	0,70	0,70	0,82	1,88	6,08
1,3,5-trimetilbenzen	1,85	0,40	1,24	5,92	0,71	3,04	13,18	1,33	3,61	1,89	2,00	1,71	2,54	6,91	5,17
Heksan	9,35	6,06	1,47	10,57	7,11	5,06	10,95	4,71	6,20	8,51	16,57	27,77	204	3,81	27,98
Heptan	14,40	5,65	2,04	14,40	2,99	1,74	4,53	3,16	5,33	2,29	3,97	2,21	2,22	4,55	11,18
2-metil-1-pentan	7,41	5,36	1,92	11,68	3,05	1,45	7,13	3,23	5,82	3,67	5,84	6,27	4,82	3,81	9,53
Metilciklopentan	4,23	10,59	3,90	21,15	3,05	1,60	11,19	5,63	8,06	6,82	5,41	4,41	12,16	6,19	11,54
2,4-dimetilpentan	5,00	1,48	0,52	3,21	2,33	1,22	5,97	2,37	4,33	3,17	6,12	2,85	1,75	1,27	7,07
2metilheksan	5,69	3,56	1,15	7,74	3,85	1,16	6,79	1,72	5,30	2,35	7,79	15,55	2,97	3,25	8,45
2,3-dimetilpentan	6,32	6,50	1,72	12,92	8,50	5,31	11,07	3,90	9,20	5,04	10,96	21,71	3,01	2,48	12,13
3-metilheksan	2,99	2,22	0,97	4,05	1,51	1,95	2,73	2,16	3,43	0,69	3,02	6,40	1,19	1,95	4,62
2,2,4-trimetilpentan	3,99	3,05	1,61	8,12	4,55	1,74	6,98	2,78	6,36	2,40	7,25	14,79	3,31	5,43	12,11
Metilsikloheksan	3,09	3,00	1,60	8,09	5,31	2,34	11,12	2,77	4,87	2,31	7,75	8,60	4,92	3,10	6,50
2,3,4-trimetilpentan	4,97	3,92	1,48	6,22	2,31	0,71	6,28	0,80	4,43	2,35	3,92	3,32	9,71	1,96	3,92
2-metilheptan/ 3-metilheptan	5,70	1,18	1,15	7,27	2,89	1,00	12,00	1,49	2,19	2,24	4,89	4,20	11,45	7,43	7,78
Stiren	11,07	8,27	6,82	9,41	6,21	22,04	8,04	4,83	6,70	4,69	3,73	4,23	7,40	4,48	8,46
Norfan	14,68	1,40	2,65	18,39	3,41	4,04	25,03	4,25	8,23	4,37	7,16	4,05	8,81	6,98	18,50
İzopropilbenzen	8,68	2,88	2,77	6,25	0,83	1,46	18,60	1,75	6,81	2,62	4,16	1,48	4,67	5,26	8,90
Propilbenzen	7,33	2,35	2,56	6,15	1,19	5,92	13,06	2,82	4,22	3,02	4,05	2,86	4,90	6,60	6,38
m,p-etiltohen	5,71	7,97	2,13	5,35	2,12	5,99	17,68	2,06	8,42	2,93	1,93	3,64	2,80	6,22	16,36
o-etiltohen	4,36	3,82	1,80	6,97	1,01	4,12	9,54	1,53	7,56	2,69	3,24	1,40	2,50	5,98	8,57
Decan	4,17	2,02	2,18	7,68	1,33	3,70	16,11	2,10	5,65	3,39	3,15	2,14	3,71	5,22	9,57
1,2,3-trimetilbenzen	6,83	1,89	1,53	7,16	0,78	3,17	10,20	1,52	7,91	1,67	5,20	1,59	2,16	2,85	9,53
m,p-dietilbenzen	4,38	1,22	1,20	5,54	0,71	1,49	11,85	0,93	13,52	1,91	0,51	0,40	1,22	2,67	10,36
<b>Σ29VOC</b>	<b>220,92</b>	<b>122,55</b>	<b>80,01</b>	<b>388,45</b>	<b>103,29</b>	<b>108,49</b>	<b>392,41</b>	<b>104,55</b>	<b>230,33</b>	<b>119,95</b>	<b>199,37</b>	<b>221,04</b>	<b>179,44</b>	<b>166,93</b>	<b>318,90</b>
t-pentan	3,50	4,02	4,66	11,39	4,54	3,69	8,50	3,54	5,13	5,21	6,54	5,85	5,30	3,03	7,51
l-pentan	2,19	2,76	4,21	7,74	3,50	2,43	5,74	2,60	4,61	4,18	5,77	4,42	4,34	2,40	4,90
c-pentan	2,36	1,66	2,53	4,23	2,94	2,61	4,97	2,16	3,61	2,88	4,67	5,62	3,91	1,58	5,84
İsopren	4,24	4,02	4,93	10,29	4,44	4,63	7,51	5,37	5,27	6,77	5,79	7,68	5,90	3,56	7,11
2,3-dimetilbutan	0,85	1,57	1,46	4,17	2,00	2,32	2,60	2,29	2,09	2,37	2,14	2,45	2,31	1,05	2,23
2-metilpentan	3,06	3,41	3,05	6,87	3,89	3,41	5,78	3,95	3,45	3,73	3,31	3,66	3,82	2,00	4,64
3-metilpentan	2,69	2,72	2,04	3,98	2,72	2,85	4,83	3,18	2,64	3,14	2,54	3,29	3,19	1,64	3,35
1,3-butadien	2,87	2,81	4,20	7,42	3,54	3,71	7,56	4,60	4,07	4,53	4,76	5,47	4,65	2,42	7,85
Eten	2,20	3,21	2,93	5,81	2,55	3,48	5,49	2,81	4,96	3,57	4,65	5,36	3,62	2,77	6,71
2,2-dimetilbutan	2,47	2,72	2,58	4,76	2,76	3,04	4,09	4,66	3,39	3,63	4,76	4,44	4,82	1,78	6,91
t-buten	2,30	3,00	3,02	6,74	3,39	3,07	5,35	4,49	5,37	4,57	3,98	3,67	3,73	2,18	3,98
l-buten	2,61	3,34	3,97	7,28	3,44	3,51	7,03	4,35	4,69	5,44	3,10	5,40	4,35	2,68	5,64
c-buten	1,87	2,58	3,90	6,13	2,76	2,52	5,75	3,27	4,37	3,86	4,34	3,48	4,30	1,53	4,46
Propen	2,03	3,73	3,34	7,16	3,85	3,50	6,60	4,41	5,33	5,84	5,13	3,55	5,51	2,41	6,03
<b>Σ43VOC</b>	<b>256,15</b>	<b>164,10</b>	<b>126,81</b>	<b>482,43</b>	<b>149,61</b>	<b>153,26</b>	<b>474,23</b>	<b>156,23</b>	<b>289,31</b>	<b>179,68</b>	<b>260,85</b>	<b>285,37</b>	<b>239,17</b>	<b>197,94</b>	<b>396,06</b>

Tablo Ek-2b: Evlerin İç Ortamlarında Yapılan Yaz Aktif Örneklemesi Gündüz Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Gündüz Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5	EV6	EV7	EV8	EV9	EV10	EV11	EV12	EV13	EV14	EV15
Benzen	10,14	4,54	6,22	10,05	8,05	5,44	10,02	3,23	9,33	3,67	21,35	16,23	1,56	5,15	14,68
Toluen	35,51	24,39	16,51	102,7	16,41	9,80	53,87	16,19	46,85	14,09	29,65	44,29	21,13	29,75	39,48
Etilbenzen	19,56	6,27	4,17	13,58	4,54	2,02	55,32	2,80	12,29	3,65	8,09	5,56	25,55	13,21	17,87
m,p-ksilen	15,78	4,86	9,70	12,74	6,09	5,20	31,81	8,73	16,66	6,10	13,71	12,34	10,46	12,01	15,11
o-ksilen	14,76	2,92	3,15	4,21	2,93	1,96	14,59	3,52	7,63	2,77	5,94	6,18	4,49	5,96	7,25
Sikloheksan	5,17	1,19	3,72	8,05	3,52	2,67	14,56	3,38	7,76	4,79	22,00	7,28	6,17	4,43	7,39
1,2,4-trimetilbenzen	3,16	1,61	0,93	1,92	0,41	1,12	8,70	0,68	8,01	1,13	0,82	0,71	0,98	2,25	6,00
1,3,5-trimetilbenzen	2,82	0,40	1,66	4,75	0,97	4,49	12,25	1,92	4,59	1,96	2,36	1,95	2,89	9,48	5,23
Heksan	10,90	8,54	1,39	16,75	3,99	5,06	15,47	3,93	2,56	4,57	24,72	26,30	2,27	5,42	37,66
Heptan	17,86	5,63	2,60	12,71	2,85	1,74	4,00	1,84	5,86	0,87	4,44	2,79	1,41	4,97	12,98
2-metil-1-penten	9,00	5,46	2,11	10,07	2,82	1,75	6,42	2,05	8,18	1,71	5,79	6,40	3,92	3,72	11,29
Metilsiklopentan	4,23	11,82	3,25	16,37	3,24	2,13	8,75	3,53	8,92	3,49	3,69	3,22	10,01	3,85	14,00
2,4-dimetilpentan	6,78	2,15	0,71	2,78	1,98	1,44	8,71	1,86	7,99	1,89	6,28	3,92	2,06	1,29	8,74
2metilheksan	6,43	1,96	1,78	7,94	3,21	1,55	4,08	0,90	9,40	0,51	8,63	15,54	1,86	4,72	9,91
2,3-dimetilpentan	9,74	5,41	1,98	13,69	11,88	6,42	8,92	3,98	15,09	2,97	11,24	25,98	2,61	2,84	14,12
3-metilheksan	4,13	2,47	1,22	3,06	1,79	1,83	3,29	2,54	4,11	0,56	3,61	8,58	0,82	2,07	4,98
2,2,4-trimetilpentan	4,17	4,34	1,80	8,51	4,76	2,20	8,00	2,79	7,67	2,60	4,64	11,99	2,02	5,65	10,43
Metilsikloheksan	4,67	3,46	1,73	5,98	5,66	1,98	18,25	2,66	6,00	1,25	11,58	11,91	5,40	4,89	7,08
2,3,4-trimetilpentan	6,83	4,37	1,75	3,57	1,74	0,79	10,54	0,93	5,19	1,88	5,60	4,69	12,35	2,51	4,37
2-metilheptan/ 3-metilheptan	8,43	1,04	0,76	7,26	3,24	1,00	19,37	1,54	3,14	3,01	7,31	5,15	16,68	6,75	13,55
Stiren	14,85	9,50	8,13	9,07	8,08	21,87	10,00	4,44	9,06	4,90	4,50	4,75	7,82	5,22	10,21
Nonan	19,24	1,59	3,17	15,13	4,68	4,06	35,77	3,96	10,37	4,16	9,03	5,01	10,47	9,10	22,01
İzopropilbenzen	8,16	2,88	2,98	4,82	0,84	1,66	26,40	2,13	7,02	1,62	3,08	1,51	5,61	4,32	11,31
Propilbenzen	8,84	2,09	3,98	4,63	1,66	8,94	19,44	4,43	5,48	4,09	3,47	2,85	5,26	9,56	7,42
m,p-etilohol	8,09	7,71	2,44	4,07	2,73	8,70	27,68	3,74	12,68	3,48	2,66	4,58	4,32	6,91	18,00
o-etilohol	5,79	4,36	2,10	4,23	1,38	3,81	10,84	2,91	9,00	2,82	4,51	1,51	3,37	6,94	9,07
Decan	7,44	2,46	3,72	3,58	1,99	3,33	12,70	1,24	7,62	1,88	4,64	3,18	3,58	4,60	10,39
1,2,3-trimetilbenzen	12,68	2,01	2,32	9,69	0,69	3,66	16,28	2,04	9,91	1,76	8,13	2,15	3,63	3,94	9,82
m,p-dietilbenzen	7,78	1,64	1,42	6,23	1,10	1,94	15,87	1,70	19,94	2,34	0,83	0,58	1,48	4,07	12,51
<b>Σ29 VO C</b>	<b>292,93</b>	<b>137,07</b>	<b>97,41</b>	<b>328,1</b>	<b>113,2</b>	<b>118,57</b>	<b>492,01</b>	<b>95,58</b>	<b>288,30</b>	<b>90,51</b>	<b>242,28</b>	<b>247,11</b>	<b>180,26</b>	<b>185,54</b>	<b>372,86</b>
t-pentan	4,40	4,24	6,65	14,08	6,26	4,20	11,40	4,18	7,14	3,51	8,97	8,24	5,18	3,60	10,19
1-pentan	2,95	2,97	5,82	9,25	4,52	2,53	7,74	2,68	6,72	3,24	8,29	6,34	3,94	2,32	6,66
c-pentan	3,56	2,33	3,54	4,47	3,70	2,83	6,82	2,48	4,98	3,19	6,41	8,02	4,08	1,40	9,06
Isopren	5,70	4,88	5,64	12,97	5,59	6,26	8,54	7,04	6,54	6,33	7,19	10,75	6,79	5,10	10,24
2,3-dimetilbutan	0,93	1,82	1,72	6,25	3,05	2,54	2,20	2,83	2,18	2,10	2,60	2,93	3,07	1,20	2,98
2-metilpentan	3,22	3,41	2,85	8,54	5,22	3,43	6,83	5,63	3,50	4,29	4,30	4,79	5,77	2,39	6,38
3-metilpentan	3,09	3,84	2,69	5,26	4,03	2,67	5,79	3,42	2,05	3,00	3,47	4,39	4,56	1,92	4,43
1,3-butadien	4,42	3,00	4,78	7,78	4,63	5,01	8,31	5,57	5,45	3,93	5,85	6,07	5,20	3,36	11,56
Eten	3,29	4,10	2,97	6,75	3,15	3,88	7,49	2,82	6,84	2,88	6,72	7,87	3,32	3,55	9,79
2,2-dimetilbutan	3,47	3,48	2,50	6,36	4,08	3,41	5,19	6,49	4,14	5,12	6,30	5,53	6,28	2,15	10,44
t-butan	3,01	3,63	3,73	9,06	4,55	4,30	7,25	6,75	9,45	5,06	3,85	5,50	3,79	3,03	4,49
1-buten	3,39	4,00	4,87	9,60	4,37	4,77	8,45	6,07	7,27	5,94	4,66	7,55	5,15	3,58	8,34
c-buten	2,30	3,11	4,38	8,12	3,82	3,08	5,02	3,52	7,41	4,45	5,09	5,85	4,32	2,06	5,83
Propen	2,48	4,67	4,35	9,92	5,61	4,03	6,88	5,44	7,59	7,56	6,57	4,79	7,04	3,49	7,43
<b>Σ43 VO C</b>	<b>339,14</b>	<b>186,57</b>	<b>153,9</b>	<b>446,5</b>	<b>175,8</b>	<b>171,49</b>	<b>590,23</b>	<b>160,49</b>	<b>369,55</b>	<b>151,12</b>	<b>322,55</b>	<b>335,73</b>	<b>248,74</b>	<b>224,69</b>	<b>460,87</b>

Tablo Ek-2c: Evlerin İç Ortamlarında Yapılan Yaz Aktif Örnekleme Gece Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Gece Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5	EV6	EV7	EV8	EV9	EV10	EV11	EV12	EV13	EV14	EV15
Benzen	5,92	4,56	3,15	12,60	9,22	5,71	12,20	7,11	7,65	15,04	16,38	9,29	3,11	3,89	10,52
Toluen	18,01	12,91	8,08	156,81	9,53	8,06	32,22	24,73	30,15	19,09	19,26	34,28	23,19	34,44	25,77
Etilbenzen	10,99	4,46	3,49	19,47	3,30	2,12	24,79	3,15	8,24	5,56	4,75	4,09	30,80	9,11	12,33
m,p-ksilen	7,82	3,47	6,86	18,21	4,49	5,16	20,24	10,91	11,79	7,94	8,94	9,86	12,45	8,87	14,27
o-ksilen	6,61	2,32	2,17	6,79	1,35	1,93	10,21	3,25	4,69	3,74	3,30	3,89	5,33	3,41	7,12
Sikloheksan	2,58	0,61	2,55	17,27	5,04	4,41	7,38	5,80	7,53	9,04	7,13	4,21	12,27	3,17	4,66
1,2,4-trimetilbenzen	1,60	1,40	0,51	3,45	0,20	0,90	8,85	0,33	5,47	1,25	0,58	0,69	0,66	1,52	6,15
1,3,5-trimetilbenzen	0,88	0,39	0,83	7,09	0,45	1,38	14,11	0,73	2,63	1,82	1,64	1,47	2,20	4,33	5,10
Heptan	7,80	3,57	1,54	4,39	10,23	5,05	6,43	5,51	10,04	12,45	8,42	29,24	1,81	2,21	18,30
Heptan	10,93	5,68	1,47	16,09	3,13	1,74	5,07	4,53	4,80	3,71	3,50	1,63	3,03	4,11	9,46
2-metil-1-pentan	5,83	5,25	1,72	13,30	3,28	1,15	7,85	4,45	3,47	5,63	5,89	6,15	5,73	3,89	7,77
Metilsiklopentan	4,22	9,37	4,56	25,94	2,86	1,08	13,62	7,82	7,19	10,16	7,13	5,60	14,30	8,53	9,07
2,4-dimetilpentan	3,22	0,80	0,33	3,64	2,67	0,99	3,22	2,90	0,68	4,46	5,96	1,78	1,45	1,25	5,40
2n-etilheksan	4,94	5,17	0,53	7,53	4,49	0,77	9,50	2,57	1,21	4,18	6,95	15,57	4,07	1,77	7,00
2,3-dimetilpentan	2,90	7,59	1,45	12,16	5,12	4,19	13,23	3,82	3,31	7,11	10,68	17,45	3,41	2,12	10,14
3-metilheksan	1,86	1,96	0,73	5,04	1,23	2,07	2,08	1,77	2,74	0,82	2,42	4,22	1,56	1,82	4,25
2,2,4-trimetilpentan	3,80	1,76	1,42	7,73	4,34	1,29	5,96	2,77	5,06	2,20	9,86	17,59	4,60	5,21	13,79
Metilsikloheksan	1,52	2,54	1,47	10,20	4,96	2,70	3,99	2,88	3,74	3,37	3,91	5,20	4,45	1,32	5,91
2,3,4-trimetilpentan	3,12	3,48	1,20	8,87	2,89	0,63	2,03	0,67	3,67	2,82	2,25	1,95	7,07	1,42	3,47
2-metilheptan/ 3-metilheptan	2,97	1,31	1,53	7,27	2,54	0,99	4,62	1,44	1,24	1,46	2,47	3,26	6,22	8,12	2,02
Stiren	7,29	7,04	5,51	9,75	4,33	22,21	6,07	5,23	4,34	4,49	2,96	3,70	6,99	3,74	6,70
Norfan	10,12	1,20	2,13	22,05	2,14	4,02	14,29	4,55	6,08	4,38	5,29	3,09	7,16	4,86	14,99
İzopropilbenzen	9,21	2,89	2,57	7,68	0,82	1,26	10,80	1,35	6,60	3,62	5,25	1,45	3,72	6,20	6,49
Propilbenzen	5,82	2,60	1,13	7,68	0,73	2,90	6,67	1,13	2,96	1,96	4,63	2,88	4,45	3,65	5,35
m,p-etiloluen	3,32	8,24	1,81	6,64	1,51	3,28	7,69	0,30	4,16	2,37	1,19	2,70	1,27	5,53	14,72
o-etiloluen	2,93	3,27	1,50	9,72	0,65	4,43	8,23	0,09	6,12	2,56	1,97	1,28	1,64	5,02	8,07
Decan	0,90	1,58	0,64	11,78	0,66	4,07	19,51	2,99	3,68	4,89	1,66	1,10	3,85	5,83	8,75
1,2,3-trimetilbenzen	0,97	1,76	0,74	4,64	0,86	2,68	4,12	0,97	5,92	1,59	2,27	1,02	0,69	1,76	9,25
m,p-dietilbenzen	0,99	0,81	0,98	4,86	0,32	1,05	7,83	0,14	7,10	1,48	0,19	0,22	0,95	1,26	8,21
<b>Σ29VOC</b>	<b>140,09</b>	<b>108,02</b>	<b>62,61</b>	<b>448,63</b>	<b>93,31</b>	<b>96,41</b>	<b>292,81</b>	<b>113,91</b>	<b>172,36</b>	<b>149,40</b>	<b>156,85</b>	<b>194,97</b>	<b>178,44</b>	<b>148,35</b>	<b>265,01</b>
t-pentan	2,60	3,80	2,67	8,71	2,81	3,18	5,60	2,87	3,12	6,92	4,12	3,46	5,42	2,46	4,84
1-pentan	1,43	2,54	2,60	6,23	2,48	2,32	3,75	2,51	2,50	5,13	3,25	2,49	4,74	2,48	3,13
c-pentan	1,17	0,99	1,51	4,00	2,18	2,40	3,12	1,82	2,24	2,57	2,93	3,23	3,74	1,76	2,62
Isopren	2,77	3,16	4,21	7,60	3,29	3,00	6,49	3,64	4,01	7,20	4,38	4,61	5,01	2,02	3,99
2,3-dimetilbutan	0,77	1,32	1,19	2,08	0,96	2,10	2,71	1,74	2,00	2,64	1,68	1,96	1,54	0,89	1,48
2-metilpentan	2,89	3,42	3,24	5,21	2,57	3,39	4,73	2,19	3,40	3,17	2,32	2,53	1,87	1,60	2,71
3-metilpentan	2,30	1,60	1,40	2,71	1,41	3,03	3,87	2,93	3,23	3,28	1,61	2,18	1,83	1,36	2,27
1,3-butadien	1,33	2,62	3,62	7,06	2,46	2,40	6,81	3,60	2,69	5,13	3,67	4,87	4,11	1,48	4,13
Eten	1,11	2,32	2,90	4,88	1,94	3,08	3,49	2,79	3,08	4,26	2,58	2,85	3,91	1,99	3,63
2,2-dimetilbutan	1,47	1,97	2,66	3,16	1,50	2,67	2,98	2,76	2,64	2,15	3,21	3,35	3,35	1,41	3,39
t-buten	1,59	2,36	2,30	4,42	2,23	1,84	3,45	2,13	1,30	4,08	4,11	1,84	3,67	1,34	3,47
1-buten	1,82	2,67	3,06	4,96	2,50	2,25	5,61	2,55	2,12	4,93	1,54	3,24	3,55	1,77	2,94
c-buten	1,43	2,05	3,41	4,14	1,70	1,97	6,48	3,01	1,34	3,26	3,60	1,10	4,29	1,00	3,09
Propen	1,58	2,79	2,32	4,41	2,10	2,97	6,33	3,34	3,06	4,12	3,69	2,31	3,97	1,32	4,63
<b>Σ43VOC</b>	<b>173,34</b>	<b>141,64</b>	<b>99,71</b>	<b>518,16</b>	<b>123,44</b>	<b>135,03</b>	<b>358,23</b>	<b>151,78</b>	<b>209,07</b>	<b>208,23</b>	<b>199,54</b>	<b>235,01</b>	<b>229,44</b>	<b>171,23</b>	<b>311,33</b>



Tablo Ek-2d: Ofislerin İç Ortamlarında Yapılan Yaz Aktif Örneklemesi Tüm Data Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Tüm Data Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )								
	Ofis1	Ofis2	Ofis3	Ofis4	Ofis5	Ofis6	Ofis7	Ofis8	Ofis9
Benzen	3,67	8,47	25,55	12,87	4,34	10,18	12,09	9,33	3,74
Toluen	14,82	24,05	94,57	58,15	85,06	98,03	12,83	45,30	62,72
Etilbenzen	4,29	13,21	13,82	8,97	8,88	21,29	3,75	9,47	6,42
m,p-ksilen	3,80	16,20	20,32	14,43	5,86	22,49	4,88	24,56	10,82
o-ksilen	2,88	21,53	13,51	14,27	3,54	19,49	2,09	13,14	4,69
Sikloheksan	1,27	9,36	5,18	3,30	0,57	3,19	7,48	10,00	5,16
1,2,4-trimetilbenzen	1,13	2,33	2,59	1,40	1,50	3,96	2,02	2,29	2,04
1,3,5-trimetilbenzen	1,25	1,47	3,73	1,28	2,31	3,86	1,09	4,99	0,60
Heksan	8,67	15,68	39,63	32,40	0,31	5,59	7,11	9,96	10,00
Heptan	3,52	21,02	7,56	15,94	5,22	10,07	4,60	6,27	4,52
2-metil-1-pentan	2,60	14,65	17,26	10,43	3,75	11,62	7,58	7,62	18,96
Metilsiklopentan	2,40	20,40	37,27	8,91	3,71	18,94	6,81	6,09	5,67
2,4-dimetilpentan	0,85	4,21	16,38	12,36	0,43	5,22	6,19	3,73	1,72
2metilheksan	3,40	12,72	7,59	3,05	5,54	11,99	12,30	14,28	63,24
2,3-dimetilpentan	7,98	26,92	3,21	13,16	7,44	1,69	27,95	35,83	0,30
3-metilheksan	1,25	8,41	5,04	2,50	2,84	2,68	4,93	5,49	1,05
2,2,4-trimetilpentan	1,80	20,41	6,32	2,34	5,32	7,28	12,41	13,39	2,45
Metilsikloheksan	1,37	6,14	6,38	2,19	4,10	5,61	15,58	11,32	3,40
2,3,4-trimetilpentan	2,38	7,25	6,53	3,60	27,82	2,60	18,65	38,31	4,64
2-metilheptan/3-metilheptan	0,42	2,19	4,71	8,22	4,52	10,57	3,11	6,41	0,94
Stiren	3,32	15,52	4,36	6,22	8,90	4,61	5,77	11,39	14,65
Nonan	2,33	16,06	8,49	12,90	25,22	11,29	4,49	11,60	7,06
İzopropilbenzen	1,31	7,21	5,31	9,27	3,50	7,35	1,95	4,07	6,35
Propilbenzen	2,05	9,22	4,52	9,82	4,35	5,32	2,35	5,65	4,17
m,p-etiltoluen	3,45	5,70	5,93	9,26	6,45	12,05	3,92	4,84	2,50
o-etiltoluen	0,80	4,64	5,89	3,48	2,17	2,11	1,58	5,08	3,43
Decan	2,13	2,94	3,82	2,05	3,69	5,95	2,18	5,45	3,33
1,2,3-trimetilbenzen	1,03	6,99	3,04	4,33	1,72	4,77	1,64	2,87	5,13
m,p-dietilbenzen	4,03	4,26	8,73	2,30	7,91	6,82	1,71	2,33	4,95
<b>Σ29VOC</b>	<b>90,19</b>	<b>329,16</b>	<b>387,22</b>	<b>289,40</b>	<b>246,97</b>	<b>336,65</b>	<b>199,04</b>	<b>331,05</b>	<b>264,65</b>
t-pentan	3,42	9,20	5,09	4,05	5,56	6,77	5,92	5,48	3,25
l-pentan	3,30	9,31	4,18	2,95	4,64	5,32	5,36	4,78	2,61
c-pentan	2,64	6,41	3,25	1,99	2,77	3,22	3,74	3,51	2,85
Isopren	4,54	8,56	5,50	4,13	6,17	11,62	7,56	7,28	4,71
2,3-dimetilbutan	2,11	3,12	2,35	1,42	1,58	3,55	3,19	3,48	1,41
2-metilpentan	3,96	5,13	3,90	3,74	4,57	6,64	6,07	5,20	2,99
3-metilpentan	2,70	5,17	3,74	2,09	2,15	4,20	3,57	3,48	1,97
1,3-butadien	3,76	4,15	4,72	2,65	5,76	6,75	5,25	5,75	5,39
Eten	3,78	7,37	5,00	2,58	3,12	6,30	4,22	3,96	3,00
2,2-dimetilbutan	3,45	5,62	4,11	2,88	3,02	7,86	5,24	3,67	3,79
t-buten	3,59	5,69	4,78	3,52	3,54	5,03	5,01	5,78	2,60
l-buten	3,10	8,08	4,45	3,46	4,27	6,87	4,66	6,29	3,55
c-buten	3,07	5,46	4,62	2,55	3,16	7,08	4,14	4,08	2,99
Propen	3,48	5,59	4,17	4,05	4,09	9,95	4,66	4,58	4,52
<b>Σ43VOC</b>	<b>137,10</b>	<b>418,02</b>	<b>447,09</b>	<b>331,48</b>	<b>301,39</b>	<b>427,81</b>	<b>267,64</b>	<b>398,36</b>	<b>310,28</b>

Tablo Ek-2e. Ofislerin İç Ortamlarında Yapılan Yaz Aktif Örneklemesi Gündüz Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Gündüz Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )								
	Ofis1	Ofis2	Ofis3	Ofis4	Ofis5	Ofis6	Ofis7	Ofis8	Ofis9
Benzen	3,66	8,48	29,50	19,33	6,13	11,46	16,84	8,81	5,30
Toluen	20,39	16,41	136,03	73,62	64,32	93,42	17,38	46,29	52,38
Etilbenzen	4,88	12,43	16,91	10,66	9,76	22,25	4,87	9,51	6,48
m,p-ksilen	5,02	16,44	24,53	16,74	6,36	23,66	6,08	23,55	12,24
o-ksilen	3,84	10,82	21,54	15,24	2,91	19,88	2,20	11,82	4,60
Sikloheksan	1,20	5,27	5,43	3,88	0,51	3,65	5,77	5,29	2,93
1,2,4-trimetilbenzen	1,33	1,31	2,70	1,41	1,25	3,78	2,35	2,23	1,55
1,3,5-trimetilbenzen	1,65	0,72	4,77	1,22	1,85	3,78	0,90	5,01	0,57
Heksan	9,32	15,00	47,19	51,92	0,32	9,87	8,68	9,50	6,20
Heptan	3,33	20,39	8,48	23,78	6,84	11,18	6,44	5,85	6,58
2-metil-1-penten	3,09	11,57	16,68	15,51	5,28	12,34	11,05	7,12	27,18
Metilsiklopentan	2,32	8,60	24,82	10,18	4,60	16,93	8,72	2,98	4,30
2,4-dimetilpentan	1,17	2,15	24,36	20,75	0,42	4,77	7,30	4,91	1,59
2metilheksan	5,09	14,60	8,52	4,47	9,01	15,96	20,90	14,54	94,85
2,3-dimetilpentan	8,44	28,83	3,30	11,68	9,87	1,71	41,33	44,83	0,33
3-metilheksan	1,83	6,86	6,91	2,57	3,30	2,71	6,38	5,74	1,11
2,2,4-trimetilpentan	2,20	6,91	2,90	2,04	3,31	7,43	12,09	7,79	2,05
Metilsikloheksan	2,32	4,81	8,71	2,74	3,33	4,72	16,91	12,32	4,68
2,3,4-trimetilpentan	2,41	3,52	8,68	3,37	21,29	2,63	20,11	39,08	5,31
2-metilheptan/3-metilheptan	0,57	1,51	4,43	11,57	5,85	10,18	3,50	9,14	1,52
Stiren	4,29	15,24	5,25	7,37	10,87	4,89	7,24	12,66	22,46
Nonan	3,24	8,06	13,83	13,62	27,99	11,72	4,76	10,74	7,36
İzopropilbenzen	0,74	2,86	2,52	6,86	2,44	6,03	1,97	1,83	4,03
Propilbenzen	3,03	8,64	6,53	7,30	3,39	5,21	2,95	9,02	2,33
m,p-etiltoluen	4,87	6,01	6,86	9,37	5,38	12,47	4,41	5,42	2,58
o-etiltoluen	0,89	4,32	5,69	4,50	1,55	2,40	1,48	5,56	4,24
Decan	3,46	2,87	6,56	2,90	3,20	6,55	2,11	7,64	5,70
1,2,3-trimetilbenzen	1,80	4,29	3,47	5,22	1,97	5,31	1,98	2,04	7,99
m,p-dietilbenzen	7,33	5,93	14,15	3,32	12,26	8,16	1,96	3,26	8,19
<b>E29VOC</b>	<b>113,75</b>	<b>254,86</b>	<b>471,21</b>	<b>363,11</b>	<b>235,57</b>	<b>345,05</b>	<b>248,65</b>	<b>334,48</b>	<b>306,64</b>
t-penten	4,00	5,41	7,95	6,24	8,47	8,67	7,84	7,78	4,43
l-penten	3,79	5,74	6,28	4,89	7,34	6,72	7,29	6,79	4,21
c-penten	2,88	4,82	4,62	3,36	3,78	3,85	4,40	4,44	4,34
Isopren	6,06	4,22	8,95	5,76	9,19	13,57	7,94	10,60	7,46
2,3-dimetilbutan	2,92	1,32	3,75	2,08	2,48	4,45	3,57	3,84	1,29
2-metilpentan	6,17	2,70	5,61	5,37	6,63	7,20	6,70	6,67	4,24
3-metilpentan	3,65	3,13	5,99	2,65	2,18	4,77	3,67	3,06	2,09
1,3-butadien	4,95	3,28	6,19	3,99	8,04	7,44	6,29	6,85	9,29
Eten	4,89	6,88	4,92	3,58	3,31	4,89	5,55	5,60	4,57
2,2-dimetilbutan	5,10	5,08	3,44	3,67	3,61	9,14	6,38	5,10	5,07
t-buten	5,35	5,69	4,82	4,86	4,12	5,69	7,94	7,70	4,00
l-buten	4,76	6,96	4,72	4,35	5,31	8,08	6,28	6,92	4,40
c-buten	4,90	5,63	3,95	3,40	4,49	8,19	5,63	3,67	4,35
Propen	5,28	5,65	5,04	5,64	4,47	10,16	7,28	6,65	6,03
<b>E43VOC</b>	<b>178,46</b>	<b>321,38</b>	<b>547,45</b>	<b>422,94</b>	<b>308,99</b>	<b>447,89</b>	<b>335,39</b>	<b>420,16</b>	<b>372,42</b>

Tablo Ek-2f. Ofislerin İç Ortamlarında Yapılan Yaz Aktif Örneklemesi Gece Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Gece Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )								
	Ofis1	Ofis2	Ofis3	Ofis4	Ofis5	Ofis6	Ofis7	Ofis8	Ofis9
Benzen	3,69	8,46	21,60	6,41	2,55	8,90	7,35	9,85	2,19
Toluen	9,24	31,69	53,10	42,01	105,79	102,64	8,27	44,32	73,07
Etilbenzen	3,69	13,98	10,73	7,28	8,01	20,33	2,64	9,44	6,37
m,p-ksilen	2,58	15,96	16,11	12,12	5,35	21,33	3,68	25,56	9,40
o-ksilen	1,93	32,24	5,48	13,31	4,17	19,10	1,98	14,46	4,77
Sikloheksan	1,34	13,46	4,93	2,72	0,63	2,73	9,19	14,72	7,39
1,2,4-trimetilbenzen	0,94	3,35	2,49	1,38	1,75	4,14	1,68	2,35	2,54
1,3,5-trimetilbenzen	0,84	2,23	2,70	1,35	2,76	3,94	1,28	4,96	0,62
Heksan	8,01	16,37	32,07	12,88	0,30	1,31	5,53	10,42	13,80
Heptan	3,71	21,64	6,63	8,10	3,60	8,96	2,76	6,68	2,45
2-metil-1-pentan	2,10	17,74	17,85	5,34	2,23	10,91	4,11	8,11	10,74
Metilsiklopentan	2,48	32,20	49,71	7,64	2,81	20,95	4,91	9,20	7,04
2,4-dimetilpentan	0,53	6,27	8,39	3,97	0,45	5,68	5,07	2,55	1,84
2metilheksan	1,71	10,83	6,66	1,63	2,07	8,03	3,70	14,01	31,62
2,3-dimetilpentan	7,51	25,01	3,12	14,65	5,00	1,66	14,58	26,82	0,27
3-metilheksan	0,67	9,96	3,18	2,43	2,37	2,66	3,48	5,23	1,00
2,2,4-trimetilpentan	1,40	33,92	9,74	2,64	7,33	7,12	12,73	18,99	2,86
Metilsikloheksan	0,41	7,47	4,06	1,65	4,88	6,50	14,24	10,32	2,12
2,3,4-trimetilpentan	2,35	10,98	4,38	3,84	34,36	2,56	17,19	37,55	3,97
2-metilheptan/3-metilheptan	0,26	2,86	5,00	4,87	3,19	10,97	2,72	3,67	0,35
Stiren	2,34	15,79	3,47	5,07	6,93	4,34	4,30	10,13	6,84
Nonan	1,43	24,05	3,14	12,19	22,46	10,86	4,23	12,46	6,77
İzopropilbenzen	1,87	11,57	8,10	11,67	4,55	8,68	1,92	6,31	8,67
Propilbenzen	1,07	9,80	2,52	12,33	5,31	5,44	1,76	2,28	6,02
m,p-etiltoluen	2,03	5,39	4,99	9,15	7,52	11,63	3,43	4,27	2,42
o-etiltoluen	0,71	4,96	6,09	2,46	2,80	1,82	1,69	4,61	2,62
Decan	0,80	3,01	1,08	1,20	4,17	5,36	2,25	3,25	0,96
1,2,3-trimetilbenzen	0,27	9,68	2,60	3,44	1,46	4,23	1,29	3,70	2,26
m,p-diethylbenzen	0,74	2,60	3,31	1,27	3,56	5,48	1,46	1,41	1,70
<b>Σ 29 VOC</b>	<b>66,63</b>	<b>403,47</b>	<b>303,22</b>	<b>215,03</b>	<b>258,37</b>	<b>328,24</b>	<b>149,44</b>	<b>327,63</b>	<b>222,66</b>
t-pentan	2,84	12,98	2,23	1,86	2,66	4,87	4,00	3,19	2,06
l-pentan	2,80	12,87	2,09	1,01	1,94	3,91	3,43	2,76	1,01
c-pentan	2,40	8,01	1,88	0,63	1,76	2,58	3,07	2,57	1,36
Isopren	3,03	12,90	2,06	2,51	3,15	9,68	7,18	3,96	1,96
2,3-dimetilbutan	1,31	4,91	0,96	0,75	0,67	2,65	2,81	3,13	1,52
2-metilpentan	1,75	7,55	2,19	2,11	2,52	6,09	5,45	3,72	1,74
3-metilpentan	1,74	7,22	1,49	1,54	2,13	3,62	3,46	3,90	1,85
1,3-butadien	2,57	5,01	3,26	1,31	3,49	6,07	4,20	4,64	1,49
Eten	2,67	7,86	5,08	1,59	2,93	7,71	2,89	2,32	1,42
2,2-dimetilbutan	1,81	6,16	4,79	2,09	2,42	6,58	4,10	2,24	2,51
t-buten	1,83	5,69	4,74	2,19	2,96	4,38	2,08	3,86	1,21
l-buten	1,43	9,21	4,18	2,58	3,24	5,70	3,05	5,66	2,69
c-buten	1,24	5,30	5,29	1,69	1,83	5,98	2,65	4,49	1,63
Propen	1,68	5,52	3,31	2,46	3,71	9,73	2,05	2,50	3,02
<b>Σ 43 VOC</b>	<b>95,73</b>	<b>514,66</b>	<b>346,74</b>	<b>239,34</b>	<b>293,79</b>	<b>407,78</b>	<b>199,88</b>	<b>376,55</b>	<b>248,14</b>

Tablo Ek-2g. Okulların İç Ortamlarında Yapılan Yaz Aktif Örnekleme  
Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Tüm Data Ortalama			Gündüz Ortalama			Gece Ortalama		
	Okul 1	Okul 2	Okul 3	Okul 1	Okul 2	Okul 3	Okul 1	Okul 2	Okul 3
Benzen	8,90	10,07	4,92	11,46	15,36	5,91	6,33	4,78	3,93
Toluen	47,35	124,09	22,24	65,51	229,15	29,28	29,19	19,03	15,19
Etilbenzen	11,32	9,89	5,26	14,54	15,80	6,47	8,11	3,98	4,05
m,p-ksilen	10,09	13,47	3,87	13,05	20,40	4,88	7,14	6,53	2,86
o-ksilen	7,46	12,00	2,14	10,00	19,49	2,72	4,92	4,52	1,56
Siklohegzan	5,90	3,41	2,80	9,63	4,37	2,27	2,18	2,45	3,33
1,2,4-trimetilbenzen	20,44	2,05	2,45	27,67	2,89	3,19	13,22	1,22	1,71
1,3,5-trimetilbenzen	1,93	7,28	0,92	2,91	12,04	1,19	0,95	2,52	0,65
Hegzan	7,13	1,28	8,81	10,40	1,80	8,49	3,85	0,77	9,13
Heptan	8,05	28,05	2,11	10,36	40,67	3,71	5,74	15,43	0,50
2-metil-1-penten	4,50	12,58	2,56	6,25	19,47	3,69	2,75	5,68	1,44
Metilsiklopentan	2,60	7,39	3,74	2,83	13,98	4,37	2,38	0,79	3,12
2,4-dimetilpentan	0,89	5,19	3,26	1,18	5,73	5,49	0,61	4,65	1,03
2metilhegzan	6,41	9,11	1,00	10,52	16,37	0,88	2,30	1,85	1,13
2,3-dimetilpentan	4,39	5,63	8,66	5,76	9,70	8,44	3,01	1,56	8,88
3-metilhegzan	2,53	5,54	0,92	3,42	8,04	1,36	1,64	3,04	0,48
2,2,4-trimetilpentan	4,56	13,24	0,69	3,96	16,61	0,68	5,17	9,87	0,70
Metilsiklohegzan	5,09	19,81	0,98	6,55	22,04	1,15	3,63	17,58	0,80
2,3,4-trimetilpentan	2,80	23,83	1,80	3,12	28,13	1,22	2,47	19,53	2,38
2-metilheptan/3-metilheptan	1,01	7,67	3,99	1,42	11,51	4,10	0,61	3,84	3,87
Stiren	7,27	10,92	3,76	9,47	16,63	4,88	5,08	5,21	2,64
Nonan	9,93	4,08	6,54	13,70	6,67	8,39	6,15	1,49	4,68
İzopropilbenzen	5,95	5,24	3,79	5,07	6,15	4,04	6,82	4,34	3,53
Propilbenzen	5,16	5,15	2,46	7,96	7,65	3,76	2,36	2,64	1,15
m,p-etiltoluen	3,85	7,77	2,27	5,63	12,29	3,12	2,07	3,25	1,43
o-etiltoluen	2,93	6,34	2,59	3,88	9,87	2,68	1,98	2,81	2,49
Decan	7,44	3,08	6,23	6,82	5,14	9,86	8,06	1,01	2,59
1,2,3-trimetilbenzen	4,70	2,46	4,20	5,44	4,35	6,60	3,95	0,57	1,79
m,p-dietilbenzen	3,74	3,45	2,43	5,87	5,85	2,89	1,60	1,05	1,98
<b>Σ29VOC</b>	<b>214,31</b>	<b>370,09</b>	<b>117,36</b>	<b>284,35</b>	<b>588,16</b>	<b>145,70</b>	<b>144,27</b>	<b>152,02</b>	<b>89,01</b>
t-penten	7,54	2,03	0,81	9,92	3,16	1,07	5,15	0,90	0,54
1-penten	6,42	1,82	0,79	8,30	3,02	1,07	4,54	0,62	0,50
c-penten	5,62	1,94	0,77	7,26	2,40	0,99	3,99	1,48	0,54
Isopren	6,96	3,14	1,75	10,19	5,50	2,14	3,73	0,78	1,36
2,3-dimetilbutan	2,48	0,81	0,50	3,51	0,89	0,53	1,45	0,72	0,48
2-metilpentan	4,06	2,97	1,47	5,19	4,28	2,03	2,94	1,66	0,92
3-metilpentan	3,78	2,43	0,90	5,62	2,81	1,09	1,93	2,06	0,71
1,3-butadien	5,85	2,08	1,62	7,74	2,94	2,59	3,96	1,23	0,66
Eten	5,74	1,65	1,00	7,36	2,11	1,25	4,13	1,20	0,75
2,2-dimetilbutan	6,97	1,78	1,07	10,73	1,83	1,60	3,21	1,73	0,53
t-buten	6,85	1,77	1,05	9,73	2,52	1,33	3,96	1,01	0,76
1-buten	6,97	2,32	1,46	8,14	3,56	1,77	5,81	1,07	1,15
c-buten	6,12	1,15	1,28	8,57	1,40	1,65	3,67	0,90	0,91
Propen	4,84	1,90	1,23	6,90	2,54	1,46	2,77	1,26	1,01
<b>Σ43VOC</b>	<b>294,49</b>	<b>397,88</b>	<b>133,06</b>	<b>393,49</b>	<b>627,12</b>	<b>166,27</b>	<b>195,50</b>	<b>168,64</b>	<b>99,85</b>

Tablo Ek-2h. UOBlerin Yaz Mevsimi Dış Ortam Kanister Örnekleme Sonuçları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Yaz Mevsimi				
	Ev 1	Ev 11	Ev 12	Ofis 6	Okul 1
Hegzan	14.25	16.58	30.21	1.18	7.99
Metilsiklopentan	4.42	11.85	4.11	9.76	5.44
2,4-dimetilpentan	13.35	8.87	25.66	4.39	0.89
Benzen	17.99	19.85	13.56	5.79	6.59
Siklohegzan	2.39	7.22	3.59	0.63	7.51
2,3-dimetilpentan	13.65	12.89	19.60	1.96	10.87
2-metilhegzan	5.24	6.66	1.74	5.33	6.45
3-metilhegzan	1.18	2.78	0.79	2.36	2.22
2,2,4-trimetilpentan	2.45	6.32	1.98	4.18	3.41
Heptan	4.28	3.21	0.80	13.15	8.39
Metilsiklohegzan	2.75	6.25	1.64	4.39	3.42
2,3,4-trimetilpentan	1.20	1.84	0.59	3.75	3.38
2-metilheptan	0.21	0.57	0.41	0.74	0.30
Toluen	10.02	50.26	4.95	86.56	27.84
3-metilheptan	0.62	3.31	0.65	2.45	1.38
Oktan	4.12	5.05	0.80	7.55	5.12
Etilbenzen	4.65	9.25	1.96	10.49	8.36
m,p-ksilen	19.89	32.89	3.35	19.29	8.35
Stiren	4.61	3.77	2.51	3.11	5.49
o-ksilen	14.45	18.87	1.91	16.61	7.35
Nonan	5.21	9.85	1.42	5.75	1.54
Isopropilbenzen	4.41	2.89	0.21	5.51	5.27
Propibenzen	4.41	4.28	1.24	2.41	3.99
1,3,5-trimetilbenzen	2.79	3.51	0.48	2.07	2.54
3-etiltoluen	1.38	3.18	0.26	0.78	1.44
4-etiltoluen	9.41	1.84	0.29	6.51	1.75
2-etiltoluen	1.51	3.39	0.94	2.19	1.68
Dekan	3.31	3.82	1.26	3.45	8.75
1,2,4-trimetilbenzen	2.21	4.74	0.50	2.11	19.10
1,2,3-trimetilbenzen	2.10	2.68	0.61	2.35	3.90
1,3-dietilbenzen	10.05	1.38	0.13	7.65	1.18
1,4-dietilbenzen	1.92	3.98	0.18	2.09	1.54
Andekan	2.18	13.88	1.12	4.94	3.71
Dodekan	5.00	21.38	4.39	3.51	15.24

## **EK-3 YAZ MEVSİMİ PASİF ÖRNEKLEME SONUÇLARI**

Tablo Ek-3a. UOBlerin Ev, Okul ve Ofislerde Yaz Örnekleme Kişi, İç Ortam, Dış Ortam Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	KİŞİ (N=28)			İÇ ORTAM (N=61)			DIŞ ORTAM (N=28)			EYLER (N=20)	
	Okul (N=3)	Ofis (N=10)	Ev (N=15)	Okul (N=6)	Ofis (N=10)	Ev (N=45)	Okul (N=3)	Ofis (N=10)	Ev (N=15)	Kişi (Çalışan) (N=5)	Kişi (Ev Kadını) (N=15)
Hegzan	14,89	11,95	9,73	5,02	20,93	9,31	6,4	7,16	9,72	15,94	9,73
Metilsiklopentan	4,71	15,36	11,08	5,61	15,56	10,89	3,54	5,06	4,83	21,66	11,08
2,4-Dimetilpentan	3,95	4,63	6,05	4,4	7,18	8,19	2,09	2,22	5,8	17,34	6,05
Benzen	6,8	9,75	10,06	7,5	11,95	8,88	4,77	7,83	10,03	22,63	10,06
Siklohegzan	3,81	6,55	7,82	4,65	6,01	6,58	3,87	3,77	5,03	6,98	7,82
2,3-Dimetilpentan	9,96	9,99	9,57	9,58	14,26	8,25	8,03	5,15	7,69	17,98	9,57
2-Metilhegzan	7,76	13,53	7,23	5,47	15,34	5,88	3,22	3,87	3,74	13,27	7,23
3-Metilhegzan	3,64	4,59	3,54	2,42	4,4	2,67	1,67	1,66	1,5	7,3	3,54
2,2,4-Trimetilpentan	4,55	9,88	7,75	5,31	10,67	6,85	1,98	3,07	3,67	22,89	7,75
Heptan	7,34	9,87	6,35	11,65	9,4	5,49	5,68	4,92	2,42	11,89	6,35
Metilsiklohegzan	3,38	6,08	6,34	6,43	6,46	5,49	2	2,81	3,6	5,99	6,34
2,3,4-Trimetilpentan	3,94	6,5	5,17	7,52	10,78	3,8	2,47	2,22	1,62	12,49	5,17
2-Metilheptan	0,97	2,37	1,16	1,02	1,67	1,41	0,37	0,41	0,57	1,88	1,16
Toluen	45,09	62,27	55,28	55,05	53,98	44,19	18,15	33,73	30,72	87,4	55,28
3-Metilheptan	2,06	4,23	4,96	3,91	4,4	4,37	1,82	2,36	1,75	5,76	4,96
Oktan	3,1	7,61	4,8	4,25	6,53	4,18	3,17	3,44	2,67	7,74	4,8
Etilbenzen	9,45	15,46	14,82	11,11	11,13	13,07	6,1	5,57	4,49	20,88	14,82
m,p-ksilen	9,55	15,13	14,78	9,56	14,37	12,31	6,8	9,24	12,76	24,41	14,78
Stirene	6,94	7,97	9,51	7,2	8,99	9,39	5,71	3,9	4,19	7,88	9,51
o-ksilen	7,11	9,95	7,13	5,88	10,8	5,73	5,62	6,88	6,89	15,81	7,13
Nonan	6,02	10,16	10,99	9,31	9,75	9,05	4,49	5,23	5,3	15,04	10,99
Isopropilbenzen	6,38	6,66	6,69	6,15	6	4,98	4,29	3,9	2,61	9,37	6,69
Propilbenzen	3,69	7,7	5,62	5,02	6,77	4,99	2,94	3,29	2,79	6,29	5,62
1,3,5-Trimetilbenzen	4,39	3,36	3,83	3,13	2,67	3,34	1,44	1,96	1,87	7,36	3,83
3-Etiltoluen	2,49	2,63	3,96	2,31	2,59	3,57	1,23	1,73	1,49	4,11	3,96
4-Etiltoluen	3,83	3,36	1,72	3,11	4,56	2,77	1,28	3,01	2,82	3,16	1,72
2-Etiltoluen	3,85	3,92	4,26	3,96	3,72	4,05	1,51	3,21	2,46	4,82	4,26
Dekan	5,28	6,09	5,25	5,42	3,92	4,74	6,09	3,83	2,7	6,07	5,25
1,2,4-Trimetilbenzen	9,81	8,07	2,51	7,95	2,34	2,35	15,57	5,54	2,47	4,7	2,51
1,2,3-Trimetilbenzen	3,13	4,77	5,14	3,29	4,47	4,48	3,17	2,66	2,32	4,8	5,14
1,3-Dietilbenzen	2,7	3,84	1,48	2,02	2,8	2,07	2,71	2,45	2,49	3,8	1,48
1,4-Dietilbenzen	1,39	2,46	2,16	1,61	2,35	2,08	1,14	1,52	1,4	3,42	2,16
Undekan	2,39	7,07	4,74	3,14	6,05	4,26	2,6	3,13	4,31	6,89	4,74
Dodekan	10,21	8,5	5,15	4,72	6,87	4,64	8,39	6,87	6,01	6,45	5,15
<b>Σ35UOB</b>	<b>224,57</b>	<b>312,24</b>	<b>266,62</b>	<b>234,65</b>	<b>309,67</b>	<b>234,31</b>	<b>150,29</b>	<b>163,61</b>	<b>164,73</b>	<b>434,41</b>	<b>266,62</b>

Tablo Ek-3b. Ev, Okul ve Ofislerin Yaz Mevsimi İç Ortam, Dış Ortam ve Kişisel Örnekleme UOB Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	OKULLAR				OFİSLER			EVLER					
	Kişi	Sınıf	İdareci Odası	Dış Ortam	Kişi	İç Ortam	Dış Ortam	Kişi (Çalışan)	Kişi (EvKadını)	Mutfak	Oturma Odası	Yatak Odası	Dış Ortam
Hegzan	14,89	5,75	4,29	6,4	11,95	20,93	7,16	15,94	9,73	9,22	9,86	8,83	9,72
Metilsiklopentan	4,71	4,57	6,64	3,54	15,36	15,56	5,06	21,66	11,08	11,55	8,76	12,35	4,83
2,4-Dimetilpentan	3,95	3,12	5,68	2,09	4,63	7,18	2,22	17,34	6,05	11,98	6,51	6,08	5,8
Benzen	6,8	7,83	7,18	4,77	9,75	11,95	7,83	22,63	10,06	8,39	9,57	8,68	10,03
Siklohegzan	3,81	4,04	5,26	3,87	6,55	6,01	3,77	6,98	7,82	6,82	6,17	6,76	5,03
2,3-Dimetilpentan	9,96	6,24	12,92	8,03	9,99	14,26	5,15	17,98	9,57	8,65	8,3	7,8	7,69
2-Metilhegzan	7,76	5,47	5,46	3,22	13,53	15,34	3,87	13,27	7,23	5,97	5,56	6,1	3,74
3-Metilhegzan	3,64	2,95	1,88	1,67	4,59	4,4	1,66	7,3	3,54	2,89	2,79	2,33	1,5
2,2,4-Trimetilpentan	4,55	6,13	4,5	1,98	9,88	10,67	3,07	22,89	7,75	6,71	6,47	7,39	3,67
Heptan	7,34	12,36	10,95	5,68	9,87	9,4	4,92	11,89	6,35	5,65	5,36	5,46	2,42
Metilsiklohegzan	3,38	8,59	4,26	2	6,08	6,46	2,81	5,99	6,34	5,45	5,27	5,76	3,6
2,3,4-Trimetilpentan	3,94	9,47	5,57	2,47	6,5	10,78	2,22	12,49	5,17	3,9	4	3,49	1,62
2-Metilheptan	0,97	1,14	0,89	0,37	2,37	1,67	0,41	1,88	1,16	1,44	1,29	1,49	0,57
Tohen	45,09	62,73	47,38	18,15	62,27	53,98	33,73	87,4	55,28	34,46	34,87	63,25	30,72
3-Metilheptan	2,06	3,16	4,66	1,82	4,23	4,4	2,36	5,76	4,96	5,04	3,88	4,2	1,75
Oktan	3,1	3,01	5,49	3,17	7,61	6,53	3,44	7,74	4,8	4,3	4,02	4,21	2,67
Etilbenzen	9,45	8,58	13,63	6,1	15,46	11,13	5,57	20,88	14,82	13,8	12,18	13,23	4,49
m,p -ksilen	9,55	8,8	10,31	6,8	15,13	14,37	9,24	24,41	14,78	10,47	12,07	14,37	12,76
Stirene	6,94	7,1	7,3	5,71	7,97	8,99	3,9	7,88	9,51	8,16	7,9	12,12	4,19
o -ksilen	7,11	6,98	4,78	5,62	9,95	10,8	6,88	15,81	7,13	4,54	5,79	6,88	6,89
Nonan	6,02	6,69	11,93	4,49	10,16	9,75	5,23	15,04	10,99	8,61	9,26	9,29	5,3
Isopropilbenzen	6,38	5,01	7,28	4,29	6,66	6	3,9	9,37	6,69	4,53	5,41	5,01	2,61
Propilbenzen	3,69	4,23	5,82	2,94	7,7	6,77	3,29	6,29	5,62	5,23	5,11	4,63	2,79
1,3,5-Trimetilbenzen	4,39	3,26	3	1,44	3,36	2,67	1,96	7,36	3,83	3,15	3,69	3,17	1,87
3-Etiltohen	2,49	2,17	2,46	1,23	2,63	2,59	1,73	4,11	3,96	3,68	3,32	3,71	1,49
4-Etiltohen	3,83	2,33	3,88	1,28	3,36	4,56	3,01	3,16	1,72	2,93	2,64	2,73	2,82
2-Etiltohen	3,85	3,89	4,02	1,51	3,92	3,72	3,21	4,82	4,26	3,9	4,47	3,79	2,46
Dekan	5,28	5,56	5,29	6,09	6,09	3,92	3,83	6,07	5,25	4,7	4,93	4,59	2,7
1,2,4-Trimetilbenzen	9,81	8,27	7,64	15,57	8,07	2,34	5,54	4,7	2,51	2,3	2,45	2,3	2,47
1,2,3-Trimetilbenzen	3,13	3,69	2,89	3,17	4,77	4,47	2,66	4,8	5,14	4,91	4,29	4,26	2,32
1,3-Dietilbenzen	2,7	1,25	2,78	2,71	3,84	2,8	2,45	3,8	1,48	1,99	1,83	2,38	2,49
1,4-Dietilbenzen	1,39	1,91	1,32	1,14	2,46	2,35	1,52	3,42	2,16	1,69	2,23	2,32	1,4
Undekan	2,39	3,94	2,33	2,6	7,07	6,05	3,13	6,89	4,74	4,55	4,17	4,07	4,31
Dodekan	10,21	4,96	4,47	8,39	8,5	6,87	6,87	6,45	5,15	5,78	4,01	4,14	6,01
<b>E35UOB</b>	<b>224,57</b>	<b>235,19</b>	<b>234,12</b>	<b>150,29</b>	<b>312,24</b>	<b>309,67</b>	<b>163,61</b>	<b>434,41</b>	<b>266,62</b>	<b>227,35</b>	<b>218,42</b>	<b>257,16</b>	<b>164,73</b>



Tablo Ek-3c. UOBlerin Kentsel, Endüstriyel ve Sanayii ve Trafikten Uzak Bölgelerde Yaz Mevsiminde Kişi, İç Ortam, Dış Ortam Pasif Örnekleme Sonuçları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	KENTSEL ALAN			ENDÜSTRİYEL ALAN			SANAYİ VE TRAFİKTEN UZAK ALAN		
	KİŞİ	İÇ ORTAM	DIŞ ORTAM	KİŞİ	İÇ ORTAM	DIŞ ORTAM	KİŞİ	İÇ ORTAM	DIŞ ORTAM
Hegzan	15,28	14,45	10,62	7,25	7,22	6,9	9,61	5,71	3,82
Metilsiklopentan	16,76	13,12	5,61	11,04	10,19	3,85	6,34	6,15	3,69
2,4-Dimetilpentan	9,82	10,71	4,44	4,23	5,23	4,55	3,21	2,17	1,97
Benzen	14,54	11,64	10,15	9,12	7,54	7,62	6,01	4,55	5,56
Siklohegzan	8,2	7,62	5,92	5,68	5,29	2,69	5,02	3,84	2,93
2,3-Dimetilpentan	12,75	11,07	7,9	10,13	8,95	6,04	6,49	4,21	4,56
2-Metilhegzan	11,03	8,01	4,65	8,04	5,8	3,42	12,87	8,72	0,97
3-Metilhegzan	5,56	3,49	1,88	3,8	2,79	1,5	1,82	1,24	0,62
2,2,4-Trimetilpentan	14,04	9,67	3,94	7,05	5,56	3,07	4,48	2,94	1,23
Heptan	8,41	6,41	4,2	9,82	8,74	3,56	4,7	3,46	1,86
Metilsiklohegzan	6,52	6,33	3,66	5,96	6,07	3,07	4,11	2,93	1,4
2,3,4-Trimetilpentan	7,69	5,93	2,28	6,09	5,76	1,83	2,85	2,11	0,78
2-Metilheptan	2,26	1,61	0,55	0,93	1,26	0,4	0,56	1,04	0,47
Tohen	60,65	44,86	29,82	82,52	57,86	41,2	23,92	29,55	8,62
3-Metilheptan	5,3	5,22	2,04	4,81	3,78	1,99	1,61	2,4	1,71
Okta	6,97	5,71	3,69	5,85	3,97	2,74	2,45	1,86	1,02
Etilbenzen	18,85	15,64	5,79	12,97	10,25	4,78	8	6,73	2,86
m,p -ksilen	17,79	14,32	11,19	16,63	11,23	12,83	8,18	7,97	5,23
Stirene	7,98	7,24	4,34	6,96	7,56	4,62	16,62	19,21	3,05
o -ksilen	10,33	7,61	6,9	10,39	6,42	8,45	3,49	3,25	2,37
Nonan	12,91	10,44	5,6	9,76	8,57	4,82	6,2	6,14	4,45
Isopropilbenzen	7,8	5,89	3,32	6,43	4,9	3,36	4,97	3,84	2,77
Propilbenzen	7,45	6	3,2	5,07	4,73	3,12	4,3	3,98	1,88
1,3,5-Trimetilbenzen	4,69	3,51	1,91	4,35	3,02	2,02	2,05	2,55	1,29
3-Etiltohen	4,32	3,6	1,52	3,15	2,62	1,66	0,83	3,64	1,4
4-Etiltohen	2,44	3,36	2,67	3,39	3,02	2,93	1,79	2,29	2,46
2-Etiltohen	4,41	4,17	3,14	4,33	3,95	1,92	2,71	3,41	2,3
Dekan	6,5	5,29	3,78	4,66	3,94	3,03	4,52	4,1	3,29
1,2,4-Trimetilbenzen	5,91	3,69	4,84	5,5	2,07	6,82	2,12	1,95	1,3
1,2,3-Trimetilbenzen	5,22	4,62	2,9	3,44	3,94	1,94	6,54	4,36	2,49
1,3-Dietilbenzen	2,62	2,24	2,32	2,82	2,19	2,7	2,56	1,94	2,75
1,4-Dietilbenzen	2,86	2,43	1,55	1,82	1,69	1,09	1,75	1,71	1,61
Undekan	5,84	4,77	4,44	6,06	4,2	2,8	3,72	3,82	2,98
Dodekan	6,89	5,53	9,36	7,6	4,63	3,54	5,13	4,02	2,91
<b>Σ35UOB</b>	<b>340,62</b>	<b>276,23</b>	<b>180,12</b>	<b>297,63</b>	<b>234,96</b>	<b>166,87</b>	<b>181,55</b>	<b>167,79</b>	<b>88,57</b>

## **EK-4 KIŞ MEVSİMİ AKTİF ÖRNEKLEME SONUÇLARI**

Tablo Ek-4a. Evlerin İç Ortamlarında Yapılan Kış Aktif Örnekleme Tümü Data Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Tümü Data Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5	EV6	EV7	EV8	EV9	EV10	EV11	EV12	EV13	EV14	EV15
Benzen	7,9	9,92	12,02	6,96	16,09	8,88	8,68	19,36	10,62	29,94	5,56	9,28	4,32	51,06	8,46
Toluen	16,75	37,92	44,26	326,26	39,74	31,57	37,16	27,02	40,18	88,43	46,98	39,14	108,26	157,5	36,58
Etilbenzene	20,68	15,22	14,92	24,65	14,77	10,35	15,02	6,45	12,07	65,96	8,95	7,48	16,49	24,78	12,52
m,p-ksilen	18,69	22,86	31,01	23,59	23,67	24,63	29,17	17,93	17,85	50,28	15,09	19,09	25,96	82,55	24,13
o-ksilen	12,82	12,92	20,71	13,01	13,42	15,32	16,84	9,87	12,64	35,08	9,47	10,52	15,76	43,89	15,79
Siklohegzan	2,29	6,16	1,4	10,28	9,67	5,03	10,34	5,7	7,17	18,35	6,75	6	8,81	29,97	6,6
1,2,4-trimetilbenzen	1,38	1,58	1,78	1,52	0,94	3,16	4,39	1,83	3,84	21,85	1,33	2,07	6,95	4,21	4,22
1,3,5-trimetilbenzen	2,78	3,21	5,46	3,84	3,18	4,2	4,75	2,37	3,81	10,12	1,68	2,68	6	7,48	3,28
Hegzan	10,73	6,61	12,21	5,92	17,1	10,13	6,66	20	10,77	34,47	3,57	7,89	4,27	50,74	6,32
Heptan	16,07	9,42	21,01	12,17	15,07	5,61	4,49	6,85	8,07	6,23	6,41	3,33	7,37	26,29	3,64
2-metil-1-penten	5,74	4,25	1,2	9,23	2,03	1,06	5,2	2	3,96	2,53	4,13	4,05	3,11	5,32	5,81
Metilsiklopentan	25,42	17,28	34,56	16,19	7,58	12,72	8,35	7,85	6,78	16,44	8,98	7,1	21,51	15,1	3,5
2,4-dimetilpentan	3,67	6,98	7,26	3,83	7,92	5,54	4,77	7,3	4,74	12,97	1,69	3,82	3,38	19,07	4
2metilhegzan	11,19	9,54	9,19	8,91	10,19	6,58	7,85	6,41	7,63	12,61	5,91	5,38	7,3	24,13	4,71
2,3-dimetilpentan	9,81	7,63	3,87	6,47	11,32	5,75	6,67	8,12	5,82	13,48	4,86	6,37	3,98	28,46	5,46
3-metilhegzan	8,88	2,39	3,64	1,32	4,7	1,08	1,97	2,43	3,65	4,45	2,11	2,35	1,26	9,49	1,21
2,2,4-trimetilpentan	8,95	7,62	5,64	9,35	9,7	5,67	5,97	5,87	5,6	13,33	5,28	4,9	4,62	20,79	4,8
Metilsiklohegzan	3,44	6,25	5,65	11,18	11,06	6,35	6,62	4,29	4,43	10,55	4,36	3,18	4,18	21,04	4,64
2,3,4-trimetilpentan	1,21	2,65	1,63	3,67	6,18	3,27	3,36	2,7	1	6,36	1,39	1,15	0,78	10,6	2,34
2-metilheptan/3-metilheptan	1,27	4,48	3,3	3,16	3,94	1,09	5,36	2,28	4,04	8,69	3,51	3,27	2,9	12,82	1
Stiren	15,09	8,6	22,21	17,16	12,5	8,67	8,56	7,29	5,81	19,79	5,56	6,69	13,85	21,66	6,35
Nonan	18,51	8,07	27,08	11,42	8,1	7,59	9,9	10,21	16,02	35,63	5,14	5,36	20,66	27,9	9,34
İzopropilbenzen	18,03	3,61	20,37	2,95	3,33	5,31	4,92	5,8	2,92	19,87	2,15	2,25	5,76	16,47	4,17
Propilbenzen	10,39	3,25	11,13	4,35	4,19	3,78	5,71	3,76	3,91	15,88	1,75	3,87	12,97	12,46	4,36
m,p-etiltoluen	2,86	4,19	7,87	3,25	5,25	9,73	6,25	2,77	3,94	29,07	3,76	2,99	10	8,3	6,96
o-etiltoluen	1,74	3,13	6,99	4,72	1,62	2,65	3,47	2,06	1,59	12,85	1,72	1,17	6,01	9,32	2,43
Decan	0,4	4,07	1,17	4,25	2,96	4,26	5,86	3,1	4,21	13,54	2,33	2,7	6,24	7,52	4,55
1,2,3-trimetilbenzen	7,35	6,94	5,77	8,5	3,74	6,28	4,47	1,85	10,23	13,28	1,93	3,25	6,23	2,85	5,27
m,p-dietilbenzen	0,97	2,06	8,71	5,23	1,93	1,74	2,93	3,67	2,24	63,95	0,41	1,48	4,11	6,55	1,98
<b>E29VOC</b>	<b>265,01</b>	<b>238,81</b>	<b>352,02</b>	<b>563,33</b>	<b>271,89</b>	<b>217,99</b>	<b>245,71</b>	<b>207,13</b>	<b>225,54</b>	<b>685,98</b>	<b>172,76</b>	<b>178,8</b>	<b>343,03</b>	<b>758,35</b>	<b>204,45</b>

Tablo Ek-4b. Evlerin İç Ortamlarında Yapılan Kış Aktif Örneklemesi Gündüz Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Gündüz Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5	EV6	EV7	EV8	EV9	EV10	EV11	EV12	EV13	EV14	EV15
Benzen	7,64	8,74	14,87	4,97	10,28	9,54	7	10,49	10,64	15,89	6,25	8,95	3,88	53,16	8,95
Toluen	17,23	45,77	55,3	200,41	38,3	37,74	42,98	18,83	44,68	92,54	56,99	32,01	128,78	130,7	40,47
Etilbenzen	20,2	16,14	14,79	15,96	12,59	11,17	19,47	5,15	13,15	65,12	11,27	6,31	18,96	26,93	13,51
m,p-ksilen	19,44	24,3	33,31	15,28	19,88	27,19	33,12	14,16	19,07	53,58	18,25	15,34	29,9	86,81	22,32
o-ksilen	13,99	13,12	22,5	7,94	14,3	16,89	18,08	9,28	14,37	36,76	12,18	9,67	18,32	51,59	14,38
Siklohegzan	2,39	7,61	1,52	4,92	5,23	4,26	12,93	3,7	6,41	15,31	5,16	5,75	7,82	32,05	7,27
1,2,4-trimetilbenzen	1,42	1,5	2,13	0,84	0,99	3,81	3,96	2,28	4,18	24,94	1,56	1,47	9,86	4,62	3,74
1,3,5-trimetilbenzen	3,48	2,88	6,8	2,41	3,41	6,53	4	3,2	4,47	12,46	1,99	2,22	8,16	9,57	3
Hegzan	9,31	8,75	10,39	8,6	5,92	11,15	9,01	14,77	3,49	22,94	5,33	5,14	5,66	67,99	7,68
Heptan	15,17	8,29	24,83	8,62	9,8	6,17	3,53	3,42	8,09	3,21	7,12	3,17	6,36	26,15	3,82
2-metil-1-penten	5,25	3,83	1,2	6,28	1,28	1,38	4,14	1,09	5,25	1,57	4,04	2,91	3,22	4,68	6,23
Metilsiklopentan	17,83	17,38	25,65	9,65	5,77	17,97	5,72	4,21	6,9	11,25	6,08	3,35	22,46	8,21	3,85
2,4-dimetilpentan	3,95	9,74	9,25	2,51	4,45	7,1	6,69	5,16	8,54	9,5	1,71	4,13	4,63	17,32	4,46
2metilhegzan	9,24	4,32	13,42	7,53	5,63	9,35	4	2,85	13,18	4	6,43	3,75	6,22	33,06	4,97
2,3-dimetilpentan	12,62	5,46	4,07	5,64	12,58	7,44	4,73	7,45	9,16	10,48	4,96	5,68	4,35	29,81	5,76
3-metilhegzan	9,68	2,42	4,22	0,76	4,11	1,12	2,22	2,59	3,99	4,51	2,52	2,48	1,13	9,16	1,19
2,2,4-trimetilpentan	6,64	10,22	5,76	8,08	7,2	7,67	6,33	5,28	6,23	17,12	3,43	2,63	3,68	19,55	3,71
Metilsiklohegzan	4,29	6,5	5,56	6,4	8,39	5,95	10,42	3,69	4,95	7,5	6,45	3,46	5,52	31,52	4,57
2,3,4-trimetilpentan	1,3	2,65	1,77	1,58	2,96	3,93	5,43	2,88	1,05	6,37	1,96	1,28	1,14	12,46	2,38
2-metilheptan/3-metilheptan	1,54	3,52	1,91	2,54	3,21	1,21	8,31	2,14	5,33	13,11	5,2	2,99	4,72	10,37	1,64
Stiren	15,76	8,97	24,32	13,5	12,5	9,48	9,9	5,96	7,28	24,48	6,7	5,46	17,86	23,11	7
Nonan	18,73	8,21	29,75	7,32	8,67	8,37	13,36	8,45	18,59	40,91	6,46	4,98	29,47	33,73	10,15
İzopropilbenzen	11,54	3,18	19,77	1,75	2,34	6,57	6,59	6,47	2,73	15,56	1,58	1,61	8,23	12,02	4,85
Propilbenzen	9,39	2,58	16,45	2,6	4,57	5,96	8,1	5,69	4,66	23,96	1,51	2,68	17	16,99	4,57
m,p-etiltoluen	3,25	3,59	8,26	1,94	5,19	14,82	9,46	4,95	5,57	39,87	5,2	2,83	17,16	8,37	6,9
o-etiltoluen	1,79	3,25	7,48	2,19	1,73	2,69	3,65	3,89	1,73	16,04	2,39	0,91	9,33	9,82	2,32
Decan	0,65	4,58	1,93	1,42	3,68	4,24	4,24	1,59	5,26	10,38	3,43	3,28	7,38	5,8	4,48
1,2,3-trimetilbenzen	12,86	6,59	8,31	9,87	2,29	7,84	6,89	2,35	11,63	16,68	2,99	3,42	11,21	3,67	4,77
m,p-dietilbenzen	1,58	2,58	9,39	4,9	2,51	2,4	3,68	6,56	3,08	90,28	0,66	1,73	5,89	9,48	2,21
<b>E29VOC</b>	<b>258,1</b>	<b>246,7</b>	<b>384,9</b>	<b>366,4</b>	<b>219,7</b>	<b>259,9</b>	<b>277,9</b>	<b>168,5</b>	<b>253,7</b>	<b>706,3</b>	<b>199,8</b>	<b>149,6</b>	<b>418,3</b>	<b>788,7</b>	<b>211,2</b>

Tablo Ek-4c. Evlerin İç Ortamlarında Yapılan Kış Aktif Örnekleme Gece Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Gece Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
	EY1	EY2	EY3	EY4	EY5	EY6	EY7	EY8	EY9	EY10	EY11	EY12	EY13	EY14	EY15
Benzen	8,16	11,11	9,18	8,96	21,89	8,23	10,37	28,6	10,6	43,98	4,87	9,61	4,76	48,96	7,98
Tohnen	16,27	30,06	33,22	452,12	41,17	25,41	31,34	35,56	35,68	84,32	36,97	46,27	87,74	184,3	32,69
Etilbenzen	21,15	14,3	15,04	33,33	16,94	9,52	10,57	7,8	11	66,8	6,63	8,65	14,02	22,64	11,53
m,p-ksilen	17,94	21,42	28,71	31,89	27,46	22,07	25,22	21,87	16,63	46,98	11,92	22,84	22,02	78,3	25,94
o-ksilen	11,65	12,73	18,92	18,09	12,54	13,75	15,61	10,49	10,91	33,41	6,76	11,37	13,19	36,19	17,21
Siklohegzan	2,18	4,71	1,27	15,63	14,11	5,81	7,76	7,78	7,94	21,38	8,33	6,26	9,81	27,89	5,93
1,2,4-trimetilbenzen	1,34	1,66	1,43	2,19	0,89	2,5	4,82	1,36	3,5	18,75	1,09	2,67	4,04	3,81	4,69
1,3,5-trimetilbenzen	2,09	3,54	4,12	5,27	2,96	1,88	5,5	1,51	3,15	7,77	1,37	3,14	3,83	5,39	3,57
Hegzan	12,15	4,47	14,03	3,24	28,28	9,12	4,31	25,46	18,05	46	1,82	10,64	2,87	33,49	4,97
Heptan	16,97	10,55	17,2	15,72	20,34	5,05	5,44	10,44	8,05	9,24	5,71	3,48	8,39	26,44	3,46
2-metil-1-penten	6,23	4,66	1,19	12,18	2,78	0,74	6,26	2,94	2,68	3,49	4,22	5,2	3	5,96	5,39
Metilsiklopentan	33,01	17,18	43,48	22,73	9,4	7,46	10,99	11,64	6,66	21,64	11,89	10,85	20,56	21,98	3,15
2,4-dimetilpentan	3,39	4,23	5,26	5,16	11,4	3,97	2,85	9,52	0,93	16,43	1,67	3,52	2,12	20,82	3,53
2metilhegzan	13,14	14,75	4,96	10,29	14,75	3,81	11,69	10,13	2,09	21,23	5,4	7	8,39	15,2	4,46
2,3-dimetilpentan	7	9,8	3,66	7,29	10,06	4,06	8,62	8,82	2,48	16,48	4,76	7,06	3,61	27,11	5,16
3-metilhegzan	8,08	2,36	3,06	1,88	5,29	1,05	1,72	2,28	3,31	4,4	1,7	2,23	1,38	9,83	1,24
2,2,4-trimetilpentan	11,25	5,03	5,53	10,63	12,21	3,67	5,6	6,49	4,97	9,55	7,14	7,17	5,56	22,03	5,89
Metilsiklohegzan	2,59	5,99	5,74	15,96	13,73	6,75	2,83	4,92	3,9	13,61	2,26	2,9	2,85	10,55	4,7
2,3,4-trimetilpentan	1,12	2,66	1,48	5,75	9,39	2,61	1,29	2,51	0,95	6,35	0,82	1,01	0,41	8,74	2,3
2-metilheptan/ 3-metilheptan	1	5,44	4,68	3,77	4,67	0,98	2,41	2,44	2,74	4,27	1,83	3,54	1,09	15,28	0,37
Stiren	14,41	8,24	20,09	20,83	12,5	7,85	7,21	8,69	4,34	15,1	4,42	7,92	9,84	20,22	5,69
Nonan	18,3	7,94	24,41	15,51	7,52	6,8	6,44	12,04	13,45	30,35	3,82	5,74	11,84	22,07	8,52
İzopropilbenzen	24,52	4,04	20,97	4,16	4,31	4,06	3,26	5,1	3,1	24,19	2,71	2,9	3,29	20,91	3,5
Propilbenzen	11,38	3,92	5,81	6,1	3,81	1,6	3,31	1,74	3,15	7,8	1,98	5,05	8,94	7,93	4,15
m,p-etiltoluen	2,48	4,8	7,48	4,56	5,32	4,63	3,03	0,5	2,32	18,27	2,33	3,14	2,84	8,23	7,03
o-etiltoluen	1,68	3	6,5	7,25	1,51	2,6	3,29	0,15	1,44	9,67	1,05	1,43	2,69	8,81	2,55
Decan	0,15	3,57	0,41	7,09	2,24	4,27	7,49	4,67	3,15	16,69	1,23	2,12	5,11	9,25	4,62
1,2,3-trimetilbenzen	1,85	7,29	3,24	7,14	5,2	4,73	2,05	1,32	8,84	9,87	0,87	3,07	1,24	2,03	5,77
m,p-dietilbenzen	0,37	1,54	8,03	5,57	1,35	1,07	2,19	0,66	1,4	37,63	0,15	1,24	2,34	3,63	1,76
<b>E29VOC</b>	<b>271,87</b>	<b>230,96</b>	<b>319,12</b>	<b>760,28</b>	<b>324,02</b>	<b>176,03</b>	<b>213,47</b>	<b>247,41</b>	<b>197,41</b>	<b>665,64</b>	<b>145,72</b>	<b>208</b>	<b>267,77</b>	<b>728,01</b>	<b>197,74</b>

Tablo Ek-4d. Ofislerin İç Ortamlarında Yapılan Kış Aktif Örnekleme Tümü Data Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Tümü Data Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )								
	Ofis1	Ofis2	Ofis3	Ofis4	Ofis5	Ofis6	Ofis7	Ofis8	Ofis9
Benzen	8,39	10,06	3,19	10,52	7,36	13,48	20,18	53,81	11,02
Toluen	74,09	352,8	13,67	60,11	33,35	40,23	33,58	210	91,49
Etilbenzen	47,1	10,48	5,19	19,34	7,33	23,28	13,57	10,48	32,9
m,p-ksilen	49,15	41,76	13,79	39,83	16,5	36,78	26,57	34,91	53,78
o-ksilen	13,82	17,35	8,08	24,19	9,44	20,09	15,07	25,21	22,81
Siklohegzan	10,64	3,38	3,83	11,75	6,28	6,04	7,95	6,15	7,56
1,2,4-trimetilbenzen	19,18	5,2	2,49	4,57	0,24	1,2	1,28	2,47	14,2
1,3,5-trimetilbenzen	8,21	3,48	1,97	6,51	1,48	8,61	2,48	4,29	7,13
Hegzan	8,7	4,7	2,54	7,53	9,81	8,53	10,69	58,44	18,68
Heptan	7,15	5,79	2,37	10,52	5,25	11,4	91,37	4,72	13,27
2-metil-1-penten	2,16	9,06	13,17	7,91	3,01	9,44	6,31	4,84	12,33
Metilsiklopentan	16,58	4,71	3,19	26,06	8,95	13,98	12,16	4,87	14,07
2,4-dimetilpentan	5,22	4,79	1,08	5,83	3,15	6,85	8,49	28,27	6,99
2metilhegzan	10,77	16,43	4,17	13,27	5,33	10,67	25,69	8,25	10,74
2,3-dimetilpentan	10,04	18,34	3,88	8,17	4,52	12,47	36,56	26,39	55,09
3-metilhegzan	3,41	6,28	1,2	1,4	1,51	5,66	36,55	3,53	3,61
2,2,4-trimetilpentan	7,96	12,45	4,13	8,02	3,86	9,42	75,14	6,87	7,3
Metilsiklohegzan	10,22	15,11	3,72	7,34	3,96	10,81	38,89	7,18	7,95
2,3,4-trimetilpentan	5,25	11,74	4,01	6,02	2,02	6,58	21,82	78,15	5,01
2-metilheptan/3-metilheptan	5,25	7,39	1,9	3,32	1,92	6,28	7,98	2,02	5,62
Stiren	19,23	20,51	2,69	21,21	3,49	26,4	18,4	13,21	17,01
Nonan	26,03	22,06	1,68	16,15	3,29	45,48	6,87	11,24	17,3
İzopropilbenzen	15,33	4,64	1,86	8,17	1,63	8,37	9,52	3,54	7,58
Propilbenzen	13,64	4,48	2,85	8,49	1,32	11,77	5,49	6,34	7,56
m,p-etiltoluen	26,48	4,22	4,83	9,52	1,36	13,26	2,07	9,82	18,4
o-etiltoluen	11,09	5,17	2,12	5,6	1,34	4,08	1,19	4,16	8,89
Decan	13,56	5,4	2,21	6,96	1,66	9,9	2,87	6,23	12,54
1,2,3-trimetilbenzen	8,92	2,27	2,61	4,9	1,51	8,82	6,48	3,14	11,6
m,p-dietilbenzen	57,59	2,51	3,21	4,72	1,16	4,43	0,94	1,09	53,72
<b>Σ29VOC</b>	<b>515</b>	<b>633</b>	<b>122</b>	<b>368</b>	<b>152</b>	<b>394</b>	<b>546</b>	<b>640</b>	<b>556</b>

Tablo Ek-4e. Ofislerin İç Ortamlarında Yapılan Kış Aktif Örnekleme Gündüz Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Gündüz Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )								
	Ofis1	Ofis2	Ofis3	Ofis4	Ofis5	Ofis6	Ofis7	Ofis8	Ofis9
Benzen	7,73	12,15	3,39	15,06	10,11	13,83	31,18	61,34	17,27
Toluen	97,89	313,8	18,8	71,2	23,73	34,47	50,9	255,84	95,36
Etilbenzen	51,2	12,05	5,91	21,09	7,68	22	19,94	12,6	39,93
m,p-ksilen	61,39	50,93	15,46	42,25	17,08	35,04	37,91	40,49	71,32
o-ksilen	17,43	11,88	12,48	23,25	7,29	18,52	18,84	27,77	27,16
Siklohegzan	9,23	2,54	3,63	12,66	5,31	6,32	7,53	4,32	5,68
1,2,4-trimetilbenzen	21,07	3,91	2,37	4,15	0,19	1,03	1,74	2,91	13,65
1,3,5-trimetilbenzen	10,3	2,33	2,36	5,49	1,12	7,59	2,54	5,16	8,26
Hegzan	8,69	5,52	2,81	11,7	9,57	14,69	14,82	66,83	15,12
Heptan	6,23	6,82	2,45	14,95	6,63	11,53	141,84	5,32	21,24
2-metil-1-penten	2,41	9,06	11,46	11,19	4,11	9,1	10,12	5,48	19,46
Metilsiklopentan	14,81	2,75	1,85	27,26	10,67	11,19	17,69	3,2	13,47
2,4-dimetilpentan	6,84	3,3	1,52	9,5	2,89	5,6	11,61	41,73	7,85
2metilhegzan	15,47	22,12	4,36	18,41	8,52	13,22	46,08	9,99	17,52
2,3-dimetilpentan	9,83	23,26	3,66	6,41	5,8	11,4	59,31	37,66	71,66
3-metilhegzan	4,78	6,49	1,56	1,29	1,69	5,16	53,66	4,39	4,53
2,2,4-trimetilpentan	9,17	5,96	1,61	6,16	2,26	8,67	88,82	5,26	7,59
Metilsiklohegzan	16,91	15,02	4,79	8,49	3,03	8,08	49,62	9,13	12,11
2,3,4-trimetilpentan	4,89	7,83	5,1	4,99	1,45	6,02	27,65	94,58	6,69
2-metilheptan/3-metilheptan	6,8	6,61	1,64	4,39	2,39	5,42	10,56	3,19	9,75
Stiren	23,47	24,39	3,01	23,08	4,08	25,35	26,41	17,2	28,29
Nonan	34,39	15,09	2,66	15,3	3,51	42,73	8,64	12,67	21,42
İzopropilbenzen	7,83	2,57	0,76	5,25	1,07	6,09	11,55	2,17	6,27
Propilbenzen	19,3	5,14	3,88	5,38	0,97	10,36	7,97	10,83	5,55
m,p-etiltoluen	35,61	5,32	5,17	8,59	1,06	12,45	2,72	12,87	22,74
o-etiltoluen	11,43	5,88	1,84	6,74	0,89	4,23	1,35	5,36	12,61
Decan	21,29	6,28	3,7	9,26	1,36	9,73	3,36	9,7	22,51
1,2,3-trimetilbenzen	15,19	1,87	2,69	5,45	1,65	8,91	9,08	2,82	19,47
m,p-dietilbenzen	103,3	3,87	5,02	6,51	1,75	4,85	1,25	1,68	94,47
<b>Σ29VOC</b>	<b>655</b>	<b>595</b>	<b>136</b>	<b>405,47</b>	<b>147,86</b>	<b>373,57</b>	<b>774,71</b>	<b>772,5</b>	<b>718,95</b>

Tablo Ek-4f. Ofislerin İç Ortamlarında Yapılan Kış Aktif Örneklemesi Gece Ortalama Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Gece Ortalama Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )								
	Ofis1	Ofis2	Ofis3	Ofis4	Ofis5	Ofis6	Ofis7	Ofis8	Ofis9
Benzen	9,04	7,97	2,99	6,15	4,61	13,13	9,18	46,28	4,77
Toluen	50,29	391,86	8,54	49,45	42,98	45,98	16,26	164,13	87,63
Etilbenzen	43,01	8,9	4,46	17,66	6,97	24,56	7,21	8,36	25,87
m,p-ksilen	36,9	32,59	12,11	37,5	15,92	38,52	15,23	29,33	36,24
o-ksilen	10,22	22,82	3,67	25,08	11,59	21,66	11,3	22,65	18,46
Siklohegzan	12,05	4,22	4,03	10,88	7,24	5,77	8,37	7,98	9,44
1,2,4-trimetilbenzen	17,29	6,48	2,6	4,97	0,29	1,37	0,83	2,03	14,75
1,3,5-trimetilbenzen	6,13	4,63	1,58	7,49	1,85	9,63	2,41	3,41	5,99
Hegzan	8,72	3,88	2,27	3,53	10,06	2,37	6,56	50,04	22,25
Heptan	8,06	4,75	2,3	6,27	3,87	11,28	40,91	4,11	5,3
2-metil-1-penten	1,91	9,06	14,88	4,76	1,92	9,79	2,49	4,2	5,2
Metilsiklopentan	18,34	6,66	4,52	24,9	7,23	16,78	6,64	6,53	14,67
2,4-dimetilpentan	3,59	6,27	0,64	2,3	3,4	8,11	5,38	14,8	6,13
2metilhegzan	6,07	10,74	3,99	8,33	2,13	8,12	5,31	6,52	3,96
2,3-dimetilpentan	10,25	13,42	4,11	9,87	3,25	13,55	13,81	15,12	38,51
3-metilhegzan	2,05	6,08	0,83	1,5	1,34	6,16	19,45	2,67	2,7
2,2,4-trimetilpentan	6,76	18,94	6,66	9,81	5,46	10,17	61,46	8,49	7
Metilsiklohegzan	3,52	15,21	2,64	6,23	4,89	13,55	28,16	5,23	3,79
2,3,4-trimetilpentan	5,6	15,65	2,91	7	2,58	7,14	16	61,73	3,33
2-metilheptan/3-metilheptan	3,7	8,17	2,17	2,28	1,46	7,14	5,39	0,86	1,49
Stiren	14,98	16,62	2,37	19,42	2,89	27,44	10,39	9,22	5,74
Nonan	17,67	29,03	0,69	16,96	3,07	48,24	5,11	9,8	13,18
İzopropilbenzen	22,83	6,71	2,97	10,97	2,19	10,65	7,48	4,92	8,89
Propilbenzen	7,98	3,82	1,81	11,47	1,67	13,18	3,01	1,85	9,56
m,p-etiltoluen	17,35	3,12	4,49	10,42	1,65	14,07	1,41	6,78	14,06
o-etiltoluen	10,76	4,46	2,41	4,5	1,78	3,92	1,03	2,97	5,17
Decan	5,82	4,53	0,71	4,76	1,97	10,08	2,37	2,76	2,57
1,2,3-trimetilbenzen	2,66	2,66	2,53	4,36	1,37	8,73	3,87	3,46	3,73
m,p-dietilbenzen	11,94	1,15	1,4	3,01	0,57	4,01	0,63	0,5	12,96
<b>Σ29VOC</b>	<b>375,49</b>	<b>670,4</b>	<b>107,27</b>	<b>331,84</b>	<b>156,2</b>	<b>415,08</b>	<b>317,65</b>	<b>506,72</b>	<b>393,33</b>



Tablo Ek-4g. Okulların İç Ortamlarında Yapılan Kış Aktif Örneklemesi  
Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	Tüm Data Ortalamaları			Gündüz Ortalamaları			Gece Ortalamaları		
	Okul 1	Okul 2	Okul 3	Okul 1	Okul 2	Okul 3	Okul 1	Okul 2	Okul 3
Benzen	15,48	43,07	2	21,27	62,77	2,39	9,68	23,36	1,61
Toluen	67,79	61,01	91,13	99,23	110,53	119,03	36,36	11,48	63,23
Etilbenzen	11,78	20,06	10,41	16,15	30,67	12,72	7,41	9,45	8,11
m,p-ksilen	25,09	25,89	12,56	34,6	37,04	15,75	15,58	14,75	9,37
o-ksilen	13,77	13,52	5,35	19,6	20,97	6,73	7,94	6,07	3,97
Siklohegzan	16,13	16,4	5,84	27,18	19,89	4,79	5,08	12,91	6,88
1,2,4-trimetilbenzen	1,01	0,97	2,7	1,45	1,26	3,49	0,57	0,68	1,91
1,3,5-trimetilbenzen	1,96	2,41	3,38	3,09	3,81	4,34	0,83	1,01	2,42
Hegzan	16,06	35,99	1,9	24,61	48,89	1,85	7,51	23,09	1,95
Heptan	7,82	30,62	3,63	10,73	42,11	6,39	4,91	19,13	0,86
2-metil-1-penten	4,32	10,12	1,91	6,35	15,06	2,76	2,29	5,18	1,05
Metilsiklopentan	8,47	9,14	7,23	10,02	17,14	8,48	6,92	1,15	5,98
2,4-dimetilpentan	6,03	19,97	24,85	8,45	20,45	42,24	3,62	19,49	7,45
2metilhegzan	10,68	29,57	4,3	18,15	52,26	3,75	3,21	6,88	4,86
2,3-dimetilpentan	10,09	39,86	4,28	14,1	65,7	4,17	6,08	14,01	4,38
3-metilhegzan	4,19	11,79	1,03	6,01	15,86	1,53	2,37	7,72	0,53
2,2,4-trimetilpentan	7,78	31,35	2,58	7,5	35,91	2,52	8,05	26,78	2,64
Metilsiklohegzan	7,5	45,41	2,36	10,3	45,75	2,77	4,7	45,06	1,95
2,3,4-trimetilpentan	3,46	30,06	1,52	4,17	32,37	1,02	2,75	27,74	2,03
2-metilheptan/3-metilheptan	4,11	13,9	2,1	6,09	19,8	2,16	2,14	8	2,04
Stiren	2,71	33,34	4,91	3,76	48,04	6,34	1,66	18,65	3,48
Nonan	9,06	11,62	29	13,21	18,18	36,97	4,9	5,06	21,04
İzopropilbenzen	2,95	5,39	3,61	2,82	5,68	3,88	3,09	5,09	3,35
Propilbenzen	3,71	3,36	5,66	5,96	4,7	8,7	1,45	2,02	2,62
m,p-etiltoluen	3,09	3,03	2,06	4,73	4,55	2,82	1,44	1,51	1,29
o-etiltoluen	2,19	2,86	1,28	3,08	4,19	1,32	1,29	1,52	1,24
Decan	1,28	1,95	2,86	1,3	3,12	4,53	1,26	0,78	1,2
1,2,3-trimetilbenzen	0,61	0,95	2,43	0,77	1,62	3,84	0,46	0,28	1,03
m,p-dietilbenzen	0,64	1,48	1,32	1,04	2,37	1,56	0,24	0,6	1,09
<b>Σ29VOC</b>	<b>269,76</b>	<b>555,06</b>	<b>244,19</b>	<b>385,74</b>	<b>790,68</b>	<b>318,82</b>	<b>153,79</b>	<b>319,44</b>	<b>169,55</b>

Tablo Ek-4h. UOBlerin Dış Ortam Kanister Kış Mevsimi Örnekleme Sonuçları (µg/m<sup>3</sup>)

Bileşenler	Kış Mevsimi				
	Ev 1	Ev 11	Ev 12	Ofis 6	Okul 1
Hegzan	3.11	2.89	10.88	3.65	15.89
Metilsiklopentan	3.69	1.11	5.95	2.38	9.35
2,4-dimetilpentan	2.58	0.79	5.28	3.61	5.89
Benzen	4.35	2.39	10.49	6.48	16.41
Siklohegzan	3.14	3.40	6.29	2.21	16.98
2,3-dimetilpentan	1.45	1.84	7.12	3.88	10.82
2-metilhegzan	1.30	3.09	5.14	2.65	10.38
3-metilhegzan	0.61	0.77	1.85	0.99	4.12
2,2,4-trimetilpentan	1.25	2.81	4.51	2.89	8.48
Heptan	2.15	0.95	2.98	3.89	6.78
Metilsiklohegzan	1.15	1.51	4.05	3.59	7.71
2,3,4-trimetilpentan	0.38	0.39	1.51	1.90	0.68
2-metilheptan	0.29	0.25	0.27	2.38	2.35
Toluen	12.11	9.24	28.34	8.89	54.26
3-metilheptan	0.90	1.68	2.26	1.35	2.89
Oktan	0.65	2.19	1.91	1.31	6.79
Etilbenzen	3.54	1.59	3.69	5.89	10.84
m,p-ksilen	7.81	5.69	18.89	6.54	27.74
Stiren	7.01	1.11	3.28	5.49	3.08
o-ksilen	5.07	3.97	9.68	4.18	16.04
Nonan	3.10	0.69	2.05	1.84	7.24
Isopropilbenzen	1.39	0.41	1.51	2.21	3.14
Propilbenzen	1.31	0.41	0.89	0.46	4.01
1,3,5-trimetilbenzen	1.29	0.36	0.66	0.67	2.11
3-etiltoluen	0.96	0.23	0.64	0.69	1.31
4-etiltoluen	0.59	0.24	1.42	0.61	1.25
2-etiltoluen	1.99	0.42	0.71	1.11	1.92
Dekan	1.66	0.34	0.65	1.21	1.11
1,2,4-trimetilbenzen	0.36	0.88	0.99	0.48	1.03
1,2,3-trimetilbenzen	0.74	0.21	0.74	0.76	0.73
1,3-dietilbenzen	0.24	0.18	0.81	0.25	0.58
1,4-dietilbenzen	0.34	0.15	0.43	0.65	0.68
Andekan	1.11	0.38	0.24	2.71	0.20
Dodekan	5.69	1.74	0.72	5.55	0.48

## **EK-5 KIŞ MEVSİMİ PASİF ÖRNEKLEME SONUÇLARI**

Tablo Ek -5a. UOBlerin Okullar, Ofisler, Evler, Çalışanlar ve Çalışmayanlarda Kıs Örnekleme Kişi, İç Ortam, Dış Ortam Konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Bileşenler	KİŞİ (N=28)			İÇ ORTAM (N=61)			DIŞ ORTAM (N=28)			EVLER (N=20)	
	Okul (N=3)	Ofis (N=10)	Ev (N=15)	Okul (N=6)	Ofis (N=10)	Ev (N=45)	Okul (N=3)	Ofis (N=10)	Ev (N=15)	Kişi (Çalışan) (N=5)	Kişi (Çalışan) (N=5)
Hegzan	30,44	13,86	11,58	16,42	14,68	12,63	17,66	6,75	5,97	28,53	11,58
Metilsiklopentan	9,59	16,73	15,82	10,22	14,55	14,01	5,94	4,34	3,39	12,79	15,82
2,4-Dimetilpentan	13,17	7,66	6,16	13	8,14	6,2	8,14	4,21	3,81	14,17	6,16
Benzen	31,25	13,98	12,07	19,77	15,09	13,06	16,41	9,25	7,82	29,16	12,07
Siklohegzan	13,08	10,08	10,02	11,55	8,28	9,29	12,3	4,82	5,33	10,82	10,02
2,3-Dimetilpentan	18,46	15,69	7,62	18,37	18,44	8	17,81	4,35	4,12	16,36	7,62
2-Metilhegzan	15,43	11,97	8,66	14,32	12,16	8,98	12,81	3,88	3,86	15,77	8,66
3-Metilhegzan	7,15	7,26	2,37	5,97	6,95	2,77	5,39	2,77	1,22	6,31	2,37
2,2,4-Trimetilpentan	15,44	11,06	7,2	12,26	16,29	7,37	12,29	3,43	3,43	16,2	7,2
Heptan	16,46	17,82	8,75	14,14	16,85	8,73	9,72	2,88	2,67	21,06	8,75
Metilsiklohegzan	20,9	10,23	7,16	18,44	12,07	6,96	17,52	3,28	3,42	16,21	7,16
2,3,4-Trimetilpentan	11,51	11,74	2,92	12,59	15,75	3,54	9,45	1,74	1,69	9,69	2,92
2-Metilheptan	4,25	7,64	2,95	1,95	4,87	2,67	3,74	0,97	0,66	4,75	2,95
Toluen	74,79	122,43	81,62	77,77	104,37	72,44	41,96	25,07	19,96	62,81	81,62
3-Metilheptan	7,75	6,19	4,4	5,85	4,95	4,07	5,7	2,08	1,91	8,51	4,4
Oktan	5,35	9,7	5,94	4,36	10	6,51	3,25	3,45	2,54	6,17	5,94
Etilbenzen	12,97	17,88	17,11	12,4	19,75	16,9	8,81	5,69	5,31	17,51	17,11
m,p-ksilen	24,31	40,42	28,34	21,47	34,5	27,46	20,19	17,34	13,43	31,27	28,34
Stirene	8,11	15,47	12,93	11,8	16,51	11,65	8,2	5,72	4,8	13,09	12,93
o-ksilen	10,91	23,97	17,69	11,19	20,75	16,24	10,02	9,78	7,61	19,02	17,69
Nonan	10,48	19,49	15,56	12,06	21,47	13,53	5,37	4,32	3,56	13,95	15,56
Isopropilbenzen	3,17	7,52	6,52	4,63	9,04	6,26	2,18	2,01	2	5,95	6,52
Propilbenzen	3,66	8,48	6,49	3,84	8,59	6,46	2,28	2,35	1,95	6,45	6,49
1,3,5-Trimetilbenzen	2,8	5,44	4,98	2,53	5,25	4,39	1,14	1,67	1,3	4,3	4,98
3-Etiltoluen	2,83	3,75	3,72	2,97	4,7	3,48	0,91	1,15	0,97	3,05	3,72
4-Etiltoluen	0,86	3,81	3,83	1,54	5,42	3,51	0,55	2,59	1,41	2,38	3,83
2-Etiltoluen	1,43	4,42	4,63	2,44	5,29	4,22	1,17	1,83	1,58	3,1	4,63
Dekan	2,79	5,91	6,15	2	7,05	5,09	0,6	2,03	1,57	5,32	6,15
1,2,4-Trimetilbenzen	1,34	4,95	5,22	1,97	5,88	4,2	0,51	2,31	1,45	4,45	5,22
1,2,3-Trimetilbenzen	4,93	6,59	10,44	1,93	5,61	8,04	0,42	1,6	0,87	9,3	10,44
1,3-Dietilbenzen	0,49	6,11	5,81	2,09	9,05	4,4	0,29	1,62	1,28	2,69	5,81
1,4-Dietilbenzen	0,56	3,28	3,36	1,14	5,02	2,7	0,41	1,23	0,9	1,96	3,36
Undekan	1,87	5,47	6,26	2,38	7,46	5,59	0,39	1,88	1,37	6,02	6,26
Dodekan	12,59	9,53	9,2	4,32	10,94	7,93	0,57	3,15	2,53	13,59	9,2
<b>Σ35UOB</b>	<b>401,12</b>	<b>486,53</b>	<b>363,48</b>	<b>359,68</b>	<b>485,72</b>	<b>339,28</b>	<b>264,1</b>	<b>151,54</b>	<b>125,69</b>	<b>442,71</b>	<b>363,48</b>

Tablo Ek-5b. UOB'lerin Okullar, Ofisler ve Evlerde İç Ortam, Dış Ortam ve Kişisel Kış Pasif Örnekleme Sonuçları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

BİLEŞENLER	OKULLAR				OFİSLER			EVLER					
	Kişi	Sınıf	İdareci Odası	Dış Ortam	Kişi	İç Ortam	Dış Ortam	Kişi-Çalışan	Kişi-EvKadını	Mutfak	Oturma Odası	Yatak Odası	Dış ortam
Hegzan	30,44	18,75	14,1	17,66	13,86	14,68	6,75	28,53	11,58	10,85	14,63	12,21	5,97
Metilsiklopentan	9,59	8,72	11,72	5,94	16,73	14,55	4,34	12,79	15,82	14,9	14,48	12,48	3,39
2,4-Dimetilpentan	13,17	17,35	8,65	8,14	7,66	8,14	4,21	14,17	6,16	5,66	6,95	5,78	3,81
Benzen	31,25	21,38	18,16	16,41	13,98	15,09	9,25	29,16	12,07	11,37	14,92	12,6	7,82
Siklohegzan	13,08	12,85	10,25	12,3	10,08	8,28	4,82	10,82	10,02	9,35	9,44	8,97	5,33
2,3-Dimetilpentan	18,46	20,31	16,43	17,81	15,69	18,44	4,35	16,36	7,62	7,27	9,02	7,77	4,12
2-Metilhegzan	15,43	14,83	13,81	12,81	11,97	12,16	3,88	15,77	8,66	8,36	9,79	8,77	3,86
3-Metilhegzan	7,15	6,02	5,91	5,39	7,26	6,95	2,77	6,31	2,37	2,23	3,59	2,47	1,22
2,2,4-Trimetilpentan	15,44	14,13	10,4	12,29	11,06	16,29	3,43	16,2	7,2	7,06	8,1	6,95	3,43
Heptan	16,46	13,56	14,71	9,72	17,82	16,85	2,88	21,06	8,75	8,03	10,41	7,54	2,67
Metilsiklohegzan	20,9	19,73	17,14	17,52	10,23	12,07	3,28	16,21	7,16	6,37	7,67	6,72	3,42
2,3,4-Trimetilpentan	11,51	11,49	13,7	9,45	11,74	15,75	1,74	9,69	2,92	3,7	3,41	3,41	1,69
2-Metilheptan	4,25	2,02	1,88	3,74	7,64	4,87	0,97	4,75	2,95	2,62	2,61	2,74	0,66
Tohen	74,79	74,07	81,47	41,96	122,43	104,37	25,07	62,81	81,62	57,9	74,28	84,12	19,96
3-Metilheptan	7,75	6,78	4,92	5,7	6,19	4,95	2,08	8,51	4,4	4,1	4,09	3,84	1,91
Okta	5,35	4,86	3,87	3,25	9,7	10	3,45	6,17	5,94	5,36	7,18	6,77	2,54
Etilbenzen	12,97	13,74	11,06	8,81	17,88	19,75	5,69	17,51	17,11	15,11	18,66	16,84	5,31
m,p -ksilen	24,31	20,97	21,97	20,19	40,42	34,5	17,34	31,27	28,34	25,84	29,46	26,47	13,43
Stirene	8,11	13,59	10,01	8,2	15,47	16,51	5,72	13,09	12,93	11,01	12,19	11,41	4,8
o -ksilen	10,91	11,03	11,36	10,02	23,97	20,75	9,78	19,02	17,69	15,07	17,91	15,27	7,61
Nonan	10,48	16,62	7,5	5,37	19,49	21,47	4,32	13,95	15,56	12,6	15,07	12,45	3,56
Isopropilbenzen	3,17	3,96	5,3	2,18	7,52	9,04	2,01	5,95	6,52	5,67	8,21	4,77	2
Propilbenzen	3,66	4,08	3,6	2,28	8,48	8,59	2,35	6,45	6,49	6,66	6,98	5,57	1,95
1,3,5-Trimetilbenzen	2,8	2,56	2,5	1,14	5,44	5,25	1,67	4,3	4,98	4,48	4,39	4,15	1,3
3-Etiltohen	2,83	1,93	4,02	0,91	3,75	4,7	1,15	3,05	3,72	3,31	3,67	3,38	0,97
4-Etiltohen	0,86	0,7	2,38	0,55	3,81	5,42	2,59	2,38	3,83	3,27	3,42	3,89	1,41
2-Etiltohen	1,43	2,1	2,78	1,17	4,42	5,29	1,83	3,1	4,63	4,21	4,19	4,16	1,58
Dekan	2,79	2,07	1,93	0,6	5,91	7,05	2,03	5,32	6,15	5,19	4,81	5,11	1,57
1,2,4-Trimetilbenzen	1,34	1,49	2,45	0,51	4,95	5,88	2,31	4,45	5,22	4,14	4,04	4,4	1,45
1,2,3-Trimetilbenzen	4,93	1,23	2,62	0,42	6,59	5,61	1,6	9,3	10,44	11,06	6,15	6,34	0,87
1,3-Dietilbenzen	0,49	0,49	3,69	0,29	6,11	9,05	1,62	2,69	5,81	4,23	4,71	4,13	1,28
1,4-Dietilbenzen	0,56	0,55	1,72	0,41	3,28	5,02	1,23	1,96	3,36	2,09	2,59	3,36	0,9
Undekan	1,87	1,98	2,77	0,39	5,47	7,46	1,88	6,02	6,26	5,44	5,52	5,62	1,37
Dodekan	12,59	4,11	4,53	0,57	9,53	10,94	3,15	13,59	9,2	7,23	9,08	7,22	2,53
<b>Σ35UOB</b>	<b>401,12</b>	<b>370,05</b>	<b>349,31</b>	<b>264,1</b>	<b>486,53</b>	<b>485,72</b>	<b>151,54</b>	<b>442,71</b>	<b>363,48</b>	<b>311,74</b>	<b>361,62</b>	<b>337,68</b>	<b>125,69</b>

Tablo Ek-5c. Kişi,İç Ortam,Dış Ortam Kış Pasif Örnekleme UOBlerin Kentsel, Endüstriyel, Sanayi ve Trafikten Uzak Bölgelerdeki Konsantrasyonları (µg/m<sup>3</sup>)

Bileşenler	KENTSEL ALAN			ENDÜSTRİYEL ALAN			SANAYİ VE TRAFİKTEN UZAK ALAN		
	KİŞİ	İÇ ORTAM	DIŞ ORTAM	KİŞİ	İÇ ORTAM	DIŞ ORTAM	KİŞİ	İÇ ORTAM	DIŞ ORTAM
Hegzan	12,78	13,78	6,77	16,63	11,42	10,62	15,57	19	3,23
Metilsiklopentan	17,24	12,76	4,34	14,18	16,18	4,54	11,78	12,33	1,51
2,4-Dimetilpentan	6,89	7,02	4,66	8,07	7,24	5	8,12	10,7	2,2
Benzen	13,79	14,59	10,81	17,34	13,53	9,03	12,95	16,38	3,91
Siklohegzan	11,16	9,12	6,7	9,72	8,85	5,83	8,87	10,08	2,99
2,3-Dimetilpentan	9,36	9,7	4,98	12,12	14,23	8,31	19,28	21,49	2,31
2-Metilhegzan	10,98	9,85	4,84	11,8	12,53	6,13	8,5	9,67	1,81
3-Metilhegzan	2,8	3,44	1,63	8,25	7,03	3,86	3,37	3,54	0,74
2,2,4-Trimetilpentan	9,31	8,18	4,15	10,65	17,17	5,93	7,38	8,27	1,74
Heptan	11,8	7,95	2,94	15,11	20,38	5,13	11,47	9,84	1,93
Metilsiklohegzan	8,1	7,37	3,74	13,58	15,1	8,02	7,15	8,51	2,1
2,3,4-Trimetilpentan	8,26	10,3	1,55	6,3	8,38	4,78	3,78	4,59	1,23
2-Metilheptan	5,78	3,1	1,07	4,35	4,61	1,5	1,91	1,65	0,3
Toluen	111,27	94,39	29,66	83,18	66,58	22,76	63,83	87,14	6,57
3-Metilheptan	5,5	4,48	2,19	5,8	4,82	3,14	4,09	4,37	1,34
Octan	8,17	9,13	3,98	5,98	4,9	1,89	6,46	7,41	1,42
Etilbenzen	18	19,05	6,88	15,2	14,95	5,26	16,9	17,01	3,11
m, p-ksilen	35,31	30,08	19,65	26,02	23,83	13,45	34,58	38,89	4,89
Stiren	13,23	12,94	3,86	14,26	14,88	9,9	11,51	11,83	1,71
o-ksilen	22,14	18,73	11,01	15,14	14,03	7,42	17,34	19,36	2,52
N-Nonane	20,02	19,3	4,56	12,03	11,29	3,82	12,79	15,64	2,52
Isopropylbenzene	7,79	7,67	2,3	4,69	6,25	1,89	5,84	6,73	1,26
N-Propylbenzene	8,29	7,99	2,67	4,53	5,16	1,71	7,01	7	1,04
1,3,5-Trimethylbenzene	5,54	4,82	1,73	3,85	3,72	1,21	4,91	5,05	0,7
3-Ethyltoluene	3,86	4,43	1,19	2,85	2,67	1,02	4,57	4,41	0,45
4-Ethyltoluene	4,14	5,34	2,5	1,6	1,4	0,73	5,41	4,7	1,14
2-Ethyltoluene	4,45	4,9	2,01	3,35	3,38	1,28	5,26	4,91	0,95
N-Decane	6,63	6,34	2,04	4,11	3,65	1,25	5,82	6,23	0,95
1,2,4-Trimethylbenzene	5,95	6,03	2,4	1,72	1,49	0,68	6,74	5,98	1,07
1,2,3-Trimethylbenzene	8,47	5,67	1,26	9,12	8,46	1,02	7,06	5,34	0,52
1,3-Diethylbenzene	5,73	7,47	1,76	1,75	1,2	0,29	12,03	9,99	1,8
1,4-Diethylbenzene	3,14	4,1	1,16	1,53	1,58	0,68	5,96	4,6	0,85
N-Undecane	5,7	6,8	1,44	4,31	4,23	1,66	7,45	6,36	0,99
N-Dodecane	9,86	9,32	2,4	9,49	7,19	3,24	9,43	9,23	1,52
<b>Σ35UOB</b>	<b>440,84</b>	<b>406,14</b>	<b>164,83</b>	<b>378,61</b>	<b>362,31</b>	<b>162,98</b>	<b>375,12</b>	<b>418,23</b>	<b>63,32</b>

## ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında İzmit'te doğdu. İlk ve orta eğitimini İzmit'te tamamladı. 1993 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre mühendisliği bölümünden 1997 yılında mezun oldu. 1998-2001 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2002 yılında KOU Fen Bilimleri Enstitüsünde Çevre Mühendisliği ABD' da doktora programına başladı. 1998 Eylül ayından beri Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.