

**T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DİLOVASI BÖLGESİNDEKİ UÇUCU
ORGANİK BİLEŞİKLERİN ZAMAN VE
KONUMA BAĞLI DEĞİŞİMİNİN PASİF
ÖRNEKLEME METODU İLE İZLENMESİ
VE DAĞILIM HARİTALARININ
OLUŞTURULMASI**

**GAYE ÖZDEMİR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GEBZE
2013**

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİLOVASI BÖLGESİNDEKİ UÇUCU
ORGANİK BİLEŞİKLERİN ZAMAN VE
KONUMA BAĞLI DEĞİŞİMİNİN PASİF
ÖRNEKLEME METODU İLE İZLENMESİ
VE DAĞILIM HARİTALARININ
OLUŞTURULMASI

GAYE ÖZDEMİR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. PINAR ERGENEKON

GEBZE
2013



**GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ
ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 13/06/2013 tarih ve 2013/31 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 27/06/2013 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Gaye ÖZDEMİR'in tez çalışması Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI)

: Yard. Doç. Dr. Pınar ERGENEKON

ÜYE

: Öğretim Görev. Dr. Naciye ÖZTÜRK

ÜYE

: Prof. Dr. Elif ERHAN

ONAY

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

Günümüzde artan sanayileşme ve şehirleşme, dış ortam hava kalitesinin izlenmesinin önemini arttırmaktadır. Uçucu organik bileşiklerin (UOB) izlenmesi, doğrudan insan sağlığına olumsuz etkilerinin yanında çevresel etkileri nedeniyle önemli inceleme konularından biri haline gelmiştir. UOBlerin, endüstriyel faaliyetlerin ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde dış ortam havasında yüksek oranlarda bulunduğu bilinmektedir. Yoğun ağır araç trafiği ve sanayi yapısına sahip Dilovası ilçesi, Marmara Denizi kıyısında Kocaeli'ne bağlı bir yerleşim alanıdır. Bölge sakinlerinde kanserden ölüm, genel Türkiye ortalamasının yaklaşık üç katı oranında seyretmekte ve kanser, birinci ölüm nedeni olmaktadır. Bu bağlamda çeşitli kaynaklardan yayılan UOBlerin tespiti ve alınacak önlemler insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Dilovası Bölgesi'nde 2 haftalık sürelerle 12 farklı dış ortam noktasından alınan örneklerdeki UOBlerin konsantrasyonları belirlenmiştir. Hava örnekleri Tenax TA adsorbenti doldurulmuş tüplere pasif olarak toplanarak Isıl Desorplama - Gaz Kromatografi - Kütle Seçici Detektör (TD-GC - MS) ile SIM (Seçilmiş İyon İzleme) modunda analiz edilmiştir.

Çalışma sonunda belirlenen UOB'ler için zamana ve konuma bağlı değişimler incelenmiş en yoğun kirlilik Diliskelesi Mahallesi, Fatih Mahallesi, Mimar Sinan Mahallesi noktalarında gözlenmiş bu noktalar için ortalama Toluen konsantrasyonları 57.02, 49.31 ve 54.32 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) olarak bulunmuştur. Ayrıca bölgede yoğun bir Hekzan kirliliği olduğu ve izlenmesi gerektiği çalışma kapsamında ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Uçucu Organik Bileşik; Dilovası Bölgesi; Pasif örnekleme Yöntemi; Isıl Desorpsiyon; Gaz Kromatografi; Kütle Spektrometri.

SUMMARY

Nowadays, with the increasing industrialization and urbanization, air quality monitoring has becoming more important. The assessment of volatile organic compounds (VOCs) has become an area of particular interest in the field of atmospheric pollution due to their adverse health and environmental effects. VOCs play a direct role in toxic and carcinogenic health effects and their concentrations in air could change with time and place. It is well known that VOC concentrations have higher rates in industrial and busy traffic sites. Dilovası which is in the Marmara region of Turkey and a very busy industrial site with heavy vehicle traffic, is a residential area in Kocaeli City. Number of deaths caused by cancer in this town is three times higher than the general average of Turkey. Therefore determination and monitoring of VOCs has high importance for human health in this region.

In this study, air samples were collected from 12 sampling points for 2 week sampling periods in Dilovası ambient air. Samples collected on Tenax TA adsorbent by passive sampling and analyzed by using Thermal Desorption (TD)- Gas Chromatography (GC)- Mass Spectrometry - (MS) with Selected Ion Monitoring (SIM) method.

In this thesis study, the temporal and spatial distributions of the selected VOCs were analysed. Comparison of samples collected at 12 points, revealed that Diliskelesi District, Fatih District and Mimar Sinan District are the sites with highest VOC amounts. Mean Toluene concentrations measured for these sampling points 57.02 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 49.31($\mu\text{g}/\text{m}^3$) and 54.32($\mu\text{g}/\text{m}^3$), respectively. In addition high Hexane concentrations were determined during sampling period suggesting a substantial hexane source in the area. Results of this study revealed that monitoring, source identification and control of VOCs is essential for improving the air quality of the region.

Keywords: Volatile Organic Compound; Dilovası Region; Passive Sampling; Thermal Desorption; Gas Chromatography; Mass Spectrometry.

TEŞEKKÜR

Çalışmamı emeğini hiçbir şekilde ödeyemeyeceğimi bildiğim annem Ziyet ÖZDEMİR'e küçük bir teşekkür olarak ithaf ediyorum...

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren, desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Yard. Doç. Dr. Pınar ERGENEKON'a ,

Bu çalışmada büyük emeği geçen ve başta proje yürütücüsü olarak çalışmanın gerçekleştirebilmesini sağlayan Sayın hocam Öğretim Görevlisi Dr. Naciye ÖZTÜRK'e, projede beraber çalıştığımız her aşamada desteğini ve yardımını esirgemeyen değerli arkadaşım Sümeyra BAYIR'a,

Çalışma süresince analizlerin yapılabilmesi için her türlü desteği veren, bilgi ve önerilerini esirgemeyen TÜBİTAK-UME Kimya Grubu - Organik Kimya Laboratuvarı Araştırma Grubu çalışanları Sayın Uzm. Araştırmacı Gökhan BİLSEL'e, Sayın Uzm. Araştırmacı Mine BİLSEL'e, Sayın Zehra ÇAKILBAHÇE Sayın Nihal ZORLU ve Sayın Seda HATIPOĞLU'na ve kendi çalışması olmamasına rağmen saha çalışmalarının gerçekleştirilebilmesi için çok büyük emek veren Sayın Recep ÇAPKIN'a,

GYTE Çevre Mühendisliği'nde yürüttüğümüz çalışmalar süresince yardımlarını esirgemeyen Arş. Grv. Sayın İsmail ANIL'a, Arş. Grv. Sayın Pınar KARAGÖZ'e, Uzm. Dr. Sayın Banu ÇETİN'e, Arş. Grv. Sayın Faruk Can 'a, Dr. Sayın Tülay ERGÖN'e, Sayın Eren TURAN'a, Sayın Binnur HERAND'a düzenleme kısmında büyük emeği geçen Sayın Tuğba DİNÇER'e çalışma kapsamında dağılım haritalarını oluşturabilmem için programı öğreten ve sabırla yardımcı olan Sayın Uzm. Meltem ÇELEN'e, her koşulda yanımda hissettiğim, manevi desteğinin yanı sıra veri düzenleme ve örnekleme kısmında büyük emek veren nişanlım Ozan SEÇKİN'e,

Hayatımın her anında yanımda olup maddi manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen aileme abim Eren ÖZDEMİR ve babam İsmail ÖZDEMİR'e mutlu anlarımda olduğu kadar en kötü zamanlarımda da yanımda bulduğum dostlarıma, teşekkürü borç bilirim.

Bu tez çalışması TÜBİTAK tarafından 'Dilovası Dış Ortam Havasında Bulunan UOBlerin Türlendirilmesi ve Ölçülmesi' başlıklı 110Y138 numaralı proje kapsamında finanse edilmiştir.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
2. HAVA KİRLİLİĞİ ve UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (UOB)	4
2.1. Hava Kirliliği Tanımı ve Önemi	4
2.2. Uçucu Organik Bileşikler	6
2.3. Uçucu Organik Bileşik Kirliliği	8
2.3.1. Uçucu Organik Bileşiklerin Etkileri	14
2.3.1.1. Troposferik Ozon Oluşumu	14
2.3.1.2. İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	14
2.3.1.3. Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri	15
2.3.1.4. İklim Üzerindeki Etkileri	16
2.3.1.5. Stratosferik Ozonun Azalması	16
2.3.2. Uçucu Organik Bileşiklerin Kaynakları	17
2.3.2.1. İç Ortam Kaynakları	18
2.3.2.2. Dış Ortam Kaynakları	20
2.4. Benzen, Toluen, Etilbenzen, m,p-Ksilen, o-Ksilen ve Çalışma Boyunca Ölçülen Diğer UOBler	21
2.4.1. Benzen	21
2.4.1.1. Benzen Maruziyet Kaynakları	21
2.4.1.2. Benzenin Toksik Etkileri	22
2.4.1.3. Benzenin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	22
2.4.2. Toluen	24

2.4.2.1. Toluen Maruziyet Kaynakları	24
2.4.2.2. Toluenin Toksik Etkileri	25
2.4.2.3. Toluenin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	25
2.4.3. Etilbenzen, m-p ve o-Ksilen	26
2.4.3.1. Etilbenzen, m-p ve o-Ksilen Maruziyet Kaynakları	26
2.4.3.2. Etilbenzen, m-p ve o-Ksilenin Toksik Etkileri	26
2.4.3.3. Etilbenzen, m-p ve o-Ksilenin Sağlık Etkileri	27
2.4.4. Çalışma Kapsamında İncelenen Diğer Bileşikler	27
2.4.5. Maruziyet Sınırları	30
2.5. Hava Kirliliği Örnekleme Yöntemleri	35
2.5.1. Pasif Örnekleme Yöntemi	35
2.5.1.1. Adsorbent Çeşitleri	36
2.5.1.2. Deneysel ve Teorik Alınım Hızı	37
2.5.1.3. Pasif Örnekleme Yöntemi ile Gerçekleştirilen Bazı Çalışmalar	38
2.5.2. Aktif Örnekleme Yöntemi	39
2.6. UOB'lerin Gaz Kromatografi ile Analiz Yöntemleri	40
3. ÇALIŞMA ALANI - DİLOVASI BÖLGESİ	42
3.1. Nüfus ve Yüz Ölçüm Bilgileri	42
3.2. Coğrafi Yapısı ve Ulaşım	42
3.3. Dilovası İlçesi'ne Bağlı Köyler	44
3.4. Bölgenin Genel Meteorolojik Değerlendirmesi	44
3.5. Bölgenin Sanayi Açısından Değerlendirilmesi	47
3.5.1. Dilovası'ndaki Organize Sanayi Bölgeleri	52
3.5.1.1. Dilovası Organize Sanayi Bölgesi (DOSB)	52
3.5.1.2. İlçedeki Diğer Organize Sanayi Bölgeleri	53
4. YÖNTEM	55
4.1. Ön Çalışma	55
4.2. İki Haftalık Ölçüm Güvenilirliğinin Belirlenmesi	55
4.3. Çalışma Bölgesi ve Numune Alma Noktaları	58
4.4. Örnekleme Stratejisi ve Süresi	59
4.5. Numune Alma ve Analiz Yöntemi	61
4.5.1. Tüplerin Şartlandırılması	66
4.5.2. Kalibrasyon	67
4.5.2.1. Kalibrasyon Çözeltilerinin Hazırlanması	67

4.5.2.2. Kalibrasyon Eğrileri	69
4.6. Kalite Kontrol ve Güvence	71
4.6.1. Belirleme Sınırı	73
4.6.2. Çift Numunelerin Bağlı Standart Sapması	73
4.6.3. İç Standart Eklenmesi	73
5. BULGULAR	74
5.1. Ön Çalışma Bulguları	74
5.2. Zamana Göre Değişimin İncelenmesi	75
5.2.1. Örnekleme Noktalarındaki Zamana Bağlı Değişim	79
5.2.2. Örnekleme Noktalarına Göre Dağılım Haritaları	93
5.3. Meteorolojik Faktörlerin Etkisinin İncelenmesi	99
5.3.1. Sıcaklığın Etkisi	99
5.3.2. Rüzgârın Etkisi	100
5.4. PCA Analiz Sonuçları ve UOB Kaynakları	105
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	107
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ	116
EKLER	117

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler ve</u>	<u>Açıklamalar</u>
<u>Kısaltmalar</u>	
CS ₂	: Carbondisulphid (Karbon disülfür)
cm ² /s	: Santimetrekare/Saniye
cm ²	: Santimetrekare
g/mol	: Gram/Mol
G	: Gram
M	: Metre
mm	: Milimetre
m/s	: Metre/Saniye
m/z	: Mass/valence (Kütle/yük)
mg/ m ³	: Miligram/Metreküp
Mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm Hg	: Milimetre civa
ng/ppm.dk	: Nanogram/milyonda bir x dakika
Ng	: Nanogram
NO _x	: Azot oksitler
S/N	: Signal/Noise (Sinyal/gürültü oranı)
Ppm	: Milyon hacimde bir hacim
Ppb	: Milyar hacimde bir hacim
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AKB	: Atomic mass unit (Atomik kütle birimi)
ATSDR	: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Toksik ve Zararlı Madde Kayıt Ajansı)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BEX	: Benzen, Etilbenzen, Ksilen
CAS	: Kimyasal Maddelerin Servis Kayıt Numarası
ECHA	: European Chemicals Agency (Avrupa Kimya Teşkilatı)
EMEP	: Europe Monitoring Evaluation Programme

EPA	: Environmental Protection Agency (Amerika Çevre Koruma Teşkilatı)
EU	: European Union (Avrupa Birliği)
FID	: Flame Ionization Detector (Alev iyonlaşma dedektörü)
GC	: Gas Chromatography (Gaz kromatografisi)
GC-MS	: Gaz Kromatografi – Kütle Spektrometresi
HKKY	: Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği
HAP	: Hazardous Air Pollutant (Tehlikeli Hava Kirletici)
IARC	: International Agency for Research on Cancer (Uluslararası kanser araştırma ajansı)
KOSGEB	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
KSO	: Kocaeli Sanayi Odası
KVS	: Kısa vadeli sınır değerler
LOD	: Limit of Detection (Dedeksiyon sınırı)
LOQ	: Limit of Quantification (Kantitasyon sınırı)
MSDS	: Material Safety Data Sheet (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu)
NIOSH	: National Institute for Occupational Safety and Health (Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
OSHA	: Occupational Safety and Health Administration (İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı)
PCA	: Principle Component Analysis (Temel Bileşen Analizi)
PAN	: Peroksilasetil Nitrat
RSD	: Relative Standard Deviation (Relatif standart sapma)
SD	: Standard deviation (Standart sapma)
STEL	: Short term exposure limit (kısa süreli maruziyet limit değeri)
SIM	: Selected Ion Monitoring (Seçilmiş İyon İzleme)
TWA	: Time-weighted average (zaman ağırlıklı ortalama)
TUOB	: Toplam Uçucu Organik Bileşik
UOB	: Uçucu Organik Bileşik
VOC	: Volatile Organic Compound (Uçucu organik bileşik)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 : Dünya'nın farklı yerlerinde ölçülen ortalama benzen konsantrasyonları.	24
2.2 : Çalışmalar süresince analizde kullanılan TD-GC-MS sistemi	41
3.1 : Dilovası Bölgesi idari haritası.	42
3.2 : Dilovası Bölgesi çevresinde ortalama sıcaklık ve yağışların aylara göre dağılımı.	45
3.3 : Dilovası'nda bulunan organize sanayi bölgeleri. 1. Dilovası OSB 2. Makinacılar OSB 3. Mermerciler Sanayi Sitesi 4. Gebkim Kimyacılar OSB 5. Kömürcüler OSB 6. İmes OSB	54
4.1 : Hekzan, Toluen ve TUOB için günlük haftalık ve iki haftalık örnekleme sonuçları.	56
4.2 : İki haftalık ve haftalık örneklerdeki kayıp yüzdeleri.	57
4.3 : Dilovası Bölgesi'nde seçilen örnekleme noktalarının haritada gösterimi.	59
4.4 : Tavşancıl Belediyesi istasyonu.	62
4.5 : Dilovası Belediyesi istasyonu.	62
4.6 : Mimar Sinan Mah. Muhtarlığı istasyonu.	62
4.7 : Dilovası Belediyesi Garaj Binası istasyonu.	63
4.8 : Çerkeşli Köyü Muhtarlığı istasyonu.	63
4.9 : Köseler Mah. Muhtarlığı istasyonu.	63
4.10: Turgut Özal Mah. Muhtarlığı istasyonu.	64
4.11: Cumhuriyet Mah.. Muhtarlığı istasyonu.	64
4.12: Palanga Cad. istasyonu.	64
4.13: Fatih Mah. Muhtarlığı istasyonu.	65
4.14: Diliskelesi Mah. Muhtarlığı istasyonu.	65
4.15: Muallimköy GYTE Çevre Müh. İstasyonu.	65
4.16: Kalibrasyon çözeltisi yükleme rigi.	68
4.17: 20 ppm'lik kalibrasyon çözeltisine ait TIC (toplam iyon akımı) kromatogramı.	69
5.1 : Ön çalışma kapsamında Dilovası Belediyesi'nde pasif örnekleme yapılan tüpe ait kromatogram.	74
5.2 : Tavşancıl Belediyesi noktası (N1) için zamana bağlı UOB değişimi.	80

5.3 : Dilovası Belediyesi noktası (N2) için zamana bağlı UOB değişimi.	81
5.4 : Mimar Sinan noktası (N3) için zamana bağlı UOB değişimi.	81
5.5 : Dilovası Belediyesi Garaj noktası (N4) için zamana bağlı UOB değişimi.	82
5.6 : Çerkeşli Köyü noktası (N5) için zamana bağlı UOB değişimi.	83
5.7 : Köseler Köyü noktası (N6) için zamana bağlı UOB değişimi.	84
5.8 : Turgut Özal Mahallesi noktası (N7) için zamana bağlı UOB değişimi.	85
5.9 : Cumhuriyet Mahallesi noktası (N8) için zamana bağlı UOB değişimi.	86
5.10 : Palanga Cad. noktası (N9) için zamana bağlı UOB değişimi.	87
5.11 : Fatih Mahallesi noktası (N10) için zamana bağlı UOB değişimi.	88
5.12 : Diliskelesi Mahallesi noktası (N11) için zamana bağlı UOB değişimi.	89
5.13: GYTE-Çevre Mühendisliği Muallimköy noktası (N12) için zamana bağlı UOB değişimi.	90
5.14 : Farklı şehirlerdeki Benzen seviyeleri karşılaştırması.	92
5.15 : Farklı şehirlerdeki Toluen seviyeleri karşılaştırması.	92
5.16: Benzen dağılım haritası.	93
5.17: Toluen dağılım haritası.	94
5.18 : Etilbenzen dağılım haritası.	94
5.19 : M-p Ksilen dağılım haritası.	95
5.20 : o-Ksilen dağılım haritası.	95
5.21 : Stiren dağılım haritası.	96
5.22 : Pentan dağılım haritası.	96
5.23 : DCM dağılım haritası.	97
5.24 : BTEX dağılım haritası.	97
5.25 : Hekzansız TUOB dağılım haritası.	98
5.26 : İki haftalık örneklemelelerin ortalama sıcaklık değerleri.	99
5.27 : Dilovası Bölgesinde bulunan sanayi tesisleri haritası.	102

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 : Temiz havanın bileşimi.	5
2.2 : Bazı kirleticilerinin dış ortam kaynakları.	8
2.3 : UOB'lerin dış ortam derişimlerinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar (ortalama, $\mu\text{g}/\text{m}^3$).	13
2.4 : Genel iç ortam UOB kaynakları.	20
2.5 : Benzenin sebep olduğu sağlık etkileri.	23
2.6 : Çalışma kapsamında incelenen bileşiklerin kimyasal özellikleri.	29
2.7 : OSHA'nın izin verilen maruziyet limitleri.	30
2.8 : Organik buhar ve gazlar.	32
2.9 : Toluen, Ksilen ve Trimetilbenzen bileşiklerinin farklı zaman aralıklarında hesaplanmış deneysel alınımların hızları.	38
2.10: Farklı UOBlerin türlerini belirlemek için kullanılan yaygın metotlar.	40
3.1 : Dilovası ortalama sıcaklık değerleri.	45
3.2 : Kar yağışlı günlerin aylara dağılışı ve kar yağışlı günlerin yıllık toplamı.	46
3.3 : Ortalama sisli günler sayısı.	46
3.4 : Mevsimlere göre ortalama rüzgâr esme sayıları ve esme yönleri.	46
3.5 : Ortalama ve en kuvvetli rüzgâr hızları ile esiş yönleri (m/sn).	47
3.6 : Dilovası'nda sanayi alanlarında kullanılan hammadde türü.	48
3.7 : Gebze'deki imalât firmalarının kapasite raporlarına göre sektörel dağılımı (2007).	49
3.8 : Gebze-Dilovası arasında bulunan işletmelerin yeri.	50
3.9 : Gebze-Dilovası arasında bulunan işletmelerin kuruluş yılları.	50
3.10: 2009 Yılında ilk 500'e giren kuruluşlar- Dilovası Bölgesi firmaları.	52
4.1 : Numune alma noktaları.	58
4.2 : İki haftalık pasif örnekleme tarihleri.	60
4.3 : Tüp ve tuzak şartlandırma ve analiz parametreleri.	67
4.4 : Kalibrasyon için hazırlanan çözelti derişimleri.	68
4.5 : Bileşiklere ait iyon numaraları ve alıkonma zamanları (RT).	70
4.6 : 38 Bileşiğe ait hesaplanan MDL değerleri.	71
5.1 : Örnekleme noktaları ve kısaltmaları.	75

5.2 : 29 Şubat-19 Aralık arasındaki örneklerdeki TUOB konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	76
5.3 : 29 Şubat-19 Aralık arasındaki örneklerdeki BTEX konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	77
5.4 : 29 Şubat-19 Aralık arasındaki örneklerdeki Toluen konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	78
5.5 : Bazı UOBlerin ortalama konsantrasyon değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	91
5.6 : Ölçülen bazı UOBler ile sıcaklık arasındaki korelasyon değerleri.	100
5.7 : GYTE noktası için seçilen UOB konsantrasyonlarının yöne göre belirlenmiş rüzgâr esme sayıları ile olan korelasyonları.	101
5.8 : Turgut Özal noktası için seçilen UOB konsantrasyonlarının yöne göre belirlenmiş rüzgâr esme sayıları ile olan korelasyonları.	103
5.9 : Seçili bileşikler arasındaki korelasyon.	104
5.10: Dilovası bölgesi için yapılan PCA sonuçları.	106

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmanın amacı, Türkiye'nin en önemli endüstriyel bölgelerinden biri olan Kocaeli'nin Dilovası bölgesinde farklı yükseltilerde seçilen 12 örnekleme noktasında UOBleri 2 haftalık pasif örnekleme metoduyla 12 ay süreyle izleyerek UOB profilini belirlemek, mevsimsel ve konumsal olarak konsantrasyon değişimlerini incelemek ve dağılım haritalarını oluşturmaktır.

Dilovası bölgesindeki çevresel sorunlar bölge hakkında hazırlanan raporlarda ortaya konulmuş ve TTB Dilovası 2012 raporunda kanserden ölme vakalarının Türkiye ortalamasının üç katı olduğu saptanmıştır. Olumsuz çevre şartlarının çeşitli sağlık sorunlarına yol açması bölgenin çevresel parametrelerin izlenmesini gerektirmiştir. Bu amaçla bölgede T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2010 yılında kurmuş olduğu Kocaeli (OSB) ve Organize Sanayi Bölgesi'nin 2011 yılında kurmuş olduğu Kocaeli (Dilovası) izleme istasyonları ile temel kirlilik parametreleri olan PM10, SO₂, NO₂, CO, O₃ izlenmektedir. Ancak bölgedeki sanayinin ve trafiğin yoğunluğu ve çeşitliliği ile mevcut sağlık riskleri göz önüne alındığında daha spesifik parametrelerin takibi de önem taşımaktadır.

2011 yılında yayınlanan MARKA Dilovası çalıştay raporunda yapılan çalışmalar derlenmiş ve bu duruma göre eylem planları oluşturulmuştur. Rapora göre, sanayinin oluşturduğu kirlilik, çevre sorunlarının en önemli parçasını oluşturmaktadır. Dilderesi'nin mevcut durumu, hava kirliliği (baca dışı kaynaklar (açık depolama, kömür-hurda sahaları, egzoz gazları, cüruf depolama) ve bacalı sanayi yoğunluğu), gürültü (sanayi ve trafik) ve görüntü kirliliğinin Dilovası'nı tehdit ettiği düşünülmektedir. Çöp alanı, kömür depoları, sanayi tesisleri, trafik, OSB'ler bu kirliliğin kaynakları olduğu, çevresel araştırma ve kontrollerin yetersiz olmasının bu kirliliğe yol açtığı ifade edilmektedir. Dilovası Bölgesi için hazırlanan Meclis Araştırma Komisyonu Raporu'ndaki önerilerin tam olarak uygulamaya geçirilemediği, Dilovası'nın plansız büyümesinin ilçede birçok sorunun kaynağı olduğu raporda vurgulanmıştır.

Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda toprak, hava ve su kirliliğine dair çok sınırlı bir veri seti mevcuttur. Bölgede ağır metal kirliliği ile ilgili çeşitli çalışmalar

mevcuttur. Dilovası'ndaki 48 noktadaki yüzey toprağından alınan örneklerde ağır metaller incelenmiş ve özellikle Cd, Pb, As açısından ciddi kirlenme olduğu görülmüştür [Çetin, 2012]. Topraktaki bu kirlilik en çok metal endüstrisinin civarında, kıyıya ve karayollarına yakın yerde görülmektedir. Atmosferik ağır metallerin likenler yardımıyla tespit edilmesi için yapılmış bir biyo-görüntüleme çalışmasında ise tüm Kocaeli geneline yayılmış numune noktalarından alınan likenlerde yapılan ağır metal analizlerinde en yüksek ağır metal seviyelerini Dilovası likenlerinde tespit etmiştir [Doğrul-Demiray et al., 2012]. Bir diğer çalışmada [Aslan et al., 2010] Kocaeli'nde yerel olarak üretilip tüketilen bitkisel ve hayvansal gıdalar ile marketlerden alınan gıda maddelerin dioxin seviyelerinin karşılaştırılması için yürüttükleri çalışmada, bölgede üretilen gıda maddelerindeki PCDD/F konsantrasyonlarının market ürünlerindeki konsantrasyonlardan oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca Dilovası merkezinde ve GYTE Muallimköy yerleşkesinde havadan toplanan örneklerde gaz ve partikül halindeki PAHların ölçümü gerçekleştirilmiş ve Dilovası merkezinin PAH açısından Muallimköy noktasına göre daha kirli olduğu ve özellikle kömür yakmanın işaretleyicisi benzo[k]fluoranten ve chreysen Muallimköy'de 5.27 ve 8 ng/m³ iken Dilovası'nda 52.17 ve 83.76 ng/m³ olarak ölçülmüştür [Sivaslıgil, 2007].

Bölgedeki UOB kirliliği ile ilgili yayınlanmış bilgimiz dahilinde iki çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların birinde Dilovası merkezinde iki ay süreyle BTEX ölçümleri yapılarak bu dönem için benzen ve toluen konsantrasyonlarının ortalama 3,8 ve 6,4 µg/m³ olduğu belirlenmiştir [Ergenekon et al., 2009]. BTEX açısından dünyadaki diğer kentlere kıyasla büyük bir kirlilik görülmemekle beraber kromotogramlarda çok yüksek piklerin görüldüğü ancak FID ile nicelendirilme yapıldığından, görülen bu piklerin türlendirilmesinin yapılamadığı belirtilmiştir. Bölgede UOB değerlerinin ölçüldüğü diğer bir çalışmada ise içinde Dilovası'nın da bulunduğu 49 noktada pasif örnekleme ile 2006 Temmuz ayında TD/GC/FID ile BTEX, 1,3,5-trimetilbenzen, n-propilbenzene, 3-etiltoluen ve 4-etiltoluen miktarları ölçülmüştür. Toplam BTEX konsantrasyonları 3.7 ile 335.5 µg/m³ arasında değişim göstermiştir [Pekey and Yılmaz, 2011].

Bu çalışma kapsamında ise bölgenin farklı yükseltilerde ve kirlilik kaynaklarına yakın veya uzak noktalarında UOB yapılan iki haftalık pasif örnekleme ile UOB çeşitliliği ile UOBlerin zamana ve konuma bağlı değişimi bir yıl süreyle ilk

kez incelenerek bölgedeki UOB kirliliğinin seviyesi ve dağılımı ortaya çıkarılacaktır. Kaynak analizi ve meteorolojik faktörlerle olan ilişkiler incelenerek olası kaynakların belirlenmesi gerçekleştirilebilecektir. Bölgedeki kirlilik yükünün dağılımı ile en kirli ve en temiz noktaların konumları bölgenin ileriye dönük çevresel yönetim planlarının yapılmasında yol gösterici olacaktır.

2. HAVA KİRLİLİĞİ ve UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (UOB)

Genel tanımıyla hava kirliliği, insanları doğrudan etkileyen, kısa ve uzun vadede canlıları birçok olumsuz duruma maruz bırakan bir çevre kirliliği çeşididir. Hava kirliliğine maruz kalmış bölgelerde endüstriyel toksik maddelere rastlamak mümkündür. Çoğu kez yanma işlemleri sonucunda açığa çıkan toksik madde emisyonları, kirliliğin ana bileşenlerini oluşturmaktadır. Özellikle yanma reaksiyonlarının olduğu durumlarda, tam yanmanın gerçekleşmemesi hava kirliliğinde sık rastlanabilecek, zararlı bileşenlerin oluşmasına sebep olabilir.

Endüstri alanlarına yakın olan yerleşim yerlerinde endüstriden kaynaklanan kirliliği görmek mümkündür fakat yerleşim yerlerindeki hava kirliliğinin tek kaynağının endüstriyel kirlilik olmayıp, özellikle şehir merkezlerinde trafikten kaynaklanan kirliliğin de önemli bir yeri bulunmaktadır. Kavşaklar ve trafiğin yoğun olduğu ya da akıcı olmadığı noktalarda yoğun bir hava kirliliği oluşur.

2.1. Hava Kirliliği Tanımı ve Önemi

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 [Arslanbaş, 2008].

Temiz Hava Stratejik Birliği (Clean Air Strategic Alliance-CASA) ise temiz hava için “kokusuz, tatsız, temiz görünen ve uzun ya da kısa dönemde insan, hayvan ve çevreye zararsız” şeklinde bir tanım getirmektedir [Probert, 2000].

Hava kirliliği, havada bulunması istenmeyen maddelerin zararlı etkiler oluşturabilecek miktarda bulunması olarak da 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 yaptığı aktivitelerden yayılmaktadır. Bu aktiviteler çoğunlukla insanların yaşam standartlarıyla yakından ilişkilidir. Yükselen yaşam standartlarına paralel olarak

aktiviteler dünya çapında artış göstererek buna bağlı kirletici miktarları da artmaktadır. Bu nedenle, birçok endüstrileşmiş şehirde, bu aktivitelerin devamı ve hava kirletici emisyonlarının kontrolü için çözümler aranmaktadır [De Nevers, 1995].

Temiz havanın çok açık bir tanımı 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.

Bileşen	Konsantrasyon, ppm
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

2.2. Uçucu Organik Bileşikler

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Çevre Koruma Ajansı (EPA), UOBleri 760 mmHg ve 25°C'de 10^{-1} den büyük buhar basıncına sahip organik bileşikler olarak tanımlamıştır. Bu bileşikler yüksek Henry sabitine (Hidrokarbonlar için 103-105 Pa. m³ mol⁻¹, halojenli hidrokarbonlar için 10-105 Pa.m³ mol⁻¹) sahip olma eğilimindedir. UOBler çevreye bırakıldıkları zaman atmosfer içinde hızlıca ve uygun biçimde parçalanır ya da buharlaşırlar. Gaz fazında büyük ölçüde parçalanma ve giderim meydana gelir. Bu nedenle UOBlerin fotodegradasyonu ve atmosferik fotokimyası oldukça önemlidir [Kuntasal, 2005].

UOBler 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, çözücü 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. İsmi de ifade ettiği gibi, bütün UOBler 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 and Montanaro, 1996], [Baek et al., 1997]

UOBler çoğunlukla karbon ve hidrojenden oluşan kimyasallardır. Bazı UOBlerde 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 UOBlerdendir (alkan, alken, alkin ve aromatikler). Bununla birlikte UOBlerin 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 bileşikleri içerir.

Atmosferik organik maddelerin farklı fraksiyonları 9 farklı başlık altında tanımlanabilir ve UOBler bunlar içinde çok sayıda çeşitli bileşik içeren bir gruptur [Kuntasal, 2005].

- 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.
- Toplam Organik Gazlar (TOG); yüksek hidroksil reaktivitesine sahip olan ve olmayan tüm organik gazlar (TOG çoğunlukla ROG + metan ve halokarbonları kapsar).
- PAMS; hidrokarbonların toplamının işlemsel olarak belirlendiği (NMOC) US'de 55 hedef hidrakorbon ve non-metan organik bileşiklerin fotokimyasal değerlendirme (PAMS) izleme istasyonlarında ölçülen hidrokarbonlardır.
- Metan dışı hidrokarbonlar (NMHC; literatürde çoğunlukla "hafif hidrokarbonlar" olarak ifade edilir ve C2-C12 arasındaki hidrokarbonlardır).
- Ağır Hidrokarbonlar; C10-C20 arasındaki hidrokarbonlar, bunlar yarı uçucu bileşikler olarak da tanımlanır çünkü C15 den büyükler gaz ve partikül olarak birlikte bulunabilirler.
- Karbonilli bileşikler; aldehit ve ketonlardır ve genellikle formaldehit, aseton ve asetaldehit ile başlarlar.
- Metan Dışı Organik Gazlar (NMOG); NMHC + karbonil den oluşur.
- Yarı UOBler; PAHlar, metokifenoller, laktonlar ve diğer polar ve apolar organik bileşikler gibi bileşikler çevreye yayıldığında gaz ile yoğun faz arasındaki kısmı içeren bileşiklerdir.
- UOBler; NMHC + ağır hidrokarbonlar + karbonil + halokarbonlar (C20 den küçük)

UOBlerin %30'u trafik diğer %30'u da endüstri ile bağlantılı kaynaklardan yayılmaktadır. Diğer bazı kirleticilerle birlikte UOBlerin dış ortam kaynakları [Jones, 1999] Tablo 2.2 de verilmiştir.

Tablo 2.2: Bazı kirleticilerinin dış ortam kaynakları.

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

2.3. Uçucu Organik Bileşik Kirliliği

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

Kirleticiler birincil ya da ikincil olmak üzere iki ana grupta incelenir. Birincil kaynaklar kaynaktan direkt olarak salınır. Birincil kaynakların atmosferik reaksiyonlarından sonra açığa çıkan kirleticiler ikincil kirleticiler olarak adlandırılır. UOBler çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu en önemli ikincil kirleticilerden olan ozon oluşumuna yol açar ve hem birincil hem ikincil kaynaklara sahiptir [Müezzinoğlu, 2003].

UOBler alifatik veya aromatik yapıda bulunabilen, atmosferde gerçekleşen fotokimyasal reaksiyonlarda önemli rol oynayan hava kirletici bileşen grubudur. UOBler çeşitli kaynaklardan atmosfere yayılabilmektedir. Atmosferdeki en önemli UOB kaynakları, motorlu taşıtların egzoz emisyonları, akaryakıt depolama ve dolum tesisleri ve petrol rafinerileridir [Lincoln et al., 1998].

Tehlikeli bileşiklerin atmosferde bölgesel dağılımının incelenmesi bilinmeyen emisyon kaynaklarının keşfedilmesi açısından önem taşır. Çeşitli ülkelerde UOBlere ve kirleticilere ilişkin iç ve dış ortamda, mevsimsel ve kaynak bazında çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Son ve diğerlerinin (2003) yaptığı çalışmada Güney Kore’de bulunan Asan ve Seul şehirlerinde iç ortam ve dış ortam UOB konsantrasyonları eş zamanlı olarak ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. UOBlerin 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 analiz edilmiştir. 10 UOB (benzen, toluen, o-ksilen, etilbenzen, oktan, MIBK, 1,2 diklorobenzen, trikloroetilen ve stiren) analiz edilmiştir. Çıkan sonuçlar; metropoliten 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.

Baya ve diğerleri (2004) tarafından Yunanistan’daki iç ortam hava kalitesinin belirlenmesi için yapılan diğer bir çalışmada, 25 evde, 16 UOB incelenmiştir. 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 diğ er ç alışmada [Chatzis et al., 2005] Yunanistan'ın Atina şehrinde kişisel benzen maruziyetleri incelenmiştir. Belirli gruplardan 50 sigara içmeyen gönüllü seçilmiş ve evlerde pasif örnekleycilerle 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 benzenin trafiğ in yoğun olduğu bölgelerdeki konsantrasyonları, trafiğ in yoğun olmadığı bölgelerde ölçülen konsantrasyonlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada ayrıca sigara içmeyen ve belirli işlerde çalışan gönüllüler (trafik polisleri, otobüs şoförleri, postacılar, öğ retmen ve öğ renciler) ile Radiello pasif örnekleyciler kullanılarak bir çalışma yapılmıştır. Örneklemler karbondisülf it ile desorbe edilip GC-MS ile analiz edilmiştir.

Almanya'da yapılan bir çalışmada ise [Schneider et al., 2001] iç ortam ve dış ortamdaki BTEX (benzen, toluen, etilbenzen, o-ksilen, m,p-ksilen) konsantrasyonlarının, Haziran 1995'ten Kasım 1996'ya kadar olan mevsimsel değ işimlerini belirlemek amacıyla Almanya'nın Erfurt kentindeki 204 ev ve Hamburg şehrindeki 201 evde UOB ölçümleri yapılmıştır. BTEX konsantrasyonları her ev için birer hafta aralıklarla ölçülmüştür. Örnekleme için OVM 3500® pasif örnekleyciler kullanılmıştır. Alınan örneklemler 2 ml CS₂ solüsyonu ile ekstrakte edilerek GC-MS ile analiz edilmiştir. Karşılaştırmalar sonucunda 1995–1996 yıllarında yapılan BTEX kirliliğ i çalışmasında Doğu Almanya'daki konsantrasyonların, Batı Almanya'dakinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca Erfurt'taki dış ortam BTEX konsantrasyonlarının mevsimsel değ işikliğ i de Hamburg'dan yaklaşık 2 kat daha fazla bulunmuştur.

Meksika'nın Meksiko ve Puebla şehirlerinde Ahumada ve Whitehead (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, 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 katılımcıların iş sırası ve dışındaki maruziyetlerini ölçmek için solunum bölgesine ve giysinin dışına tutturulmuştur. Karbondisülf it ile ekstrakte edilen örneklemler GC'de analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda iki şehirde de dış ortam çalışanlarının birçok UOBye mesleklerinden dolayı iç ortam çalışanlarından daha fazla maruz kaldığı bulunmuştur. Çevresel hava kirliliğ i 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.

Srivastava ve arkadaşlarının 2006 yılında Hindistan'ın Mumbai kentinde yapmış oldukları çalışmada mahallelerde ölçülen benzen derişimi $45,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken endüstriyel bölgelerde $201,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, trafik kesim noktalarında $348,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve petrol istasyonlarında $539,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bulunmuştur. Bu çalışma ile Srivastava ve arkadaşları benzen yoğunluğunda petrol depolama ve dağıtım alanların en yüksek seviyelerde olduğu belirlemişlerdir [Srivastava et al., 2006].

Bazı UOB türleri ortam havasında fotokimyasal reaksiyonun boyutunun araştırılmasında kullanılmaktadır. Atmosferde bazı UOB türlerinin varlığı emisyon kaynakları için belirleyici ve hava kütesinin yaşının göstergesi olarak kullanılmaktadır. Toluen/benzen (T/B), m,p-ksilen/benzen ((m,p)-X/B), o-ksilen/benzen (o-X/B) ve m,p-ksilen/etilbenzen (m,p)-X/E) konsantrasyon oranlarının değerlendirilmesi araç emisyonlarının mesafesinin karakterizasyonu ve hava kütesinin fotokimyasal yaşının belirlenmesi için faydalıdır [Derwent, 2005], [Monod et al., 2001]. Yapılan çalışmalar araç emisyonları için benzen/toluen oranının genelde 0,25- 0,5 aralığında olduğunu göstermiştir [Zou et al., 2003], [Scheff and Wadden, 1993].

Zou ve arkadaşlarının Guanghu bölgesinde yapmış oldukları çalışmada endüstriyel ticari ve konut alanlarında yapılan BTEX ölçümlerinde benzen/toluen oranının 0,5 civarında olduğu bu durumun ise araç emisyonlarına işaret ettiği belirtilmiştir. Çöp depolama sahasının olduğu bölgede ise benzen/toluen oranı 0,61 olarak bulunmuştur. Kentsel bölgede BTEX oranı 2:4:1:2,6 iken çöp depolama sahası alanında 2:3,3:0,5:1 bulunmuştur. Bu oranlarda iki bölgedeki kaynakların farklı olduğunu göstermiştir [Zou et al., 2003].

Kume ve arkadaşlarının (2004) Japonya'da yapmış oldukları çalışmada 3 örnekleme kampanyası düzenlenerek endüstriyel bir şehir olan Fiji'de 27 çeşit UOBnin bölgesel dağılımı incelenmiştir. Bu çalışmada örnekler pasif örnekleyciler ile toplanmış ve aromatik hidrokarbonlar GC-MS ile uçucu organik halojenli bileşikler ise GC-ECD ile analiz edilmiştir. En sık rastlanan bileşik olan $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'luk ortalama derişimdeki tolueni, $4,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'luk ortalama derişimiyle asetaldehit ve $2,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'luk ortalama derişimiyle formaldehit takip etmiştir [Kume et al., 2004].

Kume ve arkadaşlarının Japonya 'da 24 saatlik periyotlarla pasif örnekleme metodu ile yaptığı çalışmada UOBlerin bölgesel dağılımının tipik özellikte olduğu,

formaldehit ve benzen derişimlerinin en yüksek olduğu bölgelerin ana yolların bulunduğu yerler, toluen ve tetrakloroetilen derişimlerinin yüksek olduğu bölgelerin ise fabrika yakınlarının olduğu belirtilmiştir [Kume et al., 2004]. Ho ve Lee , Hong Kong’da bir yıllık süreyle UOBler, PAHlar ve karbonil bileşiklerini izlemişlerdir. 62 örnekte UOBleri TO-14 metodu ile analiz etmişler ve ortam havasında tolueni 136.64 mg m³ ile en yüksek konsantrasyona sahip UOB olarak tespit etmişlerdir. Sırasıyla benzen, etilbenzen, m,p-ksilen, o-ksilen’in maksimum konsantrasyonlarını 11.16; 21.05; 23.36; 12.47 mg m³ olarak belirlemişlerdir.

Türkiye’deki birçok kırsal veya kentsel/endüstriyel bölgede de UOB kirliliğinin seviyesi ve kaynak çeşitliliği araştırılmıştır. Yorulmaz ve arkadaşlarının2008 yılında ODTÜ kampüsünde UOBlerin kaynaklarının belirlenmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada yerleşke için en belirgin kirlilik kaynağının trafik olduğu bulunmuştur. En yoğun kirleticinin ise toluen olduğu belirlenmiştir [Yorulmaz et al., 2008].

Dinçer ve arkadaşları tarafından İzmir’de petrokimya endüstrisi ortamındaki koku ve UOB seviyeleri incelenmiş, aldehit(hekzanal, propanal) ve mono aromatiklerin (benzen, toluen] kokuyu en iyi temsil eden gruplar olduğu bulunmuştur [Dinçer, 2001].

Yine İzmir’de yapılan başka bir çalışmada petrol rafinerisi depolama tanklarından kaynaklanan UOB emisyonları incelenmiş, rafineride ürünlerin tanklere doldurulması sırasında oluşan yıllık kaçak UOB emisyonlarının tanklardan kaynaklanan emisyonlardan yaklaşık 14 kat fazla çıktığı ortaya konmuştur [Elbir, 2007].

Civan ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada İzmir Aliağa bölgesinde UOB derişimlerinin belirlenmesine yönelik pasif örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. İncelenen kirleticilerin yerel dağılımlarına bakıldığında en önemli UOB kaynaklarının rafineri ve petrokimya tesisleri olduğu görülmüştür [Civan, 2008].

Dış ortam derişimlerini belirlemek amacıyla literatürden derlenen çalışmalar Tablo2.3’de verilmiştir [Demirel, 2010].

Tablo 2.3: UOB'lerin dış ortam derişimlerinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar (ortalama, µg/m³).

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

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

2.3.1. Uçucu Organik Bileşiklerin Etkileri

UOBler 50 yıldan uzun bir süredir çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle ilgi görmektedir. UOBlerin doğrudan ve dolaylı bu olumsuz etkileri şöyle sıralanabilir:

- Troposferik ozon oluşumu;
- İnsan sağlığı üzerindeki etkileri;
- Bitki örtüsü üzerindeki etkileri;
- İklim değişiklikleri üzerindeki etkileri;
- Stratosferik ozon tükenmesi.

2.3.1.1. Troposferik Ozon Oluşumu

NO_x ve hidrokarbon karışımlar güneş ışımaya maruz kaldığında karmaşık dizilimli fotokimyasal reaksiyonlar gerçekleşir. Bu fotokimyasal reaksiyonlar sonucu peroksilasetil nitrat (PAN), nitrik asit ve oksijenlenmiş hidrokarbonlar gibi bileşikler oluşturabilmektedir. Bu kirlenici maddelerin, oluşumu ve yoğunluğu gün ve gece döngüleri boyunca 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, kirlenici maddelerin birikimi insan sağlığı, bitki örtüsü ve malzemeler üzerinde olumsuz etkisi olan fotokimyasal sis kirliliği vakalarının gözlenebilmesine yol açacak kadar artabilir.

2.3.1.2. İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

UOBlerin insan sağlığı üzerinde doğrudan olumsuz etkileri olabilmektedir. Birçok UOB toksik ve kanserojen olarak sınıflandırılmıştır. Bu yüzden bu bileşiklerin yüksek miktarlarına kısa süreliğine ya da düşük miktarlarına uzun süreliğine maruz kalmak güvenli değildir. UOB'ler baş ağrısı, göz ve mukozalarda iritasyon, bitkinlik ve astım semptomlarını içeren ve "hasta bina sendromu semptomları olarak tanımlanan rahatsızlıklara yol açmaktadır [Janstrom et al., 2006].

Ayrıca benzen gibi bazı UOBlere uzun bir süre maruz kalınmasının kansere yol açtığı görülmüştür. Ayrıca, n-hekzanın 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 planları içinde birçok UOB olan 185 zararlı hava kirleticisini (HAP) listelemiştir. Kanada Çevre Koruma Ajansı, Çevre ve Sağlık Bakanlığından 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 UOBlerin sağlığa zararlı etkileri ele alınması gerekir. Evsel eşyalar, boya, boya malzemesi, çözücüler, ahşap koruyucular, aerosol spreylere, temizleyici ve dezenfektanlar, böcek kovucular ve koku vericiler, depolanmış yakıtlar ve otomotiv ürünleri, hobi malzemeleri, kuru temizlenmiş giysiler evsel ortamda UOBlerin 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 zararlıdır [Verschueren, 1977].

2.3.1.3. Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri

UOBlerin bitkiler üzerindeki etkilerini araştıran deneyler, UOBlerin iklim değişiklikleri ve foto oksidanların oluşumundaki dolaylı etkilerini bize açıkça gösterir. 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, ayrışma ve yaşlanma gibi fizyolojik gelişmelerde oldukça etkilidir. En iyi bilinen özelliklerinden biri de meyvelerin olgunlaşması için harekete geçirici ve süreci tetikleyici etkisidir. Bununla beraber, çok çeşitli stres etmenleri (kuraklık, sel, yaralanma, hastalığa sebebiyet veren mikroplar ve havayı kirleten gazlar gibi) etenin biyosentezinin artmasına neden olur, bu da stresin kuvvetlenmesinde önemli rol oynar. Çalışmalar sonucu görülen tipik emareleri, büyüme engellenmesi, boğum kısılması, tomurcuk kurumaması, yaprakların

erken sararması ve dökülmesi yaşlanma, ani solma, sarılık ve kangrendir [Kuntasal, 2005].

2.3.1.4. İklim Üzerindeki Etkileri

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Framework Kongresi (UNFCCC) sera gazlarını (SG) doğrudan ve dolaylı SGLarı olmak üzere iki grupta tanımlar. Doğrudan SGLarı CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ ve dolaylı öncü SGLarı NO_x, CO, UOB ve SO₂ dir. Atmosferin ışıma dengelerine etkilerinin yanında, UOB'ler fazladan iklimsel etkilere neden olabilir. Örneğin, UOB'ler bulut özelliklerini değiştirebilecek aerosoller oluşturabilirler. Bunun da ötesinde troposferik ozon, UOBlerin bir sera gazı gibi davranması sonucu oluşmuştur. UOB'ler aynı zamanda stratosferik su buharına etki ederek iklimi de etkiler.

2.3.1.5. Stratosferik Ozonun Azalması

Stratosferik ozonun çok önemli iki görevi vardır. Birincisi, yeryüzündeki yaşam için ölümcül etkilere sahip morötesi ışınları süzerek bu ışınların yeryüzüne ulaşmasını engellemek ve sıcaklık dengesine yardımcı olmaktır. Güneş'ten gelen ışınları soğurarak troposfer tabakasının normalden fazla ısınmasını önler.

Pek çok organik bileşik troposferik giderim proseslerine karşı atmosferde mevcudiyetlerini korumada ve stratosfere ulaşma eğilimindedirler. Bu organik bileşiklerden klor ve brom içerenler, stratosferik fotoliz ve hidroksil radikallerinin yıkımına dolayısıyla ozonu tahrip edici aktif zincir elementlerinin serbest bırakılmasına neden olur. Bu olay stratosferik ozon katmanının incelme artışını ilerleterek ozon deliği oluşumunda rol oynarlar. Stratosferik ozonun azalmasında etken olan UOB'ler: klor içeren çözücüler, soğutucular, brom içeren ateş söndürücüleri vb.. maddeler olduğu saptanmıştır. Bunlar arasından, ozonun en büyük düşmanı kloroflorokarbon (CFC) gazlarıdır.

2.3.2. 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 [Zalel et al., 2008].

Antropojenik kaynak kategorileri şu şekilde sıralanır:

- Fosil yakıtlarının üretimi, kimyasal işlemi, stoklanması ve dağıtımı,
- Uçucu organik çözücüler ve çözücü içeren ürünlerin uygulamaları,
- Endüstriyel ürün işlemleri,
- Biyolojik işlemler

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 and Pitts, 1997], [Ho et al., 2002], [Guo et al., 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.

Çözücü kullanımlarına ek olarak, UOBler, plastik ve diğer kimyasalların örneğin, tehlikeli bir hava kirleticisi olan vinilklorürün (aynı zamanda PVC plastik materyali) üretiminde ara ürün olarak çıkarlar [Verschueren, 1977].

2.3.2.1. İç Ortam Kaynakları

UOBlerin iç ortam kaynakları; dış ortam havasından iç ortamlara taşınan dış ortam kirleticileri ve insan aktivitelerinin birleşmesiyle oluşur [Baya et al., 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 yapı 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 and Montanaro, 1996], [Guo et al., 2003].

İç ortam UOB kaynaklarından en önemlileri tütün dumanından meydana gelenlerdir. Bunlar; benzen, toluen, oktan, m- ve p- ksilendir. İç ortamda UOBlerin oluşmasına neden olan diğer kaynaklarda; aseton, sprey boyalar, şömineler, petrolü ve gazlı ısıtıcılar, bazı temizlik maddeleridir [Vega et al., 2000], [Chan et al., 2002], [Son et al., 2003].

Tütün dumanından fazla miktarda çıkan benzenin başka farklı kaynakları da vardır. Bunlar; kozmetik kullanımı ve sinek kovalardır. Odun sobası ayrıca, bütılbenzen, toluen, m- ve p- ksilen kaynağıdır. Aerosol spreyler, baş dönmesi, nefes

almada düzensizlik gibi sağlık etkileri olan trikloretan 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 bileşimidir. Stiren ise, halılardan ve evlerde kullanılan plastik malzemelerden kaynaklanır. Bunun dışında mum ve yapı malzemelerinden kaynaklanan UOBlerde vardır. Bunlar; dekan, dodekan ve andekandır [Baya et al., 2004].

Yeni yapı malzemeleri önemli UOB kaynaklarıdır çünkü bunların imalatında çözücü kullanılmaktadır. Çözücü, yapıştırıcılar ve kalafat gibi bazı ürünlerin bileşiminde bulunan ana bileşendir ve ürünü kullanılana kadar sıvı halde tutmak için eklenmektedir. Uygulandıktan sonra, materyal onarılanaya kadar hızla buharlaşır ve katılaştırır daha sonra emisyon oranları hızla düşer. Teorik modelleme ile UOB emisyonlarının üstel bozulmaları yarılanma ömrü olarak 300 gün şeklinde bulunmuştur. Ancak, asıl UOB ölçümleri daha hızlı dağılma yüzdeleri göstermektedir. Teorik ve asıl UOB emisyonlarındaki farklılık, çözücülerin 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 çözücü birkaç saat içinde buharlaşır. Su bazlı boyalar önemli ölçüde daha az çözücü içerir ancak sıklıkla tamamen kurumaması 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 [Bardana and Montanaro, 1996].

Tablo 2.4: Genel iç ortam UOB kaynakları.

Uçucu Organik Bileşikler	Kaynakları
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 egzozu, tahta boyası
Karbontetraklorür	Yapıştırıcılar, izolasyon köpüğü, mürekkepler
Klorbenzen	Çözücüler
Dekan	Kalafatlama, vernik, duvar kâğıdı, 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
Andekan	Duvar kâğıtları, 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

2.3.2.2. Dış Ortam Kaynakları

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan UOBlerin çoğu, yanma prosesinin tam gerçekleşmemesinden dolayı yan ürünlerinin, egzoz sistemi yoluyla dış çevreye salınmasından ve yakıtın buharlaşmasından meydana gelmektedir. UOBler ayrıca fren ve dış lastikten çevreye yayılan partikül maddelerden de salınmaktadır.

Motorlu taşıtlardan salınan maddeler; asetaldehit, aseton, benzen, 1-3 bütadien, formaldehit, sikloheksan, karbonmonoksit, hekzan, 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.

Tam yanmamış organikler, orman yangınları ve sprey boyalar da dış ortam UOB kaynaklarıdır ve doğalgazdan da ksilen oluşmaktadır.

Ayrıca boya sanayi (üretim, dolum, depolama), çözücü ile yıkama işlemi yapan ve üreten sanayiler (üretimi, dolumu, depolanması), petrol rafinerileri, yakıt depolama ve yükleme tesisleri Endüstriyel olarak UOBlerin en önemli dış ortam kaynaklarındandır.

2.4. Benzen, Toluen, Etilbenzen, m,p-Ksilen, o-Ksilen ve Çalışma Boyunca Ölçülen Diğer UOBler

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

2.4.1. Benzen

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

2.4.1.1. Benzen Maruziyet Kaynakları

İnsanların davranışları ve yaşam koşullarının benzen maruziyeti üzerinde çok önemli etkilerini olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. [Pekey and Arslanbaş, 2008], [Jia et al., 2008], [Sofuoğlu vd., 2008], [Ahumada and Whitehead, 2007]. Endüstriyel olmayan ve sigara kullanımına bağlı olmayan benzen maruziyetlerinin %20'sinin motorlu taşıtlarla yolculuktan kaynaklandığı belirtilmiştir. Dolum

işlemlerindeki buharlaşmalar ve yüksek trafik yoğunluğu ise %40'ını oluşturmaktadır [Horton et al., 2006]. Horton ve arkadaşlarının 2006 yılında yapmış oldukları bir çalışmada her 1 saatlik yolculuğun benzen maruziyetini $0.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arttırdığı görülmüştür. Ayrıca aynı çalışmada araçlarda dolum işlemi yapılmasının ise kişisel maruziyeti $1.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arttırdığı belirtilmiştir. Benzindeki benzen derişimleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir örneğin Japonya'da %1, Çin'de %2.5, Tayland'da %3.5 ve Malezya'da %5'dir [Truc and Oanh, 2007]. Türkiye'de TÜPRAŞ rafinerisinde üretilen farklı özelliklerdeki kurşunsuz benzinin benzen içeriği %1 ile %2,5 arasında değişmektedir [Demirel, 2010].

EPA Temiz Hava Planları Başlık II'de benzin içerisindeki benzen derişimini %1 ile sınırlanmıştır. Aynı şekilde Türkiye'de ise 2003 yılında yürürlüğe giren Benzin ve Motorin Kalitesi yönetmeliği ile benzin motor yakıtlarında %1 ile sınırlanmıştır. İç ortamda ise sigara kullanımı benzen maruziyetinin temel sebebidir. Sigara kullananlar sigara başına $55 \mu\text{g}$ benzene maruz kalmaktadır bu nedenle sigara kullanımının olduğu iç ortamlarda benzen derişimleri dış ortam derişimlerinden daha yüksektir. Dış ortamdaki en önemli benzen kaynağı ise motorlu taşıtlardır [Hester and Harrison, 1998].

2.4.1.2. Benzenin Toksik Etkileri

Solunum yoluyla alınan benzen akciğerler tarafından kolayca absorbe edilir. İnsanlarda $163\text{-}366 \text{ mg}/\text{m}^3$ seviyelerindeki maruziyetlerde, solunum yoluyla alınan benzenin yaklaşık %50'sinin absorbe edildiği bilinmektedir. Suda çözünürlüğünün az olması nedeniyle benzen en çok yağ oranı yüksek dokularda bulunur. Öncelikle karaciğerde metabolize olarak kararsız benzen oksit oluşturur. İnsanlarda nefes verilmesi esnasında metabolize olmadan atılabilirken metabolize olmuş kısım ise üre yoluyla atılır [Hester and Harrison, 1998].

2.4.1.3. Benzenin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Benzen pek çok olumsuz sağlık etkisi ile ilişkilendirilir. Maruziyet periyodu derişim seviyeleri ve yarattığı olumsuz sağlık etkileri Tablo 2.4.'de verilmiştir [Holgate, 1999]. Benzene orta seviyede kısa süreli maruziyetler merkezi sinir sistemi bozukluklarına yol açabilir. Kan ve kan yapıcı organlara zarar vermesine ek olarak

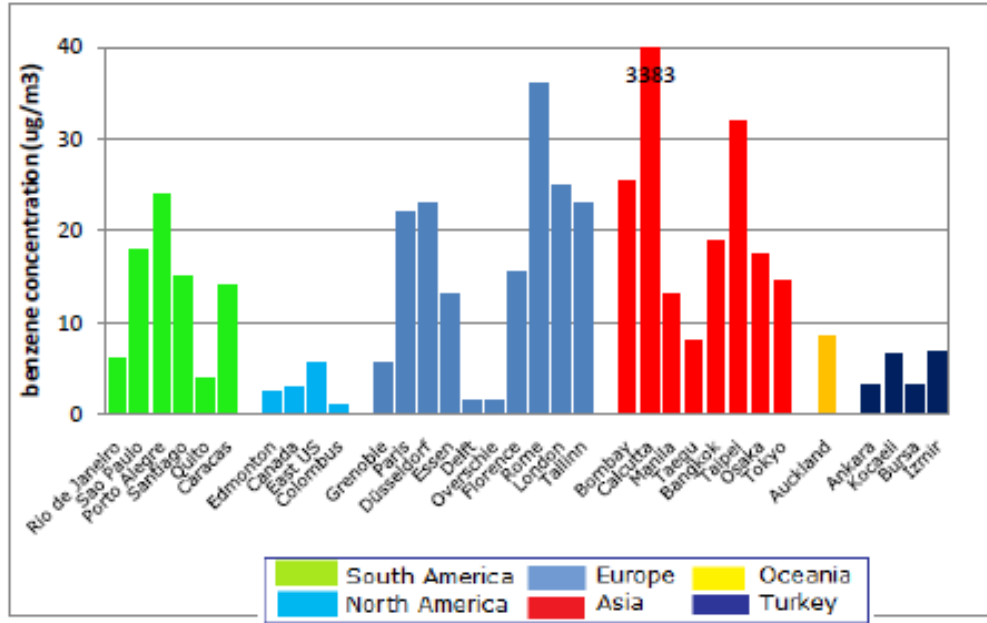
bir çeşit kan kanseri olan kemik iliği kanserinin sebeplerinden biri olarak görülmektedir. Muzaffer Aksoy isimli Türk hematolog, deri yapımında benzenin yaygın olarak kullanıldığı 1967-1974 yılları arasında ayakkabı, terlik ve çanta yapımında çalışan 28500 işçiyle gerçekleştirdiği epidemiyolojik çalışmada benzen maruziyeti ve kan kanseri arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur [Mc Lachlan, 1980].

Benzen için en önemli sağlık etkisi kansere sebep olmasıdır. Örneğin US/EPA online veri tabanına göre 1.3-4.5 µg/m³ arasındaki benzen derişimine ömür boyu maruziyet durumunda kansere yakalanma olasılığı 105 kişide bir kişidir. Tablo2.5’de benzenin insan sağlığı üzerindeki etkileri ve maruziyet sınırları verilmiştir [Demirel, 2010].

Tablo 2.5: Benzenin sebep olduğu sağlık etkileri.

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

Şekil 2.1’de Dünya’nın farklı şehirlerindeki ve Türkiye’nin 4 şehrindeki benzen konsantrasyonlarının karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 2.1: Dünya'nın farklı yerlerinde ölçülen ortalama benzen konsantrasyonları.

2.4.2. Toluen

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

2.4.2.1. Toluen Maruziyet Kaynakları

Toluenin kırsal alanlarda ortalama dış ortam derişimi 5µg/m³'ten daha azdır, kentsel alanlarda ise 5-150 µg/m³ arasında değişkenlik gösterebilmektedir. Endüstriyele alanlarda daha yüksek derişimler de ölçülebilir [WHO, 2000].

Toluen ham petrolün ve doğal gazın bir bileşenidir. Volkanlar ve orman yangınları doğal kaynakları olmakla birlikte havadaki derişimlere en büyük katkıyı antropojenik kaynaklar yapmaktadır. Toluen endüstriyel olarak yüksek miktarlarda üretilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Stiren üretimi ve kömürün yanması esnasında yan ürün olarak ortaya çıkar. Ayrıca boya, kauçuk, baskı, kozmetik ve diğer yapıştırıcı endüstrilerinde kullanılır. Diğer pek çok kimyasalın üretiminde başlangıç maddesi olarak kullanılabilir [Holgate, 1999].

2.4.2.2. Toluenin Toksik Etkileri

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

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

2.4.2.3. Toluenin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Toluenin saf formda koku dedeksiyon eşiğı 1 mg/m³'tür. Ancak kokusu, toluen derişimi 10 mg/m³'den yüksek olduğu durumlarda hissedilebilir hale gelir [WHO, 2000].

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

Yüksek derişimlerde toluen maruziyetleri gönüllüler üzerinde yapılan araştırmalarla incelenmiştir. Kaza sonucu ağır maruziyetlerin komaya sebep olabileceğı, 3000 mg/m³ civarındaki maruziyetlerin şiddetli yorgunluk, kusma, bulantı, duygusal depresyona sebebiyet verebileceğı ve çocuk reflekslerinde güçlü etkileri olduğu görülmüştür. Bir fabrikada çalışan işçilerin 3 gün süresince yüksek dozda toluen içeren bir karışıma maruz kaldıktan sonra aylar süren bir hafıza problemi yaşadıkları görülmüştür. Dört gün boyunca günde 6 saat 100 ppm toluene maruz kalmış gönüllülerde baş ağrısı, uykusuzluk ve patolojik hassasiyet görülmüştür [Holgate, 1999].

2.4.3. Etilbenzen, m-p ve o-Ksilen

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

2.4.3.1. Etilbenzen, m-p ve o-Ksilen Maruziyet Kaynakları

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

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

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

2.4.3.2. Etilbenzen, m-p ve o-Ksilenin Toksik Etkileri

Etilbenzen vücuda solunum sistemi, sindirim sistemi ve deri ile temas yoluyla geçebilir. Vücuda alınan etilbenzen metabolizma ve metabolizma artıkları ile çabucak elimine edilir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalar etilbenzenin bu yolla hızlıca absorblandığını göstermiştir. 8 saat boyunca 23-85 ppm etilbenzene maruz

kalan gönüllülerde etilbenzenin çoğunun insan vücudunda kaldığı ancak eser miktarda bir kısmının nefesle dışarı verildiği görülmüştür [ATDSR, 1999].

2.4.3.3. Etilbenzen, m-p ve o-Ksilenin Sağlık Etkileri

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

2.4.4. Çalışma Kapsamında İncelenen Diğer Bileşikler

Çalışma kapsamında incelenen tüm bileşiklerin formülü, molekül ağırlığı, buhar basıncı ve yarılanma ömrü gibi kimyasal bilgileri düzenlenerek Tablo 2.6'da verilmiştir.

Formülü C₆H₁₄ alifatik hidrokarbonlardan olan hekzan, reaktivitesi düşük olduğundan iyi bir çözücü olarak yapıştırıcıların içinde kullanılır. Boya sanayisinde hidrokarbon çözücüler hem ucuz olmaları hem de yağ, alkit, vernik ve diğer reçineleri iyi çözmeleri nedeniyle tercih edilir. Hekzan sağlığa zararlı olduğu için yerine heptanın türevi kullanılabilir. Ancak heptan veya oktanın yağı daha iyi çözmesine karşın hekzanı bulmak daha kolay olduğundan yaygın olarak boya sektöründe çözücü olarak kullanılmaktadır. Hekzanın inhalasyonunda (sıvı ilaçların gaz haline getirilip solunması durumu) zehirlenmeler olmaktadır. Hekzan buharı havadan ağır olduğu için, zeminde yayılarak uzak mesafelerde tutuşmalara neden olabilmektedir. İş yeri Maruz kalma limiti 72 mg/m³ (TWA) olan (Kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik, 25328 (2003) hekzan kuvvetli oksidanlar ile şiddetli tepkimeye girerek yangına ve patlamaya neden olabilir.

Pentan, normal koşullar altında renksiz ve sıvı haldedir. Genel formülü C₅H₁₂ şeklindedir. Kaynama noktası 144 K° ve öz kütlesi 0,626 g/cm³ olan bileşiğin yüksek konsantrasyonlardaki buharı tahriş edici olup sinir sistemini etkiler.

Trimetilbenzenin 1,2,4- Trimetilbenzen, 1,2,3- Trimetilbenzen, 1,3,5- Trimetilbenzen, gibi çeşitleri incelenmektedir. Buhar basınçları 2.10,1.69 ve 2.48

mm-Hg'dir. Gözde ve deride tahriş edici etkileri olduğu ve mutasyon verileri mevcuttur.

Stiren, Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü (IARC) tarafından insanlar için muhtemel kanserojen olarak sınıflandırılmaktadır (grup 2B). Kimyasal formülü C_8H_8 olan Stiren in $25C^\circ$ deki buhar basıncı 6.40mm-Hg'dir. İnsanlar için üreme sisteminde olumsuz etkileri, deri ve gözde tahriş edici etkisi olduğu saptanmıştır.

Kloroform, anestezik (uyuşturucu) etkisi olan, ağır, renksiz bir kimyasal maddedir. Kimyasal formülü $CHCl_3$ olup, triklorometan da denir. $61^\circ C$ 'de kaynar. Yoğunluğu $1,48 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Kolay buharlaşır. Yağları çözer. Kimyasal işlemlerde çok kullanılır. Kloroform; kaplama ve yapı malzemelerinde ve yapıştırıcılarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda kloroform; çözücü sabunların içinde de yoğun olarak bulunmaktadır.

Tablo 2.6: Çalışma kapsamında incelenen bileşiklerin kimyasal özellikleri.

Bileşik	Formülü	MA (g/mol)	Buhar Basıncı	Yarılanma Ömrü
Triklorofloro-metan	CCl_3F	137,38	89 kPa (20 °C)	52-207 yıl (HSDB)
n-Pentan	C_5H_{12}	72,15	56.8 kPa	
Etanol	CH_3CH_2OH	46,07	5.7 kPa (20°C)	
Diklorometan	CH_2Cl_2	84,93	47 kPa (20 °C)	130 gün (EPA)
1-kloro-2-metilbutan	$C_5H_{11}Cl$	106,59	46.2 mm Hg (25°C)	
3-Metilpentan	C_6H_{14}	86,18	190 mm Hg (20°C)	2.8 gün (TCI ABD-MSDS)
n-Hekzan	C_6H_{14}	86,18	17.3 kPa (20°C)	2,9 gün (ATSDR)
Metilsiklopentan	C_6H_{12}	84,16	100 mm Hg (18 °C)	2.3 gün (HSDB)
1,2-Dikloroeten	$C_2H_2Cl_2$	96,94	400 mm Hg (31 °C)	5-12 gün (ATSDR)
Kloroform	$CHCl_3$	119,39	21.1 kPa (20°C)	2-3 ay
Benzen	C_6H_6	78,11	13.3 kPa (26 °C)	10-12 gün
1,2-dikloroetan	$C_2H_4Cl_2$	98,97	61 mm Hg (20°C)	73 gün (ATSDR)
Trikloroeten	C_2HCl_3	131,40	58 mm Hg (20°C)	1hafta (IISc)
1,2-dikloropropan	$C_3H_6Cl_2$	112,99	40 mm Hg (19.4 °C)	>23 gün (ATSDR)
Toluen-d8	C_7D_8	100,19	28.4 mm Hg (25 °C)	
Toluen	C_7H_8	92,13	3.8 kPa (25°C)	13 saat (EPA)
n-Oktan	C_8H_{18}	114,23	11 mm Hg (20°C)	
Tetrakloroeten	C_2Cl_4	165,83	1.7 kPa (20°C)	2 ay (EPA)
Dibromoklorometan	$CHBr_2Cl$	208,28	76 mm Hg (20 °C)	1-2 ay (ATSDR)
Klorobenzen	C_6H_5Cl	112,56	8.8 mm of Hg (20°C)	9 gün (U.S.EPA)
Etilbenzen	C_8H_{10}	106,16	0.9 kPa (20°C)	1-2 gün (ATSDR)
m,p-Ksilen	C_8H_{10}	106,17	6 mm of Hg (20°C)	8 – 14 saat(ATSDR)
n-Nonan	C_9H_{20}	126,17	0.9 kPa (20°C)	8 – 14 saat (ATSDR)
o- Ksilen	C_8H_{10}	128,26	3.22 mm of Hg (20°C)	13.24 saat (ECHA)
Stiren	C_8H_8	104,14	5 mmHg (20°C)	3,5 - 9 saat (EPA)
İzopropilbenzen	C_9H_{12}	120,19	8 mm Hg (20°C)	25 saat (speclab)
n-Propilbenzen	C_9H_{12}	120,19	2 mm Hg (20 °C)	2.7 gün (speclab)
2-Klorotoluen	C_7H_7Cl	126,59	3.5 mbar (20 °C)	9 gün (toxnet)
1,3,5-Trimetilbenzen	C_9H_{12}	120,19	1.86 mm Hg (20°C)	11 saat (toxnet)
tert-Butilbenzen	$C_{10}H_{14}$	134,22	0.2 kPa (20°C)	3 gün (toxnet)
sek-Butilbenzen	$C_{10}H_{14}$	134,24	4 mm Hg (37.7 °C)	1.9 gün (toxnet)
Limonen	$C_{10}H_{16}$	136,24	1.3 mm Hg (20°C)	0.3 saat (IVL)
p-İzopropiltoluen	$C_{10}H_{14}$	134,22	1.5 mm Hg (20 °C)	1 gün (toxnet)
1,2-Diklorobenzen	$C_6H_4Cl_2$	147,01	1.2 mm Hg (20°C)	14-31 gün (ATSDR)
Fenol	C_6H_5OH	94,11	0.4 mbar (20 °C)	14.6 saat(ATSDR)
Asetofenon	C_8H_8O	120,15	0.1 kPa (20°C)	2.2 gün (speclab)
n-Dodekan	$C_{12}H_{26}$	170,34	0.2 kPa (20°C)	27 saat (toxnet)
Naftalin	$C_{10}H_8$	128,16	0.5 mmHg(20°C)	3 – 8 saat (speclab)
n-Tridekan	$C_{13}H_{28}$	184,36	0.0807mm Hg (25°C)	24 saat (toxnet)

2.4.5. Maruziyet Sınırları

UOBlere ait maruziyet sınırları İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansından (OSHA) alınan, 8 saat zaman ağırlıklı ortalama (TWA) maruziyeti bildiren değerler olarak Tablo 2.7’de verilmiştir [OSHA, 29 CFR 1910.1000]. İç ortam havası için verilmiş olan bu limit değerler baskı, boya, yapıştırıcı, çözücü, yakıt dolum gibi UOB üreten, kullanan veya depolayan tesisler için kullanılmaktadır.

Tablo 2.7: OSHA’nın izin verilen maruziyet limitleri.

Bileşik	CAS No	ppm	mg/m ³
1,2-dikloroetan	107-06-2	50 (8 s TWA) 100(ACC) 200 (5 dk, 3 s içinde)	
1,2-Dikloroeten	540-59-0	200	790
1,2-dikloropropan	78-87-5	75	350
Benzen	71-43-2	10 (8 s TWA) 25 (ACC) (10 dk) 50	
Klorobenzen	108-90-7	75	350
Kloroform	67-66-3	50	240
Diklorometan	75-09-2	25 (8 s TWA - PEL) 125 (15 dk STEL)	
Etanol	64-17-5	1000	1900
Etilbenzen	100-41-4	100	435
Hekzan	110-54-3	500	1800
Triklorofloro - metan	75-69-4	1000	5600
m-p-o, ksilen	1330-20-7	100	435
Naftalin	91-20-3	10	50
Oktan	111-65-9	500	2350
Pentan	109-66-0	1000	2950
Fenol	108-95-2	5	19
Stiren	100-42-5	100 (8 s TWA) 200 (ACC) 600 (5 dk., 3 s içinde)	
Tetrakloroeten	127-18-4	100 (8 s TWA) 200 (ACC) 300 (5 dk., 3 s içinde)	
Toluen	108-88-3	200 (8 s TWA) 300(ACC) 500 (10 dk.)	
Trikloroeten	79-01-6	100 (8 s TWA) 200 (ACC) 300 (5 dk., 2 s içinde)	

Ayrıca ülkemizde uygulanmakta olan, 27277 Sayılı Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin 01.01.2012 tarihinden itibaren geçerli olan emisyonadaki sınır değerleri ve yönetmelikte yer alan organik bileşikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.8 de belirtilen Organik Buhar ve Gaz Emisyonları İçin sınır değerleri;

- 1. sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu 20 mg/Nm³
(0,1 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)
- 2.sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu 100 mg/Nm³
(2 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)
- 3. sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu 150 mg/Nm³
(3 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)

Ayrıca insan sağlığına olumsuz etkisinden dolayı, 26898 numaralı Hava kalitesi değerlendirme ve kontrol yönetmeliğine göre dış ortam benzen limit değeri 5 µg/m³ olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.8: Organik buhar ve gazlar.

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
-Asenaften	- Asetik asit	-Aseton
-Asenaftilen	-Asetik metil esteri (Metil asetat)	- Asetikasit etilesteri
-Akrilikasit	-Asetik vinil esteri (Vinil asetat)	-Asetikasit n-butil esteri
-Akrilikasit etilesteri	-Asetonitril	-Asetik ester
-Akrilikasit metilesteri	-Alkoletilen-oksit-fosfat esteri(c12/c14 monomerleri, dimerleri ve trimerlerinin kısmı)	-Asetilen
-Akrolein (propenal)	-6-Aminoheksanoik asit (dimer)	-Alkalkoller
-Alkllendirilmiş kurşun bileşikleri	-6-Aminoheksanoik asit (monomer)	-1-Brombütan
-Amino benzen	-6-Aminoheksanoik asit (trimer)	-Bromklorometan
-Amino etan (etil amin)	- Amilasetat	-1-Brompropan
-Amino metan (metil amin)	-r- Amilasetat	-Ter-bütanol
-sec- amil asetat	-Anisol	-2-Bütanon
-Anilin	-Benzaldehit	-iso-Bütilasetat
- Asetaldehit	-Benzilalkol	-n-Bütilasetat
-Asetik anhidrit	-Benzilaldehit	-Bütülistearat
-Aziridin (etilen imin)	-Benzilalkol	-Dekametilsiklopentasiloksan (d5)
-Benzal klorür	-Bisiklo(4,4,0)dekan	-Diasetonalkol
-Benzilbütülfalıt	-Bütanal	-Dibütül eter
-Benzilklorür	-n- bütanol	-2,2-diklor-1,1,1-trifloreten
-Benzo(g,h,i)perilen	-1- bütanol	-1,2-diklor-1,1,2-trifloreten
-Benzotriklorür	-2- bütanol	-1,2-Dikloretilen
-Bisfenol A	-sec- bütanol	-Diklorometan
-2,2 bis(4-hidroksifenil)propan	-bütüldiglikol	-Dodesilmaleat
-Bromdiklorometan	-bütülglikol	-Dietileter
-Bütülfalıt	-bütülglikolasetat	-Diizobüten
-1,2 diaminmetan	-bütülglikolat	-Diizopropileter
-2,4-dibromfenol	-3-bütoksi-1-propanol	-2,3-dimetilbütan
- Dietilamin	-1-bütoksi-2-etilasetat	-Dimetileter
-Di-izobütülfalıt	-1-bütoksi-2-propanol	-1,2-Etandiol
-1,2 diklorbenzen	-2-bütoksietanol	-Etanol
-1,1 dikloretilen	-2-(2-bütoksi-etoksi)-etanol	-Etanolamin
- Diklorofenoller	-2-(2-bütoksi-etoksi)-etilasetat	-Etilasetat
- Dimetilamin	-Bütül laktat	-Etilklorür
-N,N dimetilnolin	-n-bütülmetakrilat	-Etilen
-Dimetilizopropilamin	-Bütül alkol	-Etilenglikol
-Dimetilmerkaptan	-n-bütülaldehit	-Etilformiat
-Di(2-metilpropil)falıt	-Dekahidronaftalin	-Etilmetilketon
-1,4-dioksan	-Dekalin	-Etiln
-Dinonilfalıt	-Di(2-etilheksil)falıt	-Gliserol
-Distearildimetil-amonyum bisülfat	-1,4- Diklorbenzen	-Glikol
-Distearildimetil- amonyum metasülfat	-1, 1 - Dikloreten	-Hekzafloraetan
- Etanal	-1,2- diklorpropan	-Hekzametilsiko-trisiloksan (d3)
-Etilakrilat	- Dietanolamin	-Hidrokarbonlar, olefinik
-Etilamin	-Dietilbenzen	-Hidrokarbonlar, parafinik
-Etilenimin	(1,2-;1,3-;1,4- izomerleri)	-4-Hidroksi-4-metil-2-pentanon
-Etilpropenoat	-Dietilkarbonat	-İzobütanol-2-amin
- Fenol	-Dietilenglikol bütileter	-İzobüten
-Fenantren	-Dietilenglikol monoetileter	-İzobütülen
- Formaldehit	-Dietiloksalat	-İzobütülmetilketon
- Formik Asit	-1,1- difloreten	-İzobütülistearat
- Furaldehit	-1,3- dihidroksi benzen	-İzo-dekanol
- Furfurol	-Diizobütülmekton	-İzo-propanol
-Glioksal	-Diizopropilbenzen	-2-İzopropoksipropan
-Heksafloropropan	-N,N- dimetilasetamid	-İzopropil asetat

Tablo 2.8: Organik buhar ve gazlar-devamı.

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
-1,6 Hekzandizosiyanat	-Dimetilaminoetanol	-Karbon tetraflorür
-Hekzametilendizosiyanat	-N,N- dimetilformamit	-Kloroetan
-İzopropil-3-klorfenilkarbamat	-2,6- dimetil-heptan-4-on	-Sıvı parafin
-İzopropilfenilkarbamat	-Dioktiltalat	-MEK (2-bütanon)
-Kaprolaktam	-Dipropilenglikol monometileter	-Metanol
-Karbon tetraklorür	-DOP	-3-Metil-2-bütanon
-Ketilpridin yumklorür	-2-Etoksietanol	-4-metil-2-pentanon
-Klorasetaldehit	-2-Etoksietilasetat	-2-metil-2-propanol
-Klorasetik asit	-Etoksipropilasetat	-Metilsikloheksan
-2-kloretnal	-Etil laktat	-Metil klorür
-Kloroform	-Etilsilikat	-Metiletiketon
-Klormetan (metil klorür)	-Etil- α -hidroksipropionat	-Metilzobütiketon
- α -klor toluen	-Etilbenzen	-Metilzopropilketon
-Krezoller =hidroksi toluen	-Etildiglikol	-2-metilpropan
-Merkaptanlar	-Etilenglikol monoetileter	-Metilpropilketon
-Metil metakrilat	-Etilenglikol monometileter	-n-Metilprolidon
-Metanal	-Fenoksietanol	-MIBK (4-metil-2-pentanon)
-Metil-(2-metil)-propinoat	-Fenoksipropanol	-Alifatik hidrokarbonların karışımı
-Metilakrilat	-Formik asit tuzları	-Oktaflorpropan
-Metilamin	-Furfilalkol	-Oktametilsiklo-tebrasiloksan(d4)
-2-Metilanolin	-2-Hidroksimetilfuran	-Penta-eritrol ve c9-c10 uçucu asit esterleri
-2-metilbromür	-2,2'-İmidedianol	-Pentan
-Metilklorür	-İsokumol	-2-Pentanon
-Metiletiketonperoksit	-İzoforon	-3-Pentanon
-Metilmetakrilat	-İzo-oktil/nonil-fenil-potilglikol eter (5 etilen oksit kısmı ile)	- Petrol (benzin)
-Metilfenoller	-İzopropilbenzen	-Mineral Petrol yağları
-Metilpropenoat	-İzopropilbenzen	-Pinenler
-2-Metoksietilasetat	-Limonen	-Potasyum oleat
- Nitrobenzen	-Karbon disülfür	-2-Propanol
-Organostannic bileşikler	- hintyağı etoksilat (15 etilen oksit kısmı ile)	-Propanon
-Organik kalay bileşikler	-2-Klor-1,3-bütadien	-n-propanol
-Perasetik asit	-Klorbenzenler	-i-Propilasetat
-Piperazin	-2-klorpren	-Silikon yağı
-Piridin	-2-klorpropan	-Sikloheksan
-Propenal	- Ksilen	- α -Terpinol
-Propenik asit	-2,4-Xsenol (2,4- dimetilfenol)	-Tetraflormetan
-n-propilamin	-Kümen	-Tridekanol (izomerlerin karışımı)
-Tehylheksilkrilat	-1-metoksi2-propanol	-Triflormetan
-Terfenil	-1-metoksi-2-propilasetat	-2,4,4-Trimetil-1-pentan
-1,1-dimetiletilhidroperoksit	-2-metoksietanol	-Trimetilbromat
-1,2,3,4-tetrabrommetan	-3-metoksietoksietanol	-Beyaz alkol
-1,1,2,2-tetrakloretnan	-2-metoksipropanol	
-Tetraklorometan	-2-metoksipropilasetat	
-Tiyoalkoller	-Metoksipropilasetatlar	
-Tiyobismetan	-5-metil-2-heksanon	
- Tiyoeterler	-1-metil-3-etilbenzen	
-o-toluidin	-N-metilasetamit	
Tribrommetan	-Metilasetat	
-2,4,6-tribromfenol	-Metilbenzen	
Trietilamin	-Metilkloroform	
Trifenilfosfat	-Metilsikloheksanon	
1,1,2-Trikloretnan	-Metilformat	
Triklorfenoller	-Metilglikol	
Triklormetan(Kloroform)	-Metilzooamilketon	
Ksenoller	- α -metilstiren	
	-Metil-tartar-bütileter (MTBE)	
	-Aromatik hidrokarbon karışımı	
	-Monoetileter asetat	
	-1,2- pentadiol	
	-Perkloretilen	
	-Propanal	
	-1,2- propandiol	
	-Propanoik asit	
	-Propanaldehit	
	-Propionik asit	
	-n-propilasetat	
	-n-propilbenzen	
	-Propilenglikol	
	-Resorkinol	

Tablo 2.8: Organik buhar ve gazlar-devamı.

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
	<ul style="list-style-type: none"> -Sikloheksanol -Sikloheksanon -Sorbitolheksanoat, etoksilat -Stiren -Tetrakloretilen -Tetraetil ortasilikat -Tetrahidrofur -1,2,3,4-Tetrahidronaftalin -Tetralin -1,2,3,4-Tetrametilbenzen -1,2,3,5-Tetrametilbenzen -1,2,4,5-Tetrametilbenzen -Toluen -1,1,1-Trikloreten -Trikloretlen TRI -Trietanolamin -Trietilen tetramin -Trimetil benzen -Bitkisel yağ, sülfat -Vinil asetat -Vinil benzen -Viniliden florür 	

2.5. Hava Kirliliği Örneklemeye Yöntemleri

Örneklemeye aşaması, analitik işlemler arasında en önemli adım olarak sayılabilir. Bu aşamanın büyük bir titizlik ve doğru şekilde yapılması ölçüm güvenilirliğinin garantisidir. Analit veya analitlerin yapısına ve konsantrasyon seviyelerine bağlı olarak değişen çok sayıda örneklemeye yöntemi vardır. En basit şekli ile örneklemeye, ilgili materyalin bir örneğinin (su, hava, vb.) uygun bir kaba toplandıktan sonra yerinde veya laboratuvarında doğrudan analiz edilmesidir [Gorecki ve Namiesnik, 2002]. Bu anlamda; örneklemeye teknikleri iki ana kategoriye ayrılmaktadır: Laboratuvarında analiz edilen örnek toplama cihazları (tedlar bag, adsorbent tüpler vd.), doğrudan okumalı cihazlar (taşınabilir Kromatografi cihazlar gibi). Bu tekniklerin ikisi de; gaz, buhar ve partiküler madde (aerosol) gibi önemli kirlenici tiplerine uygulanabilir [Mc Dermott, 2004].

Barro ve arkadaşlarının 2008 yılında yaptığı çalışmada UOBlerin örneklenmesinde yöntem olarak aktif, pasif ve katı faz mikroekstraksiyon yöntemleri, analiz yöntemi olarak da gaz kromatografinin MS ve FID, ECD gibi detektörlerle birlikte en çok kullanılan yöntem olduğu belirtilmiştir [Barro et al., 2008].

2.5.1. Pasif Örneklemeye Yöntemi

Örneklenen gazın, atmosferden kimyasal adsorbent içeren bir tüp olan örnekleme tüpüne difüzyon ile taşınması prensibine dayanır.

Pasif örnekleme cihazlarının örnekleme performansını etkileyen çevresel faktörlerle ilişkili olarak düzenlenen çeşitli konfigürasyonları vardır [Monn et al., 2001], [Cox, 2003]. Kirlenicilerin mekânsal değişimlerinin belirlenmesi ve maruziyetle ilgili çalışmalarda, seçilen bölgede birçok istasyonda aynı anda örnekleme şansı vermesi açısından pasif örnekleme cihazları, diğer örnekleme cihazlarına göre avantaj sağlamaktadır [Lewne et al., 2004].

Pasif örnekleme, genellikle aktif kadar doğru sonuç vermektedir. Aktif örnekleme yöntemleri pahalı ve bazen örnekleme ekipmanlarından dolayı kullanışsız olabilir (pomplar, akış metreler gibi) [Zabiegala et al., 2002]. Kirlenicilerin 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 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 yerleştirilmesi kirletici maruziyetlerinin küçük ölçekli değişikliklerinin belirlenmesini de sağlar [Cox, 2003].

2.5.1.1. Adsorbent Çeşitleri

Pasif örnekleme metodu ile çalışılan ve analizi Termal desorpsiyon sistemi ile yapılan çalışmalarda uygun adsorbent seçimi çalışmanın önemli kısımlarından birini oluşturur. Bu bağlamda kullanılan adsorbentlerden en yaygınları Tenax, Carbotrap gibi sorbentlerdir.

Seçilebilecek adsorbentlerden termal desorpsiyona uygun olanları aşağıda sıralanmış ve özellikleri verilmiştir.

- Tenax TA: Yüzey alanı: 35 m² g⁻¹ olan zayıf bir adsorbenttir. Benzen dışındaki aromatik bileşikler, kaynama noktası 100°C'den büyük apolar bileşikler ve kaynama noktası 150°C'den büyük olan polar bileşiklerin tespiti için uygundur. Hidrofobik olması dış ortam ölçümleri için avantaj sağlar. Aktif örnekleme için uygun bir adsorbent oluşuna karşın karbotrapla karşılaştırıldığında geri difüzyon büyüklükleri daha fazladır [Kılıç and Ballentine, 2000].

- Karbonmoleküler elek S III: Zift ve gözenekli polimerlerin grafitleştirme sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda pirolizi ile elde edilen gözenek büyüklüğü 15 - 40 Å olan kuvvetli bir adsorbenttir. Yüzey alanı yaklaşık 800 m² g⁻¹ olan Karbonmoleküler elek S, kaynama noktası -60°C - 80°C arasındaki karbon sayısı 2-6 (C2-C6) aralığındaki çok uçucu bileşiklerin örnekleme için uygundur.
- Karbotrap : Grafitleştirilmiş karbon adsorbentidir. Yüzey alanı 100 m² g⁻¹ olan kuvvetli bir adsorbent olmasına karşın, kolay ufalanabilir yapıda olması ufak partiküllerin ısı desorplama aparatına kaçma ihtimalini arttırdığından ısı desorpsiyonda kullanım için dezavantajlıdır. Hidrofobik olmasına karşın Tenax a göre biraz su adsorbe ederler.
- Karbograf 4: Karbotrap gibi yüzey alanı yaklaşık 100 m² g⁻¹'dir. C6-C14 aralığında karbon sayısına sahip bileşiklerin izlenmesi için kullanımı uygundur. Pasif örnekleycilerde yaygın kullanımı olan bir adsorbenttir.

2.5.1.2. Deneysel ve Teorik Alınım Hızı

Deneysel veya teorik alınım hızı (Up) değerleri pasif örnekleme metodunda UOBlerin atmosferik konsantrasyonlarını hesaplamada kullanılır. Bu nedenle uygun bir Up değerini kullanmak önemlidir. Deneysel Up (Up_{exp}) kontrollü şartlar (sabit konsantrasyon, sıcaklık ve nem) altında farklı örnekleme zamanları için yapılan deneylerden elde edilerek pasif tüpte toplanan miktardan aşağıdaki formüle (Denklem 2.1) göre atmosferik konsantrasyonun hesaplanmasında kullanılır.

$$\text{Atmosferik konsantrasyon (ppm)} = \frac{\text{Tüpte toplanan miktar (ng)}}{[\text{Up}(\text{ng} \times \text{min} / \text{ppm}) \times \text{örnekleme zamanı (min)}]} \quad (2.1)$$

Tablo 2.9'de farklı bileşikler ve örnekleme süreleri için alınım hızlarının değeri görülmektedir.

Hava derişimini hesaplarken kullanılan formül (Denklem 2.1) içinde laboratuvar ortamında hesaplanan alınım hızlarının kullanılırken çevresel faktörlerinin alınım hızını etkilediği göz önünde bulundurulmalı ve çalışma için geçerli bir deneysel alınım hızı hesaplanmaya çalışılmalıdır.

Tablo 2.9: Toluen, Ksilen ve Trimetilbenzen bileşiklerinin farklı zaman aralıklarında hesaplanmış deneysel alınımların hızları.

Adsorbent	Periyot	Upexp (ng/ppm/min)			Kaynak
		Toluen	Ksilen	Trimetilbenzen	
Tenax	1 gün	1.68±0.07 (13.2±1.2 ppb)			Walgraeve et al
	3 gün	1.99±0.15 (14.1±1.7 ppb)			Walgraeve et al
	7 gün	1.54±0.07 (13.1±0.5 ppb)			Walgraeve et al
	1 hafta	0.42 (1.9 µg/m ³)	0.61 (2.56µ g/m ³)	0.59 (1.30 µg/m ³)	Ullrich et al
	2 hafta	1.22	1.49		Markes
	4 hafta	1.03 ± 0.26	1.46 ± 0.67	2.67	Markes

Örnekleme süresince adsorbent, bileşiği geri difüzyon kaybı olmadan ne kadar güçlü adsorblarsa U_{pexp} değeri o kadar geçerlidir. [Unwin, 1993].

2.5.1.3. Pasif Örnekleme Yöntemi ile Gerçekleştirilen Bazı Çalışmalar

Srivastava ve arkadaşları Mumbai-Hindistan'da 5 farklı kategoride (yerleşim, endüstriyel, ticari, trafiğin yoğunluğunun fazla olduğu bölgeler ve petrol istasyonları) sabah ve akşam pik saatlerinde bir yıllık süreyle ayda bir UOBleri araştırmışlardır. Yerleşim bölgelerinde 60, ticari bölgelerde 62, endüstriyel bölgelerde 15, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde 48, petrol istasyonlarında 57 UOB incelemiştir. Ortalama olarak yerleşim bölgelerinde 0.16-45.31; ticari bölgelerde 0.10-128.70; endüstriyel bölgelerde 0.08-201.58; trafiğin yoğun olduğu bölgelerde 0.18-348.42; petrol istasyonlarında 0.01-51.20 µg/m³ aralığında UOBleri tespit etmişlerdir [Srivastava et al., 2005].

Bahrami (2001)'de İran-Tahran'da 8 bölgede toplam 54 hidrokarbon araştırmış, ortalama olarak ölçülen konsantrasyonları benzen, toluen, m/p ksilen, etilbenzen ve o-ksilen için sırasıyla 127.6; 201.1; 110.7; 58.1; 57.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak tespit etmiştir [Bahrami, 2001].

Eskişehir'de bir petrol istasyonu ve çevresindeki 38 noktada 4 günlük periyotta atmosferik UOB derişimlerinin pasif örnekleme yöntemi ile belirlenmesi ve elde edilen derişimlerin istasyon çevresindeki noktasal dağılımlarının incelenmesi için yapılan çalışmada benzen ve toluen için maksimum derişim değerleri sırasıyla 8.77 $\mu\text{g m}^{-3}$ ve 19.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Benzen ve toluen için elde edilen minimum derişim değerleri ise sırasıyla 0.62 $\mu\text{g m}^{-3}$ ve 1.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Tüm noktalardan elde edilen ortalama toluen/benzen oranı 1,75 olarak bulunmuştur. En yüksek BTEX derişimlerinin özellikle petrol istasyonu sınırları içerisinde ve çok yakınındaki noktalarda ölçülmüştür.

Seethapathy ve arkadaşlarının 2008 yılında yayınladıkları çalışma ile çevre analizlerinde pasif örnekleme teorisini ve uygulamaları incelenmiş, belli protokollere göre kabul edilebilirlikleri ve son gelişmeleri verilmiştir. İncelemenin en önemli sonuçlarından biri pasif örneklemenin hem işyeri hem de iç ve dış çevre havası kalite belirleme çalışmalarında uygulanabilirliği ve teorik ya da hesaplanan alınımların hızları kullanılarak yapılan ölçümlerin standart metodların doğruluk şartlarını sağlamak koşulu ile uzun süreli hava kalitesi izleme çalışmalarında kullanılabileceğidir [Seethapathy et al., 2008].

Pasif örnekleme sonuçlarında, yılın sıcak dönemlerinde elde edilen B/T, B/X ve T/X oransal değerleri, yılın soğuk dönemlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun sebebi, bileşiklerin farklı kimyasal özellikleri sonucunda oluşan farklı fotokimyasal reaktivite özellikleridir [Hagerman et al., 1997].

2.5.2. Aktif Örnekleme Yöntemi

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 (kolektör) ve bir pompa içerir.

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

Tablo 2.10: Farklı UOBlerin türlerini belirlemek için kullanılan yaygın metotlar.

Metot	Analiz Edilen Gaz	Ekipman
EPA 3C	O ₂ , CO ₂ , CH ₄ , CO	GC19/TCD20
EPA 25C	NMOC	GC/FID
EPA 18	Özelleştirilmiş VOC (HAP)	GC/FID, ECD
EPA TO 14/15/17	Özelleştirilmiş VOC (HAP)	GC/MS, GC/FID
EPA 15/16	H ₂ S, COS, CS ₂ ve merkaptanlar	GC/FPD
EPA 25	NMOC	GC/FID
EPA 25A	TOC	FIA
SCAQMD Metot 25.3	VOC	GC/FID

2.6. UOB'lerin Gaz Kromatografi ile Analiz Yöntemleri

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

Gaz kromatografisinde diğer kromatografilerde olduğu gibi hareketli ve sabit olmak üzere iki faz bulunur. Ancak diğerlerinden farklı olarak gaz kromatografisinde ayrılmaları istenen madde ile hareketli faz arasında herhangi bir etkileşim olmaz. Hareketli fazın görevi sadece maddeleri taşımaktır. Hareketli faz olarak He, Ne, Ar ve N₂ kullanılabilir. Temel olarak 6 ana kısımdan meydana gelir.

Bunlar;

- Taşıyıcı gaz sistemi, silindir kısmı
- Numune enjekte etme kısmı
- Isıtma kısmı
- Ayırma kolonu
- Detektör
- Yazıcı kısmı

Taşıyıcı gaz olarak helyum, argon, azot, karbondioksit gibi inert gazlar kullanılır. GC-MS cihazında genel olarak paslanmaz çelik, saf bakır, alüminyum, teflon, cam ve eritilmiş silikadan yapılmış kolonlar kullanılmaktadır. Kolon sıcaklığı çok önemlidir. Bu nedenle kolon termostatlı bir etüv içine yerleştirilir. Kolon sıcaklığı, uzunluğu ve yapısı üzerinde çalışılan numuneye ve istenen ayırma derecesine bağlı olarak değişir [Gündüz, 2007].



Şekil 2.2: Çalışmalar süresince analizde kullanılan TD-GC-MS sistemi (TÜBİTAK-UME, Gebze).

3. ÇALIŞMA ALANI - DİLOVASI BÖLGESİ

3.1. Nüfus ve Yüz Ölçüm Bilgileri

Dilovası ilçesi, 22 Mart 2008 Tarih ve 26824 sayılı Resmî Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 5747 sayılı kanun ile kurulmuştur. İlçenin sınırları, Dilovası beldesi merkez olmak üzere, Tavşancıl ilk kademe belediyesinin mahalleleri ile birlikte birleşmesi, Tepecik, Çerkeşli, Köşeler ve Demirciler köylerinin bağlanması ile belirlenmiştir. İlçenin nüfusu 2012 verilerine göre 44.981'dir. Nüfusun %51'ini erkek, %49'unu kadın oluşturmaktadır. Yüzölçümü 118 km² olup, km² ye yaklaşık 361 kişi düşmektedir [Web 10, 2013].

3.2. Coğrafi Yapısı ve Ulaşım

Kocaeli'nin kuzeybatısında yer alan, Dilovası'nın Kuzeyi ve batısı Gebze ilçesi, doğusu Körfez ilçesi, güneyi İzmit körfezi ile çevrilidir. Dilovası ilçesi, Gebze'ye 8 km, İzmit'e 25 km uzaklıktadır. Tavşanlı deresi de denilen Dilderesi yaklaşık 12 km uzunluğunda olup Dilovası sınırları içinden geçerek İzmit Körfezine dökülür. Üç tepenin arasındaki bir ovada yer alan Dilovası, adını da doğrudan doğruya bu ovadan almaktadır.



Şekil 3.1: Dilovası Bölgesi idari haritası.

Bölgesi, üç tarafı tepelerle çevrili, diğer yanında ise deniz yer alan bir vadidir. Ancak, vadinin deniz çıkışındaki ağız kısmı sanayi kuruluşları ve limanlar ile kapanmış durumdadır. Buna bağlı olarak vadinin dört tarafının yükseltilerle çevrili yapısı hava akımlarını büyük ölçüde etkilemekte ve bölgede yer alan çeşitli sanayi tesislerinden yayımlanan hava kirleticilerin önemli bir bölümü hava akımları ile taşınmadan bölgede kalmaktadır. Dilovası, topoğrafik olarak etrafı yükseltilerle çevrili bir çanaklaşma alanı olduğundan, yoğun sanayileşme ve çarpık yerleşmenin de etkisiyle hava kirliliğinin yoğun olarak yaşandığı bir alanı oluşturmaktadır. [TBMM, 2006].

Konumu itibariyle tarihsel gelişim sürecinde araştırma sahası ve yakın çevresi cumhuriyet sonrası Türkiye'nin ekonomik yapılanmasında, bölgede yapılan sanayi yatırımları ile sanayinin başlıca merkezlerinden biri olmuştur. Önemli ulaşım ağlarının merkezinde yer alan Dilovası aynı zamanda Avrupa'yı Asya'ya bağlayan yolların bir kavşak noktası durumundadır. Bu bağlamda bölge trafik ve ulaşım yoğunluğu açısından önemli bir noktadadır. Türkiye'nin doğusu ile batısını birbirine bağlayan ve bu nedenle yoğun bir araç trafiğine sahip olan iki karayolu (TEM ve D-100) da bölgeden geçmektedir. Ayrıca yenileme çalışmaları devam etmekte olan demiryolu da bölgede bulunmaktadır. Bu durum da Dilovası'nı hava kirliliği bakımından hassas bir konuma getirmektedir.

Kuzey-güney doğrultusunda uzanan vadi tabanına oturmuş olan sanayi tesisleri İzmit, İstanbul hatta Türkiye'nin önemli tesislerindedir. Ulaşım imkânlarının, ticaret merkezleri ile her yönden bağlantı kurmaya uygun olması, ilçede endüstrinin hızla gelişmesine sebep olmuştur. İlçe, içinde barındırdığı büyüklü, küçüklü sanayi tesisleri ile adını Türkiye'ye duyurmuş bu itibarla hızla göç aldığı için köy statüsünde gelişime cevap verememiş ve 1987 yılında Dilovası Belde Belediyesi kurulmuştur. Dilovası düzlüğünün dolması sonucu kent, kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönüne doğru gelişirken batıda Gebze ilçesine doğru da genişlemektedir.31 Aralık 1986 tarihinde belde olan Dilovası, TBMM'nin 22 Mart 2008 tarihinde çıkardığı 5747 sayılı kanunla İlçe hüviyetine kavuşmuştur.

3.3. Dilovası İlçesi'ne Bağlı Köyler

Tepecik Köyü: İl merkezine 55 km mesafede, 438 kişi nüfuslu bir köydür. Tarım ve hayvancılık yapılır. Karadeniz, Akdeniz ve kara iklimi iç içedir.

Çerkeşli: Köyün üç tarafı pek yüksek olmayan dağlarla çevrilidir. Hayvan ağılları ile modern tavuk çiftliği vardır. Herak tipi halı dokumacılığı ilerlemiştir.

Köseler: İzmit'e 45 km mesafededir. Tarım ve hayvancılık yapılır. Karadeniz iklimi hüküm sürer.

Demirciler: İzmit'e 45 km mesafededir. Köyün ekonomisi tarım ve hayvancılığa dayanır. Karadeniz iklimi hüküm sürer.

3.4. Bölgenin Genel Meteorolojik Değerlendirmesi

Genel olarak Dilovası ve yakın çevresinde yıllık ortalama sıcaklık değeri beşeri ve ekonomik faaliyetler için uygun şartlara sahiptir. Sanayi faaliyetlerinde önemli bir rolü olan ulaşım faaliyetlerinin de aksamadan yapılabilmesi için iklim şartları elverişlidir. Yıllık sıcaklık ortalamasının tarım faaliyetleri için uygun şartlarda olması aynı zamanda tarımsal sanayi için hammadde bakımından elverişli şartları da sağlamaktadır. Bölge incelenirken kullanılan veriler Gebze Meteoroloji İstasyonu'na ait olan 30 yıllık (1975-2005) rasat sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

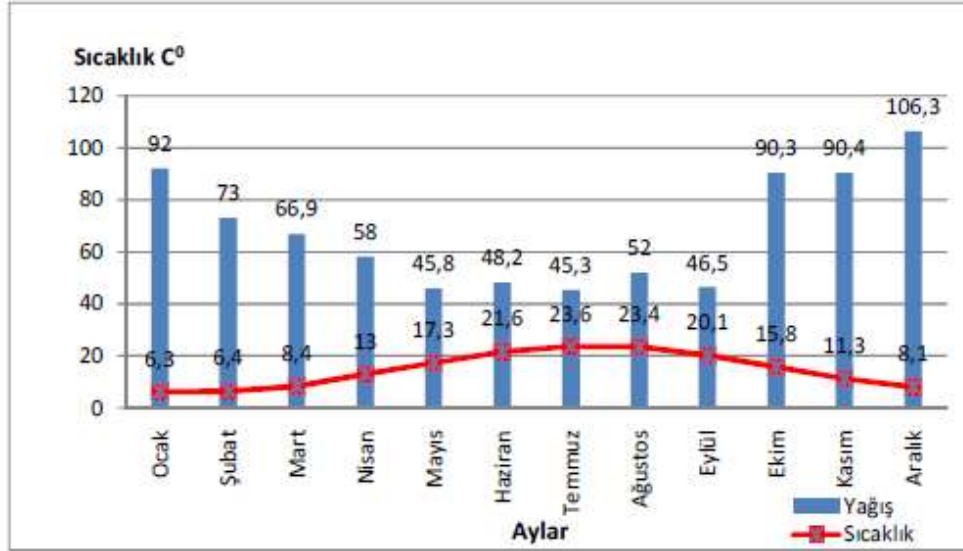
Aylık ortalama sıcaklık değerlerini gösteren tablo3.1'de görüldüğü üzere araştırma sahamızda aylık ortalama sıcaklık değerleri yılın hiçbir ayında 00 C°'nin altına düşmemektedir. En soğuk ay olan Ocak ayında dahi ortalama aylık sıcaklık değeri 6.30 C°'dir. Bu da kış mevsiminin ılık geçtiğini göstermektedir. Bu durum başlıca sebebi ise denizel iklim şartlarının etkisi ve kuzeydeki tepelik ve plato alanının kuzeyden gelen hava akımının bu kıyılara gelmesini engellemesidir. Çalışma sahamızda aylık ortalama sıcaklık değerinin en yüksek olduğu ay olan Temmuz ayının ortalama sıcaklığı ise 23.60 C° dir.

Tablo 3.1: Dilovası ortalama sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Ort. Sıcaklık	6.3	6.4	8.4	13	17.3	21.6	23.6	23.3	20.1	15.8	11.3	8.1	14.6

Dilovası ve çevresinde yağış miktarının en fazla olduğu ay Aralık ayı(106,3 mm.) ve en az olduğu ay ise Temmuz ayıdır (45,3 mm.). Bunda sahamızda kış mevsiminde gezici siklonların etkisinde kalmasıyla yağış miktarının bu aylarda artmasının yaz döneminde ise sahaya yağmur getiren gezici siklonların çekilmelerinin etkisi büyüktür.

Sıcaklık ve yağış şartları birlikte ele alındığında; özellikle sıcaklık ortalamalarının yüksek olduğu ve buna bağlı olarak buharlaşmanın arttığı yaz aylarında yağışların en düşük değerlere indiği görülmektedir (Şekil 3.2)



Şekil 3.2: Dilovası Bölgesi çevresinde ortalama sıcaklık ve yağışların aylara göre dağılımı.

Dilovası'nda kar yağışları Kasım ayı sonunda başlayıp nadiren Nisan başına kadar sürebilmektedir. Yıllık toplam kar yağışlı gün sayısının %70,3'ünü Ocak ve Şubat aylarındaki kar yağışlı günler oluşturmaktadır. (Tablo 3.2)

Tablo 3.2: Kar yağışlı günlerin aylara dağılışı ve kar yağışlı günlerin yıllık toplamı.

AYLAR											Yıllık	
O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K		A
5.2	5.6	3.1	0.3	-	-	-	-	-	-	1	3	18.2

Tablo 3.3’de Dilovası’nda sisli günlerin yıl içindeki seyri görülmektedir. En yüksek değer Kasım ayında (3.4) ve en düşük değer Haziran (0.1), Temmuz (0.2) ve Ağustos (0.3) aylarındadır. Dilovası’nda sisler çoğunlukla kış, sonbahar ve ilkbahar başlarında görüldüğünden bölgeden geçen hava kütlelerine bağlı olarak meydana gelen cephe sisleri olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3.3: Ortalama sisli günler sayısı.

AYLAR											Yıllık	
O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K		A
2.5	2.4	2.3	1.4	1.2	0.1	0.2	0.3	1	2.3	3.4	2.9	20

Araştırma sahamızda 30 yıllık rüzgâr verileri incelenip mevsimlere göre hâkim rüzgâr yönünü gözden geçirdiğimizde; ilkbahar mevsiminde % 28.6, yaz mevsiminde % 28.2, sonbahar mevsiminde %28.4 ve kış mevsiminde %24.9 oranı ile güneydoğu rüzgârının hâkim rüzgâr yönü olduğu görülmektedir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4: Mevsimlere göre ortalama rüzgâr esme sayıları ve esme yönleri.

Mevsimler	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB
İlkbahar	541	285	228	892	207	153	477	326
Yaz	691	371	261	938	241	123	353	342
Sonbahar	483	285	254	737	217	117	316	381
Kış	587	274	238	735	194	110	249	557

Çalışma sahasında aylara göre ortalama ve maksimum rüzgâr hızı ve maksimum rüzgâr yönü incelenmiş, yıllık ortalamaya bakılınca BKB yönü ve maksimum rüzgâr hızı olarak 31.3 m/sn olarak bulunmuştur (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: Ortalama ve en kuvvetli rüzgâr hızları ile esiş yönleri (m/sn).

Aylar	Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	Maksimum Rüzgâr Hızı (m/sn)	Maksimum Rüzgâr Yönü
O	1.5	27	K
Ş	1.7	28.9	B
M	1.7	29.5	BKB
N	1.8	31.3	BKB
M	1.7	25.4	K
H	1.6	28.4	BKB
T	1.5	26.2	BKB
A	1.3	23	KKB
E	1.2	26.4	B
E	1.2	25.1	KKB
K	1.3	30.3	BGB
A	1.5	30.7	BKB
Yıllık	1.5	31.3	BKB

3.5. Bölgenin Sanayi Açısından Değerlendirilmesi

Bölge sanayi açısından değerlendirilirken Kocaeli Sanayi Odası verilerinden, MARKA ajansı analitik raporlarından ve İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümünde yayınlanan Gebze-Dilovası arasında sanayi faaliyetlerinin gelişimi ve çevreye olan etkileri konulu 2010 yılında yayınlanan doktora çalışmasından (Selva Tezkızan) yararlanılmıştır.

Dilovası bölgesinde sanayi tesislerinde daha çok demir-çelik ve yan ürünleri ile kimyasal madde ve boya türünde hammadde kullanan tesislerin çoğunlukta olduğu ve yine daha çok bu maddelere yönelik üretimin yapılmakta olduğu görülmüştür (Tablo 3.6).

Tablo 3.6: Dilovası'nda sanayi alanlarında kullanılan hammadde türü.

Kullanılan Hammadde	İmalât (%)	Depo (%)
Demir-çelik	46.2	25
Gıda	3.9	12.5
Kimyasal Boya	26.9	37.5
Plastik	7.6	0
Temizlik Mad.	3.9	25
Kâğıt-Kereste	3.9	0
Maden	7.6	0
TOPLAM	100	100

Gebze-Dilovası sanayisinde üretilen mamul maddelerin % 70,8'inin tekrar sanayiye hammadde olan ara mallar olması bölgenin önemini daha da artırmaktadır.

Araştırma sahamız ve yakın çevresinde farklı sanayi alanlarındaki sektörel yoğunluk giderek her sektörün organize sanayi bölgeleri şeklinde örgütlenme ve organize olma yönündeki girişimlerini artırmıştır. Bölgedeki Organize Sanayi Bölgelerini bir sonraki başlık altında incelemiştir.

Bölgeye hava kirliliği açısından bakılabilmesi için bölgede ve yakın çevresinde imalat yapan firmalar ve imalat yapılan sektörün bilinmesi analiz açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda Gebze'deki imalâtçı firmaların 2007 yılına ait kapasite raporlarına istinaden imalâtçı firmaların sektörel dağılımına baktığımızda; % 28'lik oranla demir-çelik, saç, döküm, vb. sanayinin 1. sırada yer aldığı görülmektedir. Onu % 14.4 lük oranla kimya sanayi izlemektedir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7: Gebze'deki imalât firmalarının kapasite raporlarına göre sektörel dağılımı (2007).

Sektörü	İmalâtçı Sayısı	% Oranları
Demir-Çelik, Saç-Döküm, vb. Sanayi	231	28
Kimya Sanayi	119	14.4
Plastik Sanayi	91	11
Gıda Sanayi	86	10
Otomotiv ve Yedek Parça Sanayi	80	9.69
Taş, Mıdır, Seramik, Kömür, vb. Sanayi	67	8.12
Orman Ürünleri Sanayi	57	6.9
Elektrik, Elektronik Sanayi	41	4.96
Alüminyum Sanayi	37	4.48
Tekstil Sanayi	16	1.93

Dilovası'nda yer alan küçük ve orta ölçekli sanayi işletmelerinin (KOBİ) genel yapısını öğrenmek amacıyla Selva Tezkızan'ın 2009 yılında yaptığı saha araştırmasının sonuçları (anket çalışmaları, kaynak veriler, mülâkatlar, vb.) ile Kocaeli Sanayi Odası ve KOSGEB'e ait anket verileri değerlendirilerek bölgedeki sanayi işletmelerinin genel profili çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak aşağıdaki verilere ulaşılmıştır:

Araştırma yapılan işletmelerin % 37.86'sı Organize Sanayi Bölgeleri ve Küçük Sanayi Sitelerinde yerleşiktir. OSB'lerde yerleşik olmayan işletmelerin oranı ise % 59.54'dür (Tablo 3.8). Bu değerlere göre sanayi işletmelerinin alt yapısı tamamlanmış organize sanayi bölgelerine taşınması konusunda bir ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.8: Gebze-Dilovası arasında bulunan işletmelerin yeri.

İşletmelerin Yeri	İşletme Sayısı	Oranı (%)
Organize Sanayi Bölgesi	68	19.65
Küçük Sanayi Sitesi	63	18.21
Serbest Bölge	5	1.45
Teknopark	4	1.16
Diğer	206	59.54
Toplam	346	100

İşletmelerin büyük bir bölümünün (%76.68) 1990 ve sonrasında kurulan işletmeler olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.9). Dilovası'nda yapılan çalışmalarda sahada sanayi tesislerinin 1960'dan önce kurulmaya başlanmasına karşın 1980 sonrasında imalât sanayi alanında bir yoğunlaşma olduğu görülmektedir.

Tablo 3.9: Gebze-Dilovası arasında bulunan işletmelerin kuruluş yılları.

Kuruluş Tarihi	İşletme Sayısı	Oranı (%)
1980 Öncesi	29	8.45
1980- 89	51	14.87
1990- 99	173	50.44
2000 ve Sonrası	90	26.24
Toplam	343	100

2009 yılında ankete dayalı sistem ile bölge kapsamında yapılan araştırma sonucunda, incelemeye alınan işletmelerin;

- % 17.03'ü bilgisayar ile ilgili faaliyetler,
- % 13.74'ü makine ve teçhizat hariç fabrikasyon ve metal ürünleri imalâtı,
- % 9.62'si başka yerde sınıflandırılmamış makine ve teçhizat imalâtı,
- % 8.79'u plastik ve kauçuk ürünleri imalâtı,
- % 7.14'ü ana metal sanayi,
- % 4.95'i gıda ürünleri ve içecek imalâtı,
- % 4.95'i mobilya imalâtı,
- % 4.12'si başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli makine ve cihazların imalâtı,
- % 3.85'i kimyasal madde ve ürünlerin imalâtı,
- % 3.85'i motorlu kara taşıtı, römork imalatı,
- % 2.75'i metalik olmayan diğer mineral ürünlerin imalâtı,
- % 2.20 tekstil ürünleri imalatı,
- % 17.01 'i de diğer sektör çeşitlerini kapsamaktadır.

Ayrıca Doğu Marmara Kalkınma Ajansı'nın (MARKA) 2011 yılında yaptığı çalışmaya göre, Tablo 3.10'da görüldüğü gibi 2009 yılında Türkiye genelinde ilk 500'e giren firmalardan 14 tanesi Dilovası Bölgesi firmalarıdır [MARKA, 2011 Dilovası raporu].

Tablo 3.10: 2009 Yılında ilk 500'e giren kuruluşlar-
Dilovası Bölgesi firmaları.

2009 yılı Birinci 500 Büyük Firma Sıra No	2008 yılı Birinci 500 Büyük Firma Sıra No	Firma Adı
16	17	Unilever Sanayi Ve Ticaret Türk A.Ş.
20	12	Çolakoğlu Metalurji A.Ş.
35	29	Diler Demir Çelik Endüstri Ve Ticaret Anonim Şirketi
45	81	Tosçelik Profil Ve Sac Endüstrisi A.Ş.
227	238	Olmuksa International Paper- Sabancı Ambalaj San. Ve Tic. A.Ş.
241	217	İzocam Tic. Ve San. A.Ş.
244	-	Cvs Makina İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti.
48	264	Dyo Boya Fabrikaları San. Ve Tic. A.Ş.
252	298	Polisan Boya San. Ve Tic. A.Ş.
280	66	Assan Demir Ve Sac San. A.Ş.
311	293	Marshall Boya Ve Vernik Sanayii A.Ş.
366	320	Dow Türkiye Kimya San. Ve Tic. Ltd. Şti.
422	462	Güney Çelik Hasır Ve Demir Mamülleri San. Tic. A.Ş.

3.5.1. Dilovası'ndaki Organize Sanayi Bölgeleri

3.5.1.1. Dilovası Organize Sanayi Bölgesi (DOSB)

Dilovası Organize Sanayi Bölgesi 300'e yakın büyük ve orta ölçekli sanayi kuruluşuna ev sahipliği yapan bir üretim merkezidir. Dilovası'ndaki çarpık yapılaşmanın önlenmesi, sanayi kuruluşları arasındaki koordinasyonun sağlanması ve çevresel olumsuzlukların asgariye indirilmesi amacıyla, 1990'lı yılların başında çalışmalarına başlanmış 1998 yılında Organize Sanayi Bölgesi ilan edilmiş ve Dilovası Organize Sanayi Bölgesi 15 Ağustos 2002 tarihinde faaliyete geçmiştir.

Dilovası Organize Sanayi Bölgesi yaklaşık 900 hektarlık sanayi alanını kapsamaktadır. DOSB, kuzey ve doğudan D-100 Karayolu ve Çerkeşli Köyü mevkiinde orman sahası ile batısında TEM bağlantısı, demiryolu taşımacılığına uygun bağlantıları, özellikle bölge sınırlarında bulunan 8 adet kuru ve sıvı yük tahmil ve tahliyesine uygun yüksek liman kapasitesiyle yatırımcılar için cazip bir OSB'dir. Dilovası OSB'de 193 tane sanayi kuruluşu faal olarak ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır. Dilovası OSB'de faaliyet gösteren firmalarda yaklaşık 20.000 kişi çalışmaktadır.

Dilovası OSB (DOSB) karma OSB olup, bölgede ağırlıklı olarak metal ve kimya sektöründeki sanayi kuruluşları yer almaktadır.

3.5.1.2. İlçedeki Diğer Organize Sanayi Bölgeleri

Çalışmalarımız sırasında ilçede Sanayi Bakanlığı tarafından tescillenmiş olan dört yeni OSB alanı daha kuruluş çalışmalarını tamamlamış ve kısım kısım faaliyete geçmeye başlamışlardır.

Kocaeli'nde bulunan 13 OSB'nin 5'i Dilovası ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır.

- VI. İMES OSB: Yaklaşık 300 hektarlık bir alana yayılan ve makine, otomotiv yan sanayi, elektrik elektronik sanayi ağırlıklı İhtisas Organize Sanayi Bölgesi olarak planlanmıştır. 2010 Yılında inşaatı tamamlanan Organize Sanayi Bölgesi faaliyete geçmiştir ve eklenen yeni işletme ve fabrikalarla yapılanma sürecini tamamlamaktadır.
- VI. İstanbul Makine İmalatçıları OSB: Yaklaşık 510 hektarlık bir alana yayılan ve makine, makine yan sanayi, metal ve elektrik elektronik sektörleri ağırlıklı İhtisas Organize Sanayi Bölgesi olarak planlanmıştır.2010 Yılında inşaatı tamamlanan Organize Sanayi Bölgesi faaliyete geçmiştir ve eklenen yeni işletme ve fabrikalarla yapılanma sürecini tamamlamaktadır.
- V. Kimya OSB (GEBKİM) :Yaklaşık 240 hektarlık bir alana yayılan ve kimya sektöründe ihtisaslaşması planlanmıştır. Altyapı çalışmaları tamamlanmış olan bölgenin 72 adet olan toplam parselden şuan 12 adetlik parsel boş durumdadır. 2013 yılında tam anlamıyla faaliyete geçmesi planlanmaktadır.

- Kömürcüler OSB: Kömür İhtisas Organize Sanayi Bölgesi olarak planlanan ve 78 hektarlık bir alana yayılan, ilçede kurulumunu tamamlamak üzere olan OSB'lerdir.%100 doluluk oranına ulaşan OSB çevreden gelen farklı itirazlara rağmen faaliyete geçmiştir.
- Ayrıca, ilçede OSB başvurularında bulunan ve 270 hektarlık bir alana sahip olan Mermerciler Sanayi Sitesi de yer almaktadır.

Bölgedeki organize sanayi bölgelerini gösteren harita Şekil 3.3'de verilmiştir. Harita içerisinde işaretlenen noktaların açıklamaları aşağıdaki gibidir:



Şekil 3.3: Dilovasi'nda bulunan organize sanayi bölgeleri. 1. Dilovasi OSB 2. Makinacılar OSB 3. Mermerciler Sanayi Sitesi 4. Gebkim Kimyacılar OSB 5. Kömürcüler OSB 6. İmes OSB

4. YÖNTEM

4.1. Ön Çalışma

14 günlük periyodik ölçüm sürecine başlanmadan önce Dilovası Belediyesi binasında 4-11 Temmuz 2011 tarihleri arasında 1 hafta süreyle ardışık olarak aktif ve pasif örnekleme yapılmış ve analiz sonuçlarına göre uzun süreli pasif örnekleme için kalibrasyon yapılacak UOBler belirlenmiştir.

Sürekli ölçümlere başlamadan önce bölgede bulunan UOBleri belirlemek amacıyla Dilovası Belediye Binası'nda 1 haftalık süre ile aktif ölçümler ile ön çalışma yapılmıştır. Ön çalışma Temmuz, 2011'de 7 günlük periyotta yapılmıştır. Aktif tüp örnekleri ardışık otomatik tüp örnekleyici (Perkin Elmer STS25, sequential tube sampler with SKC aircheck-xi air pump) kullanarak toplanmıştır.

Yapılan ön çalışmalardan sonra analizlerde belirlenebilen bileşikler için kalibrasyon yapılmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda Triklorofloro-metan, n-Pentan, Etanol, Diklorometan, 1-kloro-2-metilbutan, 3-Metilpentan, n-Hekzan, Metilsiklopentan, 1,2-Dikloroeten, Kloroform, Benzen, 1,2-dikloroetan, Trikloroeten, 1,2-dikloropropan, Toluen, n-Oktan, Tetrakloroeten, Dibromoklorometan, Klorobenzen, Etilbenzen, m,p-Ksilen, n-Nonan, o- Ksilen, Stiren, İzopropilbenzen, n-Propilbenzen, 2-Klorotoluen, 1,3,5-Trimetilbenzen, tert-Butilbenzen, sek-Butilbenzen ve Limonen, p-İzopropiltoluen, 1,2-Diklorobenzen, Fenol, Asetofenon, n-Dodekan, Naftalin, n-Tridekan kalibrasyon yapılacak bileşikler olarak seçilmiştir.

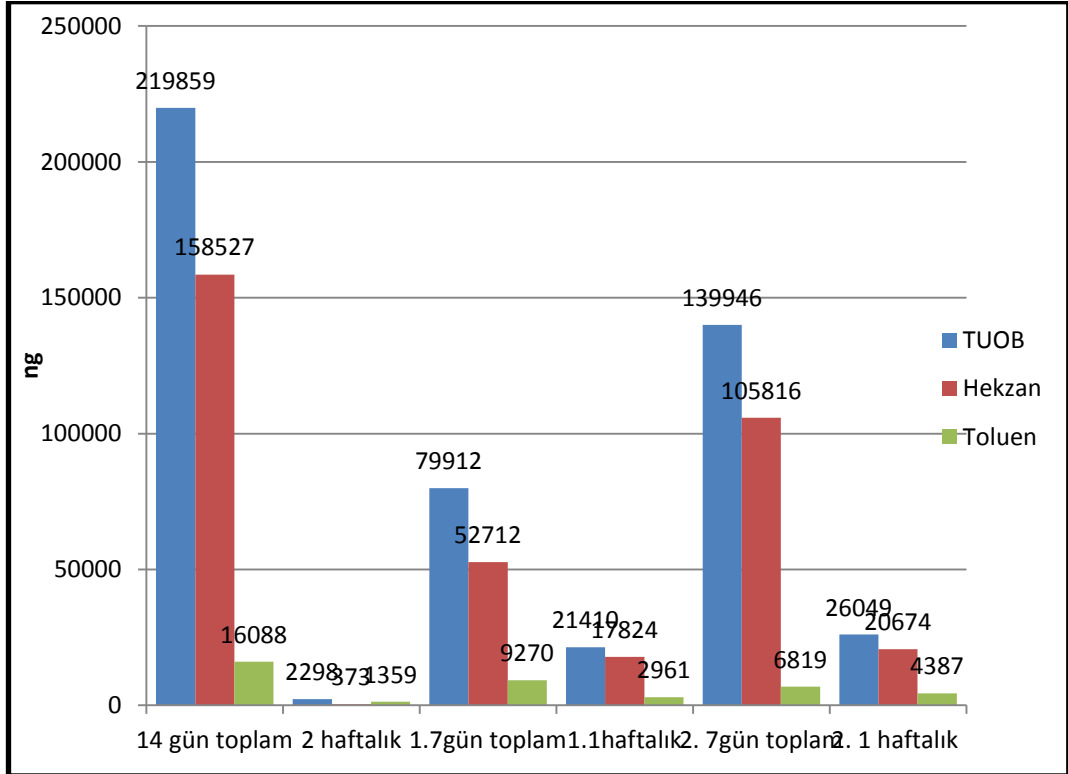
4.2. İki Haftalık Ölçüm Güvenilirliğinin Belirlenmesi

Ölçüm güvenilirliğini belirlemek amacı ile GYTE Muallimköy Çevre Mühendisliği Binasında 14 gün süre ile günlük, haftalık ve iki haftalık olmak üzere pasif örnekleme kampanyası gerçekleştirilmiştir.

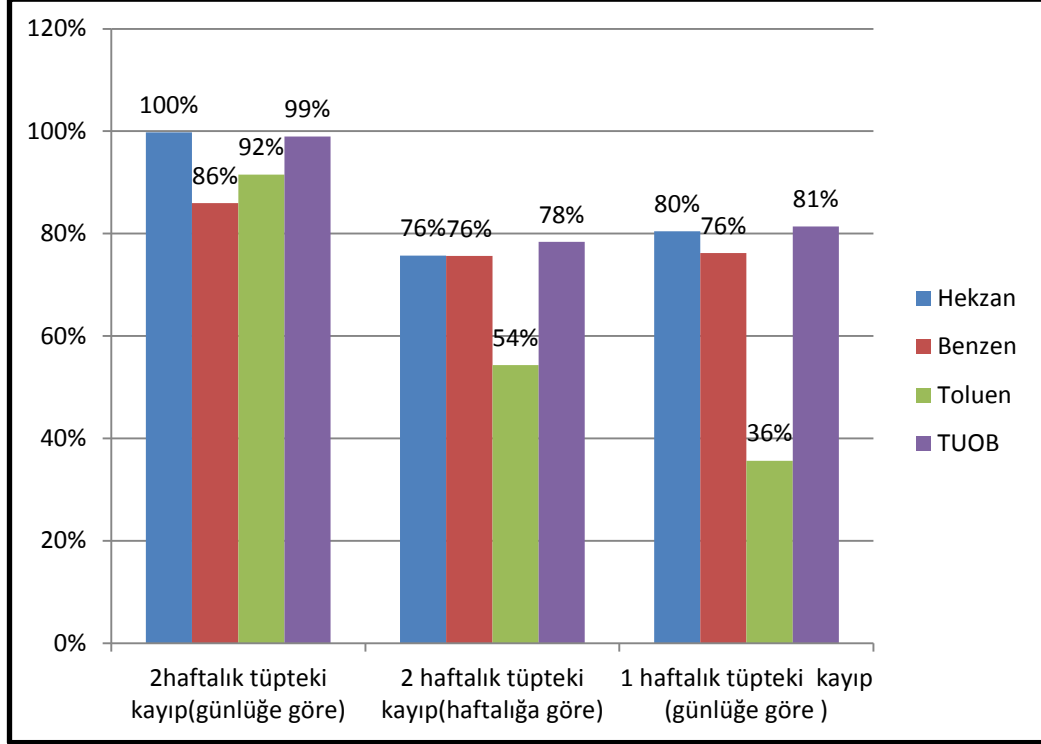
Pasif örnekleme süresinin analit kaybına etkisi Bayır'ın tezinde detaylı olarak incelenmiştir [Bayır, 2013]. Özetle günlük, bir haftalık ve iki haftalık örnekler tüpte toplanan toplam UOB miktarları olarak karşılaştırıldığında, iki haftalık

örneklemelerin 1 haftalık örneklemelere oranla yaklaşık %78 bir kayıp olduğu, günlük örneklemeler ile karşılaştırıldığında ise 14 gün için yaklaşık %99 kayıp olduğu görülmüştür.

14 günlük örnekleme süreci için analiz sonuçları TUOB, Hekzan, toluen ve benzen için ng olarak Şekil 4.2’de verilmiştir. Bu sonuçlara istinaden oluşturulan % kayıp miktarlarına ait grafik Şekil 4.3’de belirtilmiştir.



Şekil 4.1: Hekzan, Toluen ve TUOB için günlük haftalık ve iki haftalık örnekleme sonuçları.



Şekil 4.2: İki haftalık ve haftalık örneklerdeki kayıp yüzdeleri.

Şekil 4.2 de görüldüğü gibi haftalık tüplerdeki kayıp yüzdesi iki haftalıklara oranla tüm bileşikler için daha düşüktür. İki haftalık tüplerdeki kayıp yüzdeleri incelendiğinde Benzen (K.N. 80.1C°) %86 ile en az kayıp olan bileşiktir. Benzenden sonra Toluen (K.N. 111C°) gelmektedir ve kayıp yüzdesi %92 dir. UOB içeriğinin büyük bir kısmı (%70 üstü) heksandan oluştuğu görülmüştür. Bölgede çok yüksek bir heksan kirliliği mevcuttur. Bu yüksek konsantrasyon değerleri iki haftalık pasif izleme sonuçlarında olumsuz bir etki yapmaktadır. Çok değişken ve yüksek UOB konsantrasyonları iki haftalık izleme sonuçlarının gerçek konsantrasyon değerlerinin çok daha altında sonuçlar çıkaracağını göstermiştir. Bu tez kapsamında verilen iki haftalık izleme sonuçları bölgenin bir ön değerlendirilmesi ve noktaların birbirine göre durumunu anlamak açısından çok önemli olmakla beraber, sunulan verilerdeki mutlak konsantrasyonların gerçek konsantrasyon değerlerinin kayıplar nedeniyle daha altında olacağı unutulmamalıdır.

4.3. Çalışma Bölgesi ve Numune Alma Noktaları

Çalışma kapsamında detayları Bölüm3'te anlatılan Dilovası Bölgesi'nde yükseltileri ve koordinatları Tablo 4.1 de belirtilen sanayi bölgelerine değişik mesafelerde 12 adet örnekleme noktası belirlenmiştir.

Tablo 4.1: Numune alma noktaları.

	YER ADI	ENLEM	BOYLAM	YÜKSELTİ
1	Tavşancıl	40°46'33.35"K	29°34'33.25"D	80m
2	Dilovası Belediyesi	40°47'6.49"K	29°32'28.75"D	83m
3	Mimar Sinan	40°47'22.24"K	29°32'21.26"D	82m
4	Dilovası Bel Garaj	40°47'55.19''K	29°33'1.97''D	204m
5	Çerkeşli	40°48'55.62''K	29°34'55.73''D	274m
6	Köseler	40°51'43.19''K	29°34'33.88''D	270m
7	Turgut Özal	40°47'14.93''K	29°33'0.00''D	115m
8	Cumhuriyet Mah..	40°46'58.96"K	29°32'18.59"D	30m
9	Palanga Cad.	40°46'44.98''K	29°32'44.50''D	63m
10	Fatih Mah.	40°46'30.69''K	29°32'21.25''D	46m
11	Diliskelesi	40°46'36.76''K	29°31'34.89''D	50m
12	Muallimköy GYTE Çevre	40°47'22.45''K	29°30'40.88''D	120m

Dilovası bölgesi seçilen örnekleme noktalarının haritadaki konumları Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3: Dilovası Bölgesi'nde seçilen örnekleme noktalarının haritada gösterimi.

4.4. Örnekleme Stratejisi ve Süresi

Pasif örnekleme, ölçümün duyarlılığını artırmak için ön deriştirme, çözücü kullanımını ortadan kaldırma, matris etkilerinden kurtulma, ucuzluk, taşıma kolaylığı ve güç kaynağı gerektirmemek gibi avantajları nedeniyle uzun süreli ortalama (Zaman Ağırlıklı Ortalama, TWA derişimler) derişimlerin belirlenmesinde ideal bir yöntemdir.

Seçilen bölgede UOB dağılımını ve kaynaklarını belirlemek amacıyla, örnekleme tüplerinin konulacağı 12 ayrı nokta belirlenmiştir (Tablo4.2).

21 Aralık 2011 tarihinde başlanarak belirlenen toplam 12 noktaya, ikişer adet Tenax TA tüpleri örnekleme süresince dış etkenlerden koruma amaçlı kutulara yerleştirilmiştir.

2 haftalık örnekleme süresi ile her noktada iki tüple bir yıl boyunca hava örnekleri toplanmıştır. Pasif örnekleme için izlenen 1 yıllık program Tablo 4.2' de verilmiştir. İzleme boyunca toplamda $26 \times 12 \times 2 = 624$ örnekleme tüpü analiz edilmiştir.

Tablo 4.2:İki haftalık pasif örnekleme tarihleri.

ÖRNEKLEME NO	ÖRNEKLEME TARİHLERİ
1	21/12/11 – 04/01/12
2	04/01/12 – 18/01/12
3	18/01/12 – 01/02/12
4	01/02/12 – 15/02/12
5	15/02/12 – 29/02/12
6	29/02/12 – 14/03/12
7	14/03/12 – 28/03/12
8	28/03/12 – 11/04/12
9	11/04/12 – 25/04/12
10	25/04/12 – 09/05/12
11	09/05/12 – 23/05/12
12	23/05/12 – 06/06/12
13	06/06/12 – 20/06/12
14	20/06/12 – 04/07/12
15	04/07/12 – 18/07/12
16	18/07/12 – 01/08/12
17	01/08/12 – 15/08/12
18	15/08/12 – 29/08/12
19	29/08/12 – 12/09/12
20	12/09/12 – 26/09/12
21	26/09/12 – 10/10/12
22	10/10/12 – 24/10/12
23	24/10/12 – 07/11/12
24	07/11/12 – 21/11/12
25	21/11/12 – 05/12/12
26	05/12/12 – 19/12/12

4.5. Numune Alma ve Analiz Yöntemi

14 günlük ölçümler halinde 12 noktada yapılan örneklemede, toplamda 250 adet PelkinElmer ve Supelco marka 0.25 inç iç çapında, 3.5 inç uzunluğunda Tenax TA adsorbent tüpleri kullanılmıştır. Tüplerin örnekleme noktalarından alınan tüpler PTFE ferullu gaz geçirmeyen Swagelok kapaklarla kapatılıp cam kavanoz içerisinde buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Örnek tüplerinin uzun dönem pasif örnekleme sırasında konulacakları örnekleme noktalarında ortam şartlarında güvenliğini sağlamak için örnek tüplerini muhafaza kabinlerinin tasarımı ve yaptırılması gerçekleştirilmiş ve belirlenen toplam 12 noktaya 21 Aralık 2011 tarihinde ilk tüplerle birlikte yerleştirilmiştir. 1 yıllık izleme programı başlatılmıştır.

Örnekleme kutuları yerleştirilirken konum ve örnekleyicilerden kaynaklanabilecek etkileri ortadan kaldırmak için her noktada;

- Tüp yüksekliğinin yerden yaklaşık 1.85m olmasına,
- Tüpleri örnekleyiciye yerleştirirken sonuçların güvenilirliğini etkileyeceğinden örnekleme uçlarının eşit hizada durmalarına ve difüzyon başlıklarının tam yerleşmiş olmasına,
- Örnekleyiciler bir bağlayıcı yardımıyla bağlanmış ya da çiviyle tutturulmasına,
- Tüpler örnekleyici ucu aşağıya gelecek şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmiştir.

Örnekleme istasyonlarındaki örnekleyicilerin fotoğrafları Şekil 4.4 ve Şekil 4.15 arasında verilmiştir.



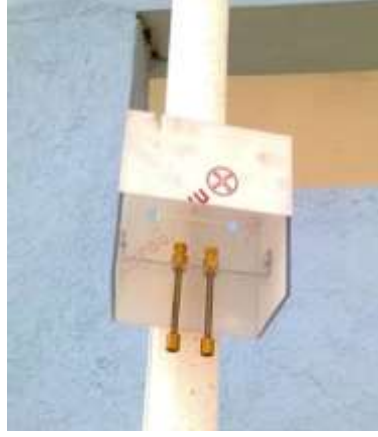
Şekil 4.4: Tavşancıl Belediyesi istasyonu.



Şekil 4.5: Dilovası Belediyesi istasyonu.



Şekil 4.6: Mimar Sinan Mah. Muhtarlığı istasyonu.



Şekil 4.7: Dilovası Belediyesi
Garaj Binası istasyonu.



Şekil 4.8: Çerkeşli Köyü
Muhtarlığı istasyonu.



Şekil 4.9: Köseler Mah.
Muhtarlığı istasyonu.



Şekil 4.10: Turgut Özal Mah.
Muhtarlığı istasyonu.



Şekil 4.11: Cumhuriyet Mah..
Muhtarlığı istasyonu.



Şekil 4.12: Palanga Cad.
istasyonu.



Şekil 4.13: Fatih Mah.
Muhtarlığı istasyonu.



Şekil 4.14: Diliskelesi Mah.
Muhtarlığı istasyonu.



Şekil 4.15: Muallimköy GYTE
Çevre Müh. İstasyonu.

4.5.1. Tüplerin Şartlandırılması

Analiz öncesinde tuzak (trap) ve kolonun temizliğinin kontrolü için sistem blank alınmış, kromatogramda safsızlıkların bulunması durumunda tuzak ve kolon 250 ve 200 C’de şartlandırılmıştır. Böylelikle örneklerin analizinden önce sistemden yabancı bir madde gelmediğinden emin olunmaya çalışılmıştır. Çalışılan tuzak şartlandırma programı Tablo 4.3’de verilmiştir.

Örneklemede kullanılacak her tüp sahaya götürülmeden önce Tenax TA için belirlenmiş olan parametrelerde (Tablo 4.3) şartlandırılmıştır. Kolon ve tuzak temizliği de kontrol edilmiş olan sistemde yapılan analizlerin sonuçlarının kullanılabilirliğinden emin olunmuştur. Bu sonuçlara uygun toplamda 24x26 adet şahit numune sonucu elde edilmiştir.

Örnekleme öncesinde termal olarak da temizlenen tüplerin temizlenme verimi, TD-GC-MS sisteminde analizi yapılarak tespit edilmiştir. Örnekleme öncesinde temizlenen tüplerin laboratuvar ortamından, saklama koşullarından veya taşımadan kaynaklı bir kirliliğe maruz kalıp kalmadıkları kör numuneleri ile araştırılmıştır. Kör numunelerden ölçüm güvenilirliğini tehlikeye atacak bir kirlilik gelmediği belirlenmiştir.

Tablo 4.3: Tüp ve tuzak şartlandırma ve analiz parametreleri.

	TD	GC	MS
Tüp Şartlandırma	1. desorpsiyon:300°C (120dk) 2. desorpsiyon:21°C- >300°C(5dk) Inlet Split(ccm): 100 Desorb(ccm): 50 Kolon(psi):8		
Şartlandırma	Desorpsiyon: 250°C (10dk) Outlet Split(ccm): 100 Desorb(ccm): 50 Kolon(psi):20	Kolon sıcaklığı: 200°C (10dk)	
Analiz	1. desorpsiyon: 280°C (10dk) 2.desorpsiyon:-30°C- >300°C(5dk) InletSplit(ccm): 30 OutletSplit(ccm): 10 Desorb(ccm):30 Kolon(psi):20	Kolon:Trace TR - V1, 30m×0.25 mm×1.4µm Taşıyıcı Gaz:He (8 psi) Kolon Sıcaklığı: 35°C (2 dk) ->5°C/dk - >220°C (2dk) ->20°C/dk-> 250°C (5dk) Toplam süre: 47.50 dk	Analitik mod: SIM Kütle aralığı: m/z = 40-350 Çözücü Delay:2dk Toplam süre: 32.00 dk

4.5.2. Kalibrasyon

4.5.2.1. Kalibrasyon Çözeltilerinin Hazırlanması

Bileşiklerin kantitatif analizlerini gerçekleştirebilmek için ön çalışmada belirlenen bileşikler için kalibrasyon standartları belirlenmiş ve bu bileşikler için kalibrasyon yapılmıştır. Kalibrasyon standardı, Custom VOC Standard'ın (502.2 – Volatile Organic Compounds-60 bileşik içeren) 200 µg/ml'lik derişimleri ve Acetophenone'un 5.0 mg/ml derişimini kullanılarak, 1ml metanolde çözünmesiyle

oluşturulmuştur. Oluşturulan Bu standardın metanol ile seyreltilmesiyle, 7 ayrı derişimde kalibrasyon çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan kalibrasyon çözeltilerinin derişim ve hacimleri Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4: Kalibrasyon için hazırlanan çözelti derişimleri.

Derişim (ng)	Enjeksiyon miktarı
1	2 µl
2	2 µl
5	2 µl
10	2 µl
20	2 µl
40	2 µl
80	2 µl

Hazırlanan kalibrasyon standartları temizliğinden emin olunan Tenax TA çelik örnekleme tüplerine 2µl hacimlerde kalibrasyon rigi(CSLR™, Markes International Ltd.) (Şekil 4.16) kullanılarak enjekte edilmiştir. Her bir derişim için üç tekrar yapılmıştır.

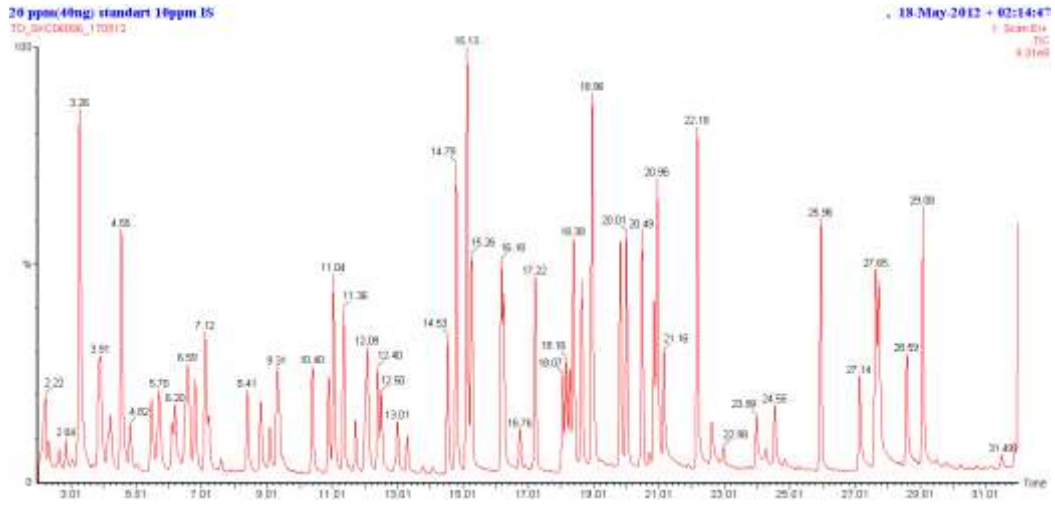


Şekil 4.16: Kalibrasyon çözeltisi yükleme rigi.

Tenax TA Adsorbent üzerinde kalibrasyon çözeltisinin tutulabilmesi için, tüplerinden %99 saflıkta Helyum gazı 40 ml / dk. hızla 2 dakika süreyle geçirilmiştir. Bu yöntem sayesinde, buhar fazına geçirilen bileşiklerin tüp içerisinden geçirilirken, örneklemedekine benzer şekilde adsorbent üzerinde tutulması sağlanmıştır. Bu tüpler örneklerle aynı termal desorpsiyon, gaz kromatografi ve kütle spektrometri programlarında analiz edildikten sonra, ng

cinsinden derişimler elde edilecek şekilde kalibrasyon sonuçları sistemin integratörüne girilmiştir.

Kalibrasyon aşamasında 21 adet Tenax TA adsorbent tüpleri kullanılmış, anlatılan enjeksiyon yöntemi kullanılarak bütün derişimler için üçer tekrar yapılmıştır. Tüm konsantrasyonla için analiz sonuçları alınmış ve bileşikler ayrılıp miktar belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. 20 ppm'lik kalibrasyon çözeltisine ait kromatogram Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17: 20 ppm'lik kalibrasyon çözeltisine ait TIC (toplam iyon akımı) kromatogramı.

4.5.2.2. Kalibrasyon Eğrileri

Bölüm 4.4.2.1 belirtilen şekilde yapılan kalibrasyona ait eğriler ekler bölümünde verilmiştir. Kalibrasyon değerleri tüpte toplanan ng cinsinden bileşik kütlesi olarak belirlenmiştir ve toplanan hava örneklerinin kalitatif ve kantitatif analizleri bu değerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kalibrasyonu yapılan 39 bileşiğe ait iyon numaraları ve alıkonma zamanları aşağıdaki tabloda (Tablo 4.5) verilmiştir.

Tablo 4.5: Bileşiklere ait iyon numaraları ve alıkonma zamanları (RT).

SIR	BİLEŞİK		İYON NO		RT
SIR 2	1	Triklorofloro-metan			2.52
	2	n-Pentan	43	57	2.6
SIR 3	3	Etanol	45	31	2.84
SIR 4	4	Diklorometan	84	49	3.86
	5	1-kloro-2-metilbutan		57	4.06
SIR 5	6	3-Metilpentan	41	57	4.06
	7	n-Hekzan	57	43	4.45
SIR 6	8	Metilsiklopentan	56	41	5.38
	9	1,2-Dikloroeten	96	61	5.68
	10	Kloroform	83	47	6.2
SIR 7	11	Benzen	78		7,07
SIR 8	12	1,2-dikloroetan	98	62	7.25
SIR 9	13	Trikloroeten	130	95	8.34
	14	1,2-dikloropropan	63	76	8.79
SIR 10	15	Toluen-d8	98		10.82
	16	Toluen	91	65	10.98
SIR 11	17	n-Oktan	43	85	11,2
	18	Tetrakloroeten	166	129	12.28
SIR 12	19	Dibromoklorometan		127	12.83
	20	Klorobenzen	112	77	14.47
SIR 13	21	Etilbenzen	106	91	14.71
SIR 14	22	m,p-Ksilen	106	91	15.03
SIR 15	23	n-Nonan	43	57	15.09
SIR 16	24	o- Ksilen	106	91	16.09
SIR 17	25	Stiren	104		16.18
	26	İzopropilbenzen	120	105	17.11
SIR 18	27	n-Propilbenzen	120	91	18.27
SIR 19	28	2-Klorotoluen	126	91	18.56
SIR 20	29	1,3,5-Trimetilbenzen		105	18.82
	30	tert-Butilbenzen	134	119	19.79
SIR 21	31	sek-Butilbenzen	134	105	20.34
	32	Limonen	68	93	20.65
SIR 22	33	p-İzopropiltoluen	134	119	20.82
	34	1,2-Diklorobenzen	146		21.05
SIR 23	35	Fenol	94	66	22.9
	36	Asetofenon	105	77	23.96
SIR 24	37	n-Dodekan	57	43	25.72
	38	Naftalin	128	102	27.63
SIR 25	39	n-Tridekan	43	57	28.82

4.6. Kalite Kontrol ve Güvence

4.6.1. Belirleme Sınırı

Alet hatalarını ve prosedürden kaynaklanabilecek hatayı içine alacak şekilde metot için EPA dan alınan Denklem 4.1 göre her bileşik için ölçüm metodunun belirleme sınırı hesaplanmış (MDL) ve elde edilen değerler Tablo 4.6'da verilmiştir.

$$MDL = t \times SD \quad t(n - 1, 1 - \alpha) \rightarrow t \text{ test}(2, 0, 99) = 6.965 \quad (\text{EPA})$$

(4.1)

Tablo 4.6: 38 Bileşiğe ait hesaplanan MDL değerleri.

	İsim	SD	MDL (ng)
1	Triklorofloro-metan	0.08	0.59
2	n-Pentan	0.16	1.09
3	Etanol	0.95	6.63
4	Diklorometan	0.57	3.98
5	1-kloro-2-metilbutan	0.31	2.14
6	3-Metilpentan	0.32	2.24
7	n-Hekzan	0.93	6.48
8	Metilsiklopentan	0.31	2.15
9	1,2-Dikloroeten	0.21	1.44
10	Kloroform	0.15	1.02
11	Benzen	0.17	1.20
12	1,2-dikloroetan	0.10	0.69
13	Trikloroeten	0.11	0.76
14	1,2-dikloropropan	0.11	0.78
15	Toluen	0.92	6.38
16	n-Oktan	0.02	0.13
17	Tetrakloroeten	0.09	0.65
18	Dibromoklorometan	0.11	0.74
19	Klorobenzen	0.04	0.31
20	Etilbenzen	0.10	0.69
21	m,p-Ksilen	1.03	7.20
22	n-Nonan	0.05	0.34
23	o- Ksilen	0.24	1.66
24	Stiren	0.24	1.70
25	İzopropilbenzen	0.06	0.41
26	n-Propilbenzen	0.06	0.40

Tablo 4.6: 38 Bileşiğe ait hesaplanan MDL değerleri (Devamı)

	İsim	SD	MDL (ng)
27	2-Klorotoluen	0.04	0.31
28	1,3,5-Trimetilbenzen	0.09	0.61
29	tert-Butilbenzen	0.14	0.96
30	sek-Butilbenzen	0.06	0.39
31	Limonen	0.10	0.67
32	p-İzopropiltoluen	0.07	0.46
33	1,2-Diklorobenzen	0.06	0.41
34	Fenol	0.73	5.10
35	Asetofenon	0.12	0.81
36	n-Dodekan	0.00	0.02
37	Naftalin	0.09	0.62
38	n-Tridekan	0.07	0.50

Analiz sonuçları için kalite kontrol çalışmaları doğrultusunda detayları maddeler halinde verilen kalite kontrol prosedürü oluşturulmuştur:

- Her tüpün analiz sonuçlarında (ng değerlerinde) bütün bileşikler kalibrasyonda hesaplanan MDL değerleri ile karşılaştırıldı.
- Tüpün analiz sonucunda belirlenen ng değerleri MDL değerlerinden büyük ise veri analizinde 2. basamağa geçildi.
- Tüpün analiz sonucunda belirlenen ng değerleri MDL değerlerinden küçük ise veri alınmadı ve sonucun güvenilir olmadığı işaretlenerek belirtildi.
- MDL karşılaştırmasından sonra geçerli sayılan veriler de aynı noktadan alınan iki tüple karşılaştırıldı ve RSD yüzdelerine bakıldı.
- RSD sonuçlarında %25ten küçük olan veriler güvenilir sayılarak sonuçlarda iki tüp ortalamaları güvenilir ve kullanılacak veri olarak alındı.
- RSD sonuçlarında %25ten büyük olan verilerin analiz öncesi blank değerlerine bakılarak kullanıma uygun olan tüp işaretlenir ve sonuç olarak o tüpün değerleri alındı.
- Analiz tek tüp üzerinden yapılmışsa nedenleri not edildi. Tek tüpten alınan ve veri inceleme basamaklarından geçen sonuçlar güvenilir veri olarak alınıp sonuçlara kaydedildi.

- Prosedüre uygun şekilde makro oluşturulup her ölçüm için güvenilir veri belirlenip kaydedildi.

4.6.2. Çift Numunelerin Bağlı Standart Sapması

Örnekleme tüpleri için analiz sonuçlarının kontrolünü yapabilmek için her noktadan çift numune alınmıştır. Aynı şartlarda aynı zamanlarda alınan iki tüpün analiz sonuçlarından bağlı standart sapması (RSD) değerleri (% olarak) hesaplanmıştır ve kalite kontrol prosedüründe belirtilen şekilde RSD değeri %25'in altında olan veri güvenilir olarak değerlendirilmiştir.

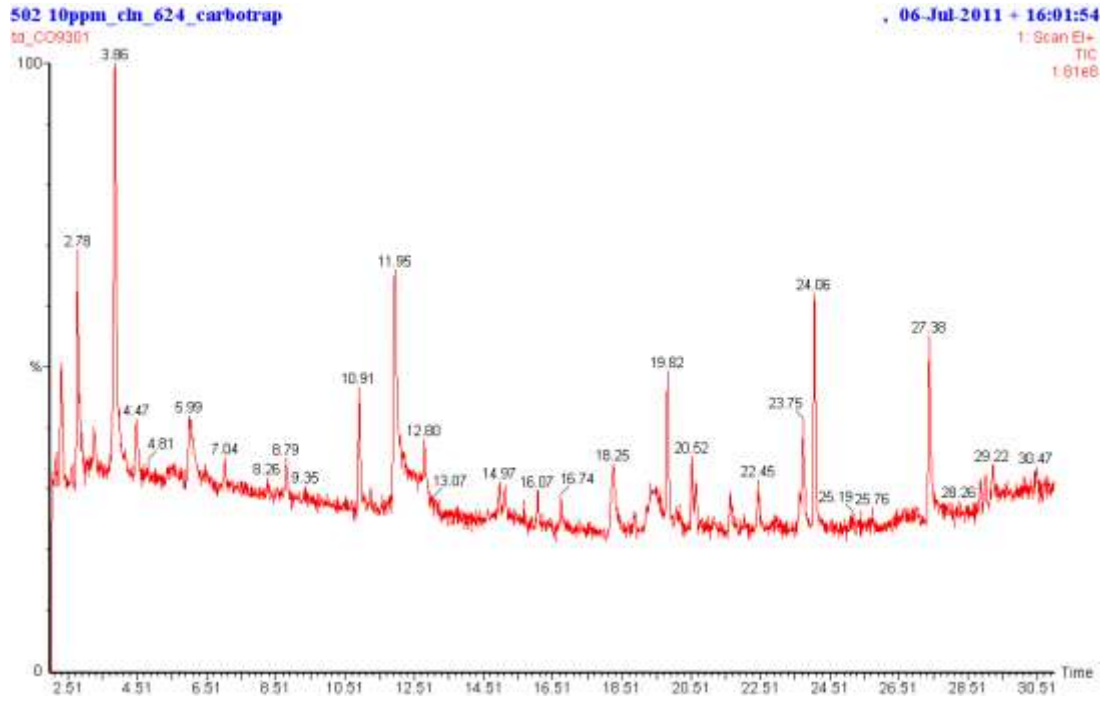
4.6.3. İç Standart Eklenmesi

Kullanılan metotta analiz sisteminin herhangi bir basamağında analizden analize olası farklılıkları bertaraf etmek üzere iç standart olarak tüm tüplere analizden önce kalibrasyon standartlarının eklenme prosedürü izlenerek her tüpten 2dk süre ile Helyum gazı geçirilerek d₈-toluen iç standardı eklenmiştir.

5. BULGULAR

5.1. Ön Çalışma Bulguları

Sürekli ölçümlere başlamadan önce bölgede bulunan UOBleri belirlemek amacıyla Dilovası Belediye Binası'nda 1 haftalık süre ile aktif ölçümler ile ön çalışma yapılmıştır. Ön çalışma Temmuz, 2011'de 7 günlük periyotta yapılmıştır. Aktif tüp örnekleri ardışık otomatik tüp örnekleyici (Perkin Elmer STS25, sequential tube sampler with SKC aircheck-xi air pump) kullanarak toplanmıştır. Bu dönemde 6 Temmuz'da toplanan aktif tüpe ait kromatogramı Şekil 5.1 de verilmiştir.



Şekil 5.1: Ön çalışma kapsamında Dilovası Belediyesi'nde pasif örnekleme yapılan tüpe ait kromatogram.

5.2. Zamana Göre Değişimin İncelenmesi

Yapılan 2 haftalık ardışık örnekleme sonuçlarına dayanarak ölçülen UOBlerin örnekleme noktalarını belirtmek için kullanılan kısaltmalar Tablo5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1: Örnekleme noktaları ve kısaltmaları.

ÖRNEKLEME NOKTASI	ÖRNEKLEME YERİ
N1	Tavşancıl Belediyesi Noktası
N2	Dilovası Belediyesi Noktası
N3	Mimar Sinan Noktası
N4	Dilovası Belediyesi Garaj Noktası
N5	Çerkeşli Köyü Noktası
N6	Köseler Köyü Noktası
N7	Turgut Özal Mahallesi Noktası
N8	Cumhuriyet Mah.. Noktası
N9	Palanga Cad. Noktası
N10	Fatih Mahallesi Noktası
N11	Diliskelesi Mahallesi Noktası
N12	GYTE Çevre Mühendisliği (Muallimköy) Noktası

Tablo 5.1’de kısaltmaları verilen noktalardan 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında alınan ve analiz eden örneklere ait toplam uçucu organik bileşik (TUOB) konsantrasyonları Tablo 5.2’de verilmiştir. Proje kapsamında örnekleme toplanma başlangıcı 12 Aralık 2011 dir. 12 Aralık - 29 Şubat arasında toplanan örneklerin analizi yapıldıktan sonra farklı bileşiklerin de elde edildiği saptanmış ve içeriği Sümeyra Bayır ‘ın tezinde belirtilen bu ilk kalibrasyon kitine saptanan bileşiklerde eklenerek Bölüm 4.5.2 de detaylı bir şekilde anlatılan yeni 39 bileşikli kalibrasyon elde edilmiştir. Bu çalışmada 29 Şubat-19 Aralık arasında 10 aylık sürede yapılan ve

39 bileşikli kalibrasyonla nicelendirilen örneklemeler değerlendirilmiş ve analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 5.2: 29 Şubat-19 Aralık arasındaki örneklerdeki TUOB konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

UOB ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
29/02 – 14/03	19	53	38	63	29	30	45	60	68	50	64	89
14/03 – 28/03	39	73	77	66	32	31	71	130	72	146	113	64
28/03 – 11/04	**	77	69	51	43	22	69	134	115	122	131	58
11/04 – 25/04	**	115	87	52	72	36	69	121	139	138	105	51
25/04 – 09/05	167	117	96	91	96	24	88	73	75	116	130	204
09/05 – 23/05	42	56	39	55	21	29	310	62	228	78	67	21
23/05 – 06/06	36	106	61	60	37	35	75	90	180	162	113	91
06/06 – 20/06	23	56	49	12	12	5	26	56	91	91	91	33
20/06 – 04/07	30	36	58	35	28	14	22	238	78	93	157	250
04/07 – 18/07	80	278	60	282	274	198	49	84	189	295	401	102
18/07 – 01/08	28	34	48	18	13	29	25	53	71	112	75	37
01/08 – 15/08	24	37	33	35	26	13	24	88.45	71	65	69	42
15/08 – 29/08	854	1784	3319	1701	1540	2510	2337	2777	299	2147	3512	2801
29/08 – 12/09	2022	2432	2079	2199	1722	2086	329	462	574	2660	131	2311
12/09 – 26/09	74	182	162	263	85	65	120	227	238	303	544	198
26/09 – 10/10	54	100	83	72	90	57	124	140	158	281	182	346
10/10 – 24/10	1380	1179	740	1769	1293	1246	1255	1789	1445	1423	1102	1438
24/10 – 07/11	1330	622	653	1236	1363	918	316	437	831	831	916	849
07/11 – 21/11	1235	319	413	141	808	159	366	198	719	161	179	267
21/11 – 05/12	32	95	56	56	73	105	102	103	78	130	172	71
05/12 – 19/12	1162	305	101	58	56	29	86	117	308	133	379	794
Ortalama	473	437	444	456	440	415	342	423	310	514	456	528
SD	627	639	815	682	583	720	543	669	344	725	764	778

TUOB miktarına bakıldığında tüm noktalarda Ağustos ve Ekim aylarında gözle görülür bir artış saptanmıştır. Konsantrasyonların sıcaklıkla ilişkisi meteorolojik faktörlerin incelenmesi başlığında detaylı olarak incelenmiştir. Tüm noktalar için TUOB miktarı incelendiğinde en düşük 19.00 µg/m³ en yüksek 3512.00µg/m³ seviyelerine rastlanmıştır.

Tablo 5.3: 29 Şubat-19 Aralık arasındaki örneklerdeki BTEX konsantrasyonları (µg/m³).

BTEX (µg/m ³)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
6	9.24	20.21	19.51	13.16	13.98	8.94	18.86	21.47	45.24	14.82	22.61	15.00
7	14.74	32.20	26.74	21.46	14.82	13.21	27.46	44.72	33.11	35.44	52.73	26.89
8	----	29.27	30.72	18.48	14.56	10.80	24.71	48.43	63.46	33.52	40.40	20.31
9	----	37.53	30.55	27.77	16.43	11.36	28.24	51.94	69.08	28.49	43.12	20.45
10	25.90	31.09	33.35	41.52	22.48	10.06	34.84	23.77	43.97	28.55	34.30	28.60
11	17.61	24.79	19.28	25.11	11.40	11.08	39.24	31.63	69.73	38.37	27.51	8.02
12	14.58	42.67	28.17	27.97	15.75	14.80	27.45	46.00	123.5	50.00	56.63	36.10
13	8.29	20.07	25.09	4.55	5.66	2.78	12.37	25.19	77.17	45.83	24.89	14.69
14	7.30	15.39	26.46	8.55	9.11	3.09	6.22	67.31	46.95	62.86	33.61	53.87
15	36.97	211.0	30.19	217.2	219.5	150.4	17.98	37.27	142.9	203.6	299.1	66.62
16	11.33	15.87	20.50	6.51	4.97	13.00	8.00	24.83	47.21	69.40	26.89	17.07
17	11.54	20.35	19.00	16.24	14.99	6.47	11.27	39.94	51.59	25.04	35.07	23.99
18	12.34	55.29	180.6	26.54	40.25	44.55	41.82	55.68	47.04	45.33	121.6	59.60
19	83.05	148.2	112.7	120.6	88.83	82.38	35.20	40.66	47.36	211.7	38.12	123.1
20	29.99	69.34	72.38	73.05	34.69	28.21	44.11	107.6	168.8	72.30	313.7	93.86
21	21.29	37.88	33.15	32.09	38.24	24.86	51.80	62.52	106.0	114.6	79.55	226.6
22	223.2	34.57	253.3	243.6	32.37	19.99	25.64	245.6	140.4	124.7	47.75	226.8
23	30.87	60.76	23.94	66.18	124.6	218.6	53.09	85.11	81.16	28.04	61.46	104.9
24	119.6	33.25	282.0	13.84	39.44	13.00	16.87	34.14	40.16	19.94	32.98	34.36
25	8.14	25.14	17.95	9.59	16.93	8.17	17.56	41.97	30.05	27.90	41.81	15.55
26	21.47	37.19	28.70	15.74	16.11	8.66	23.28	45.15	57.56	31.21	40.05	33.05
ort	36.83	48.27	63.81	51.05	38.97	35.55	27.24	56.34	72.54	62.56	71.10	60.14
sd	53.19	47.12	78.46	66.28	50.55	54.26	13.61	48.14	39.97	56.11	81.60	63.99

BTEX grafiklerine baktığımızda TUOB sonuçlarına benzer şekilde çoğunlukla Ağustos ve Ekim aylarında önemli bir artış olduğu gözlenmiştir. BTEX konsantrasyonlarını incelediğimizde en düşük 4.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en yüksek 282.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyeleri ölçülmüştür.

Tablo 5.4: 29 Şubat-19 Aralık arasındaki örneklerdeki Toluen konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Toluen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
6	3.95	8.19	7.79	6.94	6.67	3.41	7.13	9.41	26.99	0.98	10.12	8.22
7	7.12	17.67	13.15	12.46	7.36	6.94	12.77	25.47	19.26	16.19	31.68	16.2
8	*	16.78	19.80	10.15	8.33	5.73	11.22	30.12	26.96	17.91	23.22	11.2
9	*	23.50	18.74	18.94	9.23	6.45	13.13	32.05	37.42	16.18	26.83	11.2
10	12.96	19.18	20.93	23.40	11.95	5.49	18.90	13.74	26.85	15.47	21.15	15.4
11	10.27	16.05	12.30	16.30	6.51	6.07	18.16	20.13	43.09	18.92	16.63	5.15
12	7.97	29.43	18.96	15.36	9.44	8.00	16.54	30.80	107.5	34.29	37.15	21.2
13	4.00	14.19	17.47	3.15	3.32	1.95	7.82	17.01	67.35	38.06	16.16	9.22
14	5.17	12.33	23.06	7.69	6.95	2.73	4.75	59.83	38.80	55.37	14.06	47.5
15	20.57	202.2	24.15	207.9	211.7	144.1	11.72	28.81	131.7	186.4	283.1	59.7
16	9.95	11.99	17.63	5.23	4.10	12.35	6.51	18.78	40.22	59.77	19.21	12.5
17	8.32	13.05	13.45	9.76	10.62	5.51	6.71	24.08	43.91	17.28	24.60	17.5
18	12.16	48.34	168.7	21.04	35.08	40.69	35.42	46.59	40.13	35.03	106.9	50.9
19	76.78	141.7	107.3	114.8	85.18	77.04	30.22	30.95	39.62	192.9	27.61	113
20	19.85	54.70	60.17	58.19	26.54	22.75	31.74	83.25	120.8	50.04	288.1	76.2
21	12.87	25.98	22.23	22.33	27.91	19.21	39.87	43.78	68.42	90.86	58.46	208.
22	215.1	28.92	236.7	231.9	28.22	18.90	20.47	225.2	129.0	116.0	36.27	216.
23	24.63	50.50	18.36	60.89	117.7	210.7	45.61	74.57	72.96	18.37	52.28	95.6
24	114.4	26.06	272.4	12.64	33.30	10.96	12.45	28.38	35.16	12.37	24.64	29.0
25	6.05	19.62	11.78	7.18	13.18	5.63	12.63	34.23	26.22	22.16	33.66	13.2
26	14.24	21.04	12.61	9.42	7.14	3.83	10.04	26.56	46.93	15.94	23.45	20.3
ort	30.38	38.58	54.32	42.76	32.76	30.53	17.53	43.16	55.69	49.31	57.02	50.9
sd	51.64	47.27	77.24	64.79	50.06	53.13	11.85	45.77	35.71	54.35	79.12	61.7

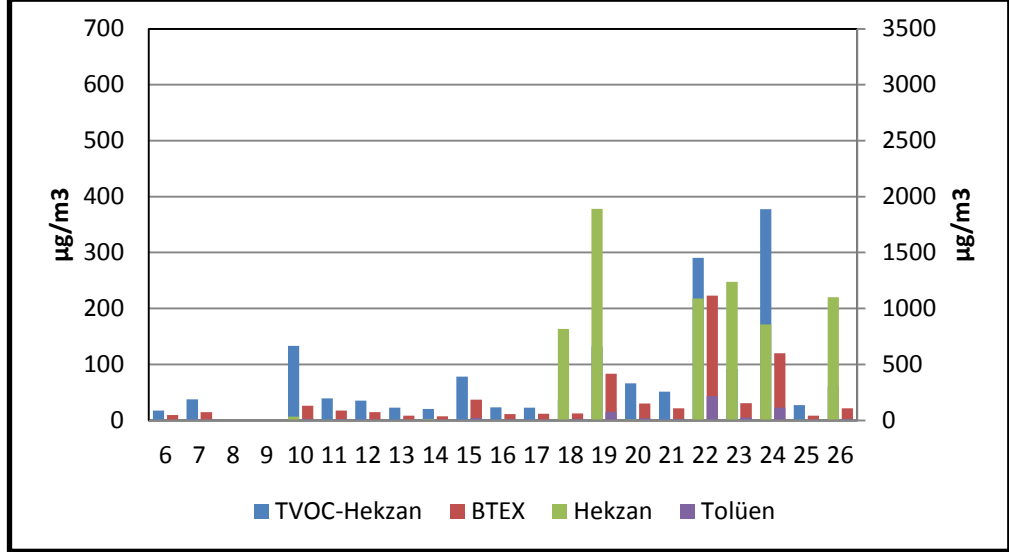
Ayrıca BTEX ve TUOB için yapılan tablolar Toluen için de hazırlanmış, sonuçları Tablo 5.4’de verilmiştir.

Toluen için yapılan grafiklerde TUOB ve BTEX den farklı olarak en yüksek değerlere Temmuz verilerinde rastlanmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları incelendiğinde toluen konsantrasyonu en düşük olarak $1.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en yüksek olarak $210.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak saptanmıştır.

5.2.1. Örnekleme Noktalarındaki Zamana Bağlı Değişim

29 Şubat-19 Aralık arasında yapılan örnekleme analiz sonuçlarına göre her bir örnekleme noktasındaki değişimi incelemek için değişim grafikleri hazırlanmıştır. Grafiklere genel olarak bakıldığında bazı örnekleme zamanlarında Hekzan konsantrasyonlarının yüksek seviyelere ulaştığı gözlenmiştir. Yapılan ön çalışmalarda ve iki haftalık örnekleme güvenilirliğinin belirlenmesi bölümünde bahsedildiği gibi yüksek hekzan konsantrasyonlarının örnekleme süresinin son gününde tüpte toplanan miktar olarak ölçüldüğü sonucuna varılmıştır. Noktalara detaylı bir şekilde incelemek için Toluen, BTEX ve Hekzansız TUOB için hazırlanan grafikler Şekil 5.2 ve 5.13 arasında verilmiştir.

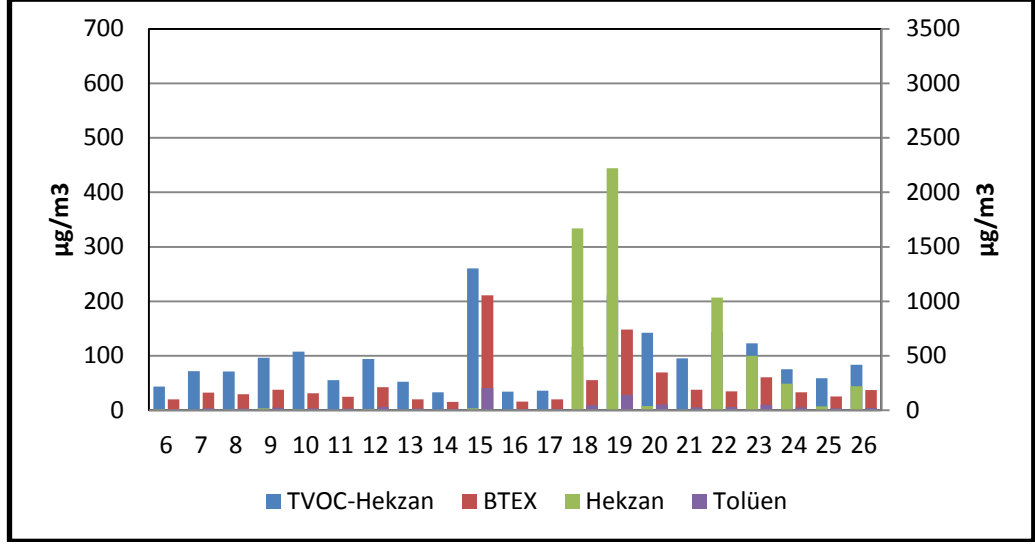
Tavşancıl Belediyesi Noktası (N1) : N1 noktasında, 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örnekleme için 18, 19, 22, 23, 24 ve 26. örnekleme sonuçlarında yüksek hekzan konsantrasyonu dikkat çekmiştir. En yüksek hekzan değerinin görüldüğü 19. örnekleme için ölçülen TUOB miktarının %95’ini hekzanın oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca 22. örnekleme için toluen seviyesi örnekleme süresince N2 noktası için görülen en yüksek seviyeye ($215.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ulaşmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: Tavşancıl Belediyesi noktası (N1) için zamana bağlı UOB değişimi.

Çalışma süresince elde edilen veriler değerlendirildiğinde noktanın ortalama TUOB konsantrasyonu $473.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Hekzan konsantrasyonu $383.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ortalama BTEX konsantrasyonu $36.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Hekzandan sonra en yüksek konsantrasyona sahip kirleticinin ortalama $30.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri ile toluen olduğu görülmüştür.

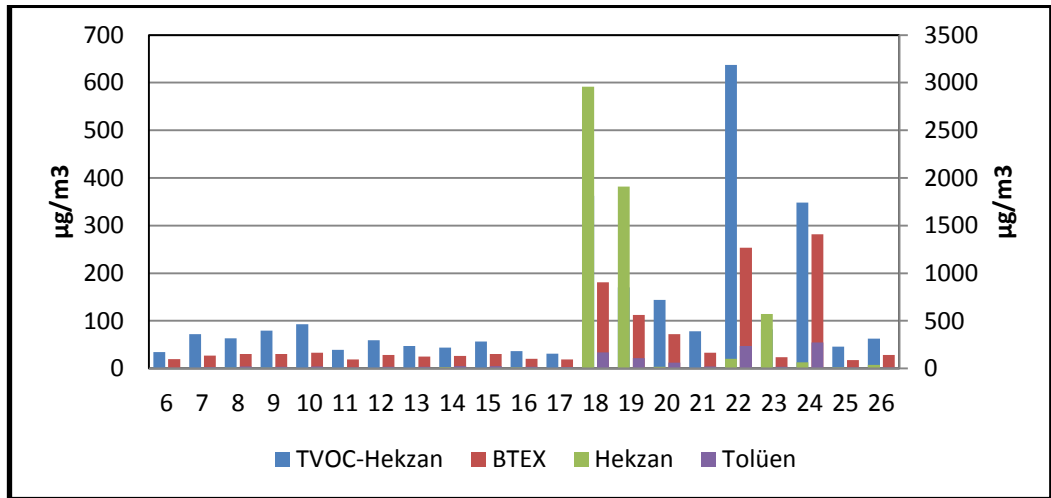
Dilovası Belediyesi Noktası (N2): N2 noktasında, 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örnekleme için 18, 19, 22 ve 23. örnekleme sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu belirlenmiştir. Bu 4 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %92sinin hekzandan oluştuğu görülmüştür. Ayrıca 15. örnekleme için toluen seviyesi örnekleme süresince N2 noktası için en yüksek görülen seviyeye ($202.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ulaşmıştır.



Şekil 5.3: Dilovası Belediyesi noktası (N2) için zamana bağlı UOB değişimi.

Çalışma süresince elde edilen veriler değerlendirildiğinde noktanın ortalama TUOB konsantrasyonu $437.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Hekzan konsantrasyonu $334.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ortalama BTEX konsantrasyonu $48.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Hekzandan sonra en yüksek konsantrasyona sahip kirleticinin ortalama $38.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri ile toluen olduğu görülmüştür.

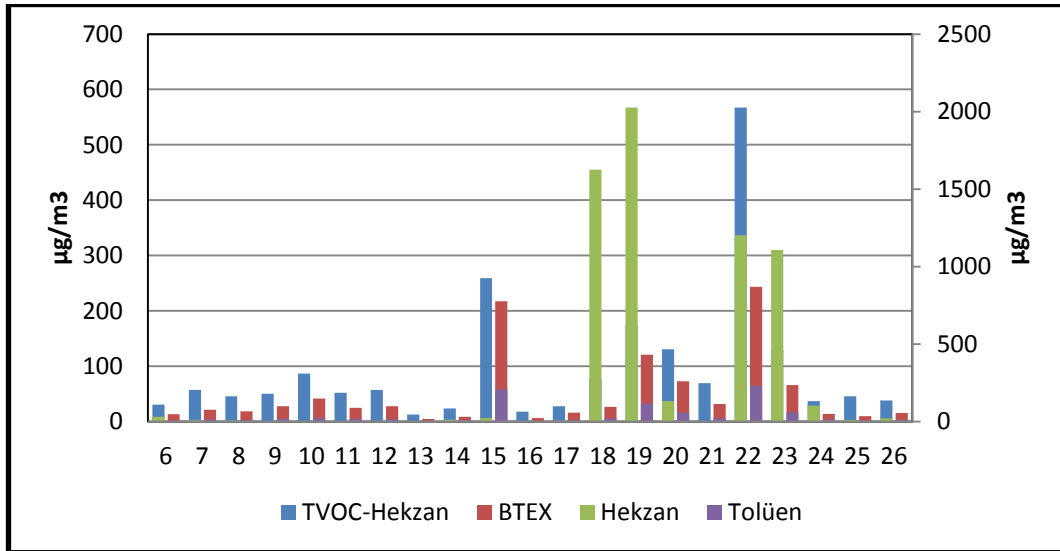
Mimar Sinan Noktası (N3): N3 noktasında, 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örnekleme için 18, 19 ve 23. örnekleme sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu belirlenmiştir. Bu 3 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %89unun hekzandan oluştuğu görülmüştür.



Şekil 5.4: Mimar Sinan noktası (N3) için zamana bağlı UOB değişimi.

Tüm örneklemeler ortalaması baz alınarak karşılaştırıldığında Mimar Sinan noktası $63.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile BTEX açısından en yüksek kirliliğe sahip 3.nokta olmuştur. Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki TUOB, heksan ve toluen değerleri sırası ile $443.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $309.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $54.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur.

Dilovası Belediyesi Garaj Noktası (N4):N4 noktasında, 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örneklemeler incelendiğinde 13 ve 16. örneklemelerde heksana rastlanmazken, 18, 19, 22 ve 23. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda heksan konsantrasyonu belirlenmiştir (Şekil 5.5). Bu 4 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %86'sının heksandan oluştuğu görülmüştür.

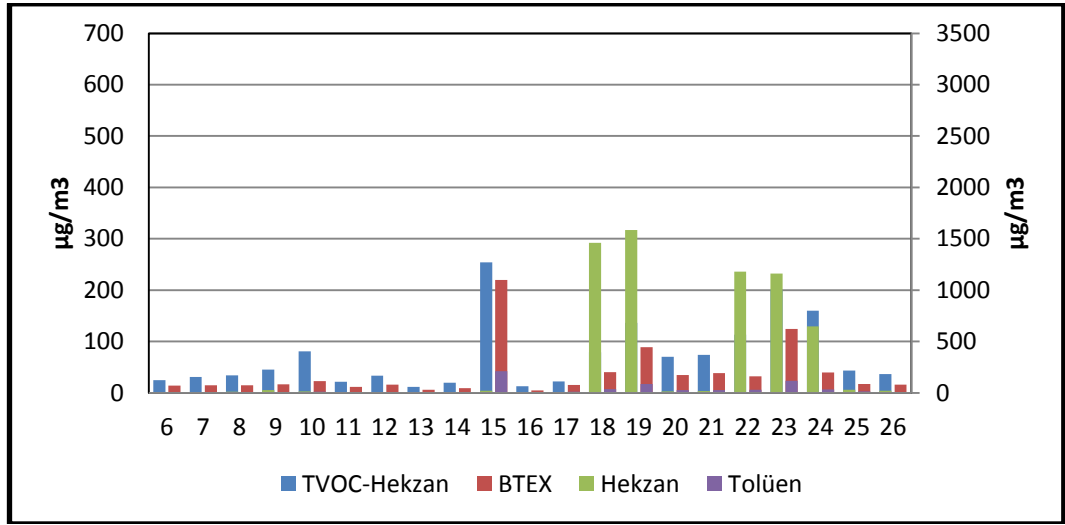


Şekil 5.5: Dilovası Belediyesi Garaj noktası (N4) için zamana bağlı UOB değişimi.

N4 noktası için sonuçlar karşılaştırıldığında heksandan sonra en yüksek konsantrasyondaki kirlenici Toluen olmuştur. Toluen seviyesinin nokta için en yüksek değeri 22. örnekleme tarihlerinde $231.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Ölçülen TUOB, heksan ve toluen değerleri sırası ile $455.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $348.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $42.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur.

Çerkeşli Köyü Noktası (N5):29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örneklemeler incelendiğinde (Şekil5.6), bölge genelinde olduğu gibi 18, 19, 22, 23 ve 24. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda heksan konsantrasyonu belirlenmiştir. Bu 5 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %83ünün heksandan oluştuğu görülmüştür. Ayrıca N5 noktası için toluen

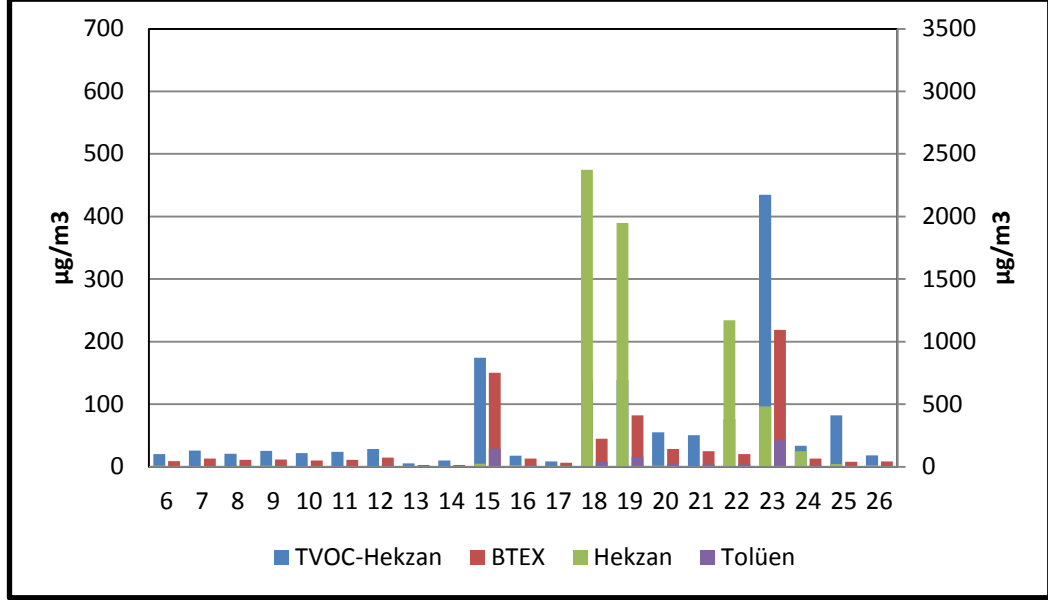
konsantrasyonunun 15. örneklemede en yüksek seviyede ($211,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$) görüldüğü belirlenmiştir.



Şekil 5.6: Çerkeşli Köyü noktası (N5) için zamana bağlı UOB değişimi.

Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki ortalama TUOB, hekzan, tolüen ve BTEX değerleri sırası ile $439,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $357,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $32,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $38,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Ayrıca 12 örnekleme noktası arasında N5 noktasının ortalama Hekzansız TUOB konsantrasyonu açısından $82,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri ile en temiz nokta olduğu görülmüştür.

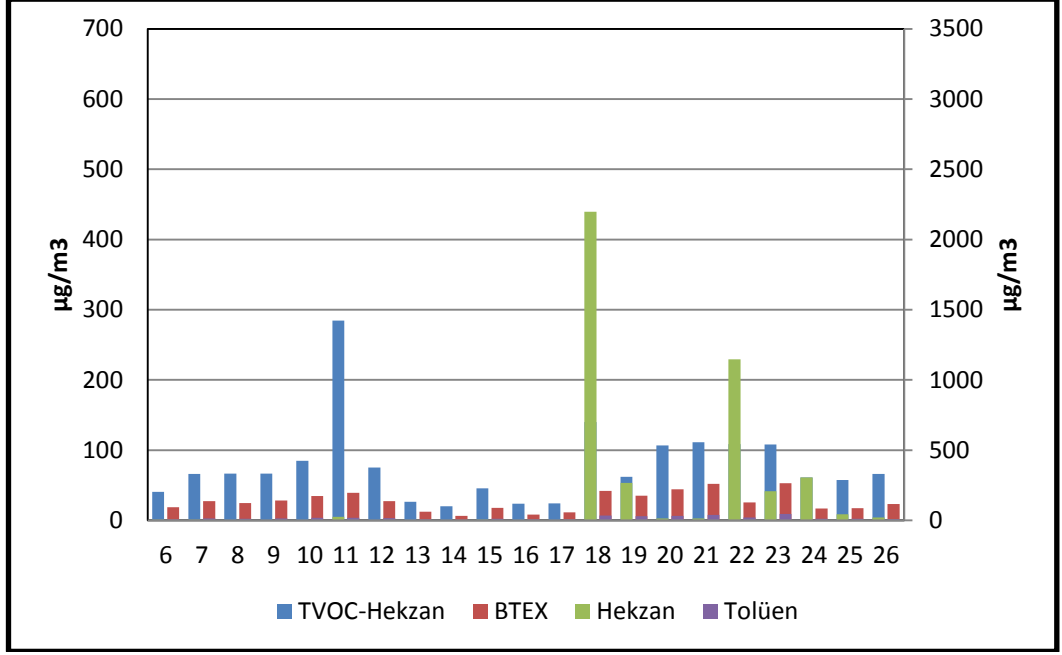
Köseler Köyü Noktası (N6): Şekil 5.7 incelendiğinde, 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örnekleme için, 18, 19, 22 ve 23. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Bu 4 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %86 sının hekzandan oluştuğu görülmüştür.



Şekil 5.7: Köşeler Köyü noktası (N6) için zamana bağlı UOB değişimi.

N6 noktası için örnekleme sonuçları karşılaştırıldığında hekzandan sonra en yüksek konsantrasyondaki kirletici toluen olmuştur. Toluen seviyesinin nokta için en yüksek değeri 19. örnekleme tarihlerinde $77.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki ortalama TUOB, hekzan, toluen ve BTEX değerleri sırası ile $414.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $329.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $30.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $35.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur.

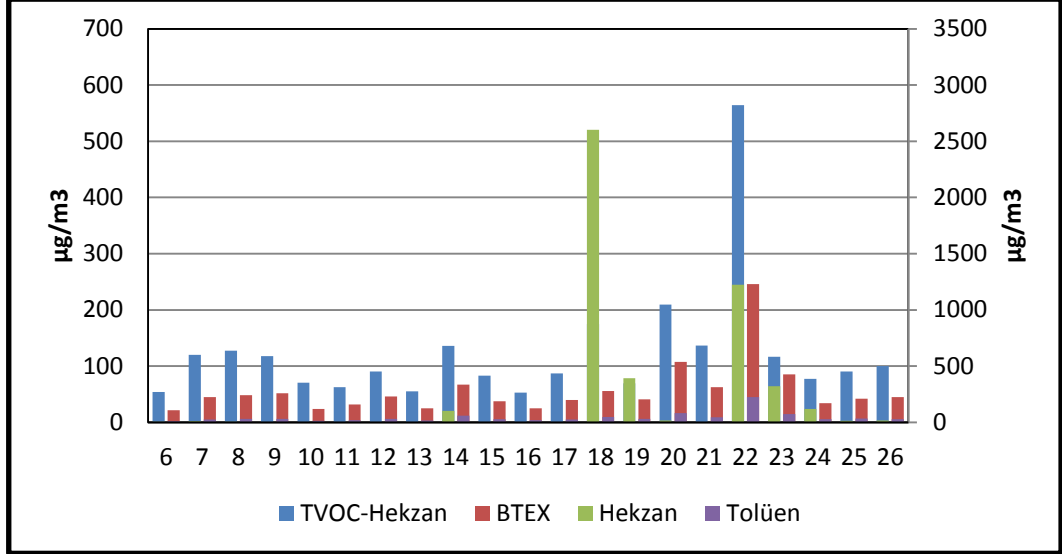
Turgut Özal Mahallesi Noktası (N7): Şekil 5.8 incelendiğinde, 29 Şubat-19 Aralık arasında gerçekleştirilen örnekleme için, 18ve 22. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Bu 2 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %93ünün hekzandan oluştuğu görülmüştür.



Şekil 5.8: Turgut Özal Mahallesi noktası (N7) için zamana bağlı UOB değişimi.

N7 noktası için 29 Şubat-19 Aralık sonuçları karşılaştırıldığında hekzandan sonra en yüksek konsantrasyondaki kirletici toluen olmuştur. Toluen seviyesinin nokta için en yüksek değeri 23. örnekleme tarihlerinde $45.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki ortalama TUOB, hekzan, toluen ve BTEX değerleri sırası ile $342.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $253.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $17.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $27.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Ayrıca N7 noktası ortalama değerler bazında BTEX ve toluen açısından ölçüm yapılan 12 nokta içinde en temiz nokta olarak görülmüştür.

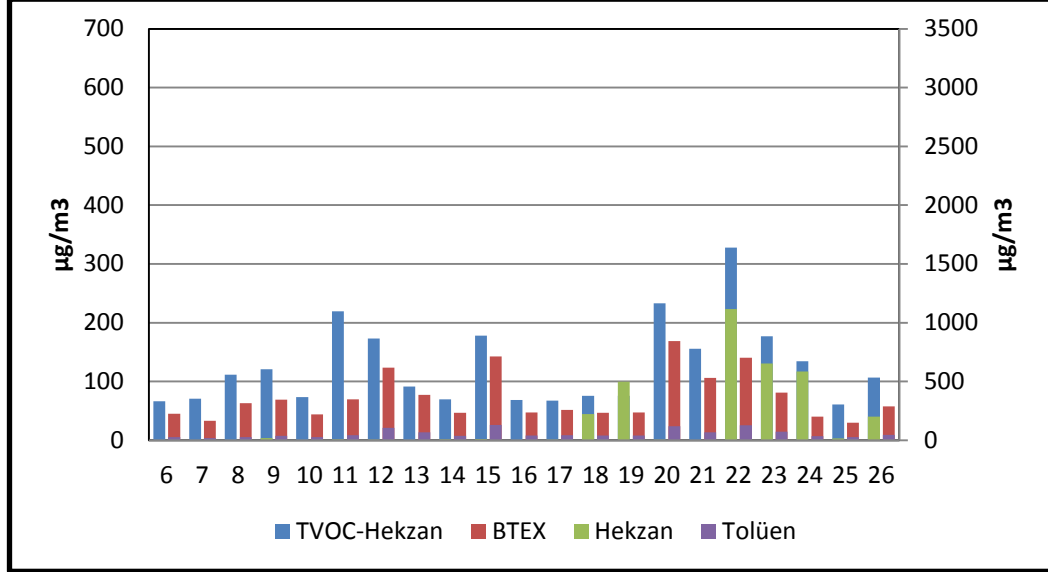
Cumhuriyet Mahallesi Noktası (N8): Şekil 5.9 incelendiğinde, 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örnekleme için, özellikle 18. daha sonra 22 ve 19. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Bu 3 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %85'inin hekzandan oluştuğu görülmüştür.



Şekil 5.9: Cumhuriyet Mahallesi noktası (N8) için zamana bağlı UOB değişimi.

N8 noktası için tüm analiz sonuçları karşılaştırıldığında hekzandan sonra en yüksek konsantrasyondaki kirleticinin tolüen olduğu olmuştur. Tolüen seviyesinin nokta için en yüksek değeri 22. örnekleme tarihlerinde $225.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki ortalama TUOB, hekzan, tolüen ve BTEX değerleri sırası ile $422.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $289.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $43.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $56.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur.

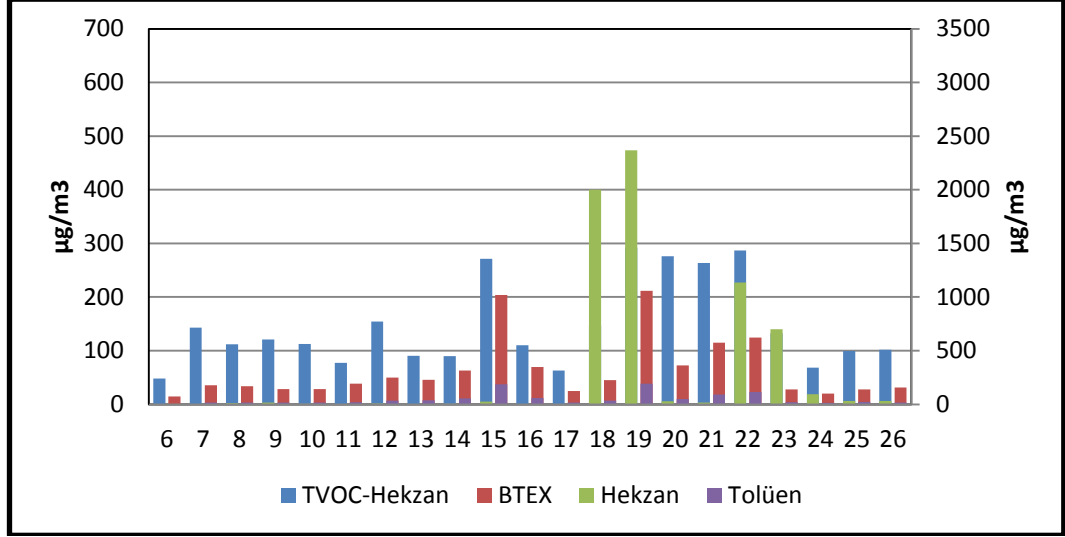
Palanga Caddesi Noktası (N9) : Şekil 5.10 incelendiğinde, 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örnekleme için, 19 ve 22. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Bu 2 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %83 ünün hekzandan oluştuğu görülmüştür.



Şekil 5.10: Palanga Cad. noktası (N9) için zamana bağlı UOB değişimi.

N9 noktası için 29 Şubat-19 Aralık sonuçları karşılaştırıldığında hekzandan sonra en yüksek konsantrasyondaki kirletici toluen olmuştur. Toluen seviyesinin nokta için en yüksek değeri 22. örnekleme tarihlerinde $129.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki ortalama TUOB, hekzan, toluen ve BTEX değerleri sırası ile $310.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $175.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $55.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $72.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Ayrıca ortalama değerler bazında, ölçüm yapılan 12 nokta içinde BTEX açısından en yüksek kirliliğe sahip nokta olmuştur.

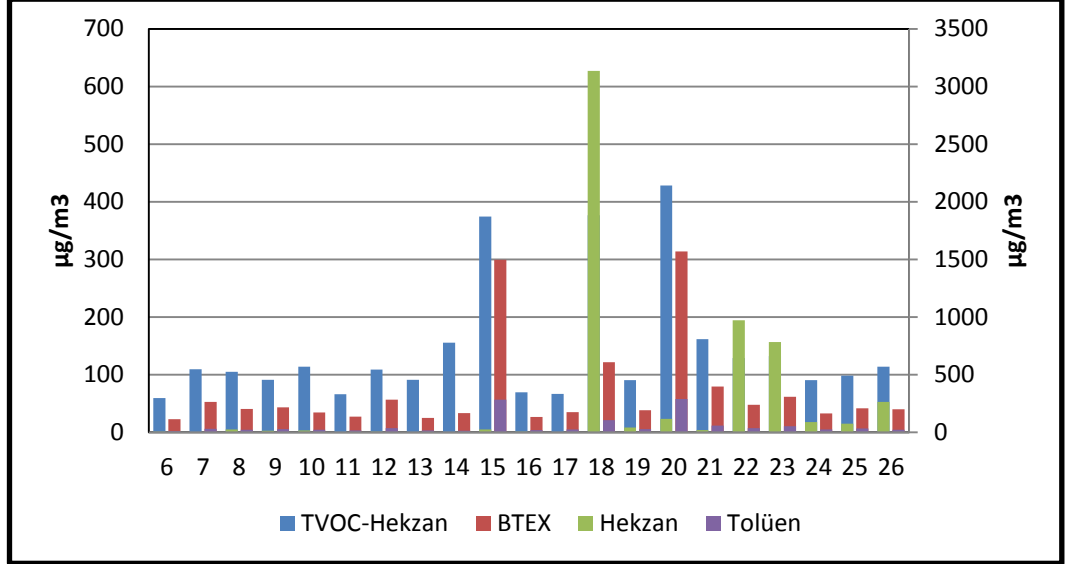
Fatih Mahallesi Noktası (N10) : Şekil 5.11 incelendiğinde, 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilen örnekleme için, 18, 19 ve 22. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Bu 3 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %87 sinin hekzandan oluştuğu görülmüştür.



Şekil 5.11: Fatih Mahallesi noktası (N10) için zamana bağlı UOB değişimi.

N10 noktası için 29 Şubat-19 Aralık sonuçları karşılaştırıldığında hekzandan sonra en yüksek konsantrasyondaki kirletici toluen olmuştur. Toluen seviyesinin nokta için en yüksek değeri 19. örnekleme tarihlerinde $192.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki ortalama TUOB, hekzan, toluen ve BTEX değerleri sırası ile $513.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $359.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $49.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $62.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Ayrıca ortalama değerler bazında, ölçüm yapılan 12 nokta içinde TUOB açısından en yüksek kirliliğe sahip olan nokta olmuştur.

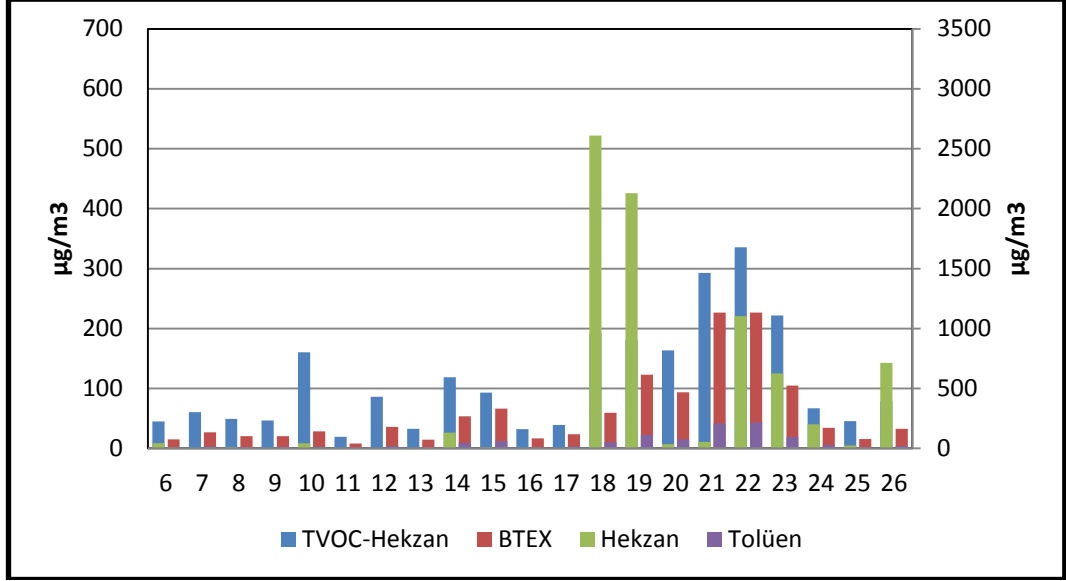
Diliskelesi Mahallesi Noktası (N11) : Şekil 5.12 incelendiğinde, 18, 22 ve 23. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Bu 3 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %88inin hekzandan oluştuğu görülmüştür.



Şekil 5.12: Diliskelesi Mahallesi noktası (N11) için zamana bağlı UOB değişimi.

N11noktası için 29 Şubat-19 Aralık sonuçları karşılaştırıldığında hekzandan sonra en yüksek konsantrasyondaki kirletici toluen olmuştur. Toluen seviyesinin bu nokta için en yüksek değeri 20. örnekleme tarihlerinde $288.00\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki ortalama TUOB, hekzan, toluen ve BTEX değerleri sırası ile $455.70\mu\text{g}/\text{m}^3$, $301.05\mu\text{g}/\text{m}^3$, $57.01\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $71.097\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Ayrıca ortalama değerler bazında, ölçüm yapılan 12 nokta içinde hekzansız TUOB ve toluen açısından en yüksek kirliliğe sahip olan nokta olmuştur (Tablo5.5).

GYTE Çevre Mühendisliği-Muallimköy Noktası (N12) :Şekil 5.13 incelendiğinde, 18,19, 22, 23 ve 26. örnekleme analiz sonuçlarında dikkat çekici oranda hekzan konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Bu 5 örnekleme için ölçülen TUOB miktarının ortalama %88inin hekzandan oluştuğu görülmüştür.



Şekil 5.13: GYTE-Çevre Mühendisliği Muallimköy noktası (N12) için zamana bağlı UOB değişimi.

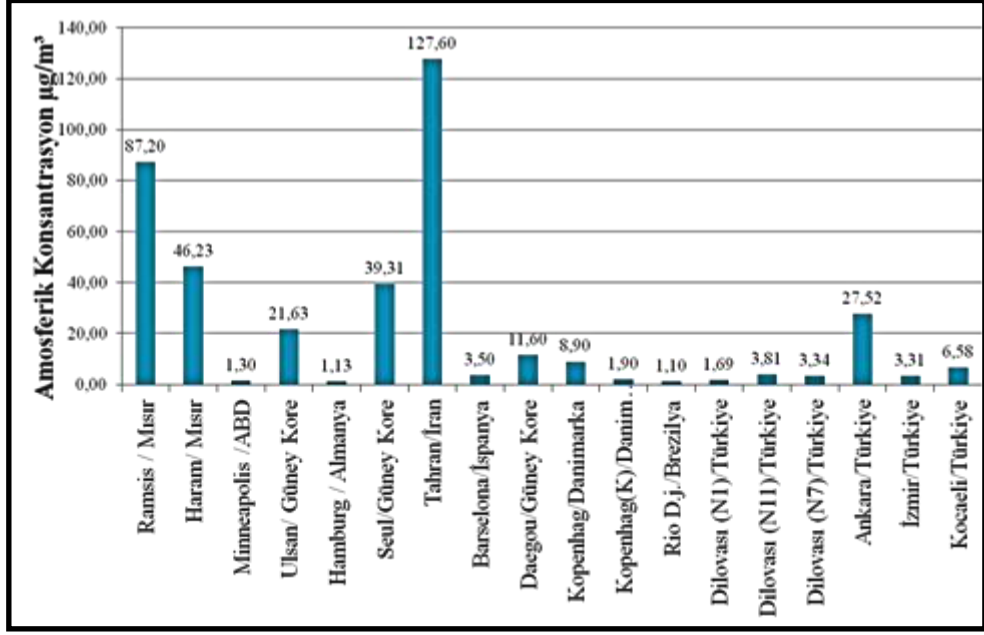
N12 noktası için 29 Şubat-19 Aralık sonuçları karşılaştırıldığında hekzandan sonra en yüksek konsantrasyondaki kirletici toluen olmuştur. Toluen seviyesinin bu nokta için en yüksek değeri 22. örnekleme tarihlerinde 216.00 µg/m³ olarak ölçülmüştür. Noktanın 29 Şubat-19 Aralık tarihleri arasındaki ortalama TUOB, hekzan, toluen ve BTEX değerleri sırası ile 528,00 µg/m³, 404,65 µg/m³, 50,92 µg/m³ ve 60,13 µg/m³ olarak bulunmuştur. Ayrıca ortalama değerler bazında, ölçüm yapılan 12 nokta içinde Hekzan açısından en yüksek kirliliğe sahip olan nokta olmuştur. (Tablo 5.5)

Tablo 5.5: Bazı UOBlerin ortalama konsantrasyon değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

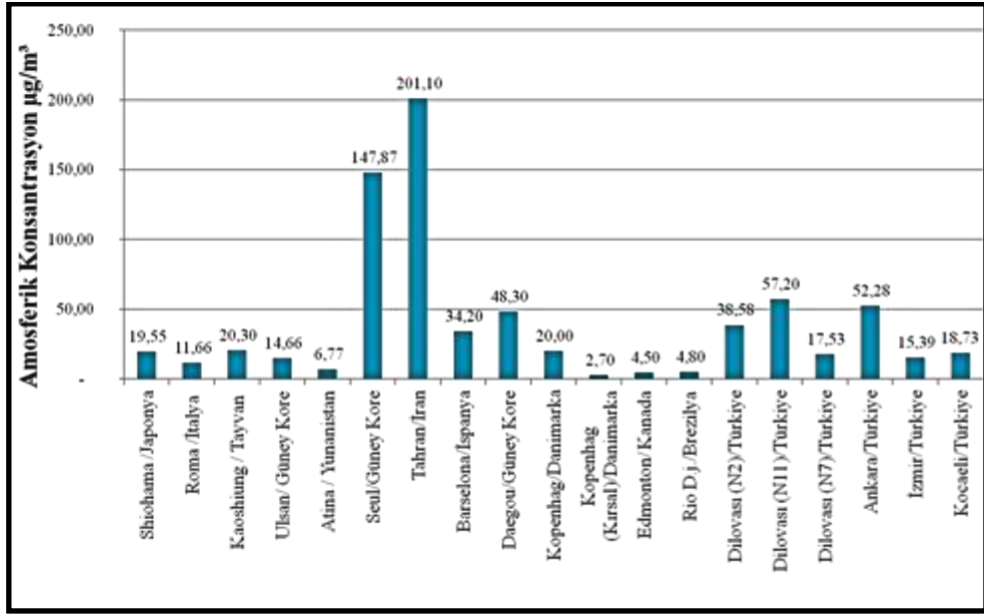
atm kons. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hekzan	Benzen	Toluen	Etilbenzen	m-p ksilen	o-Ksilen
Tavşancıl Belediye	383.00	1.69	30.38	0.88	3.13	0.74
Dilovası Belediye	334.35	3.45	38.58	1.22	4.06	0.95
Mimar Sinan	309.41	3.57	54.32	1.09	4.05	0.77
Dilovası Bel. Garaj	348.33	2.12	42.76	1.18	4.09	0.90
Çerkeşli	357.21	2.49	32.76	0.68	2.52	0.53
Köseler	329.75	1.77	30.53	0.55	2.32	0.38
Turgut Özal	253.85	3.34	17.53	1.14	4.22	1.01
Cumhuriyet Mah.	289.33	3.61	43.16	1.90	6.11	1.56
Palanga Cad.	175.06	2.99	55.69	2.64	9.22	2.00
Fatih Mah.	359.56	2.84	49.31	2.08	6.85	1.48
Diliskelesi	301.05	3.81	57.02	2.00	6.66	1.61
GYTE Çevre	404.65	2.31	50.92	1.26	4.73	0.92

Ölçülen tüm bileşiklerin zamana ve konuma bağlı konsantrasyon değerleri ekte verilmiştir.

Yapılan 10 aylık örnekleme çalışmalarında 3 nokta için elde toluen ve benzen ortalamalarında edilen sonuçlar (N1, N7 ve N11) farklı ülke ve şehirlerde yapılan çalışmalar ile karşılaştırılmış benzen için Şekil 5.15 ve toluen için Şekil 5.16 oluşturulmuştur.[Kuntasal et al., 2005], [Sturges et al., 2004], [Son et al., 2003], [Guo et al., 2003], [Pekey and Arslanbas, 2008], [Aslan et al., 2008], [Sristava et al., 2006], [Kara, 2008], [Demirel, 2010] Grafikler incelendiğinde benzen oranında ülkelerin sanayi şehirleri ve kırsal alanlarında yapılan ölçümler arasında ortalama 3 kat fark olduğu gözlenmiştir. Benzen açısından Dilovasında dünyadaki diğer yerlere kıyasla belirgin bir kirlilik görülmemektedir. Toluen seviyesine bakıldığında İran'ın Tahran kenti Bahrami' nin 2001 yapılan çalışmadan alınan sonuçlara göre dikkat çekici bir seviyede olup metropol kenti olan Seul $147.87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile onu izlediği görülmüştür [Bahrami, 2001]. Dilovasındaki tolüen miktarları bu seviyede olmamakla beraber geri difüzyon kayıpları nedeniyle gerçek değerlerin ölçülen değerlerden çok daha yüksek olacağı dikkate alınırsa Dilovasındaki tolüen kirliliğinin de ciddi olduğu söylenebilir.



Şekil 5.14: Farklı şehirlerdeki Benzen seviyeleri karşılaştırması.



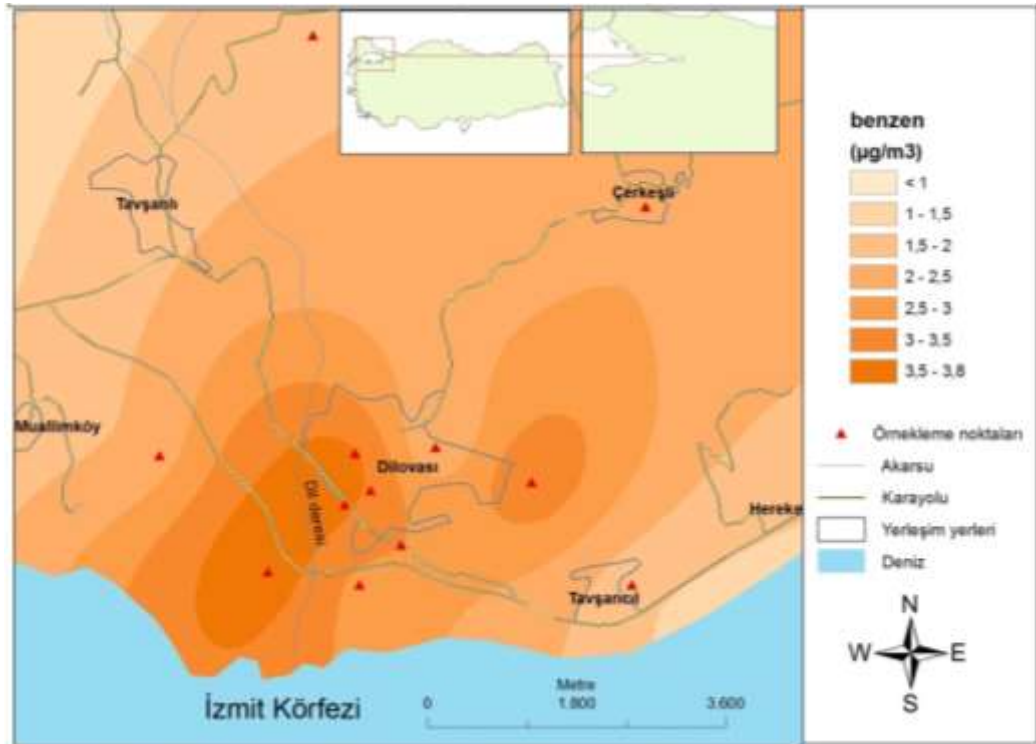
Şekil 5.15: Farklı şehirlerdeki Toluen seviyeleri karşılaştırması.

5.2.2. Örneklemelere Göre Dağılım Haritaları

Bölgedeki dağılımın belirlenebilmesi için, kirleticilerin hesaplanan ortalama değerleri ile Arc GIS (10.1) programı ve interpolasyon yöntemi kullanılarak dağılım haritaları oluşturulmuştur.

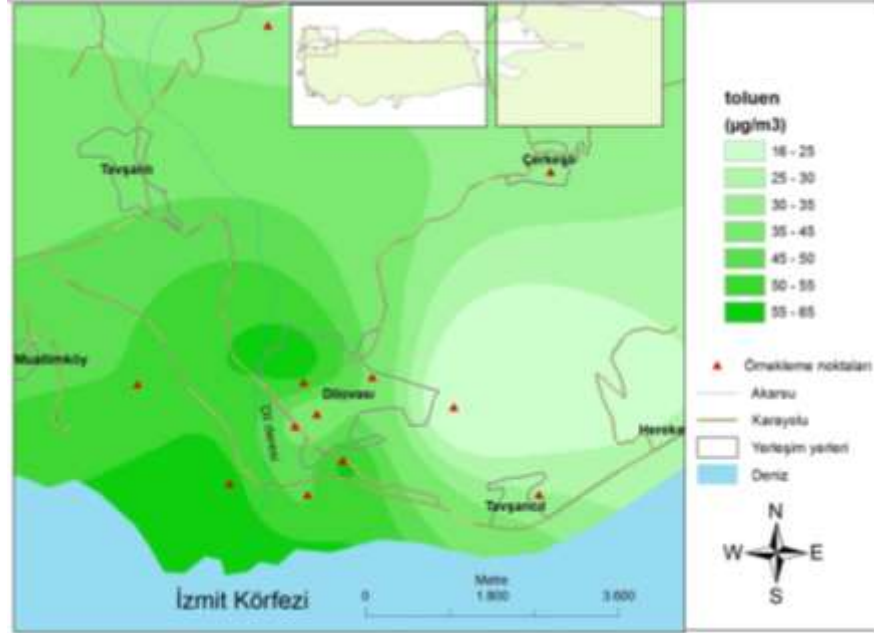
Kirletici dağılım haritaları Benzen, Toluen, Etilbenzen, m-p Ksilen, o-Ksilen, Stiren, Pentan, Hekzan, DCM, BTEX ve Hekzansız TUOB için oluşturulmuştur. Grafiklerde 2012'deki 29 Şubat ve 19 Aralık süresine denk gelen 21 örnekleme noktasının ortalama verileri kullanılmıştır.

Benzen Dağılım Haritası: Benzen kirliliğinin Şekil 5.16 de gösterildiği gibi, Diliskelesi Mahallesi (N11), Turgut Özal Mahallesi (N7) ve Cumhuriyet Mahallesi (N8) noktalarında yoğunlaştığı gözlenmiştir. Bu üç noktanın da motorlu taşıt trafiğine yoğun olarak maruz kalan yol kenarı örnekleme noktaları olduğu belirlenmiştir.



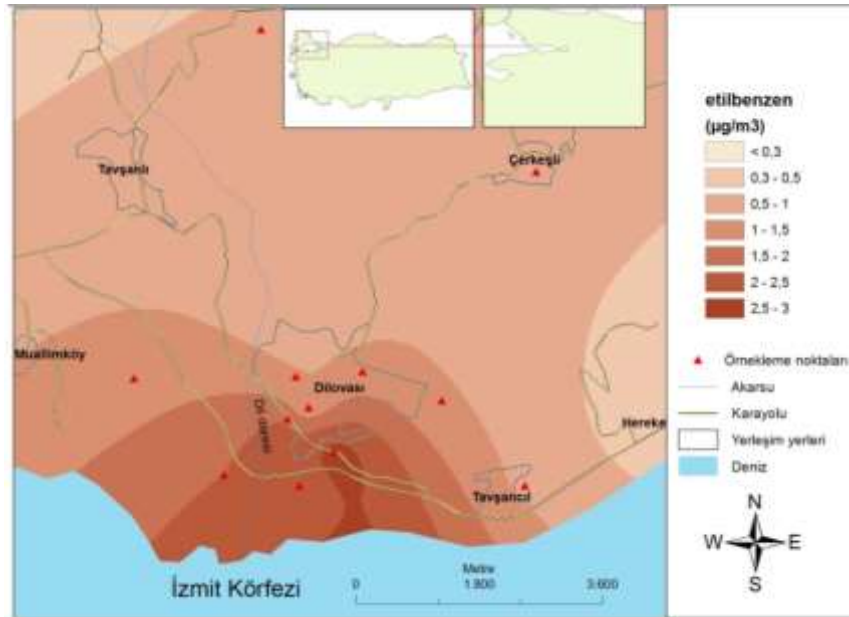
Şekil 5.16: Benzen dağılım haritası.

Toluen Dağılım Haritası: Şekil 5.17 de gösterilen harita incelendiğinde toluen dağılımının, Mimar Sinan Mahallesi (N3), Diliskelesi Mahallesi (N11) noktalarında yoğunlaştığı belirlenmiştir.



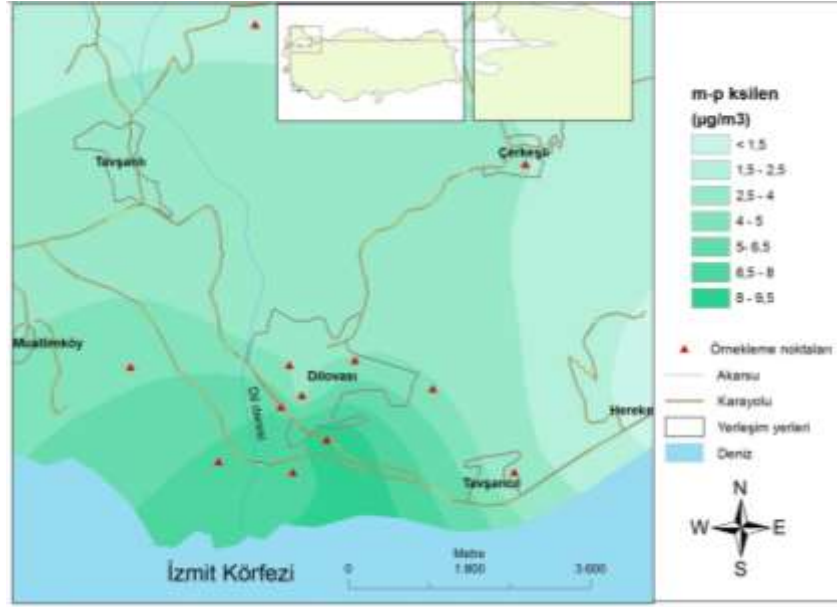
Şekil 5.17: Toluen dağılım haritası

Etilbenzen Dağılım Haritası: Etilbenzen dağılım haritası Şekil 5.18 incelendiğinde, kirliliğin Palanga Cad. (N9) noktasında yoğunlaştığı gözlenmiştir.

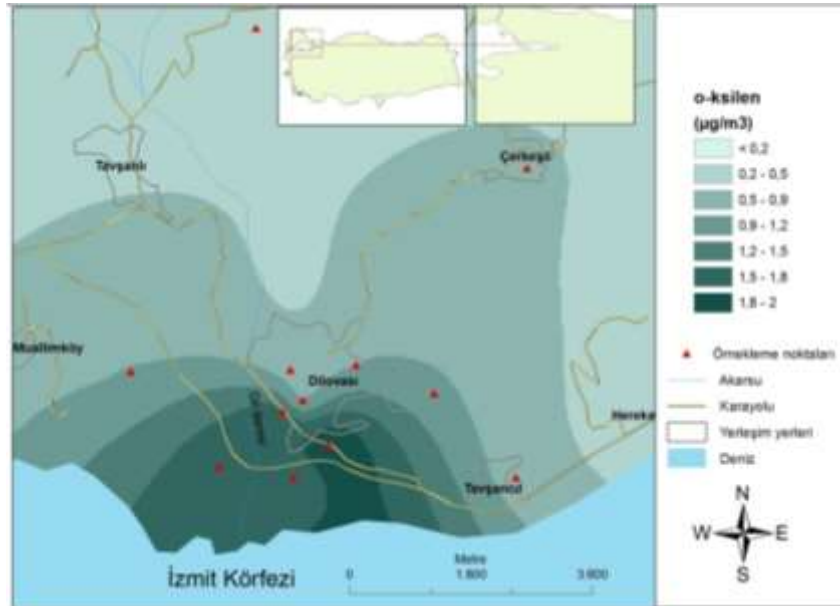


Şekil 5.18: Etilbenzen dağılım haritası.

M-p Ksilen ve O- Ksilen Dağılım Haritaları: m-p Ksilen ve o- Ksilen kirliliği için Şekil 5.19 ve Şekil 5.20 deki dağılım haritaları incelendiğinde Palanga Cad. (N9), Fatih Mahallesi (N10) ve Diliskelesi Mahallesi (N11) noktalarında Ksilen kirliliğinin yoğunlaştığı belirlenmiştir.

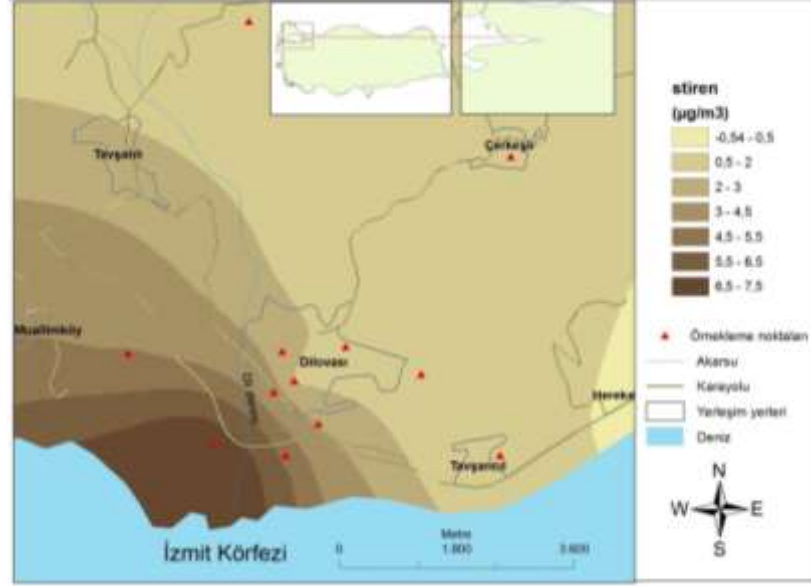


Şekil 5.19: M-p Ksilen dağılım haritası.



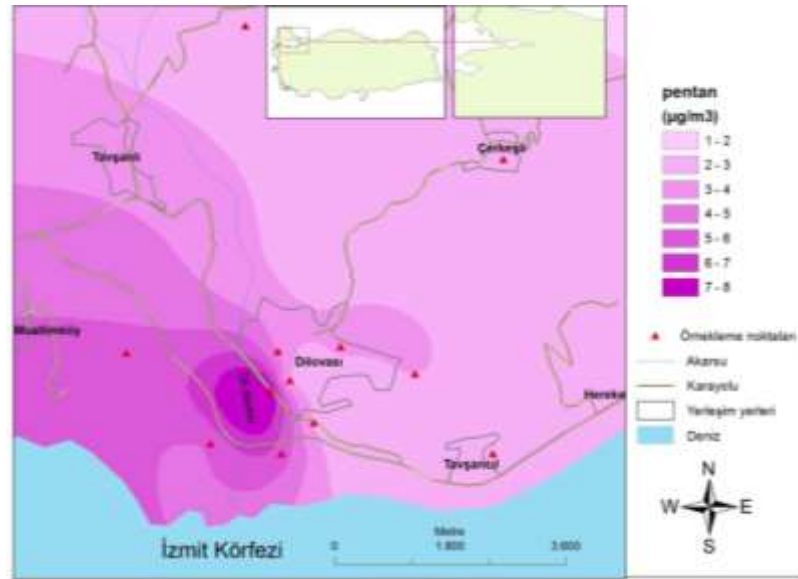
Şekil 5.20: o-Ksilen dağılım haritası.

Stiren Dağılım Haritası: Stiren dağılımı için oluşturulan Şekil 5.21 deki harita incelendiğinde kirliliğin, Diliskelesi Mahallesi (N11) noktasından yayıldığı görülmüştür.



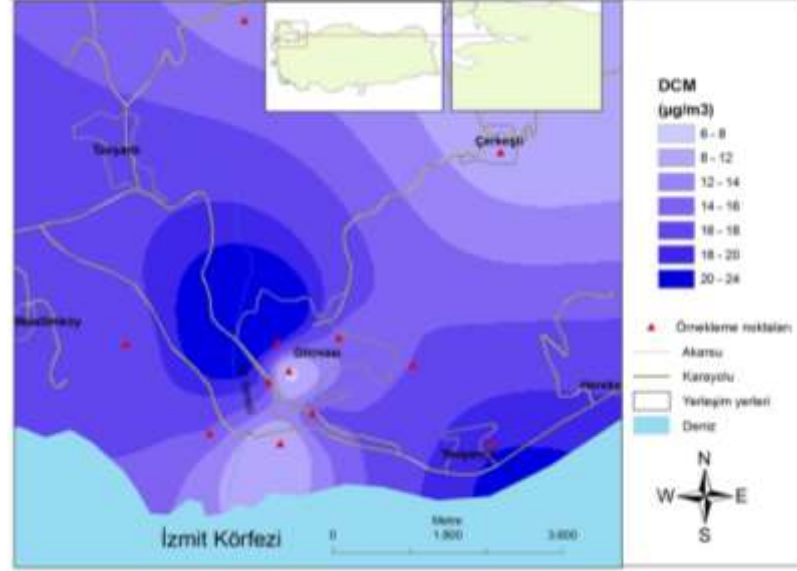
Şekil 5.21: Stiren dağılım haritası.

Pentan Dağılım Haritası: Pentan dağılımı ve kirliliğini gözlemek için oluşturulan Şekil 5.22 daki harita incelendiğinde pentan kirliliğinin Cumhuriyet Mahallesi (N8) noktası etrafında yoğunlaştığı görülmüştür.



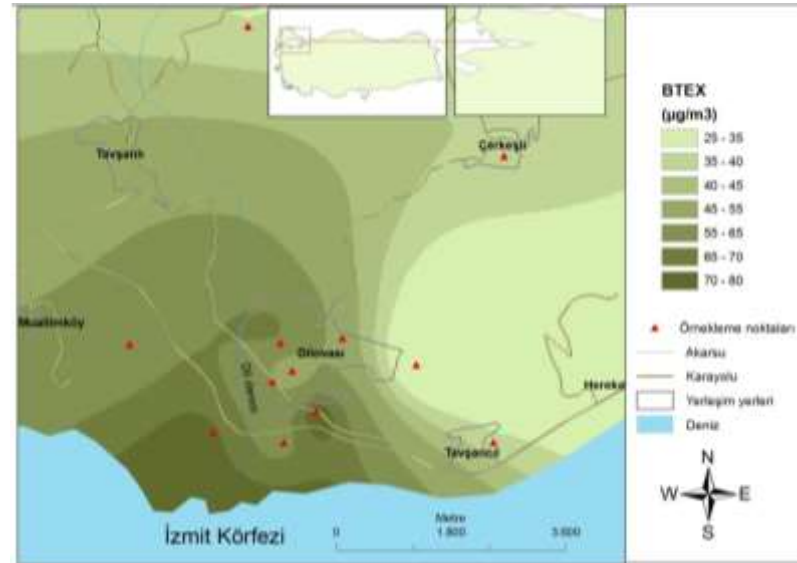
Şekil 5.22: Pentan dağılım haritası.

DCM Dağılım Haritası: Diklorometan dağılımını gözlemek için oluşturulan Şekil 5.23 de verilen harita incelendiğinde, kirliliğin Mimar Sinan (N3) ve Tavşancıl (N1) noktalarında yoğunlaştığı görülmüştür.



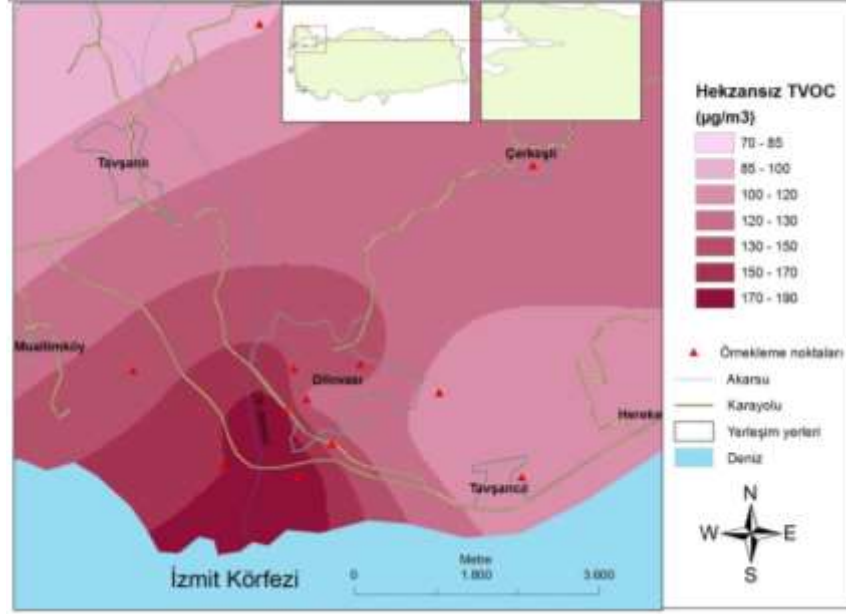
Şekil 5.23: DCM dağılım haritası.

BTEX Dağılım Haritası: BTEX dağılımını gözlemek için oluşturulan Şekil 5.24 de verilen harita incelendiğinde Diliskelesi Mahallesi (N11) ve Palanga Cad. (N9) noktalarında BTEX kirliliğinin yoğunlaştığı görülmüştür.



Şekil 5.24: BTEX dağılım haritası.

Hekzansız TUOB Dağılım Haritası: Genel kirliliğin ve dağılımının incelenebilmesi için Şekil 5.25 de belirtilen Hekzansız TUOB dağılım haritası oluşturulmuştur. Harita incelendiğinde, Diliskelesi Mahallesi (N11), Mimar Sinan Mahallesi (N3) ve Fatih Mahallesi (N10) noktalarında yoğunlaştığı görülmüştür.



Şekil 5.25: Hekzansız TUOB dağılım haritası.

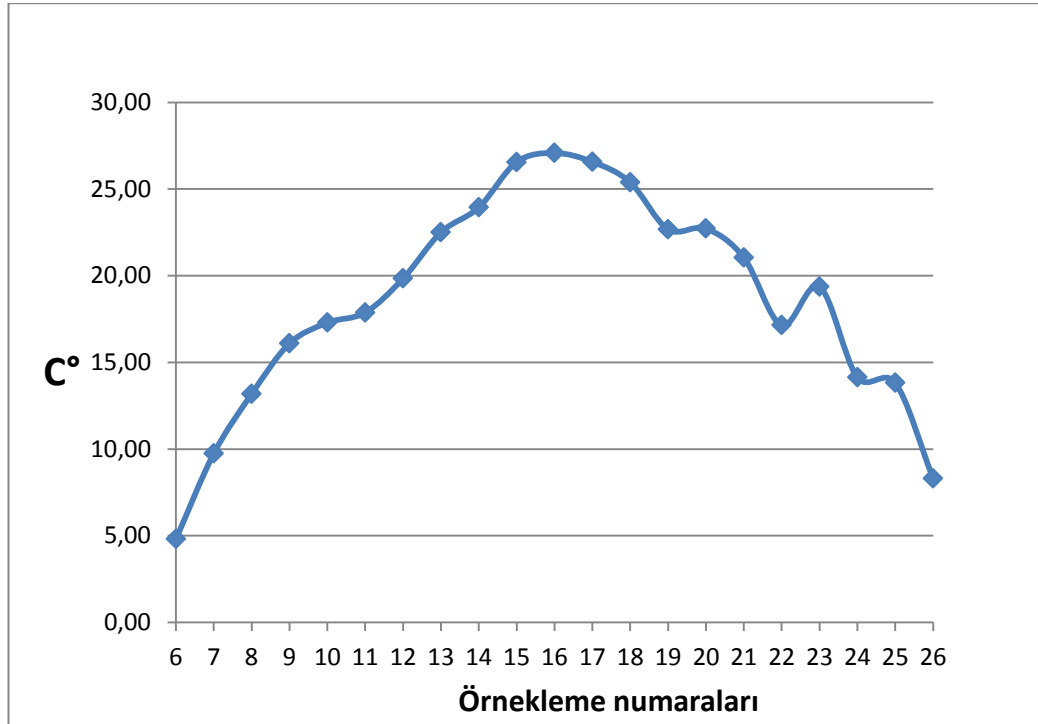
Dağılım haritalarına göre çalışma kapsamında konuma bağlı değişimler incelendiğinde, kirliliğin en yoğun olarak görüldüğü yerler Diliskelesi Mahallesi (N11), Fatih Mahallesi (N10), Mimar Sinan Mahallesi (N3) noktaları olmuş, en temiz yerler ise Çerkeşli Köyü (N5), Köselers Köyü (N6) ve Turgut Özal Mahallesi (N7) noktaları olmuştur. Bölüm 5.4 te detaylı olarak incelediğimiz zamana bağlı değişimler sonuçlarında yazın UOB emisyonlarının kışa oranla daha yüksek görüldüğü belirlenmiştir.

5.3. Meteorolojik Faktörlerin Etkisinin İncelenmesi

5.3.1. Sıcaklığın Etkisi

Çalışma süresince GYTE–Muallimköy noktasında “Davis Weatherlink Vantage Pro2” model meteoroloji istasyonu ile sürekli olarak sıcaklık, yağış miktarı, hakim rüzgâr yönü gibi parametreler gözlemlenmiş ve kaydedilmiştir. Bu istasyonda meydana gelen cihaz kaynaklı hatalardan dolayı sonuçların alınmadığı tarihler için Çevre ve şehircilik Bakanlığı’na ait olan Dilovası OSB istasyonundan alınan sonuçlar kullanılmıştır. Verilerin her iki istasyondan alınmadığı günlerin olduğu örnekleme haftaları değerlendirilmeye alınmamıştır. Bu sonuçlara dayanarak çalışma için meteorolojik parametrelerin etkisi incelenmiştir.

Yapılan örneklemler süresince yarım saatlik olarak alınan sıcaklık verilerinin 2 haftalık örneklemlere denk gelecek şekilde ortalamaları hesaplanmış ve bu sıcaklık değerleri Şekil 5.26’ de verilmiştir.



Şekil 5.26: İki haftalık örneklemlerin ortalama sıcaklık değerleri.

Muallimköy GYTE (N12) noktasına ait pentan, benzen, toluen, BTEX ve Hekzansız TUOB konsantrasyonları ve sıcaklık parametresi arasındaki korelasyon incelenmiş olup sonuçlar Tablo 5.6'da verilmiştir.

Tablo 5.6: Ölçülen bazı UOBler ile sıcaklık arasındaki korelasyon değerleri.

	Pentan	Benzen	Toluen	TUOB-Hekzan	BTEX	SICAKLIK
SICAKLIK	-0.77	-0.89	0.48	0.36	0.44	1

Excel veri analizi programı ile oluşturulan korelasyon tablosunda konsantrasyon değerleri GYTE Muallimköy (N12) noktasından alınan iki haftalık örnekler ve aynı noktadan alınan sıcaklık değerleri ile oluşturulmuştur. Tablo 5.6 da verilen değerlerde görüldüğü gibi sıcaklık ile en yüksek korelasyon Benzen konsantrasyonu arasında olmuştur, -0.89 ile belirtilen değer sıcaklık ile benzen konsantrasyonunun ters orantı gösterdiğini belirtmektedir. Benzer şekilde Toluen için 0.48 Hekzansız TUOB için 0.36 değeri sıcaklık ile bileşiklerin konsantrasyonunun arttığını belirtmektedir.

5.3.2. Rüzgârın Etkisi

Bölgede yapılan ölçümler sonucu rüzgâr esme yönleri ile kirletici dağılımının değerlendirilebilmesi için meteorolojik verilerde iki haftalık örneklemeler için rüzgâr esme sayılarına ve kirleticilerin konsantrasyonlarına dayalı korelasyon incelendi. Kirletici dağılımını anlayabilmek ve kaynak hakkında fikir edinebilmek için sanayi tesislerinin batısında kalan GYTE noktası ve nispeten doğusunda kalan Turgut Özal noktası için korelasyon verilerini gösteren Tablo 5.7 ve Tablo 5.8 oluşturuldu. Ancak meteorolojik parametreler sadece GYTE noktasında ölçüldüğünden diğer noktada kullanılması çok güvenilir olmayacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 5.7: GYTE noktası için seçilen UOB konsantrasyonlarının yöne göre belirlenmiş rüzgâr esme sayıları ile olan korelasyonları.

Yön	Hekzan	Benzen	Toluen	Etilbenzen	m-p ksilen	o-ksilen	nonan	stiren	Limonen
K	0.15	-0.09	0.37	-0.01	0.06	-0.15	0.61*	0.03	0.06
KKD	0.09	-0.12	0.33	-0.05	0.11	-0.13	-0.01	-0.14	-0.39*
KD	0.29	-0.26	0.04	-0.37	-0.22	-0.19	-0.23	-0.22	-0.57*
DKD	0.12	-0.28	0.34	-0.03	0.09	-0.08	0.12	0.29	-0.11
D	0.32	-0.26	-0.03	-0.32	-0.21	-0.18	-0.27	-0.12	-0.48*
DGD	0.42*	0.36	-0.17	-0.31	-0.05	-0.42	-0.28	-0.31	-0.31
GD	-0.37	0.12	-0.10	0.44*	0.38*	0.50*	-0.16	0.45*	0.46*
GGD	-0.24	0.06	-0.34	-0.10	-0.16	-0.08	-0.10	-0.28	0.23
G	-0.28	0.05	-0.34	0.06	-0.17	0.15	-0.23	-0.22	0.06
GGB	-0.42*	0.38*	-0.27	0.28	0.07	0.17	-0.26	0.03	0.28
GB	-0.37	0.24	-0.08	0.65*	0.43*	0.71*	-0.13	0.78*	0.63*
BGB	-0.45*	0.02	-0.42*	0.23	-0.04	0.46*	-0.38	0.25	0.52*
B	-0.45*	0.24	-0.35	0.44*	0.11	0.54*	-0.25	0.38*	0.57*
BKB	-0.26	0.31	-0.38*	0.01	-0.17	-0.10	-0.09	-0.23	0.09
KB	-0.19	0.23	-0.34	-0.05	-0.27	-0.11	-0.23	-0.39*	-0.11
KKB	-0.06	0.07	-0.50*	-0.20	-0.25	-0.13	-0.42*	-0.45*	0.01

GYTE (N12) noktasındaki meteorolojik istasyon verilerinin 2 haftalık ortalamalarına karşılık gelen seçilen UOB konsantrasyonlarının 16 yön için verilmiş esme sayıları ile nasıl bir korelasyon gösterildiğine bakıldı. 0.05 derecesinde istatistiksel olarak anlamlı veriler tablo5.7 de işaretlendi. Belli bir yönden esme sayısı ile kirletici konsantrasyonu arasındaki pozitif anlamlı bir korelasyon bu yönden gelen rüzgârların bu kirleticiyi taşıdığına göstergesi olabilir. Buna göre Hekzan DGD yönünden esen rüzgârlar arttıkça artarken benzenin GGB yönünden esen rüzgârla artış gösterdiği, nonanın K yönünden esen rüzgâr arttıkça artışı ve etilbenzen, m-p ksilen, o-ksilen, stiren ve limonenin GB ve GD yönünden esen rüzgâr ile artış gösterdiği sonucuna varılmıştır. Toluen için anlamlı bir yön konsantrasyon korelasyonuna rastlanmamıştır. Bölgenin yoğun sanayi noktalarını

gösterir haritaya (Şekil 5.27) bakıldığında genel olarak GD yönünden esen rüzgârın bu noktadaki kirliliği taşıdığı düşünülmektedir. GB yönünden gelen rüzgârların bu kirleticileri taşımalarının nedeni ise bölgedeki hava kütlelerinin zamana bağlı hareketlerinin bilinmesi ve geri yörünge analizlerinin yapılarak meteorolojik etkilerin değerlendirilmesiyle daha iyi anlaşılabilir.



Şekil 5.27: Dilovası Bölgesinde bulunan sanayi tesisleri haritası.

Turgut Özal noktasına (N7) bakıldığında ise bazı bileşiklerin çoğunlukla batı güney batı gibi yönlerden geldiğini görüyoruz. Esme sayıları ile kirleticiler konsantrasyonları arasında anlamlı bir ilişki saptayabilmek için oluşturulan Tablo 5.8 incelendiğinde benzen ve limonenin BKB yönünden esen rüzgârlar arttığında, etilbenzen ve stirenin batı yönünden, m-p ksilen ve o-ksilenin BGB yönünden esen rüzgârlar ve nonanın kuzey yönünden esen rüzgârlar arttığında artış gösterdiği saptanmıştır. Turgut Özal noktası için bakıldığında hekzan ve toluen için benzer şekilde anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Bölgenin yoğun sanayi noktalarını gösterir haritaya (Şekil 5.25) bakıldığında rüzgârın sanayi noktadaki kirliliği taşıdığı düşünülmektedir.

Tablo 5.8: Turgut Özal noktası için seçilen UOB konsantrasyonlarının yöne göre belirlenmiş rüzgâr esme sayıları ile olan korelasyonları.

Yönler	Hekzan	Benzen	Toluen	Etilbenzen	m-p ksilen	o-ksilen	nonan	stiren	Limonen
K	0.27	-0.18	0.18	-0.26	-0.29	-0.25	0.41*	-0.19	0.05
KKD	0.08	-0.26	0.08	-0.33	-0.26	-0.53*	-0.05	-0.47*	-0.04
KD	0.06	-0.30	-0.13	-0.50*	-0.33	-0.44*	-0.22	-0.44*	-0.40*
DKD	0.05	-0.44	-0.06	-0.37	-0.24	-0.48*	-0.01	-0.42*	-0.43*
D	-0.02	-0.30	-0.11	-0.45*	-0.16	-0.40*	-0.19	-0.47*	-0.47*
DGD	0.14	0.42	-0.07	-0.33	-0.23	-0.37	-0.25	-0.28	0.04
GD	-0.27	0.03	0.02	0.40*	0.28	0.31	-0.14	0.10	0.13
GGD	-0.16	0.24	-0.09	0.39*	0.48*	0.48*	-0.01	0.38*	0.33
G	-0.20	0.24	-0.13	0.39*	0.29	0.51*	-0.07	0.38*	0.37
GGB	-0.36	0.47*	-0.11	0.56*	0.38*	0.50*	-0.10	0.59*	0.35
GB	-0.34	0.05	0.07	0.62*	0.31	0.52*	-0.09	0.41*	-0.06
BGB	-0.27	0.14	-0.18	0.76*	0.60*	0.86*	-0.31	0.72*	-0.02
B	-0.32	0.34	-0.03	0.81*	0.62*	0.84*	-0.11	0.80*	0.17
BKB	-0.25	0.64*	-0.03	0.42*	0.51*	0.49*	0.14	0.55*	0.40*
KB	-0.22	0.56*	-0.09	0.35	0.24	0.43*	-0.03	0.48*	0.36
KKB	-0.07	0.35	-0.09	0.36	0.38*	0.45*	-0.25	0.37	0.30

Bileşikler Arası Korelasyon: Bileşikler arasındaki korelasyon pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirilerek kuvvetli korelasyonlar gösteren bileşikler Tablo 5.9’da belirtilmiş, 0.05 derecesinde istatistiksel olarak anlamlı veriler tabloda işaretlenmiştir. Hekzan ile metilsiklopentan arasında çok kuvvetli bir korelasyon görülmektedir ($r = 0.83$). Toluen ise en çok nonan ve 1-2 Dikloroetan ile ilişkilidir. Benzen en yüksek ilişkiyi naftalin ile gösterirken, etil benzen ve ksilenler arasında da yine yüksek bir korelasyon görülmektedir ($r > 0.9$). Ksilenler ve etil benzen ayrıca oktan ve n-dodekan ile de ilişkilidirler. Stiren de yine en çok ksilen ve etil benzenle ilişki göstermektedir.

TUOB ise en baskın tür olan hekzan ve dolayısıyla metilsiklopentan ile en büyük korelasyonu gösterirken TUOB’yi etkileyen ikinci türün toluen olduğu görülmektedir.

Tablo 5.9: Seçili bileşikler arasındaki korelasyon.

Bileşik	hekzan	metilsiklopentan	1.2-Dikloroethen	Benzen	Toluen	oktan	dibromoklorometan	Etilbenzen	m-p ksilen	o-ksilen	nonan	Stiren	limonen	n-dodekan	Naftalin	n-tridekan	TUOB
hekzan	1.00																
Metilsiklopentan	0.83	1.00															
1.2-Dikloroethen	-0.17	-0.15	1.00														
Benzen	-0.20	-0.21	-0.38	1.00													
Toluen	0.33	0.47	0.73	-0.13	1.00												
oktan	0.09	0.19	0.32	0.04	0.46	1.00											
Dibromoklorometan	-0.19	-0.23	-0.53	0.20	0.37	0.06	1.00										
Etilbenzen	-0.18	-0.17	-0.20	0.19	0.18	0.54	0.55	1.00									
m-p ksilen	-0.07	0.05	0.06	0.14	0.38	0.59	0.65	0.91	1.00								
o-ksilen	-0.19	-0.20	-0.20	0.15	0.10	0.41	0.70	0.92	0.81	1.00							
nonan	0.13	0.48	0.81	-0.13	0.76	0.44	-0.29	0.08	0.32	0.00	1.00						
Stiren	-0.08	0.00	-0.19	0.10	0.17	0.35	0.30	0.45	0.41	0.40	0.14	1.00					
limonen	-0.12	-0.09	-0.08	0.23	0.03	0.02	0.17	0.25	0.26	0.21	-0.01	0.15	1.00				
n-dodekan	-0.05	-0.01	0.18	0.23	0.27	0.65	0.13	0.57	0.58	0.39	0.20	0.30	0.15	1.00			
Naftalin	-0.25	-0.23	-0.38	0.83	-0.21	-0.08	-0.18	0.02	-0.05	0.04	-0.18	0.00	0.31	0.00	1.00		
n-tridekan	-0.12	-0.11	-0.28	0.20	-0.01	0.55	0.42	0.45	0.37	0.36	0.02	0.46	0.07	0.53	0.09	1.00	
TUOB	0.99	0.87	0.06	-0.15	0.45	0.18	-0.15	-0.11	0.02	-0.14	0.25	-0.02	-0.09	0.03	-0.24	-0.08	1.00

5.4. PCA Analiz Sonuçları ve UOB Kaynakları

UOBlerin kaynaklarına dair bir inceleme yapmak üzere veriye SPSS programı kullanılarak temel bileşen analizi (PCA, principle component analysis) uygulanmıştır.

Varimax rotasyonu kullanılarak yapılan analizde aygen değerleri 1'in üzerindeki bileşenler faktör olarak seçilmiştir. Her bir noktaya ayrı ayrı PCA uygulandığında faktörlerin bileşikler arasında bir ayırım yapmadığı (her faktörde birçok bileşik yükünün birden bulunması) görülmüştür. Daha fazla sayıda verinin elde edilmesi ve daha farklı hava kalite parametrelerinin de veri bankasına eklenerek PCA analiz sonuçlarının anlamlı bir hale gelmesi mümkün olabilecektir.

Genelde Dilovası'na ait kaynaklara dair bir fikir edinmek açısından tüm noktalardaki iki haftalık pasif ölçüm verilerini kullanarak PCA analizi yapıldığında aşağıdaki tabloda gösterilen bileşenlerden oluşan 6 faktör ortaya çıkmıştır (Tablo5.10). 6 faktör verideki toplam değişkenliğin %78'ini açıklamaktadır. F1 ve F2 faktörleri toplam değişkenliğin %48'sini açıklamaktadır. F1 daha çok hafif UOBler ve nonandan oluşmaktadır. F2 ise ağırlıklı olarak etilbenzen ve ksilenlere işaret etmektedir. Bu iki grubun araç yakıtlarından kaynaklandığı düşünülebilir. F3 ise en fazla alkanların ağırlıkları bulunduğu görülmektedir. Hekzanın F5 faktöründe benzenin ise F6 faktöründe ağırlıklı olduğunu görüyoruz. Araç trafiği ve endüstrinin iç içe geçtiği tüm Dilovası'nın kaynakları göz önüne alındığında her bir faktörün hem endüstri hem de araç emisyonlarından belli ölçüde etkilenebilmektedir. PCA analizinin daha sağlıklı yapılabilmesi için ilçede bulunan özellikle çözücü depolayan ve kullanan olmak üzere UOB emisyonları olan endüstrilerin emisyon içeriklerinin bilinmesi yararlı olacaktır.

Tablo 5.10: Dilovası bölgesi için yapılan PCA sonuçları.

Bileşikler	Bileşen Yükler					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
PENTAN				.436		.547
Diklorometan	.877					
HEKZAN					.794	
metilsiklopentan	.815				.477	
BENZEN						.461
TOLUEN	.866					
OKTAN			.794			
Tetrakloroeten				.668		
Etilbenzen		.967				
m-p ksilen		.936				
o-Ksilen		.931				
NONAN	.944					
STİREN				.809		
LİMONEN						.814
FENOL			.459			
n-dodekan			.791			
n-tridekan			.562	.674		
ETANOL					.791	
1-kloro-2-metilbutan	.498		.735			
3-metilpentan	.508		.764			
1.3.5-Trimetilbenzen		.684	.426			
1.2-Diklorobenzen						.764
Değişke (%)	27	21	9	7	7	6

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Tenax TA adsorbent tüpleri kullanılarak Dilovası Bölgesi'nde 12 farklı noktada dış ortam havasında uzun süreli(2 haftalık) pasif örnekleme metodu ile UOB ölçümleri Şubat- Aralık 2012 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Örnekler TD-GC-MS sistemi ile analiz edilmiştir. Ön denemelerde belirlenen 38 bileşik açısından örnekler türlendirilmiş ve nicelendirilmiştir.

İzleme sonuçlarına göre Dilovası bölgesinde konuma bağlı olarak en yoğun kirliliğe maruz kalan yerlerin Diliskelesi Mahallesi, Fatih Mahallesi, Mimar Sinan Mahallesi gibi sanayi tesislerine yakın olup çanağın içindeki noktalar olduğu belirlenmiştir. Bölgedeki UOB kirliliği açısından en temiz yerler ise Çerkeşli Köyü ve Köseler Köyü gibi çanağın dışında ve Dilovası merkezinin kuzey tepelerinde kalan ve seyrek yerleşim bulunan noktalardır. En kirli noktadaki ortalama hekzan, toluen ve benzen konsantrasyonu sırasıyla 301.05 ve 57.02, 3.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür.

Her noktada ortalama 404 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olmak üzere çok yüksek bir Hekzan kirliliği belirlenmiştir. Hekzan ile metilsiklopentan arasındaki yüksek korelasyon ($r = 0.83$) ticari olarak hekzan kullanan sanayi faaliyetlerinin bu kirliliğin kaynağı olduğuna işaret etmektedir. Bölgedeki sanayi kuruluşların kullandıkları ve/veya depoladıkları kimyasalların bilinmesiyle Hekzan kaynağı saptanabilecektir.

GYTE noktasındaki meteorolojik istasyon verilerinin 2 haftalık ortalamalarına karşılık gelen, seçilen UOB konsantrasyonlarının 16 yön için verilmiş esme sayıları ile nasıl bir korelasyon gösterdiğine bakıldığında Hekzan DGD yönünden esen rüzgârlar arttıkça artarken benzenin GGB yönünden esen rüzgârla artış gösterdiği, etilbenzen, m-p ksilen, o-ksilen, stiren ve limonenin GB ve GD yönünden esen rüzgâr ile artış gösterdiği görülmüştür. Toluene için anlamlı bir yön konsantrasyon korelasyonuna rastlanmamıştır. Bölgedeki hava kütlelerinin zamana bağlı hareketlerinin bilinmesi ve geri yörünge analizleri yapılarak meteorolojik etkiler daha iyi anlaşılabilir. Bölgenin topoğrafik yapısı göz önünde bulundurulduğunda her noktada rüzgâr hızı, yönü ve genel olarak meteorolojik faktörlerinin değişeceğinden diğer noktalar için de meteorolojik verinin eş zamanlı olarak ölçülmesi önemlidir.

Belirlenen bileşikler ile sıcaklık arasındaki ilişki incelenmiş ve Benzen ve Pentan konsantrasyonlarının sıcaklıkla ters orantılı olarak değiştiği Toluen ve Hekzan konsantrasyonunun ise sıcaklık ile arttığı belirlenmiştir. Sıcaklıkla artış buharlaşma kayıplarının sıcaklıkla artmasına işaret ederken, sıcaklıkla azalma gösteren türler için Tenax'ın tutma kapasitesinin düşmesi ve bu türlerin daha etkin bir şekilde atmosferden çıkarılmasıyla açıklanabilir.

Çalışma, Dilovası Bölgesi'nin en yüksek kuzey noktalarına yeni yapılan OSB'ler tam olarak faaliyete geçmeden ve İzmir-İstanbul arasında inşaatı süren otoyol araç trafiğine açılmadan önce yapıldığı için bölgenin buradaki potansiyel kirlenici kaynaklarından önceki durumunu belirlemesi açısından da büyük önem taşımaktadır. Bölgede sürekli izleme noktası seçilirken, bu çalışmada temiz olarak belirlenen yerler de göz önüne alınmalıdır.

Çalışma süresince iki hafta sürelerle hem günlük, hem haftalık ve hem de iki haftalık tüplerle toplanan UOB miktarlarının karşılaştırılması sonucu geri difüzyona ait önemli sonuçlar ortaya çıkmıştır. Özellikle Hekzan bileşiği gibi uçucu olan bileşikler için Tenax TA adsorbentinin tutma kapasitesinden kaynaklı kayıp miktarlarının %99 kadar çıktığı görülmüştür. Diğer tüm türler için de iki haftalık tüplerdeki kayıplar bölgedeki yüksek konsantrasyon ve değişkenlik nedeniyle %80lere varmıştır. Bu nedenle pasif örneklemeyle elde edilen konsantrasyon değerleri gerçek konsantrasyon değerlerinin büyük ölçüde altında olacağı bilinmelidir. Örnekleme süresinin artması kayıpları artırdığı görülmüştür. Bu nedenle kirlenmelerin izlenmesi için uygun pasif örnekleme süre seçiminin çok önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen bölgenin genel UOB kirliliği dağılımı ve çeşitliliği dikkate alındığında yoğun kirlilik yükü bulunan endüstriyel alanlar için uygun izleme metodu Tenax yanında Karbotrap ve Karbograf adsorbentleri de kullanılarak daha kısa süreli, günlük veya 1 haftalık, pasif izleme olabilir. Pasif izlemenin güvenilirliği için her noktada en az 3 tüp ile örnekleme yapılmalıdır. Konsantrasyonlardaki değişkenliği karşılayabilmek için bir tüp split oranlarını belirlede kullanılmalıdır.

Yapılan çalışma sanayi açısından önemli bir bölge olan Dilovası Bölgesi için sürekli izlemenin gerekliliğini ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında ortaya çıkarılan zamansal ve konumsal UOB dağılımı ve bölgedeki UOB içerisindeki başlıca bileşiklerin saptanması daha sonra yapılacak olan uzun süreli sürekli izleme projeleri için temel bir veri seti niteliğinde olacaktır.

KAYNAKLAR

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

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

Arslanbaş D., (2008), "Kocaeli'nde Konut, İşyeri ve Okullarda Uçucu Organik Bileşiklerin Belirlenmesi", Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi.

Aslan S., Korucu M. K., Karademir, A., Durmusoglu, E., (2010), "Levels of PCDD/Fs in local and non-local food samples collected from a highly polluted area in Turkey", *Chemosphere*, 10, 1213-1219.

Aslan G., Özeren F., Kavcar P., Sofuoğlu A., İnal F., Odabası M., Sofuoğlu S.C. (2008), "İzmir Metropol Alanında İki İlköğretim Okulunda Kış ve Bahar Dönemlerinde Uçucu Organik Bileşik ve Formaldehit Derişimleri", *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu*, 81-94, Hatay-Türkiye, 21-25 Ekim.

ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (2000), *Toxicological Profile for Toluene*, U.S. Department Of Health And Human Services, Atlanta.

ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (2007), *Toxicological Profile for Xylene*, U.S. Department Of Health And Human Services, Atlanta.

ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (2007a), *Toxicological Profile for ethylbenzene*, U.S. Department Of Health And Human Services, Atlanta.

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

Bahrami A.R., (2001), "Distribution Of Volatile Organic Compounds In Ambient Air Of Tehran", *Archives of Environmental Health*, 56, 379-380.

Bardana E.J., Montanaro A., (1996), "Indoor Air Pollution And Health", Oregon Health Sciences University, Portland.

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

Bayır S., (2013), "Dış Ortam Havasındaki Uçucu Organik Bileşiklerin Uzun Süreli Pasif Örnekleme Yöntemi İle İzlenebilirliğinin Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü.

Büyükcınar G., (2011), “Sanayi Bölgelerinde Maruz Kalınan Uçucu Organik Bileşik Seviyelerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi.

CAA, The Clean Air Act, (1991), “Clean Air Act 42 US Code”, US Government Printing Office, Washington.

Carter W.P.L., (1994), “Development of ozone reactivity scales for volatile organic compounds”, J. Air Waste Manage, 44, 881–899.

Cal-EPA (California Environmental Protection Agency), (2002), “Standard Operating Procedure For The Determination of Aromatic and Halogenated Compounds in Ambient Air by Capillary Column Gas chromatography/Mass Spectrometry”, California.

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

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

Çetin B., (2012), “Yoğun Sanayi Bölgesi Dilovası’ndan Toplanan Toprak Örneklerinde Çok Bromlu Difenil Eterlerin (PBDE) ve Ağır Metallerin İncelenmesi”, Türkiyede Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu VII, 107-108, İstanbul-Türkiye, 21-22 Kasım.

Civan M., Elbir T., Seyfioğlu R., Sofuoğlu S., Bayram A., Müezzinoğlu A., Odabaşı M., Kuntasal Ö., Bozlaker A., Pekey H., Andiç Ö., Yurdakul S., Tuncel G., (2008), “Aliağa bölgesindeki inorganik ve uçucu organik bileşiklerin pasif örnekleme metoduyla belirlenmesi”, Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-178-193 Hatay-Türkiye, 21-25 Ekim.

Civan M., Yurdakul S., Tuncel G., (2012), “Improvement of uptake rate equations depending on meteorological conditions for 25 volatile organic compounds”, Talanta, 99, 720–729.

Civan M., (2010), “Spatial Distribution Of Organic Pollutants In Bursa Atmosphere: Seasonality And Health Effects”, Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Cox R. M., (2003), “The use of passive sampling to monitor forest exposure to O₃, NO₂ and SO₂: a review and some case studies”, Environmental Pollution, 126 (3), 301–311.

De Nevers, N., (1995), “Air Pollution Control Engineering”, McGraw-Hill, Inc., New York.

Dewulf J., Langenhove V.H., (2002), “Analysis of Volatile Organic Compounds Using Gas Chromatography”, Trends in Analytical Chemistry, 21, 9-10.

Derwent R.G., (1995), "Sources, distributions, and fates of VOCs in the atmosphere", *Environmental Science and Technology*, 12, 123-129.

Demirel G., (2010), "Eskişehir, İskenderun ve Payas'taki İlköğretim Okulu Öğrencilerinin Uçucu Organik Bileşiklere Kişisel Maruziyetlerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniveristesi.

Dinçer Y., (2001), "Gebze İlçesi Analitik Araştırma Raporu", Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

Doğrul-Demiray A., Yolcubal I., Akyol N. H., Cobanoğlu G., (2012), "Biomonitoring of airborne metals using the Lichen *Xanthoria parietina* in Kocaeli Province, Turkey", *Ecological Indicators*, 18, 632-643.

Elbir T., Çetin B., Çetin E., Bayram A., Odabası M., (2007), "Characterization of volatile organic compounds (VOCs) and their sources in the air of Izmir, Turkey", *Environ. Monit. Assess.*, 133, 149-160.

Ergenekon P., Öztürk, N., Tavşan S. , (2009), "Environmental air Levels of VOCs by Thermal Desorption-Gas Chromatography in an Industrial Town", *Fresenius Journal of Environmental Bulletin*, 18 (11), 1999-2003.

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

Geng F., Tie X., Xu J., Zhou G., Peng L., Gao W., Tang X., Zhao C., (2008), "Characterizations of ozone, NO_x, and VOCs measured in Shanghai, China.", *Atmospheric Environment*, 42, 6873-6883.

Grandjean P., (1990), *Skin Penetration: Hazardous Chemicals at Work*, Taylor and Francis Inc, London.

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

Gündüz T., (2007), *İnstrümental Analiz*, Gazi Kitabevi, Ankara.

Hagerman L.M., Aneja V.P., Lonneman W.A., (2007), "Characterization of nonmethane hydrocarbons in the rural Southeast United States.", *Atmospheric Environment*, 31, 4017-4038.

Hester R.E., Harrison R.M. (1998), *Air Pollution and Health*, Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Hoed N., Halmans M.T.H., (1987), *American Industrial Hygiene Association Journal.*, 48 (4), 364-373.

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

Horton A., Murray F., Bulsara M., Hinwood A., Farrar D., (2006), "Personal monitoring of benzene in Perth, Western Australia: The contribution of sources to non industrial personal exposure," *Atmospheric Environment*, 40, 2596-2606.

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

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

Kara G., (2008), "Konya Kent Atmosferinde Sabit Ve Motorlu Taşıt Kaynaklı Poliaromatik Hidrokarbonlar Ve Bazı Uçucu Organik Bileşiklerin Tayini Ve İzlenmesi", Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi.

Karpuzcu M., (2004), "Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü", Kubbealtı Neşriyat, İstanbul.

Kılıc N., Ballantine J. A., , (2000), "Magnitudes of Back Diffusion during long-term diffusive sampling of volatile organic compounds using carbotrap and Chromosorb 106 ." *Turk J Chem.*, 24, 131- 139.

Kılıc N., Ballantine J. A., (1998), "Comparison of Various adsorbents for long-term diffusive sampling of volatile organic compounds.", *Analyst*, 123, 1795–1797.

Kume K., Ohura T., Amagari T., Fusaya M., (2004), "Field monitoring of volatile organic compounds using passive air samplers in an industrial city in Japan." *Environmental Pollution*, 153, 649-657.

Kuntasal O. Ö., (2005), "Temporal Variations and Sources of Organic Pollution in Two Urban Atmospheres; Ankara and Ottawa", Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

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

Li S., Chen S., Zhu L., Chen X., Yao C., Shen X., (2009), "Concentrations and risk assessment of selected monoaromatic hydrocarbons in buses and bus stations of Hangzhou, China", *Science Of The Total Environment*, 407,2004-2011.

Marmara Kalkınma Ajansı, (2011), "Çevre Ve Bölgesel Kalkınmada Dilovası Örneği Çalıştayı Raporu ve Eylem Planı", MARKA Yayınları Serisi, Kocaeli.

Mc Dermott H. J., (2004), *Air Monitoring for Toxic Exposures*, John Wiley and Sons, Inc., California.

Mc Lachlan J., (1980), Estrogens in the Environment, Elsevier North Holland Inc., New York.

Müezzinoğlu A., (2003), Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.

Markes, (2011), Thermal Desorption Technical Support Note 1: Uptake Rates for Tube Type, Axial Diffusive Sampler.

Monn C., (2001), “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.

Monod A., Sive B.C., Avino P., Chen T., Blake D.R., Rowland F.S., (2001), “Monoaromatic compounds in ambient air of various cities: a focus on correlations between the xylenes and ethylbenzene”, Atmospheric Environment, 35, 135–149.

Nordstrand E., Kristensson J., (1994) , “A computer program for simulating the function of thick bed diffusive samplers - ideal and effective uptake rates and a theoretical model for reverse diffusion” , American Industrial Hygiene Association Journal, 55 (10), 935-941.

Ohura T., Amagai T., Shen X., Li S., Zhang P., Zhu L., (2009), “Comparative study on indoor air quality in Japan and China: Characteristics of residential indoor and outdoor VOCs”, Atmospheric Environment, 43, 6352-6359.

Plaisance H., (2011), “The effect of the wind velocity on the uptake rates of various diffusive samplers”, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 91 (14), 1341-1352.

Pluschke P., (2004), Indoor Air Pollution, Springer, Western Europe.

Pekey B., Yılmaz, H., (2011), ”The use of passive sampling to monitor spatial trends of volatile organic compounds (VOCs) at an industrial city of Turkey”. Microchemical Journal, 97, 213-219.

Pekey H., Arslanbas, D., (2008), “The Relationship Between Indoor, Outdoor and Personal VOC Concentrations in Homes, Offices and Schools in the 120 Metropolitan Region of Kocaeli, Turkey”, Water and Soil Pollution, 191, 113-129.

Probert, S.M., (2000), “Community Sampling of Volatile Organic Compounds in the Capital Health Region: A Health Perspective”, Yüksek Lisans Tezi, Alberta Üniversitesi.

Seethapathy S., Górecki T., (2008), “Passive sampling in environmental analysis” Journal of Chromatography A, 1184, 234–253.

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

Scheff, P.A., Wadden, R.A., Bates, B.A., Aronian, P.F., (1993), "Source fingerprints for receptor modeling of volatile organics". Journal of the Air Pollution Control Association, 39, 469–478.

Sivaslıgil A., (2007), "Gebze-Dilovası'nda Partikül Madde Kirliliği: Kirletici Kaynakların Dökümü ve Partikül Madde Kanserojenik PAH Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü.

Sofuoğlu Sait C., Odabaşı M., Sofuoğlu A., (2007), VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 405-412, İzmir- Türkiye, 25-27 Ekim.

Sofuoğlu S.C., Baytak, D., Bayram, A., Müezzinoğlu, A., Odabaşı M., Seyfioğlu, R., Elbir T., Tuncel, G. (2008), "İzmir-Aliaga'da Hava Kirleticilerine Maruziyet ve Bundan Kaynaklanan Sağlık Riskleri", Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 22-25 Ekim Hatay.

Srivastava A., Joseph A.E., Devotta S. (2006) "Volatile organic compounds in ambient air of Mumbai—India," Atmospheric Environment, 40, 892-903.

Srivastava A., Sengupta B., Dutta S.A., (2005), "Source apportionment of ambient VOCs in Delhi city", Science Total Environment, 343, 207–220.

Srivastava A., and Mazumdar D., (2011), "Monitoring and Reporting VOCs in Ambient Air" Air Quality Monitoring, Assessment and Management, Dr. Nicolas Mazzeo (Ed.), 137-148.

TBMM, (2006), " Kocaeli'nin Gebze İlçesi'nin Dilovası Beldesi'ndeki Sanayi Atıklarının Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkilerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan (53710/ 254,258) Esas Numaralı Meclis Araştırma Raporu", 18, Ankara.

Tezkızan S., (2010), "Gebze-Dilovası Arasında Sanayi Faaliyetlerinin Gelişimi ve Çevreye Olan Etkileri", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi.

Truc V.T.Q., Oanh N.T.K., (2007), "Roadside BTEX and Other Gaseous Air Pollutants in Relation to Emission Sources, "Atmospheric Environment, 41, 7685–7697.

US EPA, (United States Environmental Protection Agency), (1990), "Risk Assessment for Air Pollutants: A Citizen's Guide", Air Risk Information Support Center, EPA-450/3-90-024, New York.

US EPA, (United States Environmental Protection Agency), (1998), "Carcinogenic effects of benzene: an update" Office of Research and Development, EPA/600/P-97001F. Washington.

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

Verschueren K., (1977), "Handbook of Enviromental Data on Organic Chemicals", Von Nostrand Reinhold Company, New York.

WHO, World Health Organization Regional Office for Europe, (2000), Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publications, Copenhagen.

Yorulmaz S., Civan M., and Tuncel G., (2008), "Investigation of the Light Hydrocarbons in Bursa Atmosphere." Proceedings of the Global Conference on Global Warming-2009, 965-972, Istanbul.

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

Zou S.C., Cao Z.X., Lai S.C., (2003), "Exposure level of carbon monoxide and respirable suspended particulate in public transportation modes while commuting in urban area of Guangzhou, China", Atmospheric Environment 36, 5831–5840.

Web 1, (2004), <http://www.atsdr.cdc.gov/> , (Erişim Tarihi : 10/11/2012).

Web 2, (2012), <http://www.oeaw.ac.at/krl/>, (Erişim Tarihi:13/2012).

Web 3, (2013), <http://www.dosb.com.tr/TR/Companies.aspx>, (Erişim Tarihi: 10/06/2013).

Web 4, (2012), <http://www.eea.europa.eu/publications/TEC11a/page005.html>, (Erişim Tarihi: 05/06/2012).

Web 5, (2013), <http://imesosb.org/tr/default.asp/İMESOSB'de Son Durum>, (Erişim Tarihi:10/06/2013).

Web 6, (2013), <http://www.kosano.org.tr/> (Erişim Tarihi:10/05/2013).

Web 7, (2012), <http://www.eastchem.com.tr/tr/msds.html> (Erişim Tarihi:20/04/2012).

Web 8, (2012), http://www.tekkim.com.tr/lib_g_sertifika/10.PDF, (Erişim Tarihi: 20/04/2012).

Web 9, (2011), <http://www.td.markes.com>, (Erişim Tarihi:12/03/2011).

Web 10, (2013), <http://www.dilovasi.gov.tr/>, (Erişim Tarihi:15/05/2013).

Web 11, (2012), <http://www.epa.gov/air/emissions/voc.htm>, (Erişim Tarihi: 10/02/2012).

ÖZGEÇMİŞ

06.01.1987 tarihinde İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladı. Üniversite öğrenimine 2004 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fizik bölümünde başladı. 2010 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümünde Pınar ERGENEKON danışmanlığında Hava Kirliliği alanında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2011-2013 yılları arasında 110Y138 kodlu TÜBİTAK projesinde proje asistanlığı yaptı. Şuan ARD Enerji firmasında, Yenilenebilir Enerji sistemleri konusunda proje sorumlusu olarak çalışmaktadır.

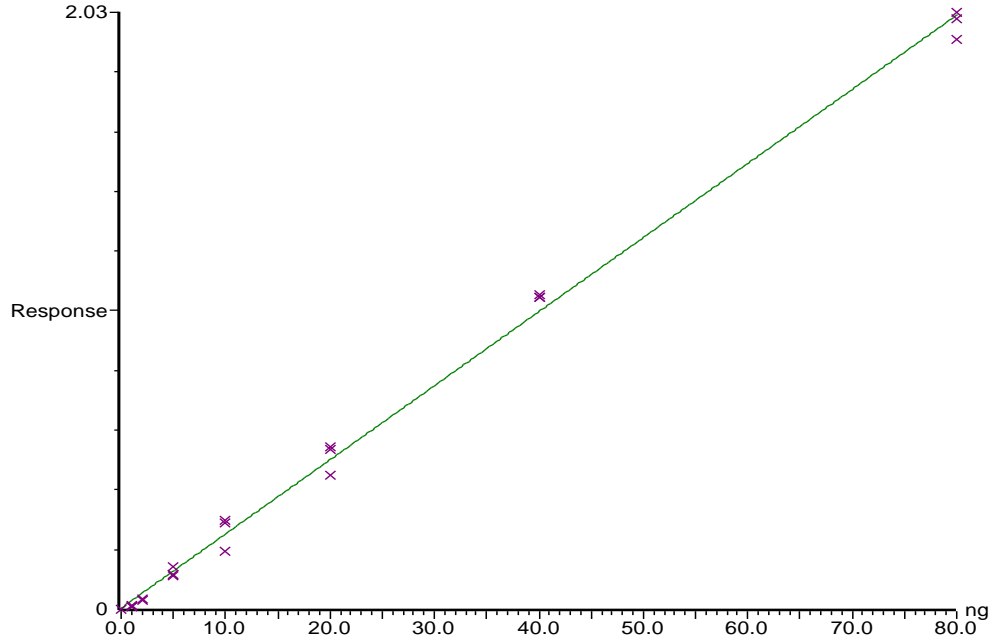
EKLER

Ek A: Kalibrasyona Ait Grafikler

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 1 name: Methane, trichlorofluoro-
Correlation coefficient: $r = 0.998333$, $r^2 = 0.996668$
Calibration curve: $0.0252081 * x + 0.00442266$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

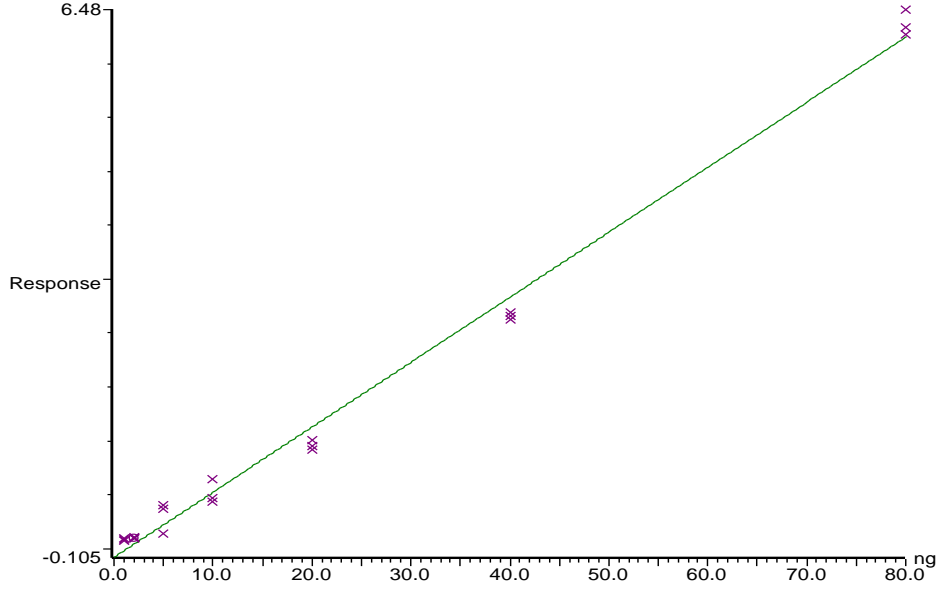


Methane, trichlorofluoro- için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 2 name: Pentane
Correlation coefficient: $r = 0.996344$, $r^2 = 0.992701$
Calibration curve: $0.0781715 * x + -0.104687$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

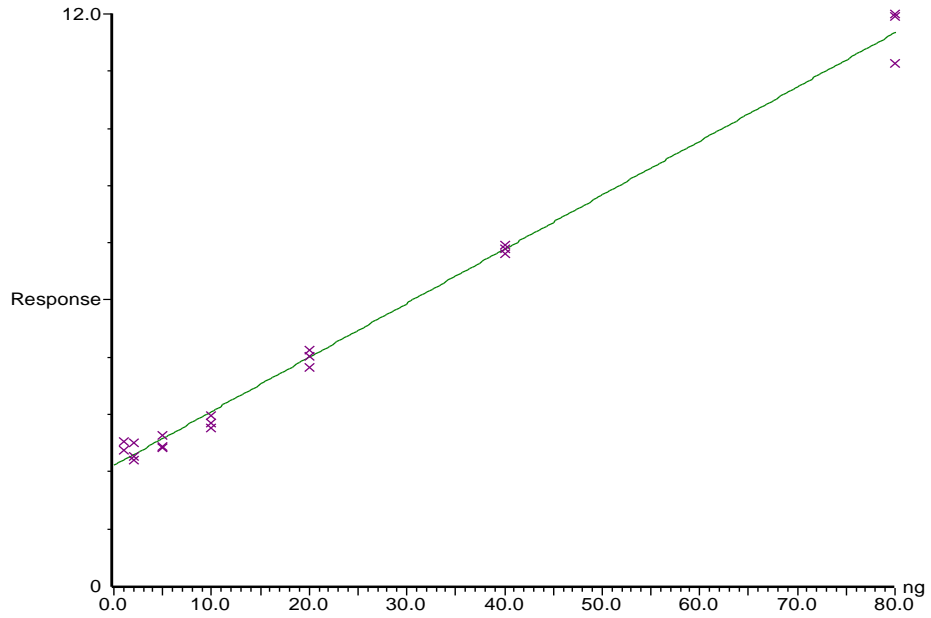


Pentane için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 3 name: ethanol
Correlation coefficient: $r = 0.996508$, $r^2 = 0.993028$
Calibration curve: $0.113790 * x + 2.53660$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

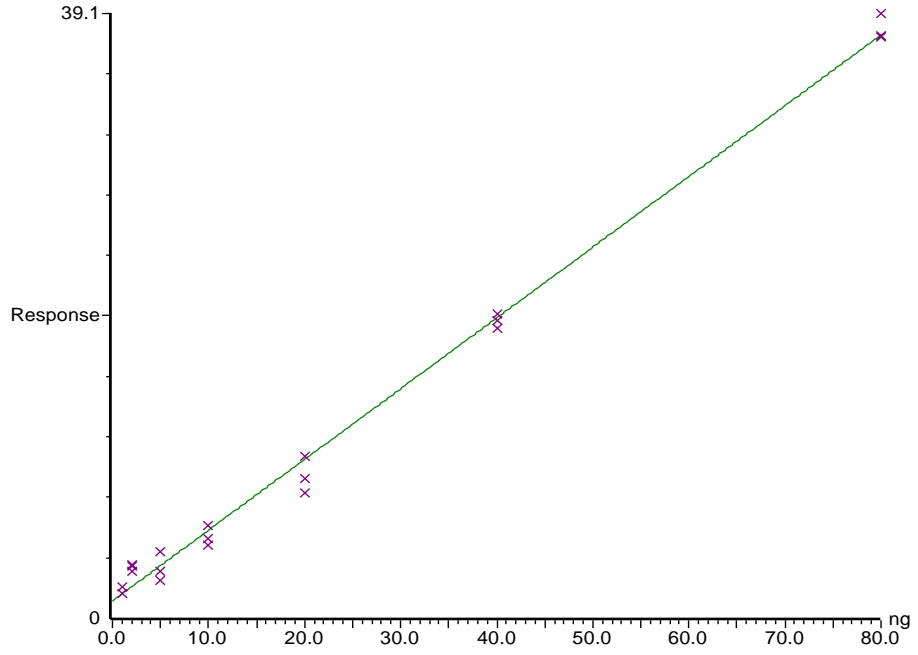


Etanol için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 4 name: Dichloromethane
Correlation coefficient: $r = 0.997287$, $r^2 = 0.994580$
Calibration curve: $0.456795 * x + 1.12673$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

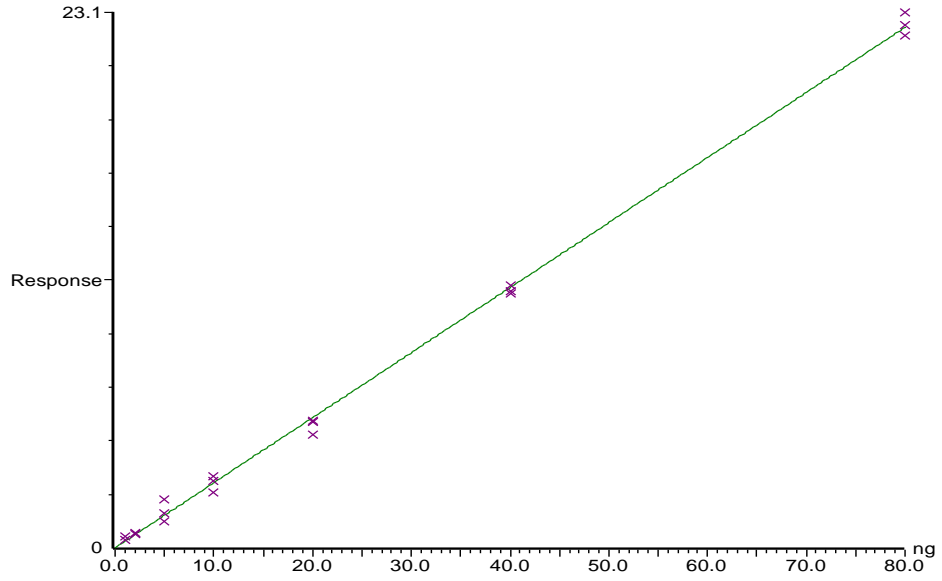


Dichloromethane için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 5 name: 1-cloro-2-methylbutane
Correlation coefficient: $r = 0.999093$, $r^2 = 0.998187$
Calibration curve: $0.280606 * x + 0.00998000$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

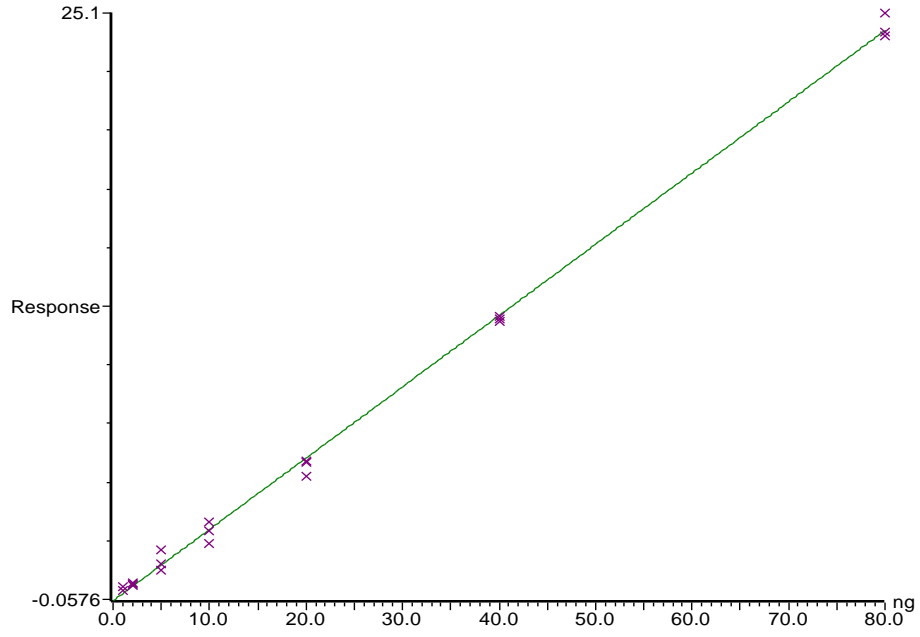


1-kloro-2-metilbutan için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 6 name: 3-methylpentane
Correlation coefficient: $r = 0.999106$, $r^2 = 0.998213$
Calibration curve: $0.305553 * x + -0.0575960$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

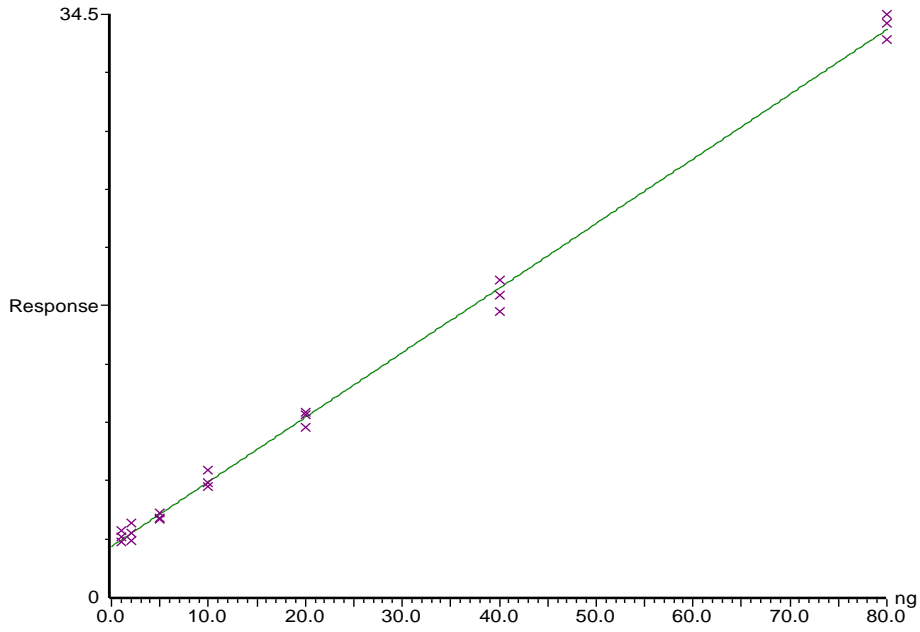


3-metilpentan için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 7 name: hexane
Correlation coefficient: $r = 0.998652$, $r^2 = 0.997306$
Calibration curve: $0.382785 * x + 3.01154$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

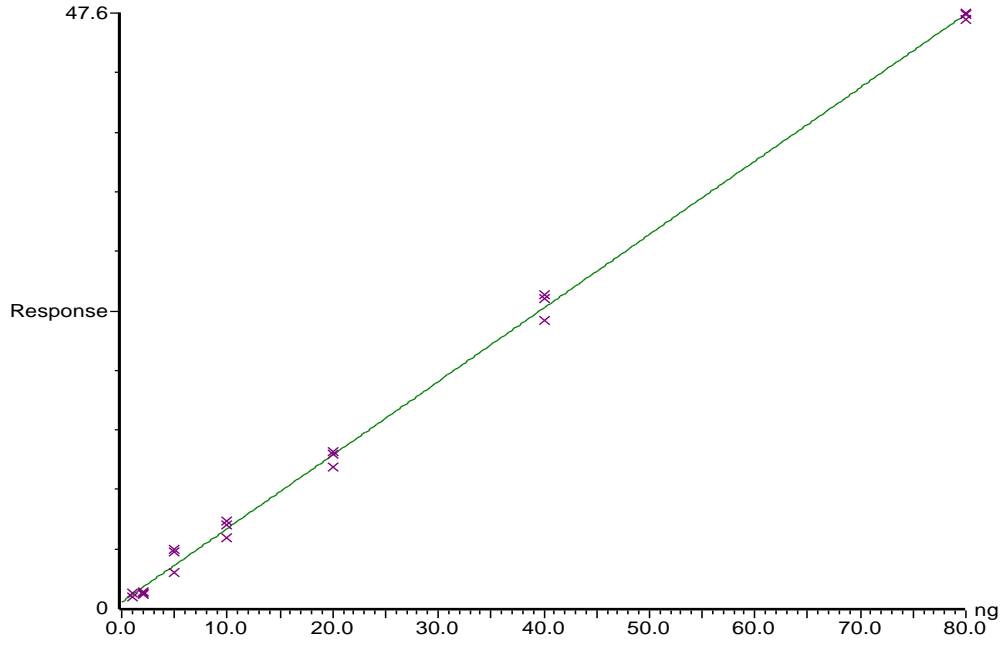


Hekzan için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 8 name: methylcyclopentane
Correlation coefficient: $r = 0.999146$, $r^2 = 0.998292$
Calibration curve: $0.587000 * x + 0.519682$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

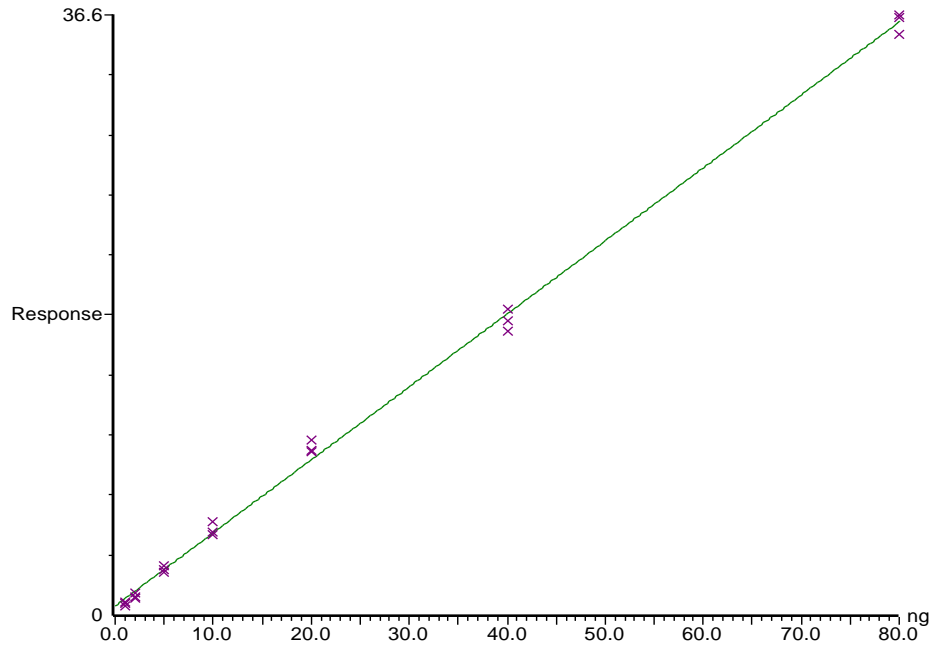


Metilsiklopentan için 7 noktali kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 9 name: 1,2-Dichloroethene
Correlation coefficient: $r = 0.999087$, $r^2 = 0.998174$
Calibration curve: $0.445218 * x + 0.561166$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

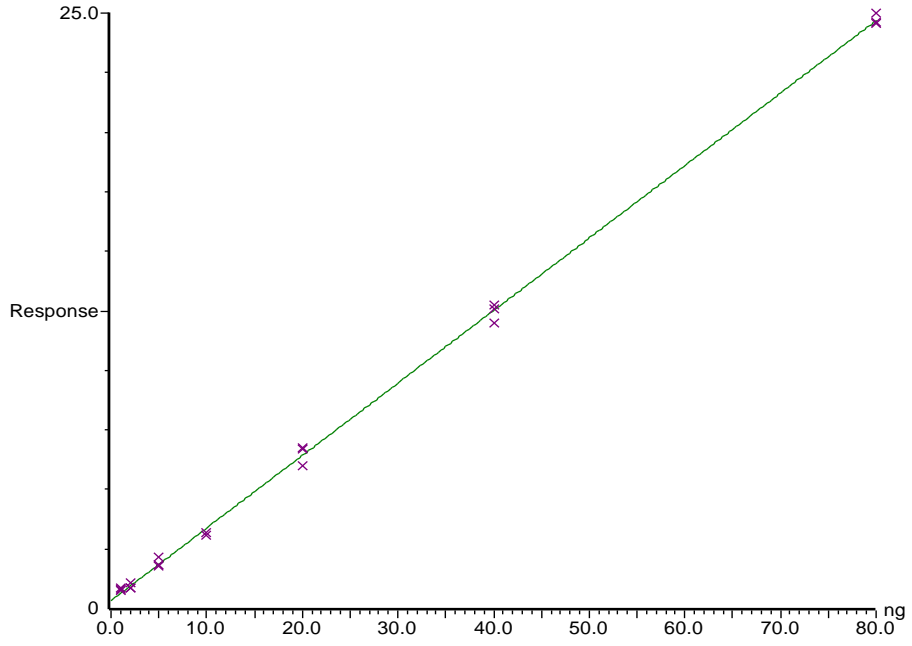


1,2-Dichloroethene için 7 noktali kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 10 name: Chloroform
Correlation coefficient: $r = 0.999550$, $r^2 = 0.999100$
Calibration curve: $0.303901 * x + 0.334103$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

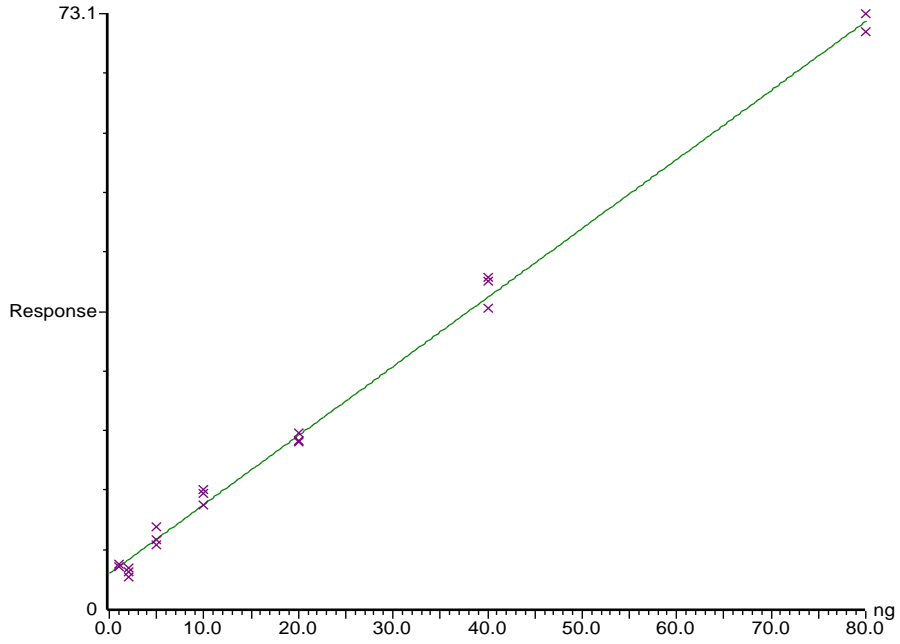


Chloroform için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 11 name: Benzene
Correlation coefficient: $r = 0.998408$, $r^2 = 0.996819$
Calibration curve: $0.846928 * x + 4.36134$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

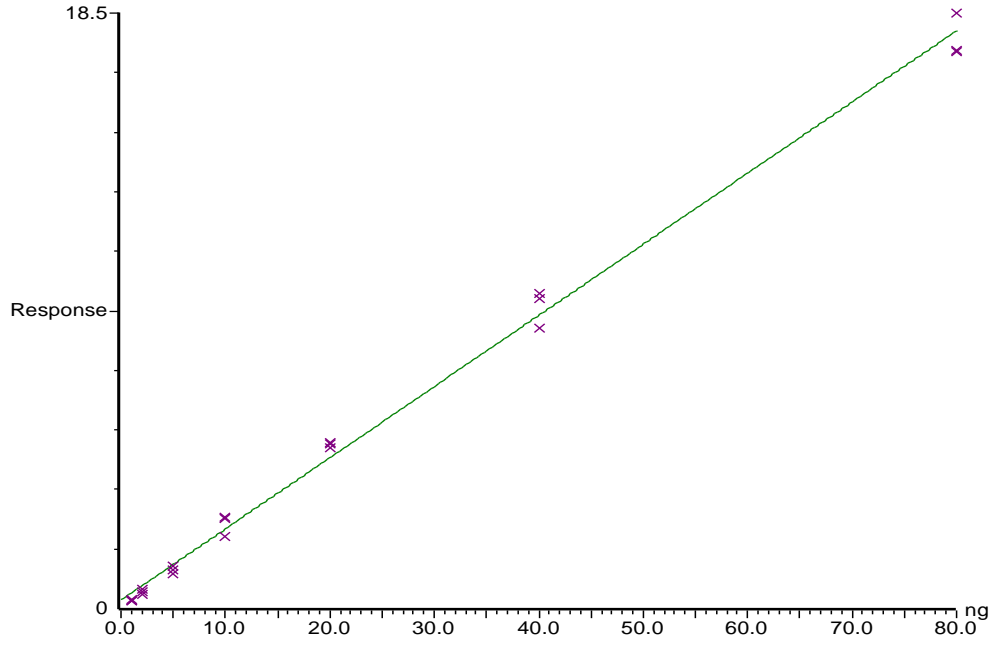


Benzen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 12 name: 1,2-dichloroethane
Correlation coefficient: $r = 0.997798$, $r^2 = 0.995600$
Calibration curve: $0.220624 * x + 0.263745$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

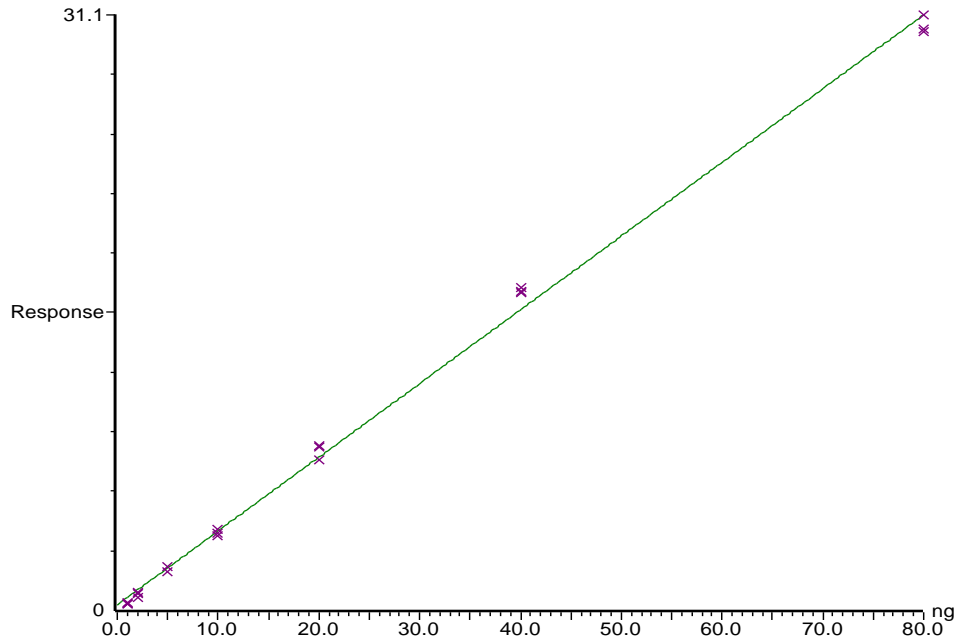


1,2-dichloroethane için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 13 name: trichloroethene
Correlation coefficient: $r = 0.998716$, $r^2 = 0.997433$
Calibration curve: $0.384549 * x + 0.294348$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

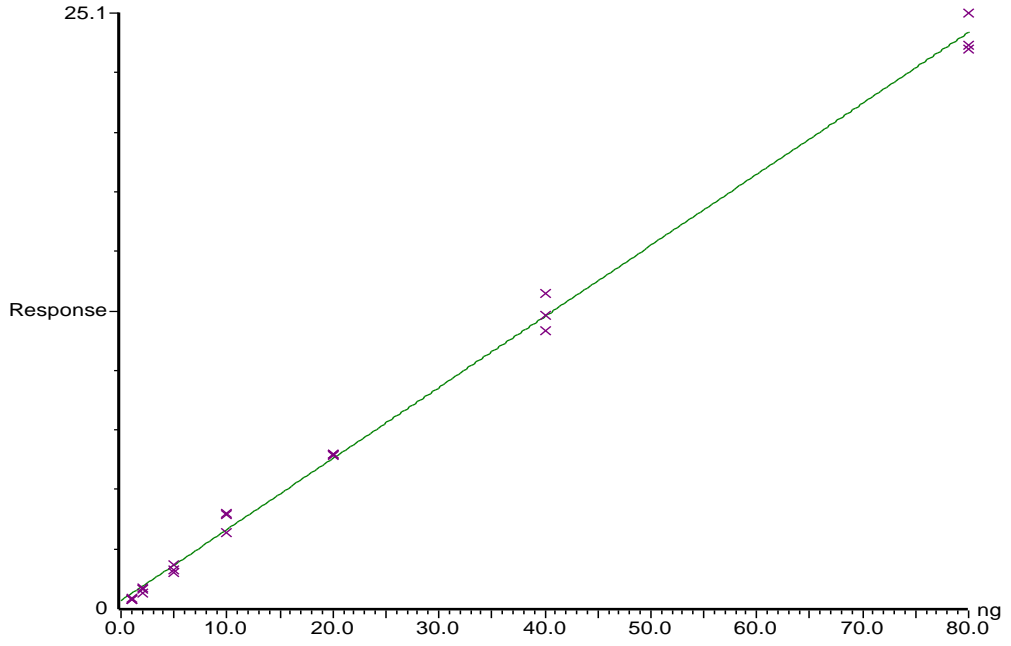


Trikloroeten için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 14 name: 1,2-dichloropropane,
Correlation coefficient: $r = 0.998457$, $r^2 = 0.996916$
Calibration curve: $0.299017 * x + 0.336035$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

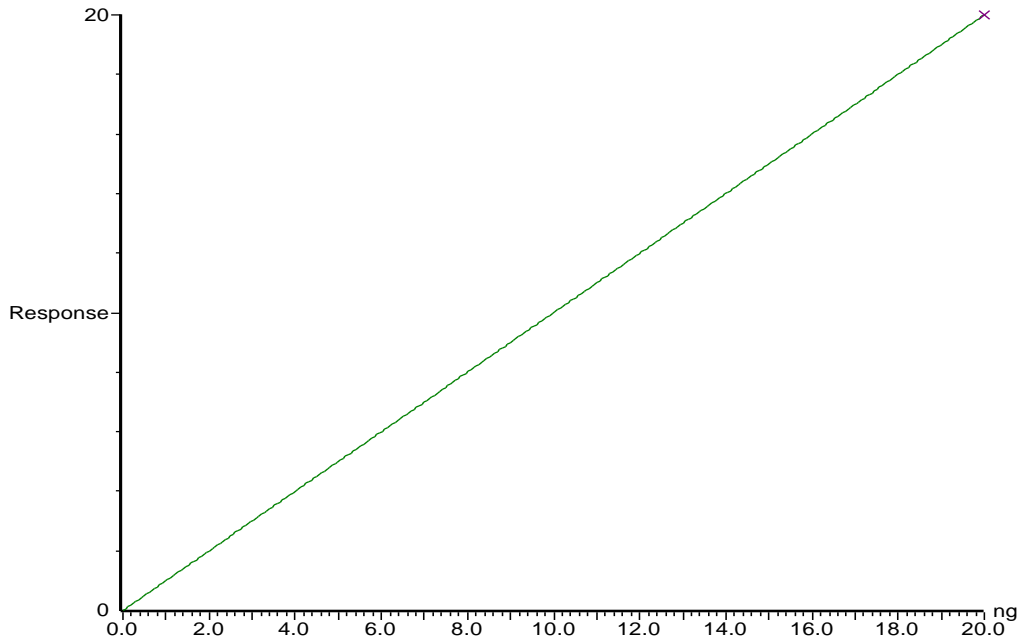


1,2-dichloropropane için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 15 name: Toluene d8
Response Factor: 1
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: RF

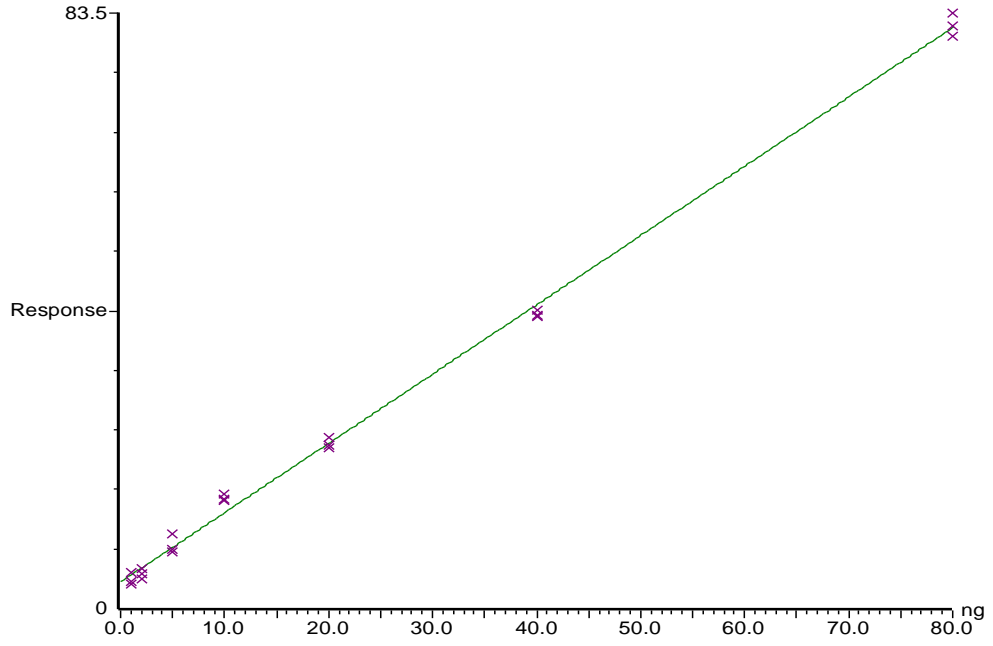


Toluen d8 için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 16 name: Toluene
Correlation coefficient: $r = 0.998740$, $r^2 = 0.997481$
Calibration curve: $0.972113 * x + 3.72727$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

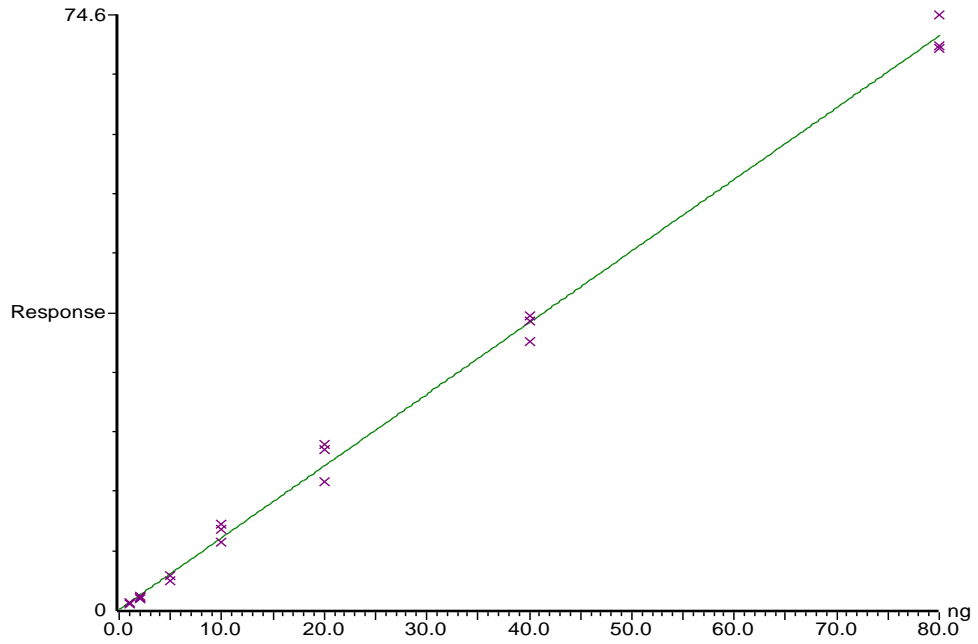


Toluen için 7 noktali kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 17 name: octane
Correlation coefficient: $r = 0.998381$, $r^2 = 0.996764$
Calibration curve: $0.897979 * x + 0.116295$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

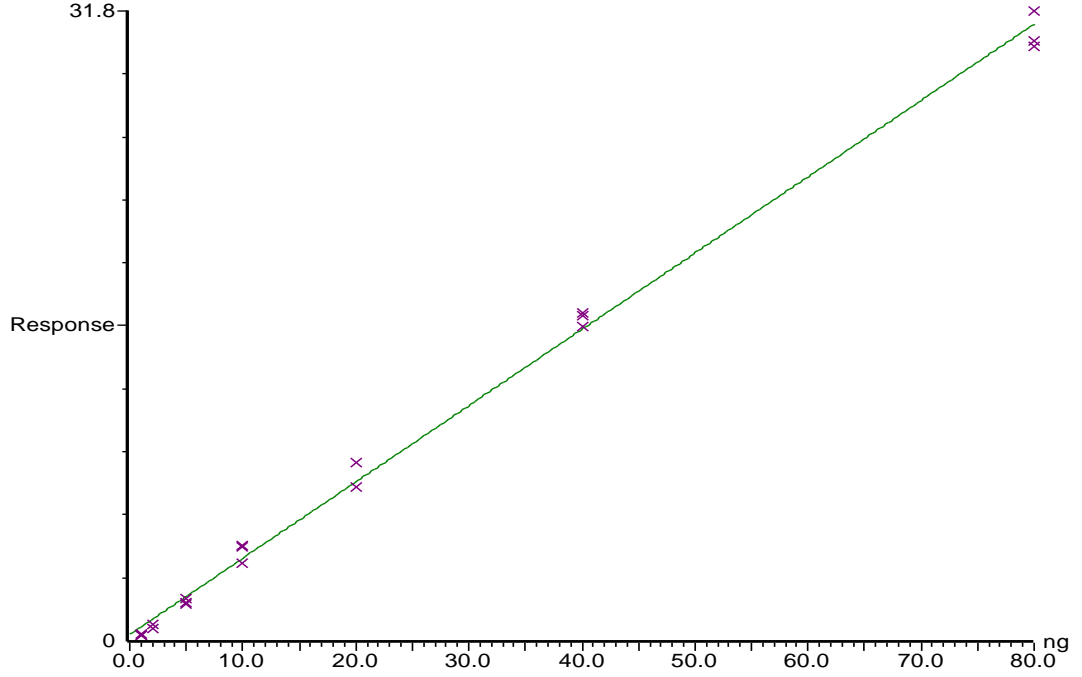


Şekil 1: Oktan için 7 noktali kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 18 name: tetrachloroethene
Correlation coefficient: $r = 0.998302$, $r^2 = 0.996606$
Calibration curve: $0.385910 * x + 0.312948$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

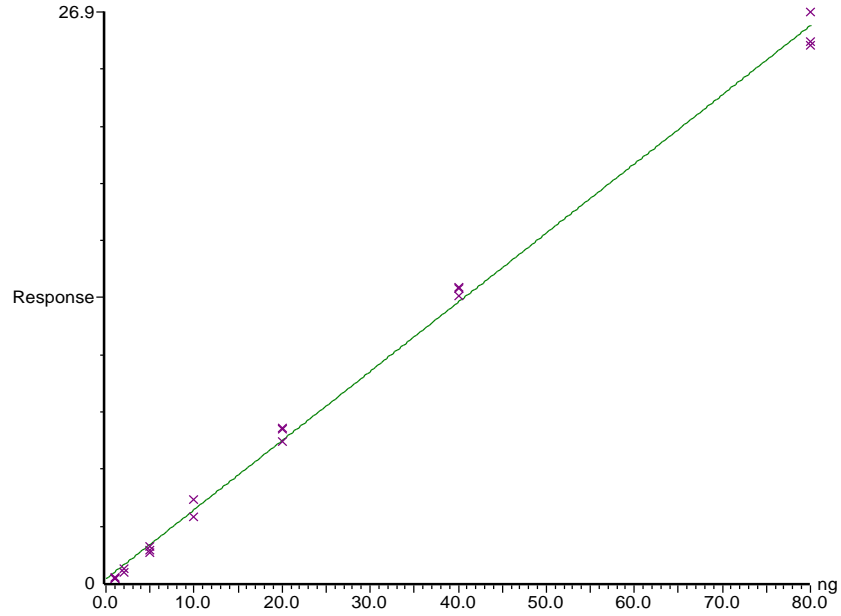


Tetrakloroeten için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 19 name: dibromochloromethane
Correlation coefficient: $r = 0.998479$, $r^2 = 0.996960$
Calibration curve: $0.325035 * x + 0.214785$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

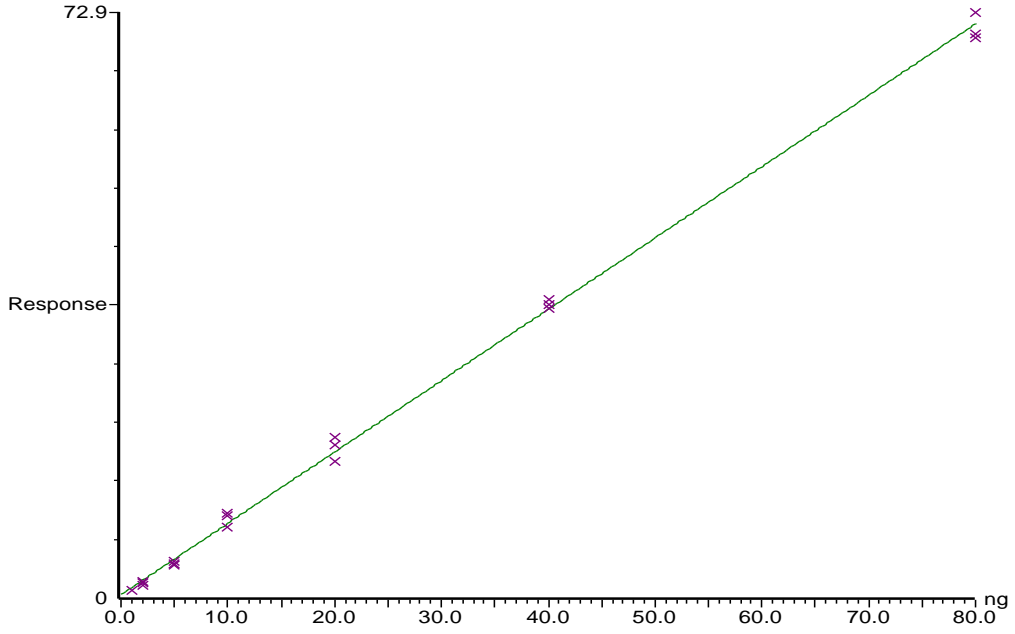


Dibromokloromethan için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 20 name: Chlorobenzene
Correlation coefficient: $r = 0.999218$, $r^2 = 0.998437$
Calibration curve: $0.888508 * x + 0.409045$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

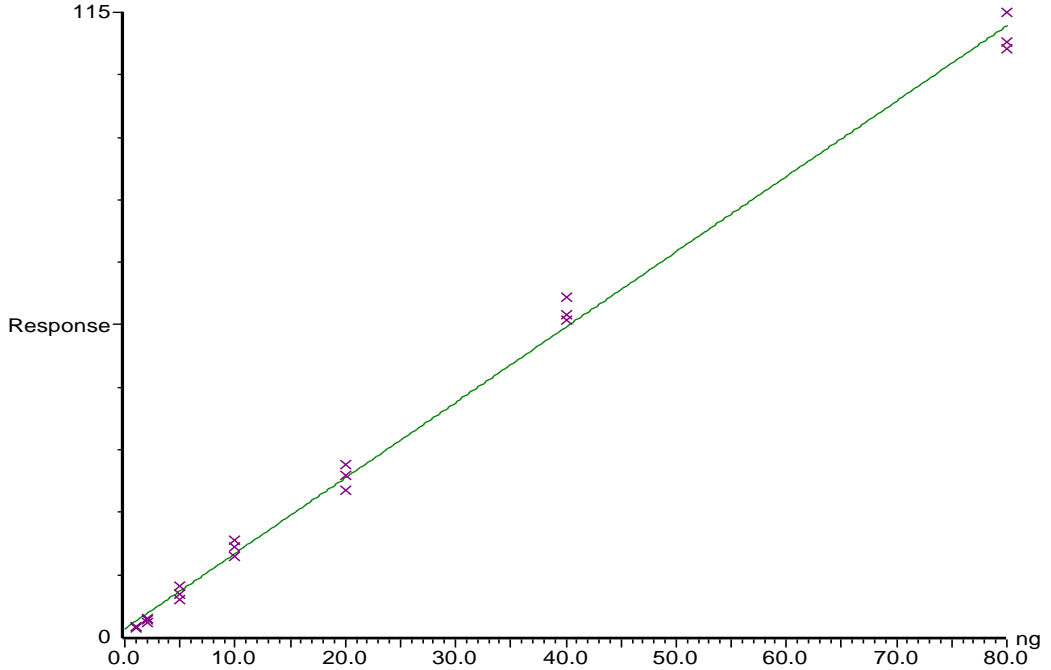


Klorobenzen için 7 noktali kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 21 name: Ethylbenzene
Correlation coefficient: $r = 0.998223$, $r^2 = 0.996448$
Calibration curve: $1.38498 * x + 1.60386$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

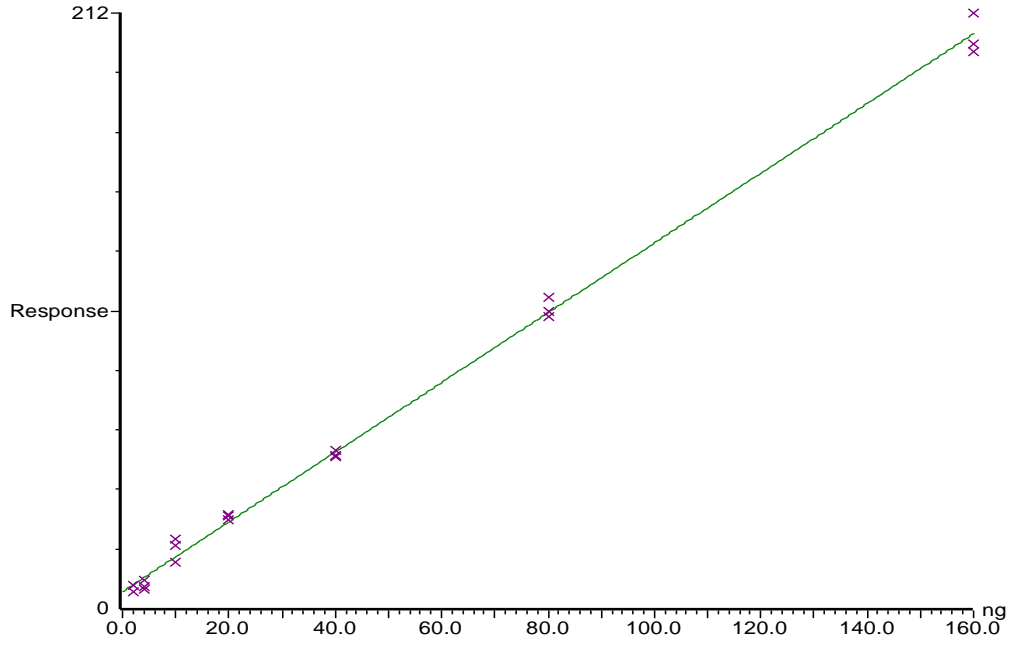


Etilbenzen için 7 noktali kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 22 name: m-p xylene
Correlation coefficient: $r = 0.998573$, $r^2 = 0.997148$
Calibration curve: $1.24199 * x + 6.00245$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

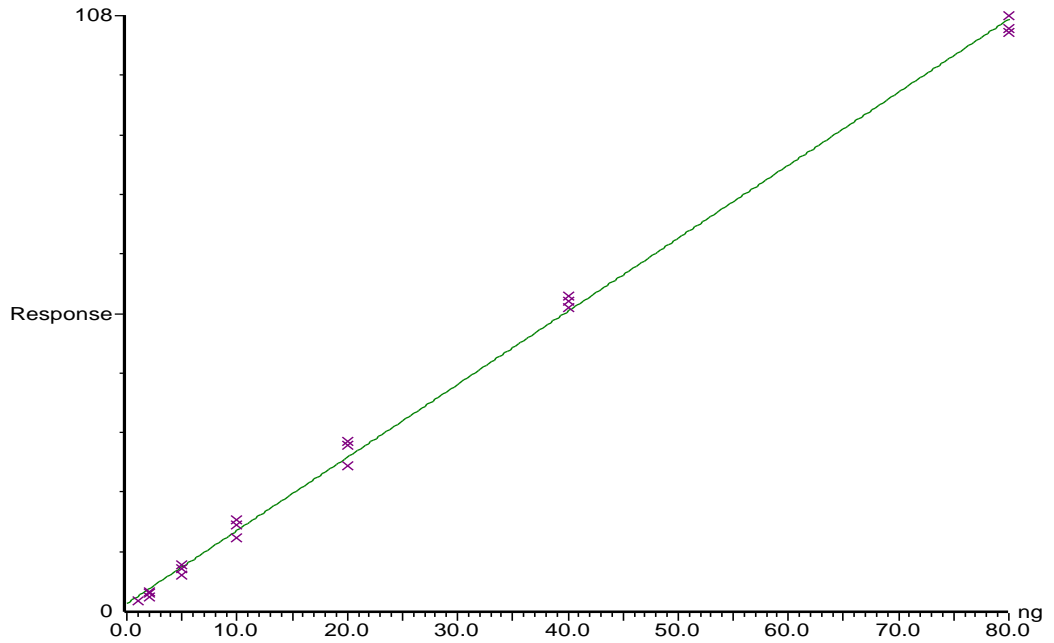


m-p ksilen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 23 name: o-Xylene
Correlation coefficient: $r = 0.999010$, $r^2 = 0.998022$
Calibration curve: $1.32342 * x + 1.39010$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

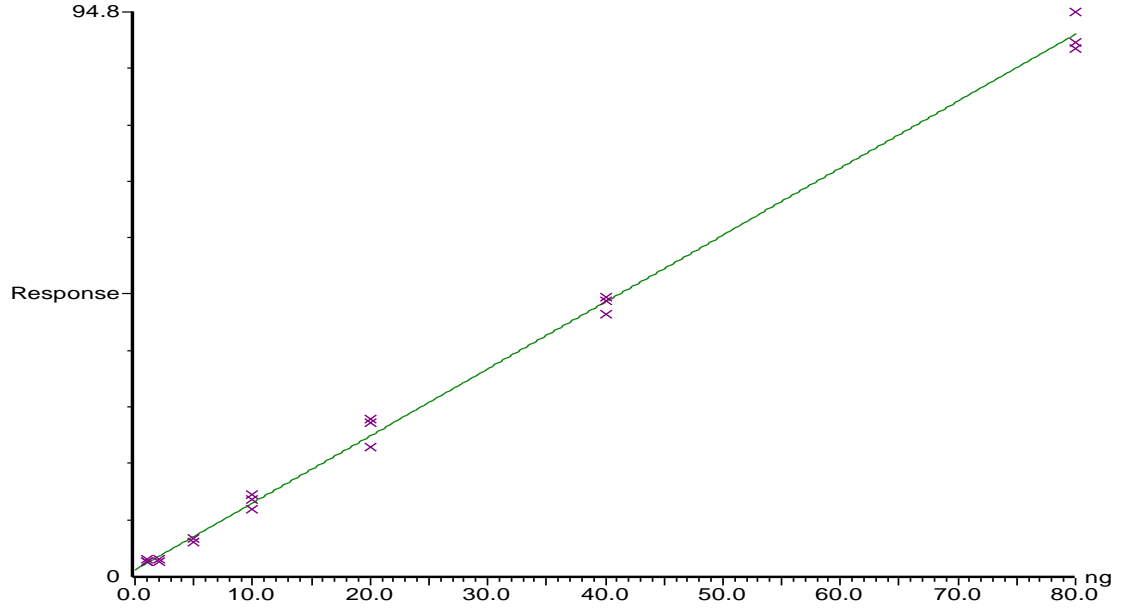


o - ksilen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 24 name: nonane
Correlation coefficient: $r = 0.998638$, $r^2 = 0.997278$
Calibration curve: $1.12520 * x + 1.07892$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

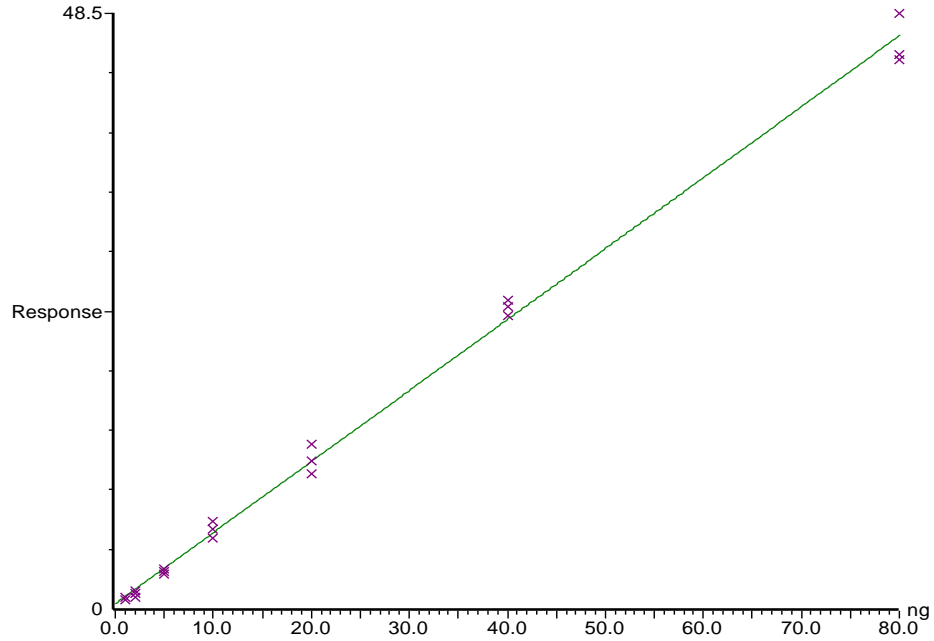


Nonan için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 25 name: Styrene
Correlation coefficient: $r = 0.998180$, $r^2 = 0.996363$
Calibration curve: $0.578606 * x + 0.434416$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

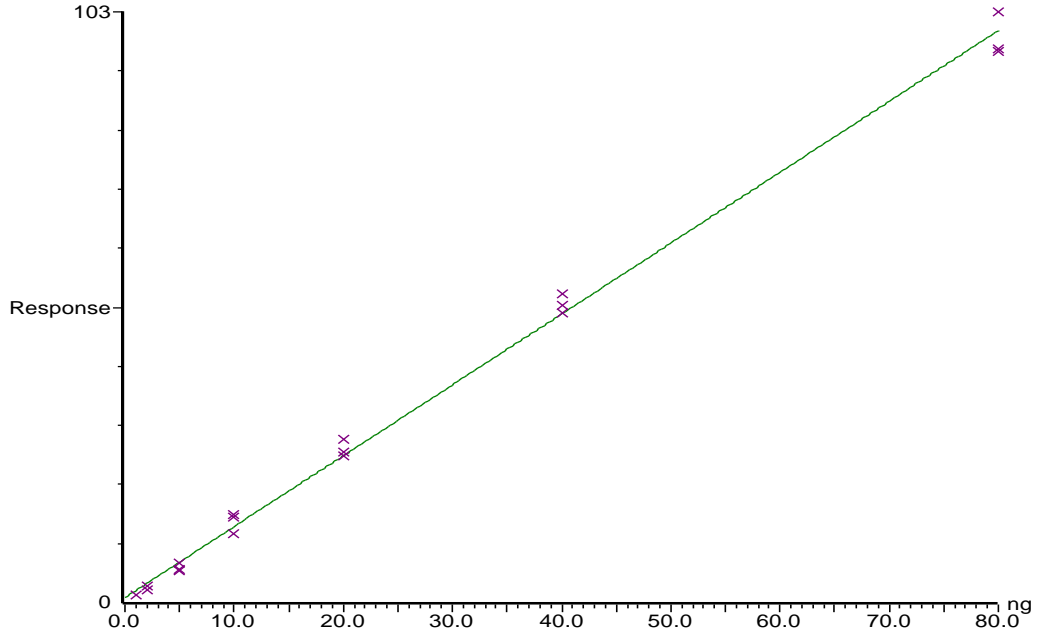


Stiren için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 26 name: Isopropylbenzene
Correlation coefficient: $r = 0.998388$, $r^2 = 0.996779$
Calibration curve: $1.23197 * x + 0.895844$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

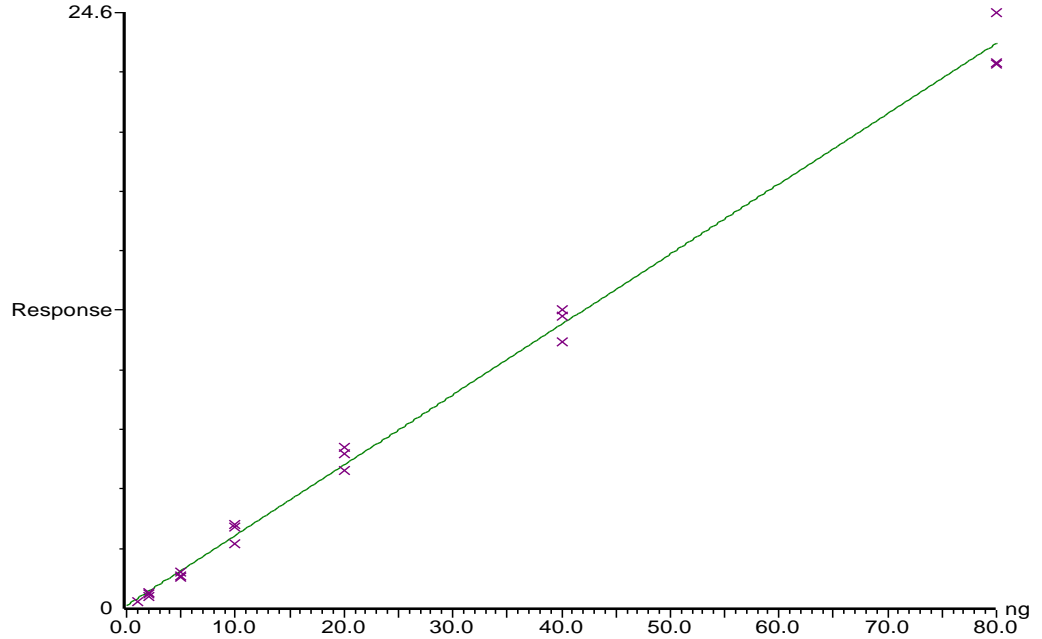


Isopropylbenzen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 27 name: n-Propylbenzene
Correlation coefficient: $r = 0.997849$, $r^2 = 0.995702$
Calibration curve: $0.290924 * x + 0.101371$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

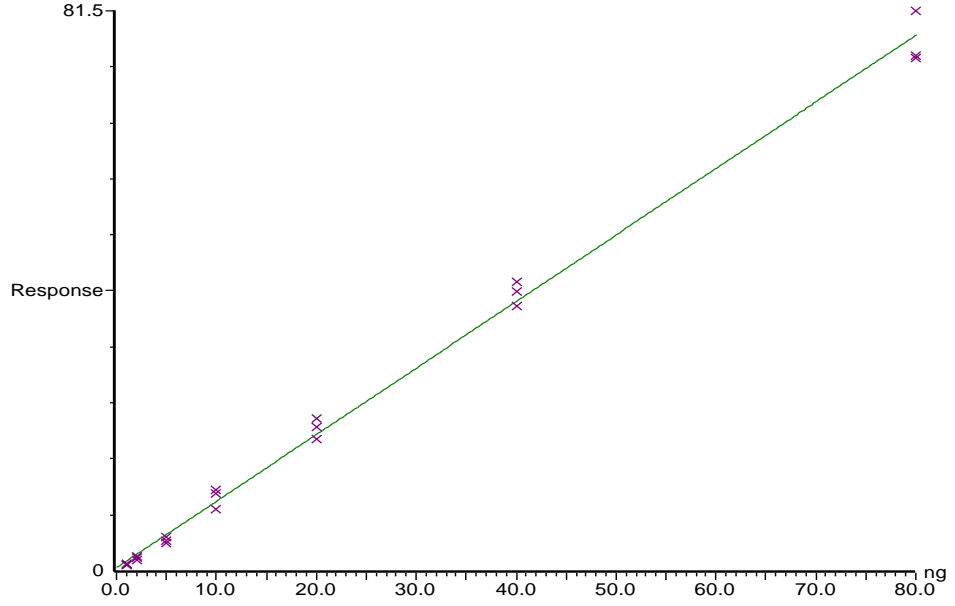


n-Propylbenzen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 28 name: 2-Chlorotoluene
Correlation coefficient: $r = 0.997897$, $r^2 = 0.995798$
Calibration curve: $0.968232 * x + 0.444029$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

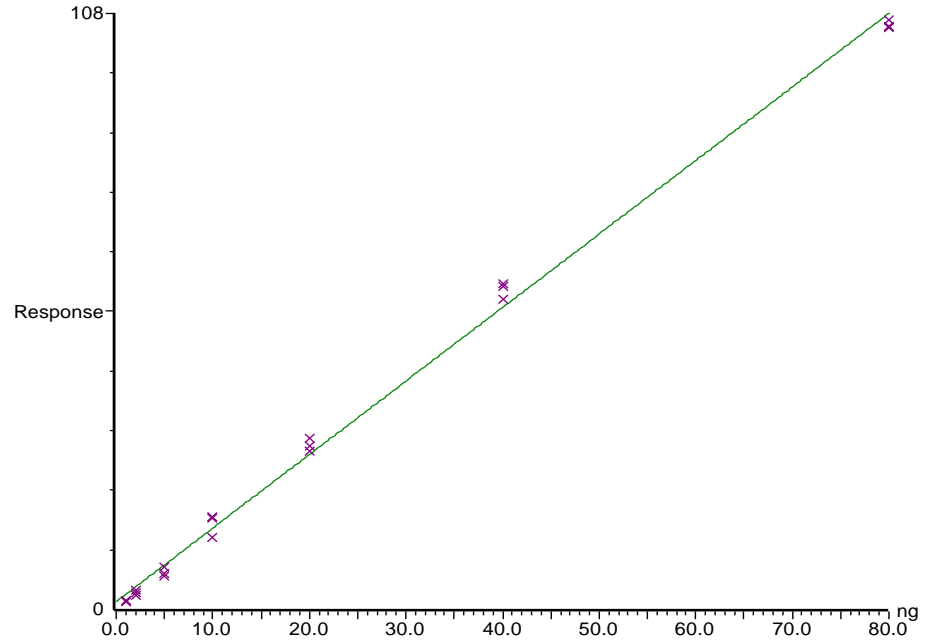


2-Chlorotoluen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 29 name: 1,3,5-Trimethylbenzene
Correlation coefficient: $r = 0.998383$, $r^2 = 0.996769$
Calibration curve: $1.32907 * x + 1.43569$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

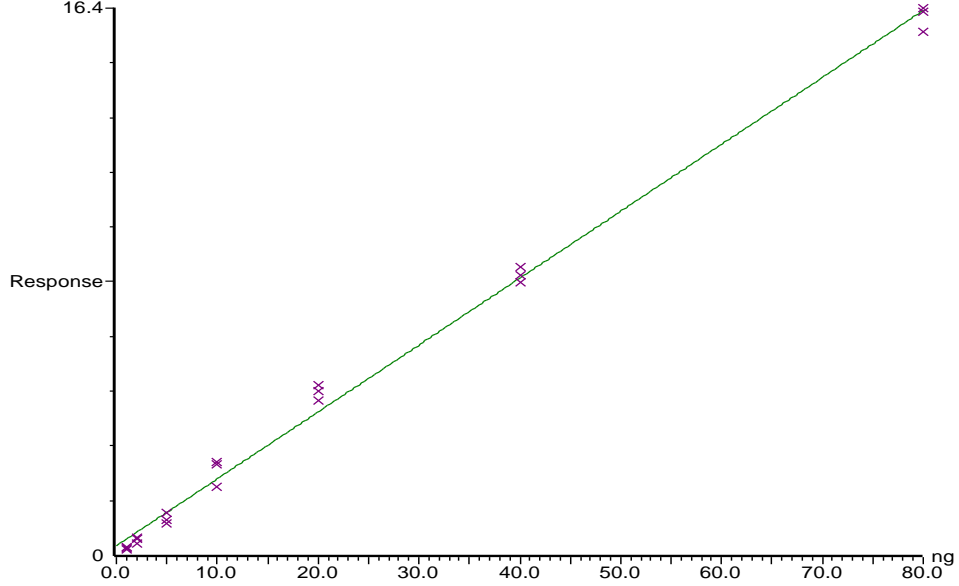


1,3,5-Trimetilbenzen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 30 name: tert-Butylbenzene
Correlation coefficient: $r = 0.997739$, $r^2 = 0.995483$
Calibration curve: $0.200813 * x + 0.288249$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

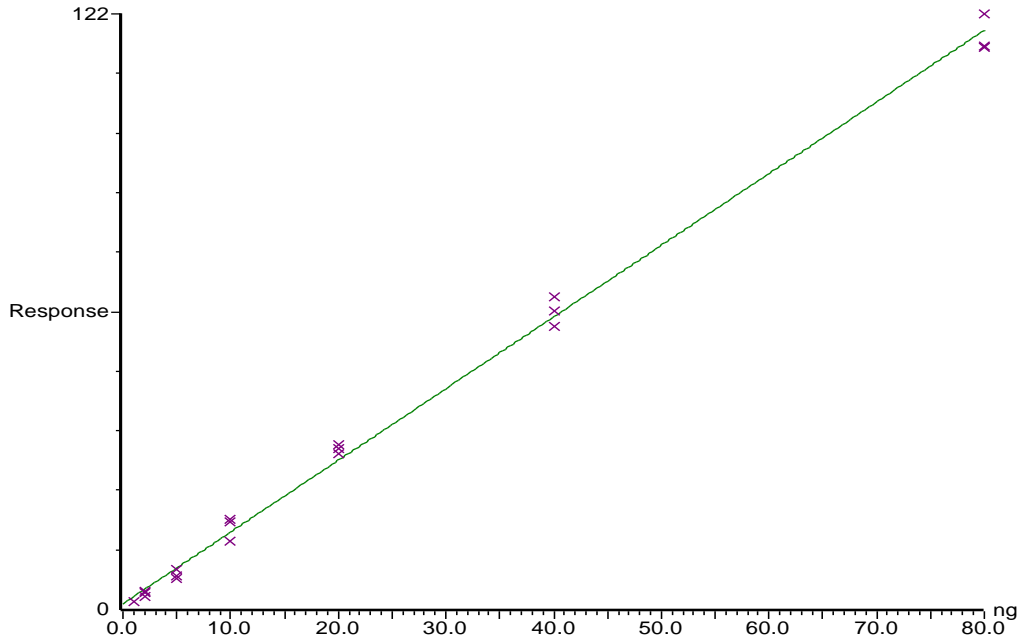


tert-Butilbenzen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 31 name: sec-Butylbenzene
Correlation coefficient: $r = 0.998408$, $r^2 = 0.996819$
Calibration curve: $1.47264 * x + 1.15863$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

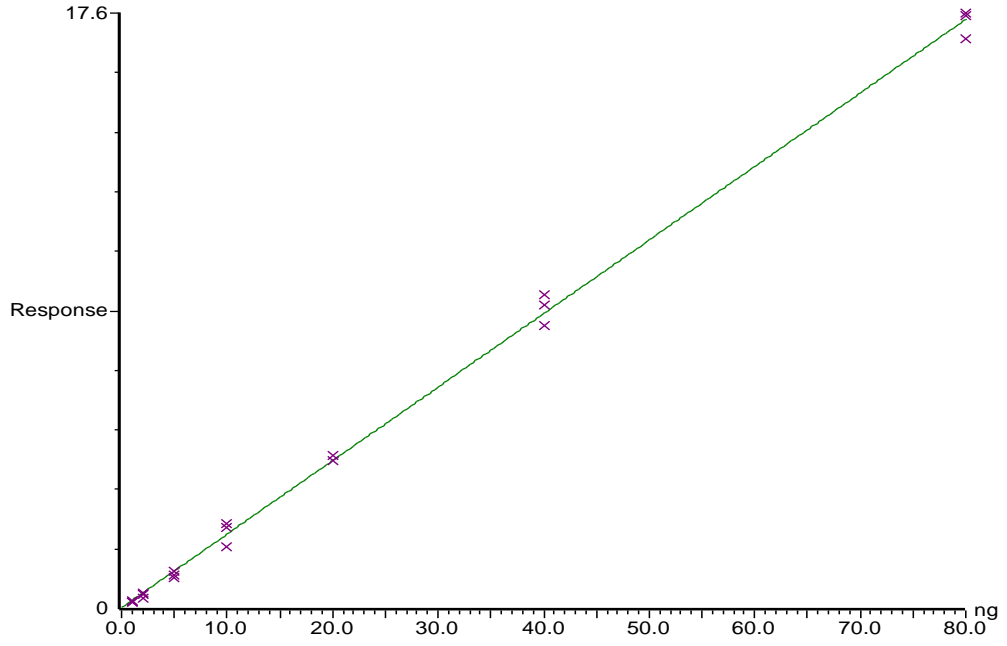


sek-Butilbenzen için 7 noktalı kalibrasyon.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 32 name: limonene
Correlation coefficient: $r = 0.999087$, $r^2 = 0.998174$
Calibration curve: $0.217406 * x + 0.0246860$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

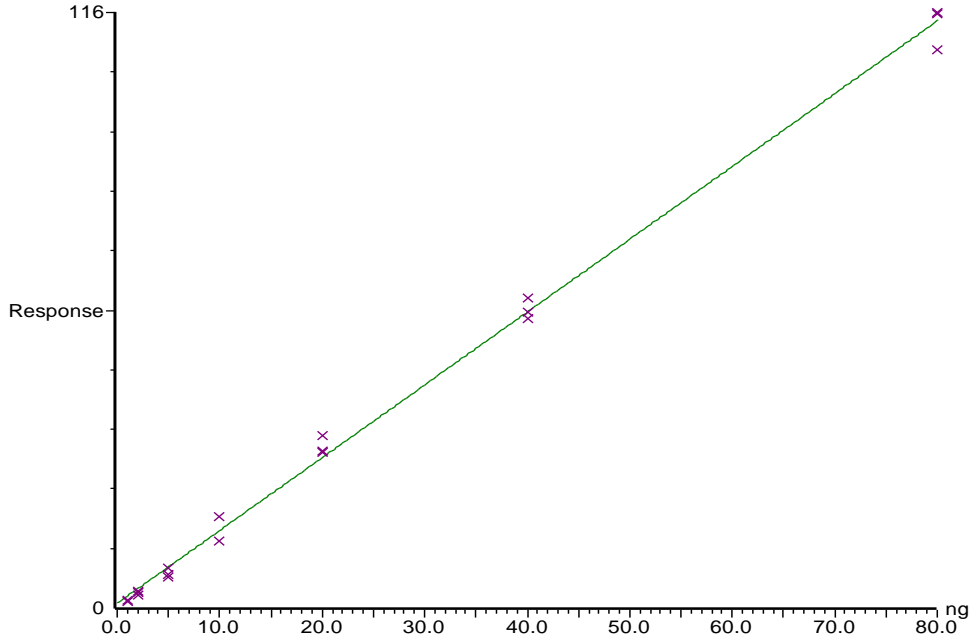


Limonen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 33 name: p-Isopropyltoluene
Correlation coefficient: $r = 0.998368$, $r^2 = 0.996740$
Calibration curve: $1.41257 * x + 0.903834$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

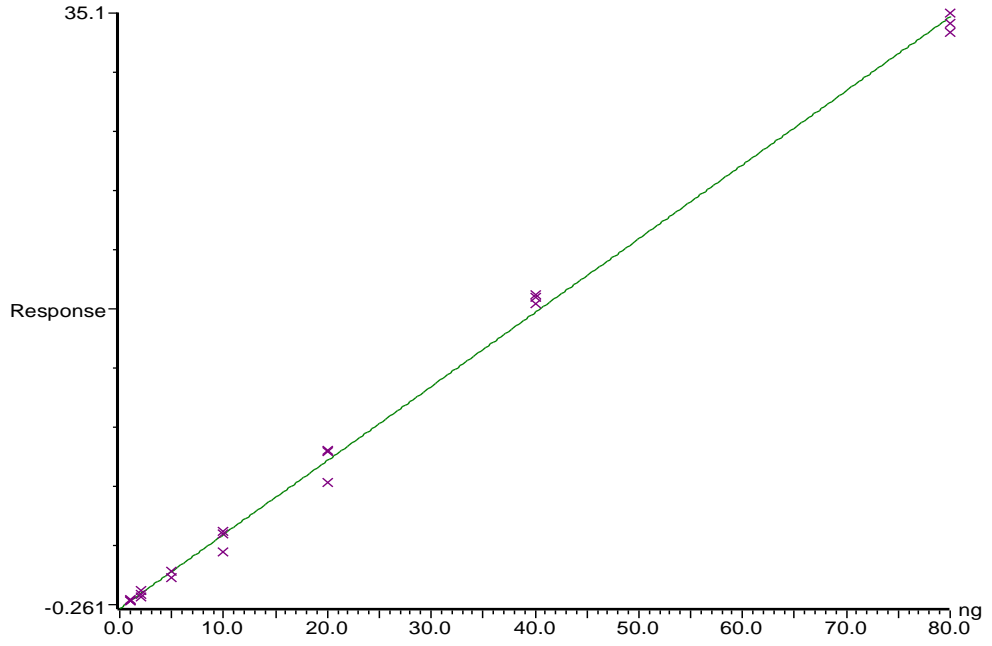


p-Isopropyltoluen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 34 name: 1,2-Dichlorobenzene
Correlation coefficient: $r = 0.998735$, $r^2 = 0.997472$
Calibration curve: $0.439695 * x + -0.261227$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

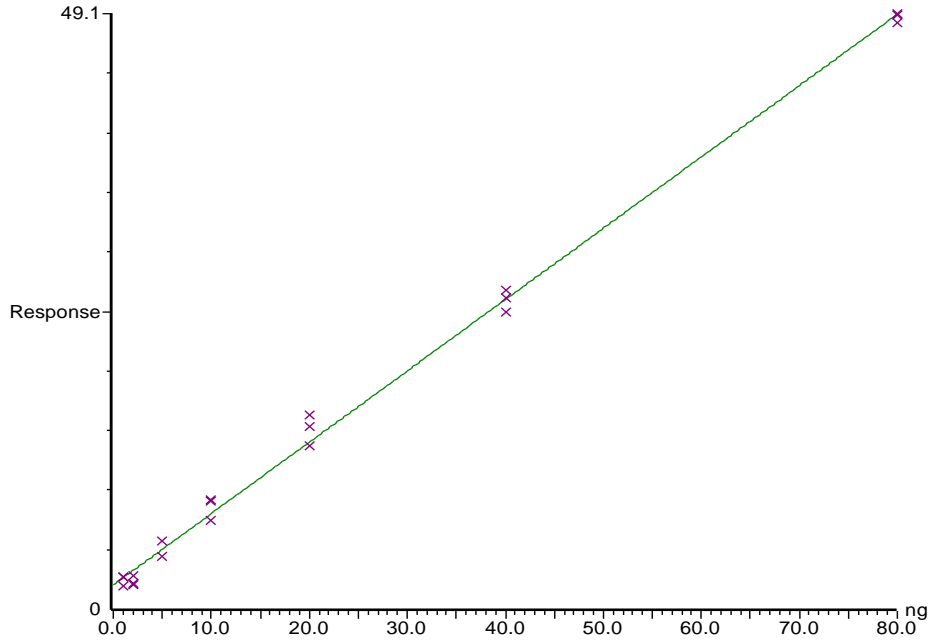


1,2-Diklorobenzen için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 35 name: phenol
Correlation coefficient: $r = 0.998466$, $r^2 = 0.996933$
Calibration curve: $0.587862 * x + 1.99996$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

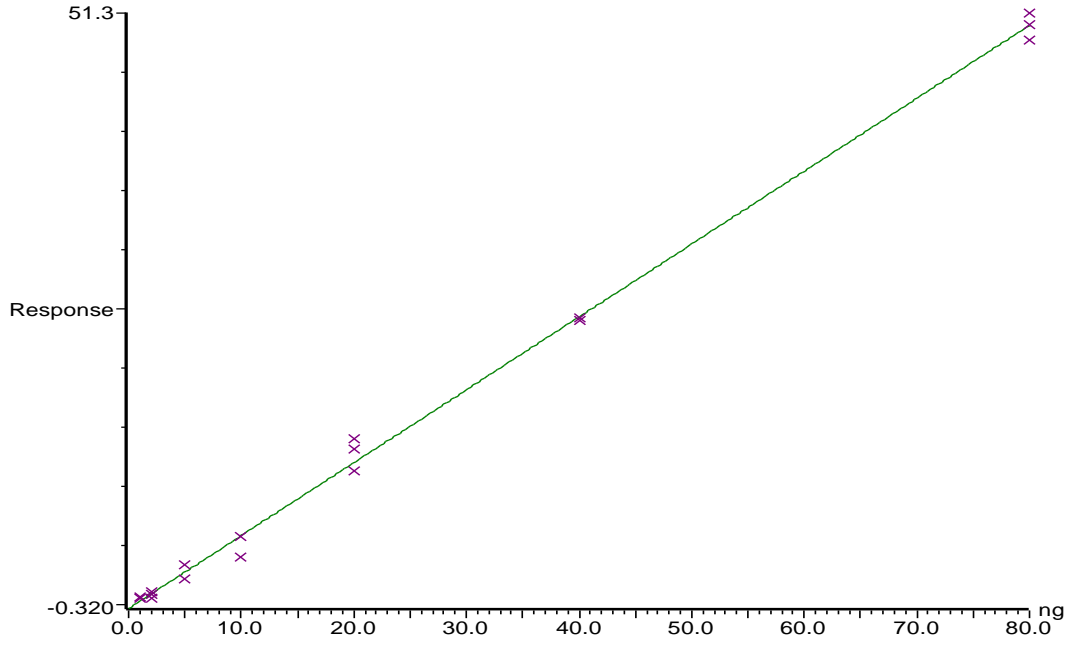


Fenol için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 36 name: acetophenone
Correlation coefficient: $r = 0.998858$, $r^2 = 0.997718$
Calibration curve: $0.632456 * x + -0.319586$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

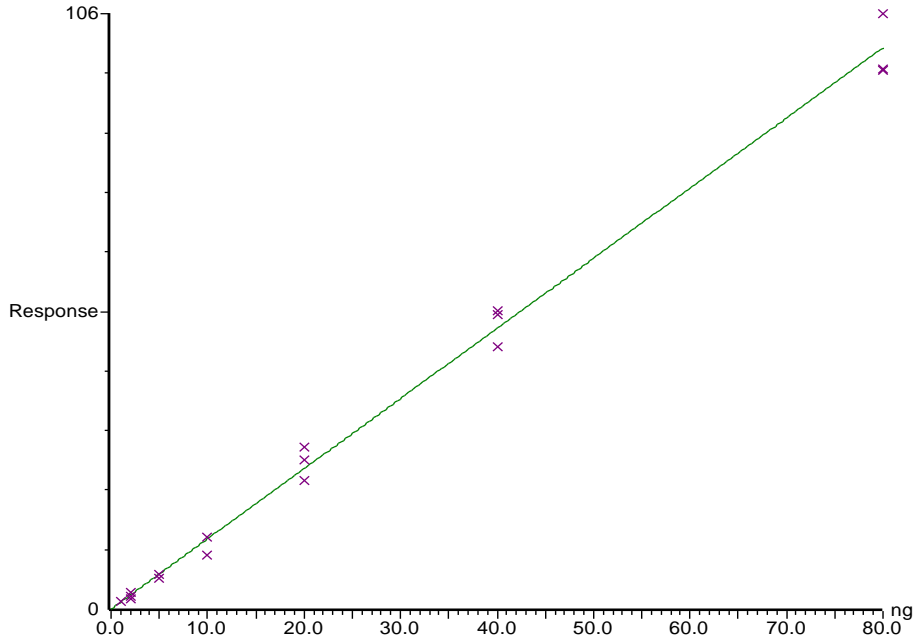


Asetofenon için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 37 name: n-dodecane
Correlation coefficient: $r = 0.997297$, $r^2 = 0.994602$
Calibration curve: $1.24435 * x + 0.0353679$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

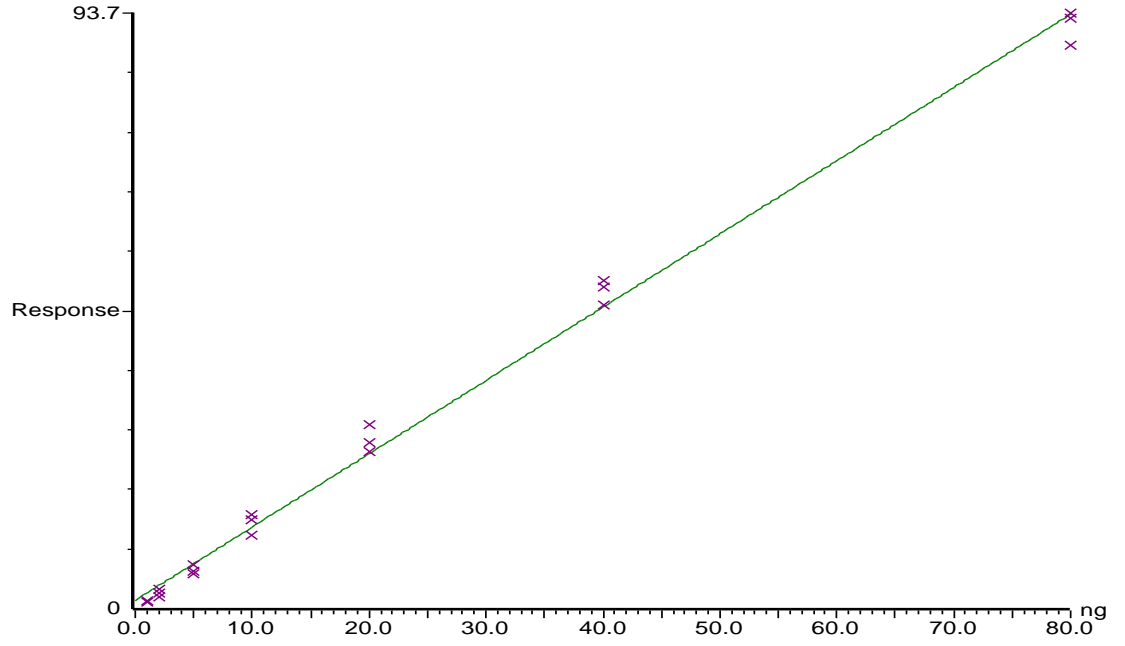


n-dodekan için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 38 name: Naphthalene
Correlation coefficient: $r = 0.997554$, $r^2 = 0.995115$
Calibration curve: $1.15283 * x + 1.30972$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None

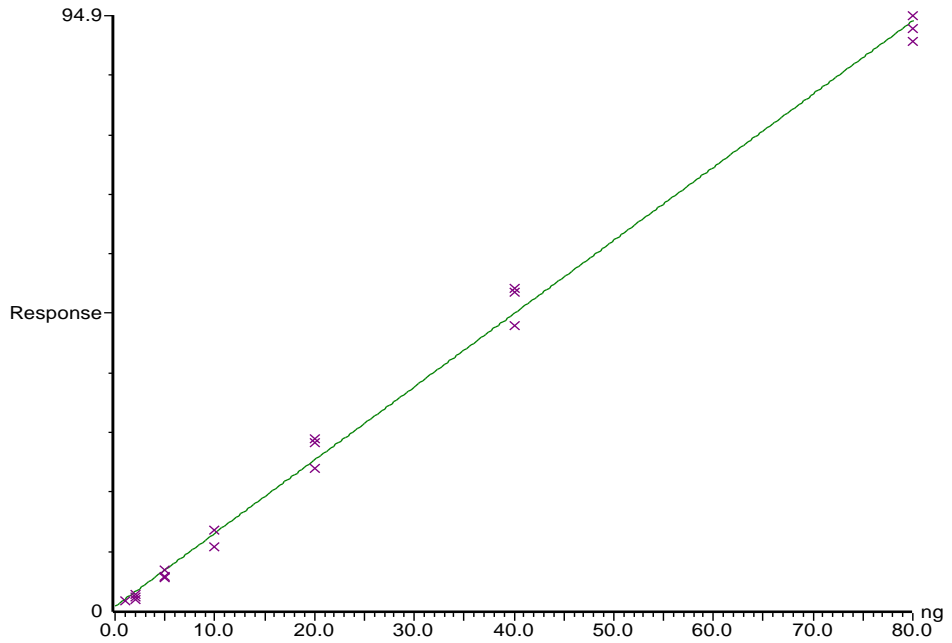


Naftalin için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

10 ppm(20ng) standart 10ppm IS

, 18-May-2012 + 13:17:47

Compound 39 name: n-tridecane
Correlation coefficient: $r = 0.998086$, $r^2 = 0.996176$
Calibration curve: $1.16623 * x + 0.749748$
Response type: Internal Std (Ref 15), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: Linear, Origin: Exclude, Weighting: Null, Axis trans: None



n-tridekan için 7 noktalı kalibrasyon eğrisi.

EK.2. Örnekleme Sonucu bulunan Diğer Bileşikler

Örnekleme Süresince saptanan bileşiklerinörnekleme noktalarına göre ortalama değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Atm Kons. ($\mu\text{g}/\text{M}^3$)	Triklorofloro Metan	Pentan	Etanol	Dikloromethan	1-Kloro-2-Metilbutan	3-Metilpentan
Tavşancıl Belediye	0.91	2.48	2.05	19.75	3.87	3.47
Dilovası Belediye	0.83	3.45	2.98	7.08	3.75	2.86
Mimar Sinan	0.95	4.09	2.85	21.26	3.17	3.36
Dilovası Bel. Garaj	1.10	3.18	2.71	15.06	3.58	2.77
Çerkeşli	1.04	2.29	2.24	10.57	3.69	2.80
Köseler	1.38	2.23	4.71	12.56	3.29	2.69
Turgut Özal	0.98	3.01	6.18	15.86	3.54	2.56
Cumhuriyet Mah.	1.03	8.43	3.49	16.81	3.20	2.73
Palanga Cad.	0.74	2.95	3.94	15.72	3.73	2.79
Fatih Mah	1.07	5.60	2.30	8.81	6.66	5.10
Diliskelesi	0.97	5.17	4.57	15.41	3.99	3.23
GYTE Çevre	1.02	5.28	4.67	16.38	4.04	2.94

Örnekleme Süresince saptanan bileşiklerinörnekleme noktalarına göre ortalama değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-Devamı

Atm Kons. ($\mu\text{g}/\text{M}^3$)	Metilsiklo Pentan	1.2-Dikloroeten	Kloroform	Trikloroeten	Oktan	Tetrakloroeten
Tavşancıl Belediye	4.65	-	0.65	0.09	0.53	0.46
Dilovası Belediye	4.91	0.47	0.54	-	0.65	1.00
Mimar Sinan	7.43	0.43	0.88	-	0.69	0.44
Dilovası Bel. Garaj	6.43	-	0.44	0.25	0.51	0.36
Çerkeşli	6.62	-	0.54	-	0.34	0.27
Köseler	7.01	0.51	0.57	-	0.33	-
Turgut Özal	4.14	0.25	0.50	-	0.56	0.48
Cumhuriyet Mah.	5.42	0.21	0.35	0.39	0.71	0.70
Palanga Cad.	3.12	0.36	1.24	0.60	0.84	0.76
Fatih Mah	5.18	0.56	1.23	-	1.63	1.45
Diliskelesi	4.51	0.41	0.62	0.29	0.80	0.65
GYTE Çevre	6.02	-	0.85	-	0.55	0.77

Örnekleme Süresince saptanan bileşiklerinörnekleme noktalarına göre ortalama değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-Devamı

Atm Kons. ($\mu\text{g}/\text{M}^3$)	Nonan	Stiren	Isopropilbenzen	N-Propilbenzen	2-Klorotoluen	1.3.5-Trimetilbenzen
Tavşancıl Belediye	2.88	0.99	0.08	0.23	0.16	0.29
Dilovası Belediye	2.34	2.15	-	0.21	0.16	0.35
Mimar Sinan	4.25	2.51	-	0.14	0.22	0.36
Dilovası Bel. Garaj	4.38	1.90	0.08	0.22	0.15	0.28
Çerkeşli	2.60	0.97	-	0.06	0.14	0.20
Köseler	5.57	0.77	-	-	-	-
Turgut Özal	1.74	1.87	-	0.26	0.18	0.37
Cumhuriyet Mah.	4.52	3.66	0.17	0.34	0.29	0.70
Palanga Cad.	3.24	2.91	0.07	0.24	0.16	0.79
Fatih Mah	4.37	5.30	0.15	0.37	0.21	0.70
Diliskelesi	4.26	7.24	0.22	0.34	0.23	0.65
GYTE Çevre	3.28	4.56	0.14	0.19	0.19	0.41

Örnekleme Süresince saptanan bileşiklerinörnekleme noktalarına göre ortalama değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-Devamı

Atm Kons. ($\mu\text{g}/\text{M}^3$)	Tert-Bütıl Benzen	Sec-Butıl Benzen	Limonen	P-Isopropil Toluen	1.2-Dikloro Benzen	Tert-Bütıl Benzen
Tavşancıl Belediye	4.22	-	0.61	-	0.21	4.22
Dilovası Belediye	3.86	-	1.95	0.27	0.39	3.86
Mimar Sinan	3.23	-	1.66	0.14	0.34	3.23
Dilovası Bel. Garaj	2.74	-	2.58	0.95	0.20	2.74
Çerkeşli	2.13	-	1.02	-	0.37	2.13
Köseler	1.18	-	2.69	-	0.17	1.18
Turgut Özal	3.74	-	3.83	0.09	0.29	3.74
Cumhuriyet Mah.	7.29	-	2.65	0.19	0.41	7.29
Palanga Cad.	4.63	-	1.30	-	0.23	4.63
Fatih Mah	8.02	0.23	1.37	0.17	0.25	8.02
Diliskelesi	9.71	-	2.39	0.44	0.31	9.71
GYTE Çevre	3.89	-	0.97	-	0.19	3.89

Örnekleme Süresince saptanan bileşiklerinörnekleme noktalarına göre ortalama değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-Devamı

Atm Kons. ($\mu\text{g}/\text{M}^3$)	Fenol	Asetofenon	N-Dodekan	Naftalin	N-Tridekan
Tavşancıl Belediye	1.58	0.97	0.47	0.30	1.39
Dilovası Belediye	2.57	1.14	0.50	1.00	8.64
Mimar Sinan	2.32	1.06	0.54	0.97	6.49
Dilovası Bel. Garaj	1.60	1.01	0.49	0.42	2.60
Çerkeşli	1.68	0.78	0.38	0.50	1.24
Köseler	1.72	0.85	0.30	0.29	0.68
Turgut Özal	2.15	1.03	0.58	0.87	6.04
Cumhuriyet Mah.	2.14	0.82	0.65	0.99	8.68
Palanga Cad.	2.23	1.01	0.54	0.54	6.06
Fatih Mah	1.97	1.16	0.78	0.63	26.30
Diliskelesi	2.21	0.95	0.74	0.88	12.33
GYTE Çevre	1.64	1.11	0.43	0.50	3.16