

ÖZET

Doktora Tezi

**“KONYA KENT ATMOSFERİNDE SABİT VE MOTORLU TAŞIT
KAYNAKLI POLİAROMATİK HİDROKARBONLAR VE BAZI UÇUCU
ORGANİK BİLEŞİKLERİN TAYİNİ VE İZLENMESİ”**

Gülnihal KARA

**Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman:

Prof.Dr. Mehmet Emin AYDIN

2008, 360 Sayfa

Jüri:

**Prof.Dr. Ferruh ERTÜRK
(Başkan)**

**Prof.Dr. Mustafa PEHLİVAN
(Üye)**

**Prof.Dr. Erol PEHLİVAN
(Üye)**

**Prof.Dr. Mehmet Emin AYDIN
(Üye)**

**Doç.Dr. Ali TOR
(Üye)**

Bu çalışmada hava ortamında bulunan poliaromatik hidrokarbonlar (PAH'lar) ve uçucu organik bileşiklerin (UOB'ler) kromatografik teknikler kullanılarak

kantitatif olarak tayini için metot optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve optimize şartlar belirlenerek atmosfer havasında gaz ve partikül fazında bulunan PAH, gaz fazda bulunan UOB'ler, Ağustos 2007- Haziran 2008 peryodunda izlenmiştir. Elde edilen veriler ile çocuk, yetişkin kadın ve yetişkin erkek popülasyonu için soluma yolu ile kanser riski (LR_i) analizleri ve istatistiksel analizler yapılmıştır.

Tespit edilen partikül fazda ortalama PAH konsantrasyonu $422-506 \text{ ng m}^{-3}$, gaz fazda $2068-2338 \text{ ng m}^{-3}$, gaz fazda ortalama UOB konsantrasyonu $108-143 \text{ ng m}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir. Baskın tespit edilen bileşikler PAH bileşikleri içerisinde Nap, Acy, Ace, F, P, A, Fluor, Pyr, Anthan ve Coro iken UOB'ler içerisinde m/p xylene, EtBenz, ve o-xylene olmuştur. Örnek noktaları arasında N3'de (Kapalı otopark) diğer örnek noktalarına göre yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. UOB konsantrasyonu bu örnek noktasında $616,98 \text{ ng m}^{-3}$, partikül fazdaki PAH konsantrasyonu 1028 ng m^{-3} , gaz fazdaki PAH konsantrasyonu 4626 ng m^{-3} olarak tespit edilmiştir.

Tespit edilen bileşiklerin meteorolojik parametrelerle (sıcaklık, basınç, relatif nem, rüzgar hızı ve yönü) ile olan ilişkisi incelendiğinde ise sıcaklıkla gaz fazda bulunan kirletici konsantrasyonunun iyi bir korelasyon göstererek arttığı gözlenmiş ve bileşiklerin gaz fazındaki konsantrasyonlarının bileşiğin molekül ağırlığının artması ile azaldığı tespit edilmiştir. Rüzgâr hızı, nisbi nem ve atmosferik basınç gibi meteorolojik parametrelerle UOB ve PAH konsantrasyonu arasında anlamlı bir korelasyon belirlenmemiştir.

Konya kent atmosferindeki PAH bileşiklerinin kaynağının önemli kısmının ısınma amaçlı yakıt tüketimi olduğu, UOB'lerin kaynağının önemli bir kısmını Ağustos-Aralık peryodunda trafik kaynaklı oluşumların oluşturduğu, ısınma kaynaklı faaliyetlerinde Ocak ayında baskın kirletici kaynak olduğu tespit edilmiştir. 11 aylık izleme peryodu süresince elde edilen m/p xylene/EtBenz oranlarına göre tüm noktalarda yakın bir kaynaktan kısa zamanda kirleticilerin dağıldığı belirlenmiştir.

Örnek noktalarının tamamında ozon oluşum potansiyeli kirletici konsantrasyon değerleriyle paralel olarak ocak, ağustos, aralık ve şubat ayında en yüksek değerlere ulaşmıştır.

Ortalama maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçları ile 0-17 yaş grubu ocuk, yetişkin kadın ve yetişkin erkek popülasyonları için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçlarının benzer olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: hava kirliliği, poliaromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), uçucu organik bileşikler (UOB'ler), metot optimizasyonu, gaz kromatografi, Konya.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

**“DETERMINATION AND MONITORING POLYCYCLIC AROMATIC
HYDROCARBONS AND VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM
FIXED AND MOBILE SOURCES IN KONYA CITY ATMOSPHERE”**

Gülnihal KARA

Selcuk University

Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Environmental Engineering

Supervisor :

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

2008, 360 Pages

Jury:

**Prof.Dr. Ferruh ERTÜRK
(Chairman)**

**Prof.Dr. Mustafa PEHLİVAN
(Member)**

**Prof.Dr. Erol PEHLİVAN
(Member)**

**Prof.Dr. Mehmet Emin AYDIN
(Member)**

**Assoc.Prof.Dr. Ali TOR
(Member)**

In this work analytical method optimization was carried out for polycyclic aromatic hydrocarbons and volatile organic compounds in ambient city atmosphere

by using chromatographic techniques. PAHs in particles and gas phases and VOCs in gas phase of air samples were monitored employing the optimized methods between August 2007 and June 2008. Cancer risk analyses (LR_i) due to inhalation and statistical evaluations were carried out for children, adult women and adult man population using the data obtained.

Mean particulate phase PAHs concentrations were between 422-506 ng m^{-3} , while they were 2068-2338 ng m^{-3} in gas phase. Gas phases VOCs concentrations were determined as between 108-143 ng m^{-3} . Nap, Acy, Ace, F, P, A, Fluor, Pyr, Anthan and Coro were dominantly determined compounds among PAHs while m/p xylene, EtBenz, and o-xylene were dominant VOC compounds. Higher concentrations of pollutants were observed at sampling point N3 (closed car park) comparing the other sampling points. Mean VOC concentration was 616,98 ng m^{-3} in this (N3) sampling point, mean PAH concentrations were 1028 ng m^{-3} in particles phase and 4626 ng m^{-3} in gas phase.

Seasonal variations and variations with meteorological parameters such as temperature, pressure, relative humidity, wind speed and direction were investigated. Correlations were observed between temperature and gas phase PAHs and VOCs. There was no significant correlation between meteorological parameters such as wind speed, relative humidity, atmospheric pressure with PAHs and VOCs.

Main source of PAH compounds in Konya city atmosphere is fossil fuel burning for heating while the main source of VOCs is mobile sources between August and December. In January however the dominant source is fossil fuel burning for heating. By looking at m/p xylene/ EtBenz ratios obtained during 11 months period, it could be suggested that pollutants are emitted in short time and from close sources at all sampling points.

Ozone formation potentials were increased in all sampling points parallel to pollutants concentration values and reached to high values in January, August, December and February.

Risk evaluation results were similar for mean exposure risk and 30 minute daily exposure risks for 0-17 years old children, adult women and adult man populations.

Key Words : air pollution, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), volatile organic compounds (VOCs), method optimization, gas chromatography, Konya.

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof.Dr. Mehmet Emin AYDIN danışmanlığında hazırlanarak, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Doktora Tezi olarak sunulmuştur.

Çalışmanın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren, her zaman destek olan hocam Sayın Prof.Dr. Mehmet Emin AYDIN'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez süresince çalışmalarımı izleyen, düşünceleri ve tecrübeleri ile çalışmamı yönlendiren değerli hocalarım, Sayın Prof.Dr. Kemal ALTINIŞIK, Prof.Dr. Erol PEHLİVAN, Doç.Dr. Ali TOR'a teşekkür ederim.

Çalışmanın gerçekleştirilmesine veri desteği ile yardımcı olan Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince maddi ve manevi olarak bana destek veren sevgili eşim Serdar KARA'ya ve aileme şükranlarımı sunarım.

Gülnihal KARA

Konya-2008

KISALTMALAR

Ace	: Acenaphthene (<i>Asenaften</i>)
Aceny	: Acenaphthylene (<i>Asenaftilen</i>)
Anth	: Anthracene (<i>Antrasen</i>)
Anthran	: Anthranthrene (<i>Antantren</i>)
ASE	: Accelerated Solvent Extraction (<i>Hızlı solvent ekstraksiyonu</i>)
amu	: Atomic mass unit (<i>Atomik kütle birimi</i>)
B[a]An	: Benzo[a]anthracene (<i>Benzo[a]antrasen</i>)
B[a]Py	: Benzo[a]pyrene (<i>Benzo[a]pren</i>)
B[ah]A	: Dibenzo[a,h]anthracene (<i>Dibenzo[a,h]antrasen</i>)
B[aj]A	: Dibenzo[a,j]anthracene (<i>Dibenzo[a,j]antrasen</i>)
B[ai]Pyre	: Dibenzo[a,i]pyrene (<i>Dibenzo[a,i]pyren</i>)
B[b]F	: Benzo[b]fluorene (<i>Benzo[b]florene</i>)
B[b]Flua	: Benzo[b]fluoranthene (<i>Benzo[b]floranten</i>)
B[e]Py	: Benzo[e]pyrene (<i>Benzo[e]pren</i>)
B[j]Flua	: Benzo[j]fluoranthene (<i>Benzo[j]floranten</i>)
B[k]Flua	: Benzo[k]fluoranthene (<i>Benzo[k]floranten</i>)
B[ghi]P	: Benzo[g,h,i]perylene (<i>Benzo[g,h,i]perilen</i>)
Chry	: Chrysene (<i>Kraysen</i>)
Coro	: Coronene (<i>Koronen</i>)
CS ₂	: Carbondisulphid (<i>Karbon disülfür</i>)
EE	: % Recovery Factor (<i>% Geri kazanım faktörü</i>)
EMEP	: Europe Monitoring Evaluation Programme (<i>Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı</i>)
EPA	: Environmental Protection Agency (<i>Amerika Çevre Koruma Teşkilatı</i>)
EtBenz	: Ethylbenzene (<i>Etilbenzen</i>)
F	: Fluorene (<i>Florene</i>)
FID	: Flame Ionization Detector (<i>Alev iyonlaşma dedektörü</i>)
Fluo	: Fluoranthene (<i>Floranten</i>)
GC	: Gas Chromatography (<i>Gaz kromatografisi</i>)
HQ _i	: Hazardous index (<i>Tehlike indeksi</i>)

IARC	: International Agency for Research on Cancer (<i>Uluslararası kanser araştırma ajansı</i>)
IDL	: Instrument Dedection Limit (<i>Cihaz dedeksiyon sınırı</i>)
In[123]Py	: Indeno[1,2,3-c,d]pyrene (<i>Indeno[1,2,3-c,d]pren</i>)
LC	: Liquid Chromatography (<i>Sıvı kromatografisi</i>)
LR _i	: Lifetime Cancer Risk via Inhalation (<i>Yaşam ömrü süresince soluma yolu ile kanser riski</i>)
HPLC-FD	: High Performance Liquid Chromatography Floresan Detector (<i>yüksek performanslı sıvı kromatografi-floresan dedektör</i>)
LOD	: Limit of Detection (<i>Dedeksiyon sınırı</i>)
LOQ	: Limit of Quantification (<i>Kantitasyon sınırı</i>)
MAE	: Microwave-Assisted Extraction (<i>Mikrodalga ile ekstraksiyon</i>)
MS	: Mass Selective (<i>Kütle seçici</i>)
MSD	: Mass Selective Detector (<i>Kütle seçici dedektör</i>)
MSPD	: Matrix Solid Phase Extraction (<i>Matriks katı faz ekstraksiyon</i>)
m/z	: Mass/valence (<i>Kütle/yük</i>)
Napht	: Naphthalene (<i>Naftalin</i>)
Pery	: Perylene (<i>Perilen</i>)
P.eteri	: Petroleum ether (<i>Petrol eteri</i>)
Phen	: Phenanthrene (<i>Fenantren</i>)
PAH	: Polycyclic or Polynuclear Aromatic Hydrocarbon (<i>Poliaromatik hidrokarbon</i>)
PFE	: Pressured Fluid Extraction (<i>Basınçlı akışkan ekstraksiyon</i>)
PUF	: Polyurethane foam (<i>Poliüretan köpük</i>)
Pyre	: Pyrene (<i>Pren</i>)
RSD	: Relative Standard Deviation (<i>Relatif standart sapma</i>)
SFE	: Supercritical Fluid Extraction (<i>Süper kritik akışkan ekstraksiyonu</i>)
SD	: Standard deviation (<i>Standart sapma</i>)
S/N	: Signal/Noise (<i>Sinyal/gürültü oranı</i>)
SPE	: Solid Phase Extraction (<i>Katı faz ekstraksiyonu</i>)
SIM	: Selected Ion Monitoring (<i>Seçilmiş İyon İzleme</i>)
VOC	: Volatile Organic Compound (<i>Uçucu organik bileşik</i>)

WHO : World Health Organization (*Dünya Sağlık Örgütü*)

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	vii
KISALTMALAR	viii
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiv
TABLolar LİSTESİ	xix
1.GİRİŞ	1
1.1. Hava Kirliliği.....	1
1.1.1. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliği, Etkileri ve Tespiti.....	3
1.2. Kromatografi Yöntemleriyle Hava Ortamında Hedef Bileşiklerin Analizi.....	11
1.3. Çalışmanın Amacı.....	17
1.4. Çalışmanın Önemi.....	19
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	21
2.1. PAH'lar.....	21
2.1.1. Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	23
2.1.2. PAH Kaynakları ve Kullanım Alanları.....	28
2.2. UOB'ler (Uçucu Organik Bileşikler).....	28
2.2.1. Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	31
2.2.2. UOB'lerin Kaynakları ve Kullanım Alanları.....	35
2.3. Hava Ortamında Taşıt Kaynaklı PAH ve UOB Seviyeleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	37
2.4. Motorlu Taşıt Kaynaklı Emisyonların Kontrolü.....	42
2.4.1. Kirliliği Artıran Emisyonların Azaltılması.....	43
2.4.2. Yakıt Tüketiminin ve Emisyonların Azaltılması.....	47
2.4.3. Trafik Düzenlemesi ve Ulaşım Planlaması.....	50
3. MATERYAL VE METOT	51
3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	51
3.1.1. PAH'lar.....	51
3.1.2. UOB'ler.....	51

3.2. Kullanılan Cihazlar ve Aletler.....	52
3.3. Cam Malzemelerin Kullanımı.....	53
3.4. Standartların Hazırlanması.....	53
3.5. Numuneleme ve Analiz.....	54
3.5.1. Gaz Kromatografi (GC) Çalışma Şartlarının Tespiti.....	63
3.5.1.1. PAH Analizleri için Optimum GC şartları.....	63
3.5.1.2. UOB Analizleri için Optimum GC Şartları.....	81
3.5.2. Ekstraksiyon, Desorbsiyon ve Temizleme için Metot Geliştirilmesi.....	91
3.5.2.1. Gaz Fazdaki PAH'lar için Ekstraksiyon ve Temizleme için Metot Geliştirilmesi.....	91
3.5.2.2. Partikül Fazdaki PAH'lar için Ekstraksiyon ve Temizleme için Metot Geliştirilmesi.....	101
3.5.2.3. Gaz Fazdaki UOB'lerin Desorbsiyonu için Metot Geliştirilmesi.....	115
3.6. XAD-2, CEF ve Aktif Karbon Tüplerinin Hedef Bileşikleri Tutma Etkinliğinin Araştırılması.....	125
3.7. Blank ve Metot Dedeksiyon Limiti (MDL) Çalışmaları.....	125
3.8. Yüksek ve Düşük Hacimli Hava Örnekleyicilerinin Kalibrasyonu.....	128
3.9. Risk Değerlendirmesi.....	131
4. BULGULAR.....	133
4.1. EPA TO 13 A ile optimize NIOSH 5515 Metodunun Arazi Ortamında Karşılaştırılması ve NIOSH Metodun Değerlendirilmesi.....	133
4.2. Konya Kent Havasında Taşıt Kaynaklı PAH'lar ve UOB'lerin Miktarları... 136	
4.2.1. PAH'lar.....	136
4.2.2. UOB'ler.....	177
4.3. Yer Seviyesinde Ozon Oluşum Miktarının Belirlenmesi.....	205
4.4. PAH Bileşiklerinin Kaynakları.....	209
4.5. UOB'lerin Kirleticili Kaynak Mesafesinin ve Hava Yaşının Belirlenmesi....	214
4.6. Risk Değerlendirmesi.....	217
4.6.1. PAH'lardan Kaynaklanan Riskin Tespiti.....	217
4.6.2. UOB'lerden Kaynaklanan Riskin Tespiti.....	223

4.7. PAH ve UOB’lerin Konsantrasyonlarının Değişimine Meterolojik Parametrelerin Etkisi.....	230
5. SONUÇLAR.....	232
6. KAYNAKLAR.....	235
ÖZGEÇMİŞ.....	253
EKLER.....	254

1.GİRİŞ

1940'lı yıllarda yaklaşık 3 milyar olan dünya nüfusu bugün 6 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun çoğunluğunun kentsel alanlarda yaşadığı bilinen bir gerçektir. Hızlı kentleşme büyükşehirlerde kentsel yaşam kalitesinin bozulması gibi pek çok probleme neden olmaktadır.

Ekonominin hızlı büyümesi ile su, toprak gibi sınırlı kaynaklar ihtiyacı karşılayamaz hale gelmiştir. Nüfus yoğunluğunun artması, arazi kullanımını arttırmakta ve bu da büyük kent merkezlerinde trafik problemleri yaratmaktadır. Bangkok ve Mexico city gibi dünyanın pek çok büyük kenti kontrol edilemeyen trafik büyümesinden kaynaklanan trafik tıkanıklığı ve hava kirliliği ile bilinmektedir (Raga ve diğ., 2001).

Trafiğin büyük bir kısmını oluşturan motorlu taşıtların sebep olacağı çevre etkilerinin başında gürültü ve hava kirliliği gelmektedir. Ayrıca motorlu taşıtlar çevreyi; egzoz emisyonu, yakıt-yag buharı, kurşun bileşikler, asbest ve lastik tozları, aşınma, paslanma ve korozyon sonucu oluşan gaz, sıvı ve katı atıklarla da kirletmektedirler. Motorlu taşıtlar, dünya doğal kauçuğunun %60'ını, çelik üretiminin %20'sini, alüminyumun %10'unu tüketmektedir (Serageldin ve Baret, 1993). Kentsel üretimin 1/3'ü sıkışık trafikte yolculuk gecikmesi nedeniyle kaybedilmektedir. Bu kayıp yaklaşık günde 4 milyon dolardır (Harris, 1993). Toplam enerji tüketiminin %70'inden sorumludurlar. Bu oran ülkelerde farklılık göstermektedir. ABD'de ulaşım sektörünün enerji ihtiyacı %90'lara çıkmaktadır. Kentsel yerleşim bölgelerinde ortaya çıkan ses enerjisinin %80'i trafikten kaynaklanmaktadır (Alexandre, 1975).

1.1. Hava Kirliliği

Hava kirliliği, endüstri devrimiyle birlikte özellikle Batı ülkelerinde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya başlamıştır. Yirminci yüzyılın başlarında geleneksel fosil yakıtların aşırı kullanımı sonucu, atmosferde kükürtdioksit (SO₂) ve partikül madde (PM) artışı nedeniyle solunum hastalıklarına bağlı ölümlerde ciddi artışlar

görülmüştür. Bu yıllarda, Belçika ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin çeşitli bölgelerinde, Londra'da önemli hava kirliliği olayları görülmüş, ölüm oranları beklenenin üzerine çıkmıştır.

Hava kirliliği çevre problemlerinden sadece biri olup küreselleşen dünyada, ülkeleri birbirlerine karşı sorumlu kılan en bağlayıcı kirlilik türü olmuştur. Bunda ozon tabakasının incilmesi, küresel ısınma problemleri önemli rol oynamıştır. Son zamanlarda ise uzun mesafeli taşınımına neden olan ve özellikle kalıcı toksik maddeler için dünya ülkeleri ile ülkemiz arasında antlaşmalar (Rio Zirvesi 1992, Montreal Protokolü 1990, Viyana Sözleşmesi 1985) yapılmaya başlanmıştır. Türkiye'de ulusal çevre eylem planı yapılması bu antlaşmalar ile gündeme getirilmiş, bir plan hazırlanmış ancak halen tam anlamıyla uygulamaya geçilememiştir. Öyle ki, geleneksel kirleticiler dediğimiz ve ağırlıklı olarak sanayiden kaynaklanan kirleticiler için dahi ülke genelinde bir emisyon envanteri oluşturulamamıştır.

Türkiye'de hava kirliliği, özellikle 1950'li yıllardan sonraki hızlı nüfus artışı, hızlı kentleşme ve endüstrileşme sonucu artan enerji talebinin daha çok petrol ve kömür gibi fosil yakıtlarla karşılanması ile özellikle İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük kentler de hava kirliliği problemleri ortaya çıkmıştır (DPT, 1997). Son yıllarda bu kentlere yönelik olarak alınan çeşitli önlemler sonucu, SO₂ ve PM düzeyleri kısmen gerilemiş olsa da, bu kirleticilerin konsantrasyonları halen birçok kentte özellikle kış aylarında uluslararası standartlar ve Türkiye Hava Kalitesi Koruma Yönetmeliği'nin belirlediği sınırların üzerindedir.

Buna ilave olarak, topografik ve meteorolojik özelliklerin dikkate alınmadığı yanlış kentleşme, uygunsuz ve yetersiz yakma teknikleri, yeşil alanların azalması, motorlu araç sayısındaki artış, hava kirliliğini daha da arttırmaktadır. Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE)'nün hava kalitesi izleme verileri, kükürtdioksit (SO₂) ve partikül madde (PM) düzeylerinin özellikle kış aylarında halen kabul edilebilir düzeylerin üzerinde olduğunu göstermektedir. Fakat sadece İstanbul ve Ankara'da azot oksit (NO_x) ve karbonmonoksit (CO) ölçümleri saatlik olarak gerçekleştirildiği için bu illerde ozon (O₃) diğer illerde NO_x, O₃ ve PM₁₀ kirliliği ile ilgili durum bilinmemektedir.

Konya kenti, kültürel, tarih, endüstri, tarım ve turizm açısından Türkiye'nin en büyük kent merkezlerinden birisidir. Bunun yanı sıra Türkiye'nin diğer büyük kentleri gibi Konya'da farklı çevresel problemlerle karşı karşıyadır. Bunlardan biri de hava kirliliğidir. Konya'da hava kirliliği kent merkezinde en önemli problemidir. SO₂ konsantrasyonu bazı kış günlerinde 200 mg m⁻³ aşmaktadır. Konya 1990-91 kış mevsiminde 452,5 mg m⁻³ SO₂ ve 168,5 mg m⁻³ PM konsantrasyonu ile hava kirliliği en yüksek il durumundadır. 2002-2003 kış sezonunda partikül kirliliğinde üst sıralarda yer almaktadır (Önder, 2006).

1.1.1. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliği, Etkileri ve Tespiti

Motorlu taşıtların sebep olduğu çevre etkilerinin önemli bir kısmını hava kirliliği oluşturmaktadır. Kent merkezlerindeki karbonmonoksit (CO) emisyonlarının %70-90'ı, azot oksit (NO) emisyonlarının %40-70'i, hidrokarbon (HC) emisyonlarının yaklaşık %50'si ve şehir bazında kurşun emisyonlarının %100'ü motorlu taşıt kaynaklıdır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008). Hava kirleticisi emisyonlar trafiğin yoğun olduğu ana caddelerde, kavşak ve karayolu etrafında önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Bu emisyonlar özellikle tüneller, yer seviyesinin altındaki araba garajları ve otoparklar gibi sınırlandırılmış alanlarda ciddi çevresel sorun oluşturmaktadırlar. Ayrıca yer seviyesinde bu emisyonların dispersiyonu da güç olmaktadır. Tablo 1.1.1'de motorlu taşıt kaynaklı genel hava kirleticisi türleri, kaynakları ve olumsuz etkileri sunulmuştur.

Bu emisyonlar hava kirleticisi kaynaklar içerisinde önemli yere sahiptir. Taşıtlarda atık gaz çıkışları yer seviyesine çok yakındır. Bu nedenle atmosfere atık gaz emisyonu yapan diğer kirleticisi kaynaklara göre çok daha büyük zararlara yol açmaktadırlar. Solunum yollarında ve kanda çeşitli rahatsızlıklara neden olabilmektedirler. Motorlu taşıt emisyonlarının, genel kirleticisi özellikleri yanında ani ve doğrudan etkili toksik özelliğinin bulunması, atmosferdeki ömrünün daha uzun süre olması ve asit yağmurlarının oluşumunda temel faktör oluşu gibi özellikleri, bu emisyonları diğer emisyon kaynaklarına göre daha önemli ve ciddi kılmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde taşıtlar daha yaşlı olması ve yeterli yasal düzenlemeler bulunmadığından buralarda taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar en önemli kirleticisi kaynak olarak ortaya çıkmaktadır (Özer ve diğ., 1997). Bu

bileşiklerin atmosferde bulunması sağlık riski meydana getirir, çünkü çoğu çok düşük konsantrasyonlarda dahi toksik veya kanserojendir (National Air Quality and Emission Trends Report, 1996).

Motorlu taşıt emisyonlarının ana kaynağı egzoz sistemi olması yanında yakıt tankı (%5-7), karbüratör (%5-10) ve karter havalandırması da (%18-22) emisyonların oluşumunda önemli yer tutmaktadır. Fosil yakıtların yanmasından oluşan CO, HC ve NO_x bileşiklerinin yarısı motorlu taşıtlardan kaynaklanmaktadır. SO₂, kurşun, is ve partikül maddeler yine motorlu taşıtların çevreye yaydığı zararlı maddelerdendir. Özellikle dizel motorları SO₂ ve partikül maddenin en önemli kaynağıdır. Amerikan Çevre Koruma Teşkilatı (EPA), hava kalitesinin indikatörü olarak 6 kirleticiyi belirlemiştir (CO, kurşun, NO₂, O₃, Partikül madde, SO₂). Motorlu taşıtlar bu hava kirleticilerinin pek çoğunun en önemli kaynağıdır. Karbonmonoksit üreten başlıca kirletici kaynaklar arasında motorlu taşıtlar %66 ile ilk sırada yer almaktadır. %12 ile en yüksek hidrokarbon emisyonuna, %6 ile de en yüksek azot oksit emisyonuna neden olmaktadır (Granell, 2002).

Tablo 1.1.1 Motorlu Taşıt Kaynaklı Hava Kirleticilerinin Kaynakları ve Toplum Sağlığına Etkileri

Kirletici	Kaynakları	Etkisi
Azot oksitler NO _x	Yanma sırasında ulaşılan yüksek sıcaklık nedeniyle havadaki oksijen ve azotun birleşmesi ile ortaya çıkarlar. Hızlanma ve seyir esnasında en yüksek değere ulaşmaktadır. Düşük hava-yakıt oranında NO _x konsantrasyonu da düşüktür.	NO ₂ 'nin atmosferde yaklaşık 10 yıl kaldığı belirlenmiştir. Asit yağmurları hidrokarbonlarla birlikte O ₃ oluşumuna neden olmaktadır. Hücre zarının hasar görmesine ve akciğerlerin fonksiyonunu yitirmesine neden olmaktadır.
Karbon monoksit (CO)	Oksijen yetersizliği, tutuşma sıcaklığı, yüksek sıcaklıkta gazın kalıcılık zamanı ve yanma odası türbülansı gibi faktörlerin eksikliğinde tam olmayan yanma sonucunda meydana gelmektedir. Benzinli araçlarda motor rölantide çalışırken ortama verilmektedir. Atmosferde kendiliğinden havanın oksijeni ile birleşerek karbondioksit dönüşür.	Kanın oksijen taşıma yeteneğini azaltmaktadır. Konsantrasyona bağlı olarak kandaki CO artışı, oksijen azalmasından kaynaklanan yorulma, çalışma veriminin düşmesi, baş ağrısı, baş dönmesi, nefes darlığı hatta ölümle sonuçlanabilir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından toplum sağlığının korunması için kandaki CO miktarının % 2,5-3,0 olması önerilmektedir.
Partikül Madde (PM)	Dizel motorlarında, heterojen yanma olayının ara fazında oluşan katı karbon tanecikleri, yanmanın tamamlanması için yeterli zaman tanınmadığı durumlarda partikül emisyonuna neden olmaktadır. Benzin motorlarında ise, aşırı zengin karışımlar dışında partikül emisyonu çok düşük miktarlarda kalmaktadır.	Partiküller diğer kirleticilerin üzerlerinde adsorblanarak taşınmalarına neden olduğu için özellikle önemlidir. Örneğin benzopyrene ve diğer poliaromatik bileşikler partiküller üzerinde adsorblanmakta ve solunum sistemine taşınmaktadır. Bu bileşiklerin solunum sistemine taşınması da kanser riskini arttırmaktadır (Granel, 2002).

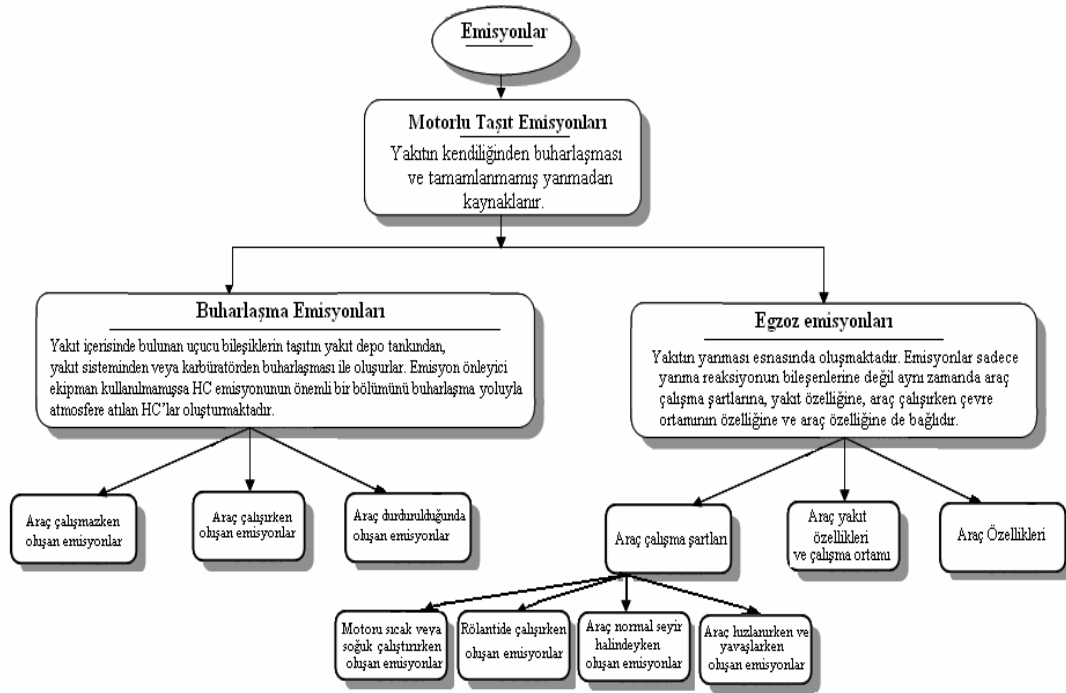
Tablo 1.1.1 Motorlu taşıt kaynaklı hava kirleticilerinin kaynakları ve toplum sağlığına etkileri (devamı)

Hidro karbonlar (HC)	Yakıtın tam yanmaması ve benzinin depodan çıkışı veya dolum sırasında buharlaşma ile ortaya çıkarlar. Zengin yakıt karışımlarında yeterli oksijen sağlanamadığı için yakıtın tamamı yanmaz ve HC emisyonları artar. Yakıt/hava karışımının çok fakirleşmesi durumunda da yanma odası sıcaklığı düşeceği için tam yanma gerçekleşmez ve yine HC miktarı artar.	Aromatik hidrokarbonların mukozada tahrişe yol açtığı, buharlarının solunması durumunda sistemik etki gösterdikleri tespit edilmiştir. Polinükleer Aromatik Hidrokarbon (PAH)'ın ise kanserojen etkisi kesin olarak belirlenmiştir. PAH'lar arasında en çok bilineni Benzopyrene'dir. Benzopyrene, motorlu araçlardan atmosfere yayılmaktadır. Solunum aracılığıyla vücuda alınan PAH'ların akciğer kanserine neden olduğu tespit edilmiştir. Yüksek derişimlerde mukoza tahrişine ve genel narkotik etkiye sahiptir. Benzen ve formaldehit gibi bazı aromatik HC'lar kanserojen özelliğe sahiptir, formaldehit kısa süreli nefes rahatlatıcı özelliğe sahip olup deri tahrişine de yol açmaktadır. CFC'ler da iklim değişikliğine neden olan sera gazları içinde yer almaktadır (Wijetilleke ve Karunaratne, 1985).
Kurşun bileşikleri (Pb)	Benzinli motorlarda vurutuya karşı direnci sağlamak amacıyla kullanılmakta, % 50-75'i egzoz gazları aracılığıyla kurşun bileşikleri atmosfere dağılmaktadır. Saatte 200 araçlık bir trafik yoğunluğunda, 40-60 g/km-saat kurşun havaya karışmaktadır.	Kandaki kurşun konsantrasyonu 0,2 mg mL ⁻¹ limitini aştığında kan değerinde düşmenin (anemi), 0,3-0,8 mg mL ⁻¹ limitlerini geçtiğinde duyu ve sinir iletişim hızında azalmanın, 1,2 mg mL ⁻¹ limitini aştığında ise yetişkinlerde geri dönüşü olmayan beyin hasarlarının meydana geldiği belirlenmiştir. Kandaki hemoglobin ile reaksiyona girerek öğrenme düzensizliği, öğrenme zorluğuna, dikkat dağılmalarına, davranış bozukluğuna, hipertansiyona, baş ve karın ağrısına, konuşma zorluğuna, anemiye, büyüme engellemesine, kusmaya ve zayıflamaya, felce ve hatta ölüme neden olmaktadır (Öztürk, 2004).

Tablo 1.1.1 Motorlu taşıt kaynaklı hava kirleticilerinin kaynakları ve toplum sağlığına etkileri (devamı)

Karbon dioksit (CO ₂)	Egzoz gazları içerisinde bulunan CO'ı gidermek için kullanılan katalizör sistemlerinden (yükseltgenme reaksiyonlarında) ve yanma işlemlerinden kaynaklanır.	Global ölçekte atmosferde karbondioksitin sürekli olarak artması sera etkisine, iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Sera etkisi nedeniyle yeryüzünün sıcaklığı sürekli olarak artmaktadır.
Kükürt dioksit (SO ₂)	Dizel motorlarında yakıtın yanmasından kaynaklanır. Benzinli motorlarda zengin karışımla çalışma sırasında katalizör sisteminde oluşan H ₂ S sistem bünyesinde tutularak fakir karışımla çalışma sırasında SO ₂ haline dönüşmektedir.	Egzoz gazlarında bulunan partiküllerle beraber etkisi güçlenerek, solunum yollarında tahribata ve gözlerde yanmalara neden olmaktadır. Özellikle yeşil yapraklı bitkiler kükürt dioksite karşı çok duyarlı olmaktadır. Atmosferde kimyasal dönüşüme uğrayarak asit yağmurlarına neden olmaktadır (Bayram ve diğ., 2006).

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonların oluşum ve dağılım hızları çevresel şartların bir fonksiyonudur. Bunlar meteorolojik şartlar (minimum, maksimum günlük sıcaklıklar, bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü, atmosferin kararlılık durumu (stabilite), topoğrafik yapı (dağlar, engebeli arazi, yüksek binalar), ulaşım şartları (yol türü, yol şartları), aracın yol alma etkinliği (sürekli aynı hızda çalışması, rölantide çalışması, hızlanma ve yavaşlama), araç çalışma şartları (motoru sıcak veya soğuk çalıştırma), araç gruplarının teknolojik özellikleri (araç yaşı, araç tipi, kullanılan yakıt sistemi, yakıt, aracın brüt ağırlığı, emisyon ile ilişkili teknolojik ekipmanların mevcudluğu, katedilen mesafe, araç bakımının yapıp yapılmadığı) dır (EPA, 2002). Motorlu taşıtlarda emisyonlar yakıtın kendiliğinden buharlaşması ve tamamlanmamış yanmadan kaynaklanmaktadır. Bu emisyonlar buharlaşma emisyonları ve egzoz emisyonları olarak 2 grupta incelenmektedir. Şekil 1.1.1’de bu emisyonlar şemalaştırılmıştır.



Şekil 1.1.1 Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar

Araç çalışmazken oluşan emisyonların bir kısmı ortam sıcaklığının gün içindeki değişmesinden oluşmaktadır. Yakıt tankında sıcaklık arttığı zaman tank

içinde buharlaşma kaçaklara neden olmaktadır. Araç çalışırken oluşan emisyonlar da motor egzoz sisteminde yüksek sıcaklıklar olduğu zaman benzinin buharlaşmasıyla oluşur. Araç çalışırken yolun sıcak olması, egzoz sisteminde ısı, bu emisyonların oluşmasına neden olmaktadır. Araç durdurulduğunda oluşan emisyonlar araba durdurulduğunda motor sıcaklığının hâla yüksek oluşu nedeniyle benzinin buharlaşmasından oluşan emisyonlardır. Dizel yakıtında ise normal atmosfer şartlarında buharlaşma olmadığından buharlaşma emisyonları oluşmamaktadır.

Aracın çalışma durumu; rölantide, sabit hızlı, ivmeli hızlanma ve yavaşlama durumu olarak düşünülmektedir. Özellikle rölanti, hızlanma şartları emisyon oluşumunda oldukça etkilidir. Motoru sıcak veya soğuk çalıştırırken oluşan emisyonların oluşumunda motor sıcaklığı önemli bir faktördür. Soğuk başlamadan sonra motor kapatıldığı zaman CO ve HC emisyonları oldukça yüksektir ve araç soğukken, araç birkaç dakika çalıştırıldığında ve soğuk başlamadan hemen sonra da yüksektir. Bilgisayarlı kontrol sistemleri bulunan araçlarda motorun durmaması için zengin yakıt karışımına ihtiyaç vardır. Bu zengin karışım tam yanmanın gerçekleşmesini sağlar. Aracın ilk birkaç dakika çalışması süresince katalizörde çok az oksidasyon meydana gelir. Çünkü katalizör sadece yaklaşık 300 °C’de tam kapasite çalışır. Hatta araç rölantide çalışıp kısa bir süre sonra tekrar normal şekilde çalıştırıldığı zaman oluşan emisyonlar araç normal şartlarda seyir halindeyken oluşan emisyonlardan daha fazladır. Sıcak çalışma emisyonları soğuk çalışma emisyonlarından daha düşüktür ve oluşan emisyonlar araç teknolojisinin bir fonksiyonudur. Araç rölantide çalışırken EFK (hava fazlalık katsayısı) birden küçük olup, silindir basıncı çok düşüktür ve HC ve CO eksik yanma, soğuk cidarlar ve düşük basıncın oluşturduğu düşük yanma hızlarından dolayı fazladır. Araç normal seyir halindeyken motor normal çalışma sıcaklığına geldiğinde katalizör sıcaklığı optimum seviyeye ulaşır. Bu durumda CO ve HC emisyonlarının oluşumu kararlı seviyeye kadar azalır. Araç hızlanırken motor zengin karışımda çalışır. Silindir içi üniform olmayan yakıt dağılımı, yanmamış hidrokarbonların egzozla gitmesini sağlar. Yavaşlamada ise motor fakir karışımda çalışır. Yine silindirlerde üniform olmayan yakıt dağılımı görülür ve HC emisyonları oluşur.

Dünya da çalışmakta olan araçların büyük çoğunluğu benzin veya dizel yakıt ile çalışmaktadır. Üretilen emisyonlarda doğal olarak yakıt tipine bağlı olarak çok

çeşitli olmaktadır. Benzinli çalışan araçlarda en yüksek emisyonlar sırasıyla CO, UOB ve NO_x iken dizel araçlarda ise NO_x ve partikül maddedir. Çalışma ortamı bölgenin özellikleri ile ilgilidir. Bunlar yükseklik, nem ve sıcaklıktır. Aracın çalıştığı ortam çeşitli problemlere neden olmaktadır. Bunlar sıcak havalarda daha fazla yakıtın buharlaşması, daha yüksek bölgelerde oksijen miktarının düşük olması nedeniyle tam yanma olmamasıdır. Bu problemler motor ayarlamaları ve yakıt bileşiminde yapılan modifikasyonlarla giderilir. Örneğin ABD’de mevsimsel sıcaklıklar ve yüksekliğe göre yakıt içerisinde uçuculuğu etkileyen bileşenler ayarlanmaktadır.

Emisyon üretimi ile araç yaşı arasında doğrudan ilişki bulunmaktadır. Araç üretimi süresince mevcut teknoloji ve uzun yıllar kullanımla ilgili yıpranma emisyonların tür ve miktarında değişikliklere neden olmaktadır. Örneğin 70’li yıllarda benzinden kaynaklanan emisyonları yakalama ve tutma da aktif kömür ile doldurulan kaplar kullanılırken 1975’li yıllarda daha ileri emisyon arıtım yöntemleri olan oksidasyon katalizörü, ikincil havalandırma ve çift yataklı katalizör sistemleri geliştirilmiştir (EPA, 2002).

Taşıtlardan kaynaklanan emisyonların gerçek şartlarda ölçülmesi zordur. Bu nedenle günümüzde yaygın olarak emisyonlar, ya deneysel olarak ya da spesifik emisyon faktörleri ve trafik verilerini temel alarak bilgisayar yardımıyla model kullanılarak hesaplanmaktadır. Deneysel olarak taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar seyir halindeki araçların egzoz ölçümleri ile dinamometre testleri ile veya tünel ölçümleri ile belirlenmektedir. Emisyon hesaplarının değerlendirilmesine ilişkin pek çok araştırma yapılmıştır. Bazı araştırmalarda modellerle elde edilen tahminlerin ortam hava verileri veya yollardaki hava verileri ile iyi korelasyon vermediği (Pokharel ve diğ., 2002; Fadel ve Hashisho, 2000; Pujades ve diğ., 2004), bazılarının da korelasyonun yüksek olduğu (John ve diğ., 1999; Hsu ve diğ., 2001; Ekstrom ve diğ., 2004) belirlenmiştir. Yollarda taşıtlardan kaynaklanan emisyonları belirlemek için 1980’den beri çok sayıda tünel çalışması yapılmıştır (Gorse ve Norbeck, 1981; Ingalls, 1989; Kirchstetter, 1996; Robinson ve diğ., 1996; Gertler ve diğ., 1997; Staehelin ve diğ., 1998). Tünel çalışmalarının avantajı hava hacminin iyi

sınırlandırılmış olmasıdır (Kühlwein ve Friedrich, 2006). Emisyon modellerini değerlendirmek içinde tünel çalışmaları yapılmaktadır. Kısa tüneller giriş etkisi nedeniyle sorun oluşturmaktadır.

Dinamometre testleri laboratuvar ortamında şasi dinamometre kullanılarak farklı motor grupları için emisyonların ölçülmesini temel alır. Dinamometre testleri ile çok az kapsamlı veri seti belirli organik bileşikler için mevcuttur (Staehelin ve diğ., 1998). Trafiğin yoğun olduğu caddelerde yapılan emisyon ölçümleri ile de taşıt kaynaklı kirlenme belirlenebilmektedir (Berkowicz ve diğ., 2006). Bu yöntem daha çok laboratuvar ortamında uzun süren analizlerin yapılmasını gerektirdiği için bu yöntemle envanterlerin hazırlanması oldukça güçtür.

1.2. Kromatografi Yöntemleriyle Hava Ortamında Hedef Bileşiklerin Analizi

Gaz kromatografisi diğer metotlara göre kıyaslandığında çok sayıda avantaja sahiptir. Bu metot çok seçici, hassas, numune ihtiyacı az olan bir metottur. Bu metotla analizde; analiz öncesi ayırma (ekstraksiyon) ve konsantre etme aşamasının yapılması gerekir. Herhangi bir hava ortamında bulunan kirleticiler için analiz prosedürü;

- ✓ Bileşiğin numuneden ayrıldığı ekstraksiyon basamağı,
- ✓ Ekstraksiyon sırasında numuneden gelen diğer kirliliklerin (ko-ekstrakt), hedef bileşiklerden ayrıldığı numune temizleme (clean-up) basamağı ve
- ✓ Kromatografik teknikler ile kalitatif ve/veya kantitatif analizin gerçekleştirildiği aşamalardan oluşur (Tor, 2004).

Hava numunelerinin analizlerinde kirleticiler, hava örnekleyici cihazlar ile belli bir hacim (tipik olarak 10-500 m³) hava vakumlanıp adsorban madde üzerinde tutularak havadan ayrılmaktadır. Partikül maddeler ise cam lifli (fiber glass), kuvars, politetrafluoroetilen (PTFE) ve naylon membran filtreler de tutulmakta ve sokslet ekstraksiyon, ultrasonik ekstraksiyon, süperkritik akışkan ekstraksiyon (SFE), hızlı solvent ekstraksiyon (ASE), mikrodalga destekli ekstraksiyon (MAE), akışkan ekstraksiyon (PFE), matriks faz ekstraksiyon (MSPD) metotları ile ekstrakte

edilmektedir (EU, 2001; Borrás ve Tortajada, 2007). Havadaki partikül maddelerin tutulmasında cam lifli filtreler ucuz oldukları için en çok tercih edilen filtrelerdir. Gaz fazındaki PAH'lar genellikle poliüretan köpük (PUF) plagların üzerinde tutulur (Hawthorne ve diğ., 1992). XAD-2 (styrene-divinilbenzen polimer reçinesi), Porapak PS ve Tenax GC dahil diğer absorbentlerde PAH'ların tutulmasında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

Ekstraksiyon aşamasını takiben ekstraktların temizlenmesi, hedef bileşiklere karışan ko-ekstraktların miktarını azaltmak için gereklidir. Çünkü ko-ekstraktlar GC kolonunun performansının azalmasına hem enjektör hem de spektrometre (MS) dedektörde istenmeyen birikmelere neden olmaktadır. Temizleme genellikle kolon kromatografî teknikleri ile yapılmaktadır (Fuoco ve diğ., 2005).

Analiz metodunun son basamağında, hedef bileşiklerin kalitatif ve kantitatif tayini yüksek performanslı sıvı kromatografî-floresan dedektör (HPLC-FD), gaz kromatografî-kütle spektrometresi (GC-MS), sıvı kromatografî- kütle spektrometresi (LC-MS), sıvı kromatografî/gaz kromatografî/kütle spektrometresi ile yapılabilmektedir (Pleil ve diğ., 2004; Xie ve diğ., 2003).

GC/MS metodu numunenin kompozisyonu ile ilgili geniş kapsamlı bilgi verir ve bileşikleri daha iyi tanımaya olanak verir. Bu sistem seçilen zaman aralığında spesifik iyonları kaydeder. Bu özellik bu metodu diğer metotlara göre hem daha seçici hem de daha hassas kılmaktadır (Borrás ve Tortajada, 2007).

Uçucu Organik Bileşik (UOB)'lerin hava ortamında tespiti Airmotec GC, Kanişter metot ve Grab metot olmak üzere 3 farklı teknikle yapılmaktadır. Airmotec GC metodu ile otomatik olarak Airmotec GC HC1010 cihazı kullanılarak yarı uçucu hidrokarbonların analizi yapılmaktadır. Kanişter Metot ile çok uçucu metan harici hidrokarbonlar kanişterler ile numunelenir ve kapiler kolon ile donatılmış gaz kromatografî ile analiz edilir. Grab Metot ile yarı uçucu hidrokarbonlar aktif karbon ile numunelenir ve karbon disülfür ile desorbe edilir. Airmotec GC ile Uçucuların analizi EPA Metot TO-12 de belirtilmiştir. Bu metotta hava örneğinin tamamı ortam havasından çekilip doğrudan GC sistem ile ekstrakte ve analiz edilir. Kanişter Metot

EPA’da TO 15, TO 14, TO 12 de belirtilmiştir. TO 15’de hava örnekleri özel olarak hazırlanmış kanişterlerde toplanır ve katı sorbent trapta konsantre edilir. Pahalı ekipman gereksinimi olan bir metottur. TO-14’de hava örnekleri paslanmaz çelik kanişterlerde toplanır ve sıvı argon veya azot ile trapta konsantre edilir. Oldukça hassas bir metottur. TO 12’de ortamdan hava kanişterler ile toplanır ve sıvı argon ile trapta ya yoğunlaşma yoluyla ya da adsorbsiyon yolu ile konsantre edilir. Traptan geçen numune hacmi dinamik olarak kalibre edilmektedir. EPA’da tanımlanan diğer metotlar katı adsorbent madde (Tenax veya CMS) içeren tüp içerisinde adsorbsiyon, sıyogen trapta konsantre etme ve termal desorbsiyon aşamalarından oluşmaktadır (TO 1, 2, 3, 17). TO-17, ortam havasında 0,5-25 ppb konsantrasyon seviyesinde uçucu organik bileşikler için sorbent tüp/termal desorbsiyon/gaz kromatografi metodunu temel alan bir izleme metodu tanımlamaktadır. Metot TO-1’de EPA gözenekli tenaks polimerin polar olmayan uçucu organik bileşiklerin numunelenmesi için kullanımını açıklamıştır. TO-2’de çok uçucu polar olmayan uçucu organik bileşikler için karbon moleküler elek kullanımını açıklamıştır. UOB’lerin havada belirlenmesi için EPA tarafından uygulanan metotların karşılaştırılması Tablo 1.2.1’de verilmiştir. Ayrıca Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) Metot 1501 ile 11 UOB bileşiği analiz edilebilmektedir. Uçucu organik bileşiklerin çevrede yaygın olarak bulunması ve sağlığa zararlı etkileri nedeniyle bu bileşiklerin belirlenmesini sağlayan en uygun metot hala araştırılmaktadır (Meruva, 1998; Papaefstathiou ve Castro, 1997).

PAH bileşiklerinin hava ortamında tespiti için EPA tarafından bir tek metot TO 13 A tanımlanmıştır. Bu metot hem partikül hem de gaz fazındaki 16 EPA PAH bileşiğin analizi için kullanılmaktadır. Bu metotta hava örneklerinde PAH analizi için, gaz fazında olan düşük molekül ağırlıklı PAH bileşiklerini ve partikül maddelere adsorbe olmuş daha yüksek molekül ağırlıklı bileşikleri ekstrakte edebilmek için, sırasıyla, cam lifli filtreden yapılan bir filtreleme sistemi ile adsorben ihtiva eden tüp sistemi kombinasyonu kullanılmaktadır.

Adsorben olarak, XAD-2 veya poliüretan köpük (PUF) kullanılmaktadır. Filtre sisteminde tutulan partikül maddeler ve XAD-2 reçinesinin tuttuğu PAH bileşikleri, genellikle sokslet ekstraksiyon yöntemi ile organik faza alınmaktadır. PUF'un kullanılması durumunda, genellikle termal desorpsiyon yöntemi ile tutulan PAH bileşikleri tekrar gaz fazına alınıp analiz yapılmaktadır (Kristensson ve diğ., 2004).

Ayrıca NIOSH Metot 5515'te düşük hacimli hava örnekleyicisi kullanılarak hem gaz hem de partikül fazdaki 17 PAH bileşiği analiz edilebilmektedir.

Tablo 1.2.1 Hava örneklerindeki UOB'lerin tayini için EPA tarafından uygulanan metotların karşılaştırılması

Metot	Belirlenen Bileşikler	Numuneleme ve Analiz	Dedeksiyon limiti	Avantajlar	Dezavantajlar
TO-1	UOB'ler (80-200 °C) Benzen, toluen, xilen vb.	TENAX-GC adsorbsiyon ve GC/MS analiz Ortam havası, organik polimer sorbent tüp içinden geçirilir. Sorbent üzerinde tutulan hedef bileşikler termal olarak desorbe edilir. GC/MS ile analiz edilir.	0,01-100 ppbv	Örneklenen hava hacmi fazladır. Tüp üzerinde su buharı toplanma riski yoktur. Geniş çeşitlilikte bileşikler belirlenebilir. Dedeksiyon limiti düşüktür.	Yüksek uçucu organik bileşikler ve belirli polar bileşikler belirlenemez. Çoklu analiz mümkün değildir. Bazı bileşikler numuneleme sırasında tutulduktan sonra ortama tekrar salınabilir. Bazı bileşiklerin desorbsiyonu zordur.
TO-2	Yüksek uçucu UOB'ler (-15 °C -120 °C) (vinil klorid, kloroform vb.)	Karbon-Moleküler Sieve adsorbsiyon ve GC/MS Analizi Yüksek uçucu organik bileşikler karbon moleküler elek tarafından tutulur ve termal olarak desorbe edilir. GC/MS ile analiz edilir.	0,1-200 ppbv	Kalıntı miktarda UOB'ler sorbent madde üzerinde tutulur ve konsantre edilir. Polar bileşikleri toplama etkinliği yüksektir. Metodun uygulama aralığı yüksektir. Yüksek uçucu UOB'ler adsorbe edilir.	Çevre ortamında kalıntı miktarda bulunan organik bileşiklerin sorbentten geri kazanılması zordur. Tüp üzerinde su buharı toplanabilir ve buda adsorbsiyon ortamını deaktif edebilir. Bazı bileşiklerin termal desorbsiyonu zordur.

Tablo 1.2.1 Hava örneklerindeki UOB'lerin tayini için EPA tarafından uygulanan metotların karşılaştırılması (devamı)

TO-3	Polar olmayan UOB'ler (-10 °C -200 °C) (Vinil klorid, metilenklorid gibi)	Sryojenik ön konsantre etme ve GC/ECD/FID analiz Gaz fazındaki organikler sryojenik trapta yoğunlaştırılır. Yoğunlaşan numune taşıyıcı gazla kolona transfer edilir. Adsorbe edilen bileşikler GC kolonunda elute edilir ve FID veya ECD ile kantitatif analiz edilir.	0,1-200 ppbv	Geniş çeşitlilikte UOB'ler toplanabilir. Geri kazanım verimleri sabittir.	Havadaki nem sryojenik trap ile donma problemlerine neden olur. Numuneleme aşaması zordur. Pahalı bir yöntemdir.
TO-14A	Polar olmayan UOB'ler (toluen, benzen, klorobenzen)	Özel Hazırlanmış Kanişterle GC/MS Analizi Hava örnekleri paslanmaz çelik kanişterlerle toplanır. UOB'ler katı sorbent trap veya purge trap ile konsantre edilir. Yeniden ikinci trapta toplanır. GC/MS'de analiz edilir.	0,2-25 ppbv	Polar bileşiklerin suda analizinde yapılabilir. Bu metotla belirlenen bileşiklerin tamamı için metot dedeksiyon limiti sağlanır	Analitik ekipmanları pahalıdır.
TO-17	Polar/polar olmayan UOB'ler (alkoller, benzen, klorobenzen)	Çoklu adsorbent tüp-GC/MS Ortam havası çoklu sorbent tüp içinden geçirilir. Tüp içinde tutulan UOB'ler termal olarak desorbe edilir.	0,2-25 ppbv	Hidrofobik sorbentler kullanılarak tüp üzerinde su buharının toplanma riski azaltılmıştır. TO-14 A ile kıyaslandığında su buharından daha iyi koruma mevcuttur.	Bazı UOB'lerin desorbsiyonu zordur. Adsorbent tüplerin kirlenme problemi vardır. Çoklu analiz mümkün değildir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Ülkemizde hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme sonucunda hızla artan kentleşme olgusu ile birlikte çok sayıda problemle karşılaşmaktadır. Bu problemlerin başında hava kirlenmesi yer almaktadır. Çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri bulunan hava kirliliğinin, kentsel yaşam kalitesi üzerinde önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Hava kalitesi yönetim planları oluşturulurken, öncelikle mevcut kirlilik durumu hakkında geçerli ve güvenilir bilgilere sahip olmak gerekir. Bu amaçla kirleticili konsantrasyonlarının seviyesi, çeşitli zaman aralıkları ve mekanlarda ölçülmeli ve yapılan bu ölçümlerin kalitesi bilinmelidir.

Kentsel alanlarda, dış ortam havasında bulunan temel hava kirleticileri; karbon monoksit (CO), ozon (O₃), azot oksitleri (NO_x), kükürt dioksit (SO₂), asılı partiküler maddeler (APM) ve kurşun (Pb) dur. Ayrıca poliaromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), uçucu organik bileşikler (UOB'ler) ve asit aerosoller gibi hava toksiklerine de gittikçe artan düzeyde önem verilmektedir.

SO₂, partikül madde gibi klasik hava kirleticileri, kentsel alanlarda geniş çapta izlenmektedir. Ancak, son zamanlarda yapılan çalışmalarda Hava Toksikleri ve Asitli Hava konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Hava toksikleri, motorlu taşıtlar, kok üretimi, kömür yakılması sonucu oluşan poliaromatik hidrokarbonlar (PAH'lar) ve petrol yanmasından birincil olarak oluşan benzen gibi uçucu organik bileşiklerdir. Bu kirleticiler için izleme metotları, kentsel dağılımları ve etkileri çok iyi belirlenmemiştir. Bu konudaki eksiklikler motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonların oldukça spesifik ve tespitlerinin zor ve zaman alıcı olması nedeniyledir. Bu alanlarda çok daha geniş çaplı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma da motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar, bu emisyonlardan PAH'lar ve UOB'lerin tespiti ve bu emisyonların kontrolünün incelenmesi amaçlanmıştır. Bu emisyonlar, ozon tabakasının incelmeye katkısı, toksik ve kanserojen yapıları, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileriyle giderek üzerinde daha fazla çalışma yapılan çevre ve iş hijyeninin aktüel konuları arasındadır. Gerek ABD'de gerekse Avrupa Birliği ülkelerinde örnekleme, analiz, sınır değerler, azaltıcı önlemler üzerinde yoğun çalışmalar sürdürülmekte, yeni düzenlemeler getirilmektedir. Bu emisyonlar özellikle tüneller, yer seviyesinin altındaki araba

garajları ve otoparklar gibi sınırlandırılmış alanlarda ciddi çevresel sorun oluşturmaktadırlar. Motorlu taşıt emisyonları atmosferdeki fotokimyasal reaksiyonlara neden olan gazların da önemli kaynağıdır. Bu kirleticilerin belirlenmesi motorlu taşıtların genel ortam havasına etkilerini yansıtacağı için kirletici kaynaklar doğru belirlenecek ve kontrol çalışmaları bu doğrultuda yapılacaktır. Çalışma kapsamında, eksikliği önemli ölçüde hissedilen taşıt kaynaklı kirleticilerin belirlenebilmesi için metot optimizasyonu ve ortam havasındaki konsantrasyonları tayin edilmiş, hava ortamında (gaz/partikül) baskın kirletici ve kirletici grupları da belirlenmiştir. Bu kirleticilerin taşıtlarda kontrolü, azaltılması ile ilgili de araştırma yapılmıştır. Bu çalışma bu konuda bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

Çalışma da Avrupa Birliği (EU) ülkelerinde taşıt kaynaklı emisyonları belirlemek için geliştirilen COPERT III model programıyla belirlenen PAH'lar ve UOB'lerinin analitik yöntemlerle analizinin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu emisyonların ortam havasında belirlenmesi için metot geliştirilmesi ve bu metotların Konya ortam havasında trafiğin yoğun olduğu caddelerde, açık ve kapalı otoparklarda, hız kontrol etme ve kazaları azaltmada kullanılan şehir içi trafik sinyallerinin olduğu noktalarda uygulanması hedeflenmiştir. Yolda yürüyen insanlar, yola yakın evde oturan insanlar yola yakın okullar yüksek seviyelerde taşıt kaynaklı emisyonlara maruz kalmaktadır. İnsanlar zamanlarının büyük bir kısmını caddede yürüyerek veya alışveriş yaparak harcamaktadır. Kent merkezlerinde trafik yükünün fazla olması ve/veya kötü dispersiyon şartları cadde kanyonlarında kirleticilerin kentsel hava kalitesini bozacak veya halk sağlığını olumsuz etkileyecek seviyelerde birikmesine neden olabilmektedir. Kentsel alanlarda işe gidiş-dönüşte yürürken taşıt kaynaklı kirleticilere maruziyet çalışmaları çok sayıda araştırmacı tarafından yapılmıştır (Zhao ve diğ., 2004, Jo ve Park, 1998, Cocheo ve diğ., 2000, Chan ve diğ., 2001, 2002a-b, 2003, Ruchirawat ve diğ., 2005).

Bu araştırmanın bir diğer amacı da kansere neden olan veya mutajen özelliğe sahip UOB'lerinin ve PAH bileşiklerinin sağlık riskinin değerlendirilmesidir. Ayrıca spesifik oranlar kullanılarak hava kütlesinin yaşının değerlendirilmesi ve hava parsellerinde ozon oluşum potansiyelinin ve UOB reaksiyonlarının değerlendirmesi yapılmıştır.

1.4. Çalışmanın Önemi

Dünyadaki diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de motorlu taşıtlarda yakıt olarak benzin, motorin ve LPG gibi yakıtlar kullanılmaktadır. 1970 yılında 888 bin ton olan benzin tüketiminin 2010 yılında 6,4 milyon tona, 1970 yılında 1,3 milyon ton olan motorin tüketiminin 2010 yılında 13,2 milyon ton'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Dünya ülkelerinde gün geçtikçe taşıt sayısının arttığı, bu artışın gelişmiş ülkelerde daha fazla olduğu bilinmektedir. Yakıt tüketiminin artması taşıt kaynaklı hava kirliliği problemini de arttırmaktadır. Ülkemizde 1992 yılında motorlu kara taşıtı sayısı yaklaşık 4 580 000 iken 2005 yılında bu değer 11 274 767 çıkmıştır. Devlet İstatistik Enstitüsü ve Emniyet Genel Müdürlüğü işbirliği ile hazırlanan Motorlu Kara Taşıtları İstatistiklerine göre; 2005 Şubat ayında Konya'daki toplam taşıt sayısı ise 328 941'e ulaşmıştır. Bu taşıtların % 41.5'ini otomobil, %18.1'ini motosiklet, % 16.9'unu traktör, % 11'ini kamyonet, % 9.3'ünü kamyon, % 3.2'sini ise minibüs, otobüs ve özel amaçlı taşıtlar oluşturmaktadır. Türkiye sıralamasında ise 6. en fazla taşıta sahip il konumundadır. Yine taşıt sayısının fazla olması taşıt kaynaklı kirliliği artırırken, taşıt kaynaklı kirleticilerin dağılımını tespit etmek ve diğer kaynak kirleticilerinden ayırt etmek için ideal bir ortam olabilmektedir. Motorlu araçlardan kaynaklanan hava kirliliğinin kontrolü için il merkezinde ve ilçelerde egzoz emisyon ölçümleri ve kontrolü yapılmaktadır. Konya'da egzoz ölçümü ve emisyon kontrolleri 1994 yılından itibaren yapılmaya başlanmıştır. Motorlu araçlardan kaynaklanan hava kirliliğini kontrol etmek amacıyla yaz aylarında (Haziran, Temmuz ve Ağustos) yapılan SO₂ ölçümleri egzoz emisyon kontrollerinin yapılmadığı yıllardaki ölçümlerle kıyaslanmış ve % 42.8'lik azalma tespit edilmiştir (Konya Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, 2004). Egzoz emisyon ölçümü olarak sadece CO ölçümü yapılmakta motorlu araçlardan kaynaklanan diğer kirleticiler (NO_x, HC gb.) ölçülememektedir. Ayrıca ortam havasında ise sadece SO₂ ve PM ölçümleri yapıldığı için yaz ve kış aylarındaki emisyon değerleri karşılaştıramamaktadır. Bu nedenle motorlu araçların hava kirliliğine etkileri tam olarak belirlenememektedir.

Bu çalışmada optimize edilen metot ile seçilen örnek noktalarında bir yıl süresince gerçekleştirilmiş ölçümler sonucunda bu bileşiklerin mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi ve meteorolojik parametrelerle ilişkisinin incelenmesi

sağlanmıştır. Ayrıca PAH bileşiklerinin partikül ve gaz fazındaki dağılımları ve PAH ve UOB bileşiklerinin meteorolojik parametrelerle ilişkisi de incelenmiştir. Meteorolojik parametrelerdeki değişim örneğin rüzgar hızı ve yönü atmosferik kararlılık, ortam sıcaklığı UOB'lerin fotokimyasal oksidasyonunu ve tüm bileşiklerin dispersiyonunu etkilemektedir. Ayrıca bu çalışma ile Konya atmosferinde aylık olarak yer seviyesinde ozon oluşumu incelenmiştir.

Çalışma sonucunda örnek noktalarında bileşiklerin kompozisyonu ve konsantrasyonları belirlenerek genel populasyonun bu bileşiklere maruziyeti süresince akut ve kronik kanser ve tehlike riski değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. PAH'lar

Poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) kalıcı toksik maddeler (PTS) ve aynı zamanda uçucu organik bileşikler (UOB) grubuna dahil olan atmosferik kirleticilerin özel bir grubudur. PAH'lar, düşük molekül ağırlıklı ve genellikle 2, 3 veya 4 benzen halkası içeren genelde gaz halde bulunan hidrokarbon bileşikleridir. Herhangi bir kaynaktan atmosfere bırakılan PAH'lar, fotokimyasal reaksiyonlarla ve NO_x, ozon, SO₂, peroksi asetil nitrat gibi diğer birincil ve ikincil kirleticilerle etkileşimler sonucu, hidroksi-, nitro-PAH türevlerine ve kinon, fenol, dihidro diol gibi ürünlere dönüşmektedir ve bu ürünlerin büyük bir kısmı mutajen etkiye sahiptir (Kamens ve diğ., 1986). Çevre ortamında 100'den fazla farklı PAH bileşiği bulunmaktadır. Onların spesifik karakteristikleri, yüksek uçuculukları, mutajen veya kanserojen özellikleri, rüzgâr ile uzun mesafelere kolayca taşınabilmeleri çok düşük konsantrasyonlarda dahi PAH'ları önemli kirletici grubu kılmaktadır (Park ve diğ., 2002). Bu özellikleri nedeniyle PAH'lar, ABD'nin Temiz Hava Yasasında anılan 188 toksik hava kirletici veya tehlikeli hava kirletici (HAPs) listesinde yer almaktadır (National Air Quality and Emission Trends Report, 1996).

Kanserojen özelliği yüksek olan 16 PAH bileşiği (Naphthalene (Naph), Acenaphthylene (Aceny), Acenaphthene (Ace), Fluorene (F), Phenanthrene, Anthracene (Anth), Fluoranthene (Flua), Pyrene (Pyre), Benzo[a]anthracene (B[a]An), Chrysene (Chrys), Benzo[b]fluoranthene (B[b]Flua), Benzo[k]fluoranthene (B[k]Flua), Benzo[a]pyrene (B[a]Py), Dibenzo[a,h]anthracene (B[ah]A), Indeno[1,2,3-c,d]pyrene (In[123]Py), Benzo[g,h,i]perylene (B[ghi]P) Amerika Çevre Koruma Teşkilatı (U.S. EPA) tarafından öncelikli organik kirleticiler sınıfına dahil edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ise atmosfer havasında 8 PAH bileşiğinin (Flua, Pyre, B[a]An, B[b]Flua, B[k]Flua, B[a]Py, B[ghi]P, In[123]Py) araştırılması tavsiye edilmektedir. Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü (IARC), 6 PAH bileşiğini (B[a]An, B[b]Flua, B[k]Flua, B[a]Py, B[ah]A, In[123]Py) mutajen ve kanserojen olarak tanımlamaktadır (USEPA, 2003; WHO, 2000; IARC, 2004).

Ortam havasında PAH'ların varlığı ortamdaki popülasyonu doğrudan etkilemektedir. Havadaki PAH'ların insanlara maruz kalma riski insan popülasyonunun yoğunluğunun fazla olduğu şehir merkezlerinde en yüksektir (Caricchia ve diğ., 1999). Aceny, Ace, Anth, B[a]An, B[ghi]P gibi PAH bileşikleri halk sağlığını olumsuz etkilediği için araştırılmaktadır. Çok sayıda PAH bileşiği insanlar için kanserojendir. Bunlardan en çok bilineni B[a]Py'dir. B[a]Py'e ve diğer PAH'lara kronik maruz kalmalarda akciğer kanser riskini arttırmaktadır. Bazıları da mutajendir. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda Chrys gibi bazı PAH bileşiklerinin endokrin yapısını bozduğu bildirilmiştir.

Atmosfer, PAH'ların taşınımı ve birikmesi için önemli bir yoldur (Odabaşı ve diğ., 1999). PAH bileşikleri atmosferde, gaz fazında ya da partikül maddelere adsorplanmış bir biçimde bulunabilmektedir. Atmosferde, bu iki faz arasında molekül ağırlığı küçük olan PAH bileşikleri daha çok gaz fazında bulunurken, molekül ağırlığı arttıkça gaz fazındaki konsantrasyon azalmakta buna karşılık partikül madde de adsorbe olan konsantrasyon artmaktadır (Jones ve diğ., 1992; Yang ve diğ., 1991). Büyük partüküllerdeki PAH'lar kentsel alanlardan taşınabilir. Küçük partüküller, büyük partüküllerden birim kütlede daha fazla PAH içerebilir (Bae ve diğ., 2002). Kentsel alanlarda taşınma süresince atmosfer ortamında birikmeleri ve kuru çökelme yüzünden konsantrasyonları azalabilir. Ayrıca taşınma süresince fotooksidasyon yoluyla bu bileşiklerin bozunması kentsel olmayan alanlara varan PAH seviyelerinde azalma ile sonuçlanabilir (Odabaşı ve diğ., 1999).

Gaz fazındaki PAH'ların daha az toksik olduğu düşünülür. Bu sadece benzoantrasen için geçerli değildir, çünkü hemen hemen tamamen gaz fazındadır ve insanlar için muhtemel kanserojen olarak sınıflandırılmaktadır (Technical Report, 1999; Chetwittayachan ve diğ., 2002). Hava ortamındaki PAH'ların en yüksek konsantrasyonları kentsel çevrelerde tespit edilmiştir. Bunun nedeninin kentsel çevrelerde araç trafiğinin fazla olması ve atmosferik kirleticilerin dispersiyonunun düşük olmasıyla açıklanmaktadır (Chetwittayachan ve diğ., 2002). Hava ortamındaki PAH'lar kanserojen ve mutajen özellikleri yüzünden dünyanın pek çok bölgesinde ölçülmekte ve rapor edilmektedir (Antartika (Caricchia ve diğ., 1995), Lahore-Pakistan (Smith ve diğ., 1996), Paris-Fransa (Ollivion ve diğ., 2002),

Mumbai-Hindistan (Kulkarni ve Venkataraman, 2000), Türkiye (Taşdemir ve Esen, 2007)).

2.1.1. Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

PAH'lar sudaki düşük çözünürlükleri ve yüksek buharlaşma noktaları ile karakterize edilmektedir. PAH bileşikleri atmosferde, gaz fazında ya da partikül maddelere adsorplanmış bir biçimde bulunabilmektedir. Atmosferde, bu iki faz arasında PAH'ların bulunabilme miktarı, bileşiğin buhar basıncına, atmosferik sıcaklığa, PAH'ların konsantrasyonuna, partikül maddenin yapısına ve miktarına bağlı olarak değişir. Molekül ağırlığı küçük olan PAH bileşikleri daha çok gaz fazında bulunurken, molekül ağırlığı arttıkça gaz fazındaki konsantrasyon azalmakta buna karşılık partikül madde de adsorbe olan konsantrasyon artmaktadır (Jones ve diğ., 1992; Yang ve diğ., 1991).

PAH bileşiklerine ait bazı fiziko-kimyasal özellikler ve toksik sınıflandırma Tablo 2.1.1'de verilmiştir (HSDB, 2008). Şekil 2.1.1'de ise incelenen PAH bileşiklerinin kimyasal yapısı verilmiştir.

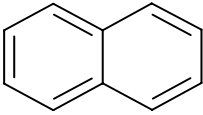
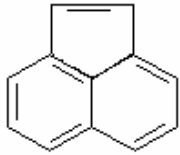
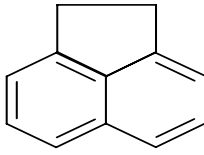
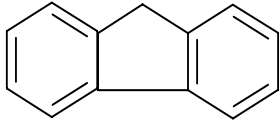
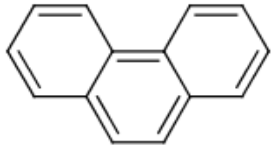
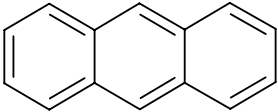
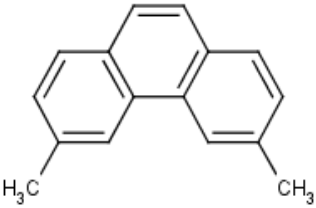
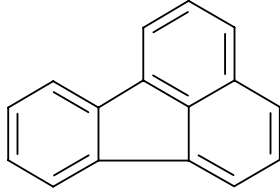
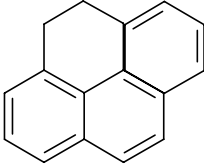
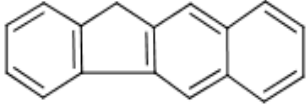
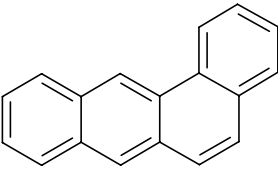
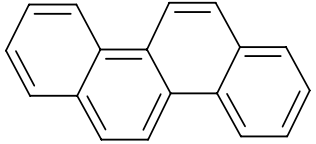
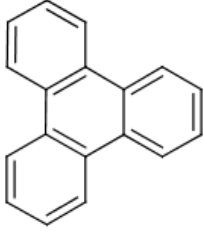
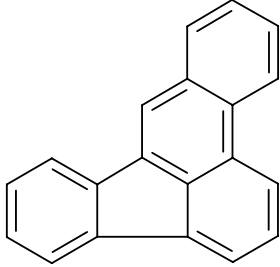
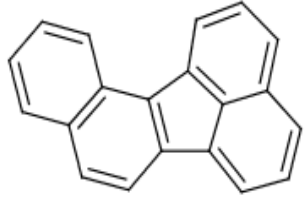
Tablo 2.1.1 Çalışmada incelenen PAH bileşiklerine ait bazı fiziko-kimyasal ve toksik özellikler

Bileşik İsmi	Molekül Formülü	Formül Ağırlığı	Erime Noktası, (°C)	Sudaki Çözünürlüğü, (µg/L), (25 °C'de)	Buhar Basıncı, (mm Hg) (25 °C)	log P (octanol- water)	Atmosferik OH Hızı cm ³ /molekül-s	Toksik Sınıflandırma
Naphthalene	C ₁₀ H ₈	128.17	80.2	310	0.08500	3.30	2.16E-11	Tümör verileri mevcut
Acenaphthylene	C ₁₂ H ₁₀	154.21	92.0-93.0	390	0.00215	3.9	5.80E-11	Mutasyon verileri mevcut
Acenaphthene	C ₁₂ H ₈	152.20	95.0	161	0.00668	3.94	1.10E-10	Mutasyon verileri mevcut
Fluorene	C ₁₃ H ₁₀	166.21	114.8	169	6.00E-04	4.18	1.30E-11	Kanserojen, Mutasyon verileri, Kanserojen değerlendirmesi: Grup 3.
Phenanthrene	C ₁₄ H ₁₀	178.22	99.2	115	1.21E-04	4.46	1.30E-11	Mutasyon verileri, Kanserojen değerlendirmesi: Grup 3.
Anthracene	C ₁₄ H ₁₀	178.23	215.0	43.4	2.67x10 ⁻⁶	4.45	1.10E-10	Mutasyon verileri, Kanserojen değerlendirmesi: Grup 3.
3, 6 Dimethylphenanthrene	C ₁₆ H ₁₄	206.00	144.0	71	1.82E-05	5.440	4.19E-11	Veri yok
Fluoranthene	C ₁₆ H ₁₀	202.26	107.8	260	9.22x10 ⁻⁶	5.16	5.00E-11	Mutasyon verileri, Kanserojen değerlendirmesi: Grup 3.
Pyrene	C ₁₆ H ₁₀	202.26	151	135	4.50E-06	4.88	5.00E-11	Mutasyon verileri, Deri/Göz tahriş edici, Tümör Kanserojen değerlendirmesi: Grup 3.
Benzo[b]fluorene	C ₁₇ H ₁₂	216.00	212	4	-	5.77	4.66E-11	Veri yok
Benzo[a]anthracene	C ₁₈ H ₁₂	228.29	84	9.4	2.10E-07	5.76	5.00E-11	Kanserojen değerlendirmesi: Grup 2A
Chrysene/Triphenylene	C ₁₈ H ₁₂	228.29	258.2	2	6.23E-09	5.81	8.00E-11	Mutasyon ve Tümör verileri, Kanserojen değerlendirmesi: Grup 3.
Benzo[b]fluoranthene/ Benzo[j]fluoranthene	C ₁₈ H ₁₂	228.29	199	41	-	5.49	5.00E-11	Mutasyon ve Tümör verileri, Kanserojen değerlendirmesi: Grup 3.

Tablo 2.1.1 Çalışmada incelenen PAH bileşiklerine ait bazı fiziko-kimyasal ve toksik özellikler (devamı)

Benzo[k]fluoranthene	C ₂₀ H ₁₂	252.32	168	1.5	5.00E-07	5.78	1.86E-11	Mutasyon ve Tümör verileri, Kanserojen değerlendirme: Grup 2B
Benzo[a]pyrene	C ₂₀ H ₁₂	252.32	217	0.8	9.7E10-10	6.84	5.36E-11	Mutasyon ve Tümör verileri, Kanserojen değerlendirme: Grup 2B
Pyrene	C ₂₀ H ₁₂	252.32	166	2.5	2.62E-08	6.110	5.36E-11	Kanserojen, Mutajen, Kanserojen değerlendirme: Grup 2B
Benzo[b]fluorene	C ₂₀ H ₁₂	252.32	177	1.6	5.49E10-9	5.97	5.00E-11	Kanserojen, Mutajen, Üreme sist. olumsuz etki, Deri/Göz tahriş edici, tümör verileri, Kanserojen değerlendirme: Grup 2A
Benzo[e]pyrene	C ₂₀ H ₁₂	252.32	177.5	6.30	-	6.44	1.50E-10	Mutasyon ve Tümör verileri, Üreme sist. olumsuz etki, Kanserojen değerlendirme: Grup 3.
Perylene	C ₂₀ H ₁₂	252.32	274	0.40	5.25E-09	6.25	5.00E-11	Mutasyon ve Tümör verileri, Kanserojen değerlendirme: Grup 3.
Dibenzo[a,j]anthracene	C ₂₂ H ₁₄	278.33	-	1.03	3.73E-09	6.54	5.00E-11	Kanserojen, Mutasyon ve Tümör verileri, Kanserojen değerlendirme: Grup 3.
Indeno[1,2,3-c,d]pyrene	C ₂₂ H ₁₂	276.34	163.6	0.19	1.25E-10	6.70	6.45E-11	Kanserojen, Mutasyon ve tümör verileri, Kanserojen değerlendirme: Grup 2B
Dibenzo[a,h]anthracene	C ₂₂ H ₁₄	278.33	269.5	2.49	1E10-10	6.75	5.00E-11	Kanserojen, Mutasyon ve tümör verileri, Kanserojen değerlendirme: Grup 2A
Benzo[g,h,i]perylene	C ₂₂ H ₁₂	276.34	278	0.26	1E10-10	6.63	8.69E-11	Mutasyon ve tümör verileri, Kanserojen değerlendirme: Grup 3
Anthanthrene	C ₂₂ H ₁₂	276.00	-	1.27E-03	8.75E-10	7.04	5.00E-11	Mutajen, Kanserojen değerlendirme: Grup 3
Coronene	C ₂₄ H ₁₂	300.00	437.3	1.40E-04	-	7.64	5.00E-11	Kanserojen değerlendirme: Grup 3
Dibenzo [ai] pyrene	C ₂₄ H ₁₄	302.00	281.5	5.54E-04	1.78E-11	7.28	5.00E-11	Kanserojen değerlendirme: Grup 2B

Grup 1: insanlar için kanserojen, Grup 2A: insanlar için muhtemel kanserojen, Grup 2B: insanlar için muhtemel kanserojen (hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen veriler), C Grubu: İnsanlar kanserojen olarak sınıflandırılmaz.

 Napthalene Napht	 Acenaphthylene Aceny	 Acenaphthene Ace	 Fluorene F	 Phenanthrene Phen
 Anthracene Anth	 3,6-Dimethylphenanthrene 36MeP	 Fluoranthene Flua	 Pyrene Pyre	 Benzo[b]fluorene B[b]F
 Benz [a] anthracene B[a]An	 Chrysene Chry	 Triphenylene TriPhe	 Benzo [b] fluoranthene B[b]Flua	 Benzo [j] fluoranthene B[j]Flua

Şekil 2.1.1 Çalışmada incelenen PAH bileşiklerinin kimyasal yapısı (HSDB, 2008)

Benzo [k]fluoranthene B[k]Flua	Benzo(e)pyrene B[e]Py	Benzo(a)pyrene B[a]Py	Peylene Pery	Dibenzo(aj)anthracene B[aj]A
Indeno[1,2,3-cd]pyrene In[123]Py	Dibenz[ah]anthracene B[ah]A	Benzo [g,h,i] perylene B[ghi]P	Anthanthrene Anthan	Coronene Coro
Dibenzo [a,i] pyrene B[ai]Pyre				

Şekil 2.1.1 Çalışmada incelenen PAH bileşiklerinin kimyasal yapısı devamı (HSDB, 2008)

2.1.2. PAH Kaynakları ve Kullanım Alanları

Fosil yakıtların eksik yanması (kömür ve kok kömürü) PAH bileşiklerinin oluşmasına sebep olmaktadır. PAH'ların esas kaynağı antropojeniktir (Mastral ve diğ., 2003). Endüstride ve evlerde kullanılan odun yakıtlarının yakılması ve yanma motorları antropojenik PAH emisyonlarının en önemli kaynağıdır. Çok uçucu PAH bileşikleri ziftin ısıtılması ve odun koruyucu maddelerin kullanılması ile oluşur. 1994 yılında Kanada'daki antropojenik kaynaklı PAH emisyonlarının %28'ini alüminyum üretim prosesleri oluşturmuştur. PAH bileşiklerinin esas kaynağı endüstriyel prosesler (alüminyum üretimi, kömür gazlaştırma, kok üretimi, demir ve çelik, petrol prosesi), çöplerin yakılması, araç emisyonları, fosil yakıtlar, kok ve odun gibi organik materyallerin eksik yanması ve evsel yakıt tüketimidir. Ayrıca ham petrol, kreosot, çatı örtüsü olarak kullanılan katranlarda, ilaçlarda çok az miktarda, boya yapımında, plastik ve pestisitlerde kullanılmaktadır. Diğer kaynakları orman yangınları, açık tarımsal alanlardaki yangınlar, volkanik patlamalar, asfalt yapımı, ağaç işleme ve karbonizasyon gibi doğal proseslerdir. Sigara dumanı da kişisel maruz kalmalar için önemli bir kaynaktır (Vardar ve diğ., 2004). Bu kirlетici kaynaklardan atmosfere verilen PAH'ların türleri ve miktarları farklıdır.

2.2. UOB'ler (Uçucu organik bileşikler)

Uçucu organik bileşikler dünya da yaygın olarak farklı bilim dallarında (yiyecek, koku-tat, tıp, eczacılık, adli ve özellikle çevre) bilim adamları tarafından çalışılan bir bileşik gurubudur. Literatürde geniş aralıkta UOB türleri mevcuttur. Temelde 2 kategoriye ayrılırlar. Birincisi EPA'nın UOB olarak tanımladığı ve fotokimyasal olarak ozon oluşturan bileşiklerdir. Diğer tanımlamalar fiziksel-kimyasal özellikleri ile ilgilidir. 101 kpa'da 373,15 °K'den daha düşük sıcaklıkta buharlaşan ve karbon atomu içeren bileşikler olarak, Golfinopoulos ve diğ., (2001) kaynama noktası 100 °C'den küçük veya eşit, 25 °C'de buhar basıncı 1 mm-Hg'den büyük organik bileşikler olarak tanımlamaktadırlar. Amerikan Standart Test ve Materyal Kurumu (ASTM) D 3960 test prosedürüne göre UOB'ler, 25 °C'de 13,3 Pa'dan daha büyük buhar basıncına sahip bileşikler olarak tanımlanmaktadır (ASTM,

1989). Avrupa Birliği Solventler Direktifi (1999/13/EC) UOB'leri 20 °C'de en az 10 Pa buhar basıncına sahip bileşikler olarak tanımlamaktadır (EU, 2006).

Hem UOB'ler hem de onların bozunma ürünleri solunum yolu hastalıkları ve kanser gibi çeşitli hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır (Larson ve Weber 1994, Forst ve diğ., 1998). Bazı UOB türleri boğaz ağrısı, mide bulantısı, baş dönmesine neden olabilmektedir. Astım riskini arttırmakta, sinir, üreme ve bağışıklık sistemini kötü etkilemektedir (Weschler ve Shields, 1997; Rumchev ve diğ., 2004). UOB türlerinin bazıları kısa süreli maruziyetlerde insan sağlığı için tehlike oluşturmazken uzun süreli maruziyetlerde mutajen veya kanserojen etki gösterebilmektedir (ATSDR, 2004). UOB'ler, insan sağlığını riske soktukları için kentsel atmosferde en önemli kirletici gruplardan biridir. Pek çok UOB, toksik, kanserojen veya mutajen olarak bildirilmiştir (Kostiainen, 1995; Mukund ve diğ., 1996). Ekosistem için de zararlıdır (Derwent, 1995; Kuran ve Sojak 1996; Dewulf ve Van Langenhove 1991, Atkinson, 2000). UOB'ler, buharlaştığında daha hızlı hareket ederler ve çevrede daha çabuk dağılır ve taşınırlar. Ozon habercisi özelliği taşırlar. Azot oksitlerle güneş ışığı altında reaksiyona girerek ozon oluşumuna yol açmaktadırlar (Nikalaou ve diğ., 2002).

Ayrıca atmosferde UOB'ler, yer seviyesinde zararlı ozon, fotokimyasal oksidant ve smog vakalarının oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Monod ve diğ., 2001). UOB'ler, NOx'in varlığında oksitlenerek fotokimyasal smog oluşumuna neden olmaktadır. Ozon ve fotokimyasal oksidantlar, toksik kimyasallar ve küçük partüküllerin oluşumunun hızlanmasına neden olmaktadır (Pitts ve Pitts, 1997). Smoglar insan, hayvan ve bitkiler için zararlıdır. Smoglar, çok düşük konsantrasyonlarda dahi toksik, kanserojen veya mutajendirler. Bulundukları ortamda halk sağlığını riske sokarlar (Sacks ve Akard, 1994). 1952'de Londra'da ve çevresinde meydana gelen endüstriyel smog olayında 4000 kişi hayatını kaybetmiştir.

Yüksek konsantrasyonda NOx'ler ile UOB emisyonları ozon oluşum potansiyelinde en büyük etkiye sahiptir (Carter, 1994). Yer seviyesindeki ozon, stratosfer seviyesindeki ozon tabakasından farklı olarak insan sağlığı ve doğa için yararlı bir gaz değildir. Yer seviyesi ozonunun oluşması, birçok sağlık problemine, madde bozulmalarına, canlı ve bitki örtüsünde zararlara neden olmaktadır. UOB'ler

küresel ısınma, yer seviyesindeki ozonun tüketimi, fotokimyasal ozon oluşumu ve istenmeyen koku gibi olumsuz etkilere katkıları nedeniyle küresel çevreyi de tehdit etmektedirler (Calvert, 1994). Sadece atmosferde UOB'lerinin dağılımının ozon oluşumuna etkisinin anlaşılması için bile çok sayıda kentsel, yarı kentsel alanlarda UOB'lerin konsantrasyonlarının ölçümleri yapılmıştır (Singh ve Zimmerman, 1992; Russell, 1995; Moschonas ve Glavas 1996; Riveros ve diğ., 1998; Main ve diğ., 1999).

Bazı UOB türleri ortam havasında fotokimyasal reaksiyonun boyutunu araştırılmasında kullanılmaktadır. Nelson ve Quigley (1983, 1984) (m+p) xilen ve etilbenzen arasındaki oran (X/E)'in ölçümünü ortam havasında fotokimyasal reaksiyonun boyutunun araştırılmasında bir yöntem olarak önermektedir. Son zamanlarda Monod ve diğ., (2001) literatürde yayınlanan çeşitli bölgelerden alınan çok sayıdaki m/p xilen ve alkil benzen verilerini toplamış ve sonuçlarını kıyaslamışlardır. Nelson ve Quigley (1983, 1984) tarafından önerilen metodun hava kütlesinin fotokimyasal yaşını belirlemede yararlı bir araç olduğunu kanıtlamışlardır. T/B oranı azaldıkça kirlilik kaynağından mesafe artmaktadır (Simon ve diğ., 2004). Daha düşük ((m, p)-X/E) oranı hava parselinin yaşlı olduğunun göstergesidir (Hsieh ve Tsai, 2003).

UOB'lerin emisyonlarının kontrolü Geneva Protokolü ile 1991 de başlamıştır. Bu protokolden sonra EMEP (Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı) çalıştayını hazırlanmış EMEP/CC 1990 EMEP programı hazırlanmıştır. Bu programa göre havada bakılması gerekli ve bakılması istenen bileşikler belirlenmiştir. Bu bileşikler Tablo 2.2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.2.1 EMEP programı ile bakılması gerekli ve bakılması istenen UOB'leri (EMEP/CCC, 1990)

	Gerekli	İstenen
Alkanlar	Etan	Hekzan
	Propan	Hekzan türleri (Sikloheksan v.b.
	i-Bütan	Heptan
	n-Bütan	Heptane türleri
	ı-Pentan	Oktan
	n-Pentan	
Alkenler	Eten	Butenler
	Propen	Pentenler
	Isopren	
Alkilenler	Acetilen	
Aromatikler	Benzen	Styren
	Toluen	Propilbenzen
	o-Xylen	Etiltoluenler
	m,p-Xylen	
	Etilbenzen	
	Trimetilbenzenler	
Aldehitler	Formaldehit	Propionaldehit
	Asetaldeit	
Ketonlar	Aseton	Metilketon
		Metilvinilketon

Oslo'da 2004 yılında çalıştay düzenlenmiş ve fotokimyasal ozon oluşturma potansiyeli olan (POCP) 50 UOB tespit edilmiştir. Avrupa Birliği'nin hava kalitesi ile ilgili direktifinde Benzen için sınır değeri $5 \mu\text{g m}^{-3}$ olarak belirlenmiştir.

2.2.1. Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Uçucu organik bileşikler farklı kimyasal özelliklerinden dolayı;

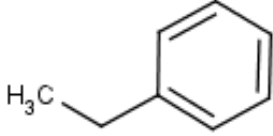
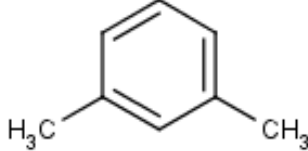
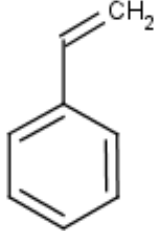
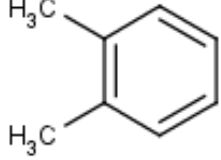
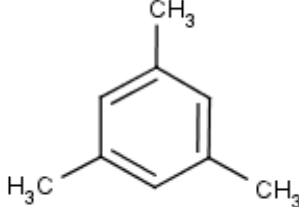
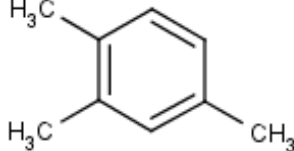
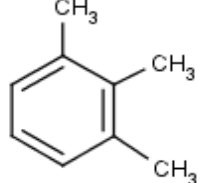
- ✓ Uçucu Halojenli Hidrokarbonlar,
- ✓ Klorlu Benzenler ve Klorlu Toluenler,
- ✓ Uçucu Aromatik Hidrokarbonlar,
- ✓ Eterler

olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadırlar (Miermans ve diğ., 2000). Uçucu organik bileşiklerin genel özellikleri teknik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmalarına izin vermektedir.

UOB bileşiklerine ait bazı fiziksel-kimyasal özellikler ve toksik sınıflandırma Tablo 2.2.2’de verilmiştir (HSDB, 2008). Şekil 2.2.2’de ise incelenen UOB’lerin kimyasal yapısı verilmiştir.

Tablo 2.2.2 Çalışmada incelenen UOB bileşiklerine ait bazı fiziko-kimyasal ve toksik özellikler (HSDB, 2008)

Bileşik İsmi	Molekül Formülü	Formül Ağırlığı	Erime Noktası, (°C)	Sudaki Çözünürlüğü, (µg/L), (25 °C'de)	Buhar Basıncı, (mm Hg) (25 °C)	log P (octanol-su)	Atmosferik OH Hızı cm ³ /molekül ^s	Toksik Sınıflandırma
Etilbenzen	C ₈ H ₁₀	106	-9.49E+01	0.169	9.60	3.15	7.10E-12	İnsanlar için mutasyon ve tümör verileri, Üreme sist. olumsuz etki, Deri/Göz tahriş edici, Kanserojen değerlendirme: Grup 2B
m-xylene	C ₈ H ₁₀	106	-4.78E+01	0.161	8.29	3.2	2.36E-11	Üreme sist. olumsuz etki, Deri/Göz tahriş edici, Kanserojen değerlendirme: Grup 3
p-xylene	C ₈ H ₁₀	106	13.2	0.162	8.84	3.15	1.43E-11	Üreme sist. olumsuz etki, Kanserojen değerlendirme: Grup 3
Styrene	C ₈ H ₈	104	-3.10E+01	0.310	6.40	2.95	5.80E-11	İnsanlar için mutasyon ve tümör verileri, Üreme sist. olumsuz etki, Deri/Göz tahriş edici, Kanserojen değerlendirme: Grup 2B
o-xylen	C ₈ H ₁₀	106	-2.52E+01	0.178	6.61	3.12	1.37E-11	İnsanlar için Üreme sist. olumsuz etki
1,2,4-Trimetilbenzen	C ₉ H ₁₂	120	-4.38E+01	0.057	2.10	3.63	3.25E-11	Mutasyon verileri mevcut
1,2,3-Trimetilbenzen	C ₉ H ₁₂	120	-2.54E+01	0.0752	1.69	3.66	3.27E-11	Mutasyon verileri mevcut
1,3,5-Trimetilbenzen	C ₉ H ₁₂	120	-4.47E+01	0.0482	2.48	3.42	5.75E-11	İnsanlar için mutasyon verileri, Deri/Göz tahriş edici

 Etilbenzen EtBenz	 m-xylen m-xylen	 p-xylen p-xylen	 Styren Styren
 o-xylen o-xylen	 1,3,5-Trimetilbenzen 1,3,5 TMB	 1,2,4 Trimetilbenzen 1,2,4 TMB	 1,2,3 Trimetilbenzen 1,2,3 TMB

Şekil 2.2.2 Çalışmada incelenen UOB'lerinin kimyasal yapısı (HSDB, 2008)

2.2.2. UOB'lerin Kaynakları ve Kullanım Alanları

UOB'lerin kaynakları hem antropojenik hem de doğaldır (Khoder, 2007). Kentsel çevrede yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Yakıtlarda, solventlerde, boyalarda, yapıştırıcılar, deodorantlar, soğutucular gibi çeşitli ürünlerde hammadde olarak kullanılmaktadırlar (Lopes ve Bender 1998; Brown ve diğ., 1999). Pek çok UOB tarımsal uygulamalarda (kloroform, 1-3-Dikloropropen, Dikloropropan, 1,2-Dibromometan, 1,2-Dikloroetan, Trikloroetan, naphthalene, 1,2-Diklorobenzen), herbisit (1,4-Diklorobenzen, 1,2,4-Triklorobenzen) ve pestisitler için solvent olarak (xylenler) kullanılmaktadır (Nikalou ve diğ., 2002). UOB'ler, fosil yakıtlarla çalışan motorların egzozları, solventlerin ve benzinin buharlaşması, kimyasal madde üretimi, petrol rafinasyonu, doğal gaz kullanımı ve dağıtımı, atık giderme sahaları ve atık su arıtma tesislerinde oluşan emisyonlar ile atmosfere yayılmaktadır (Wijetilleke ve Karunaratne, 1985). EPA, ABD'de atmosferdeki benzenin %70 dolaylarında araç emisyonlarından kaynaklandığını, bunun %70'ini yanma ürünlerinin kalanını ise buharlaşma kaçaklarının oluşturduğunu belirtmektedir. En önemli antropojenik kaynakları araç egzozları, benzinin buharlaşması, solventlerin buharlaşması, doğalgaz ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) den gaz sızmalarıdır (Kourtidis ve diğ., 1999), Srivastava ve diğ., 2005). Kentsel alanlarda araç emisyonları en önemli antropojenik kaynak olarak düşünülmektedir (Zhao ve diğ., 2004). Okyanuslar, deniz alg, fitoplankton ve orman toprakları UOB'lerin doğal kaynaklarıdır (Slaets, 1998). Motor egzoz emisyonları UOB'lerin en baskın kaynağıdır (Edgerton ve diğ., 1989). UOB'ler otomobil egzozları yanı sıra diğer yakıtlar ve benzinin diğer kullanım alanlarından da kaynaklanmaktadır (Yamamoto ve diğ., 2000). Petrol rafine tesisleri ve kimya endüstrisi, solvent-yakıt depo tankları, ulaştırma sektörü ve atık deponi alanları UOB'lerinin önemli kaynaklarıdır (Kalabokas ve diğ., 2001). Toluen, etilbenzen ve xylene otomobillerden yayılan fotokimyasal reaksiyon veren önemli organik kirleticilerdir (Hsu ve diğ., 2001). Kentsel alanlarda UOB bileşiklerinin konsantrasyonları kullanılan yakıt tipi, araç yaşı ve tipi, yol ve çevre şartları, trafikte araçların akış hızı ve sıklığına bağlıdır (Paul, 1997).

Araçlarda kullanılan yakıtlarda aromatik, olefin ve diğer organik bileşiklerin miktarının artırılması özellikle katalitik konvertörsüz araçlarda aromatik UOB emisyonlarının artmasına yol açmaktadır (Brocco ve diğ., 1997).

UOB'ler, insan sağlığı için risk oluşturduğundan dolayı kentsel atmosferde en önemli kirletici gruplardan biridir. Pek çok UOB, toksik, kanserojen veya mutajen olarak bildirilmiştir (Kostiainen, 1995; Mukund ve diğ., 1996). Yüksek konsantrasyonlarda mukoza tahrişine ve genel narkotik etkiye sahiptirler. İkincil kirleticilerin oluşumunda öncü olmaları atmosfer kimyasında UOB'lerin önemini arttırmaktadır (Odum ve diğ., 1997; Wakamatsu ve diğ., 1999). Ayrıca atmosferde UOB'ler, yer seviyesinde zararlı ozon, fotokimyasal oksidantlar ve smog vakalarının oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Monod ve diğ., 2001). Ozon ve fotokimyasal oksidantlar toksik kimyasallar ve küçük partüküllerin oluşumunun hızlanmasına neden olmaktadır (Finlayson-Pitts ve Pitts Jr., 1997).

UOB'ler küresel ısınma, yer seviyesindeki ozonun tüketimi, fotokimyasal ozon oluşumu ve istenmeyen koku gibi olumsuz etkilere katkıları nedeniyle küresel çevreyi de tehdit etmektedirler (Calvert, 1994). Bazı UOB türleri ortam havasında fotokimyasal reaksiyonun boyutunun araştırılmasında kullanılmaktadır. Atmosferde bazı UOB türlerinin varlığı emisyon kaynakları için belirleyici ve hava kütlesinin yaşının göstergesi olarak kullanılmaktadır. Toluene/benzen (T/B), (m,p)-xylen/benzen ((m,p)-X/B), o-xylene/benzen (o-X/B) and (m,p)-xylen/etilbenzen (m,p)-X/E konsantrasyon oranlarının değerlendirilmesi araç emisyonlarının mesafesinin karakterizasyonu ve hava kütlesinin fotokimyasal yaşının belirlenmesi için faydalıdır (Derwent ve diğ., 2000; Monod ve diğ., 2001). Kentsel alanda daha düşük T/B ve xylene/benzen (X/B) oranları toluen ve xylene ile OH'in daha hızlı reaksiyonu yüzündendir (Holzinger ve diğ., 2001). Atmosferde yaşam ömrü uzun bileşikler daha stabildir.

Etilbenzen, m,p-xylene, o-xylene, trimetilbenzenler bakılması gerekli styren ise bakılması istenen bileşikler grubundadır. Ayrıca ABD'nin Temiz Hava Yasasında anılan 188 toksik hava kirletici veya tehlikeli hava kirletici (HAPs) listesinde yer almaktadırlar (National Air Quality and Emission Trends Report, 1996).

Etilbenzen ve styren Uluslararası Kansere Araştırma Örgütü (IARC) tarafından insanlar için sırasıyla kanserojen ve muhtemel kanserojen olarak sınıflandırılmaktadır (IARC, 2004).

2.3. Hava Ortamında Taşıt Kaynaklı PAH ve UOB Seviyeleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Hava kirliliği özellikle büyük kentlerin merkezlerinde önemli etkilere sahiptir. Trafik taşıtlarının sayılarının hızla artması bunlardan kaynaklanan emisyonları arttırmaktadır.

Fadel ve Hashisho, (2000) Beyrut'ta Salim Slam Tünelinin pek çok noktasında CO, NO₂, SO₂, metan harici uçucu organik bileşik (NMUOB), toplam asılı partikül (TSP) ve öncelikli metal ölçümü yapmışlardır. Ölçümler CO ve SO₂ için 30 dakikalık ortalama konsantrasyonlar, NO₂ için 10 dakikalık ortalama konsantrasyonlar halinde ölçülmüştür. NMUOB'ler ise tünel içinde ve dışında organik buhar analizör kullanılarak ölçülmüştür. Tünel girişinde araç tipi tespit çalışmaları tünelden geçen araçların çoğunluğunun benzinli küçük vasıta, dizel ağır vasıta ve orta büyüklükte benzinli kamyonlar olduğunu göstermiştir. Çalışma da analiz sonuçları EMFAC 7.1 model program çıktı sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu program için de araç filosunun karakterizasyonu (hangi tür araçlardan oluştuğu, yaşı, ortalama hızı, denetim ve bakım yapılıp yapılmadığı), tünel karakterizasyonu (uzunluk, köşe bölgesi alanı, profil, havalandırma, bakım), meteorolojik şartlar (rüzgâr hızı ve yönü, sıcaklık, nem) çalışmaları yapılmıştır. Model de tüm araçların sıcak stabil modda olduğu varsayılmıştır. Çalışma sonucunda model sonuçlarında CO ve NMUOB değerleri analiz sonuçlarına göre yüksek belirlenmiştir.

Hsu ve diğ., (2001) Tayvan'da Chung-Cheng Tünelinde yaptıkları çalışma da araçlar ağır vasıta, dizel kamyon, küçük vasıta dizel kamyon, küçük vasıta benzinli kamyon ve küçük vasıta benzinli araç olmak üzere 4 kısımda incelemişlerdir. Çalışma da tünel içinde CO ve NMUOB ölçümleri yapılmıştır. CO ölçümleri Dasibi Model 3008 otomatik analizör ile NMUOB'ler ise Aero Trap Desorber ile donatılmış Tekmar 6000 tip termal desorber ile konsantre edilmiş HP 5890 GC/MS ile analiz

edilmiştir. Analiz sonuçları Mobile Taiwan 2.0 model programı ile kıyaslanmış ve deneysel verilerle model tahminleri yakın çıkmıştır.

Coelho ve diğ., (2005) yaptıkları çalışma da trafik sinyallerinin emisyon değerlerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda trafik sinyallerinin CO emisyonlarını yaklaşık %15, NO ve HC emisyonlarını %10 ve %40 arttırdığı belirlenmiştir.

Lai ve diğ., (2004) Kaohsiung (Tayvan)'da 71 hidrokarbon türünü incelemişler, tolueni 43,36–54,49 $\mu\text{g m}^{-3}$, i-pentan; 1,2,4-trimetilbenzen, benzen, n-büten, propan ve asetileni 10,36–17,11 $\mu\text{g m}^{-3}$ ve diğer hidrokarbonları 0,25–4,57 $\mu\text{g m}^{-3}$ aralığında tespit etmişlerdir.

Ho ve Lee (2002), Hong Kong'da bir yıllık süreyle UOB'ler, PAH'lar ve karbonil bileşiklerini izlemişlerdir. 62 örnekte UOB'leri TO-14 metodu ile analiz etmişler ve ortam havasında tolueni 136,64 mg m^{-3} ile en yüksek konsantrasyona sahip UOB olarak tespit etmişlerdir. Sırasıyla benzen, etilbenzen, m-pxylen, o-xylen'nin maksimum konsantrasyonlarını 11,16; 21,05; 23,36; 12,47 mg m^{-3} olarak belirlemişlerdir.

Khoder (2007), 3 aylık yaz peryodunda (Haziran, Temmuz, Ağustos) UOB'leri Mısır'ın en büyük 3 kenti olan Ramsis, Haram ve Kafr El-Akram'da izlediği çalışmasında ortalama n-hekzan, n-heptan, benzen, toluen, etilbenzen, (m,p)-xylen, o-xylen, 1,3,5-trimetilbenzen ve 1,2,4-trimetilbenzen konsantrasyonlarını sırasıyla Ramsis'de 123,53; 70,61; 87,20; 213,80; 43,30; 140,80; 73,77; 30,61 ve 64,54 mg m^{-3} Haram'da 2,05; 2,06; 1,89; 1,91; 1,90; 1,89; 2,04; 1,96 ve 1,95 mg m^{-3} , Kafr El-Arkam'da ise 15,03; 13,42; 15,01; 28,58; 17,25; 34,26; 30,74; 32,22 ve 38,19 mg m^{-3} olarak tespit etmiştir.

Geng ve diğ., (2007), Shanghai'da ozon ile UOB'lerin değişimini incelemiş, UOB'leri 30-100 ppbv aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmalarında kanişter örnekleyici ile örnek almış, GC/MS'de analiz etmişlerdir.

Srivastava ve diğ., (2005) 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 UOB'leri araştırmışlardır. Yerleşim bölgelerinde 60, ticari bölgelerde 62, endüstriyel bölgelerde 15, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde 48, petrol istasyonlarında 57 UOB'i

araştırmışlardır. 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 $\mu\text{g m}^{-3}$ aralığında UOB'leri tespit etmişlerdir.

Bahrami (2001)'de İran-Tahran'da 8 bölgede toplam 54 hidrokarbon araştırmış, ortalama olarak ölçülen konsantrasyonları benzen, toluen, m/p xylene, etilbenzen ve o-xylene için sırasıyla 127,6; 201,1; 110,7; 58,1; 57,6 $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak tespit etmiştir.

Berkowicz ve diğ., (2006) tarafından yapılan çalışma da meteorolojik ölçümler ile hava örneklemeleri aynı bölgede yapılmıştır. Caddeden geçen araç sayıları Autoscope Solo araç belirleme sistemi kullanılarak otomatik olarak yapılmıştır. Trafik kompozisyonunda daha gerçekçi veriler elde etmek için otomatik sayımlar manuel (gözlem yoluyla) sayımlarla desteklenmiştir. Günlük araç profilini belirlemek için trafik sayımları çalışmanın son iki yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen deneysel veriler Copert III model programı ile kıyaslanmış ve özellikle CO/NOx oranı model tahminlerinden düşük çıkmıştır.

Odabaşı ve diğ., (1999)'da Şikago'da 1995 Haziran-Ekim döneminde acenaphthene, fluorene, phenanthrene, anthracene, carbazole, fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene, chrysene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, benzo[g,h,i]perylene bileşiklerinin hava-su değişimini ve kuru çökeltme miktarını araştırmışlardır. PAH bileşiklerinin gaz ve partikül fazdaki toplam ortalama konsantrasyonlarını 428 ng m^{-3} aralığında tespit etmişlerdir. PAH'ların molekül ağırlığı arttıkça gaz fazdaki PAH bileşiklerinin yüzdesinin azaldığını belirlemişlerdir. Molekül ağırlığı 154-202 arasında olan PAH bileşiklerinin konsantrasyonunun phenanthrene konsantrasyonu ile iyi korelasyon verdiğini molekül ağırlığı 202'den büyük PAH bileşiklerinin ise çok az veya hiç korelasyon vermediğini belirlemişlerdir. Çalışma da sıcaklık arttıkça partikül fazdaki PAH konsantrasyonunun azaldığı, gaz fazda bulunan PAH konsantrasyonunun ise arttığı tespit edilmiştir.

Tam ve Neumann (2004) Amerika (Portland)'da nokta, alan ve hareketli kaynak olarak seçilmiş 5 bölgede 19 PAH bileşiği etilbenzen, styren ve xylene'lerinde içinde bulunduğu toplam 43 zararlı hava kirleticilerini 1999-Temmuz, 2000-Ağustos

döneminde araştırmışlardır. Zararlı hava kirleticilerinin konsantrasyonları kanserojen ve kanserojen olmayan sınır seviyeleri ile karşılaştırılmıştır. Emisyon kaynakları nokta, alan ve mobil kaynak olarak araştırılmış eşik sınır seviyesini aşan zararlı hava kirleticileri için kümülatif kanser riski ve toplam tehlike indeksi hesaplanmıştır. 17 tane zararlı hava kirleticisinin izlenen 5 bölgede de kanser risk seviyesini aştığı, 19 tanesinin ise bir yada daha fazla alanda bu seviyeyi aştığı belirlenmiştir.

Boonyatumanond ve diğ., (2007) Asya kıtasının en büyük kentlerinden biri olan Tayland (Bangkok)'da yola yakın alanlarda havadan, otomobil egzoz dumanından, lastiklerden, asfalttan ve kullanılmış motor yağlarından alınan örneklerde PAH'ları incelemişlerdir. Bu çalışma da cadde tozlarında belirlenen PAH seviyelerinin önceki çalışmalardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Benzinli araç dumanında PAH'ları $2600 \pm 2900 \mu\text{g/g}$, dizelli araç dumanında $115 \pm 245 \mu\text{g g}^{-1}$, yol yakınındaki aeresollerde $101 \pm 35 \text{ } 245 \mu\text{g g}^{-1}$, kullanılmış motor yağında $97 \pm 65 \text{ } 245 \mu\text{g g}^{-1}$, lastik kalıntılarındaki $82 \pm 41 \text{ } 245 \mu\text{g g}^{-1}$, asfaltta $245 \mu\text{g g}^{-1}$, cadde tozlarında $245 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir.

Menichini ve diğ., (2008) Roma'da trafiğin yoğun olduğu binalarda sigara içilmeyen 8 evde (ev içinde ve dış havada) PAH'ları araştırmışlardır. Çalışma da kentsel popülasyonun iç ortam havasında bu bileşiklere maruziyetinin araştırılması amaçlanmıştır. Kirleticilerin dikey dağılımı dış ortamdaki hem yol hemde çatı seviyesinde alınan hava örneklerinde araştırılmıştır. İç ortamdaki hava örneklerinde kat seviyesi düşük ve yüksek evler seçilmiştir. Örnekler hem kış (evlerin ısıtıldığı) hem de yaz sezonunda (ısınma ihtiyacının olmadığı) alınmıştır. Benzo[a]pyrene konsantrasyonu, iç ortamdan alınan hava örneklerinde $0,1-4,6 \text{ ng m}^{-3}$ aralığında, dış ortamdan alınan hava örneklerinde $0,7-2,3 \text{ ng m}^{-3}$ aralığında tespit edilmiştir. Benzo[a]pyrene'nin iç ve dış ortamdaki oranı 4 olarak tespit edilmiştir. Bahar aylarında bu oran $0,2-0,6$ 'ya düşmüştür. Dış ortamdaki PAH konsantrasyonu çatı seviyesinde yol seviyesinin yaklaşık %20-70'i olarak belirlenmiştir.

Taşdemir ve Esen (2007) Türkiye (Bursa) kent merkezinde PAH'ların kent atmosferindeki konsantrasyonunu ve gaz/partikül dağılım katsayısını belirlemişlerdir. Örnekler Ağustos 2004 ve Mayıs 2005 döneminde alınmıştır. PAH'ların toplam (gaz+partikül) konsantrasyonunu $456-524 \text{ ng m}^{-3}$ olarak belirlemişlerdir. Trafiğin ve endüstriyel aktivitelerin ortam havasını etkilediğini belirlemişlerdir. Önceki

çalışmalara dayanarak PAH bileşiklerinin baskın olarak gaz fazında olduğunu tahmin ettiklerini belirtmişlerdir. PAH'ların dağılımında önemli rolü olan gaz/partikül dağılım katsayısını (K_p) araştırmışlardır. Deneysel olarak belirledikleri K_p 'nin PAH'ın sıvı buhar basınçlarıyla iyi korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Ruchirawat ve diğ., (2005), trafik problemlerinin yoğun olduğu Tayland (Bangkok)'da hava kirliliğinin insan sağlığı üzerine etkilerini araştırmak amacıyla farklı meslek gruplarına ve ilköğretim yaşındaki çocuklara PAH'ların ve benzenin maruziyeti araştırılmıştır. Ana yollarda PAH seviyeleri $7,10 - 83,04 \text{ ng m}^{-3}$ aralığında tespit edilmiştir. İlköğretim yaşındaki çocukların $1,25-0,24 \text{ ng m}^{-3}$ aralıkta PAH konsantrasyonuna maruz kaldıklarını tespit etmişlerdir.

Oanh ve diğ., (2000) Tayland'da 4 bölgede yüksek hacimli örnekleyici kullanarak 18 PAH'ı (fluorene, phenanthrene, anthracene, fluoranthene, pyrene, benzo(a)anthracene, chrysene, Benzo (e) pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, Benzo(a)pyren, dibenzo(a,h)anthracene, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3)pyrene, coronene) araştırmışlardır. PAH bileşikleri içinde en yüksek konsantrasyon benzo(ghi)perylene ve coronene için elde edilmiştir. Örnek alınan bölgelerde yoldan uzaklaştıkça trafiğin etkisinin azaldığını belirtmişlerdir.

Müller ve diğ., (1998) Avusturalya-Brisbane kentinin çeşitli bölgelerinden alınan hava örneklerinde 16-EPA PAH'ı araştırmışlardır. PAH konsantrasyonları ana caddelere yakın noktalarda en yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Ağır araç trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde Benzo[a]pyrene seviyesi 1 ng m^{-3} olan eşik seviyesini aşmıştır. Brisbane kentinde PAH'ların baskın kaynağının trafik olduğu belirlenmiştir. Mevsimsel olarak PAH'ların değişimi incelendiğinde en yüksek PAH seviyelerinin kış sezonunda belirlendiği belirtilmiştir.

Azimi ve diğ., (2005) Fransa'da toplam atmosferik birikimi 11 ay süresince araştırmışlardır. Çalışmalarında alifatik hidrokarbonları, PAH'ları ve ağır metalleri 2 kentsel 1 yarı kentsel alanda incelemişlerdir. PAH'ları $48-103 \text{ mg m}^{-2}\text{yıl}^{-1}$ aralığında tespit etmişlerdir. En yüksek değerler Paris kent merkezinde tespit edilmiştir.

2.4. Motorlu Taşıt Kaynaklı Emisyonların Kontrolü

Avrupa birliği (AB), Çevre Politikası ile, çevrenin korunması, kollanması ve kalitesinin yükseltilmesi, insan sağlığının korunması, doğal kaynakların akılcı ve dikkatli kullanılması ve hem bölgesel hem küresel çevre problemleri ile ilgili olarak uluslararası düzeyde önlemlerin alınmasını hedeflemektedir. Avrupa bütünleşmesinin temel unsurlarından biri olarak kabul edilen serbest rekabetin ve serbest dolaşımın sağlanması, çevre alanında da ortak girişimleri ve ortak bir politikayı zorunlu kılmıştır. Üye ülkelerde farklı çevre politikaları uygulanması, özellikle farklı çevresel ölçütlerin belirlenmesi, ürünlerin maliyetlerinin değişik olmasına sebep olabilmektedir. Ortak bir çevre politikası oluşturulmasına neden olan bir diğer önemli gelişme de üye ülkelerde erişilmiş bulunan yaşam kalitesinin daha da yükseltilebilmesi için doğal yaşam koşullarının sağlıklı bir biçimde devam ettirilmesinin ve geliştirilmesinin gerekli olduğunun anlaşılması olmuştur. En temel sebeplerden biri ise hava kirliliği gibi bazı çevre kirliliği türlerinin siyasal sınırları tanımaması olgusudur. Hava kirliliğinin bir ülkeden diğerine kolaylıkla yayılması, Avrupa Birliği'ne üye ülkeleri, ellerindeki imkânları bu konuda da ortaklaşa ve dayanışma içinde kullanmaya itmiştir. Konsey'in çağrısı üzerine Komisyon'un hazırladığı Çevre Eylem Programı, 1973 tarihinde Konsey ve üye ülke temsilcileri tarafından kabul edilerek Topluluk Bildirisi haline getirilmiştir. Bu eylem programını, 2., 3., 4., 5. ve 6. Çevre Eylem Programı izlemiştir. 2001 tarihinde açıklanan ve 2001–2010 dönemini kapsayan 6. Çevre Eylem Programı, çevre alanında AB 'nin önümüzdeki on yıl içindeki hedeflerini belirlemiştir. Çevre politikası için 2005 bütçesinden 235.5 milyon Euro ayrılmıştır (EC 2005). Bu rakam genel AB bütçesinin % 2,6'sını oluşturmaktadır.

AB ulaşım sektöründe petrol ve motorlu taşıt endüstrilerinde yakıt tüketiminin azaltılması ve hava kalitesinin artan trafiğe rağmen iyileşmesini sağlayacak, düşük maliyetli emisyon limitleri ve yakıt kalitesi standartları geliştirilmesi yönünde politika geliştirmektedir.

Ulaştırma sektörü için strateji;

- ✓ Kirliliği artıran emisyonların azaltılması (katalitik konvertör, O₂ sensörü kullanımı, yol değeri testleri),
- ✓ Yakıt tüketiminin azaltılması (üretici firmalarla işbirliği yaparak),
- ✓ Temiz araçların teşvik edilmesi, alternatif yakıt teknolojilerinin desteklenmesi (vergi indirimleri, teşvikler),
- ✓ Trafik düzenlemesi ve ulaşım planlaması (şehir planlamacılığında toplu taşımacılık payının arttırılması, kent içi raylı sistemlerin geliştirilmesi ve desteklenmesi, yakıt tüketimi açısından ideal trafik hızlarının sağlanması)

olarak sıralanabilir.

1997 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolünü AB, 1998’de imzalamıştır. Bu protokol, sanayileşmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltma taahhütlerini ve bu azaltımın belirli zaman dilimleri içinde gerçekleşmesini öngörmektedir. Protokole taraf ülkeler sera etkisi olan gazların toplam emisyonunu 1990 yılı seviyesine oranla %5,4 azaltmayı hedeflemektedir (Elgar 2003). Kloroflorokarbonların ve halonların aşama aşama devreden çıkarılması hedefine 1996 yılında ulaşılmıştır. Hidrokloroflorokarbonların (HCFC) ise 2004 yılına kadar %35 oranında azaltılması hedeflenmekte, 2030 yılında ise tamamen yasaklanması öngörülmektedir. CO₂ (karbondioksit), CH₄ (metan) ve NO_x emisyonlarında ise 2010 yılına kadar 1990 yılı seviyesinden oranla %15 azaltma yapılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, petrol ve dizel yakıtların kalitesi ile ilgili bir tebliğ 2004’te yürürlüğe girmiştir. Dizel ve sıvılaştırılmış petrol gazı kullanılan motorların emisyonlarına karşı önleyici tedbirler ile ilgili yönetmelik ise değiştirilmiştir.

2.4.1. Kirliliği Artıran Emisyonların Azaltılması

Benzinli araçlar dizel motorlu araçlara göre çevreye daha fazla zarar vermektedirler. Benzinli motorlardan daha fazla CO ve HC emisyonu yayılmaktadır. Fakat bu emisyonların bertarafı için benzin motorlu araçlarda dizellere göre daha fazla kontrol teknolojileri mevcuttur. Bu emisyonların katalitik etki altında ya

oluşmasına engel olmak ya da oluştuktan sonra çevreye daha az zararlı formlara getirmek gerekmektedir. Benzinli motorlarda kullanılan katalitik konvertörler zararlı egzoz emisyonlarını %90 oranında arıtabilmektedir. Katalizör sistemlerinin verimi, hava fazlalık katsayısının bir fonksiyonu olduğu için her üç bileşenin de (CO, HC, NO_x) birlikte azaltılması amaçlanan 3-fonksiyonlu katalitik reaktör sistemlerinde, yakıt/hava karışım ayarının hassas olarak yapılması gerekmektedir. Bu amaçla karbüratör yerine benzin püskürtme sistemi kullanılmakta ve egzoz gazları içerisindeki oksijen miktarı O₂ sensörü ile ölçülerek karışım ayarında gerekli düzeltmeler yapılmaktadır. Katalizörlü egzoz arıtma sistemlerinin uygulanabilmesi için kurşunsuz benzin kullanılması gerekir. Benzinle çalışan araçların egzoz gazlarının arıtılmasında beş farklı katalizörlü arıtma sistemi uygulanmaktadır.

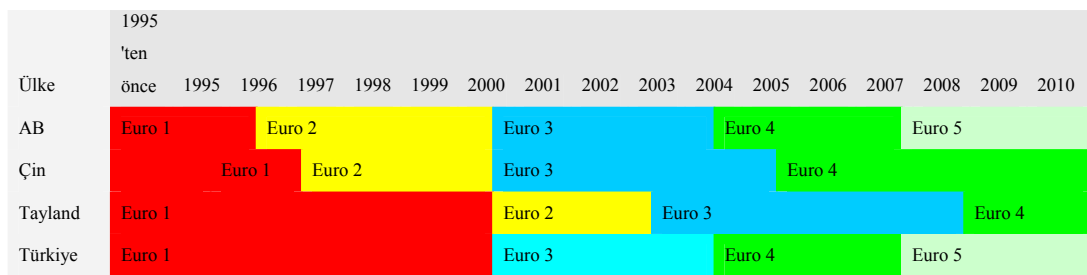
- ✓ Kapalı devreli, 3-fonksiyonlu katalizör sistemi
- ✓ Açık devreli, 3-fonksiyonlu katalizör sistemi
- ✓ Çift yataklı katalizör sistemi
- ✓ Oksidasyon katalizörü
- ✓ Oksitleme katalizörlü fakir karışımlı motor.

Hangi sistemin kullanılacağı, motorun tipine, mevcut karışım hazırlama sistemine ve yürürlükteki emisyon standartlarına göre amaçlanan egzoz gazları emisyon değerlerine bağlı olarak değişmektedir.

Tablo 2.4.1 Farklı katalizör sistemlerinin karşılaştırılması

Kapalı devreli, 3-fonksiyonlu katalizör sistemi	Hidrokarbonlar, karbonmonoksit ve azot oksitler birlikte arıtılmaktadır. egzoz gazının oksijen içeriği, elektrokimyasal yöntemle katalizör önünde ölçülmekte, stokiyometrik çalışma koşulları sağlanacak şekilde karbüratör veya elektronik yakıt püskürtme sistemi ayarlanmaktadır. Motorda stokiyometrik yanma koşullarının sağlanabilmesi için yakıt karışımı, geri beslemeli kapalı kontrol devresi ile kontrol edilmektedir Bu çok işlevli birleşik arıtma sistemi, en uygun ve etkin egzoz gazı arıtma sistemi olarak bilinir (Engler ve Völker, 1986). %97'ye varan oranlarda HC, %96'ya varan oranlarda CO ve %90'a varan oranlarda NO _x emisyonlarını azaltmaktadır (MCA 1997).
Açık devreli, 3-fonksiyonlu katalizör sistemi	Bu sistem ucuz olması nedeni ile emisyon oranları düşük eski araçların egzozlarına uygulanmaktadır. Sonradan takılabilen bu arıtma sistemleri ile araçlarda emisyonlar %50 oranında azaltılabilmektedir. Yakıt/hava karışımı bu sistemde otomatik olarak ayarlanamadığından HC, CO ve NO _x kirleticileri için maksimum arıtma koşulları sağlanamamaktadır.
Çift yataklı katalizör sistemi	Bu sistemde iki katalizör çok işlevli ve oksidasyon katalizörü arka arkaya yerleştirilmiştir. İki katalizörün arasına oksitleyici ortamın hazırlanabilmesi için hava pompası veya subaplar yoluyla dış ortamdan ikincil hava verilmektedir. İlk reaktörde oksijeni eksik ortamda azotun redüksiyonu gerçekleşmekte, hemen arkasından gelen oksidasyon katalizöründe ise hidrokarbonlar ve karbonmonoksit oksitlenmektedir. 70'li yılların sonunda üretilen araçlarda uygulanan sistemdir. Bu sistem yakıt/hava karışımındaki değişmelere fazla hassasiyet göstermediği için yakıt/hava karışımının karmaşık bir sistemle hazırlanmasına gerek yoktur (Granell 2002).
Oksidasyon katalizörü	Motordan çıkan egzoz gazlarına hava ilave edilmekte ve böylece egzoz gazlarının oksitlenmesi için gerekli ortam hazırlanmaktadır. HC ve CO oksitlenerek su buharı ve CO ₂ gibi zararsız maddelere dönüştürülürler. Bu sistemin dezavantajı ise NO _x 'in bu sistemle arıtılamamasıdır. 1975'li yıllarda geliştirilen bir sistemdir.
Oksitleme katalizörlü fakir karışumlu motor	Fakir yakıt/hava karışımına sahip motorlar yeni bir yakma sisteminde hava fazlalık katsayısının 1.6-1.8 olduğu bölgede çalışmaktadır. Bu işletme koşullarında çalışan fakir karışumlu bir motorda, diğer motorlara kıyasla çok daha az NO _x ler oluşmaktadır. Bu yöntemle CO ve özellikle HC'ların oluşumu önlenememektedir. Düşük sıcaklıkta, yüksek oksitleme verimi ile çalışan bir oksitleme katalizörü ile oluşumu önlenemeyen CO ve HC'lar arıtılabilmektedir.

Kirliliği artıran emisyonların azaltılması amacıyla AB, 1993 tarihinden itibaren EURO 93 (Euro I) egzoz emisyon standartlarının uygulanmasını zorunlu kılmış ve bu standartların sağlanmasını mümkün kılan katalitik konvertör uygulamasına geçilmiştir. 1996’da Euro 2, 2000’de Euro 3, 2004’de Euro 4, 2007’de Euro 5 standartlarının uygulanması zorunlu hale geçmiştir. Ülkemizde egzoz emisyon ölçümlerine 1992 yılında “Motorlu Taşıtlar Egzoz Gazlarının Yol Açtıkları Kirlenmenin Önlenmesine İlişkin Tebliğ”i doğrultusunda başlanılmıştır. Çevre Bakanlığı ve Otomobil Sanayii Derneği arasında 1993 yılında imzalanan “Otomotiv Sanayi Çevre Deklarasyonu” çerçevesinde ve “EURO 93” Normlarını sağlayabilen ve sadece kurşunsuz benzin kullanabilen katalitik konvertörlü otomobil üretim ve ithaline başlanmıştır. 2000 tarihinden itibaren ülkemizde üretilen ve ithal edilen tüm otomobiller katalitik konvertörlü olarak piyasaya sunulmaktadır. Motorlu kara taşıtlarının egzoz gazlarının yol açtığı hava kirliliğini kontrol altına almak ve AB mevzuatına uyum çalışmaları kapsamında “Trafikte Seyreden Motorlu Kara Taşıtlarından Kaynaklanan Egzoz Gazı Emisyonlarının Kontrolüne Dair Yönetmelik” 2005 tarihinde yayınlanmıştır. Bu yönetmelik ile egzoz gazı emisyon ölçümlerinin yapılması motorlu taşıtların araç muayenesi ile uyumlu hale getirilmiştir. Ülkemiz AB uyum çerçevesinde en geç 2007’de AB ülkelerinde olduğu gibi Euro 5 standartlarını uygulamayı taahhüt etmiştir. Şekil 2.4.1’de çeşitli ülkelerde ve ülkemizde emisyon standartları ve uygulama tarihleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 2.4.1 Binek araçlar için emisyon standartları ve çeşitli ülkelerde uygulama tarihleri

Tablo 2.4.2’de emisyon standartları için sınır değerler karşılaştırılmıştır. Tablo 2.4.2 incelendiğinde emisyon sınır değerlerinin zamanla azaldığı görülmektedir. Örneğin PM sınır değerleri dizelli araçlar için 1992 yılında yürürlüğe giren Euro I

standardında 0.14 g/km iken 2005 yılında yürürlüğe giren Euro 4 standardında 0.025 g/km olmuştur.

Tablo 2.4.2 Binek Araçlar için AB emisyon sınır değerleri g/km (www.mam.gov.tr)

	Tarih	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Dizel						
Euro 1	1992	2,72 (3,16)	-	0,97 (1,13)	-	0,14 (0,18)
Euro 2, IDI	1996	1,0	-	0,7	-	0,08
Euro 2, DI	1996	1,0	-	0,9	-	0,10
Euro 3	2000	0,64	-	0,56	0,50	0,05
Euro 4	2005	0,50	-	0,30	0,25	0,025
Euro 5+-	2009	0,50	-	0,23	0,18	0,005
Euro 6+-	2014	0,50	-	0,17	0,08	0,005
Benzin						
Euro 1	1992	2,72 (3,16)	-	0,97 (1,13)	-	-
Euro 2, IDI	1996	2,2	-	0,5	-	-
Euro 2, DI	2000	2,30	0,20	-	0,15	-
Euro 3	2005	1,0	0,10	-	0,08	-
Euro 4	2009	1,0	0,10 ^c	-	0,06	0,005
Euro 5+-	2014	1,0	0,10 ^c	-	0,06	0,005

+: Parantez içi değerler ABD Ulaştırma Bakanlığının belirlediği değerlerdir.

Huizenga ve diğ., (2004) yaptıkları çalışmada Asya kıtasında emisyon standartları geliştikçe kirletici emisyonların düşeceğini belirtmektedirler. NOx ve PM 2020 senaryolarına göre Euro 2 standardının NOx emisyonlarını azaltma etkisi % 70 iken Euro 3 standardının azaltma etkisi % 80 olmuştur.

2.4.2 Yakıt tüketiminin ve emisyonların azaltılması

Yeni motor teknolojilerinin uygulanması ve taşıt teknolojisindeki gelişmelerle mümkün olmaktadır. 6. Çevre Eylem Programına göre ülkeler; GDI-Direkt püskürtmeli benzin motorları (fakir karışım), MR Process- çift döngülü yanma odalı benzin motorlarının kullanımı, HCCI-Homojen karışımli sıkıştırılmalı ateşlemeli motorlar (düşük NOx emisyonlarına sahip, doğal gaz kullanımına uygun, verim

artışına sahip), çok yakıtlı motor gibi yeni motor teknolojilerinin uygulanmasını teşvik etmelidirler. Yine üye ülkeler; taşıt boyutlarının küçültülmesi, hafif malzeme kullanılarak taşıt ağırlığının azaltılması, aerodinamik özelliklerinin iyileştirilmesi, transmisyon-motor uyumunun sağlanması, hibrid taşıtlar, lastik performansının iyileştirilmesi gibi taşıt teknolojisindeki gelişmeleri desteklemelidirler (Soruşbay, 2002; AB, 2007).

Temiz araçların teşvik edilmesi, alternatif yakıt teknolojilerinin desteklenmesi (vergi indirimleri, teşvikler) amacıyla AB 98/ 17 /AT direktifi ile motorlu araçlarda kullanılacak benzin ve motorinin teknik özelliklerini belirlemiş ve üye ülkelerin 2003 /17 /AT (98/70/AT) Direktifi 8. Maddesine göre ülkelerinde satılan benzin ve motorinin EN 590 (motorin) (TS 3082) EN 228 (Kurşunsuz benzin) (TS 288) göre kalitesini denetlemekle ve izlemekle yükümlü kılmıştır. Tablo 2.4.3’de AB direktiflerine göre benzin ve dizel özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.4.3 AB Direktiflerine göre benzin ve dizel özellikleri

	1996 (Euo 2)	2000 (Euro 3)	2005 (Euro 4)	2009 (Euro 5)
Buhar Basıncı (Yaz) max kPa		60	60	60
Benzen, max (% Hacim)		1	1	1
Aromatikler, max (% Hacim)		42	35	35
Sülfür , max (ppm)	500	150	50/10	10
Dizel (Motorin)				
Setan sayısı, minimum	48	51	51	51
Yoğunluk, max (kg/m ³)		845	845	845
PAH, max (% kütle)		11	11	11
Sülfür , max (ppm)	500	350	50/10	10

Ulusal ölçekte, kurşun emisyonunu azaltmak amacıyla kurşunsuz benzin yakan araç kullanımını özendirecek fiyat politikaları oluşturulduğu bilinmektedir. Buna paralel olarak, ana petrol rafinerilerinin 1988’den beri normal benzindeki kurşun içeriğini 0,42 g L⁻¹’den 0,15 g L⁻¹’ye, süper benzinde 0,84 g L⁻¹’den 0,40 g L⁻¹’e düşürdükleri ve kurşunsuz benzin üretimlerini giderek artırdıkları belirtilmektedir. Yine de, Türkiye’deki kurşunsuz benzin tüketiminin halen ABD

(%98) ve Japonya (%100) gibi gelişmiş ülkelerin gerisinde olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca ülkemizde Euro 93 standartlarına uyan katalitik konvertörlerle donatılmış araçlarda %50 oranında vergi indirimi uygulanmaktadır. 2002 yılının ikinci yarısından itibaren normal benzin (kurşunlu) üretimi durdurulmuştur. Ülkemizde motorlu araçlarda kullanılan benzin ve motorinin Avrupa Birliği normlarında üretilmesi için “Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği” 2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik ile 2005 tarihinden itibaren kurşunlu benzindeki kurşun oranı aşağıya çekilmiş, 2006 tarihinden itibaren kurşunlu benzinin satışı yasaklanmıştır ve en geç 2007 yılından itibaren Türkiye, AB’nin ilgili mevzuatı ile birebir uyumlu benzin ve motorin üretimine başlanması sağlanacaktır. AB direktiflerine göre en geç 2009 yılında kurşunsuz benzinde ve motorindeki kükürt içeriği 10 ppm, kurşunlu benzinin yasaklanması, süper benzinin kurşun içeriğinin 0,13 g L⁻¹’ye, aromatik değerinin maksimum %35, benzen içeriğinin de maksimum %1 oranına indirilmesi hedeflenmektedir. Kısa vadede daha az emisyon oluşturan LPG, katkılı benzin, biyodizel gibi yakıtların kullanımının, uzun ve orta vadede mükemmel yanma özelliğine sahip hidrojenin motor yakıtı olarak ve yakıt hücrelerinin kullanımının teşvik edilmesi AB’nin çevre ile ilgili stratejilerindendir.

Ülkemiz benzin fiyatına göre dünya sıralamasında 28. sıradadır. Ülkemizde benzin fiyatının dünya sıralamasında 28. olmasının nedeni alış fiyatının 3 katı kadar vergi ödenmesidir. Bunun sonucunda ülkemize K. Irak’tan kaçak yakıt girişi olmaktadır. ODTÜ-PAL (Ortadoğu Teknik Üniversitesi-Petrol araştırma Merkezi)’in 2006’da yaptığı çalışmada ülke genelinde 18623 yakıt incelenmiş, standartlara uygun numune yüzdesinin yıllara göre azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada ithal ürünlerde de kükürt, PAH, benzen, toplam aromatik miktarının standartların üzerinde olduğu ve pek çok ülkede katkı maddesi olarak kullanımının yasaklandığı MTBE’nin bulunduğu belirlenmiştir. Bu nedenle AB ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de “Akaryakıt Kalite İzleme Sistemi “ kurulmalı ve yeni yakıtların piyasaya girişi takip edilmeli, temiz yakıtlarda vergi indirimi uygulanarak kullanımı teşvik edilmelidir.

2.4.3 Trafik düzenlemesi ve ulaşım planlaması (şehir planlamacılığında toplu taşımacılık payının arttırılması, kent içi raylı sistemlerin geliştirilmesi ve desteklenmesi)

Trafik düzenlemesi ve ulaşım planlaması (şehir planlamacılığında toplu taşımacılık payının arttırılması, kent içi raylı sistemlerin geliştirilmesi ve desteklenmesi) amacıyla 6. Çevre Eylem Programına göre ülkeler; trafik sıkışıklıklarını çevre yolları tamamlayıp transit geçiş yapacak araçların şehir içine girmemesini sağlayarak, şehir merkezlerinde trafiğe kapalı alanları arttırarak ve bu alanlarda motorsuz taşıtlarla ulaşımı teşvik ederek gidereceklerdir. Karayolu yerine demiryolu ve deniz ulaşımına yöneltilmesi için vergi ve sübvansiyonların kullanılması / trans-Avrupa ağları (TEN) ile başlayarak, doğa ve toplum üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirecek şekilde ulaşım ağları ve planlarının stratejik çevresel değerlendirmelerinin yapılması / uzun mesafe taşımacılığı için karayollarının kullanımına karşı caydırıcılık ve 1.500 kilometreye kadar yolcu taşıma için havayolu yerine demiryolunun teşvik edilmesi üye ülkeler tarafından sağlanacaktır.

3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

3.1.1. PAH'lar

Çalışmada kullanılan standartlar, coronene, perylene, 3,6 Dimethylphenanthrene, triphenylene, dibenzo [ai] pyrene, benzo[e]pyrene, benzo[j]fluoranthene katı halde (Accustandard), anthracene, acenaphthylene, indeno[1,2,3-c,d]pyrene, fluorene, benzo[b]fluoranthene 0,2 mg mL⁻¹ konsantrasyonunda metanol içerisinde (Accustandard), naphthalene, phenanthrene, benzo[g,h,i]perylene, benzo[b]fluorene, dibenzo[a,h]anthracene, anthanthrene katı halde (Dr.Ehrenstorfer), dibenzo[a,j]anthracene 10 ng µL⁻¹ konsantrasyonunda asetonitril içerisinde (Dr.Ehrenstorfer), metot kontrol standardı (surrogate standart) olarak kullanılmak üzere phenanthrene d₁₀ (İnternal standart), chrysene d₁₂ katı halde (Dr.Ehrenstorfer), enjeksiyon kontrol standardı (internal standart) olarak kullanılmak üzere anthracene d₁₀; 0,2 mg mL⁻¹ konsantrasyonunda diklorometan içerisinde (Accustandard)'tan temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan sorbent tüp (XAD-2, 100 mg/50 mg), filtre (2 µm, 37 mm PTFE) SKC'den, GF/A (Glass Microfibre Filters) filtre (90 mm çap, 1,6 µm gözenek çapında) Whatman'dan, PUF ((Polyurethane Foam) plug, 5 cm yükseklik, 6.5 cm çapında) Thermo'dan, Na₂SO₄, Silica gel 60 (0,063-0,200 mm), C₁₈ PolarPlus Bakerbond'dan solvent olarak aseton, n-hekzan, siklohekzan, toluen, etilasetat, diklorometan, dietileter, petrol eteri, metanol, asetonitril kullanılmış olup GC için uygun analitik saflıkta Merck'den temin edilmiştir. Çalışma da kullanılan Helyum (%99,999), hidrojen (%99,99), hava (%99,998), nitrojen (%99,998) gazları yüksek saflıkta olup BOS firmasından temin edilmiştir.

3.1.2. UOB'ler

Çalışma da kullanılan standartlar; etilbenzen (EtBenz), styren, m-xilen, p-xilen 0.2 mg mL⁻¹ konsantrasyonunda metanol içerisinde 1,2,3 Trimetilbenzene (TMB) sıvı halde metot kontrol karışık standardı 2 mg mL⁻¹ konsantrasyonunda

metanol içerisinde (1,4-Diklorobenzen ve p-bromoflorobenzen), enjeksiyon kontrol karışık standardı (1-chlorooctadecane ve 1-chlorooctan) 10 mg mL⁻¹ konsantrasyonunda aseton içerisinde Accustandard'dan, 1,3,5 Trimetilbenzene (TMB), 1,2,4 Trimetilbenzene (TMB) sıvı halde Dr.Ehrenstorfer'den temin edilmiştir. Çalışma da kullanılan sorbent tüp (coconut shell charcoal, 100 mg/50 mg) SKC'den solventler aseton, pentan, metanol, diklorometan, karbon disülfür (GC için uygun analitik saflıkta) Merck'den temin edilmiştir. Çalışma da kullanılan yüksek saflıkta Helyum (%99,999) BOS firmasından temin edilmiştir.

3.2. Kullanılan Cihazlar ve Aletler

- Düşük hacimli hava örnekleyici (SKC 224 PC XR),
- Düşük hacimli hava örnekleyici kalibratörü (SKC Sabun köpüklü akış ölçer)
- 7663 B Autosampler ile donatılmış, 5973 seri MS dedektörle donatılmış Agilent 6890 N gaz kromatografisi,
- Shimadzu GC 17 A Gaz Kromatograf, FID dedektör ile donatılmış,
- DB-5 kapiler kolon (film kalınlığı 0,25 µm, iç çapı 0,25 mm, uzunluk 30 m),
- DB-624 kapiler kolon (film kalınlığı 0,25 µm, iç çapı 0,25 mm, uzunluk 30 m),
- DB-5 MS kapiler kolon (film kalınlığı 0,25 µm, iç çapı 0,25 mm, uzunluk 30 m),
- Yüksek hacimli hava örnekleyici (Thermo Electron marka, GPS-BL1 model PUF Örnekleyici),
- Yüksek hacimli hava örnekleyici kalibratörü (Thermo Electron marka PUF Kalibrasyon Seti),
- Ultrasonik çalkalayıcı (35 kHz, 320 W, Super RK 510, Sonorex, Bandelin, Germany),
- Sokslet ekstraksiyon düzeneği,
- Rotary evaporatör (Buchi rotavapor R-114),
- Hassas terazi (Scaltec SBC 21),
- Saf su cihazı,
- Etüv,

- Desikatör.

3.3. Cam Malzemelerin Kullanımı

Çalışmalarda kullanılan cam malzemeler önce deterjan içeren su ile yıkanıp, musluk suyu ile durulanmış, saf sudan geçirilerek 4 saat süresince 100 °C etüvde kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra aseton ile yıkanmış ve temiz bir ortamda saklanmıştır.

3.4. Standartların Hazırlanması

Katı halde temin edilen PAH standartları için literatürde uygun çözücü solvent aranmış bu bileşiklerin bazıları için analitik metot çalışması yapılmadığı için tamamı için bulunamamış ve deneme yoluyla en yüksek konsantrasyonda uygun çözücü tespit edilmiştir. Bu amaçla çözücü olarak diklorometan, n-hekzan, siklohekzan, toluen, metanol ve asetonitril solventleri denenmiştir.

Katı halde temin edilen standartların kalibrasyon için hazırlanmasında çeşitli çözücü solventler denenmiş ve uygun çözücü solventler ve en yüksek konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir. Bu solventler Tablo 3.1’de özetlenmiştir. Bileşiklerin çoğunluğu asetonitril içerisinde çözündüğü için bileşikler asetonitril içinde $10 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyon seviyesinde stok olarak hazırlanmıştır. Stok çözeltinin solventi azot gazı kullanılarak n-hekzan ile değiştirilmiştir. Solvent değiştirme aşaması 3 kez ardışık olarak tekrarlanmıştır. n-hekzan ile hazırlanan karışık standart ile solvent değişimi yapılmadan önceki karışık standart 5 kez enjeksiyon yapılarak solvent değişimi aşamasındaki kayıplar belirlenmiş ve numune analizi aşamasında konsantrasyon değerleri düzeltilmiştir. 25 PAH bileşiği solvent değişimleri yapılarak $1 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonda hekzan içinde hazırlanmıştır.

Tablo 3.1. Katı halde temin edilen PAH bileşikleri için uygun çözücü ve en yüksek konsantrasyonları

Hedef Bileşikler	Uygun Çözücü ve/veya çözücü karışımları	En yüksek konsantrasyon (ng μL^{-1})
Coronene	Toluen	10
Anthanthrene	Asetonitril	100
Perylene	Asetonitril/sikloheksan/methanol	10
3,6 Dimethylphenanthrene	Asetonitril/sikloheksan	10
Triphenylene	Asetonitril/sikloheksan	10
Dibenzo [ai] pyrene	Asetonitril	10
Benzo[e]pyrene	Asetonitril/sikloheksan	10
Benzo[j]fluoranthene	Asetonitril/sikloheksan	10
Phenanthrene	Asetonitril/sikloheksan	100
Benzo[b]fluorene	Asetonitril	10

Metanol ve aseton içinde çözünmüş UOB'ler tek bir karışım içinde toplanmış karbon disülfür ile solvent değişimi yapılarak 10 ng μL^{-1} 'lik karışık standart hazırlanmıştır. Karbon disülfür ile hazırlanan karışık standart ile solvent değişimi yapılmadan önceki karışık standart 5 kez enjeksiyon yapılarak solvent değişimi aşamasındaki kayıplar belirlenmiş ve numune analizi aşamasında konsantrasyon değerleri düzeltilmiştir.

3.5. Numuneleme ve Analiz

Kullanılan metodun performansı arazi ve laboratuvar blankleri, metot kontrol geri kazanımı, standart spike geri kazanımı, cihaza ve metoda ait LOD (dedeksiyon sınırı) ve LOQ (kantasyon sınırı) değerleri, doğrusal cevap aralığı (lineer aralık), lineerlik, kesinlik ve tekrarlanabilirlik gibi değerlerle ölçülebilir. Böylece numuneleme ve analiz esnasında meydana gelebilecek hataların minimuma indirgenmesi ile kalite güvencesi sağlanmış ve kalite kontrolü gerçekleştirilmiş olmaktadır. Çalışma da kalite kontrol ve doğruluk analizleri laboratuvar, arazi ve solvent blank analizleri, 2 tekrarlı ölçümler ile gerçekleştirilmiştir.

Cihazın dedeksiyon limiti (IDL), analizleri yapılan bileşiklerin seyreltilmiş standart çözeltilerinin enjeksiyonları sonucunda belirlenmiştir. Cihazın optimum çalışma şartları belirlendikten sonra enjekte edilen doğrusal cevap aralığındaki standart çözeltide her bir bileşiğe ait S/N oranları tespit edilmiştir. S/N oranı 3'e karşılık gelen standart çözelti konsantrasyonu cihazın dedeksiyon limitini, S/N oranı 10'a karşılık gelen standart çözelti konsantrasyonu cihazın kantifikasyon limitini belirtmektedir.

GC/MS Cihazına ait LOD ve LOQ değerleri aşağıdaki *Eşitlik (3.5.1)* ve *Eşitlik (3.5.2)* kullanılarak hesaplanmıştır.

$$LOD = \frac{3 \times \text{standart çözelti konsantrasyonu}}{S / N \text{ oranı}} \quad \text{Eşitlik (3.5.1)}$$

$$LOQ = \frac{10 \times \text{standart çözelti konsantrasyonu}}{S / N \text{ oranı}} \quad \text{Eşitlik (3.5.2)}$$

GC/FID sistemi kullanılarak FID dedektörü tayin sınırlarının ve metodun kantitasyon sınırlarının tespiti için yani cihazın dedeksiyon limiti için ise doğrusal cevap aralığındaki $1 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonundaki her bir PAH bileşiğinin FID sinyal değerlerine ait standart sapma değerleri ve kalibrasyon grafiklerindeki eğim değerleri kullanılmıştır. Cihaza ait LOD ve LOQ değerleri *Eşitlik (3.5.3)* ve *Eşitlik (3.5.4)* kullanılarak hesaplanmıştır.

$$LOD = 3 \times S_x(1 / m) \quad \text{Eşitlik (3.5.3)}$$

$$LOQ = 10 \times S_x(1 / m) \quad \text{Eşitlik (3.5.4)}$$

Burada; S FID sinyal değerlerinin standart sapması, m her bir bileşik için doğrusal cevap aralığında tespit edilen kalibrasyon grafiği denkleminin eğimidir.

Metoda ait dedeksiyon limiti filtre, XAD-2 ve aktif karbon tüp blanklerinde tespit edilen bileşikler için ortalama blank kütlesi ile bu değerlerin standart sapmasının üç katı toplanarak tespit edilmiştir (*Eşitlik (3.5.5)*). Metot blank değeri 5 filtre, XAD-2 ve aktif karbon tüp blanklerinin laboratuvar ortamında hedef bileşikler

için analiz edilmesi sonucunda tespit edilmiştir. Blankte tespit edilemeyen bileşikler içinse MDL olarak IDL kullanılmıştır (US EPA- Metot TO-13A, 1999).

$$MDL = \text{ortalama blank kütlesi} + 3.SD$$

Eşitlik (3.5.5)

Arazi blank değerleri 5 filtre, XAD-2 ve aktif karbon tüplerinin araziye taşınması ve örnekleme zamanı süresince örnekleycide hava akımına maruz bırakılmaksızın laboratuara geri getirilmesi neticesinde ilgilenilen bileşikler için analiz edilmesi sonucunda tespit edilmiştir. Metot, arazi ve solvent blank değerlerinin güven aralığında değerlendirilebilmesi için çoklu bileşikler için <100 ng/tüp, PAH bileşikleri içinse naphthalene bileşiği için <500 ng/tüp-filtre, diğer PAH bileşiklerinin toplamı için <200 ng/tüp-filtre değerini sağlaması gerekmektedir (US EPA- Metot TO-13A, 1999).

Solvent blank değerleri analiz metodunun filtre, XAD-2 ve aktif karbon tüp içermeksizin hedef bileşikler için analiz edilmesi sonucunda belirlenmiştir.

Örnekleme başlamadan önce standart çözeltinin bilinen konsantrasyonu filtre, XAD-2 ve aktif karbon tüplerine eklenmiş, standart eklenen filtre (spike filtre), XAD-2 ve aktif karbon tüpleri taşıma kaplarına yerleştirilerek örnekleme alanına götürülmüş, örnekleme süresince orada bırakılmış ve kullanılmamıştır. Spike filtre, XAD-2 ve aktif karbon tüp diğer numuneler gibi desorbsiyon-ekstraksiyon ve analiz edilmiştir. Bu işlemle arazi matriks spike geri kazanım tespiti ve numune parçalanmasını görmek böylelikle kalite güvenliğini kontrol etmek amaçlanmıştır.

Her bir hedef bileşik için metodun ve analiz işlemlerinin kesinliği tekrarlanan ölçüm sonuçlarının %RSD (Relatif Standart Sapma) değerleri kullanılarak belirlenmiştir. % RSD değerleri *Eşitlik (3.5.6)* kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100$$

Eşitlik (3.5.6)

Burada; %RSD Relatif Standart Sapma, SD Standart Sapma, $\bar{X}$ Ortalama değer'dir.

Ekstraksiyon, desorbsiyon ve temizleme işlemlerinde kullanılan metodun verimliliği, hedef bileşikler için metot kontrol geri kazanımı ve standart spike geri kazanımı ile değerlendirilebilir. Numune geri kazanımı tek bileşikler için genellikle %90-120 aralığı, çoklu bileşikler içinse %60-120 geri kazanım aralığı kabul edilebilir. Çalışmada metodun ekstraksiyon, desorbsiyon ve temizleme aşamalarının geri kazanımları tüm bileşikler için hem metot kontrol geri kazanımı hem de standart spike geri kazanımı olarak değerlendirilmiştir.

Metot kontrol ve standart spike geri kazanımı verimleri *Eşitlik (3.5.7)* kullanılarak hesaplanmıştır.

$$EE (\%) = \frac{S}{S_0} \times 100 \quad \text{Eşitlik (3.5.7)}$$

Burada; EE geri kazanım verimi (%), S_0 ekstraksiyon veya desorbsiyondan önce filtre, XAD-2 ve aktif karbon tüpe veya temizlemeden önce kolona verilen spike miktarı (ng), S geri kazanılan spike miktarı (ng)'dir.

Elde edilen sonuçların istatistiksel olarak birbirleri ile karşılaştırılması gereken durumlarda t-Testi (öğrenci testi) kullanılmıştır. t_{hesap} değerleri aşağıdaki *Eşitlik (3.5.8)* ve *Eşitlik (3.5.9)* kullanılarak hesaplanmıştır.

$$S_{der} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1).RSD_1^2 + (n_2 - 1).RSD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad \text{Eşitlik (3.5.8)}$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = \pm t_{hesap} \cdot S_{der} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)} \quad \text{Eşitlik (3.5.9)}$$

Burada; S_{der} derlenmiş (birleşik) standart sapma, n deney sayısı, RSD relatif standart sapma, $\bar{X}$ ortalama EEi'dir.

Bu çalışma Konya'da mikro ölçekte trafiğin yoğun olduğu 2 ana caddede (Nalçacı ve İstanbul Caddesi) 1 trafik ışığı (Adalhan Kavşağı), 1 kapalı otopark, 1 açık oto park, 1 benzin dolum istasyonunda Ağustos 2007-Haziran 2008 periyodunda

gerçekleştirilmiştir. Birinci örnekleme noktası olan Vatan Caddesi-Adalhan kavşağı, trafik ışıklarının taşıt kaynaklı kirliliğe etkisini incelemek amacıyla seçilmiştir. 2. örnekleme noktası Nalçacı Caddesi, trafiğin en yoğun olduğu, trafik tıkanıklığının en çok görüldüğü caddedir. Konya Doğum ve Çocuk Bakımevi de bu cadde üzerindedir. Bu cadde seyir halindeki taşıtlardan kaynaklanan kirliliği tespit etmek amacıyla seçilmiştir. 3. örnekleme noktası trafiğin yoğun olduğu ana caddelerden biri olan İstanbul Caddesi dir. Bu cadde de trafik yoğunluğu sürekli dir. Trafiğin yoğun olduğu pik saatler tüm gün içerisine dağılmıştır. Bu cadde de taşıtlar genellikle rölantide ve hızlanma modunda çalışmaktadır. Bu cadde rölantide ve hızlanma modundaki kirlitici dağılımını tespit etmek amacıyla seçilmiştir. 4. örnekleme noktası olarak büyük bir alışveriş merkezinin kapalı otoparkı seçilmiştir. Bu nokta sınırlandırılmış alandaki kirlilik boyutunu tespit etmek amacıyla seçilmiştir. Ayrıca bu alanda taşıtlar en az 1 saat süreyle park halinde oldukları için buharlaşma emisyonlarının da tespiti amaçlanmıştır. 5. örnekleme noktası aynı büyük alış-veriş merkezinin açık otoparkıdır. Kapalı ve açık otoparktaki kirlitici dağılımını ve yükünü karşılaştırmak için seçilmiştir. Altıncı örnekleme noktası olarak şehir merkezindeki bir benzin-dolum istasyonu seçilmiştir. Bu istasyon hem benzin istasyonunun o bölgede yaşayan popülasyona hem de istasyondaki işçilere olabilecek olumsuz etkileri tespit etmek amacıyla seçilmiştir. Hava örnekleri trafik yoğunluğunun daha fazla olabileceği düşüncesi ile hafta içi günlerde alınmıştır.

Çalışma da ayrıca seçilen örnek noktalarının dışında trafiğin yoğun olduğu 3 ayrı bölge de düşük hacimli örnekleyici SKC 224 PC XR ve yüksek hacimli örnekleyici Thermo Electron marka, GPS-BL1 model PUF Sampler ile aynı anda PAH numuneleri alınmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Yüksek hacimli örnekleyici, yüksek hacimli hava örnekleyici kalibratörü (Thermo Electron marka PUF Calibration Set) ile kalibre edilmiştir. İzlenen magnehelic okumalara (Y2) karşı elde edilen kalibrasyon orifis okuması (Y1) değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla volumetrik akışa dönüştürülmüştür.

$$Y3=[Y1(Pa/760)(298/\{Ta+273\})]^{1/2}$$

Eşitlik (3.5.10)

Burada; Y3 orifis manometresi için hesaplanan değer, Y1 kalibrasyon orifis okuması, in.H₂O, T_a °K olarak ölçülen ortam sıcaklık değeri dir.

$$Y4=[Y2(Pa/760)(298/\{Ta+273\})]^{1/2} \quad \text{Eşitlik (3.5.11)}$$

Burada; Y4 magnehelic okumalar için hesaplanan değer, Y2 izlenen magnehelic okumalar in.H₂O, T_a °K olarak ölçülen ortam sıcaklık değeri dir.

$$X1=(Y3-B1)/M1 \quad \text{Eşitlik (3.5.12)}$$

Burada; X1 m³/dak olarak hesaplanan orifis akış değeri, Y3 orifis manometresi için hesaplanan değer, B1: üretici kalibrasyon orifis kesim noktası (-0.084103), M1 üretici kalibrasyon orifis manometre eğim değeri (9.4027) dir.

$$Y5=[Y2(Pa/760)(298/\{Ta+273\})]^{1/2} \quad \text{Eşitlik (3.5.13)}$$

Burada; Y5 düzeltilmiş magnehelic okumalar, Y2 izlenen magnehelic okumalar in.H₂O, P_a mm Hg olarak ölçülen ortam barometrik basınç değeri, T_a °K olarak ölçülen ortam sıcaklık değeri dir.

$$X2=[(Y5-B2)/M2] \quad \text{Eşitlik (3.5.14)}$$

Burada; X2 m³ dak⁻¹ olarak birim zamandaki akış oranı, Y5 düzeltilmiş magnehelic okumalar, B2 kalibrasyon eğrisi kesim noktası, M2 kalibrasyon eğim değeri dir.

Taşıt kaynaklı kirleticilerin gün içindeki konsantrasyonları sürekli değişmektedir. Khoder, (2007) sabah 9'dan akşam 9'a kadar 3 saatte bir UOB konsantrasyonlarını ölçtükleri çalışmalarında 09.00–12.00 sabah periyodunda UOB'lerinin konsantrasyonunun arttığını, 12.00–15.00 periyodunda UOB bileşiklerin konsantrasyonunun azaldığını, 15.00–18.00 periyodunda UOB bileşiklerin konsantrasyonunun tekrar arttığını 18.00–21.00 periyodunda tekrar azaldığını belirlemişlerdir. Liu ve diğ., (2000) ve Ho ve diğ., (2004) gün içinde farklı zaman

dilimlerinde UOB konsantrasyonunu ölçtükleri çalışmalarında bu bileşikler için pik zaman diliminin 09.00–12.00 ve 15.00–18.00 olduğunu doğrulamışlardır. Khoder, (2007) pik saatlerde UOB bileşiklerinin konsantrasyonunun artmasını o saatlerde trafik yoğunluğunun fazla olmasına bağlamaktadır. Müezzinoğlu ve diğ., (2001) UOB'lerinin gün içindeki konsantrasyonlarının farklılığını trafik akışındaki değişimlerle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Yamamoto ve diğ., (2000) aromatik hidrokarbonların konsantrasyon seviyelerinin trafik yoğunluğunun yüksek olduğu saatlerle ilişkili olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Genelde sabah saatlerinde görülen inversiyon etkisini de gözleyebilmek için hem sabah peryodunda hem de trafik yoğunluğunun maksimuma ulaştığı akşam saatlerinde örnek alınmıştır. Literatürdeki çalışmalar göz önünde bulundurularak hava örnekleri cadde üzerinde yer seviyesinden yaklaşık 1,5 m (yoğun trafik koşullarında potansiyel insan maruziyetinin belirlenmesi için 1,5 metre yükseklikte olması tercih edilir) yukardan yaklaşık 100-120 mL dak⁻¹ akış hızı ile eylül, ekim, kasım, aralık ayında hem sabah (08.00-10.00) hem öğleden sonra (16.00-18.00) pik zaman diliminde 2 şer saat ocak ve şubat aylarında sadece (16-18:00) pik zaman diliminde düşük akışlı SKC 224-PCTX8KV hava örnekleyicisi ile 2 saat alınmıştır. Ocak ve şubat ayında günde tek peryot numune alınmasının nedeni sabah ve öğleden sonraki peryotlarda konsantrasyon değişiminin fazla olmamasıdır. Numuneler rüzgâr hızının düşük olduğu günlerde alınmıştır.

Örnekleyici sabun köpüklü akış ölçer ile günlük kalibre edilmiştir. Sabun köpüklü akış ölçerin çalışma prensibi; haznesinde sulu çözeltisi bulunan lastik baloncuk sıkıldığında gazın akış yolu üzerinde bir köpük filmi oluşur, büret üzerinde iki ölçü çizgisi arasında filmin yol aldığı süre ölçülerek, bulunan değer hacim olarak akış hızına çevrilir. Örnekleyici 0,5 - 5 L standart akış oranında işletim için dizayn edilmiş olup, örnekleme süresince okunan değerlerin relatif standart sapmasının % 5'i geçmemesi gerekmektedir.

Laboratuvar ortamında sabun köpüklü debimetre ile numuneleme peryodunda akış hızındaki varyasyon araştırılmıştır. Çalışma sonucunda numuneleme süresince akış hızındaki varyasyon %3,2 olarak tespit edilmiştir. Numune alma ve laboratuvar analizinin 24 saati aşması durumunda numunenin buzdolabında soğukta saklanması ve ekstraksiyonun örneklemeden sonra 7 gün içerisinde, analizlerin ise

ekstraksiyondan sonra 40 gün içerisinde yapılması gerekmektedir (US EPA, 1999). Numuneler örneklemekten sonra derhal analiz edilmiştir.

Örneklemeye başlamadan önce trafiğin en yoğun olduğu caddeden pik zaman diliminde (16-18:00) 5 kez numune alınarak bileşiklerin breakthrough (adsorben maddede tutulmayıp tekrar ortam havasına karışması) olup olmadığı araştırılmıştır. Aktif karbon ve XAD-2 tüpünün arka bölümünde ölçülen hem UOB'ler hem de PAH'lar toplam konsantrasyonun %5'inden az olarak tespit edilmiştir. Hedef bileşiklerin numuneleme şartlarında breakthrough olmadığı düşünülmüştür. Örneklerin tamamında her iki bölümde analiz edilmiştir. Örneklerin hiçbirinde breakthrough tespit edilmemiştir. Numunelerde depolama süresince oluşabilecek kayıpları belirlemek amacıyla aynı noktadan aynı anda 2 örnek alınmış örneklerin yarısı ölçümünden hemen sonra diğer yarısı da derindondurucu da 15 gün depolandıktan sonra analiz edilmiştir. Bileşiklerdeki kayıplar önemsenmeyecek kadar az tespit edilmiştir. Partikül fazdaki PAH'lar için $\sim 0,004 \text{ m}^3 \text{ dak}^{-1}$ akış oranında 2 saat süresince $\sim 0,480 \text{ m}^3$, gaz fazdaki PAH'lar $\sim 0,0013 \text{ m}^3 \text{ dak}^{-1}$ akış oranında 2 saat süresince $\sim 0,156 \text{ m}^3$ hava örneği alınmıştır.

Örnekleme işleminden sonra bileşiklerin analize kadar desorbe olmaması için tüplerin her iki ucuda özel kapaklarla hemen kapatılmış özel plastik çanta içinde soğutucu kaplarla laboratuara getirilmiştir PAH'ların fotokimyasal olarak reaksiyon verdiği bilindiği için numuneler güneş ışığından ve ısıdan korunarak toplanmış ve depolanmıştır. Analize kadar her iki tüp ve filtreler derindondurucuda korunmuştur.

Ortamdaki UOB'ler NIOSH tarafından geliştirilen standart metot optimize edilerek düşük akışlı SKC 224-PCTX8KV hava örnekleyicisi ile sertifikalı SKC aktif karbon tüpü (coconut shell charcoal, 100 mg/50 mg) kullanılarak toplanmıştır (NIOSH, 1996). Gaz fazdaki UOB'ler için $\sim 0,00012 \text{ m}^3 \text{ dak}^{-1}$ akış oranında 2 saat süresince $0,0144 \text{ m}^3$ hava örneği alınmıştır.

Analizden önce numuneler ve blankler 2 mL'lik vialer alınmış ve 1 mL CS_2 (karbon disülfür) ile 2 saat süresince desorbe edilmiştir. Desorbsiyon işleminden önce metot kontrol karışık standardı (1,4-Diklorobenzen ve p-bromoflorobenzen) aktif karbon tüpüne spike yapılmıştır. Desorbsiyon işleminden sonra 15 dakika ultrasonik banyoda ekstrakte edilmiştir. Enjeksiyon kontrolstandardı olarak karışık halde 1-chlorooctadecane ve 1-chlorooctan 1mL'lik faza spike yapılmıştır. 1 mL'lik

solvent faz Chromafil O-45/25 şırınga filtreden geçirilerek 5973 seri MS dedektör ile donatılmış Agilent 6890 N gaz kromatografisine enjekte edilmiştir.

Ortamdaki PAH'lar NIOSH tarafından geliştirilen standart metot optimize edilerek (Metot 5515) düşük akışlı SKC 224-PCTX8KV hava örnekleyicisi ile sertifikalı SKC XAD-2 tüpü (XAD-2 reçine, 100 mg/50 mg) kullanılarak toplanmıştır. Partiküller 37 mm çapında cam elyaf lifli filtre (CEF) üzerinde tutulmuştur. Metot çalışmasında CEF ile teflon filtre (PTFE) ekstraksiyon basamağında karşılaştırılmıştır. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda araştırmacılar adsorbentleri inert ve çok düşük miktarda safsızlık içermeleri nedeniyle PTFE filtreler ile kullanmıştır (Poppi ve Santiago, 2005; Valdman ve Gutz, 2008). Beak ve diğ., (1991) cam lifli ve PTFE de tutulan partikül sonuçları arasında tutarsızlık belirlemiştir.

CEF'ler gevşekçe alüminyum folyoya sarılıp 450 °C'de fırında 4 saat bekletilerek muhtemel organik kalıntıların tamamen giderilmesi sağlanmış ve kullanılıncaya kadar desikatörde bekletilmiştir. Analitik verimi belirlemek üzere ekstraksiyon ve desorbsiyondan önce örnekler PAH verim (metot kontrol) standardı eklenmiştir. Surrogatlerden chry-d12, örneklemeye başlamadan önce spike yapılarak örneklem süresinceki değişimler belirlenmiştir. Diğer metot kontrol standardı anth-d10, ekstraksiyon ve desorbsiyondan önce spike yapılmıştır. Ekstraksiyondan sonra döner buharlaştırıcı vasıtası ile örnek hacmi 1 mL'ye indirilmiş ve temizleme basamağına tabi tutulmuştur. Temizleme aşamasında C₁₈ dolgulu katı faz ekstraksiyon kartuşu ve Chromafil O-45/25 şırınga filtre kullanılmıştır. En son aşamada enjeksiyon verimini kontrol etmek için enjeksiyon kontrol standardı ilave edilerek 5973 seri MS dedektör ile donatılmış Agilent 6890 N gaz kromatografisine enjekte edilmiştir.

MS sistemi kullanılmadan önce sistemin performansını kontrol etmek amacıyla perfluorotributylamine tune işlemi günlük olarak yapılmıştır. Numunelerin analizlerinden önce GC/MS sistemi 6 konsantrasyon seviyesi için kalibre edilmiş ve her on numunede bir orta konsantrasyon seviyesindeki standart enjekte edilerek kalibrasyon kontrol edilmiştir.

3.5.1 Gaz Kromatografi (GC) Çalışma Şartlarının Tespiti

3.5.1.1 PAH analizleri için optimum GC şartları

PAH bileşikleri için kalitatif ve kantitatif tayininin yapılabilmesi için, GC, LC, gibi kromatografik teknikler kullanılmaktadır. Gaz kromatografi de kullanılan ideal bir dedektör duyarlılık, iyi kararlılık ve tekrarlanabilirlik, oda sıcaklığında en az 400 °C'ye ulaşan bir sıcaklık aralığı, yüksek güvenilirlik ve kullanma kolaylığı ve numuneyi bozmama özelliklerine sahip olmalıdır. Alev iyonlaştırmalı dedektör (FID) gaz kromatografide en yaygın biçimde kullanılan ve en genel uygulama alanı olan bir dedektördür. Kütle spektrometresi (MS) bugün araştırma metotları arasında en çok kullanılanlardan birisidir. Bu metot numuneyi gaz halinde yüklü ve hareketli bileşenlerine dönüştürerek, bunları kütle/yük oranlarına göre ayırmakta ve ayırmadan yararlanarak da numuneyi teşhis ve tayin etmektedir. Kütle/yük oranı genel olarak m/z şeklinde gösterilir ve burada m yüklü bir taneciğin kütlesi, z ise yüküdür. Bir numunede m/z oranları birbirinden farklı bir çok tanecik meydana gelebilir. Cihazın m/z değerleri aynı olan tanecikler için çizdiği piklere kütle pikleri denir. Kütle spektrometresi (MS), FID dedektöre göre yüksek güvenilirlik özelliğine sahip olduğu için PAH bileşikleri için optimum şartların tespit edilmesinde kütle spektrometresi (MS) kullanılmış, optimum şartlar tespit edildikten sonra en genel uygulama alanına sahip olan FID dedektör içinde optimizasyon çalışmaları yapılmıştır.

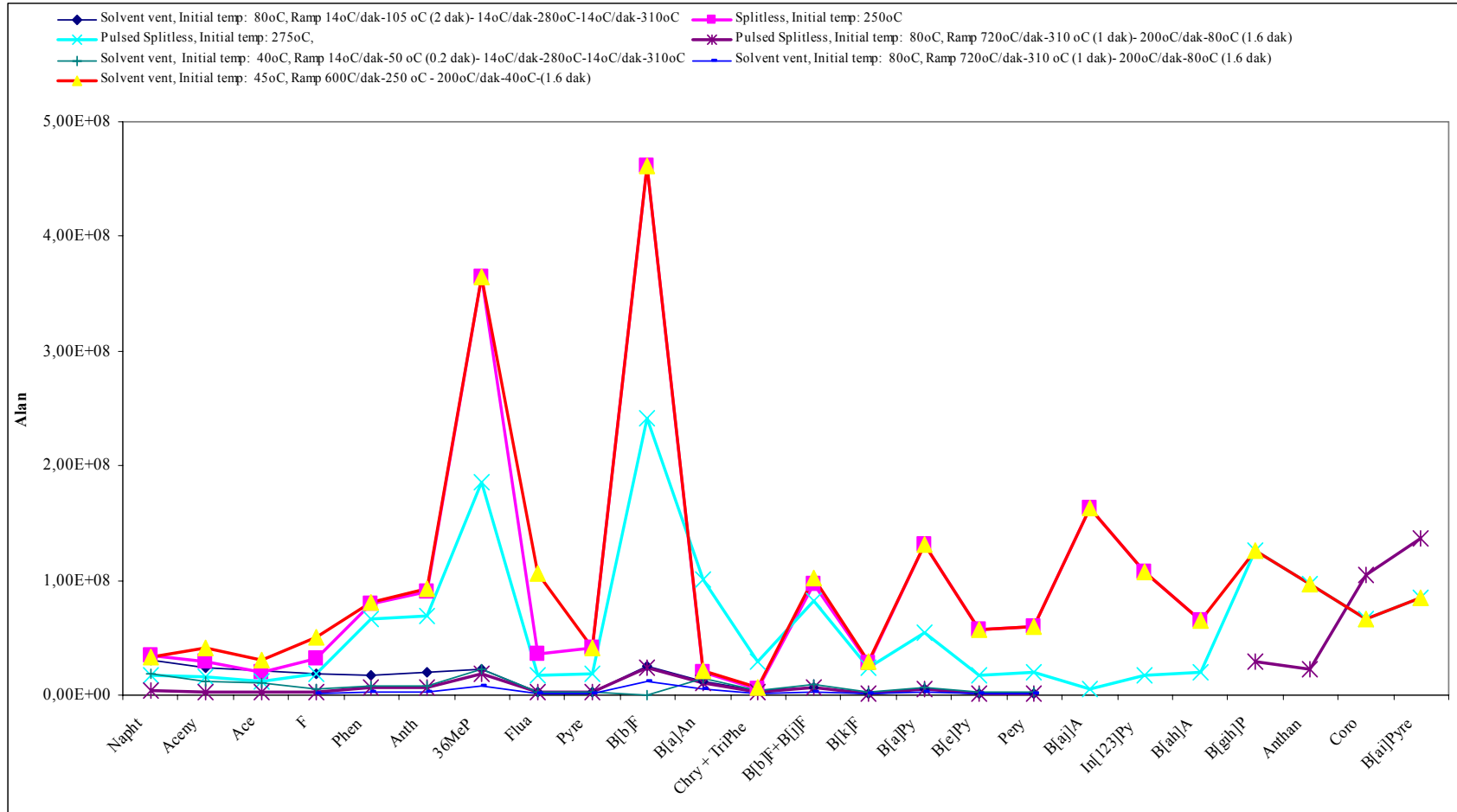
GC/MS çalışmaları MS SIM (Selected Ion Monitoring) modunda gerçekleştirilmiştir. SIM modu için tanımlanan m/z değerleri karışık standartların optimum GC/MS şartlarında SCAN modunda enjeksiyonu sonucu elde edilen kolondan çıkış süreleri ve database (NIST kütüphanesi) verilerinden faydalanılarak belirlenmiştir. PAH bileşikleri için GC/MS cihazında öncelikle aynı fırın programında farklı akış hızları ve splitless, pulsed splitless, solvent vent modunda enjeksiyonlar yapılmış, piklerin kapladığı alanlar açısından karşılaştırılmış ve en iyi sonucun solvent vent modunda ve rampalı basınç programıyla elde edildiğine karar verilmiştir. Bu çalışma da uygulanan metotlar enjeksiyonda karşılaşılabilecek hataları önlemek için 5 kez tekrarlanmıştır. Tüm metotlar için relatif standart sapma değerleri <10 olarak tespit edilmiştir. Numunelerin analizinde ppb seviyesinde dedeksiyon limitleri elde etmek için en yüksek pik alanı veren inlet modu ve fırın programı belirlenmek zorundadır. Şekil 3.5.1'de sabit fırın ve kolon programında

farklı inlet modlarında elde edilen alanların karşılaştırması verilmiştir. Şekil 3.5.1’de görüldüğü gibi en yüksek pik alanı veren inlet modu solvent vent modu olarak belirlenmiştir.

Kalibrasyon tekniği olarak PAH bileşikleri için 0,001; 0,01; 0,1; 0,2; 0,4; 1,0 ng μL^{-1} konsantrasyonlarında hekzan içinde hazırlanan standart çözeltiler kullanılarak çoklu nokta kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır. FID dedektör için bu konsantrasyon değerleri düşük gelmiş bunun için farklı konsantrasyon aralığı kullanılmıştır (0,01; 0,05; 0,1; 0,3; 0,5; 1 ng μL^{-1}). Hedef bileşiklerin gaz kromatografisi ile analizleri için 1 ng μL^{-1} konsantrasyonunda 26-PAH, 5 ng μL^{-1} konsantrasyonunda chrysene-d12, antharece-d10 ve phenanthene-d10 standartları, kullanılarak GC/FID ve GC/MS sistemlerinin optimum çalışma şartları (kolon, sıcaklık programı ve taşıyıcı gaz akış hızı, vb.) belirlenmiştir. Bütün hedef bileşikler ve metot kontrol standartları için MS dedektöründe tekrarlanabilirlik değerleri % RSD değerinin 30’a eşit veya bu değerden daha küçük olması ile sağlanabilmektedir. 0,1 ng μL^{-1} konsantrasyonundaki standart çözeltilerin 5 enjeksiyonu sonucunda elde edilen MS cevaplarının % RSD değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 3.5.1’de PAH bileşikleri için tespit edilen optimum GC/MS şartları, Tablo 3.5.2’de optimum GC/MS şartlarında PAH bileşikleri için HP-5 MS kolonundan çıkış süreleri ve m/z değerleri ve Şekil 3.5.2’de optimum şartlarda elde edilen kromatogram verilmiştir.

PAH bileşikleri için GC/FID’de tespit edilen optimum şartlar Tablo 3.5.3’de, Tablo 3.5.4’de optimum GC-FID şartlarında PAH bileşikleri için DB-5 kolonundan çıkış süreleri ve Şekil 3.5.3’de optimum şartlarda elde edilen kromatogram verilmiştir.



Şekil 3.5.1. Optimizasyon çalışmalarında her bir bileşik için elde edilen alan değerleri

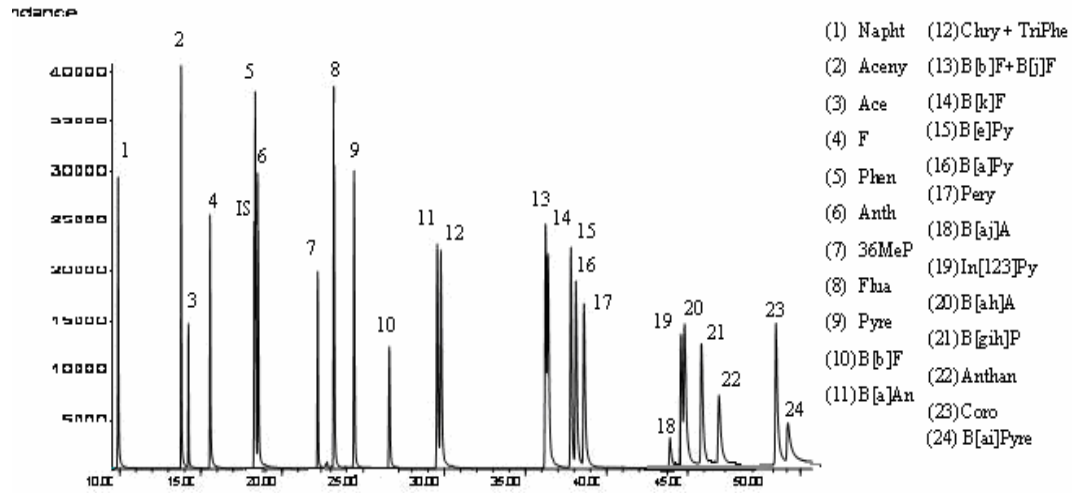
EK-3’de elde edilen iyi sonuçlar modifiye edilerek bu kez fırın programı da değiştirilerek optimize metot belirlenmiştir.

Tablo 3.5.1 PAH bileşikleri için tespit edilen optimum GC/MS şartları

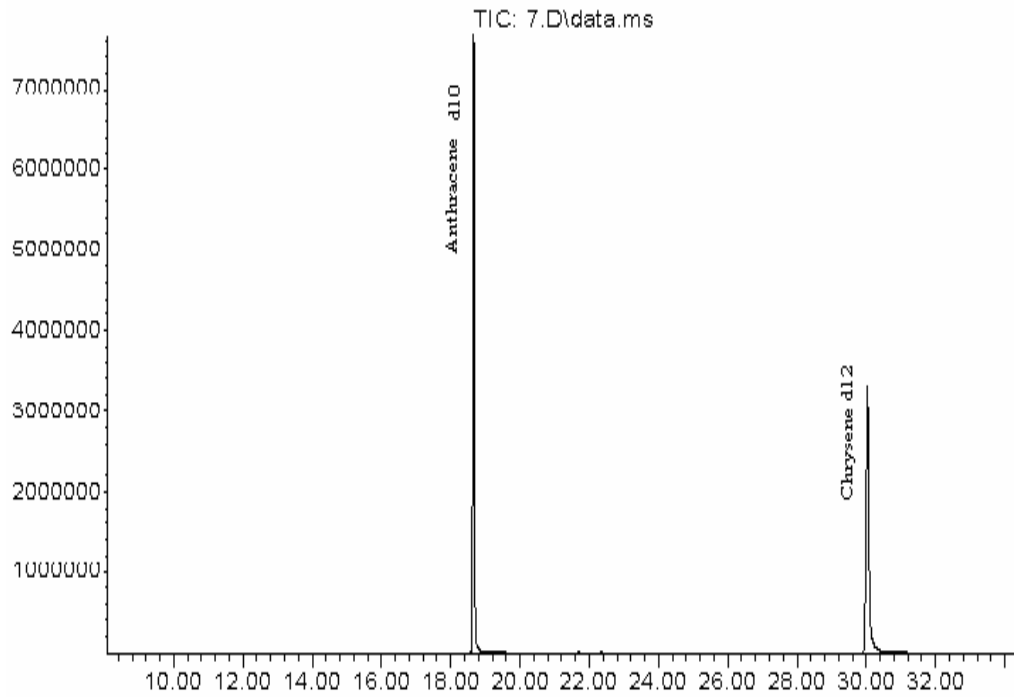
GC	Agilent Technologies 6890 N			
Enjektör	HP PTV			
Yöntem	Solvent vent			
PTV				
İlk Sıcaklık	50 (°C)			
Zaman	1,2 dakika			
PTV rampa	°C min ⁻¹	°C		Bekleme (dakika)
Rampa 1	700	350		1
Basınç	10 psi			
Vent zamanı	0 dak			
Vent akış	300 mL dak ⁻¹			
Vent basınç	0 psi			
Purge akış	25.9 mL dak ⁻¹			
Purge zamanı	0,5 dak			
Toplam akış	30 mL dak ⁻¹			
Gaz koruma	Açık			
Koruma akışı	20 mL dak ⁻¹			
Gaz	Helyum			
Fırın				
İlk sıcaklık	50 (°C)			
Zaman	5 dakika			
Fırın rampa	°C dakika ⁻¹	°C		Bekleme (dakika)
Rampa 1	10	180		3
Rampa 2	6	230		5
Rampa 3	3	310		
Toplam süre	58 dakika			
Kolon	Agilent Technologies HP-5MS %5 phenyl methyl siloxane, part number 19091S-433			
Uzunluk	30 m			
İç Çap	250 µm			
Film kalınlığı	0,25 µm			
Yöntem	Rampalı Basınç			
İlk basınç	10 psi			
	psi dakika ⁻¹	psi		Bekleme (dakika)
Rampa 1	0,2	18		0
Enjektör	Ön			
Çıkış	MSD			
Çıkış Basıncı	Vakum			
MSD	Agilent Technologies 5973 inert			
Solvent gecikmesi	8 dakika			
EM voltaj	1752 V			
Düşük kütle	50 amu			
Yüksek kütle	550 amu			
Başlangıç	0			
Örnek alma	2			
Çalışılan yöntem	SIM			

Tablo 3.5.2 Optimum GC/MS şartlarında PAH bileşikleri için HP-5 MS kolonundan çıkış süreleri ve m/z değerleri

No	Bileşik	Kısaltma	Kolondan çıkış süresi, (dakika)	Ion(m/z değeri)
1	Naphthalene	Napht	13,16	128, 129, 127
2	Acenaphthylene	Aceny	16,43	152, 153, 151
3	Acenaphthene	Ace	17,13	153,152,151
4	Fluorene	F	18,89	166, 165, 167
5	Phenanthrene	Phen	21,58	178, 176, 179
6	Anthracene	Anth	21,72	178, 179, 176
7	3, 6 Dimethylphenanthrene	36MeP	24,73	206,191,189
8	Fluoranthene	Flua	25,54	202, 203, 200
9	Pyrene	Pyre	26,30	202, 203, 200
10	Benzo[b]fluorene	B[b]F	28,04	216,215,213
11	Benzo[a]anthracene	B[a]An	32,27	228, 226, 229
12	Chrysene/Triphenylene	Chry + TriPhe	32,48	228, 226, 229
13	Benzo[b]fluoranthene/ Benzo[j]fluoranthene	B[b]Flua+B[j]Flua	38,85	252, 253, 250
14	Benzo[k]fluoranthene	B[k]F	38,98	252, 253, 250
15	Benzo[e]pyrene	B[e]Py	40,39	252, 253, 250
16	Benzo[a]pyrene	B[a]Py	40,68	252, 253, 250
17	Perylene	Pery	41,19	252, 253, 250
18	Dibenzo[a,j]anthracene	B[aj]A	46,66	278, 279, 276
19	Indeno[1,2,3-c,d]pyrene	In[123]Py	47,04	276, 277, 274
20	Dibenzo[a,h]anthracene	B[ah]A	47,34	278, 279, 276
21	Benzo[g,h,i]perylene	B[gh]P	48,29	276, 277, 274
22	Anthanthrene	Anthan	48,97	276, 277, 274
23	Coronene	Coro	55,70	300,301, 302
24	Dibenzo [ai] pyrene	B[ai]Pyre	56,50	302,300, 303
SS 1	Phenanthrene d10 (Metot kontrol standardı)	Phen d10	19,12	188, 187, 189
SS 2	Chrysene d12 (Metot kontrol standardı)	Chry d12	31,10	240, 236, 239



Şekil 3.5.2-a Optimum GC/Mass şartlarında B[a,j]A, Anthan, Coro ve B[ai]Pyre $2000 \mu\text{g L}^{-1}$, diğer PAH bileşikleri $1000 \mu\text{g L}^{-1}$ (enjeksiyon kontrol standardı Phen $d_{10} 500 \mu\text{g L}^{-1}$)



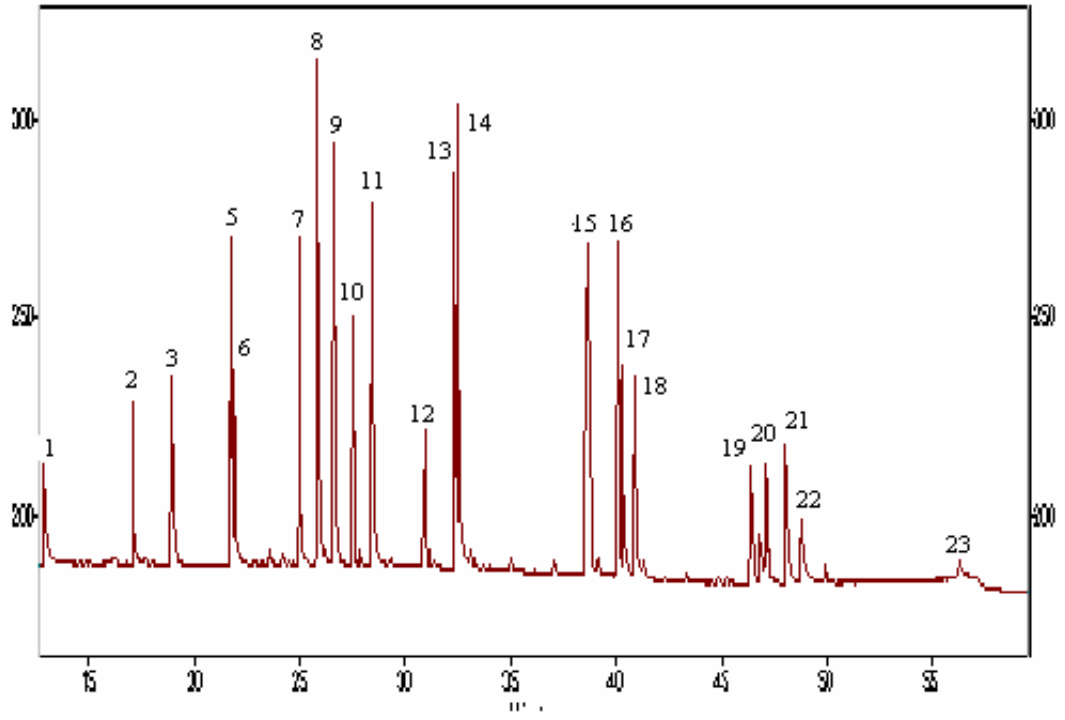
Şekil 3.5.2-b Optimum GC/Mass şartlarında $10\,000 \mu\text{g L}^{-1}$ PAH metot kontrol bileşikleri standart kromatogramı (GC/MS)

Tablo 3.5.3 PAH bileşikleri için tespit edilen optimum GC/FID şartları

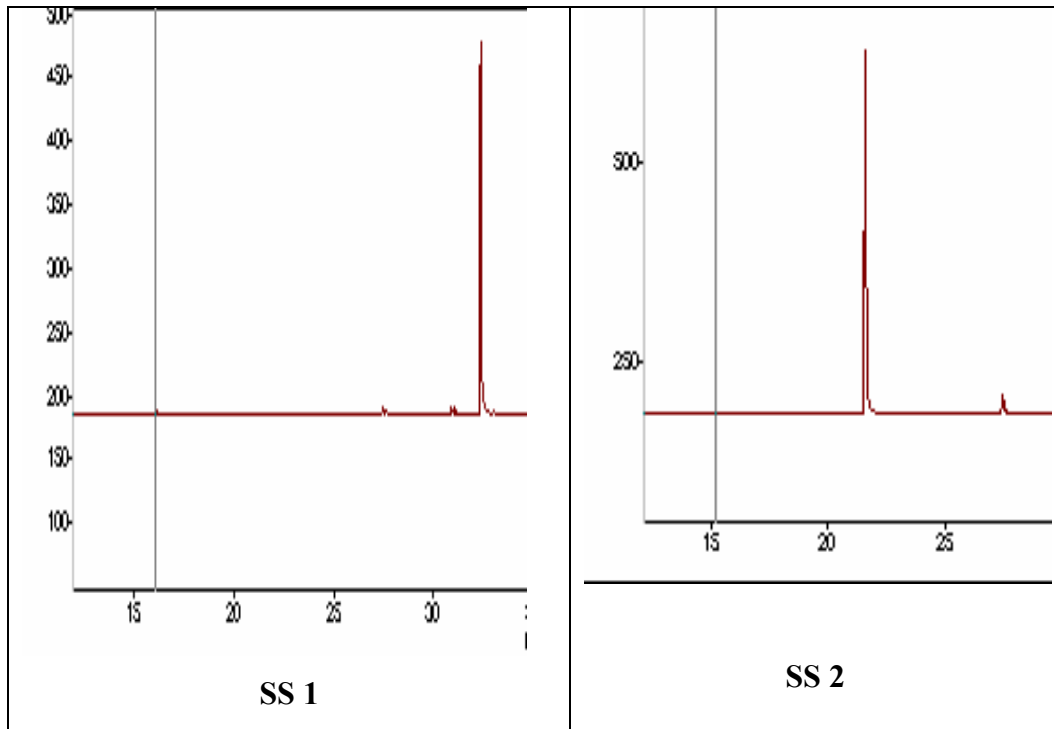
GC	Shimadzu GC 17 A		
Enjektör	310 °C		
Sıcaklık	Splitless		
Yöntem	Azot,,		
Hareketli faz	1 µL (10 µL Sigma)		
Enjeksiyon hacmi			
Fırın			
İlk sıcaklık	50 (°C)		
İlk zaman	5 dakika		
Fırın rampa	°C/dakika	°C	Bekleme (dakika)
Rampa 1	10	180	0
Rampa 2	6	230	3
Rampa 3	3	310	5
Toplam süre	58 dak		
Kolon	DB-5		
Uzunluk	30 m		
İç çap	0,250 mm		
Film kalınlığı	0,25 µm		
Kolon Basınç Programı	1,2 ml/dak		
Kolon akış	40 ml/ dak		
Toplam akış	125 kpa		
Basınç			
Rampa	89 kpa		
İlk basınç			
	kpa dakika ⁻¹	kpa	Bekleme (dakika)
Rampa 1	2	115	5
Rampa 2	1,1	124	0

Tablo 3.5.4 Optimum GC-FID şartlarında PAH bileşikleri için DB-5 kolonundan çıkış süreleri

No	Bileşik	Kısaltma	Kolondan çıkış süresi (dakika)
1	Naphthalene	Napht	13,10
2	Acenaphthylene	Aceny	17,24
4	Fluorene	F	18,95
5	Phenanthrene	Phen	21,75
6	Anthracene	Anth	21,91
7	3, 6 Dimethylphenanthrene	36MeP	25,06
8	Fluoranthene	Flua	25,90
9	Pyrene	Pyre	26,70
10	Benzo[b]fluorene	B[b]F	27,53
11	Benzo[a]anthracene	B[a]An	32,39
12	Chrysene/Triphenylene	Chry + TriPhe	32,58
13	Benzo[b]fluoranthene/ Benzo[j]fluoranthene	B[b]F+B[j]F	38,67
14	Benzo[k]fluoranthene	B[k]F	-
15	Benzo[e]pyrene	B[e]Py	40,17
16	Benzo[a]pyrene	B[a]Py	40,41
17	Perylene	Pery	40,90
18	Dibenzo[a,j]anthracene	B[aj]A	46,50
19	Indeno[1,2,3-c,d]pyrene	In[123]Py	47,18
20	Dibenzo[a,h]anthracene	B[ah]A	-
21	Benzo[g,h,i]perylene	B[gh]P	48,29
22	Anthanthrene	Anthn	48,90
23	Coronene	Coro	56,33
24	Dibenzo [ai] pyrene	B[ai]Pyre	-
SS 1	Phenanthrene d10 (Metot kontrol standardı)	Phen d10	21,68
SS 2	Chrysene d12 (Metot kontrol standardı)	Chry d12	32,45



Şekil 3.5.3-a Optimum GC-FID şartlarında PAH bileşikleri için standart kromatogramı ($1000 \mu\text{g L}^{-1}$)

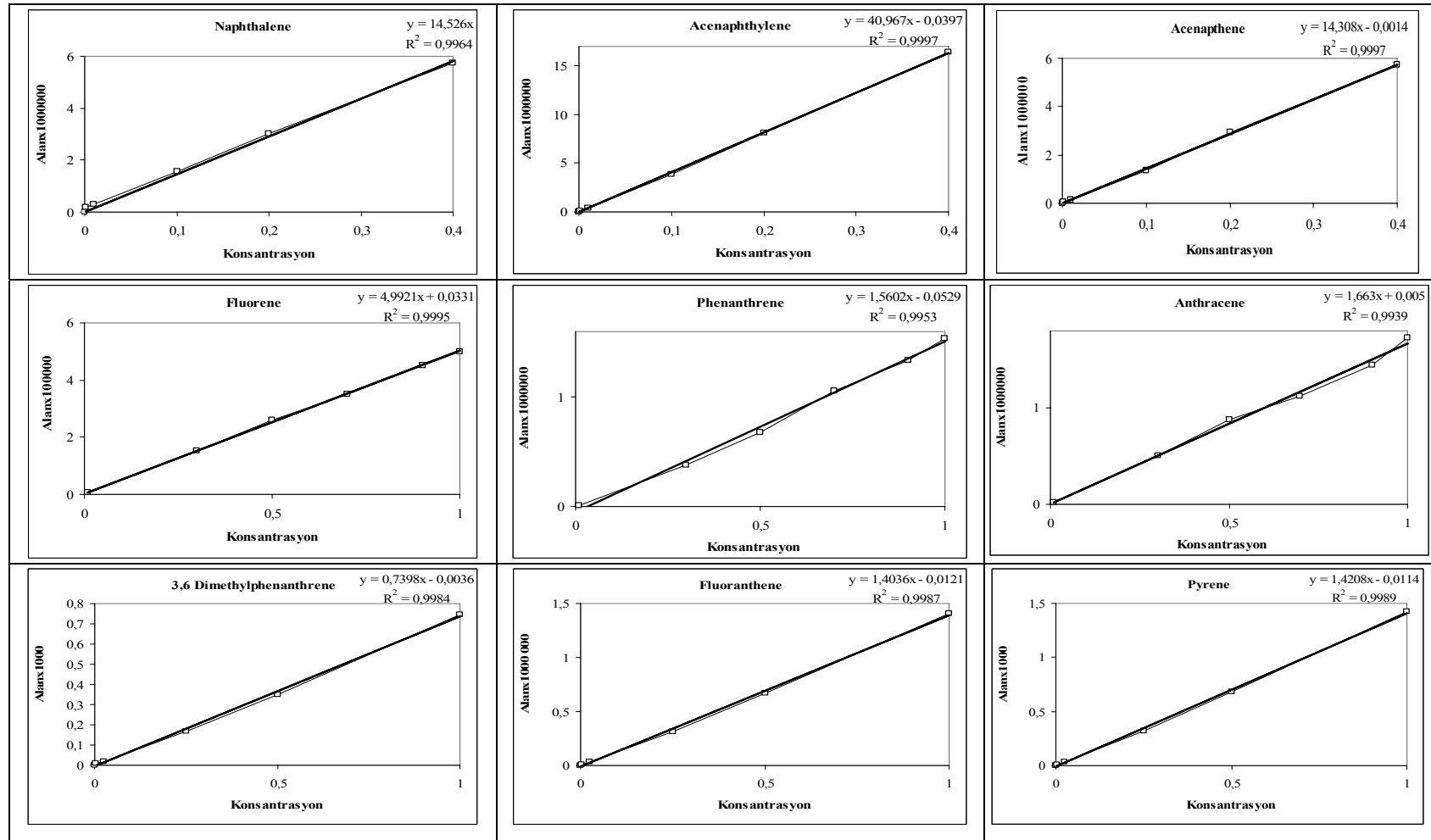


Şekil 3.5.3-b Optimum GC-FID şartlarında SS 1 (Phen d_{10}) ve SS 2 (Chry d_{12}) için standart kromatogram ($10\,000 \mu\text{g L}^{-1}$)

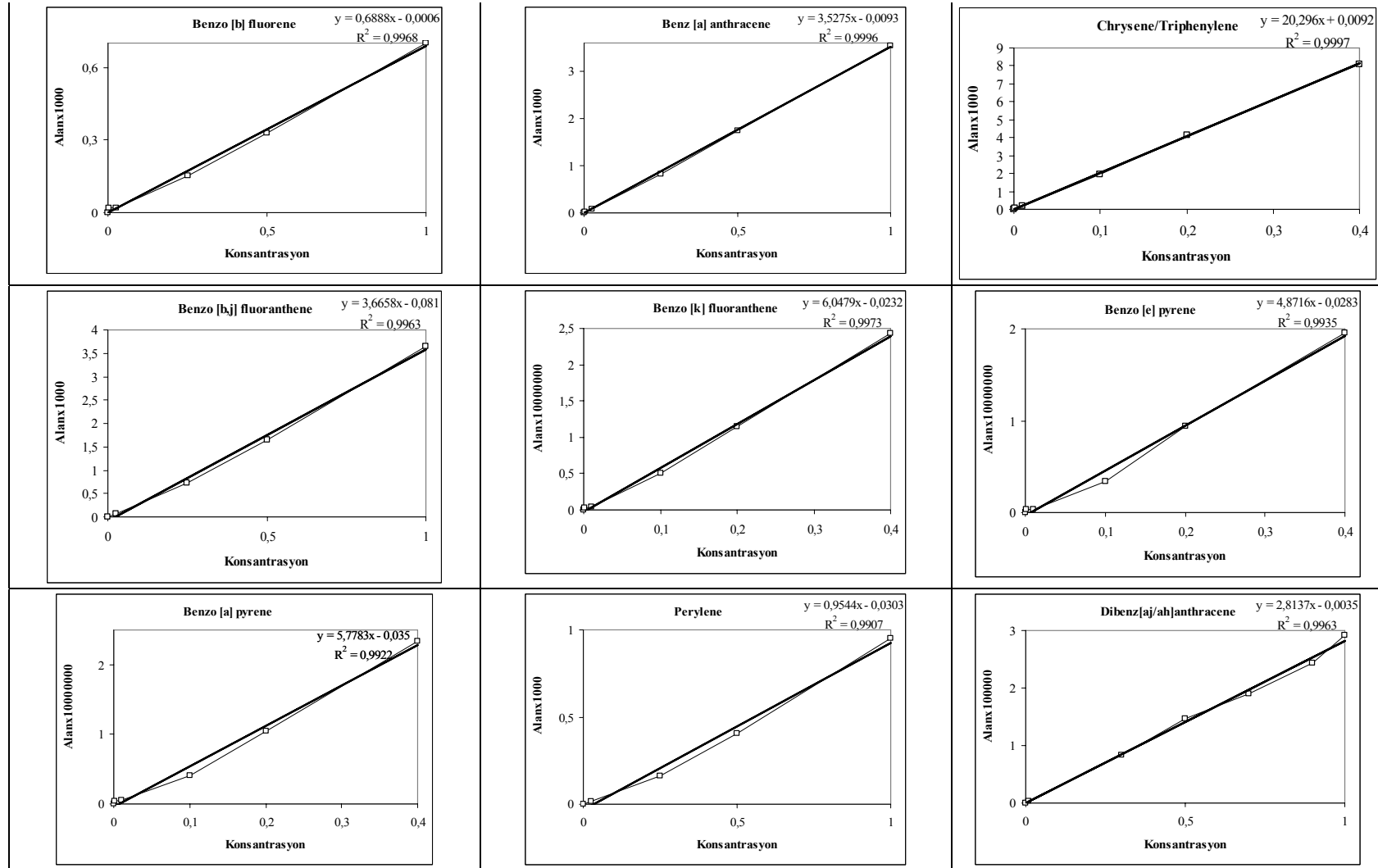
Tablo 3.5.5’de PAH bileşikleri için GC/MS ve GC-FID sistemleri ile elde edilen LOD, LOQ, lineer aralık, lineerlik, tekrarlanabilirlik analitik parametre değerleri görülmektedir. Şekil 3.5.4’de PAH bileşiklerinin farklı konsantrasyonlarına karşı GC/MS ve GC-FID sistemlerinin doğrusal cevap aralığı verilmiştir. PAH bileşiklerinin GC/MS sistemi için LOD ve LOQ değerleri $0,1 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonundaki standart çözeltinin optimum GC/MS şartlarındaki enjeksiyonu sonucunda elde edilen her bileşiğe ait S/N oranı değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Tablodaki değerler IDL (Cihaz dedeksiyon limiti)’dir. Partikül fazdaki ve gaz fazdaki PAH bileşiklerini ortamdan toplamak için örneklenen hava miktarları farklı olduğu için sadece IDL verilmiştir. Tablodaki değerlerden de görüldüğü gibi her bir bileşiğe ait LOD değerleri $0,20\text{-}16,65 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ aralığında değişirken, LOQ değerleri $0,68\text{-}73,09 \text{ } \mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$ arasında değişmektedir. Kalibrasyon tekniği olarak $0,001; 0,01; 0,1; 0,2; 0,4; 1,0 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonlarında hazırlanan standart çözeltiler kullanılarak çoklu nokta kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır. Bileşiklere ait lineer aralık konsantrasyonlarında elde edilen regrasyon katsayısı değerleri Tablo 3.5.5’de görüldüğü gibi $0,97\text{-}1,00$ aralığında değişmektedir. Hedef bileşiklerinin MS dedektöründe tekrarlanabilirlik değerleri $0,01 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonundaki standart çözeltinin 5 enjeksiyonu sonucunda elde edilen MS cevaplarının %RSD değerleri alınarak hesaplanmıştır. Tablo 3.5.5’de görüldüğü gibi bu değerler $\%2,08\text{-}9,62$ aralığında değişmektedir. FID dedektör için ise dedeksiyon limiti $0,07\text{-}0,51 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ aralığında, kantifikasyon limiti ise $0,256\text{-}1,7 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ aralığında tespit edilmiştir. Hedef bileşiklerinin FID dedektöründe tekrarlanabilirlik değerleri $0,5 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonundaki standart çözeltinin 5 enjeksiyonu sonucunda elde edilen FID cevaplarının % RSD değerleri alınarak hesaplanmıştır. Tablo 4.2.9’da görüldüğü gibi bu değerler $\% 0,94\text{-}10,00$ aralığında değişmektedir. PAH bileşikleri için metodun kabul edilebilirliği bu değerlerin $\%30$ ’den küçük olmasıyla sağlanabilir (US EPA, 1999). Elde edilen sonuçlar analizlerin kesinliğinin kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Madoulet ve diğ. (2000) yapmış oldukları çalışmada 14-PAH bileşiği için GC/MS sisteminde lineer aralık $0,1\text{-}1 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ iken GC-FID sisteminde $2\text{-}40 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ olarak tespit etmişleridir. Tüm bileşikler için doğrusal cevap aralığında R^2 değerleri $0,99$ ’un üzerinde bulunmuştur. Literatürdeki sonuçlara göre bu çalışma da elde edilen sonuçların oldukça hassas olduğu

görülmektedir. **Tablo 3.5.5** PAH bileşikleri için GC-MS ve GC-FID sistemleri ile elde edilen LOD, LOQ, lineer aralık, lineerlik, tekrarlanabilirlik değerleri LOD (Dedeksiyon limiti), LOQ (Kantifikasyon limiti), RSD (relatif standart sapma), PSN (Doğruluk (%))

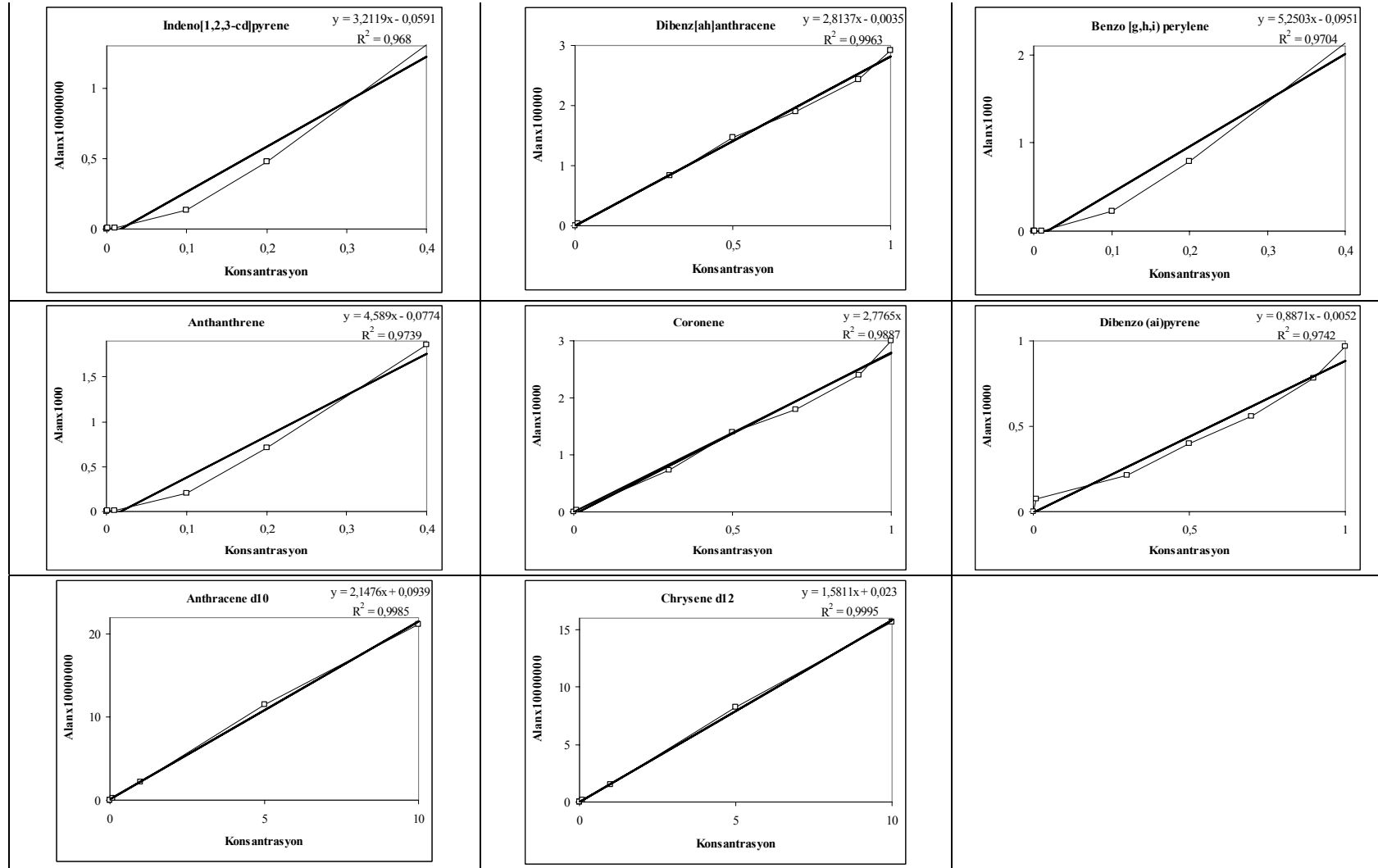
Bileşikler	GC-MS						GC-FID				
	LOD	LOQ	Lineer Aralık	R ²	RSD	PSN	LOD	LOQ	Lineer Aralık	R ²	RSD
	$\mu\text{g L}^{-1}$		$\text{ng } \mu\text{L}^{-1}$				$\text{ng } \mu\text{L}^{-1}$		$\text{ng } \mu\text{L}^{-1}$		
Naphthalene	16,659	55,531	0,001-	0,996	4,372	100	0,51	1,70	0,05-1	0,999	5,289
Acenaphthylene	0,602	2,008	0,001-	0,999	5,117	97	-	-	-	-	-
Acenaphthene	2,632	8,774	0,001-	0,999	2,566	94	0,169	0,561	0,1-1	0,991	3,120
Fluorene	10,553	35,178	0,001-	0,999	4,008	100	0,057	0,189	0,1-1	0,996	1,153
Phenanthrene	14,457	48,190	0,001-	0,995	5,439	100	0,042	0,139	0,3-1	0,999	1,066
Anthracene	18,965	63,215	0,001-	0,993	7,504	100	0,075	0,248	0,3-1	0,998	1,776
3, 6 Fluoranthene	1,493	4,978	0,001-	0,998	4,779	100	0,085	0,283	0,05-1	0,999	2,100
Pyrene	0,206	0,687	0,001-	0,998	5,065	100	0,034	0,114	0,05-1	0,995	0,947
Benzo[b]fluorene	2,366	7,888	0,001-	0,998	5,409	100	0,111	0,369	0,05-1	0,992	2,670
Benzo[a]anthracene	2,555	8,516	0,001-	0,996	3,563	100	0,167	0,556	0,05-1	0,999	1,075
Chrysene/Triphenylene	21,928	73,094	0,001-	0,999	2,558	100	0,077	0,256	0,05-1	0,997	2,702
Benzo[b]fluoranthene/ Benzo[j]fluoranthene	17,085	56,951	0,001-	0,999	5,059	100	0,063	0,209	0,05-1	0,999	1,890
Benzo[k]fluoranthene	11,521	38,404	0,010-1	0,996	3,153	100	0,077	0,256	0,05-1	0,999	2,057
Benzo[e]pyrene	9,677	32,257	0,010-	0,997	2,874	100	-	-	-	-	-
Benzo[a]pyrene	7,673	25,577	0,010-	0,993	2,022	100	0,082	0,273	0,1-1	0,998	2,668
Perylene	6,659	22,196	0,010-	0,991	2,635	100	0,104	0,346	0,1-1	0,993	3,465
Dibenzo[a,j]anthracene	15,175	50,582	0,010-	0,990	2,867	100	0,060	0,199	0,1-1	0,993	2,236
Indeno[1,2,3-c,d]pyrene	0,705	2,350	0,010-	0,996	5,246	100	0,271	0,903	0,3-1	0,999	9,149
Dibenzo[a,h]anthracene	16,518	1,101	0,010-1	0,968	4,189	100	0,104	0,347	0,3-1	1,000	10,003
Benzo[g,h,i]perylene	11,323	37,743	0,010-	0,996	3,095	100	-	-	-	-	-
Anthanthrene	16,086	53,619	0,010-	0,970	5,610	100	0,117	0,389	0,3-1	0,999	4,225
Coronene	6,259	20,864	0,01-1	0,973	2,482	100	0,123	0,410	0,3-1	0,999	5,929
Dibenzo [ai] pyrene	4,971	16,569	0,01-1	0,988	9,621	100	0,175	0,583	1	0,999	9,379
Phenentren d10	7,008	23,359	0,01-1	0,974	8,393	100	-	-	-	-	-
S1 Anthracene d10	3,591	20,769	-	-	2,08	100	-	-	-	-	-
S2 Chrysene d12	0,623	11,969	0,001-	0,998	3,05	100	-	-	-	-	-
	7,606	25,355	0,001-	0,999	2,72	100	-	-	-	-	-



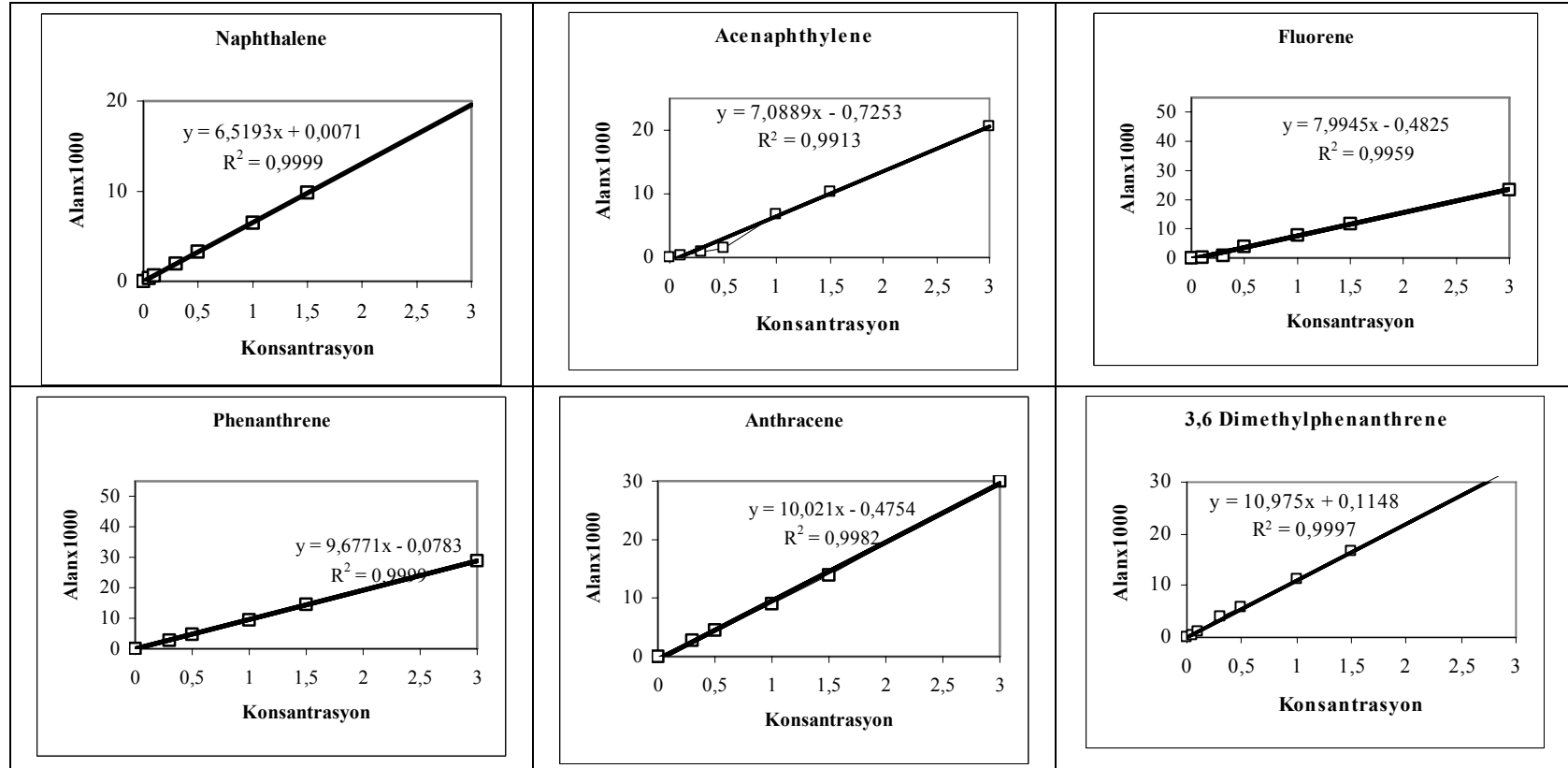
Şekil 3.5.4 -a GC/MS sisteminin farklı PAH konsantrasyonlarına karşı doğrusal cevap aralığı



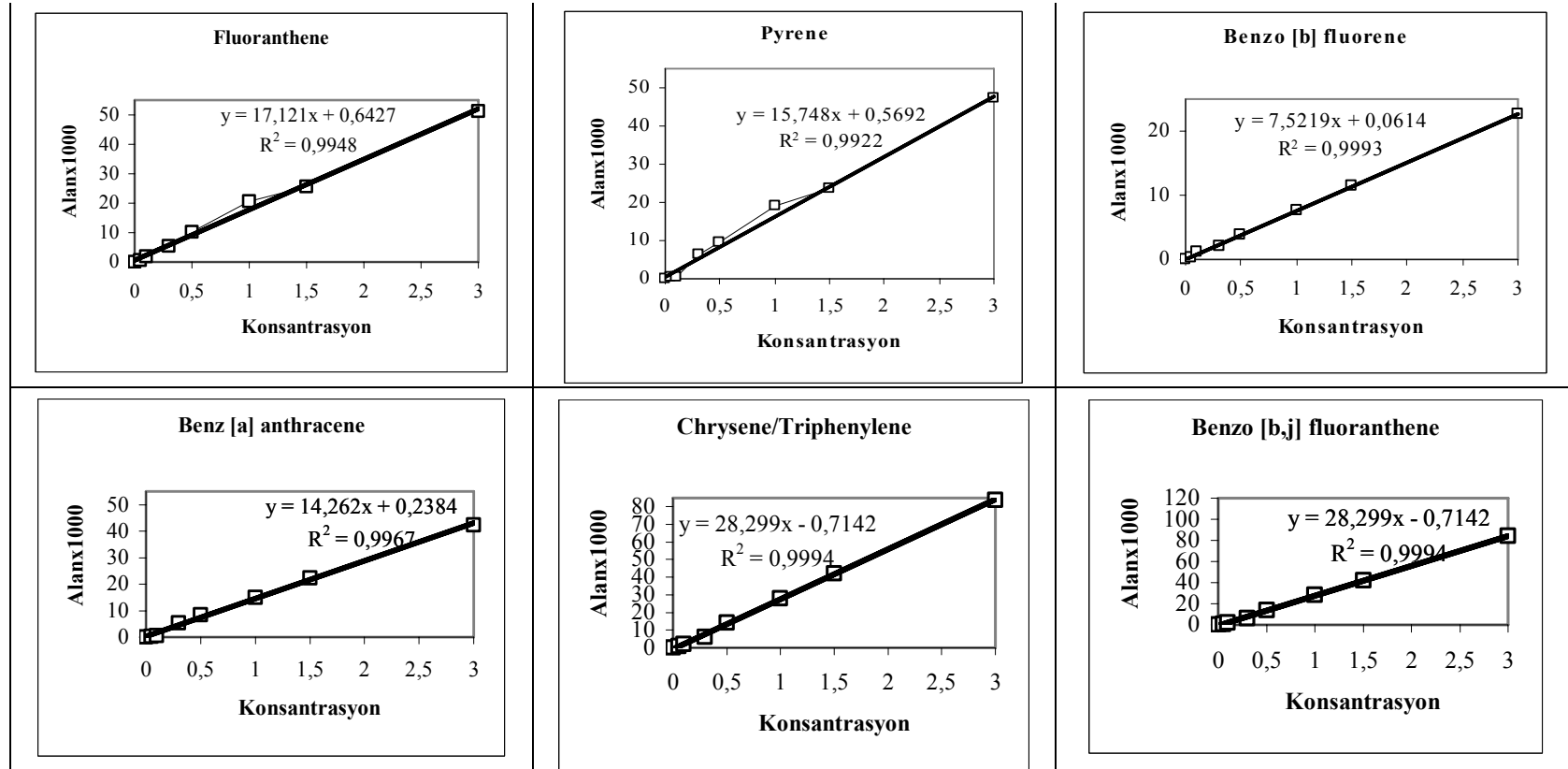
Şekil 3.5.4 -a GC/MS sisteminin farklı PAH konsantrasyonlarına karşı doğrusal cevap aralığı (devamı)



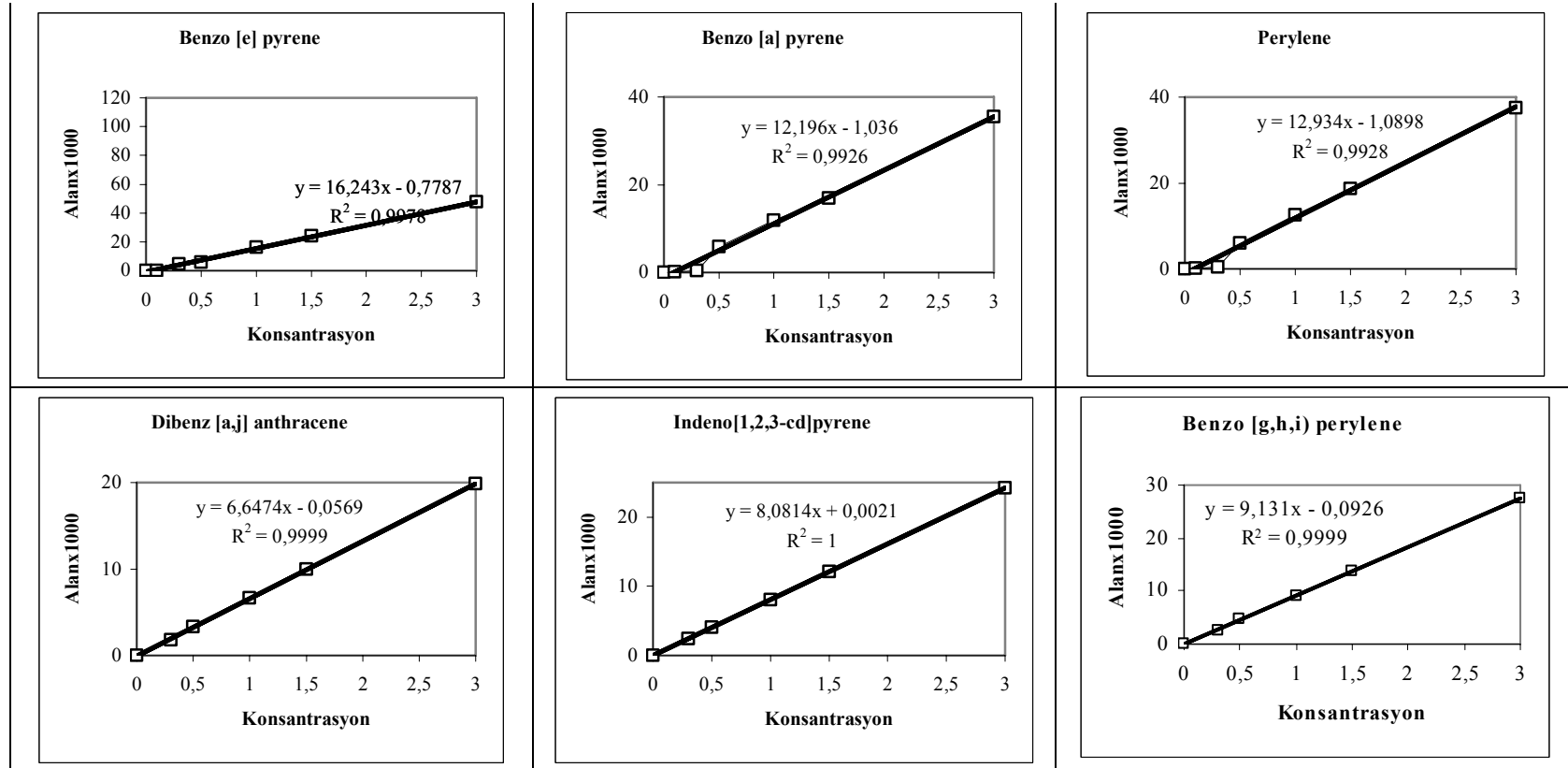
Şekil 3.5.4 -a GC/MS sisteminin farklı PAH konsantrasyonlarına karşı doğrusal cevap aralığı (devamı)



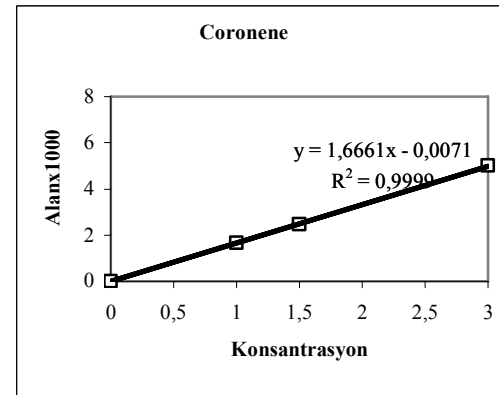
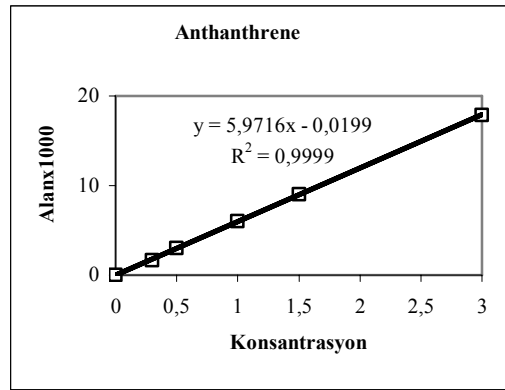
Şekil 3.5.4-b GC-FID sisteminin farklı PAH konsantrasyonlarına karşı doğrusal cevap aralığı



Şekil 3.5.4-b GC-FID sisteminin farklı PAH konsantrasyonlarına karşı doğrusal cevap aralığı (devamı)



Şekil 3.5.4-b GC-FID sisteminin farklı PAH konsantrasyonlarına karşı doğrusal cevap aralığı (devamı)



Şekil 3.5.4-b GC-FID sisteminin farklı PAH konsantrasyonlarına karşı doğrusal cevap aralığı (devamı)

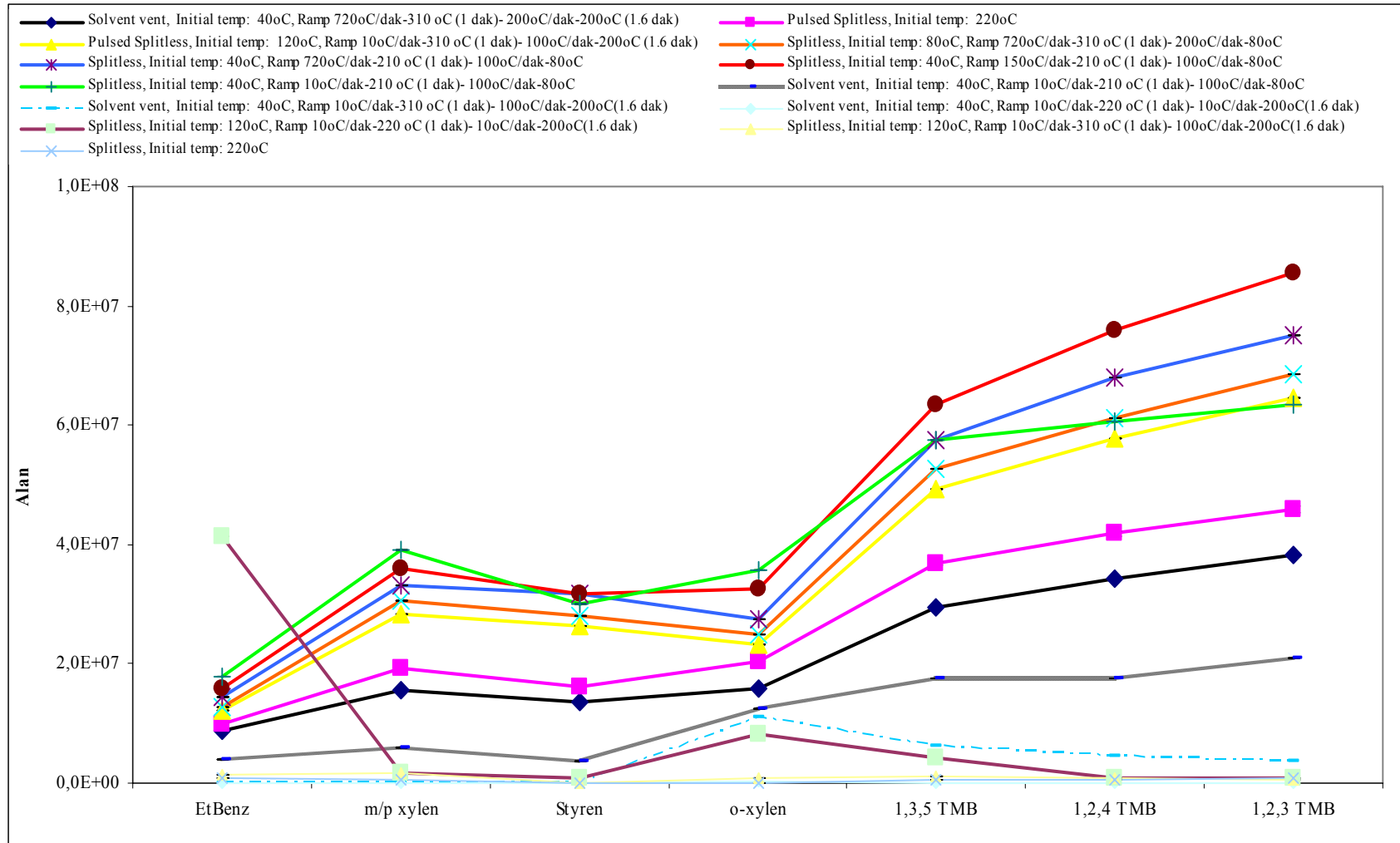
3.5.1.2 UOB Analizleri için Optimum GC Şartlar

GC/MS çalışmaları MS SIM (Selected Ion Monitoring) modunda gerçekleştirilmiştir. SIM modu için tanımlanan m/z değerleri karışık standartların optimum GC/MS şartlarında SCAN modunda enjeksiyonu sonucu elde edilen kolondan çıkış süreleri ve bilgisayar database (NIST kütüphanesi) verilerinden faydalanılarak belirlenmiştir. UOB bileşikleri için GC/MS cihazında öncelikle aynı fırın programında farklı akış hızları ve splitless, pulsed splitless, solvent vent modunda enjeksiyonlar piklerin kapladığı alanlar açısından karşılaştırılmış ve en iyi sonucun splitless mod mod ve sabit basınç programıyla elde edildiğine karar verilmiştir. Bu çalışmada uygulanan metotlar enjeksiyonda karşılaşılabilecek hataları önlemek için 5 kez tekrarlanmıştır. Denenen metotların tamamında relatif standart sapma değerleri < 10 olarak elde edilmiştir. EK 3’de çalışma sonucunda elde edilen kromatogramlar verilmiştir. Ek-3’de elde edilen iyi sonuçlar modifiye edilerek bu kez fırın programı da değiştirilerek optimize metot belirlenmiştir. Şekil 3.5.5’de farklı programlarda elde edilen alanların karşılaştırması standart sapma değerleri ile verilmiştir.

Hedef bileşiklerin gaz kromatografisi ile analizleri için $1 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonunda 8-UOB, $5 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonunda metot kontrol standart karışımı (1,4-Diklorobenzen ve p-bromoflorobenzen) kullanılarak GC/MS sisteminin optimum çalışma şartları (kolon, sıcaklık programı ve taşıyıcı gaz akış hızı, vb.) belirlenmiştir. Kalibrasyon tekniği olarak UOB bileşikleri için 0,001; 0,01; 0,1; 1; 5; $10 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonlarında CS_2 (karbon disülfür) içinde hazırlanan standart çözeltiler kullanılarak çoklu nokta kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır. Cihaz dedeksiyon limiti (IDL), kantifikasyon limiti (LOQ), lineer aralık, % relatif standart sapma değerleri ve PSN (% doğruluk değerleri) belirlenmiştir.

Tablo 3.5.6’da UOB bileşikleri için tespit edilen optimum GC/MS şartları, Tablo 3.5.7’de optimum GC/MS şartlarında UOB’leri için HP-5 MS kolonundan çıkış süreleri ve m/z değerleri ve Şekil 3.5.6’de optimum şartlarda elde edilen kromatogram verilmiştir. Optimizasyon çalışmaları GC-FID sistemi ile de yapılmıştır. GC-FID sisteminde DB-624 kolon ve DB-5 kolon için çalışmalar

yapılmıştır. DB-624 kolonda UOB bileşiklerinin daha iyi ayrıldığı belirlenmiştir. 2 kolon için elde edilen kromatogramların kıyası Şekil 3.5.7’de verilmiştir.



Şekil 3.5.5. Optimizasyon çalışmalarında her bir bileşik için elde edilen alan sonuçları

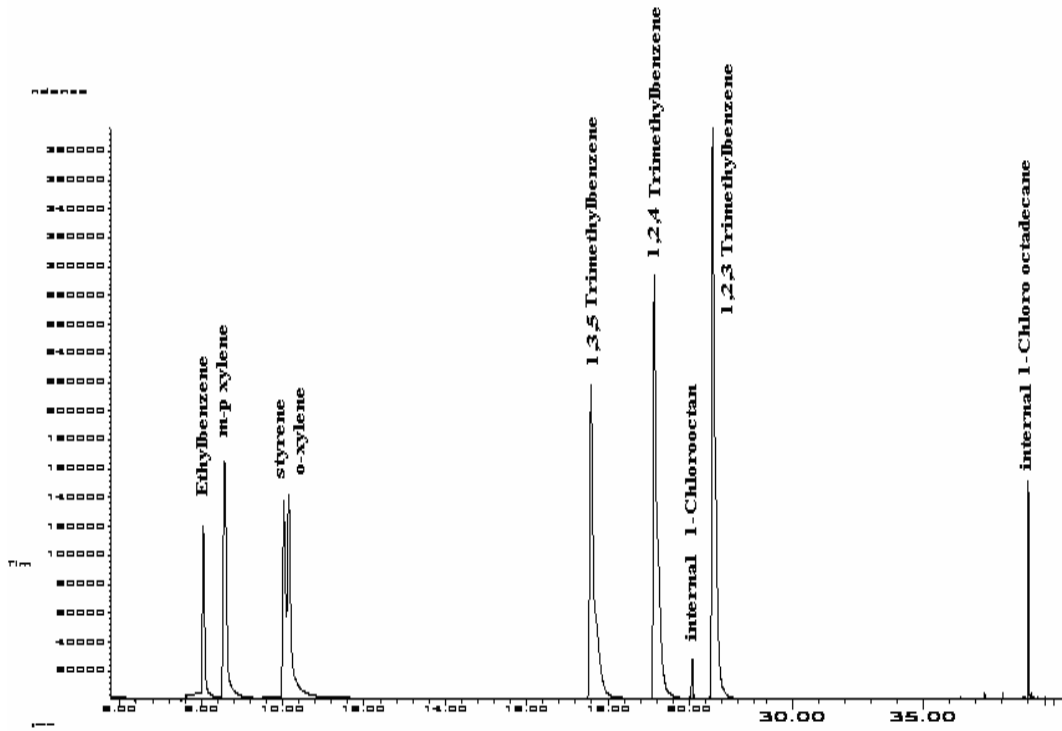
UOB bileşikleri için mevcut GC-FID sisteminde yüksek cihaz dedeksiyon limitleri $> 5 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ belirlendiği için çalışmalara GC/MS sisteminde devam edilmiştir. GC-FID sistemi için elde edilen optimum şartlar Tablo 3.5.8 ve DB-624 kolon ve DB-5 kolon için çıkış süreleri Tablo 3.5.9’da verilmiştir.

Tablo 3.5.6 UOB bileşikleri için tespit edilen optimum GC/MS şartları

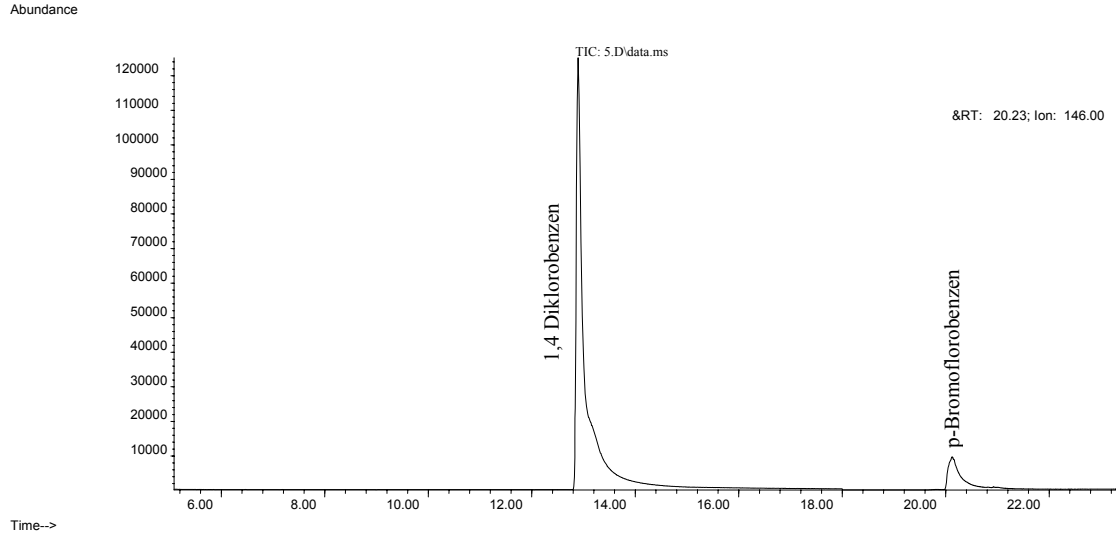
GC	Agilent Technologies 6890 N		
Enjeksiyon	HP PTV		
Yöntem	Splitless		
PTV			
İlk sıcaklık	42 (°C)		
İlk zaman	0 dakika		
PTV rampa	°C dakika ⁻¹	°C	Bekleme (dakika)
Rampa 1	150	210	1
Basınç	16.49 psi		
Purge akış	60 mL dak ⁻¹		
Purge zamanı	2 dakika		
Toplam akış	65 mL dak ⁻¹		
Gaz koruyucu	Açık		
Koruma akışı	20 mL dak ⁻¹		
Gaz	Helyum		
Fırın			
İlk sıcaklık	40 (°C)		
İlk zaman	15 dakika		
Fırın rampa	°C dakika ⁻¹	°C	Bekleme (dakika)
Rampa 1	6	75	0
Rampa 2	55	280	1
Toplam süre	25,56 dakika		
Kolon	Agilent Technologies HP-5MS %5 phenyl methyl siloxane, part number 19091S-433		
Uzunluk	30 m		
İç çap	250 µm		
Film kalınlığı	0,25 µm		
Yöntem	Sabit akış		
Akış	2,1 mL dakika ⁻¹		
Enjektör	Ön		
Çıkış	MSD		
Çıkış basıncı	Vakum		
MSD	Agilent Technologies 5973 inert		
Solvent gecikmesi	8 dakika		
EM voltaj	1752 V		
Düşük kütle	50 amu		
Yüksek kütle	550 amu		
Başlangıç	0		
Örnek alma	2		
Çalışılan yöntem	SIM		

Tablo 3.5.7 Optimum GC/MS şartlarında UOB bileşikleri için HP-5 MS kolonundan çıkış süreleri ve m/z değerleri

No	Bileşik	Kısaltma	Kolondan çıkış süresi (dakika)	İon (m/z değeri)
1	Etilbenzen	EtBenz	8,10	91,106,51
2	m/p xilen	m/p xilen	8,62	91,106,105
3	Styren	Styren	10,07	104,103,78
4	o-xilen	o-xilen	10,19	91,106,105
5	1,3,5 Trimetilbenzen	1,3,5 TMB	17,59	105,120,119
6	1,2,4 Trimetilbenzen	1,2,4 TMB	19,14	105,120,119
7	1,2,3 Trimetilbenzen	1,2,3 TMB	20,58	105,120,119
SS 1	1,4 Diklorobenzen	SS 1	13,86	146,147,148
SS 2	p-Bromoflorobenzen	SS 2	21,11	174,95,176



Şekil 3.5.6-a Optimum GC/MS şartlarında 5000 $\mu\text{g L}^{-1}$ UOB karışık standart kromatogramı (enjeksiyon kontrol standardı 500 $\mu\text{g L}^{-1}$) HP-5 MS kapiler kolon



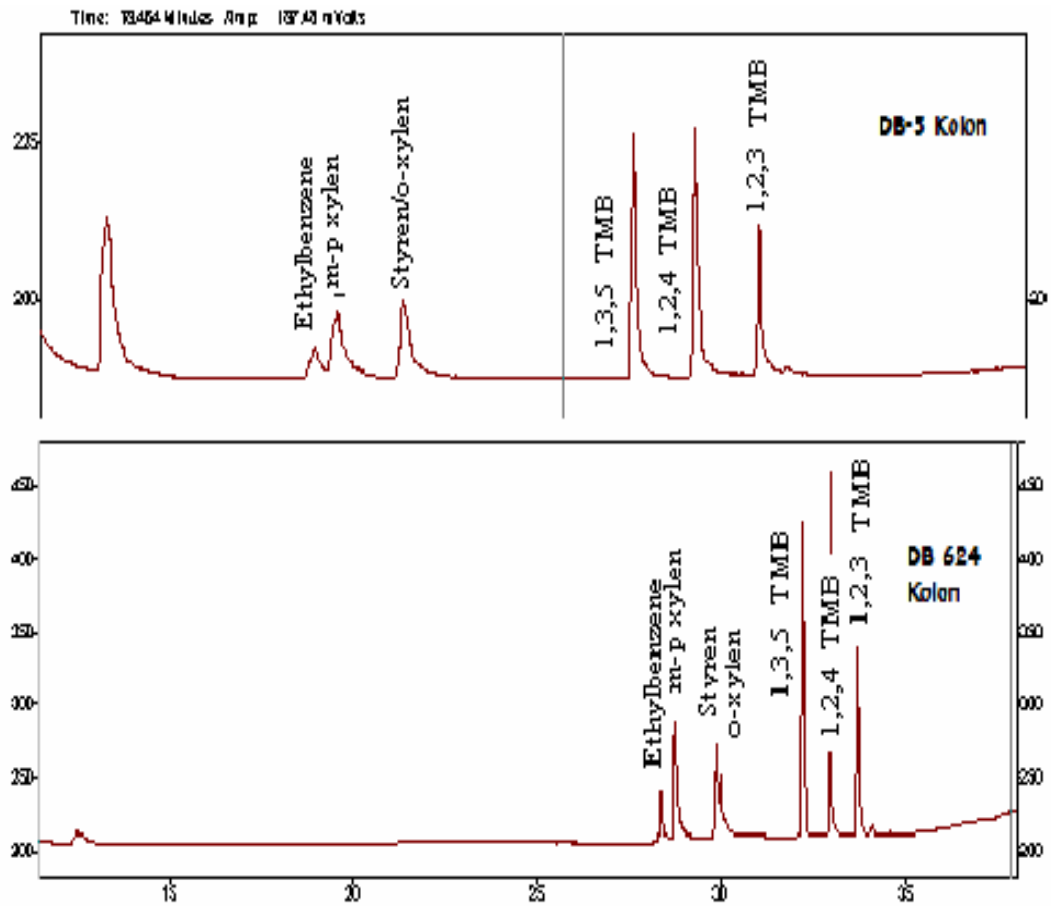
Şekil 3.5.6-b Optimum GC/MS şartlarında $5000 \mu\text{g L}^{-1}$ UOB metot kontrol karışık standart kromatogramı

Tablo 3.5.8 UOB bileşikleri için tespit edilen optimum GC/FID şartları

GC		Shimadzu GC 17 A	
Enjektör			
Sıcaklık	200 °C		
Yöntem	Splitless		
Hareketli faz	Azot,		
Enjeksiyon hacmi	1 µL (10 µL Sigma)		
Fırın			
İlk sıcaklık	40 (°C)		
İlk zaman	4 dakika		
Fırın rampa	°C dakika ⁻¹	°C	Bekleme (dakika)
Rampa 1	2	60	0
Rampa 2	5	80	2
Rampa 3	25	200	5
Toplam süre	60 dakika		
Kolon			
Uzunluk	DB-5/DB-624		
İç çap	30 m, 30 m		
Film kalınlığı	0,250 mm, 0,250 mm,		
Kolon akışı	0,25 µm, 1,8 µm		
Toplam akış	1,25 ml dak ⁻¹		
Sabit basınç	40 ml dak ⁻¹		
	125 kpa		

Tablo 3.5.9 Optimum GC-FID şartlarında UOB bileşikleri için DB-5 ve DB-624 kolonundan çıkış süreleri

	Bileşik	Bileşik	Kolondan çıkış süresi, (dak)	
			DB-624	DB-5
1	Etilbenzen	EtBenz	26,65	16,15
2	m/p xylen	m/p xylen	27,18	16,98
3	Styren	Styren	28,64	19,15
4	o-xylen	o-xylen	28,81	22,10
5	1,3,5 Trimetilbenzene	1,3,5 TMB	31,50	26,14
6	1,2,4 Trimetilbenzene	1,2,4 TMB	32,14	28,96
7	1,2,3 Trimetilbenzene	1,2,3 TMB	33,20	32,20
SS 1	1,4 Diklorobenzen	SS 1	-	-
SS 2	p-Bromoflorobenzen	SS 2	-	-



Şekil 3.5.7 DB-5 ve DB-624 Kolonda UOB Bileşikleri

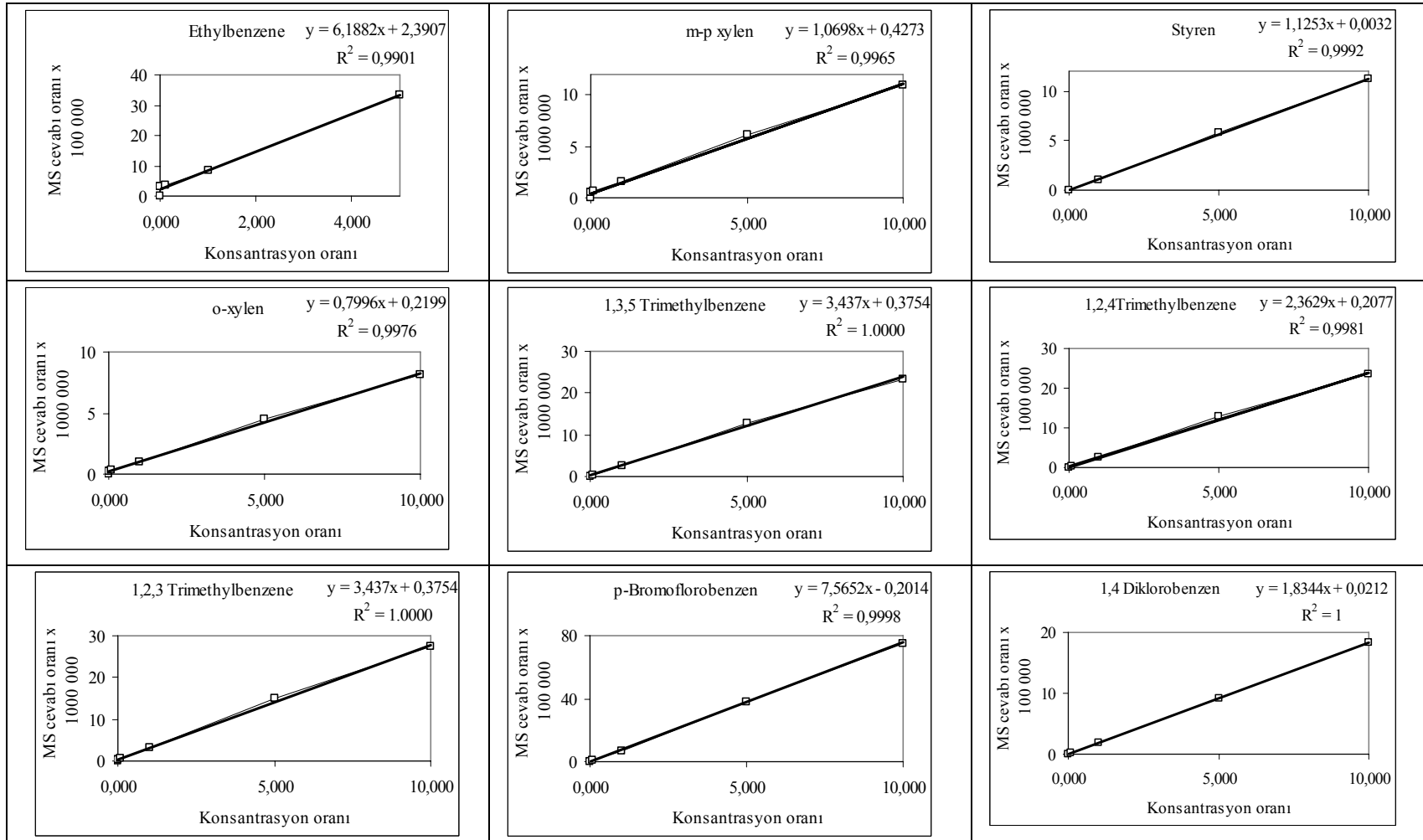
Tablo 3.5.10’da UOB bileşikleri için GC/MS sistemi ile elde edilen LOD, LOQ, lineer aralık, lineerlik, tekrarlanabilirlik analitik parametre değerleri görülmektedir. Şekil 3.5.8’de UOB bileşiklerinin farklı konsantrasyonlarına karşı GC/MS sisteminin doğrusal cevap aralığı verilmiştir. UOB bileşiklerinin GC/MS sistemi için LOD ve LOQ değerleri $0.5 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonundaki standart çözeltinin optimum GC/MS şartlarındaki enjeksiyonu sonucunda elde edilen her bileşiğe ait S/N oranı değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Tablodaki değerler metot için tespit edilen dedeksiyon limitleridir. Tablo 3.5.10’daki değerlerden de görüldüğü gibi her bir bileşiğe ait LOD değerleri $0,09\text{-}20,42 \text{ ng m}^{-3}$ aralığında değişirken, LOQ değerleri $0,31\text{-}68,08 \text{ ng m}^{-3}$ arasında değişmektedir. Kalibrasyon tekniği olarak $0,001; 0,01; 0,1; 1; 5 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonlarında hazırlanan standart çözeltiler kullanılarak çoklu nokta kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır. Bileşiklere ait lineer aralık konsantrasyonlarında elde edilen regrasyon katsayısı değerleri Tablo 3.5.10’da görüldüğü gibi $0,996\text{-}1,000$ aralığında değişmektedir. Hedef bileşiklerinin MS dedektöründe tekrarlanabilirlik değerleri $1 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonundaki standart çözeltinin 5 enjeksiyonu sonucunda elde edilen MS cevaplarının %RSD değerleri alınarak hesaplanmıştır. Tablo 3.5.10’da görüldüğü gibi bu değerler % $1,29\text{-}17,36$ aralığında değişmektedir. UOB bileşikleri için metodun kabul edilebilirliği bu değerlerin %20’den küçük olmasıyla sağlanabilir (US EPA, 1999). Elde edilen sonuçlar analizlerin kesinliğinin kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

Takeshi ve diğ., (2006) yaptıkları çalışmada GC/MS sistemi için LOD değerlerini EtBenz için $0,55$; m/p xylen için $0,77$; o-xylen için $0,5$; 1,3,5 TMB için $0,19$; 1,2,4 TMB için $1,1$; 1,2,3 TMB için $0,56 \text{ pg}$ olarak belirlemişlerdir. Örnek alınan hava hacmi ile çarpılmış olarak verilen bu değerler Tablo 3.5.10 ile karşılaştırıldığında düşüktür. Örneğin Tablo 3.5.10’da EtBenz numune hacmi ile çarpıldığında $0,021 \text{ ng}$ olarak belirlenmektedir.

Tablo 3.5.10 UOB'ler için GC-MS sistemi ile elde edilen LOD, LOQ, lineer aralık, lineerlik, tekrarlanabilirlik değerleri LOD (Dedeksiyon limiti), LOQ (Kantifikasyon limiti), RSD (Relatif standart sapma), PSN (Doğruluk (%))

Bileşikler	GC-MS					
	LOD	LOQ	Lineer Aralık	PSN	R ²	RSD
	ng m ⁻³		ng µL ⁻¹			
Etilbenzen	1,462	4,875	0,001-5	98	0,990	1,299
m/p xylen	1,106	3,687	0,001-10	99	0,996	2,605
Styren	16,632	55,440	1-10	100	0,999	7,415
o-xylen	2,235	7,451	0,001-10	96	0,997	4,792
1,3,5 Trimetilbenzen	11,648	38,827	0,1-10	96	1,000	0,177
1,2,4 Trimetilbenzen	8,423	28,076	0,1-10	100	0,998	5,181
1,2,3 Trimetilbenzen	10,525	35,085	0,001-10	99	1,000	3,447
S1-p-Bromoflorobenzen	15,870	52,899	0,1-10	100	0,999	4,030
S2-1,4 Diklorobenzen	245,098	816,993	0,1-10	100	1,000	17,36
İnternal-1 1-chlorooctan	2,844	9,479	-	100	-	3,190
İnternal-2 1-chlorooctadecan	1,048	3,495	-	100	-	3,450

Hsieh ve diğ., (2003) tarafından yapılan çalışma da ise MDL olarak ID kullanılmış olup EtBenz için 0,5; m/p xylen için 0,7; o-xylen için 0,6; 1,3,5 TMB için 0,6; 1,2,4 TMB için 0,5 ppb olarak belirlenmiştir. Bu değerler $\mu\text{g m}^{-3}$ değerlerine çevrildiğinde örneğin EtBenz için $2,17 \mu\text{g m}^{-3}$ Tablo 3.5.10 ile kıyaslandığında oldukça yüksektir. Bileşiklere ait regrasyon katsayısı değerleri ise 0,995-1,000 aralığında belirlenmiştir. Cal-EPA (2002) tarafından yapılan metot çalışmalarında da EtBenz için hesaplanan dedeksiyon limiti $0,086 \mu\text{g m}^{-3}$ dir. Bu değer de Tablo 3.5.10 ile kıyaslandığında oldukça yüksektir. PSN (% doğruluk değerleri) 96 ± 3 - 100 ± 1 aralığında belirlenmiştir. Literatürdeki sonuçlara göre bu çalışma da elde edilen sonuçların oldukça hassas olduğu görülmektedir.



Şekil 3.5.8 GC/MS sisteminin farklı UOB konsantrasyonlarına karşı doğrusal cevap aralığı

3.5.2 Ekstraksiyon, Desorbsiyon ve Temizleme için Metot Geliştirilmesi

3.5.2.1 Gaz Fazdaki PAH'lar için Desorbsiyon-Ekstraksiyon ve Temizleme için Metot Geliştirilmesi

Gaz fazdaki PAH'lar için aktif hava örnekleme tekniği için metot çalışması yapılmıştır. Hedef bileşiklerin analizi için EPA'da bir tek metot TO 13 A tanımlanmıştır. Metotta yüksek hacimli hava örnekleycisi kullanılmaktadır. Bu metot hem partikül hem de gaz fazındaki 16 EPA PAH bileşiğinin analizi için kullanılmaktadır. Bu metodun bu çalışma da hedeflenen bileşiklerin tamamı için uygulamasına literatürde rastlanmamıştır. Bu metotta hava örneklerinde PAH analizi için, gaz fazında olan düşük molekül ağırlıklı PAH bileşikleri ve partikül maddelere adsorbe olmuş daha yüksek molekül ağırlıklı bileşikleri ekstrakte edebilmek için, sırasıyla CEF'den yapılan bir filtreleme sistemi ile adsorben ihtiva eden tüp sistemi kombinasyonu kullanılmaktadır. Adsorben olarak, XAD-2 veya PUF kullanılmaktadır. PUF adsorben Tablo 3.5.11'de belirtildiği gibi daha çok birden fazla bileşik grubu için örnekleme yapılacağında kullanılması daha uygundur. Bu nedenle çalışma da XAD-2 üzerine yoğunlaşmıştır. Filtre sisteminde tutulan partikül maddeler ve XAD-2 reçinesinin tuttuğu PAH bileşikleri, genellikle sokslet ekstraksiyon yöntemi ile organik faza alınmaktadır. PUF'un kullanılması durumunda, genellikle termal desorpsiyon yöntemi ile tutulan PAH bileşikleri tekrar gaz fazına alınıp analiz yapılmaktadır (Kristensson ve diğ., 2004). Ayrıca NIOSH Metot 5515'te düşük hacimli hava örnekleycisi kullanılarak hem gaz hem de partikül fazdaki 17 PAH bileşiği analiz edilebilmektedir. Bu çalışma da trafik kaynaklı 25 PAH bileşiği için her iki metotta denenmiş ve optimize edilmiştir.

Tablo 3.5.11 PAH numunelemede kullanılan katı adsorbentlerin özellikleri
(Technical Report, 1999)

Kıyas Kriteri	Adsorbent	
	XAD-2	PUF
Benzo(a)pyrene tutma etkinliği	Yüksek	Yüksek
Benzo(a)pyrene uzun süre tutma (depolama) etkinliği	Yüksek	Düşük
Uçucu PAH toplama etkinliği	Yüksek	Düşük
Uçma veya reaksiyon ile PAH alıkoyma etkinliği	Yüksek	Yüksek
Arazide kullanma	İyi	Daha İyi
Akış karakteristiği	İyi	Daha İyi
Naftalin geri kazanım etkinliği	Yüksek	Düşük
Naftalin blanki	Düşük	Daha Düşük
Diğer tehlikeli hava kirleticilerini tutabilmesi	-	Dioxin, Pestisitler

Öncelikle NIOSH Metot 5515 denenmiştir. Bu metot için desorbsiyon işlemi 8 mL renkli teflon kapaklı viallerde gerçekleştirilmiştir. Desorbsiyon işleminden önce XAD-2 sorbent madde içeren tüpe $1 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ konsantrasyonda karışık PAH standardı spike yapılmış üzerine sabit hacimde n-hekzan, diklorometan, sikloheksan ve toluen organik çözücüleri ilave edilmiştir. %EE karşılaştırması aynı solvent içinde hazırlanmış standartlarla karşılaştırılmıştır. Örneğin diklorometan denemesinde standart diklorometan içerisinde hazırlanmıştır. %EE karşılaştırıldıktan sonra uygun çözücü için hacim değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Uygun hacimde çözücü ile desorbsiyon süreleri değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Desorbsiyon işlemi karanlık bir ortamda oda sıcaklığında orta hızda yatay çalkalayıcıda karıştırılarak gerçekleştirilmiştir. %EE'yi arttırmak için desorbsiyon işlemi sonrasında ultrasonik banyo kullanılarak ultrasonik ekstraksiyon yöntemi uygulanmıştır. Ultrasonik banyodaki su miktarı katı madde tabakasının üzerinde solvent (çözücü) yüzeyinin hemen altında olacak şekilde ayarlanmıştır. Ultrasonik ekstraksiyon yönteminde solvent miktarı sabit tutularak farklı ekstraksiyon süreleri için ekstraksiyon verimi tespit edilmiştir.

Tablo 3.5.12 PAH bileşiklerinin XAD-2 sorbent den organik faza alınması için uygulanan ekstraksiyon-desorbsiyon işlemleri

Metot	Ekstraksiyon türü	Desorbsiyon/Ekstraksiyon süresi	Solvent türü	Solvent miktarı
NIOSH 5515	Desorbsiyon	2 sa	n-hekzan	5 mL
	Desorbsiyon	2 sa	Diklorometan	5 mL
	Desorbsiyon	2 sa	Siklohekzan	5 mL
	Desorbsiyon	2 sa	Toluen	5 mL
	Desorbsiyon	2 sa	n-hekzan	10 mL
	Desorbsiyon	2 sa	n-hekzan	2 mL
	Desorbsiyon	1 sa	n-hekzan	5 mL
	Desorbsiyon	3 sa	n-hekzan	5 mL
	Desorbsiyon + Ultrasonik ekstraksiyon (Ult)	Desorb=2 saat Ult= 15 dakika	n-hekzan	5 mL
	Desorbsiyon + Ult	Desorb=2 saat Ult= 30 dakika	n-hekzan	5 mL
	Desorbsiyon + Ult	Desorb=2 saat Ult=45 dakika	n-hekzan	5 mL

EPA Metot TO 13 A'ya göre hedef bileşikler, PUF'a (Polyurethane Foam plug, 5 cm yükseklik, 6,5 cm çapında (Thermo)) spike yapılmış, metodun verimliliği, hedef bileşikler için metot kontrol geri kazanımı ve standart spike geri kazanımı ile değerlendirilmiştir. Hedef bileşiklerin konsantrasyonlarının tespiti için sokslet ekstraksiyon (US EPA Metot 3540) tekniği kullanılmıştır. PUF pluglar, ilk kullanıldığında 16 sa süreyle 150 mL aseton ile sokslet ekstraksiyon tekniği ile temizlenmiştir. PUF kartuşlarının sertifikasyonu için 1 PUF plug 150 mL ekstraksiyon solventi dietileter/n-hekzan (1:9, v/v) ile 16 saat süresince sokslet ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Sokslet ekstraksiyonunda kullanılan kaynama taşları 450°C'de 2 saat bekletilerek safsızlıklar giderilmiştir. Ekstraksiyon işleminden sonra PUF plug üzeri aliminyum folyo ile sarılarak 70 °C fırında solvent kokusu gidene kadar yaklaşık 4 saat bekletilmiştir. Çalışma da PUF pluglar kullanılmadan önce 150

mL ekstraksiyon solventi dietileter/n-hekzan (1:9, v/v) karışımı ile 16 saat süresince sokslet ekstraksiyona tabi tutularak laboratuvar blankleri hazırlanmıştır. Blanklerde EPA Metot TO 13 A'ya göre naphthalene bileşiği için < 500 ng, diğer PAH bileşiklerinin toplamı için < 200 ng olması gerekmektedir. Bu değerler elde edilen PUF'lar kullanıma kadar +4 °C'de saklanmış ve hazırlandıktan en geç 10 gün içinde kullanılmıştır.

Hava örneklerinin kantitatif analizden önce temizleme işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Örnekleme sırasında sadece hedef bileşikler değil, diğer organik kirleticiler de tutulmakta ekstraksiyon aşamasında da bu kirleticiler organik faza alınmaktadır. Bu bileşikler kantifikasyon aşamasını olumsuz etkilemektedirler. Bu nedenle bu kirleticilerin numune temizleme işlemi ile giderilmesi gerekir. Temizleme işlemlerinde yaygın olarak düşük basınçlı sıvı kromatografi (kolon kromatografi) tekniği kullanılmaktadır. Araştırma amaçlı kullanılan temizleme prosedürlerinin pek çoğunda EPA standart metotlarının modifikasyonları kullanılmıştır. Bu prosedürlerdeki farklılıklar solvent ve sorbent türü, sorbent aktivasyon seviyesi ve elusyon hacmi profilidir. Çalışmada temizleme verimi karışık standart numuneler kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan silika gel 0,063-0,200 mm, alüminyum oksit 90 aktif, nötr 0,063-0,200 mm gözenek çaplarına sahip sorbent ve karışımları, şırınga filtre ve C₁₈ polarPlus denenmiştir.

Temizleme basamağında;

- ✓ Değişik deaktivasyon derecelerine sahip sabit fazlar kullanılarak ıslak doldurma tekniğine göre kolon teniği,
- ✓ 1 g C₁₈ polar Plus hazır veya doldurulmuş katı faz ekstraksiyon tekniği (SPE) (Xie ve diğ., 2003 adapte edilerek),
- ✓ Chromafil O-45/25 şırınga filtre ile filtreleme,

teknikleri kullanılmış ve % EE leri kıyaslanmıştır. Kolon sabit fazı olarak farklı deaktivasyon derecelerine sahip silika ve nötr alumina kullanılmıştır. Bu sorbentler 210 °C sıcaklığına sahip fırında 4 saat bekletilerek aktive edilmiştir. Aktive edilmiş sorbentler desikatöre alınarak soğutulmuştur. Değişik deaktivasyon derecelerine sahip sabit fazları elde etmek için sorbent üzerine gerekli miktarda saf su eklenmiş ve homojen deaktivasyonunun oluşması için 3 saat süreyle yatay çalkalayıcıda 220

devir/dakika hızda çalkalama işlemi yapılmıştır. Deaktivasyonu tamamlanan sorbentler erlenmayerde ağzı kapalı bir şekilde muhafaza edilmiştir. Kolon sabit fazı ıslak doldurma tekniğine göre hazırlanmıştır. 30 cm uzunluğunda 1.5 cm iç çapında cam kolonun tabanına cam yünü yerleştirilmiş sonrasında aseton ve n-hekzan ile yıkanarak temizlenmiştir. n-hekzan ile süspansiyon hale getirilen sorbent maddeler içine bir miktar n-hekzan ilave edilmiş kolona hava kabarcığı oluşmayacak şekilde boşaltılmıştır. Kolon üzerine 450 °C fırında 4 saat bekletilerek safsızlıkları giderilmiş Na_2SO_4 (n-hekzan içinde süspanse edilmiş halde) ilave edilmiştir. Kolonun doldurulmasından sonra, sabit fazın şartlandırılması için 50 mL n-hekzan, hazırlanan kolondan geçirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. SPE için, 1 g C_{18} polarPlus, uç kısmına cam yünü yerleştirilmiş pastör pipetine kuru doldurma tekniğiyle hazırlanmıştır. Üzerine 0,2 g 450 °C fırında 4 saat bekletilerek safsızlıkları giderilmiş Na_2SO_4 ilave edilmiştir. Hazırlanan SPE kartuş 10 mL diklorometan ve 10 mL n-hekzan ile aktive edilmiştir. 5 dakika vakum ile kurutulmuş, sonrasında %20 diklorometan/n-hekzan dan 3 mL ilave edilerek elüsyon işlemi tamamlanmıştır. Yükleme ve elüsyon için akış hızı yaklaşık 1 mL dakika⁻¹'dir. Chromafil O-45/25 şırınga filtre ile filtreleme tekniğinde döner buharlaştırıcıda konsantre edilmiş 1 ml numune doğrudan bir kez kullanımlık şırınga filtreden geçirilmiştir. PAH bileşikleri için temizlenme basamağında kullanılan kolon sabit fazı sorbent türü, sorbent miktarı, sorbent aktivasyon seviyesi ve hareketli faz solvent türü, elusyon profili ve fraksiyon hacmi Tablo 3.5.13'de verilmiştir.

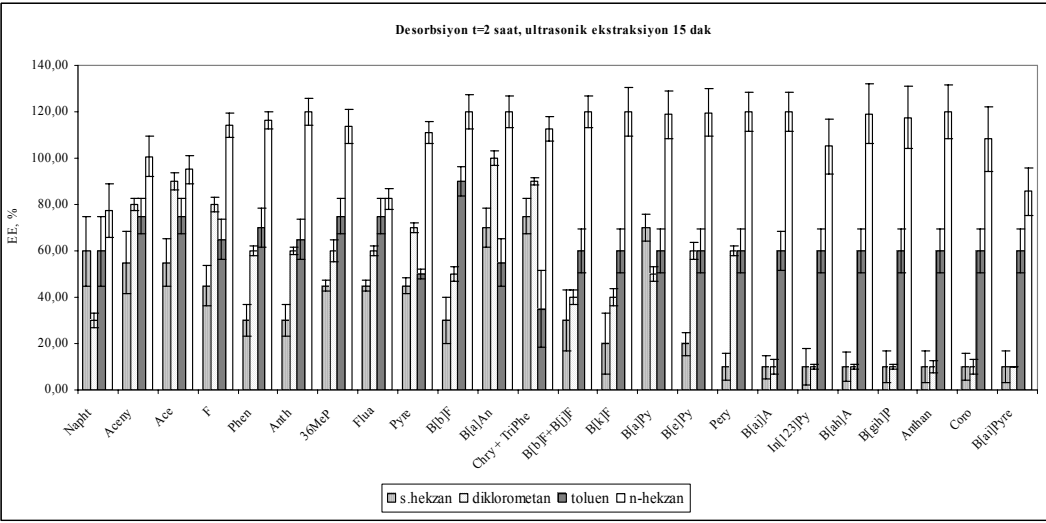
Tablo 3.5.13 PAH numunelerinin temizlemesinde kullanılan sabit faz ve hareketli fazın özellikleri

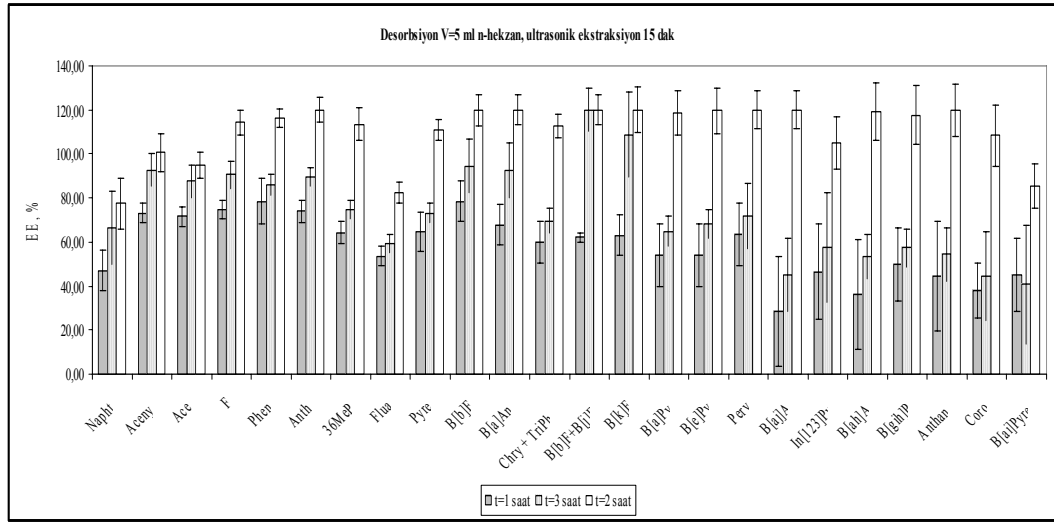
Kolon sabit fazı			Kolon hareketli fazı	
Sorbent türü	Sorbent miktarı	Sorbent aktivasyon seviyesi	Solvent türü	Elusyon hacmi, mL
Silika jel	10 g	% 25 deaktif	n-pentan+ dietileter/n-pentan (1:5, v/v)	60+60
Silika jel	10 g	%5 deaktif	n-pentan+ dietileter/n-pentan (1:1, v/v)	60+60
Silika jel	10 g	% 2.5 deaktif	n-hekzan+n-hekzan/etilasetat (1:1, v/v)	60+60
Silika jel+nötr Alumina	2,5 g+7,5 g	%0 deaktif	n-hekzan+n-hekzan/etilasetat (1:1, v/v)	60+60
Silika	10 g	%5 deaktif	n-hekzan+n-hekzan/etilasetat (1:1, v/v)	60+60
C ₁₈ polarPlus SPE+Silika Jel	0.5 g	%5 deaktif	n-hekzan	3
C ₁₈ SPE polarPlus	1 g	%0 deaktif	diklorometan/ n-hekzan (1:1, v/v)	3

Gaz fazdaki PAH'ların ekstraksiyonu yüksek hacimli örnekleyici kullanılması durumunda EPA TO 13 A metoduna göre yapılmaktadır. Bu çalışma da bu metot hedef bileşikler için uygulanmış ve %EE (% geri kazanım verimleri) hesaplanmıştır. Sokslet ekstraksiyon yöntemi için 1 ng μL^{-1} 'lik karışık PAH standardı sertifikalı PUF'a spike yapılmış ve 150 mL 1:9, v/v dietileter/n-hekzan, 16 saat süresince ekstrakte edilmiştir. Hedef bileşikler trafikten kaynaklandığı için örnekleme noktalarının trafiğin yoğun olduğu caddeler, otopark, trafik ışıkları gibi trafikten kaynaklı kirliliği temsil edici noktalar olması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle düşük hacimli örnekleyicinin kullanıldığı NIOSH Metot 5515 optimize etmeye yönelik yapılmış, EPA TO 13 A ile de elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. NIOSH 5515 metodunda desorbsiyon solventi olarak toluen

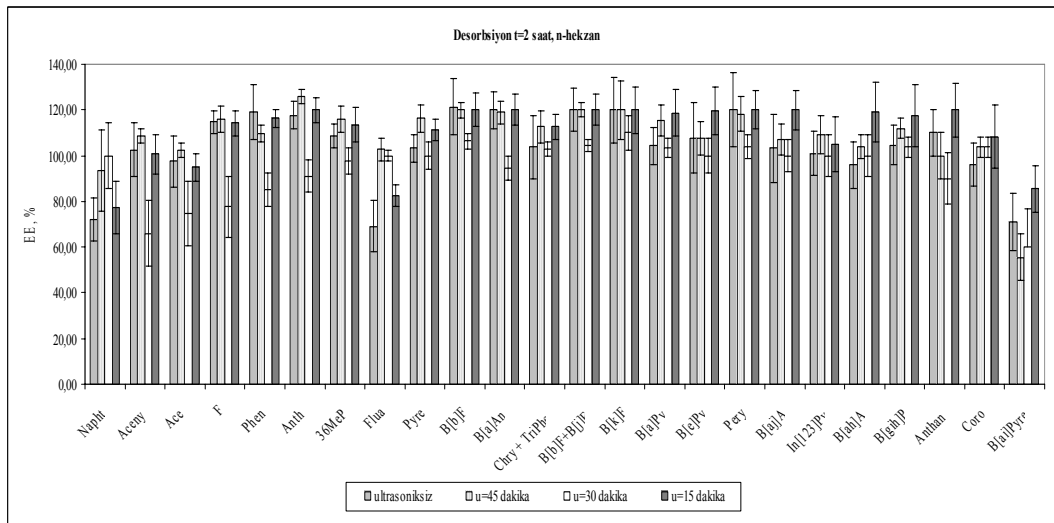
kullanılması önerilmektedir. Bu çalışma da desorbsiyon solventi olarak n-hekzan, diklorometan, siklohekzan'da denenmiş ($n=5$), her solvent için relatif standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Relatif standart sapma değerleri n-hekzan için 3,89-14, diklorometan için 1,11-4,56; siklohekzan için 2,22-15, toluen için 2,00-15 olarak tespit edilmiştir. Uygun solventin bileşiklerin tamamı göz önüne alınarak n-hekzan olduğuna karar verilmiştir. Şekil 3.5.9'da elde edilen % EE değerleri görülmektedir. Farklı solvent miktarları için desorbsiyon verimliliği kıyaslanmış ve 5 mL solventin desorbsiyon işlemi için yeterli olduğuna karar verilmiştir. Şekil 3.5.10'da farklı solvent miktarları için elde edilen %EE değerleri görülmektedir. Relatif standart sapma değerleri 5 mL solvent için 3,89-14 iken, 2 mL solvent için 2,22-23,08; 10 mL solvent için 6,82-22,5 olarak tespit edilmiştir. Şekil 3.5.10 incelendiğinde 2 mL solvent için tespit edilen %EE değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. 10 mL ve 5 mL solvent için tespit edilen %EE değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca relatif standart sapma değerleri incelendiğinde solvent hacmi arttıkça relatif standart sapma değerinin arttığı görülmektedir. İstatistiksel değerlendirme için $n=4$ serbestlik derecesi ve %95 güven seviyesi için t testi yapılmıştır. Bu değerlendirmenin sonucunda PAH bileşiklerinin geri kazanım verimleri açısından 10 mL solvent ve 5 mL solvent miktarları arasında %95 ihtimalle bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Desorbsiyon süresi PAH bileşiklerinin organik faza alınmasında önemli bir aşamadır. Desorbsiyon işlemi ısı ve solvent ile yapılmaktadır. PAH bileşiklerinin solar radyasyon altında bozunması bu bileşiklerin hızlı bir şekilde organik faza alınmasını gerektirmektedir. Fakat kısa desorbsiyon süreleri de bileşiklerin tamamının organik faza alınması için yeterli olmamaktadır. Şekil 3.5.11'de farklı desorbsiyon süreleri için elde edilen %EE değerleri görülmektedir. Relatif standart sapma değerleri 2 saatlik desorbsiyon süresi için 3,89-14 iken 1 saatlik desorbsiyon süresi için 2,34-25; 3 saatlik desorbsiyon süresi için 4,17-27 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda PAH bileşiklerinin geri kazanım verimleri açısından 1 saatlik ve 2 saatlik desorbsiyon süreleri arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olduğu tespit edilmiştir ($t_{\text{hesap}} > t_{\text{kritik}} = 2,78$). 2 saatlik ve 3 saatlik desorbsiyon süreleri arasında B[ai]Pyre hariç ($t_{\text{hesap}} = 1,48$) % 95 ihtimalle bir fark olduğu tespit edilmiştir.





Şekil 3.5.11 XAD-2 tüpünden solvent desorbsiyon yöntemi ile PAH bileşiklerinin farklı desorbsiyon süreleri için elde edilen EE (%) değerleri, [n=5]



Şekil 3.5.12 XAD-2 tüpünden solvent desorbsiyon yöntemi ile PAH bileşiklerinin farklı ultrasonik ekstraksiyon süreleri için elde edilen EE (%) değerleri, [n=5]

Desorbsiyon etkinliğini arttırmak için bu aşamayı takiben ultrasonik ekstraksiyon basamağı uygulanmıştır. Ultrasonik ekstraksiyonun geri kazanım verimine etkisini incelemek amacıyla $u_t=0$ (ultrasonik olmadan), $u_t=15$ dakika, $u_t=30$ dakika, $u_t=45$ dakika uygulanmış ve EE (%) değerleri kıyaslanmıştır. Şekil 3.5.12’de tespit edilen EE (%) görülmektedir. Relatif standart sapma değerleri $u_t=0$ durumunda

5,00-16,22 iken $u_t=15$ dakika için 3,89-14,00; $u_t=30$ dakika için 2,42-16,67, $u_t=45$ dakika için 3,09-17,75 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda PAH bileşiklerinin geri kazanım verimleri açısından $u_t=0$ ve $u_t=15$ dakika arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($t_{hesap} > t_{kritik} = 2.78$). $u_t=15$ dakika ve $u_t=30$ dakika arasında Flua, Pyre ve B[e]Py t_{hesap} değerlerinin (sırasıyla 2,44; 2,18; 2,605) t_{kritik} değerlerinden küçük diğerlerinin $> t_{kritik}$ olduğu $u_t=15$ dakika ve $u_t=30$ dakika arasında Flua, Pyre ve B[e]Py bileşikleri hariç diğer bileşikler için %95 ihtimalle bir fark olduğu tespit edilmiştir. $u_t=30$ dakika ve $u_t=45$ dakika arasında Anth, 36MeP, Pyre, B[a]An, B[b]F+B[j]F, B[a]Py, Pery, Anthan t_{hesap} değerlerinin (sırasıyla 4,72; 4,95; 4,73; 5,34; 4,19; 4,78; 4,8; 6,82) t_{kritik} değerlerinden büyük diğerlerinin $< t_{kritik}$ olduğu $u_t=30$ dakika ve $u_t=45$ dakika arasında Anth, 36MeP, Pyre, B[a]An, B[b]F+B[j]F, B[a]Py, Pery, Anthan bileşikleri için %95 ihtimalle bir fark olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ultrasonik ekstraksiyonunun %EE değerlerini arttırdığı ve 45 dakikalık ultrasonik ekstraksiyonun yeterli olduğu tespit edilmiştir.

NIOSH Metot 5515 optimizasyonu tamamlandıktan sonra EPA TO 13 A ile kıyaslanmıştır. Şekil 3.5.13'de ise EPA TO 13 A ile optimize NIOSH 5515 kıyaslanmış, her iki metotda da elde edilen %EE değerleri EPA tarafından belirtilen kabul edilebilir % geri kazanım aralığı (%60-120) içinde tespit edilmiştir. Relatif standart sapma değerleri optimize NIOSH 5515 metotta 3,09-10,00 iken EPA TO 13 A metodu için 2,22-17,50 aralığında tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda Flua, B[a]An, Coro, B[ai]Pyre hariç t_{hesap} değerlerinin (sırasıyla 1,87; 0,98; 1,61; 2,745) t_{kritik} değerlerinden küçük diğerlerinin $> t_{kritik}$ olduğu, Flua, B[a]An, Coro, B[ai]Pyre bileşikleri için % 95 ihtimalle bir fark olduğu tespit edilmiştir. Şekil 3.5.13 incelendiğinde XAD-2 tüp için tespit edilen % EE değerlerinin PUF kartuşa göre daha yüksek olduğu, fakat her iki metodunda uygulanabilme limitlerini (%60-120) sağladığı görülmektedir.

yerleştirilmiştir. Tablo 3.5.14’de verilen ekstraksiyon sürelerinde ultrasonik olarak ekstrakte edilmiştir.

Ekstraksiyon işlemi tamamlandıktan sonra ekstrakt konsantre edilmek için 25 mL konik balona ve 250 mL lik balona alınmıştır. Beher 5’er mL’lik ekstraksiyon solventi ile iki defa yıkandıktan sonra birleştirilen ekstrakt döner buharlaştırıcı ve azot gazı kullanılarak 1 mL’ye konsantre edilmiştir. n-hekzan ile gerekli solvent değişimi yapıldıktan sonra bileşiklerinin analizi GC/MS sisteminde gerçekleştirilmiştir.

Partikül fazdaki PAH’ların ekstraksiyonu ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile yapılmıştır. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde PAH bileşiklerinin filtreden ekstraksiyonu için diklorometan (Park ve diğ., 2002), aseton/n-hekzan (1:1, v/v) (Müller ve diğ., 1998), ile 24 saat sokslet ekstraksiyonu, n-hekzan Domeno ve diğ., (2006), aseton/n-hekzan (1:1, v/v) (Karthikayen ve diğ., 2006), diklorometan (Omar ve diğ., 2002) ile ultrasonik ekstraksiyon yöntemi gibi farklı çözücülerin ve yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Domeno ve diğ., (2006) ultrasonikte hekzan, siklohekzan, diklorometan, metanol ve toluen kullanmışlar en yüksek % EE değerlerini n-hekzan ile elde etmişlerdir. Çalışmalarında Chry için metanol, Phen ve B[gih]P için diklorometan ile n-hekzana göre daha yüksek %EE değerlerini elde ettiklerini belirtmişlerdir. Karthikayen ve diğ., (2006) çalışmalarında diklorometan, aseton/n-hekzan (1:1, v/v), diklorometan/n-hekzan (1:3, v/v), aseton/siklohekzan (1:3, v/v) ile ultrasonik ekstraksiyon yöntemini optimize ettikleri çalışmalarında aseton/n-hekzan ile (1:1, v/v) en yüksek %EE değerlerini elde etmişlerdir. Aydın ve diğ., (2007) çalışmalarında Petrol eteri (P.eteri)/n-hekzan (1:1, v/v) ile en yüksek %EE değerlerini elde etmişlerdir.

Tablo 3.5.14 PAH bileşiklerinin filtreden organik faza alınması için uygulanan ekstraksiyon işlemleri

Filtre Türü	Ekstraksiyon türü	Ekstraksiyon süresi	Solvent türü	Solvent miktarı
PTFE	Ultrasonik	15 dak	dietileter/n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	15 dak	petroleteri/s-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	15 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	15 dak	n-hekzan/aseton (1:1, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	15 dak	n-hekzan	10 mL
	Ultrasonik	15 dak	n-hekzan/diklorometan (1:1, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	15 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	20 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	30 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	45 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	30 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	5 mL
	Ultrasonik	30 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	20 mL
CEF	Ultrasonik	15 dak	n-hekzan/diklorometan (1:1, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	15 dak	n-hekzan/diklorometan (1:1, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	15 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	20 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	30 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	45 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	10 mL
	Ultrasonik	30 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	5 mL
	Ultrasonik	30 dak	petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v)	20 mL

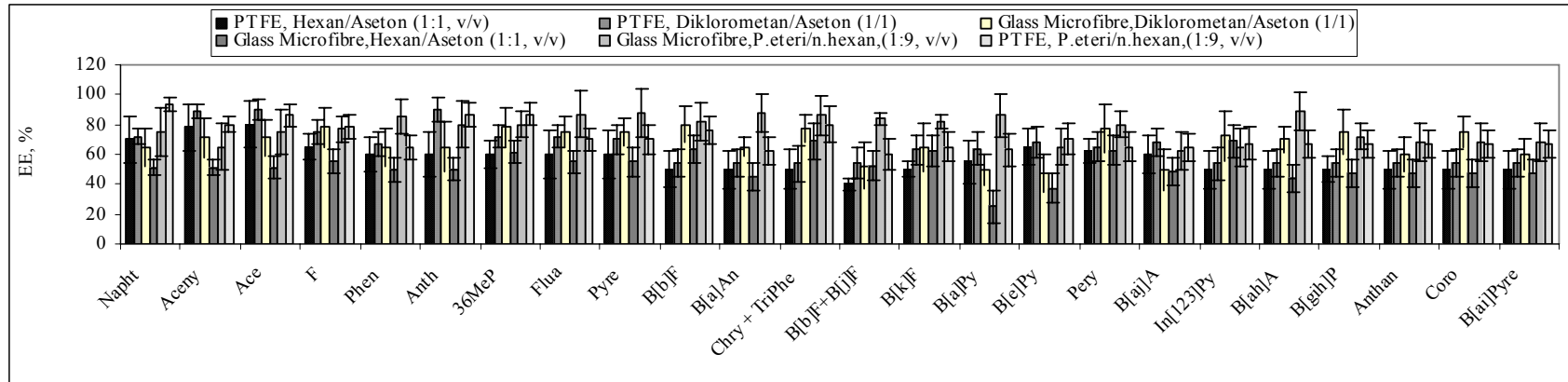
Literatürde yapılan optimizasyon çalışmaları değerlendirilerek en yüksek %EE değerlerinin elde edildiği solventler çalışma da denenmiştir. Çalışma da 2 farklı filtre türü CEF ve PTFE kullanılmıştır. Öncelikle PTFE için çözücü optimizasyonu yapılmış ve ardından CEF ile karşılaştırılmıştır. PTFE için ekstraksiyon süresi (15 dak) ve solvent miktarı (10 mL) sabit tutularak dietileter/n-hekzan (1:9, v/v), P.eteri/S.hekzan (1:9, v/v), P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v), n-hekzan/aseton (1:1, v/v), n-hekzan, aseton/diklorometan (1:1, v/v) solvent karışımları denenmiştir. Relatif standart sapma değerleri dietileter/n-hekzan (1:9, v/v) için 4,25-16,32; P.eteri/S.hekzan (1:9, v/v) için 9,25-15,51; P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) için 3,10-

12,00; n-hekzan/aseton (1:1, v/v) için 4,10-15,81; n-hekzan için 4,21-15,81; aseton/diklorometan için 9,61-15,01 olarak tespit edilmiştir. % EE değerleri incelendiğinde bileşiklerin geneli için P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v)'ın hem CEF hem de PTFE için diğer solvent ve solvent karışımlarına göre daha yüksek % EE değerleri verdiği tespit edilmiştir.

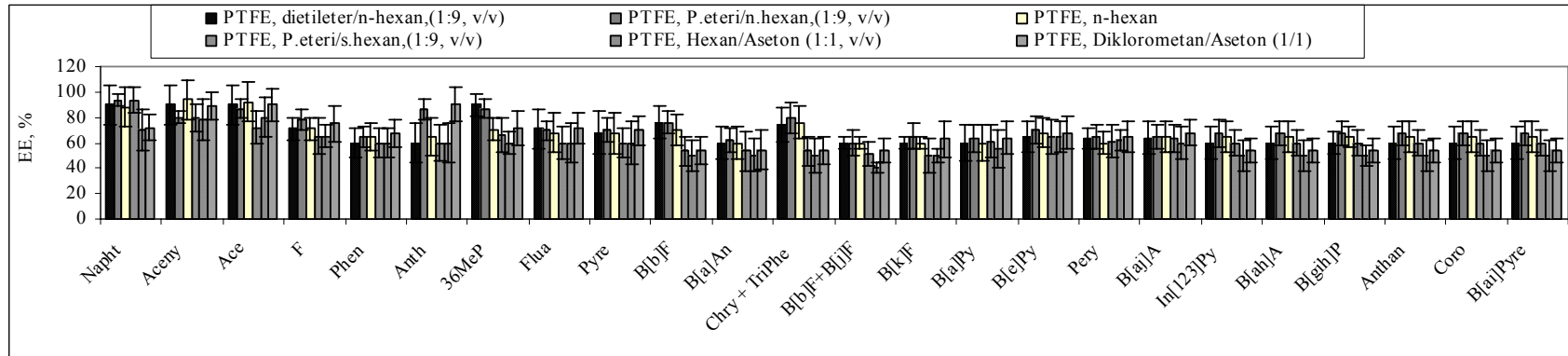
PTFE ve CEF'in karşılaştırılmasında (US EPA Metot 3550) metodunda önerilen aseton/diklorometan (1:1, v/v), n-hekzan/aseton (1:1, v/v) ve PTFE için en yüksek % EE değerinin elde edildiği P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) kullanılmıştır. Şekil 3.5.14'de PTFE için, Şekil 3.5.15'de aynı çözücüler için CEF ve PTFE için elde edilen % EE değerleri verilmiştir. CEF için tespit edilen relatif standart sapma değerleri aseton/diklorometan (1:1, v/v) için 6,45-16,66, n-hekzan/aseton (1:1, v/v) için 4,87-12,20, P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) için 4,10-13,81 dir. CEF ve PTFE için tespit edilen % EE değerleri karşılaştırıldığında molekül ağırlığı düşük PAH bileşikleri için PTFE nin, yüksek molekül ağırlıklı bileşikler yani partikül fazda bulunma ihtimali yüksek PAH'lar için ise CEF'in daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bileşiklerin tamamı göz önüne alındığında numune almada CEF'in kullanımının uygun olduğuna karar verilmiştir.

CEF ve PTFE için çözücü hacmi ve çözücü sabit tutularak farklı ekstraksiyon süreleri denenmiştir. 30 dakikalık ekstraksiyon süresinin her iki filtre türü içinde uygun olduğu belirlenmiştir. Ekstraksiyon süresi ve çözücü sabit tutularak farklı çözücü hacimleri denenmiştir. Yapılan çalışma da 10 mL'lik çözücü hacminde en yüksek % EE değerleri tespit edilmiştir. Solvent hacmi arttıkça %EE değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ekstraksiyon işlemi ve konsantre edilme aşamalarında kayıpların olabileceğidir. Ekstraksiyon işlemi üzeri aliminyum folyo kaplı beherlerde yapılmıştır. 5 mL'lik çözücü hacminin de 10 mL'lik çözücü hacmine göre daha düşük %EE değerleri verdiği belirlenmiştir. CEF için tespit edilen relatif standart sapma değerleri 10 mL P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) t=20 dak için 5,48-12,42; t= 30 dak için 5,10-10,83; t=45 dak için 6,28-15,00; 5 mL P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) t=30 dak için 5,08-12,81; 20 mL P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) t=30 dak için 6,11-14,00'dür. PTFE için tespit edilen standart sapma değerleri 10 mL P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) t=20 dak için 1,30-14,64; t= 30 dak için 1,36-9,12; t=45 dak için

1,75-7,94; 5 mL P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) t=30 dak için 1,65-9,00; 20 mL P.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) t=30 dak için 1,50-12,90'dır.



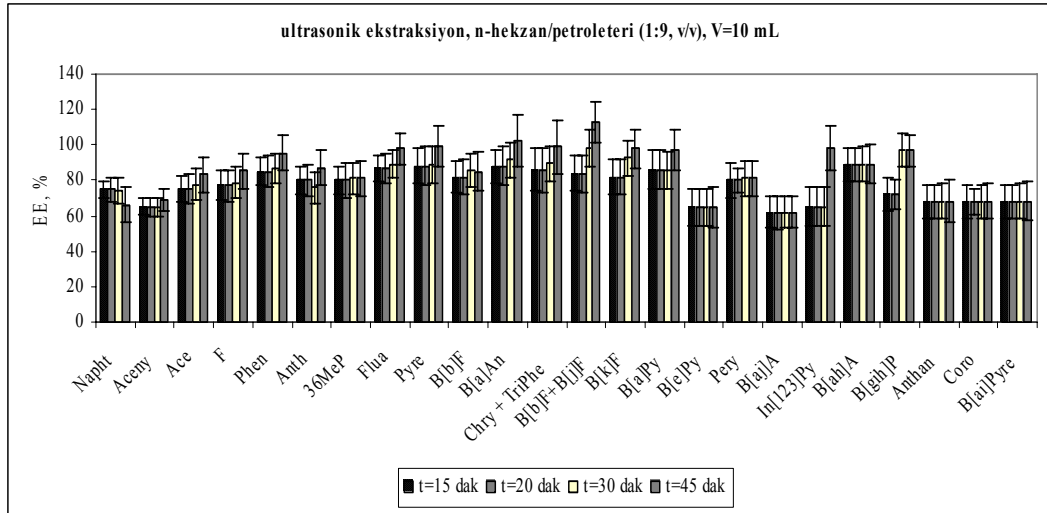
Şekil 3.5.14 PTFE Filtreden ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile $t=15$ dak, $V=10$ mL kullanılarak PAH bileşiklerinin farklı çözücüler için tespit edilen % EE sonuçları [SKC 2 μ m, 37 mm, $n=5$]



Şekil 3.5.15 Ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile $t=15$ dak, $V=10$ mL kullanılarak PAH bileşiklerinin farklı filtre türleri için tespit edilen % EE sonuçları [$n=5$]

İstatistiksel değerlendirme sonucunda CEF için PAH bileşiklerinin geri kazanım verimleri açısından 15 ve 20 dakikalık ekstraksiyon süresi arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olduğu, 20 ve 30 dakikalık ekstraksiyon süresi arasında Phen, Anth, Flua, Chry + TriPhe, B[a]Py, B[ah]A t_{hesap} değerlerinin (sırasıyla 3,38, 4,11; 4,45; 4,01; 6,01; 4,67) t_{kritik} değerlerinden büyük diğerlerinin $<t_{\text{kritik}}$ olduğu, 30 ve 45 dakikalık ekstraksiyon süresi arasında Anth, Flua, B[a]Py t_{hesap} değerlerinin (sırasıyla 3; 45; 3,01; 6,12) t_{kritik} değerlerinden büyük diğerlerinin $<t_{\text{kritik}}$ olduğu, 5 mL petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v) ve 10 mL petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v) arasında Ace hariç ($t_{\text{hesap}}=1,65$), diğer bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olduğu 10 mL petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v) ve 20 mL petroleteri /n-hekzan (1:9, v/v) arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı ($t_{\text{hesap}}>t_{\text{kritik}}=2,78$) tespit edilmiştir.

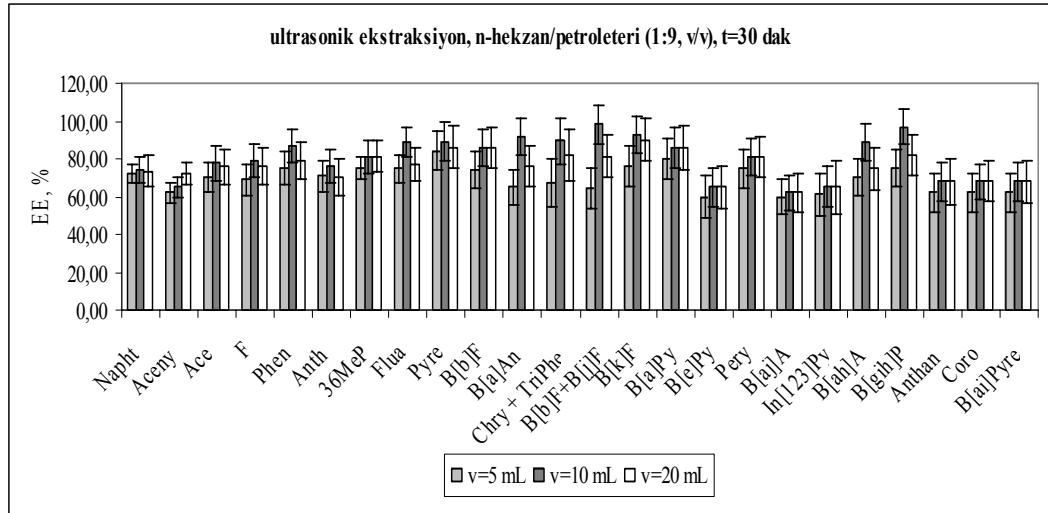
PTFE için PAH bileşiklerinin geri kazanım verimleri açısından istatistiksel değerlendirme yapıldığında 15 ve 20 dakikalık ekstraksiyon süresi arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olduğu, 20 ve 30 dakikalık ekstraksiyon süresi arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı, 30 ve 45 dakikalık ekstraksiyon süresi arasında Chry + TriPhe, B[e]Py, B[a]Py, Pery, B[k]F, B[b]F+B[j]F t_{hesap} değerlerinin (sırasıyla 0,82; 0,64; 2,67; 2,06; 1,4; 2,22) t_{kritik} değerlerinden küçük diğer bileşiklerin $>t_{\text{kritik}}=2,78$ olduğu 5 mL p.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) ve 10 mL p.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olduğu 10 mL p.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) ve 20 mL p. eteri/n-hekzan (1:9, v/v) arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı ($t_{\text{hesap}}>t_{\text{kritik}}=2,78$) tespit edilmiştir.



Şekil 3.5.16 CEF Filtreden ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile V=10 mL, p.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) kullanılarak PAH bileşiklerinin farklı ekstraksiyon süreleri için tespit edilen % EE sonuçları [Whatman, 37 mm, n=5]

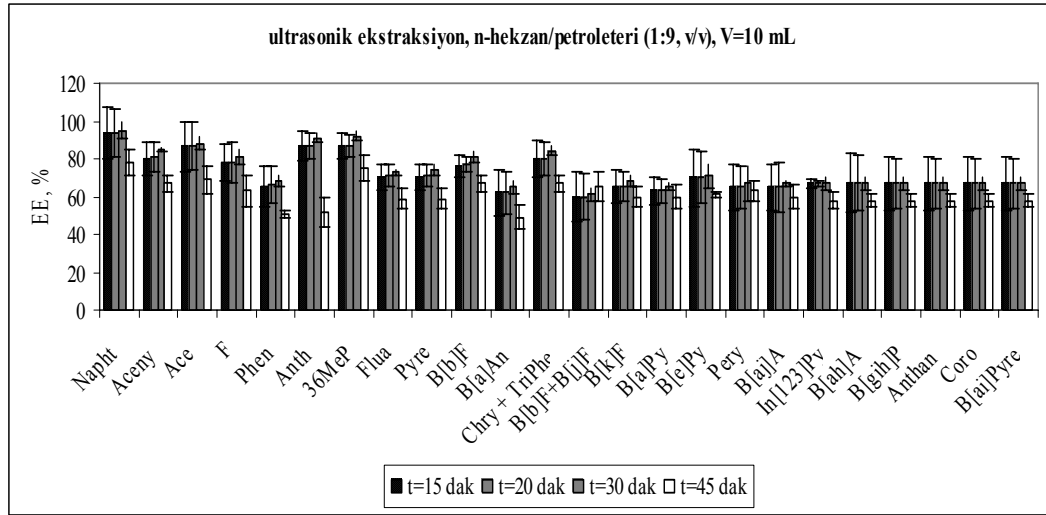
Numune alma aşamasında CEF filtre kullanılmış, ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile t=30 dak, V=10 mL p.eteri/n-hekzan (1:9, v/v) kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Hem partikül hem de gaz fazdaki PAH bileşikleri organik faza alındıktan sonra GC'ye enjekte edilmeden önce bir temizleme basamağından geçmesi gerekmektedir. Literatürde kullanılan temizleme metotlarının pek çoğunda EPA standart metotlarının modifikasyonları kullanılmıştır (Porte ve diğ., 2001).

Bu metotlardaki farklılıklar solvent ve sorbent türü, sorbent aktivasyon derecesi ve elüsyon hacmi profili nedeniyle. Bu çalışma da US EPA Metot 3630C (Silika jel), US EPA Metot 3610B (Alumina) ve Xie ve diğ., (2003)'den adapte edilen SPE Metot esas alınarak numune temizleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada temizleme verimi $0,1 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$, 1 mL karışık standart kullanılarak belirlenmiştir. Çeşitli sorbent madde ve karışımları, şırınga filtre ve C_{18} katı faz ekstraksiyon kartuşu, C_{18} katı faz ekstraksiyon kartuşu aktif silika ile birlikte olmak üzere 8 farklı temizleme metodu (n=5) denenmiştir.



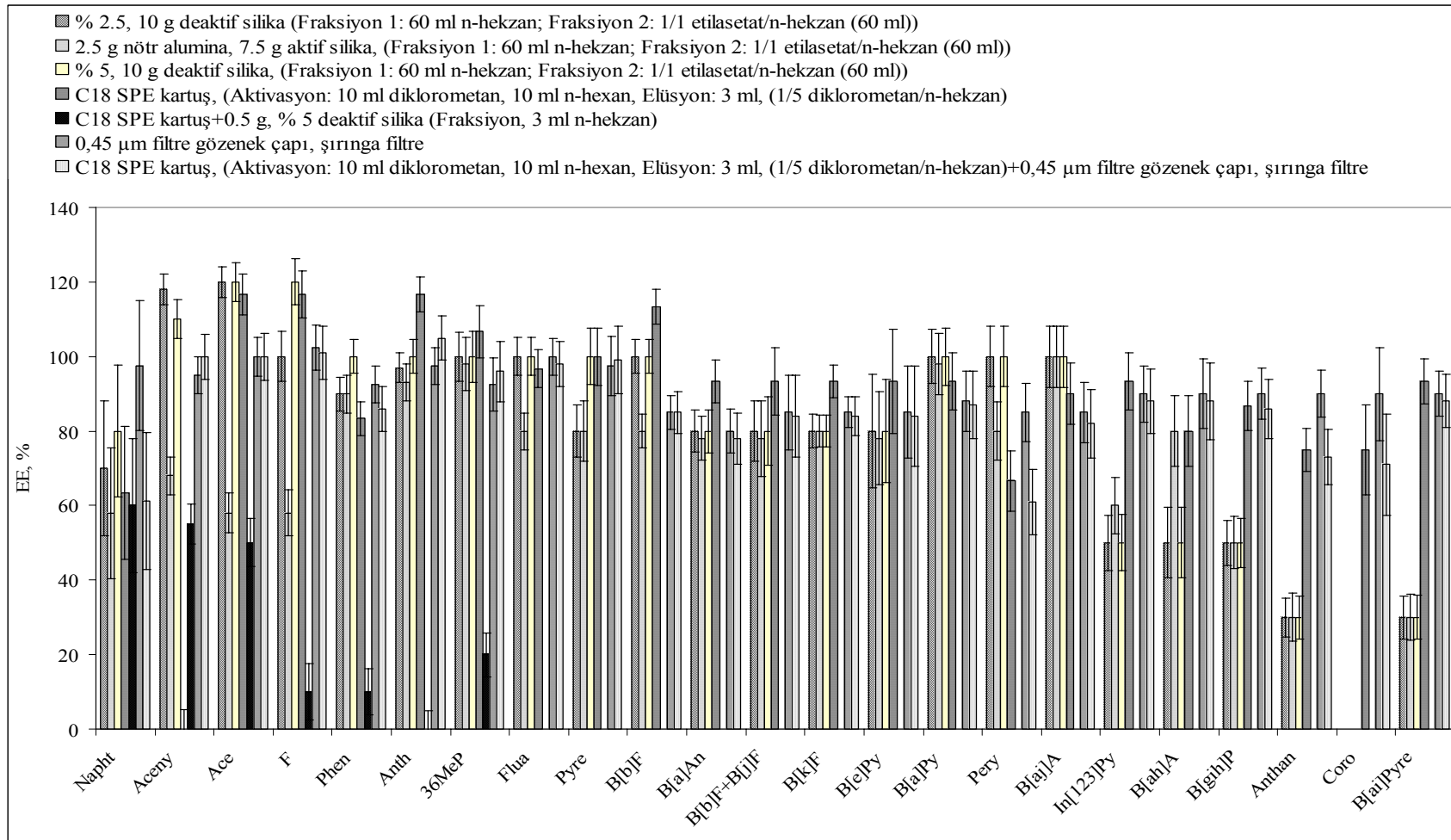
Şekil 3.5.17 CEF Filtreden ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile t=30 dakika, n-hekzan/ petrol eteri/ (1:9, v/v) kullanılarak PAH bileşiklerinin farklı çözücü hacimleri için tespit edilen %EE sonuçları [Whatman, 37 mm, n=5]

Şekil 3.5.20’de sadece % EE değerleri nispeten iyi olan 6 metot görülmektedir. Çünkü % 2,5; 10 g deaktif silika (Fraksiyon 1: 60 ml n-pentan, Fraksiyon 2: 1/5 dietileter/n-pentan, 60 ml) ve 10 g % 5 deaktif silika (Fraksiyon 1: 60 ml n-pentan, Fraksiyon 2: 1/5 dietileter/n-pentan, 60 ml) için % EE değerleri kantifikasyon limitinin altında tespit edilmiştir. Şekil 3.5.20 incelendiğinde şırınga filtre ve C₁₈ katı faz ekstraksiyon kartuşunun kullanıldığı temizleme metotlarının haricindeki diğer metotlarda bileşiklerin tamamı için EPA tarafından belirlenen kabul edilebilir değerler (% 60-120) sağlanmamıştır.

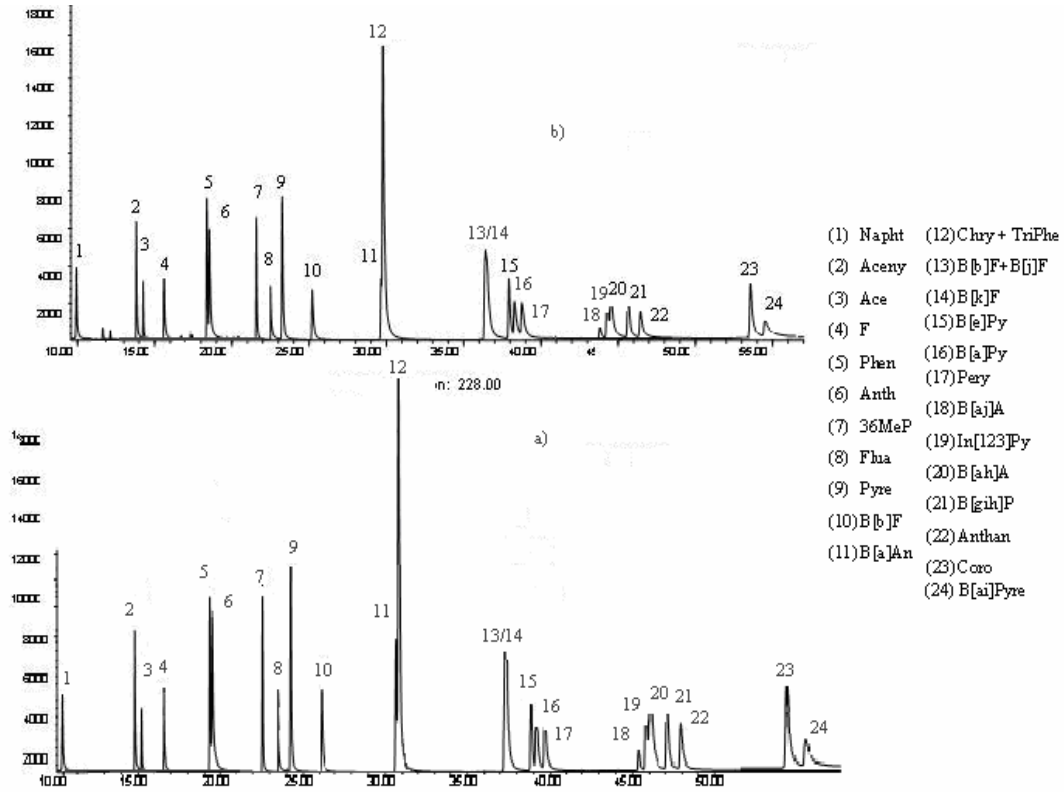


Şekil 3.5.18 PTFE Filtreden ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile V= 10 mL, petroleteri/n-hekzan (1:9, v/v) kullanılarak PAH bileşiklerinin farklı ekstraksiyon süreleri için tespit edilen %EE sonuçları [SKC 2 µm, 37 mm, n=5]

Relatif standart sapma değerleri % 2,5; 10 g deaktif silika (Fraksiyon 1: 60 ml n-hekzan; Fraksiyon 2: 1/1 etilasetat/n-hekzan (60 ml)) için 4,01-15,21; 2,5 g nötr alumina; 7,5 g aktif silika, (Fraksiyon 1: 60 ml n-hekzan; Fraksiyon 2: 1/1 etilasetat/n-hekzan (60 ml)) için 4,20-12,50; % 5, 10 g deaktif silika, (Fraksiyon 1: 60 ml n-hekzan; Fraksiyon 2: 1/1 etilasetat/n-hekzan (60 ml)) için 4,35-13,90; C18 SPE kartuş, (Aktivasyon: 10 ml diklorometan, 10 ml n-hekzan, Elüsyon: 3 ml, (1/5 diklorometan/hekzan) için 4,40-14,00, C18 SPE kartuş+0.5 g, % 5 deaktif silika (Fraksiyon, 3 ml n-hekzan) için 5,01-7,51; 0,45 µm filtre gözenek çapı, şırınga filtre için 4,20-12,50; C18 SPE kartuş, (Aktivasyon: 10 ml diklorometan, 10 ml n-hekzan, Elüsyon: 3 ml, (1/5 diklorometan/hekzan)+0,45 µm filtre gözenek çapı, şırınga filtre için 5,17-14,00 olarak tespit edilmiştir.



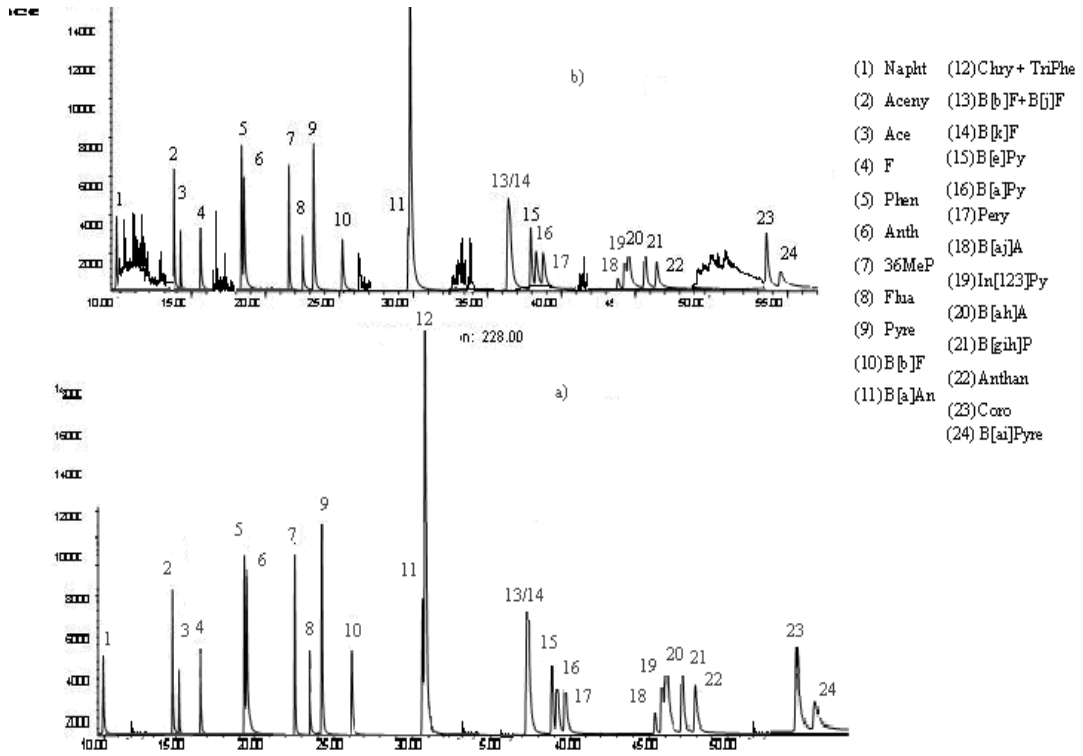
Şekil 3.5.20 Farklı temizleme metotları için elde edilen % EE değerleri [n=5]



Şekil 3.5.21-a a) hava örneklenmiş, XAD-2 tüpe PAH standart bileşiklerin spike yapılması sonucu (temizleme basamağı uygulanmamış), b) hava örneklenmiş, XAD-2 tüpe PAH standart bileşiklerin spike yapılması ve tüm metodun uygulanması sonucu elde edilen GC-MS kromatogramı

Şekil 3.5.21 incelendiğinde temizleme basamağının krileticileri elimine etmede başarılı olduğu görülmektedir.

Spike yapılmış hava ekstraktındaki PAH bileşiklerinin geri kazanımı spike yapılmamış tüp ve filtreden elde edilen miktarlar çıkartılarak hesaplanmıştır. Atmosfer havası örneklenmiş XAD-2 tüplere ve filtrelelere spike yapılan bileşikler için elde edilen geri kazanım verimleri sırasıyla % $65 \pm 1,13$ -% $108 \pm 1,15$; % $68 \pm 1,36$ - % $115 \pm 1,15$ aralığında değişmektedir. RSD ise < 10 olarak belirlenmiştir. Bu değerler US EPA tarafından önerilen %60-120 aralığında kaldığı için matriksin hedef bileşikler için etkisinin olmadığı düşünülmüştür.



Şekil 3.5.21-b a) hava örneklenmiş, filtreye PAH standart bileşiklerin spike yapılması sonucu (temizleme basamağı uygulanmamış), b) hava örneklenmiş, filtreye PAH standart bileşiklerin spike yapılması ve tüm metodun uygulanması sonucu elde edilen GC-MS kromatogramı

Ekstraksiyon aşamasından sonra filtreler şırınga filtre ve C_{18} katı faz ekstraksiyon kartuşunun kullanıldığı ardışık temizleme basamağı kullanılmıştır. C_{18} katı faz ekstraksiyon kartuşunun kullanıldığı temizleme basamağında % EE değerleri US EPA tarafından kabul edilebilir değerleri sağlamasına rağmen yoğun partikül kirliliği olan ekstrakta görünür kirliliği tam olarak engellemediği düşünülerek GC/MS sistemini özellikle enjektörü ve kolonu korumak amacıyla uygulanmıştır. Şırınga filtrenin temizleme basamağında veya filtrelerin ekstraksiyonundan sonra partiküllerin tutulmasında temizleme basamağıyla birlikte kullanılmasının uygun olduğu tespit edilmiştir. Çünkü şırınga filtre kullanıldığında bileşiklerde en fazla %15 kayıp olmaktadır. Fakat şırınga filtrenin çok kirli örneklerde tek başına kullanılması mümkün değildir. Bu çalışma da bileşiklerin geneli için asıl temizleme basamağı olarak C_{18} dolgu maddeli SPE kartuşunun kullanılmasının yararlı olduğu

görülmüştür. Bir çok araştırmacı PAH analizinde temizleme basamağı olarak SPE kartuş kullanmıştır (Wolska ve diğ., 2002; Xie ve diğ., 2003; Fuoco ve diğ., 2005).

3.5.2.3 Gaz Fazdaki UOB'lerin Desorbsiyon için Metot Geliştirilmesi

Gaz fazdaki UOB'ler (Uçucu organik bileşikler) için aktif hava örnekleme tekniği için metot çalışması yapılmıştır. NIOSH Metot 1501 optimize edilmiştir. Bu metotta hava örneklerinde UOB analizi için, aktif karbon adsorbenti içeren tüp kullanılmaktadır. Adsorbent olarak, Tenax, Porapak veya aktif karbon gibi farklı sorbent maddeler kullanılmaktadır. Tenax ve porapak genellikle termal desorbsiyon sistemlerinde kullanılan sorbentlerdir. Aktif karbon solvent desorbsiyon sistemlerinde kullanılan sorbent madde olduğu için tercih edilmiştir. Aktif karbon tüpleri 50 ve 100 mg granül aktif karbon içeren 2 kısımdan oluşmaktadır. Aktif karbon tüpünün arka bölümünde (50 mg) ölçülen UOB'lerin toplam konsantrasyonun %5'inden fazla olduğu durumda UOB'lerin breakthrough olduğu metotta belirtilmektedir. Bu nedenle analizlerde her iki bölümde analiz edilerek bileşiklerin breakthrough olup olmadığı kontrol edilmiştir. Metot optimizasyonu çalışmasında desorbsiyon etkinliğini arttırmak için Tablo 3.5.15'deki solventler denenmiştir. Öncelikle desorbsiyon süresi ve solvent miktarı sabit tutularak farklı solvent türleri için desorbsiyon etkinliği tespit edilmiştir. Tespit edilen optimum solvent türü için desorbsiyon süresi sabit tutularak farklı solvent miktarları için desorbsiyon etkinliği tespit edilmiş ve optimum solvent miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır. Son olarak ise tespit edilen optimum solvent türü ve solvent miktarı sabit tutularak farklı desorbsiyon süreleri için desorbsiyon etkinliği tespit edilmiştir.

Desorbsiyon işleminden önce aktif karbon sorbent madde içeren tüpe 5 ng μL^{-1} konsantrasyonda karışık UOB standardı spike yapılmış, üzerine sabit hacimde n-hekzan, diklorometan, n-pentan ve karbon disülfür organik çözücüleri ilave edilmiştir. % EE karşılaştırılması aynı solvent içinde hazırlanmış standartlarla karşılaştırılmıştır. Örneğin diklorometan denemesinde standart diklorometan içerisinde hazırlanmıştır. % EE karşılaştırıldıktan sonra uygun çözücü için hacim değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Uygun hacimde çözücü ile desorbsiyon süreleri değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Desorbsiyon işlemi karanlık bir ortamda oda

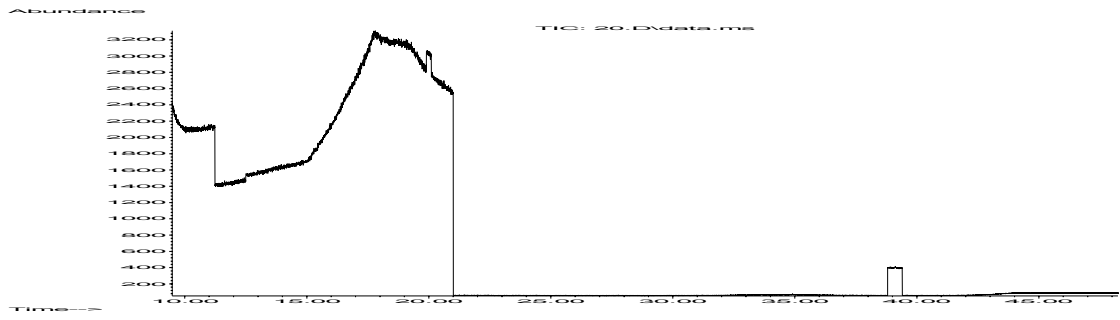
sıcaklığında orta hızda yatay çalkalayıcıda karıştırılarak gerçekleştirilmiştir. % EE'ni arttırmak için desorbsiyon işlemi sonrasında ultrasonik banyo kullanılarak ultrasonik ekstraksiyon yöntemi uygulanmıştır. Ultrasonik banyodaki su miktarı katı madde tabakasının üzerinde solvent (çözücü) yüzeyinin hemen altında olacak şekilde ayarlanmıştır. Ultrasonik ekstraksiyon yönteminde solvent miktarı sabit tutularak farklı ekstraksiyon süreleri için ekstraksiyon verimi tespit edilmiştir. 2 mL 5 ng μL^{-1} hazırlanan karışık UOB standardının 1 mL'si Chromafil O-45/25 şırınga filtreden geçirilerek ve şırınga filtreden geçirilmeden kantifiye edilmiş ve % EE değerleri tespit edilmiştir.

Tablo 3.5.15 UOB bileşiklerinin aktif karbon sorbent den organik faza alınması için uygulanan ekstraksiyon-desorbsiyon işlemleri

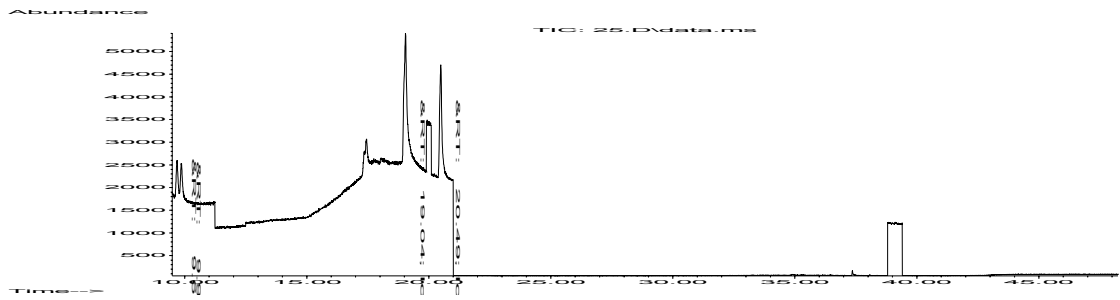
Metot	Ekstraksiyon türü	Desorbsiyon/Ekstraksiyon süresi	Solvent türü	Solvent miktarı
NIOSH 1501	Desorbsiyon	2 sa	n-hekzan	2 mL
	Desorbsiyon	2 sa	Diklorometan	2 mL
	Desorbsiyon	2 sa	n-pentan	2mL
	Desorbsiyon	2 sa	Karbon disülfür	2 mL
	Desorbsiyon	2 sa	Karbon disülfür	1 mL
	Desorbsiyon	2 sa	Karbon disülfür	5 mL
	Desorbsiyon	1 sa	Karbon disülfür	1 mL
	Desorbsiyon	3 sa	Karbon disülfür	1 mL
	Desorbsiyon + Ult	Desorb= 2 saat Ult. 15 dakika	Karbon disülfür	1 mL
	Desorbsiyon + Ult	Desorb= 2 saat Ult= 30 dakika	Karbon disülfür	1 mL
	Desorbsiyon + Ult	Desorb= 2 saat Ult = 45 dakika	Karbon disülfür	1 mL

Gaz fazdaki UOB'ler (Uçucu organik bileşik) için aktif hava örnekleme tekniği için metot çalışması yapılmıştır. n-pentan çözücüsü ile bileşiklerin hiçbirinde desorbsiyon elde edilmemiştir. n-hekzan, n-pentan, diklorometan ve karbon disülfür için desorbsiyon aşamasından sonra elde edilen kromatogramlar Şekil 3.5.22'de verilmiştir. Öncelikle desorbsiyon süresi 2 saat ve solvent miktarı 1 mL sabit tutularak farklı solvent türleri için desorbsiyon etkinliği tespit edilmiştir. Şekil 3.5.23'de aktif karbon tüpünden solvent desorbsiyon yöntemi ile UOB'lerin farklı solventler için elde edilen % EE değerleri görülmektedir.

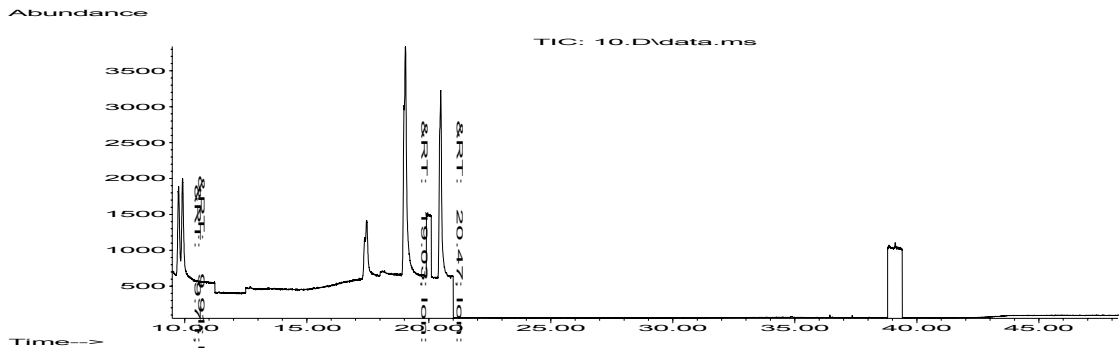
Relatif standart sapma değerleri diklorometan için 0,00-9,09; n-hekzan için 0,00-20,00; karbon disülfür için 3,13-12,37 olarak tespit edilmiştir. % EE değerleri incelendiğinde bileşiklerin geneli için karbon disülfürün diğer çözücülere göre daha yüksek % EE değerleri verdiği tespit edilmiştir.



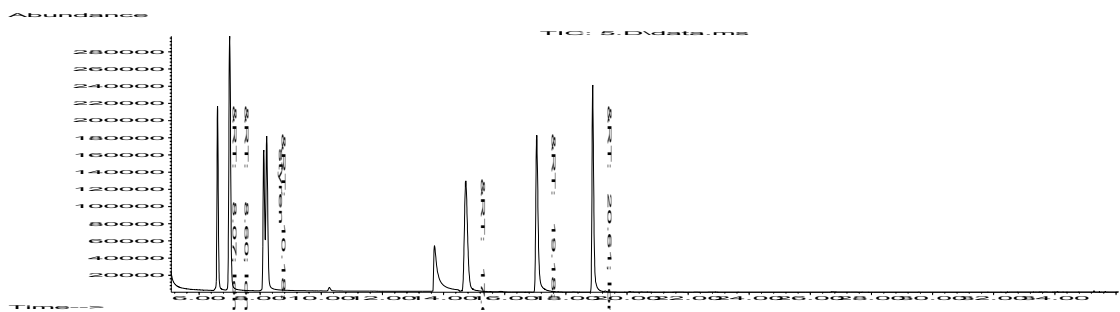
a) n-pentan



b) Diklorometan

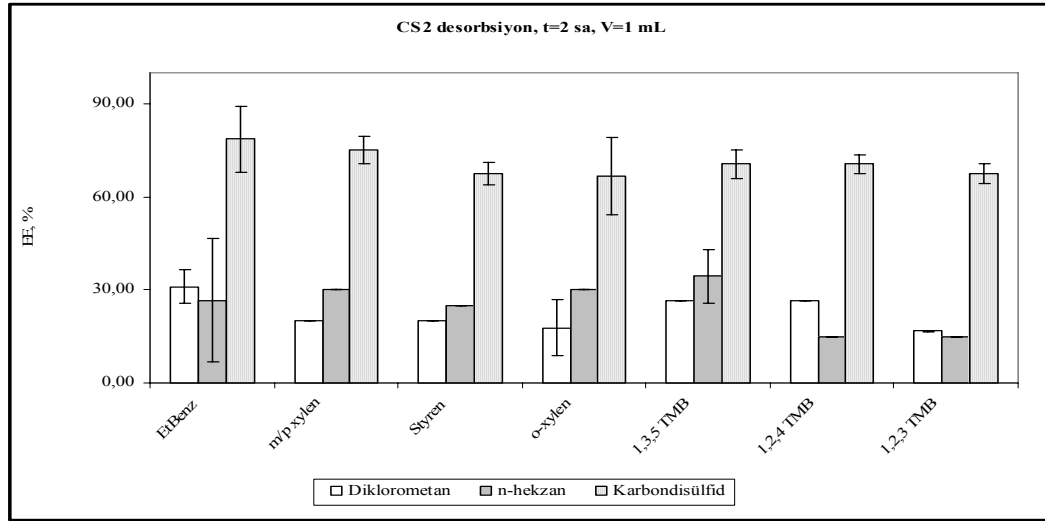


c) n-hekzan



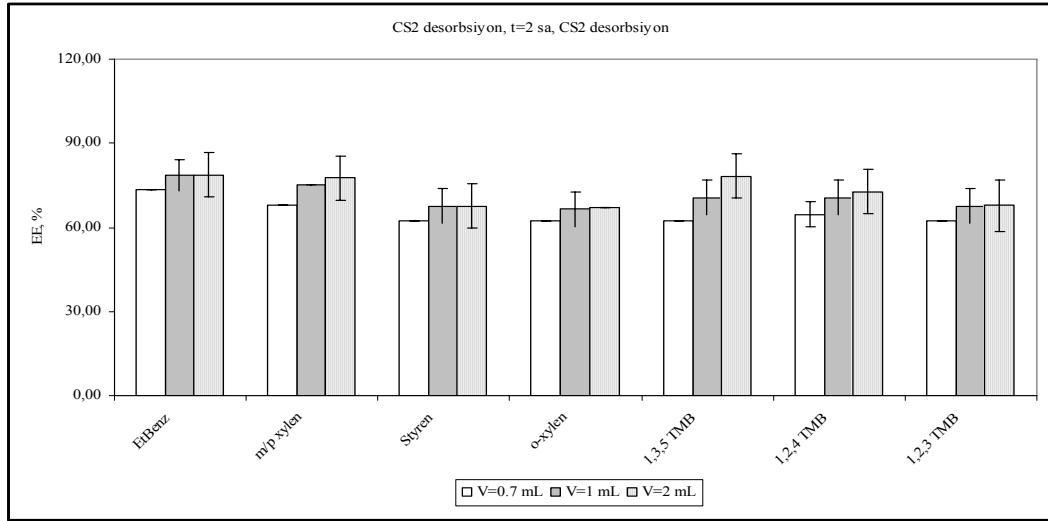
d) Karbon disülfür

Şekil 3.5.22 Solvent desorbsiyon aşamasında a) n-pentan, b) Diklorometan, c) n-hekzan, d) Karbon disülfür çözücülerini için elde edilen kromatogramlar



Şekil 3.5.23 UOB'lerin aktif karbon tüpünden solvent desorbsiyon yöntemi ile farklı solventler için elde edilen EE (%) değerleri, [n=5]

Tespit edilen optimum çözücü olan karbon disülfür için desorbsiyon süresi sabit tutularak farklı solvent miktarları için desorbsiyon etkinliği tespit edilerek optimum solvent miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır. Son olarak ise tespit edilen optimum solvent türü ve solvent miktarı sabit tutularak farklı desorbsiyon süreleri için desorbsiyon etkinliği tespit edilmiştir. Şekil 3.5.24'de UOB'lerin aktif karbon tüpünden solvent desorbsiyon yöntemi ile farklı solvent miktarları için elde edilen % EE değerleri görülmektedir.

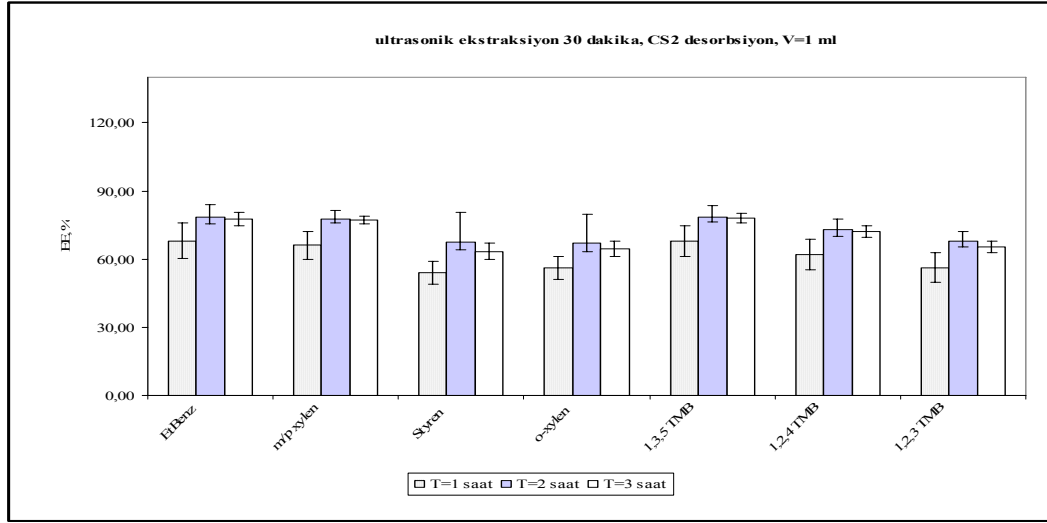


Şekil 3.5.24 UOB'lerin aktif karbon tüpünden solvent desorbsiyon yöntemi ile farklı solvent miktarları için elde edilen EE (%) değerleri, [n=5]

Farklı karbon disülfür hacimleri için tespit edilen relatif standart sapma değerleri 0,7 mL için 0,00-4,68; 1 mL için 3,13-12,37; 2 mL için 0,00-9,12 olarak tespit edilmiştir. %EE değerleri incelendiğinde bileşiklerin geneli için karbon disülfürün diğer çözücülere göre daha yüksek %EE değerleri verdiği tespit edilmiştir.

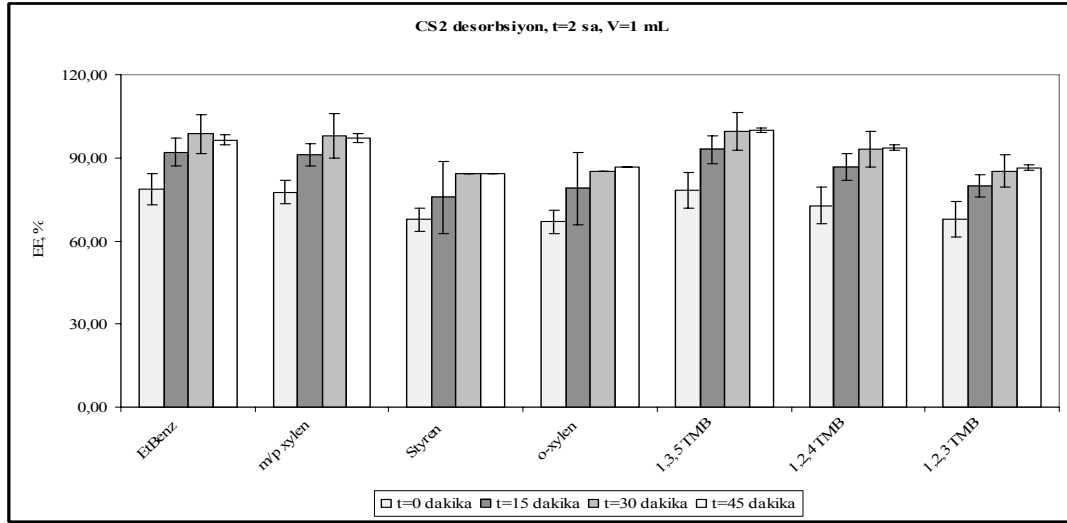
İstatistiksel değerlendirme sonucunda UOB'lerin geri kazanım verimleri açısından 0,7 mL ve 1 mL çözücü hacimleri arasında m/pxylen hariç ($t_{hesap}=7,33$) diğer bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı tespit edilmiştir. 1 mL ve 2 mL çözücü hacimleri arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($t_{hesap} < t_{kritik}=2,78$). Bu nedenle numune aşamasında 1 mL solvent hacmi kullanılmıştır.

Son olarak ise tespit edilen optimum solvent türü ve solvent miktarı sabit tutularak farklı desorbsiyon süreleri için tespit edilen sonuçlar Şekil 3.5.25'de verilmiştir.



Şekil 3.5.25 UOB'lerin aktif karbon tüpünden solvent desorbsiyon ile farklı desorbsiyon süreleri için elde edilen EE (%) değerleri, [n=5]

Elde edilen relatif standart sapma değerleri T=1 saat için 4,95-7,81; T=2 saat için 3,87-13,01; T=3 saat için 1,55-3,46 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda UOB'lerin geri kazanım verimleri açısından T=1 saat ve T=2 saat arasında m/p xilen hariç ($t_{hesap}=3,78$) diğer bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı tespit edilmiştir. T=2 saat ve T=3 saat arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($t_{hesap} < t_{kritik}=2,78$). Bu nedenle numune aşamasında 2 saatlik desorbsiyon süresi kullanılmıştır. %EE'ni arttırmak için desorbsiyon işlemi sonrasında ultrasonik banyo kullanılarak ultrasonik ekstraksiyon yöntemi uygulanmıştır. Ultrasonik ekstraksiyon yönteminde solvent miktarı sabit tutularak farklı ekstraksiyon süreleri için ekstraksiyon verimi tespit edilmiştir. Şekil 3.5.26'da aktif karbon tüpünden solvent desorbsiyon yöntemini takiben ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile UOB'lerin farklı ekstraksiyon süreleri için elde edilen %EE değerleri görülmektedir.

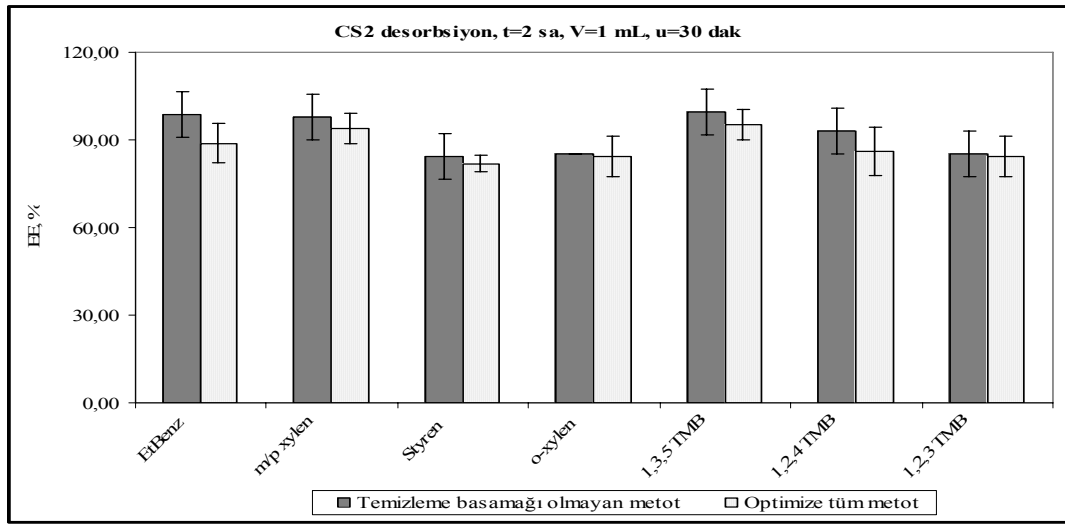


Şekil 3.5.26 Aktif karbon tüpünden solvent desorbsiyon yöntemini takiben ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile UOB'lerin farklı ekstraksiyon süreleri için elde edilen EE (%) değerleri, [n=5]

Elde edilen relatif standart sapma değerleri $u_t=0$ için 4,05-6,62; $u_t=15$ dakika için 3,87-13,01; $u_t=30$ dakika için 0,00-8,08; $u_t=45$ dakika için 0,00-1,79 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda UOB'lerinin geri kazanım verimleri açısından $u_t=0$ ve $u_t=15$ dakika ekstraksiyon süresi arasında EtBenz, m/p xylen, 1,3,5 TMB ve 1,2,4 TMB t_{hesap} değerlerinin (sırasıyla 3,06; 9,34; 3,09; 2,91) $t_{kiritik}$ değerlerinden büyük diğerlerinin $< t_{kiritik}$ olduğu, $u_t=0$ ve $u_t=15$ dakika ekstraksiyon süresi arasında EtBenz, m/p xylen, 1,3,5 TMB ve 1,2,4 TMB bileşikleri için %95 ihtimalle bir fark olduğu tespit edilmiştir. 15 ve 30, 30 ve 45 dakikalık ekstraksiyon süresi arasında bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($t_{hesap} < t_{kiritik}=2.78$). Bu nedenle numune aşamasında en yüksek geri kazanımı veren 30 dakikalık ekstraksiyon süresi kullanılmıştır.

Desorbsiyon ve ultrasonik ekstraksiyon aşamalarını takiben ekstrakta görünür derecede aktif karbondan da kaynaklanan kirlilik belirlenmiştir. Bu ve matriksten gelen kirlilikten GC/MS sistemini korumak için temizleme basamağı metot'a dahil edilmiştir. Öncelikle PAH bileşiklerinin metot optimizasyonunda kullanılan metotlar denenmiştir. Bu metotlarda UOB'ler ekstraktın analizinde belirlenememiştir. Literatürde yapılan araştırmalar neticesinde UOB'leri için herhangi bir temizleme metoduna rastlanmamıştır. Bu sonuçlar neticesinde temizleme basamağında

kullanılan silika, alumina gibi sorbentlerin UOB'lerini ya hapsettikleri ya da konsantre etme aşamasında solventin uçurulması sırasında bileşiklerde kayıplar meydana geldiği düşünülmüştür. Bu nedenle partikül kirliliğini engellemede kullanılan Chromafil O-45/25 şırınga filtre kullanılmıştır. Öncelikle 2 mL 5 ng μL^{-1} hazırlanan karışık UOB standardının 1 mL'si Chromafil O-45/25 şırınga filtreden geçirilerek ve şırınga filtreden geçirilmeden kantifiye edilmiş ve EE (%) değerleri tespit edilmiştir. Şekil 3.5.27'de elde edilen % EE değerleri görülmektedir.

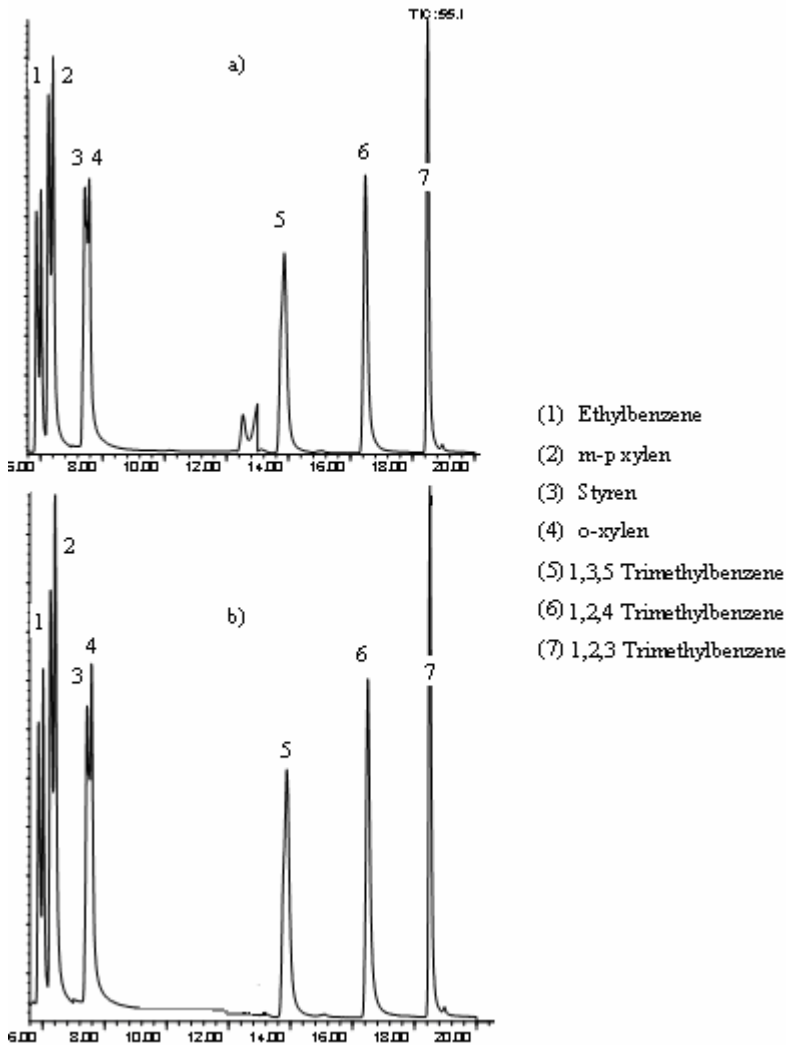


Şekil 3.5.27 Temizleme basamağı uygulanmamış ve tüm metot için elde edilen EE (%) değerleri, [n=5]

Elde edilen relatif standart sapma değerleri temizleme basamağı olmayan metot için 0,00-8,08; optimize tüm metot için 2,84-8,19 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda UOB'lerin geri kazanım verimleri açısından temizleme basamağı olmayan metot ile optimize tüm metot bileşiklerin tamamında %95 ihtimalle bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($t_{\text{hesap}} < t_{\text{kritik}} = 2,78$). Elde edilen bu sonuçlar temizleme basamağında oluşan kayıpların önemsizmeyecek derecede az olduğunu göstermektedir.

Matriksin UOB'lerinin ekstraksiyonu ve matriks içerisinde girişim yapan maddelerin GC/MS analizinden önce elimine edilmesini incelemek amacıyla 2 saat süresince $\sim 0,00012 \text{ m}^3 \text{ dak}^{-1}$ akış oranında 2 saat süresince $0,0144 \text{ m}^3$ ortam havası örneklenmiş aktif karbon tüplerine 2 ng μL^{-1} konsantrasyonunda karışık UOB

standardı spike yapılmıştır. Spike yapılmış aktif karbon tüpleri 2 mL karbon disülfür ile desorbe edilmiş ve takiben ultrasonik banyoda 30 dakika ekstrakte edilmiştir. 1 mL'si temizleme basamağından önce kalan 1 mL temizleme basamağından sonra GC/MS'e enjekte edilerek kantifiye edilmiştir. Bu işlem aynı noktadan alınan 5 matriks üzerine yapılarak kontrol edilmiştir. Şekil 3.5.28'de a) atmosfer havası örneklenmiş, temizleme basamağı uygulanmamış sadece desorbsiyon ve ekstraksiyon işlemi uygulanmış b) atmosfer havası örneklenmiş, tüm metot uygulandıktan sonra UOB'ler için elde edilen kromatogramlar görülmektedir.



Şekil 3.5.28 a) atmosfer havası örneklenmiş, aktif karbon tüpe UOB standart bileşiklerinin spike yapılması sonucu temizleme basamağı uygulanmamış sadece desorbsiyon ve ekstraksiyon işlemi uygulanmış, b) atmosfer havası örneklenmiş, tüm metot uygulandıktan sonra UOB'ler için elde edilen GC-MS kromatogramı

Spike yapılmış hava ekstraktındaki UOB'lerin geri kazanımı spike yapılmamış tüp den elde edilen miktarlar çıkartılarak hesaplanmıştır. Atmosfer havası örneklenmiş aktif karbon tüplere spike yapılan bileşikler için elde edilen geri kazanım verimleri sırasıyla % $86 \pm 4,6$ -% $117,56 \pm 1,05$ aralığında değişmektedir. RSD ise < 10 olarak belirlenmiştir. Bu değerler US EPA tarafından önerilen %60-120 aralığında kaldığı için matriksin hedef bileşikler için etkisinin olmadığı düşünülmüştür. Desorbsiyon ve ekstraksiyon aşamasından sonra şırınga filtrenin kullanıldığı temizleme basamağı kullanılmıştır.

3.6. XAD-2, CEF ve Aktif Karbon Tüplerinin Hedef Bileşikleri Tutma Etkinliğinin Araştırılması

Numune aşamasında kullanılacak XAD-2, CEF ve Aktif karbon tüplerinin hedef bileşikleri tutma etkinliğini belirlemek amacıyla laboratuvar şartlarında çeker ocak içinde kapalı bir ortam oluşturulmuş ve ısıtıcı üzerine çözücü içinde hedef bileşikler içeren konik balon joje su banyosu oluşturularak yerleştirilmiştir. Isı yardımıyla hedef bileşikler gaz faza geçirilip düşük hacimli örnekleyiciyle örneklenmiştir. Bu işlem konik balon içindeki çözücü 3 kez uçuruluncaya kadar yaklaşık 4 saat devam ettirilmiştir. Uçurma işlemi ardışık olarak yapılmıştır. PAH bileşikleri tam olarak gaz faza geçirilememiş, çökeltirer oluşmuştur. Bu nedenle XAD-2 ve CEF'in bileşikleri tutma etkinliği çok düşük belirlenmiştir. Bileşiklerdeki kayıplar ise yüksek ($> \% 80$) belirlenmiştir. Bileşiklerdeki kayıplar çözücü içindeki hedef bileşiğin konsantrasyonu ile örneklemede tutulan bileşiğin konsantrasyonu arasındaki farkın yüzdesi hesaplanarak belirlenmiştir. UOB'ler için ortalama kayıplar sırasıyla EtBenz; m/p xylene; styren; o-xylene; 135 TMB; 1,2,4 TMB; 1,2,3 TMB için %20, 20, 52, 20, 20, 19, 18 olarak belirlenmiştir. Relatif standart sapma değerleri ise < 20 olarak belirlenmiştir.

3.7. Blank ve Metot Dedeksiyon Limiti (MDL) Çalışmaları

Çalışma da aktif karbon tüp, XAD-2 tüp, sertifikalı PUF ve filtreler için laboratuvar, arazi, solvent blank çalışmaları yapılmıştır. Laboratuvar blank değerleri

PAH bileşikleri için 6 tüp-filtrenin araziye götürülmeksizin laboratuvar ortamında hedef bileşikler için optimize tüm metodun uygulanıp analiz edilmesiyle tespit edilmiştir. MDL Eşitlik (3.5.5) kullanılarak hesaplanmıştır. Blankte tespit edilemeyen bileşikler için MDL olarak IDL kullanılmıştır. Blank ve MDL çalışmaları 5 tekrar kullanılarak yapılmıştır. Standart sapma değerleri $< 0,2$ olarak belirlenmiştir.

Taşıma esnasındaki olabilecek konsantrasyon değişimleri 5 arazi blank ve 1 solvent blank kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Solvent (analitik) blank ile kantifikasyon hatalarına neden olabilecek girişim yapan bileşikler tarafından kontaminasyonun olmadığını kontrol etmek amaçlanmıştır. Blank tüplerinde UOB'lerin toplam konsantrasyonu $< 0,015 \text{ mg m}^{-3}$, PAH'ların ise filtrelerde ve tüplerde $< 0,031 \text{ mg m}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir. Örneklerin tamamında UOB ve PAH bileşikleri blanklerde tespit edilenlerden yüksek belirlenmiştir.

Tablo 3.7.1 PAH bileşikleri için laboratuvar, arazi ve solvent blank değerleri, metot dedeksiyon limiti (MDL), ng μL^{-1} [n=5]

Bileşik adı	Laboratuvar blank		Arazi blank		Solvent blank		MDL	
	Filtre	XAD-2	Filtre	XAD-2	Filtre	XAD-2	Filtre	XAD-2
Napht	0,001	0,001	0,009	0,005	0,001	0,000	0,002	0,004
Aceny	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
Ace	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	IDL	IDL
F	0,000	0,001	0,004	0,005	0,000	0,000	IDL	0,008
Phen	0,000	0,000	0,003	0,003	0,000	0,000	IDL	IDL
Anth	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
36MeP	0,000	0,007	0,000	0,017	0,000	0,003	IDL	0,024
Flua	0,007	0,000	0,017	0,000	0,003	0,000	0,024	IDL
Pyre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[b]F	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,003	IDL	0,021
B[a]An	0,003	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,021	IDL
Chry + TriPhe	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[b]F+B[j]F	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[k]F	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[e]Py	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[a]Py	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
Pery	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[aj]A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
In[123]Py	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[ah]A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[ghi]P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
Anthran	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
Coro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL
B[ai]Pyre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	IDL	IDL

Mandalakis ve diğ. (2002) yaptıkları çalışmalarında filtre ve PUF pluglarda 40 PAH bileşiği için blank değerlerini 1,5-5 ng/numune olarak tespit edilmiştir. Çalışmalarında MDL olarak IDL'i (0,001 ng m^{-3}) kullanmışlardır. Sofuoğlu ve diğ., (2001) yaptıkları çalışmalarında blank değerlerini 20-2013 ng aralığında tespit etmişlerdir. Fang ve diğ., (2004), yaptıkları çalışma da PAH bileşikleri için MDL'ni 10 ppb olarak tespit etmişlerdir.

UOB'ler için yapılan blank çalışmalarında herhangi bir UOB'i tespit edilmemiştir. Bu nedenle bu UOB'ler için MDL olarak IDL (1,048-16,632 ng m^{-3}) kullanılmıştır. Hsieh ve diğ., (2003) tarafından yapılan çalışma da ise MDL olarak IDL'i kullanılmış olup EtBenz için 0,5; m/p xylen için 0,7; o-xylen için 0,6; 1,3,5 TMB için 0,6; 1,2,4 TMB için 0,5 ppb olarak belirlenmiştir. Lee ve diğ., (2006) yaptıkları çalışmada MDL olarak IDL'i (0,5-0,8 $\mu\text{g} \text{m}^{-3}$) kullanmışlardır. Bu çalışma da elde edilen sonuçlar yapılan diğer çalışmalardaki aralık içindedir.

3.8. Yüksek ve Düşük Hacimli Hava Örnekleyicilerinin Kalibrasyonu

Yüksek hacimli hava örnekleyicisinin kalibrasyonu (Y2)'ye karşı elde edilen orifis okuma (Y1) değerleri kullanılarak *Eşitlikler (3.5.10, 3.5.11, 3.5.12, 3.5.13 ve 3.5.14)* yardımıyla volumetrik akışa dönüştürülmüştür.

Kalibrasyon ortam sıcaklığı : $30^{\circ}\text{C} = 303^{\circ}\text{K}$

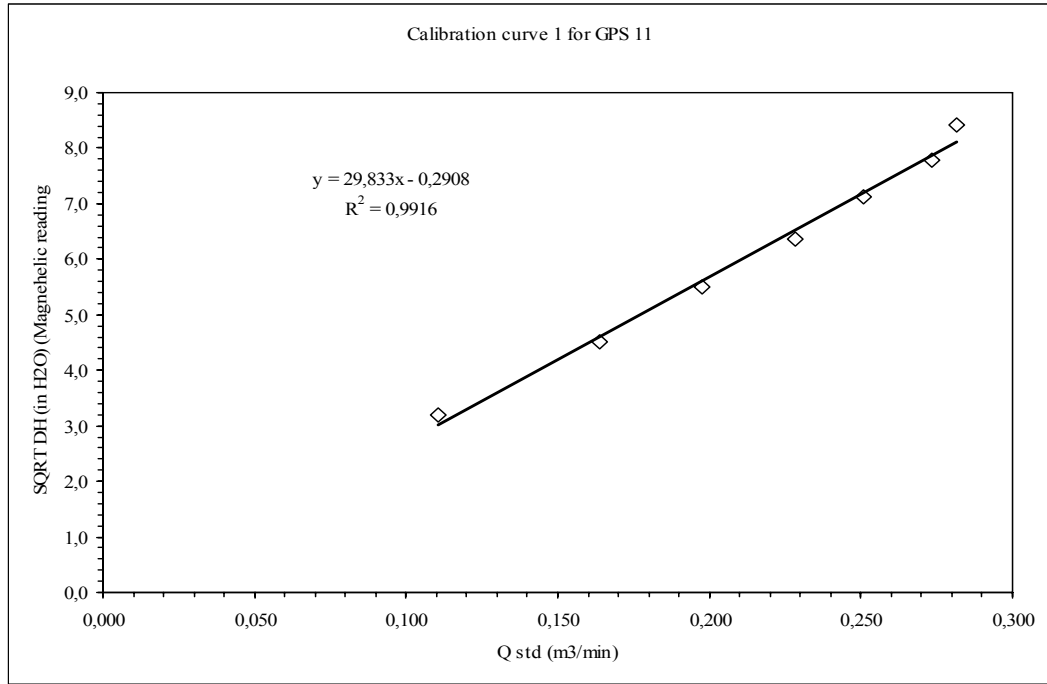
Kalibrasyon ortam barometrik basıncı : 759,25 mm Hg

Örnekleyici kalibrasyonunda kullanılan ve hesaplanan değerler Tablo 3.8.1'de, kalibrasyon eğrisi Şekil 3.8.1'de verilmiştir.

Tablo 3.8.1 Yüksek hacimli örnekleyicinin kalibrasyonunda kullanılan değerler

Kalibrasyonda ölçülen değerler		Kalibrasyon değerleri		
Y1	Y2	Y3	Y4	X1
(orifis okumaları), inch	(Magnehelic okumalar), inch	(orifis manometresi)	(izlenen Magnehelic, inch)	(hesaplanan orifis akış değeri), $\text{m}^3 \text{dak}^{-1}$
6,50	70	2,566	8,419	0,282
6,10	60	2,485	7,795	0,273
5,10	50	2,273	7,115	0,251
4,20	40	2,062	6,364	0,228
3,10	30	1,772	5,512	0,197
2,10	20	1,458	4,500	0,164
0,90	10	0,955	3,182	0,110

$Q_{\text{std}} = 0.231 \text{ m}^3 \text{dak}^{-1}$ (50 Magnehelic okuma için)

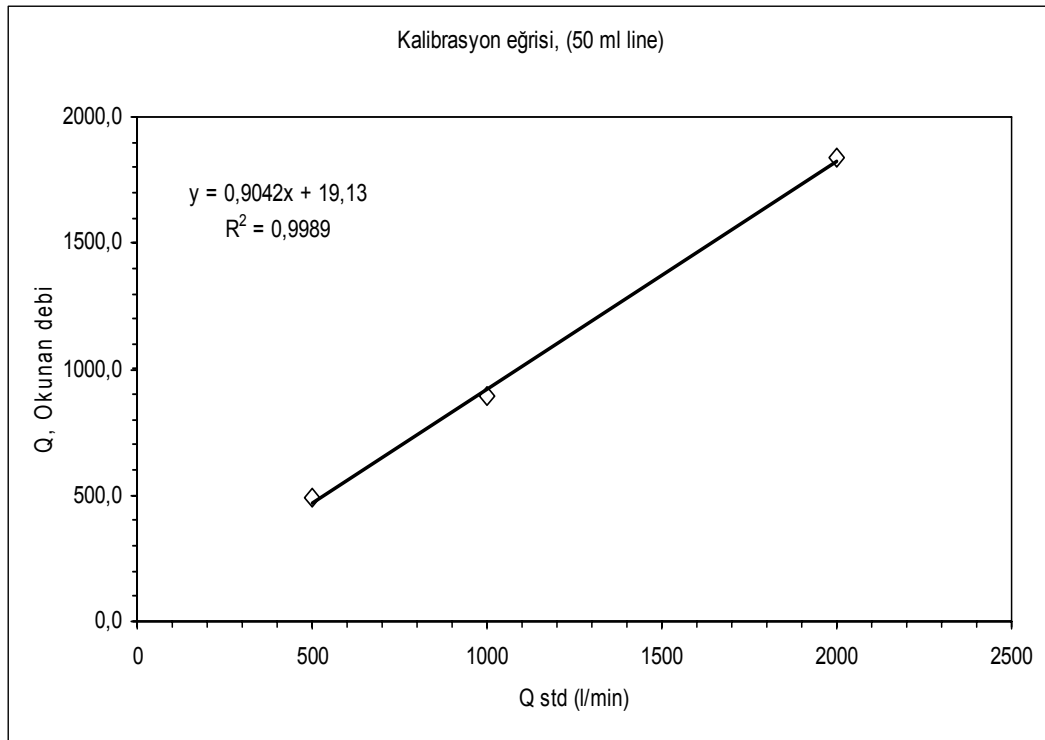


Şekil 3.8.1 Yüksek hacimli örnekleyicinin kalibrasyon eğrisi

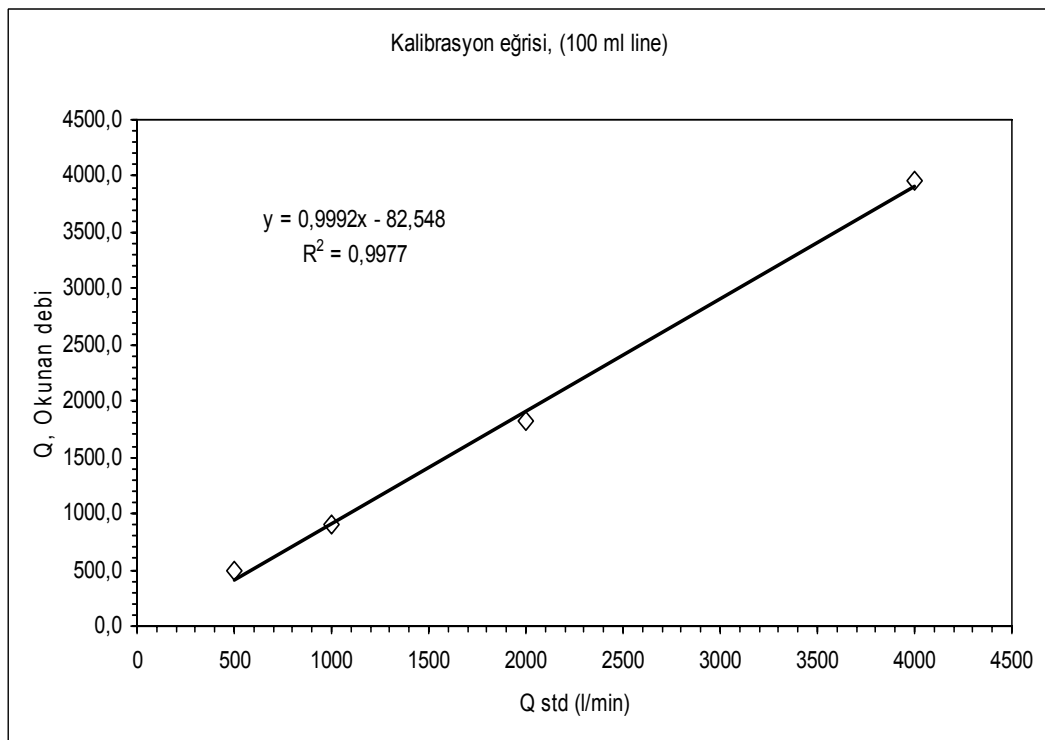
Düşük hacimli örnekleyici sabun köpüklü akış ölçer ile günlük kalibre edilmiştir. Örnek niteliğindeki kalibrasyon sonuçları Tablo 3.8.2’de, kalibrasyon eğrisi Şekil 3.8.2, 3.8.3’de verilmiştir. Laboratuvar ortamında 2 saat süresince yapılan ölçümlerin RSD’sı Tablo 3.8.2’de görüldüğü gibi 5’den küçük belirlenmiştir.

Tablo 3.8.2 Düşük Hacimli Hava Örnekleyici Kalibrasyon Sonuçları

Q _{std.} ml dak ⁻¹	100 ml line için.					50 ml line için.				
	T=0		T=2		RSD T=0. T=2	T=0		T=2		RSD T=0, T=2
	Q _{ok.} ml dak ⁻¹	RSD	Q _{ok.} ml dak ⁻¹	RSD		Q _{ok.} ml dak ⁻¹	RSD	Q _{ok.} ml dak ⁻¹	RSD	
500	486,387	3,504	493,494	0,092	2,043	488,759	0,178	487,4928	0,356	0,366
1000	900,300	1,988	947,62	1,773	7,227	897,036	0,442	898,527	0,811	0,234
2000	1818,884	4,037	1830,65	2,952	0,910	1836,295	4,274	1781,488	0,324	4,279
4000	3957,963	0,754	4048,61	0,301	3,201	-	-	-	-	-



Şekil 3.8.2 Düşük hacimli örnekleyicinin kalibrasyon eğrisi (50 mL line için)



Şekil 3.8.3 Düşük hacimli örnekleyicinin kalibrasyon eğrisi (100 mL line için)

3.9 Risk Değerlendirmesi

PAH'lar ve UOB'ler için yaşam ömrü süresince soluma yolu kanser riski (R_i) ve kanser olmama riski yani kanserojen olmayan UOB bileşikleri için tehlike indeksi (HQ_i) hesaplanmıştır. Ayrıca insanlar için tehlikeli olan yer seviyesinde ozon oluşum miktarı hesaplanmıştır. Aromatik hidrokarbonlar ozon oluşumunda % 28'lik katkıya sahiptirler (Duan ve diğ., 2008). Ozon oluşumunu belirlemede maksimum reaktivite (MIR) değerleri (Carter, 1994) kullanılmıştır. Toluen ve xilen, benzene göre OH ile daha hızlı reaksiyona girmektedir (Holzinger ve diğ., 2001). UOB'lerinin atmosferik yaşam ömürleri farklıdır. Bu farklılık kirlilik kaynağının mesafesini belirleme de kullanılmaktadır. Örneğin m-xilen 11.8 saat, p- xilen 19.4 saat, o-xilen 20.3 saat, EtBenz 1.6 gün atmosferde bozunmadan kalmaktadır (Monod ve diğ., 2001). Kirlilik kaynağından uzaklaştıkça T/B oranı azalmaktadır (Simon ve diğ., 2004). Daha düşük (m, p)- X/E oranı hava parselinin yaşlı olduğunu göstermektedir (Hsieh ve Tsai, 2003).

Ayrıca kirlетici kaynak mesafesini ve hava parselinin yaşını belirleme de m/p xilen/etilbenzen oranları hesaplanmıştır. Hesaplamalar 24 ve 30 dakika (0.5 saat)'lık maruziyetler için ayrı hesap yapılmıştır. Hesaplamalarda risk grubu olarak çocuklar (0-17 yaş), yetişkin erkek (18-70 yaş) ve yetişkin kadın (18-70 yaş) seçilmiştir. Birim kanser risk değeri UR_i ($m^3 \mu g^{-1}$) ve $RfCi$ referans konsantrasyon değerleri ($\mu g m^{-3}$) (EPA, 2006) ve Michigan hava toksik gözlem seviyelerinden (MDEQ, 2007) alınmıştır. 30 dakikalık maruziyet süresi caddede bir kişinin en az bir gün süresince 15 dakika işe veya okula gidiş 15 dakika'da iş veya okul dönüşünde veya kapalı-açık otoparklarda en az 30 dakika kirlетicilere maruz kaldığı, benzin istasyonlarının bulunduğu alanlarda yaşayan popülasyonunun veya doğrudan yakıt almak için maruz kalan kişilerin en az 30 dakika kirlетicilere maruz kaldığı kabul edilerek yaşam süresince maruz kalma doz değerleri hesaplanmıştır. Maruz kalma dozları IARC tarafından D ve 2B kanserojen grubuna dahil olan etilbenzen ve styren, 2A grubuna dahil B[a]Py, B[ah]A, 2B grubuna dahil B[b]Flua, B[j]Flua B[k]Flua, Napht, In[123]Py, B[ai]Pyre için ayrı diğer kanserojen olmayan fakat mutajen olan ve tümör vakalarına neden olan bileşikler için ayrı yapılmıştır.

Kanserojen ve kanserojen olmayan bileşikler için yaşam ömrü süresince günlük maruziyet değerleri (CDI) Srivastava ve diğ., (2005)'den adapte edilen eşitlik

3.9.1 ile kanserojen bileşikler için yaşam süresince soluma yolu ile kanser riski (LR_i) ve yaşam süresince soluma yolu ile tehlike sınırı EPA-IRIS'den adapte edilen *Eşitlik 3.9.2*, *3.9.3* kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Maruziyet, CDI (mg.kg}^{-1}.\text{d}^{-1}) = \frac{C_i.IH.E_F.E_T}{365.A_T.BW.1000 (\mu\text{g.mg}^{-1})} \quad \text{Eşitlik (3.9.1)}$$

Burada;

C_i =Konsantrasyon, mg m^{-3} , IH =Soluma hızı, $\text{m}^3 \text{gün}^{-1}$, E_T =Maruziyet süresi, E_F =Maruziyet sıklığı, A_T =Ortalama zaman, BW =Vücut ağırlığıdır.

Kanserojen bileşikler için yaşam süresince soluma yolu ile kanser riski (LR_i)

$$LR_i = CDI.SF \quad \text{Eşitlik (3.9.2)}$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

Burada; LR_i =Yaşam süresince soluma yolu ile kanser riski, CDI =Yaşam süresince maruz kalınan doz, $\text{mg kg}^{-1}\text{d}^{-1}$, SF =Bileşiğe ait slope faktörüdür.

Yaşam süresince soluma yolu ile tehlike indeksi (HQ_i)

$$HQ_i = C_i.(RfC_i)^{-1} \quad \text{Eşitlik (3.9.3)}$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Burada, HQ_i = Yaşam süresince soluma yolu ile tehlike sınırı, C_i =Konsantrasyon, mg m^{-3} , RfC_i =Referans konsantrasyon, $\mu\text{g m}^{-3}$ dür.

4. BULGULAR

4.1. EPA TO 13 A ile optimize NIOSH 5515 Metodunun Arazi Ortamında Karşılaştırılması ve NIOSH Metodun Değerlendirilmesi

Ortam havasında iz seviyelerde bulunan PAH bileşiklerinin kantifikasyonu oldukça güçtür. Örnekleme peryodunda yüksek hava hacimlerinin toplanmasına gereksinim duyulması nedeniyle EPA TO 13 A metodunda yüksek hacimli örnekleyicinin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Yüksek hacimli örnekleyicinin kullanımını kısıtlayan şartlar özellikle otoparklar ve yol kenarları gibi taşıt kaynaklı kirliliği tespit etmede ve risk analiz çalışmalarında kullanılan alanlarda doğmaktadır. İç ortam havasında PAH bileşiklerinin analizi de bu metotla yapılamamaktadır. Kapalı mekanlarda ve yol kenarlarında yüksek hacimli örnekleyici hem güvenlik ve güç gereksinimi hem de insanları rahatsız etmesi nedeniyle kullanılmamaktadır. Pek çok araştırmacı bu alanlardaki çalışmalarında küçük hacimli örnekleyicinin kullanıldığı NIOSH Metodu kullanmıştır (Lee ve diğ., 2008; Šišović ve diğ., 2008; Liu ve diğ., 2007). Bu çalışmada her iki örnekleyici ile arazi şartlarında örnek alınmış, optimize metot ile analiz ve kantitatif analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.1.1’de elde edilen sonuçlar görülmektedir. Tablo 4.1.1 incelendiğinde her iki örnekleyicininin kullanıldığı EPA TO 13 A metodu ile NIOSH metodunun gaz ortamındaki PAH’ları toplamada benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Setler arasındaki farklılıklar örneğin ilk set de büyük örnekleyicinin bazı bileşikler için daha yüksek kantifikasyon sonuçları verdiği, ikinci set de ise her iki örnekleyicinin bileşiklerin geneli için benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Her iki set deki farklılıklar hem meteorolojik faktörlerden (rüzgar yönü ve hızı) kaynaklanabilir, hem de büyük hacimli örnekleyicinin kullanıldığı metotda filtre+PUF kombinasyonunda partiküle bağlı PAH’ların filtrelerde tutunarak gaz fazda tutunan miktarı değiştirdiği düşünülebilir. Her iki set deki büyük örnekleyici ile elde edilen partikül sonuçları değerlendirildiğinde ikinci setin partikül fazdaki PAH miktarının daha fazla olduğu (% 5) belirlenmiştir. Her iki metot ile elde edilen partikül sonuçları incelendiğinde NIOSH metot ile tespit edilemeyen bileşiklerin EPA TO 13 A metodu ile belirlendiği tespit edilmiştir. Ortam havasında iz miktarda bulunan yüksek molekül ağırlıklı PAH

bileşiklerinin kantifikasyonu için daha fazla örnek hacminin kullanılması gerektiği belirlenmiştir. NIOSH metodun ortam havasında sıklıkla bulunan hem partükül hem de gaz fazdaki PAH bileşiklerinin kantifikasyonu için başarılı olduğu Şekil 4.1.1’de görülmektedir.

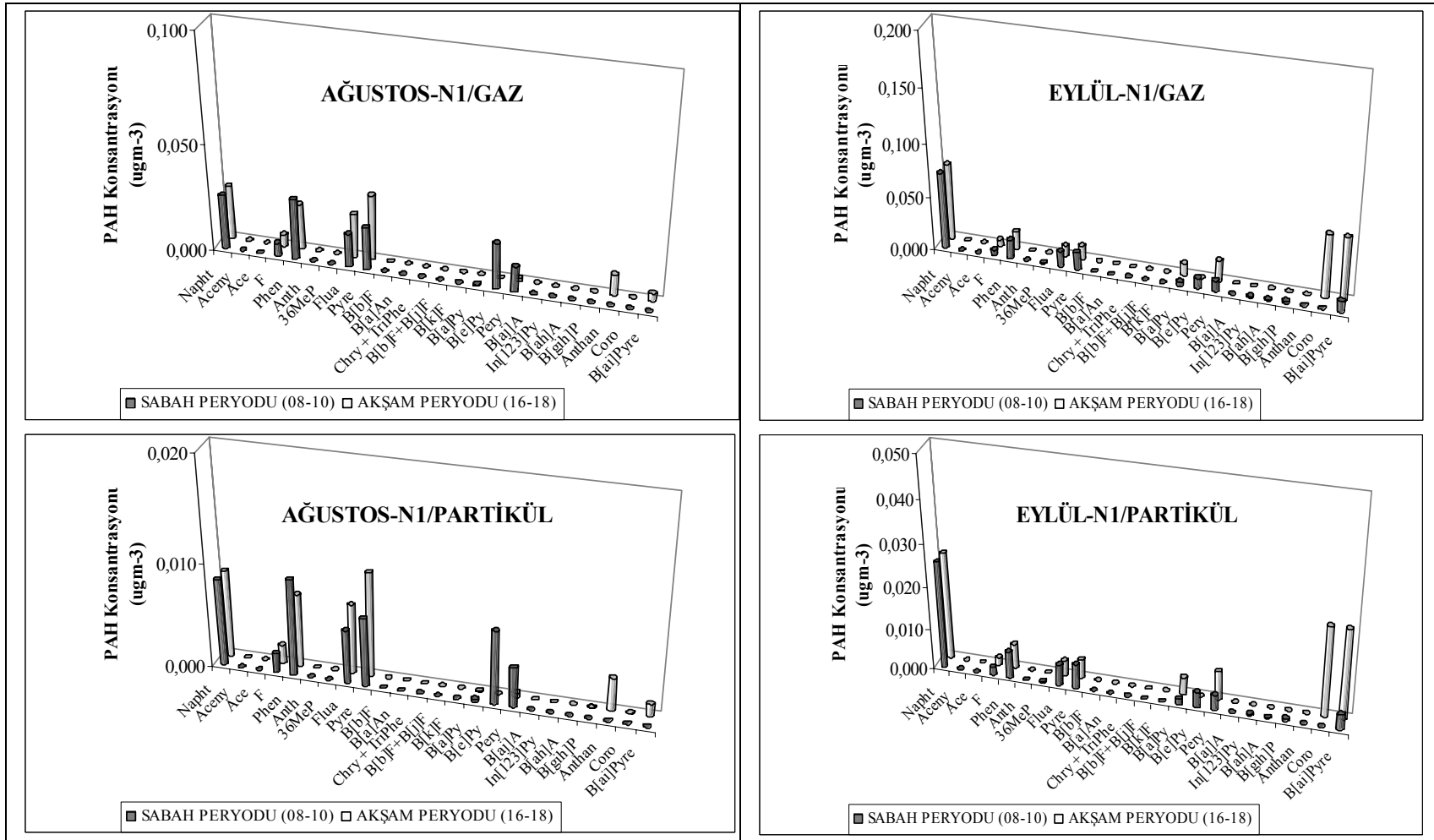
4.2. Konya Kent Havaında Taşıt Kaynaklı PAH'lar ve UOB'lerin Miktarları

4.2.1 PAH'lar

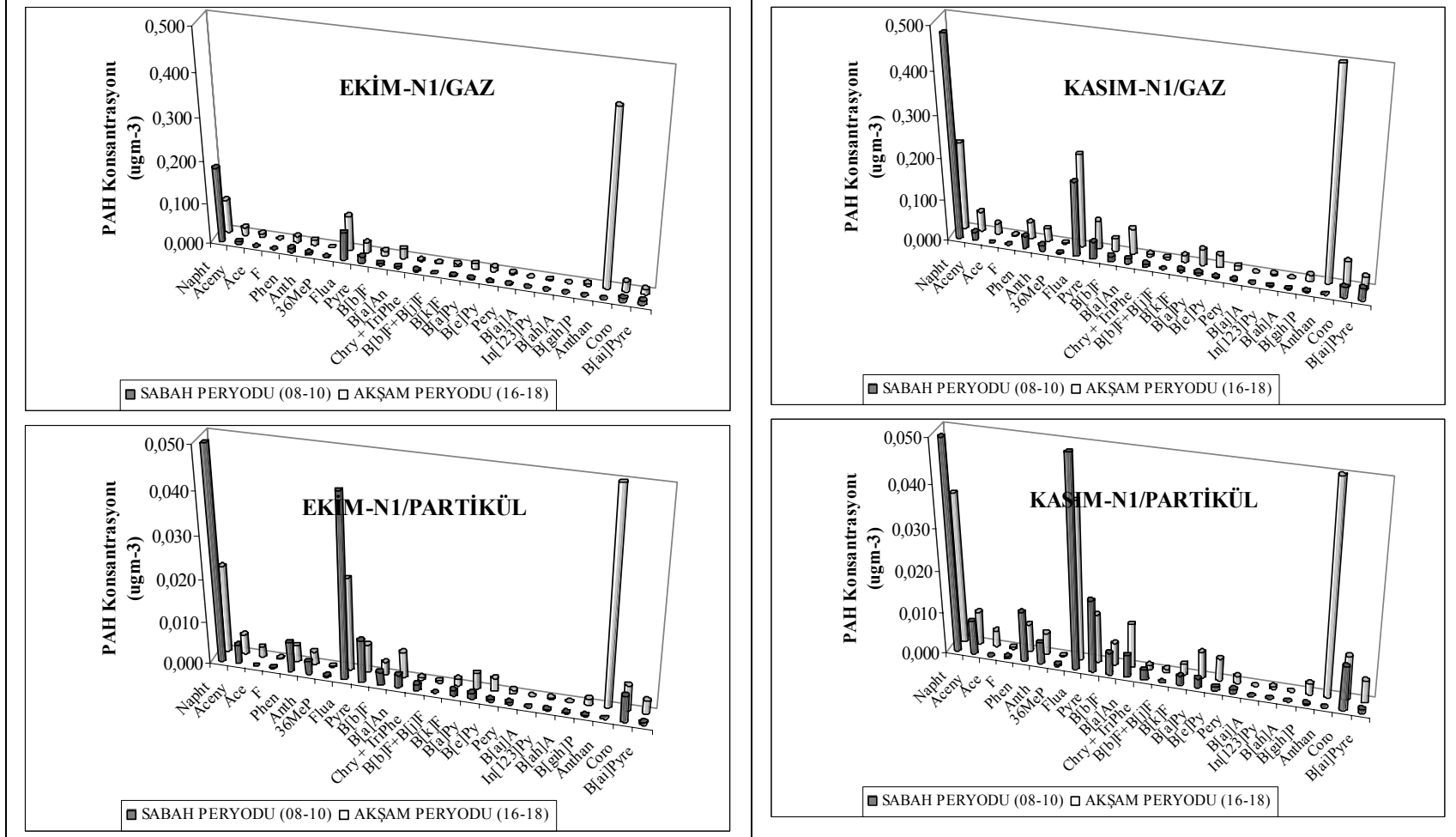
Konya kent havasında ortalama toplam PAH konsantrasyonu N1 örnek noktasında $0,31 \mu\text{g m}^{-3}$ (partikül fazda), $1,646 \mu\text{g m}^{-3}$ (gaz fazda), N2 örnek noktasında $0,56 \mu\text{g m}^{-3}$ (partikül fazda); $2,34 \mu\text{g m}^{-3}$ (gaz fazda), N3 örnek noktasında $1,03 \mu\text{g m}^{-3}$ (partikül fazda); $4,63 \mu\text{g m}^{-3}$ (gaz fazda), N4 örnek noktasında $0,33 \mu\text{g m}^{-3}$ (partikül fazda); $1,51 \mu\text{g m}^{-3}$ (gaz fazda), N5 örnek noktasında $0,42 \mu\text{g m}^{-3}$ (partikül fazda); $2,06 \mu\text{g m}^{-3}$ (gaz fazda), N6 örnek noktasında $0,17 \mu\text{g m}^{-3}$ (partikül fazda); $1,15 \mu\text{g m}^{-3}$ (gaz fazda) olarak tespit edilmiştir. Gaz ve partikül fazda en yüksek ortalama toplam PAH konsantrasyonu N3 örnek noktasında tespit edilmiştir.

6 farklı numune noktasında (N1, N2, N3, N4, N5, N6) 11 ay süresince gerçekleştirilen örnekleme sonucunda Konya kent atmosferinde tespit edilen gaz ve partikül fazdaki PAH konsantrasyonları ($\mu\text{g m}^{-3}$) Şekil 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3, 4.2.1.4 ve 4.2.1.5'de görülmektedir. Şekil 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3, 4.2.1.4 ve 4.2.1.5 incelendiğinde toplam konsantrasyon içerisinde 2 ve 4 halkalı molekül ağırlığı daha düşük olan Nap, Acy, Ace, F, P, A, Fluor, Pyr gibi PAH bileşikleri daha yüksek konsantrasyonlarda tespit edilirken, 5-6 halkalı B[a], Chry, B[b]F, B[k]F, B[a]Pyr, Ipyr, D[a,h]A, Bper gibi PAH bileşikleri ise daha düşük konsantrasyon değerlerinde tespit edilmiştir. 5-6 halkalı PAH bileşikleri içinde yer alan Anthan ve Coro ise diğer PAH bileşiklerine göre yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Fang ve diğ., (2004) Tayvan'da yaptıkları çalışmada trafiğin yoğun olduğu caddede partikül fazda toplam konsantrasyon içerisinde Coro bileşiğini en yüksek konsantrasyonda tespit etmişlerdir. Tablo 4.2.1.1'de diğer araştırmacılar tarafından tespit edilen PAH bileşiklerinin konsantrasyon değerleri görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar 24 saat örnekleme yapan diğer araştırmacılara göre yüksek belirlenmiştir. Sistla ve Aleksic (2007) 24 saat ve 1 saatlik (pik saatlerde) yapılan örnekleme sonuçlarını araştırdıkları çalışmalarında 1 saatlik örnekleme de 24 saatlik örneklemede elde edilen sonuçların yaklaşık 10 katı sonuç elde etmişlerdir. 11 aylık örnekleme süresince elde edilen sonuçların İstatistiksel değerlendirmesi Tablo 4.2.1.2 ve 4.2.1.3'de görülmektedir. Tablo 4.2.1.2 de gaz fazındaki PAH bileşiklerine

ait, Tablo 4.2.1.3.'de ise partikül fazdaki PAH bileşiklerine ait sonuçların istatistiksel değerlendirmesi görülmektedir. Tablo 4.2.1.2 ve 4.2.1.3 incelendiğinde standart sapma değerlerinin büyük olduğu görülmektedir.



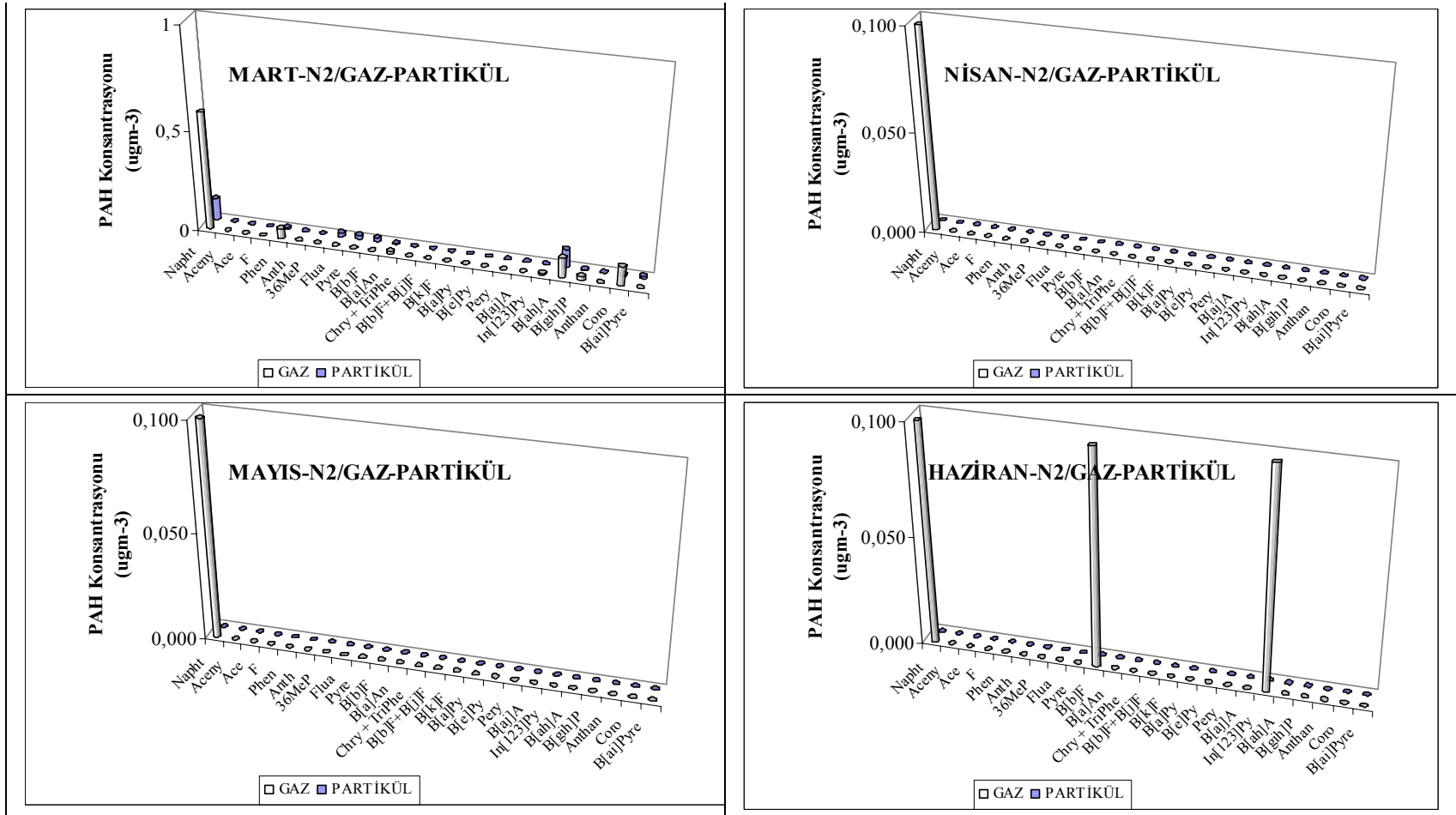
Şekil 4.2.1.1 N1 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri



Şekil 4.2.1.1 N1 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

Şekil 4.2.1.1 incelendiğinde Ağustos ayında Napht, F, Phen, Flua, Pyre, B[e] Py, Pery, Anthan, B[ai]Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Sabah (08:00-10:00) peryodu ve akşam peryodu (16:00-18:00) arasındaki konsantrasyon farklılığı önemsiz seviyede belirlenmiştir. Eylül ayında N1 örnek noktasında gaz fazda baskın belirlenen bileşik grupları Napht, F, Phen, Flua, Pyre, B[a] Py, B[e] Py, Pery, Coro, B[ai]Pyre'dir. Ağustos ayında olduğu gibi partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Ağustos ve eylül ayı sonuçları karşılaştırıldığında eylül ayında daha yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Eylül ayında da sabah ve akşam peryotlarında konsantrasyon farklılığı düşük belirlenmiştir. Ekim ayında Napht, Flua, Pyre, Anthan bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Özellikle partikül fazda yanma kaynaklı Flua, Pyre bileşikleri ekim, kasım ve aralık aylarında bu örnek noktasında maksimum seviyelerde belirlenmiştir. Kasım ayında Napht, Flua, Anthan, Coro, B[ai]Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Aralık ayında sabah ve akşam peryodundaki konsantrasyon farklılığı artmıştır. Aralık ayında Napht, Aceny, Flua, Pyre, Anthan, Coro bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Napht, Flua ve Pyre sabah peryodunda akşam peryoduna göre daha yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. Aralık ayında partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiş ayrıca Ace, Phen, Anth, B[b]F, B[a]An, B[a]Py, B[e]Py, B[gh]P bileşikleri de tespit edilmiştir. Ocak ayında bileşiklerin geneli için en yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. F, 36MeP, B[b]F, B[j]F, B[k]F, Pery, B[aj]A, B[ah]A, Anthan, B[ai]Pyre hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler çok düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Şubat, mart, nisan, mayıs aylarında partikül fazda herhangi bir bileşik belirlenmemiştir. Haziran ayında ise partikül fazda sadece Napht bileşiği tespit edilmiştir. Nisan, mayıs ve haziran aylarında gaz fazda sadece Napht bileşiği tespit edilmiştir. Şubat ayında Anth, Flua, Pyre ve Coro bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Mart ayında Napht, B[a]Py, B[e]Py ve Coro bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir.

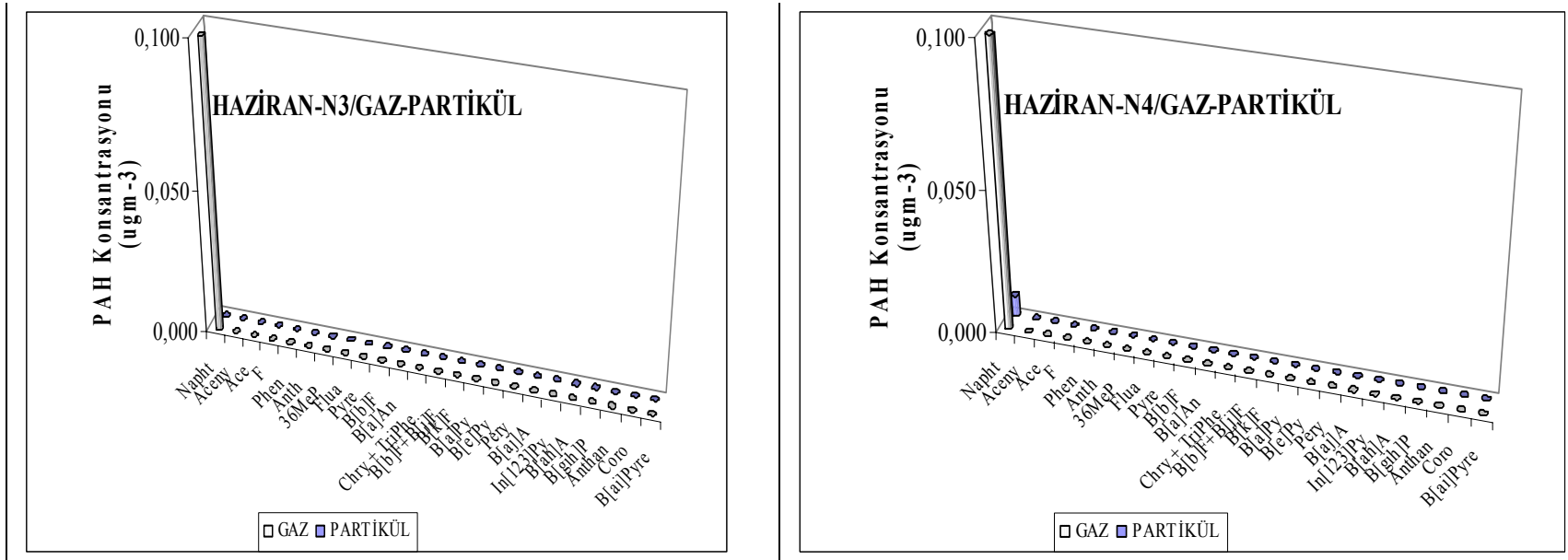
Şekil 4.2.1.2 N2 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri



Şekil 4.2.1.2 N2 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

N2 örnek noktasına ait elde edilen aylık konsantrasyon sonuçları incelendiğinde Ağustos ayında Napht, F, Phen, Flua, Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Sabah peryodu ve akşam peryodu arasındaki konsantrasyon farklılığı bu ay için önemsiz olmayacak seviyede belirlenmiştir. Eylül ayında N1 örnek noktasında gaz fazda baskın belirlenen bileşik grupları Napht, F, Phen, Anth, Flua, Pyre, Pery, Coro, B[ai]Pyre'dir. Ağustos ayında olduğu gibi partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Ağustos ve eylül ayı sonuçları karşılaştırıldığında eylül ayında daha yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Eylül ayında da sabah ve akşam peryotlarında konsantrasyon farklılığı düşük, sabah peryodunda daha yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Partikül fazda da sabah peryodunda daha yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Ekim ayında Napht, Anthan, B[ai]Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Özellikle partikül fazda yanma kaynaklı Flua, Pyre bileşikleri aralık ve ocak aylarında bu örnek noktasında maksimum seviyelerde belirlenmiştir. Kasım ayında Napht, Flua, Anthan, Coro, B[ai]Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Aralık ayında sabah ve akşam peryodundaki konsantrasyon farklılığı artmıştır. Aralık ayında Napht, Aceny, Anthan, Coro bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Aralık ayında partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiş ayrıca Aceny, Flua, Pyre, B[a]An, Pery bileşikleri de tespit edilmiştir. Aralık ayında akşam peryodunda daha yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Ocak ayında bileşiklerin geneli için en yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Napht, Phen, Flua, Pyre, B[b]F, B[a]An, B[a]Py, B[e]Py, In[123]Py, B[gh]P, Anthan, Coro, B[ai]Pyre yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler çok düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Şubat ayında Phen, Anth, Flua, Pyre, B[gh]P, Coro yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Mart,

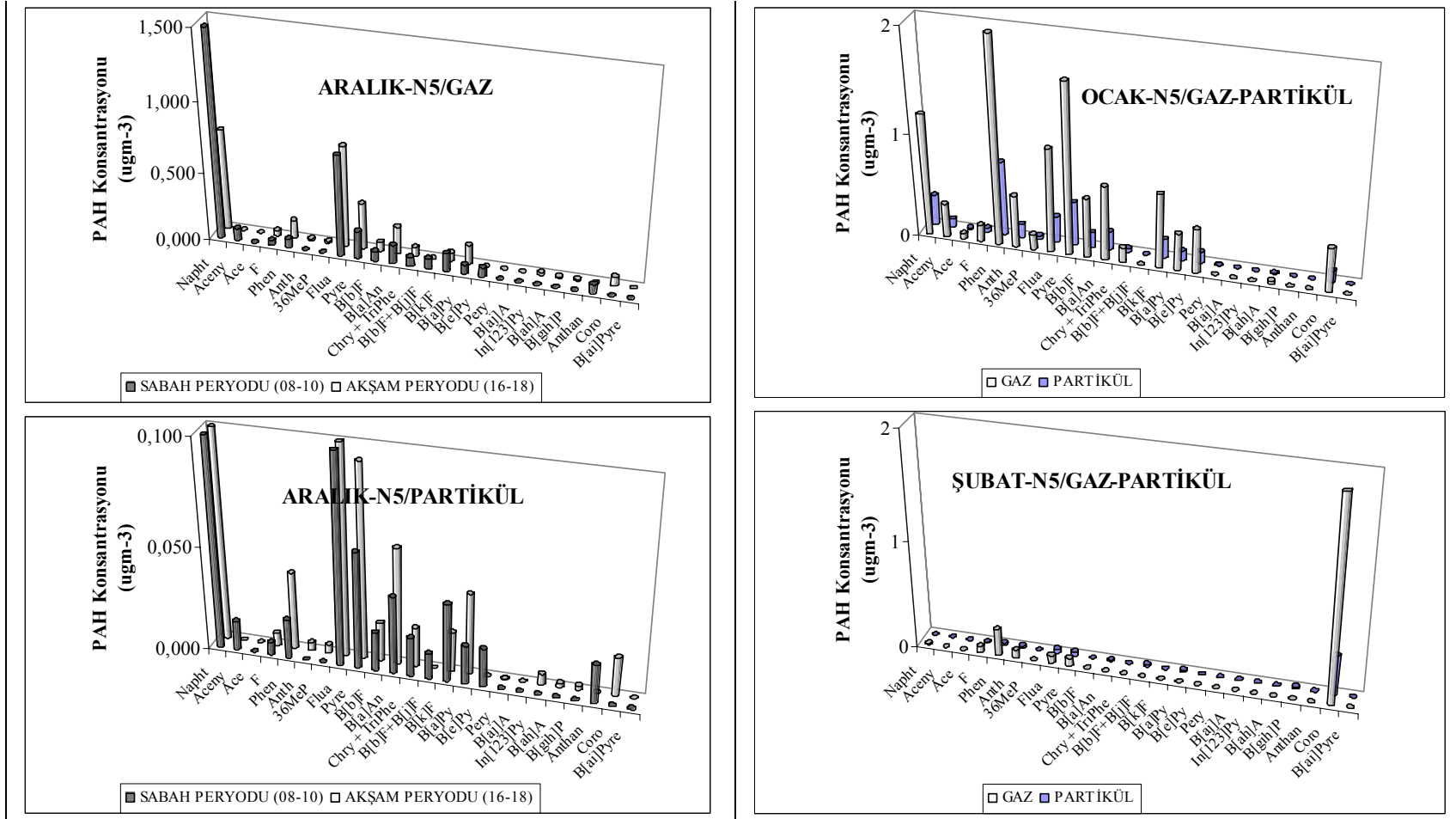
nisan, mayıs ve haziran aylarında partikül fazda herhangi bir bileşik belirlenmemiştir. Mart ayında Napht, B[ah]A ve Coro bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Nisan ve mayıs aylarında gaz fazda sadece Napht bileşiği tespit edilmiştir. Haziran ayında Napht, B[b]F, In[123]Py gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir.



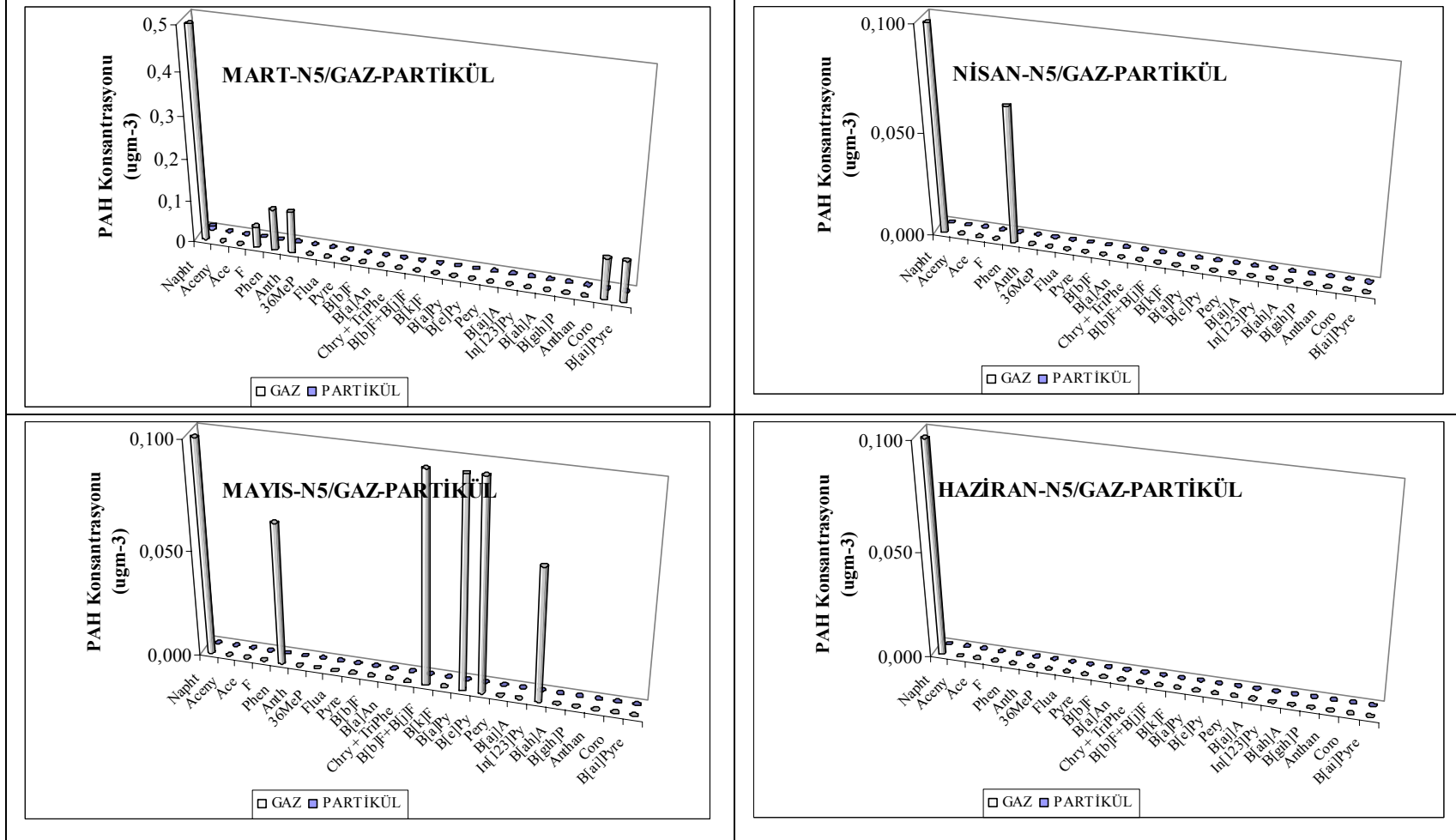
Şekil 4.2.1.3 N3 ve N4 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

N3 ve N4 örnek noktalarına ait aylık değişim grafikleri incelendiğinde Ağustos ayında her iki örnek noktasında aynı tür bileşikler belirlenmiştir. Napht, F, Phen, Flua, Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Eylül ayında N3 ve N4 örnek noktalarında ağustos ayında olduğu gibi genelde aynı tür bileşikler tespit edilmiştir. Gaz fazda baskın belirlenen bileşik grupları Napht, Aceny, Flua, Pyre, Anthan ve Coro'dur. Flua, Pyre ve Anthan, Coro bileşikleri N3 örnek noktasında N4 örnek noktasından daha yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. Ağustos ayında olduğu gibi partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde ve ayrıca F, Phen, B[a]An, B[k]F, B[a]Py, B[e]Py bileşikleri tespit edilmiştir. Ağustos ve eylül ayı sonuçları karşılaştırıldığında eylül ayında daha yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Ekim ayında Napht, Aceny, Flua, Anthan bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Özellikle partikül fazda yanma kaynaklı Flua, Pyre bileşikleri kasım, aralık ve ocak aylarında bu örnek noktalarında maksimum seviyelerde belirlenmiştir. Kasım ayında Napht, Aceny, Flua, Anthan bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Eylül, ekim, kasım aylarında N4 örnek noktasında N3 örnek noktasından daha yüksek PAH konsantrasyonları belirlenmiştir. Aralık ayında Napht, Aceny, Anthan, Coro bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Aralık ayında partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiş ayrıca F, Phen, Pyre, B[a]An, B[k]F, B[a]Py, B[e]Py, B[ghi]P, Anthan, Coro bileşikleri de tespit edilmiştir. Aralık ayında N3 ve N4 örnek noktalarında aynı PAH konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir. Ocak ayında bileşiklerin geneli için en yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. B[b]F, Ace, F, Anth, 36MeP, B[ah]A, B[ghi]P, B[ai]Pyre hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler çok düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Şubat ayında N3 örnek noktasında Phen, B[a]Py ve Coro N4 örnek noktasında sadece Coro yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Mart ayında Napht,

F, Phen N3 örnek noktasında gaz fazda baskın olarak belirlenen bileşik gruplarıdır. Mart ayında N3 ve N4 örnek noktalarında aynı bileşik grupları benzer konsantrasyon seviyelerinde tespit edilmiştir. Nisan ayında Napht, Phen N3 örnek noktasında gaz fazda baskın olarak belirlenen bileşiklerdir. Nisan ayında her iki örnek noktasında da partikül fazda herhangi bir bileşik tespit edilmemiştir. Nisan ayında N4 örnek noktasında N3 örnek noktasından daha yüksek konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir. N4 örnek noktasında Napht, B[b]F+B[j]F, B[a]Py, In[123]Py bileşikleri gaz fazda belirlenmiştir. Bu örnek noktasında partikül fazda sadece Napht bileşiği tespit edilmiştir. Mayıs ayında Napht ve Phen N3 örnek noktasında gaz fazda belirlenen bileşiklerdir. Partikül fazda ise sadece Napht bileşiği tespit edilmiştir. N4 örnek noktasında gaz fazda napht, partikül fazda B[a]Py bileşikleri tespit edilmiştir. Haziran ayında her iki örnek noktasında gaz fazda Napht bileşiği tespit edilmiştir. Partikül fazda N3 örnek noktasında herhangi bileşik tespit edilmezken N4 örnek noktasında Napht bileşiği belirlenmiştir. Her iki örnek noktası genel olarak değerlendirildiğinde kapalı otopark olan N3 örnek noktası genelde kış aylarında daha fazla kullanılırken yaz aylarında açık otopark (N4) tercih edilmektedir. Bu nedenle ocak ve şubat aylarında N3 örnek noktasında yüksek konsantrasyon seviyeleri elde edilirken nisan, mayıs aylarında N4 örnek noktasında yüksek konsantrasyon seviyeleri elde edilmiştir.

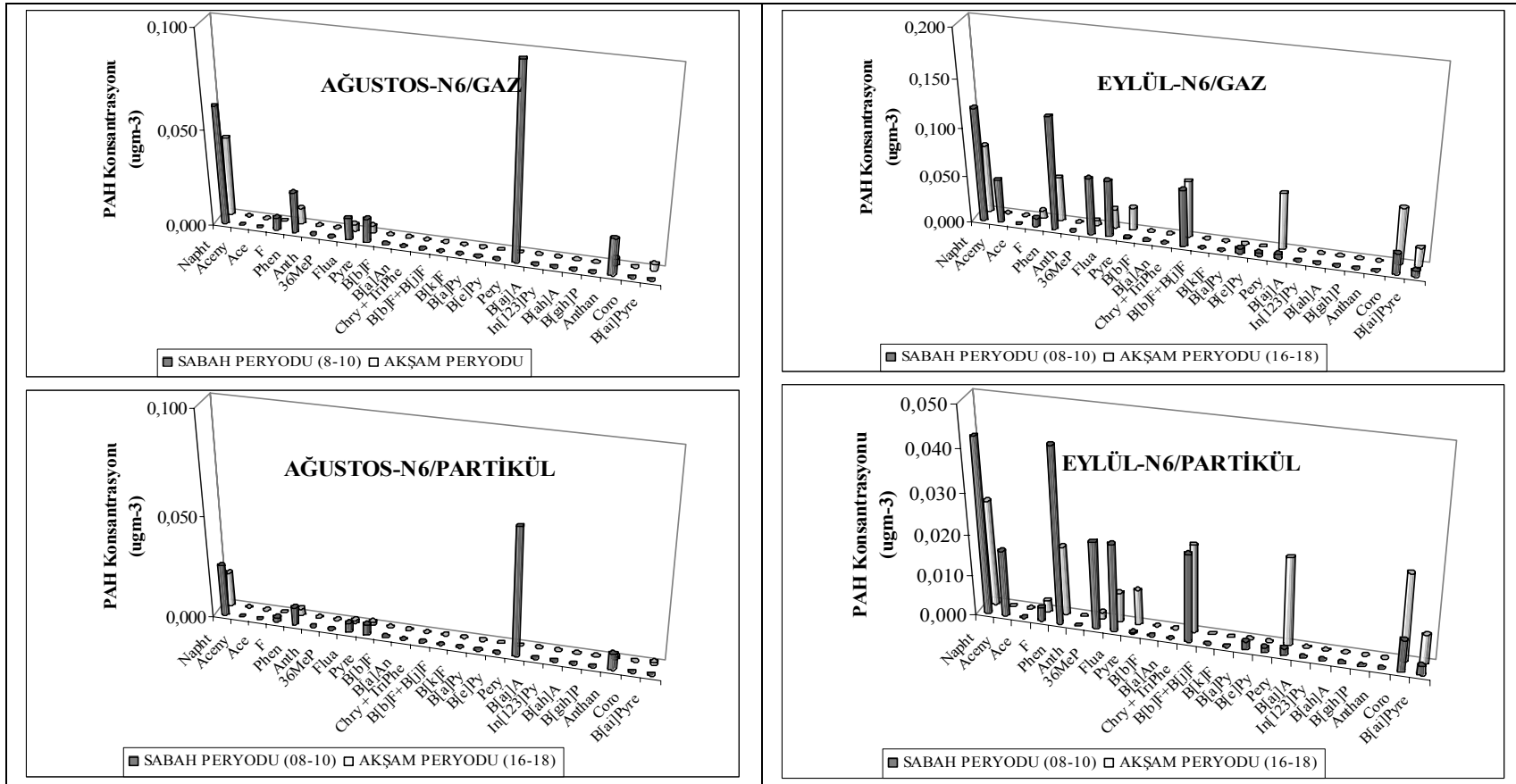


Şekil 4.2.1.4 N5 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

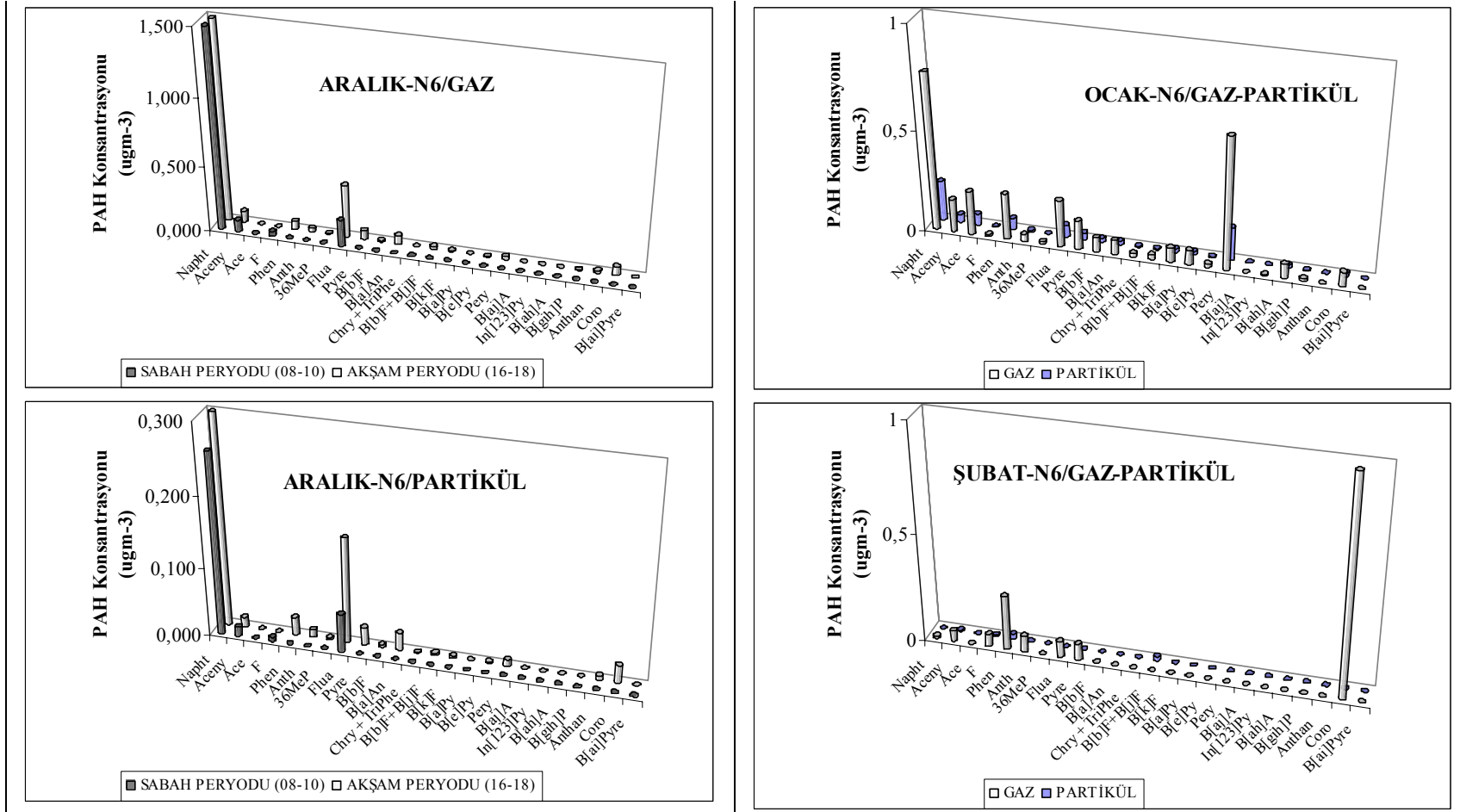


Şekil 4.2.1.4 N5 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

N5 örnek noktasına ait elde edilen aylık konsantrasyon sonuçları incelendiğinde Ağustos ayında Napht, F, Phen, Flua, Pyre, Anthan bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Sabah peryodu ve akşam peryodu arasındaki konsantrasyon farklılığı bu ay için önemsenmeyecek seviyede belirlenmiştir. Eylül ayında N5 örnek noktasında gaz fazda baskın belirlenen bileşik grupları Napht, Aceny, Phen, Flua, Pyre, B[e]Py, Pery, Coro'dur. Ağustos ayında olduğu gibi partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Eylül ayında sabah peryodunda daha yüksek konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir. Ağustos ve eylül ayı sonuçları karşılaştırıldığında eylül ayında daha yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Ekim ayında Napht, Flua, Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Özellikle partikül fazda yanma kaynaklı Flua, Pyre bileşikleri kasım, aralık ve ocak aylarında bu örnek noktasında maksimum seviyelerde belirlenmiştir. Kasım ayında Napht, Flua, Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Sabah peryodu ve akşam peryodu arasındaki konsantrasyon farklılığı bu ay için önemsenmeyecek seviyede belirlenmiştir. Aralık ayında Napht, Flua, Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Aralık ayında partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Ocak ayında bileşiklerin geneli için en yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Napht, Phen, Flua, Pyre, B[a]An, Coro bileşikleri yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Şubat ayında Coro yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşik daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Mart, nisan, mayıs ve haziran aylarında partikül fazda herhangi bir bileşik belirlenmemiştir. Mart ayında Napht, F, Phen, Anth, Coro ve B[ai]Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Nisan ayında Napht ve Phen bileşikleri gaz fazda tespit edilmiştir. Mayıs ayında Napht, Phen, B[b]F+ B[j]F, B[a]Py, B[e]Py, In[123]Py bileşikleri tespit edilmiştir. Haziran ayında sadece Napht bileşiği belirlenmiştir.



Şekil 4.2.1.5 N6 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri



Şekil 4.2.1.5 N6 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

N6 örnek noktasına ait elde edilen aylık konsantrasyon sonuçları incelendiğinde Ağustos ayında Napht, Phen, Pery, Anthan bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Sabah peryodunda akşam peryoduna göre daha yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Eylül ayında N6 örnek noktasında gaz fazda baskın belirlenen bileşik grupları Napht, Aceny, Phen, Flua, Pyre, B[b]F+ B[j]F, Pery, Coro, B[ai]Pyre'dir. Ağustos ayında olduğu gibi partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Eylül ayında sabah peryodunda daha yüksek konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir. Ağustos ve eylül ayı sonuçları karşılaştırıldığında eylül ayında daha yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir.

Ekim ayında Napht, Aceny, Phen ve Flua bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Kasım ayında Napht, Aceny, Phen ve Flua bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Sabah peryodu ve akşam peryodu arasındaki konsantrasyon farklılığı bu ay için önemsenmeyecek seviyede belirlenmiştir. Aralık ayında Napht, Aceny, Flua bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Aralık ayında partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Ocak ayında bileşiklerin geneli için en yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Napht ve Pery bileşikleri yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşikler daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Şubat ayında Phen ve Coro yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Partikül fazda gaz fazda belirlenen bu bileşik daha düşük konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Mart, nisan, mayıs ve haziran aylarında partikül fazda herhangi bir bileşik belirlenmemiştir. Mart ayında Napht, B[a]Py, Pery, Coro ve B[ai]Pyre bileşikleri gaz fazda baskın olarak belirlenmiştir. Nisan, mayıs ve haziran aylarında gaz fazda sadece Napht bileşiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.2.1.1 Bu çalışmada ve diğer araştırmacılar tarafından tespit edilen ortalama PAH konsantrasyonları (ng m⁻³)

Yer	Bakılan PAH Bileşikleri	ΣPAH	Yıl	Alan	Referans
Brno, Çekoslovakya	16 EPA PAH+ biphenyl, cyclopenta[def]pheenanthrene, benzo[c]phenanthrene, benzo[a]fluorene, benzo[b]fluorene, triphenylene, 1-methylpyrene, cyclopenta[cd]pyrene, 5-methylchrysene, benzo[j]fluoranthene, benzo[e]pyrene, dibenz[a,c]anthracene, dibenz[a,j]anthracene, dibenz[a,l]pyrene, 1-methylbenzo[a]pyrene, dibenz[a,e]pyrene, dibenz[a,i]pyrene, dibenz[a,h]pyrene, Picene, coronene, naphtho[1,2,3,4-ghi]perylene ve benz[a]coronene, 1-Methylbenzo[a]pyrene	PUF 3,2 – 46,2 PM10 3,5-16,5	Ekim (4 ardışık gün)	Kentsel alan (2 cadde), Gaz+PM ₁₀	Ciganek ve diğ., 2004
Bursa, Türkiye	16 EPA PAH	456-524	Ağustos 2004- Mayıs 2005	Kentsel alan, Gaz+partikül	Tasdemir ve Esen, 2007
Brisbane, Avusturalya	16 EPA PAH	10-130	Eylül 1994- Haziran 1995	Kentsel alan, Gaz+partikül	Müller ve diğ.,1998
Florida, USA	16 EPA PAH	80-190	Mayıs 2002- Ağustos 2002	Kentsel alan, Gaz+partikül	Poor ve diğ., 2004
Teksas, USA	16 EPA PAH	3,286-160	Şubat 1995- Ağustos 1996	Kentsel alan Gaz/partikül	Park ve diğ.,2001
Teksas, USA	16 EPA PAH	0,13-56,6	Ağustos 1998- Eylül 1999	Kentsel alan Gaz/partikül	Park ve diğ.,2002
Şikago, USA	16 EPA PAH	240-428	Haziran-Ekim 1995	Kentsel alan Gaz+partikül	Odabaşı ve diğ., 1999
İspanya, Las Palmas de Gran Canaria	16 EPA PAH	7,78	Temmuz 1999- Haziran 2000	Kentsel alan (trafik) Partikül	Castellano ve diğ.,2003
Kore, Seoul	16 EPA PAH	26,25 (partikül fazda) 63,03 (gaz fazda)	Ekim 1998- Aralık 1999	Kentsel alan Gaz/partikül	Park ve diğ.,2002

Tablo 4.2.1.1 Bu çalışmada ve diğer araştırmacılar tarafından tespit edilen ortalama PAH konsantrasyonları (ng m⁻³) devamı

Sao Paulo, Brezilya	16 EPA PAH	2,66	Kış mevsimi-2000	Kentsel alan Partikül	Vasconcellos ve diğ.,2003
Atina, Yunanistan	16 EPA PAH	13,71-3,64	Ağustos 2000	Kentsel alan Gaz/partikül	Mandalakis ve diğ., 2002
Campos dos Goytacazes, Brezilya	16 EPA PAH	4,31-294,14	Aralık 1996-Kasım 1997	Kentsel alan Partikül	Azevedo ve diğ., 2002
Tainan, Tayvan	16 EPA PAH	210	Mart, 1996	Kentsel alan Gaz+partikül	Lin ve diğ., 2002
Tapma Bay, Florida, USA	16 EPA PAH+ F, 36MeP, B[b]F, TriPhe, B[b]Flua, B[e]Py, B[aj]A, Anthan, Coro, B[ai]Pyre (26 bileşik)	80-190	Mayıs-Ağustos 2002	Kentsel alan Gaz+partikül	Poor ve diğ., 2004
Chicago, USA	Acenaphthene, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Carbazole, Fluoranthene, Pyrene, Benz (a)anthracene Chrysene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Benzo (a)pyrene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene, Benzo (ghi)perylene	124,5 - 1151,3	Haziran- Aralık 1995	Kentsel alan Gaz+partikül	Vardar ve diğ., 2004
Taichung, Tayvan	PAH'lar	1300	Ağustos 2002 Mart 2003.	Kentsel alan Partikül	Fang ve diğ., 2004
Taichung, Tayvan	PAH'lar	646	Ağustos 2002 Mart 2003.	Kentsel alan Partikül	Fang ve diğ., 2004

Tablo 4.2.1.1 Bu çalışmada ve diğer araştırmacılar tarafından tespit edilen ortalama PAH konsantrasyonları (ng m⁻³) devamı

Atina, Yunanistan	Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Me-Phenanthrenes, Fluoranthene, Dimethyl-phenanthrenes, Pyrene Methyl-Pyrenes/Fluoranthenes, Benzo[a]anthracene, Chrysene/Triphenylene Me-Chrysene, Benzo[b/j/k]fluoranthene Benzo[e]pyrene, Benzo[a]pyrene Perylene, Anthranthrene, Indeno[1,2,3-cd]pyrene Dibenzo(a,h)anthracene, Benzo[ghi]perylene Coronene	1,33-25,96	18-24 Temmuz 2000 12 örnek	Kentsel alan/Kırsal alan /background Gaz+partikül	Mandalakis ve diğ., 2002
Konya, Türkiye	16 EPA PAH	30-294	Ağustos 2006 Mayıs 2007	Kentsel alan	Özcan, 2007
Konya, Türkiye	16 EPA PAH	418,3-718,8	Nisan 2007 Mart 2008	Kentsel alan	Aydın ve diğ., 2008
Konya, Türkiye	Napht, Aceny, Ace, F, Phen, Anth, 36MeP, Flua, Pyre, B[b]F, B[a]An, Chry + TriPhe, B[b]F+B[j]F, B[k]F, B[a]Py, B[e]Py, Pery, B[aj]A, In[123]Py, B[ah]A, B[ghi]P, Anthan, Coro, B[ai]Pyre (26 bileşik)	306 (partikül fazda) 1646 (gaz fazda)	Ağustos 2007 Haziran 2008	Trafik 1 (Adalhan)	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	Napht, Aceny, Ace, F, Phen, Anth, 36MeP, Flua, Pyre, B[b]F, B[a]An, Chry + TriPhe, B[b]F+B[j]F, B[k]F, B[a]Py, B[e]Py, Pery, B[aj]A, In[123]Py, B[ah]A, B[ghi]P, Anthan, Coro, B[ai]Pyre (26 bileşik)	556 (partikül fazda) 2338 (gaz fazda)	Ağustos 2007 Haziran 2008	Trafik 2 (İller bankası)	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	Napht, Aceny, Ace, F, Phen, Anth, 36MeP, Flua, Pyre, B[b]F, B[a]An, Chry + TriPhe, B[b]F+B[j]F, B[k]F, B[a]Py, B[e]Py, Pery, B[aj]A, In[123]Py, B[ah]A, B[ghi]P, Anthan, Coro, B[ai]Pyre (26 bileşik)	174 (partikül fazda) 1152 (gaz fazda)	Ağustos 2007 Haziran 2008	Petrol İstasyonu	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	Napht, Aceny, Ace, F, Phen, Anth, 36MeP, Flua, Pyre, B[b]F, B[a]An, Chry + TriPhe, B[b]F+B[j]F, B[k]F, B[a]Py, B[e]Py, Pery, B[aj]A, In[123]Py, B[ah]A, B[ghi]P, Anthan, Coro, B[ai]Pyre (26 bileşik)	1028 ng m-3 (partikül fazda) 4626 ng m-3 (gaz fazda)	Ağustos 2007 Haziran 2008	Kapalı otopark	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	Napht, Aceny, Ace, F, Phen, Anth, 36MeP, Flua, Pyre, B[b]F, B[a]An, Chry + TriPhe, B[b]F+B[j]F, B[k]F, B[a]Py, B[e]Py, Pery, B[aj]A, In[123]Py, B[ah]A, B[ghi]P, Anthan, Coro, B[ai]Pyre (26 bileşik)	332 (partikül fazda) 1506 (gaz fazda)	Ağustos 2007 Haziran 2008	Açık otopark	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	Napht, Aceny, Ace, F, Phen, Anth, 36MeP, Flua, Pyre, B[b]F, B[a]An, Chry + TriPhe, B[b]F+B[j]F, B[k]F, B[a]Py, B[e]Py, Pery, B[aj]A, In[123]Py, B[ah]A, B[ghi]P, Anthan, Coro, B[ai]Pyre (26 bileşik)	422 (partikül fazda) 2068 (gaz fazda)	Ağustos 2007 Haziran 2008	Trafik (İstanbul caddesi)	Bu çalışma, 2008

Tablo 4.2.1.2 Gaz ortamındaki PAH'lar için istatistik değerler ($\mu\text{g m}^{-3}$)

PAH	N1 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N2 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N3 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N4 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N5 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N6 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)	
	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D
Napht	0,551	1,018	0,526	0,809	2,351	4,894	0,919	1,471	0,541	0,649	0,518	0,557
Aceny	0,039	0,069	0,019	0,047	0,194	0,327	0,006	0,021	0,031	0,082	0,032	0,047
Ace	0,023	0,061	0,000	0,000	0,006	0,000	0,001	0,004	0,003	0,014	0,014	0,055
F	0,003	0,006	0,013	0,033	0,033	0,049	0,017	0,023	0,026	0,042	0,009	0,017
Phen	0,060	0,090	0,134	0,427	0,140	0,250	0,042	0,053	0,245	0,686	0,056	0,079
Anth	0,038	0,077	0,031	0,090	0,016	0,035	0,008	0,025	0,044	0,126	0,009	0,021
36MeP	0,002	0,005	0,005	0,018	0,006	0,013	0,002	0,004	0,013	0,035	0,008	0,015
Flua	0,188	0,397	0,037	0,089	0,142	0,205	0,207	0,340	0,224	0,324	0,081	0,111
Pyre	0,081	0,124	0,139	0,481	0,274	0,536	0,031	0,041	0,173	0,406	0,023	0,040
B[b]F	0,025	0,047	0,065	0,233	0,060	0,191	0,001	0,002	0,049	0,142	0,005	0,018
B[a]An	0,037	0,068	0,086	0,322	0,140	0,406	0,011	0,021	0,079	0,181	0,010	0,023
Chry + TriPhe	0,010	0,022	0,006	0,018	0,026	0,082	0,000	0,002	0,029	0,042	0,012	0,020
B[b]F+B[j] F	0,003	0,008	0,010	0,030	0,033	0,082	0,009	0,030	0,012	0,030	0,003	0,008
B[k]F	0,007	0,014	0,007	0,018	0,081	0,245	0,002	0,005	0,064	0,178	0,005	0,018
B[a]Py	0,053	0,128	0,038	0,143	0,064	0,190	0,010	0,029	0,053	0,093	0,014	0,040
B[e]Py	0,081	0,248	0,051	0,197	0,091	0,272	0,000	0,000	0,044	0,108	0,003	0,006
Pery	0,011	0,024	0,017	0,025	0,017	0,055	0,008	0,027	0,017	0,027	0,064	0,162
B[aj]A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,082	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
In[123]Py	0,013	0,040	0,062	0,186	0,075	0,247	0,006	0,019	0,007	0,016	0,000	0,002
B[ah]A	0,007	0,025	0,015	0,042	0,001	0,001	0,000	0,000	0,003	0,007	0,004	0,018
B[gh]P	0,014	0,029	0,038	0,126	0,011	0,025	0,000	0,000	0,001	0,002	0,001	0,003
Anthran	0,251	0,638	0,243	0,710	0,475	0,785	0,001	0,001	0,008	0,018	0,003	0,006
Coro	0,169	0,483	0,375	1,186	0,477	1,371	0,217	0,517	0,161	0,474	0,110	0,318
B[ai]Pyre	0,010	0,017	0,100	0,302	0,001	0,001	0,009	0,030	0,006	0,025	0,033	0,122

Tablo 4.2.1.3 Partikül ortamındaki PAH'lar için istatistik değerler ($\mu\text{g m}^{-3}$)

PAH	N1 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N2 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N3 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N4 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N5 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		N6 Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)	
	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D
Napht	0,093	0,174	0,108	0,174	0,433	1,010	0,175	0,268	0,076	0,120	0,073	0,096
Aceny	0,008	0,013	0,004	0,008	0,046	0,064	0,001	0,004	0,008	0,021	0,007	0,011
Ace	0,005	0,014	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,004	0,014
F	0,001	0,002	0,003	0,008	0,005	0,007	0,004	0,004	0,005	0,010	0,002	0,002
Phen	0,014	0,020	0,033	0,110	0,026	0,049	0,009	0,012	0,058	0,178	0,014	0,017
Anth	0,005	0,007	0,008	0,023	0,004	0,007	0,000	0,000	0,010	0,032	0,001	0,003
36MeP	0,001	0,001	0,001	0,005	0,001	0,003	0,000	0,001	0,003	0,009	0,002	0,005
Flua	0,042	0,068	0,033	0,110	0,042	0,049	0,053	0,076	0,058	0,085	0,024	0,039
Pyre	0,018	0,026	0,008	0,023	0,065	0,105	0,008	0,009	0,045	0,104	0,006	0,011
B[b]F	0,006	0,010	0,001	0,005	0,013	0,039	0,000	0,001	0,013	0,037	0,001	0,005
B[a]An	0,008	0,016	0,016	0,030	0,033	0,082	0,005	0,006	0,021	0,047	0,003	0,008
Chry + TriPhe	0,002	0,005	0,001	0,005	0,006	0,017	0,000	0,000	0,008	0,011	0,004	0,007
B[b]F+B[j] F	0,002	0,005	0,003	0,009	0,010	0,022	0,003	0,011	0,002	0,005	0,002	0,005
B[k]F	0,002	0,003	0,002	0,005	0,018	0,049	0,000	0,001	0,017	0,046	0,001	0,005
B[a]Py	0,006	0,010	0,013	0,038	0,030	0,059	0,014	0,026	0,013	0,024	0,002	0,005
B[e]Py	0,006	0,010	0,014	0,051	0,020	0,055	0,000	0,000	0,010	0,028	0,001	0,001
Pery	0,001	0,002	0,006	0,007	0,004	0,011	0,002	0,006	0,005	0,009	0,017	0,043
B[aj]A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
In[123]Py	0,003	0,009	0,014	0,046	0,017	0,050	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000
B[ah]A	0,000	0,001	0,008	0,024	0,000	0,000	0,002	0,006	0,001	0,002	0,001	0,005
B[ghi]P	0,005	0,010	0,015	0,041	0,011	0,023	0,003	0,011	0,001	0,005	0,000	0,001
Anthran	0,060	0,169	0,076	0,201	0,185	0,255	0,000	0,000	0,002	0,005	0,001	0,002
Coro	0,034	0,100	0,062	0,170	0,079	0,210	0,053	0,120	0,032	0,094	0,006	0,009
B[ai]Pyre	0,003	0,007	0,023	0,078	0,002	0,005	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002

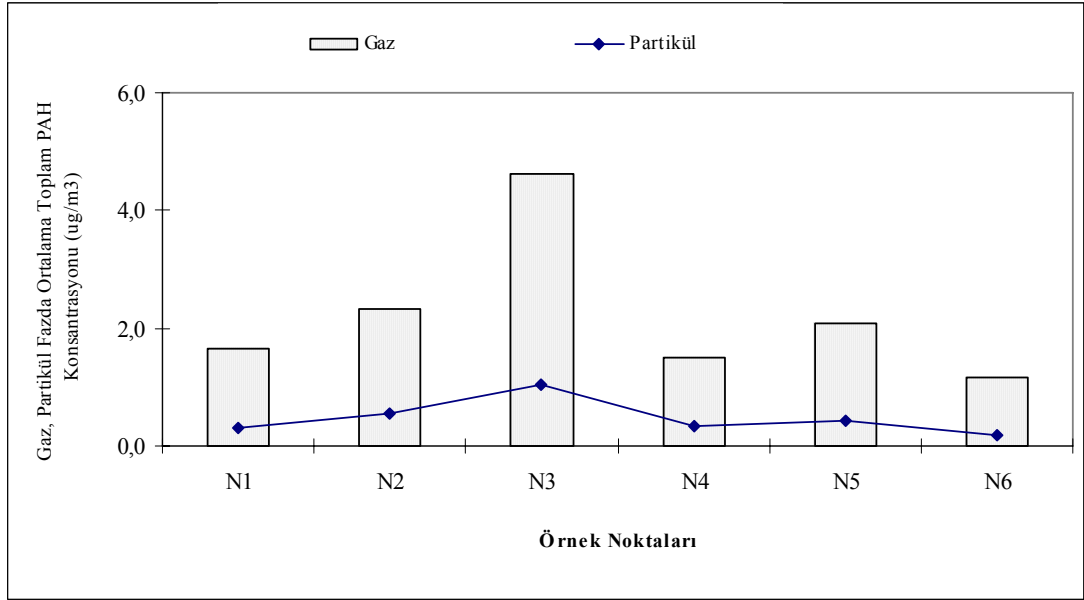
Elde edilen PAH sonuçları için istatistiki değerlendirme sonuçları incelendiğinde standart sapma değerlerinin büyük olması aylık veriler arasındaki farkın fazla olduğunu göstermektedir. Bu fark PAH bileşiklerinin meteorolojik parametrelere bağlı olarak ısınma amaçlı yakıt tüketimi ile değiştiğini göstermektedir. Özellikle ocak ayında maksimum sonuçların elde edilmesi Konya kent atmosferindeki PAH'ların kaynağının önemli bir kısmını yakıt tüketiminin oluşturduğu düşüncesini oluşturmaktadır. Ayrıca PAH örnekleme ile ilişkili potansiyel hata kaynaklarında veriler arasındaki farka sebep olabilmektedir. PAH örnekleme ile ilgili potansiyel hata kaynakları (ön toplama uçuş, kimyasal reaksiyon gibi);

- ✓ Diğer kirleticiler/sıcaklık/solar radyasyon ile toplanan PAH'ların bozunması,
- ✓ Adsorbentte PAH'ların yetersiz tutunarak zamanla kaçması
- ✓ Filtrelerdeki partikül üzerinde veya filtrelerin üzerinde buhar fazındaki PAH'ların uçuşması
- ✓ Filtrede tutulan partiküllerden PAH'ların uçuşması (Mastral ve diğ., 2003) gibi sıralanabilmektedir.

Bileşiklerin gaz ve partikül fazı arasındaki dağılımları bileşiklerin buhar basınçlarına, ortam hava sıcaklığına ve partikül özelliğine bağlıdır ve bileşiklerin atmosferdeki taşınımına, durumuna, atmosferde bulunma zamanına ve bu bileşiklerin atmosferde ıslak ve kuru olarak çökelemelerine neden olabilmektedir. Partikülle birleşen bileşiklerin kanserojenlik seviyesinin belirlenmesi partiküllerle birleşen bileşikler solunabildikleri ve solunum sisteminde birikebildikleri için önemlidir. Bu bileşiklerin gaz ve partikül arasındaki dağılımları partikülün boyutuna bağlı olarak değişmektedir. PAH bileşikleri gaz fazında yada mikron mertebesindeki partiküllere bağlı olarak atmosfere verilmektedir. Bazı çalışmalarda PAH bileşiklerinin partikül büyüklük dağılımları tespit edilmiştir. Vardar ve diğ., (1998) yaptıkları çalışma da farklı partikül büyüklüklerinde PAH miktarının numune alınan bölgeye, mevsime ve emisyon kaynaklarına bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir.

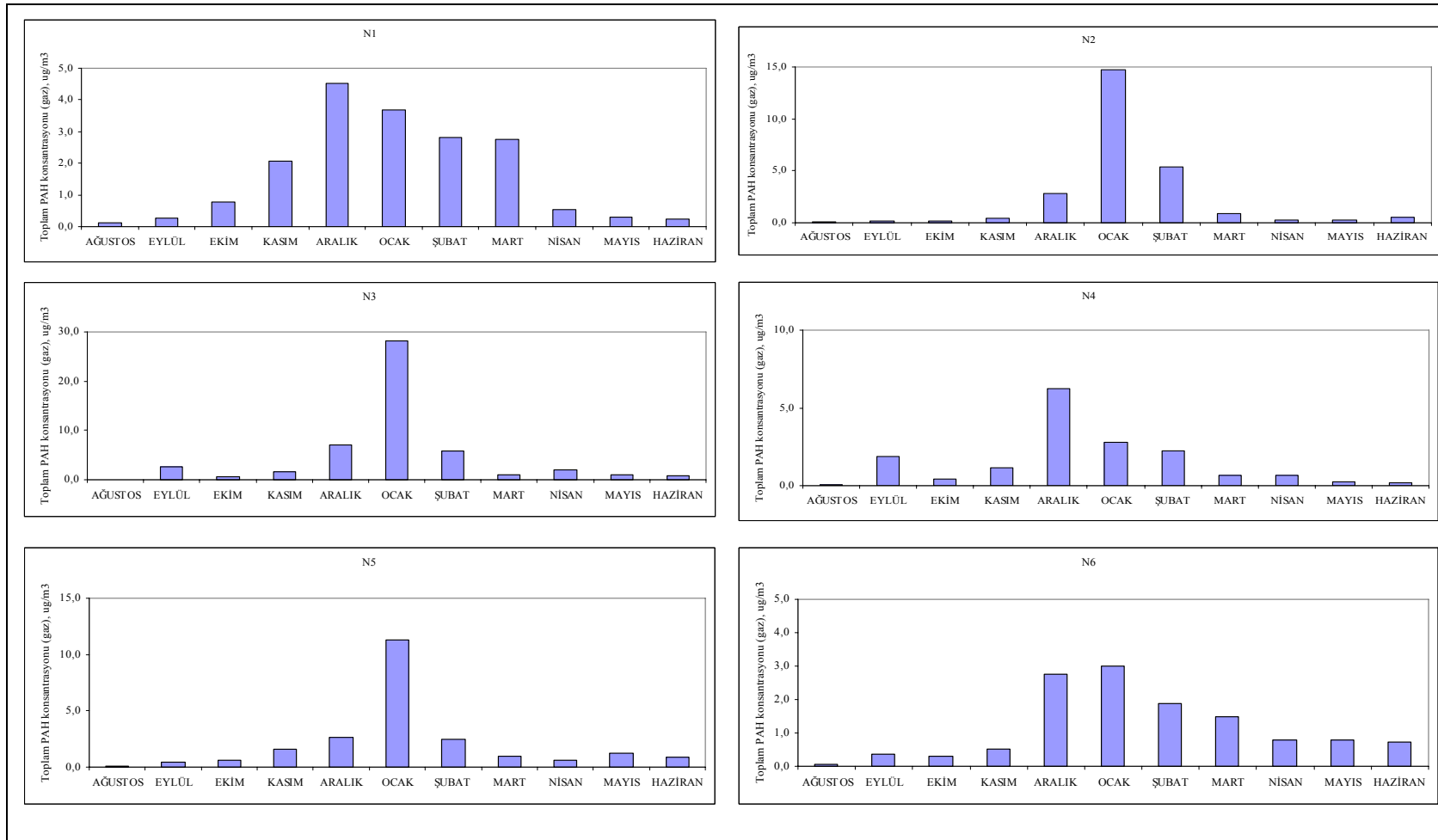
Şekil 4.2.1.6 incelendiğinde PAH'ların büyük bir kısmının gaz fazında bulunduğu görülmektedir. Örnek noktalarının tamamında gaz ve partikül fazdaki PAH'ların oranı yaklaşık aynıdır (4,2-5,3). Taşdemir ve Esen (2007) tespit edilen PAH bileşiklerinin gaz fazındaki konsantrasyonunu yaklaşık %90, Park ve diğ.,

(2001) tespit ettikleri PAH bileşiklerinin %95'den daha fazlasını gaz fazında tespit etmişlerdir. Düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin gaz fazında bulunması ve toplam konsantrasyon içerisinde daha yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmesi atmosferde bu bileşiklerin daha çok taşındıklarını göstermektedir.

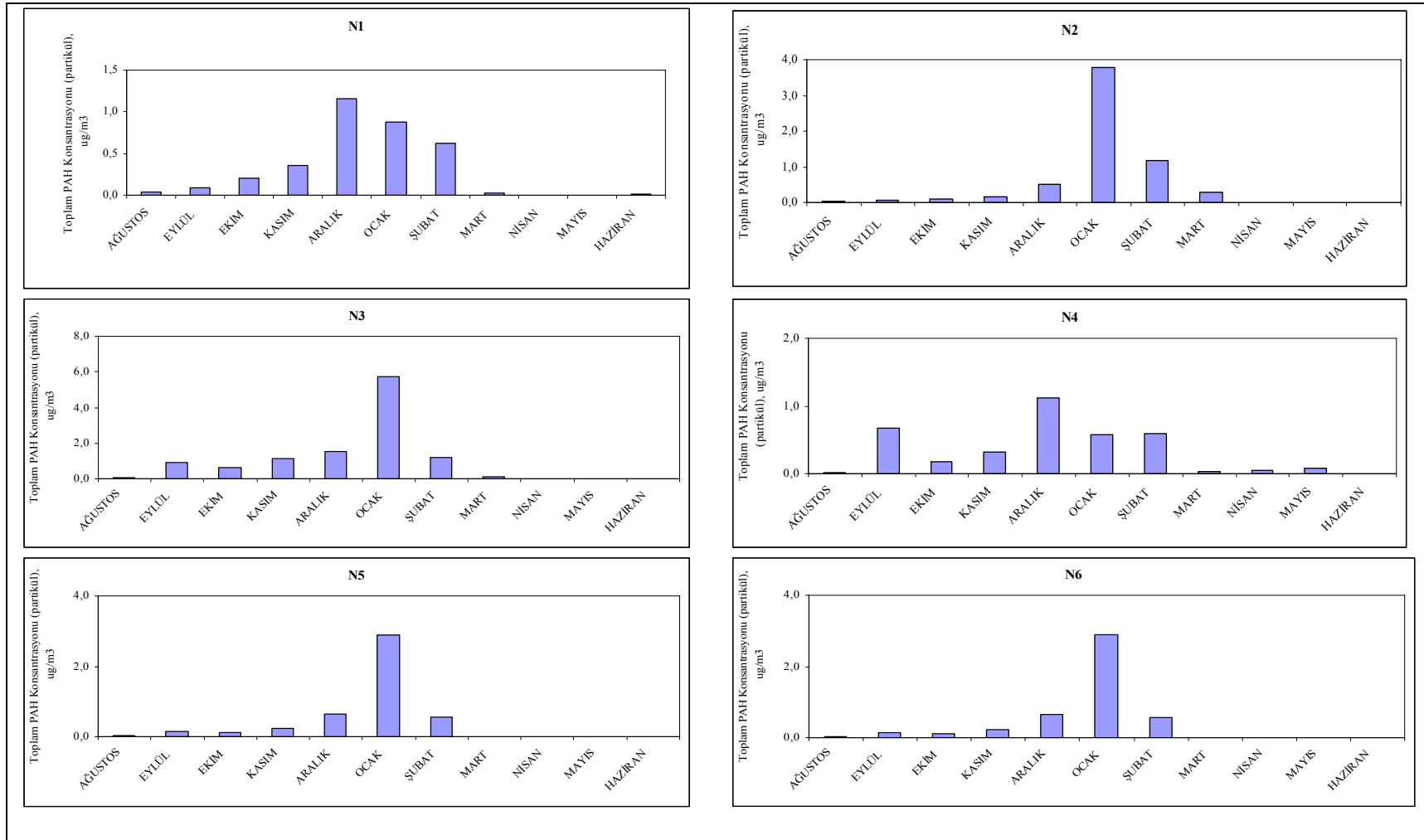


Şekil 4.2.1.6 N1, N2, N3, N4, N5 ve N6'da tespit edilen toplam gaz, partikül fazdaki PAH bileşiklerinin konsantrasyonlarının karşılaştırılması, $\mu\text{g m}^{-3}$

PAH Bileşiklerinin mevsime bağlı olarak konsantrasyonlarındaki değişim Şekil 4.2.1.7 ve 4.2.1.8'de görülmektedir.



Şekil 4.2.1.7 N1, N2, N3, N4, N5 ve N6’da tespit edilen toplam PAH konsantrasyonunun (gaz) aylık değişimi, $\mu\text{g m}^{-3}$



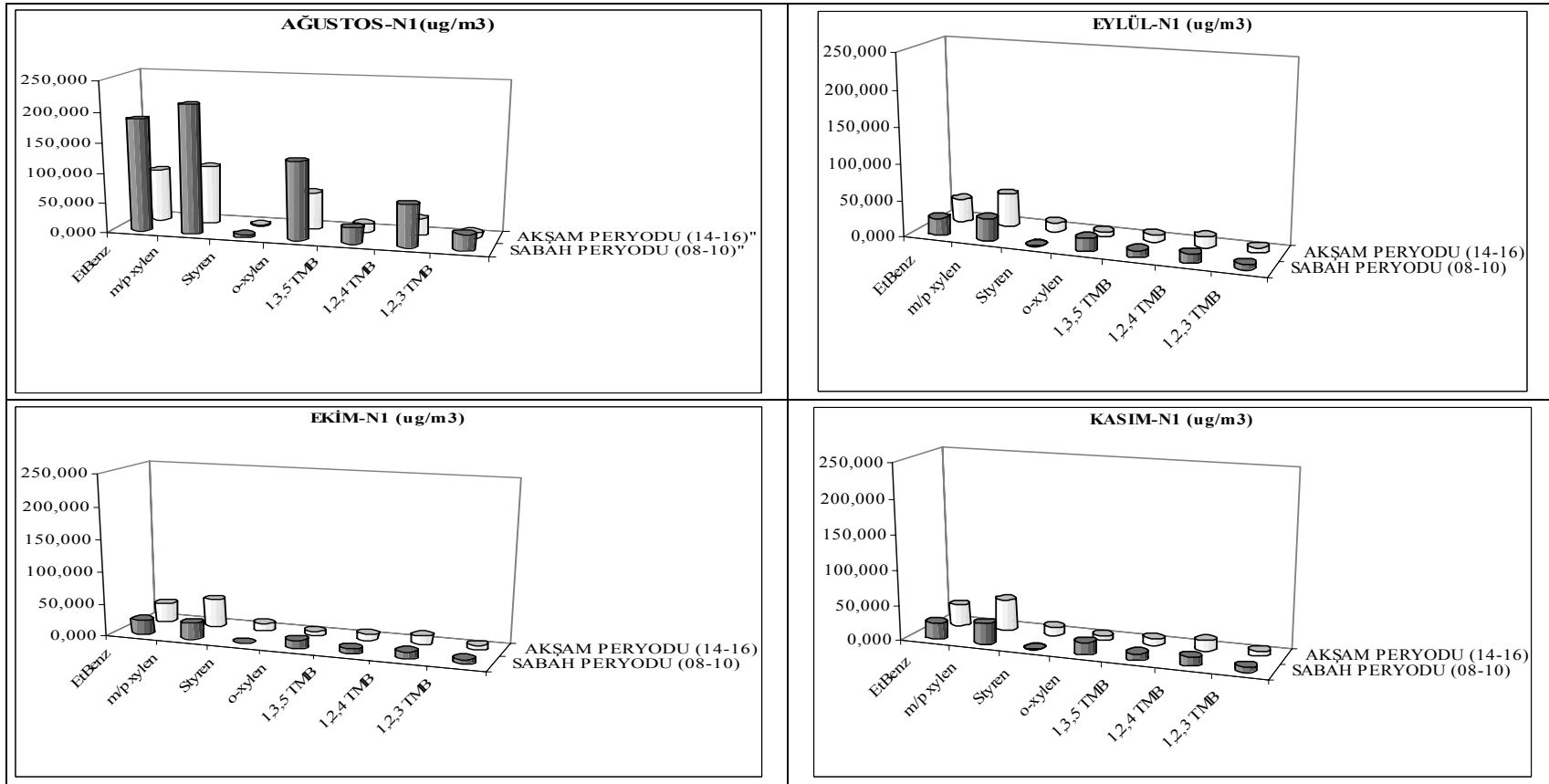
Şekil 4.2.1.8 N1, N2, N3, N4, N5 ve N6’da tespit edilen toplam PAH konsantrasyonunun (partikül) aylık değişimi, $\mu\text{g m}^{-3}$

Şekil 4.2.1.7 ve 4.2.1.8 incelendiğinde partikül ve gaz fazdaki PAH'ların mevsimsel değişiminin benzer olduğu görülmektedir. Yaz aylarında düşük konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Bunun sebebi yazın kent merkezinde nüfusun azalması buna bağlı olarak trafik yoğunluğunun azalması (tatil dönemi nedeniyle), ısınma amaçlı yakıt tüketiminin olmaması ve ayrıca solar radyasyonun fotokimyasal parçalanmayı arttırması olarak düşünülmüştür. Kış aylarında tespit edilen PAH konsantrasyonunun yüksek olması Konya kent atmosferindeki PAH'ların kaynağının önemli kısmını ısınma amaçlı yakıt tüketimi olduğunu göstermektedir. N3 ve N4 örnek noktası mevsimsel olarak karşılaştırıldığında kış aylarında N3 örnek noktasındaki konsantrasyonunun yüksek olduğu bahar-yaz aylarında ise N4 örnek noktasında konsantrasyonun yükseldiği gözlenmiştir. Bu durum beklenen bir durumdur. Kış aylarında daha çok kapalı otoparkların tercih edildiği, bahar-yaz aylarında ise açık otoparkların tercih edildiği bilinen bir gerçektir. Kapalı otoparklar sınırlandırılmış alanlar olduğu için konsantrasyonun yüksek seviyelerde olması doğaldır. Yine sınırlandırılmış alanlar rüzgâr ve yağmur gibi meteorolojik faktörlerden az etkilenmektedir. Bu nedenle kirleticilerin meteorolojik faktörlerle dağılımı da engellenmektedir.

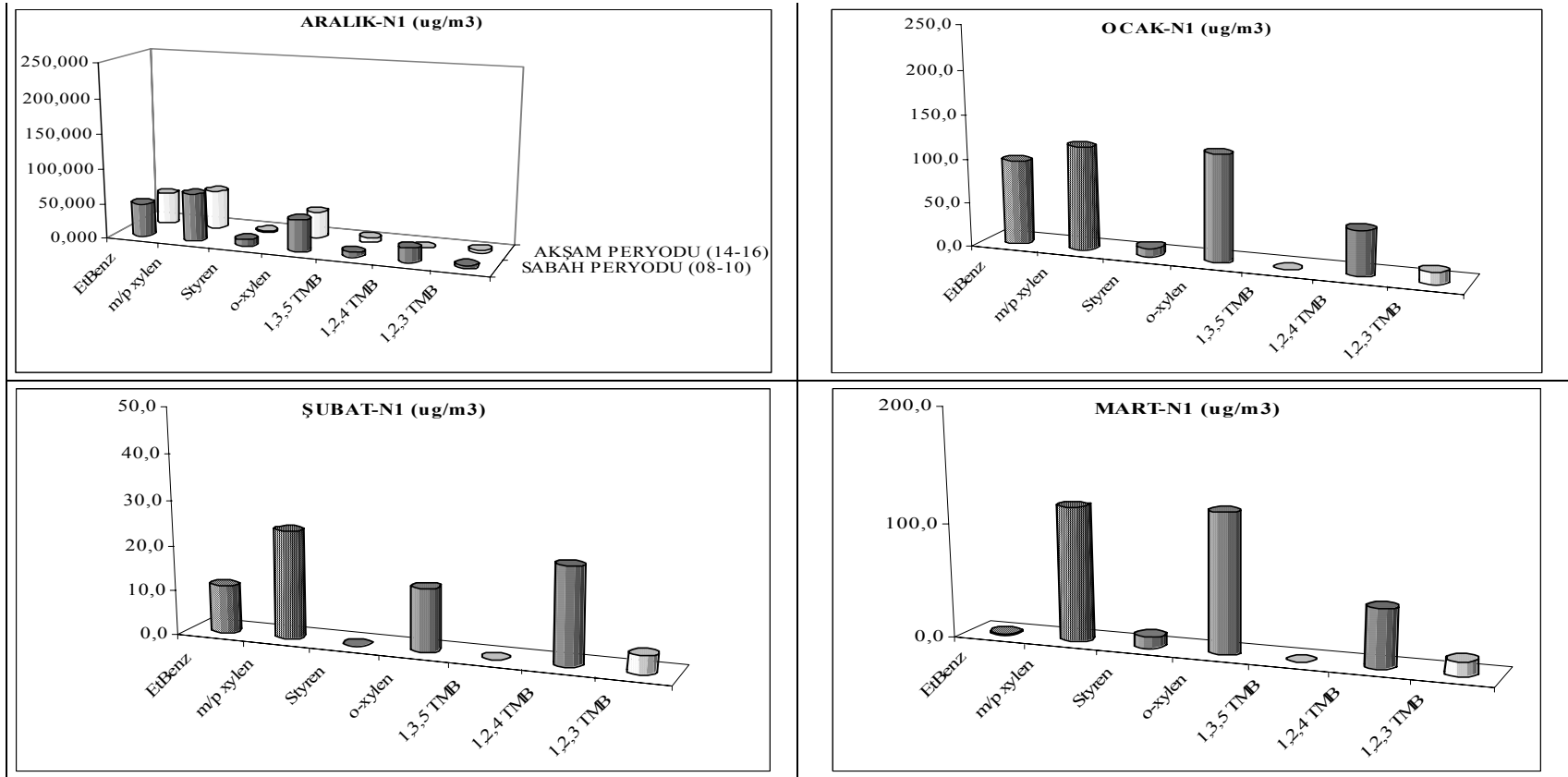
4.2.2 UOB'ler

Konya kent havasında gaz fazdaki ortalama toplam UOB konsantrasyonu N1 örnek noktasında $127,87 \text{ ng m}^{-3}$; N2 örnek noktasında $142,93 \text{ ng m}^{-3}$; N3 örnek noktasında $616,97 \text{ ng m}^{-3}$; N4 örnek noktasında $168,66 \text{ ng m}^{-3}$; N5 örnek noktasında $108,24 \text{ ng m}^{-3}$; N6 örnek noktasında $456,87 \text{ ng m}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir.

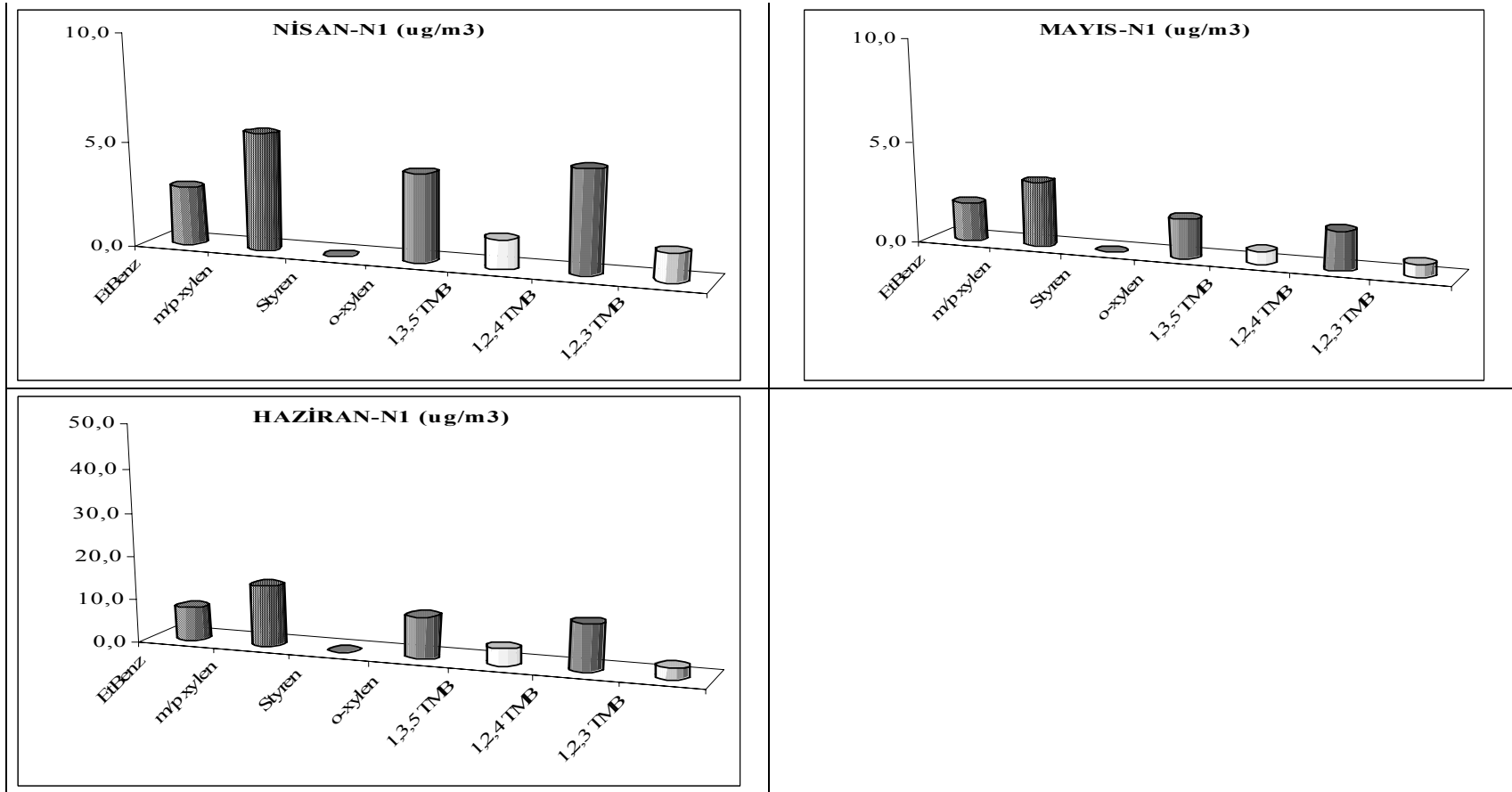
6 farklı numune noktasında (N1, N2, N3, N4, N5, N6) 11 ay süresince gerçekleştirilen örnekleme sonucunda Konya kent atmosferinde tespit edilen gaz fazdaki UOB konsantrasyonları (ng m^{-3}) Şekil 4.2.2.1, 4.2.2.2, 4.2.2.3, 4.2.2.4 ve 4.2.2.5'de görülmektedir. Şekil 4.2.2.1, 4.2.2.2, 4.2.2.3, 4.2.2.4 ve 4.2.2.5 incelendiğinde toplam konsantrasyon içerisinde UOB konsantrasyonlarının sonbahar peryodunda benzer olduğu kış sezonunda ise konsantrasyon seviyelerinin yükseldiği görülmektedir. Baskın bileşik grupları ise sırasıyla m/p xilen, etilbenzen, o-xylene, 1,2,4-trimetilbenzen, 1,3,5-trimetilbenzen ve 1,2,3-trimetilbenzen olarak tespit edilmiştir. Khoder, (2007) yapmış olduğu çalışma da Ramsis ve Haram'da UOB'lerin dağılımları benzerdir ve baskın bileşik gruplarını sırasıyla m/p xilen, n-hexan, benzen, o-xilen, n-heptan, 1,2,4-trimetilbenzen, etilbenzen and 1,3,5-trimetilbenzen olarak tespit etmiştir. Zhao ve diğ., (2004) ve Fern'andez ve diğ., (2004) çoğu kentsel atmosferde en baskın UOB türlerinin toluen, m/p xilen ve benzen olduğunu tespit etmişlerdir. Fern'andez ve diğ., (2004), endüstriyel alanlarda özellikle petrol rafine tesislerinde kimyasal üreten endüstrilerin yoğun olduğu alanlarda 1,4-diklorobenzen'i yüksek konsantrasyonlarda tespit etmişlerdir.



Şekil 4.2.2.1 N1 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri



Şekil 4.2.2.1 N1 örnek noktasının $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

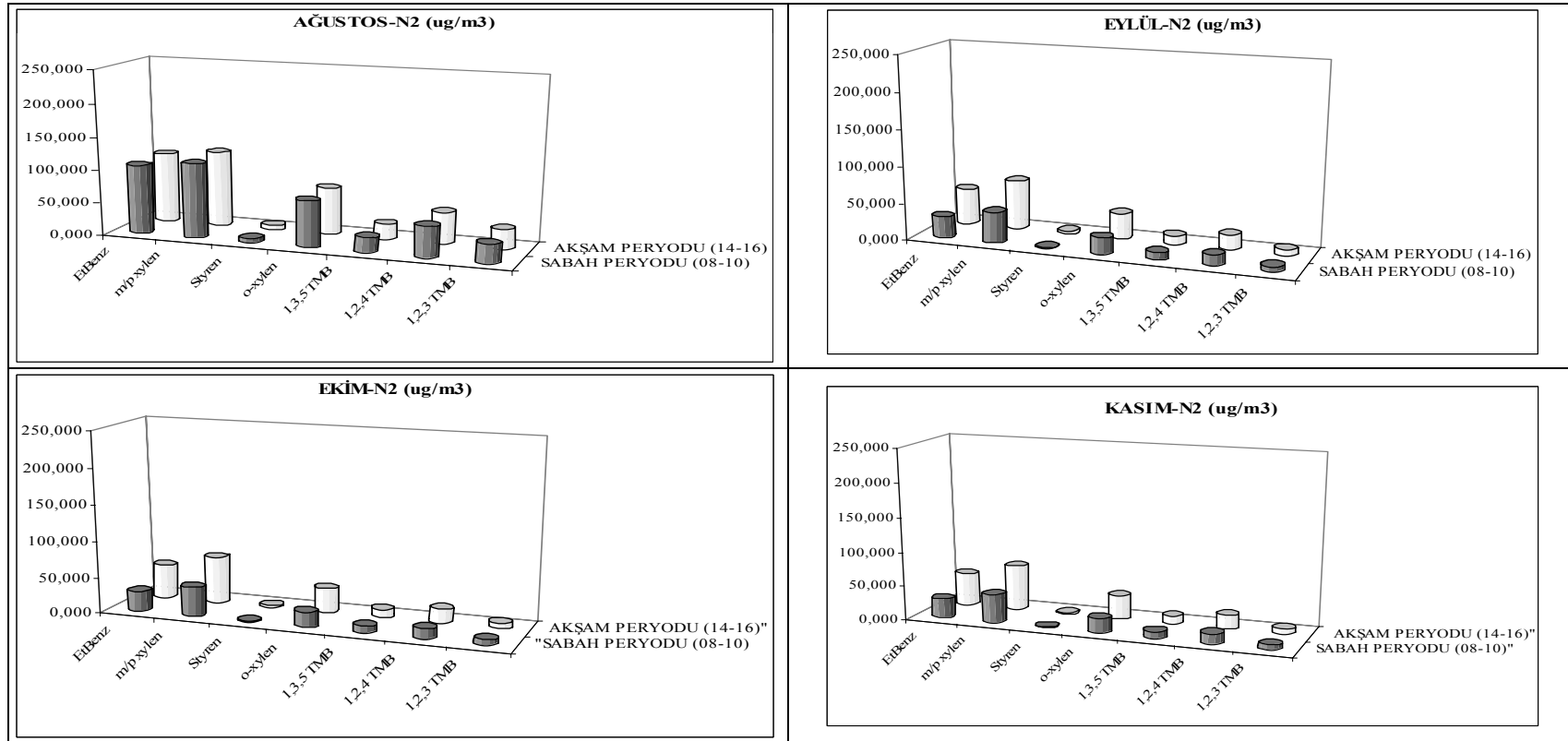


Şekil 4.2.2.1 N1 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

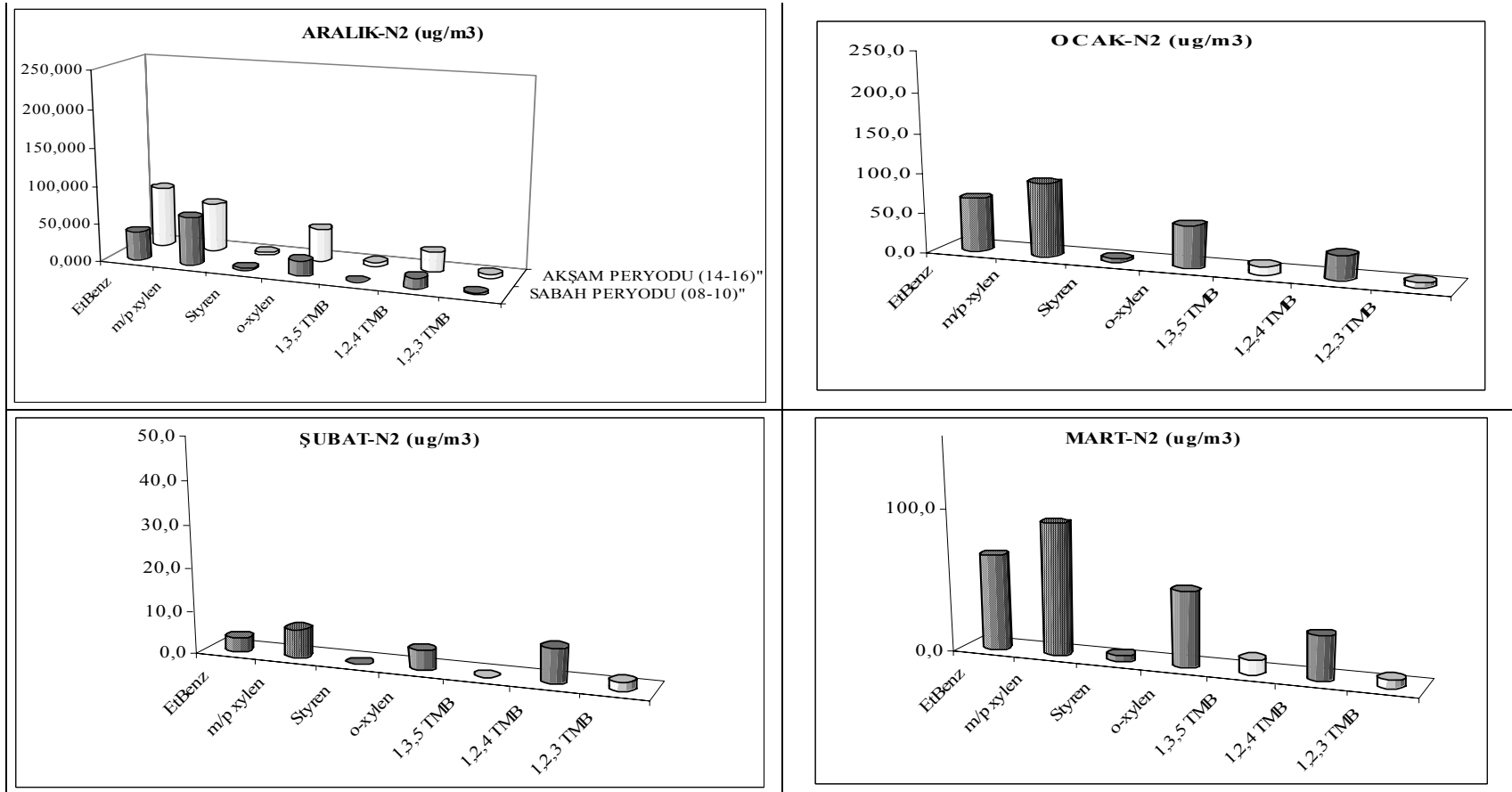
N1 örnek noktasına ait aylık değişim grafikleri incelendiğinde Ağustos ayında Styren hariç bileşiklerin tamamı tespit edilmiştir. Sabah peryodunda akşam peryoduna göre daha yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Eylül ayında N1 örnek noktasında EtBenz ve m/p xylen bileşikleri baskın olarak tespit edilmiştir.

Eylül ayında akşam peryodunda daha yüksek konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir. Ağustos ve eylül ayı sonuçları karşılaştırıldığında eylül ayında daha düşük konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Eylül, ekim ve kasım aylarında benzer konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir.

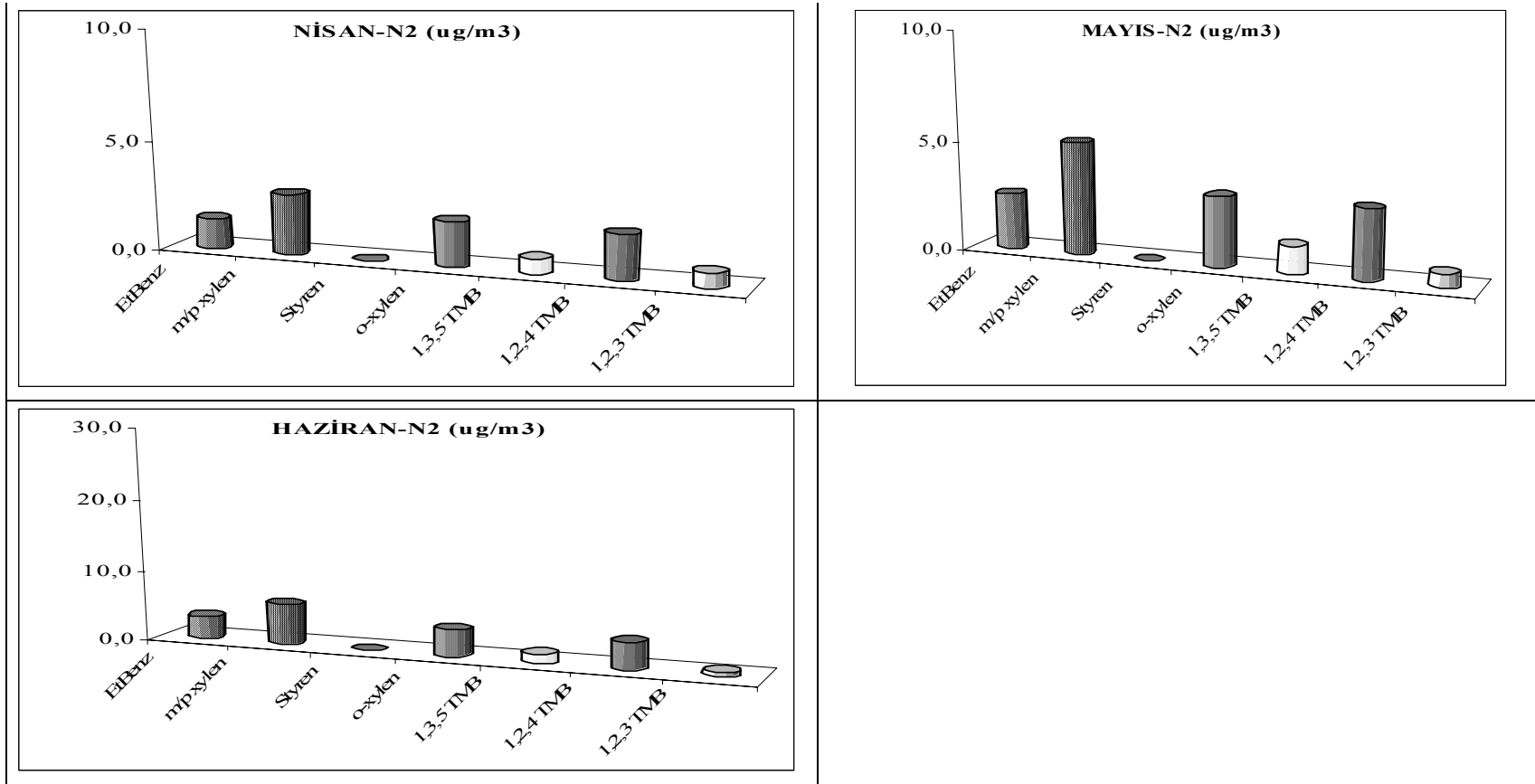
Aralık ayında tespit edilen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. EtBenz, m/p xyen, o- xyen bileşikleri baskın olarak belirlenmiştir. Sabah ve akşam peryodunda bu ayda konsantrasyon farklılığı önemsenecek seviyelerde tespit edilmiştir. Ocak ayında eylül ayından sonra en yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Ocak ayında Styren ve 1,3,5 TMB hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Şubat ayında tespit edilen konsantrasyonlar azalmıştır. Baskın belirlenen bileşik grupları Styren ve 1,3,5 TMB hariç diğer bileşiklerdir. Mart ayında tekrar gözlenen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. m/p xyen, o- xyen ve 1,2,4 TMB bileşikleri baskın olarak belirlenmiştir. Mart, nisan ve mayıs aylarında gözlenen konsantrasyon seviyeleri benzerdir. Haziran ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. Bu aylarda styren hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir.



Şekil 4.2.2.2 N2 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri



Şekil 4.2.2.2 N2 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

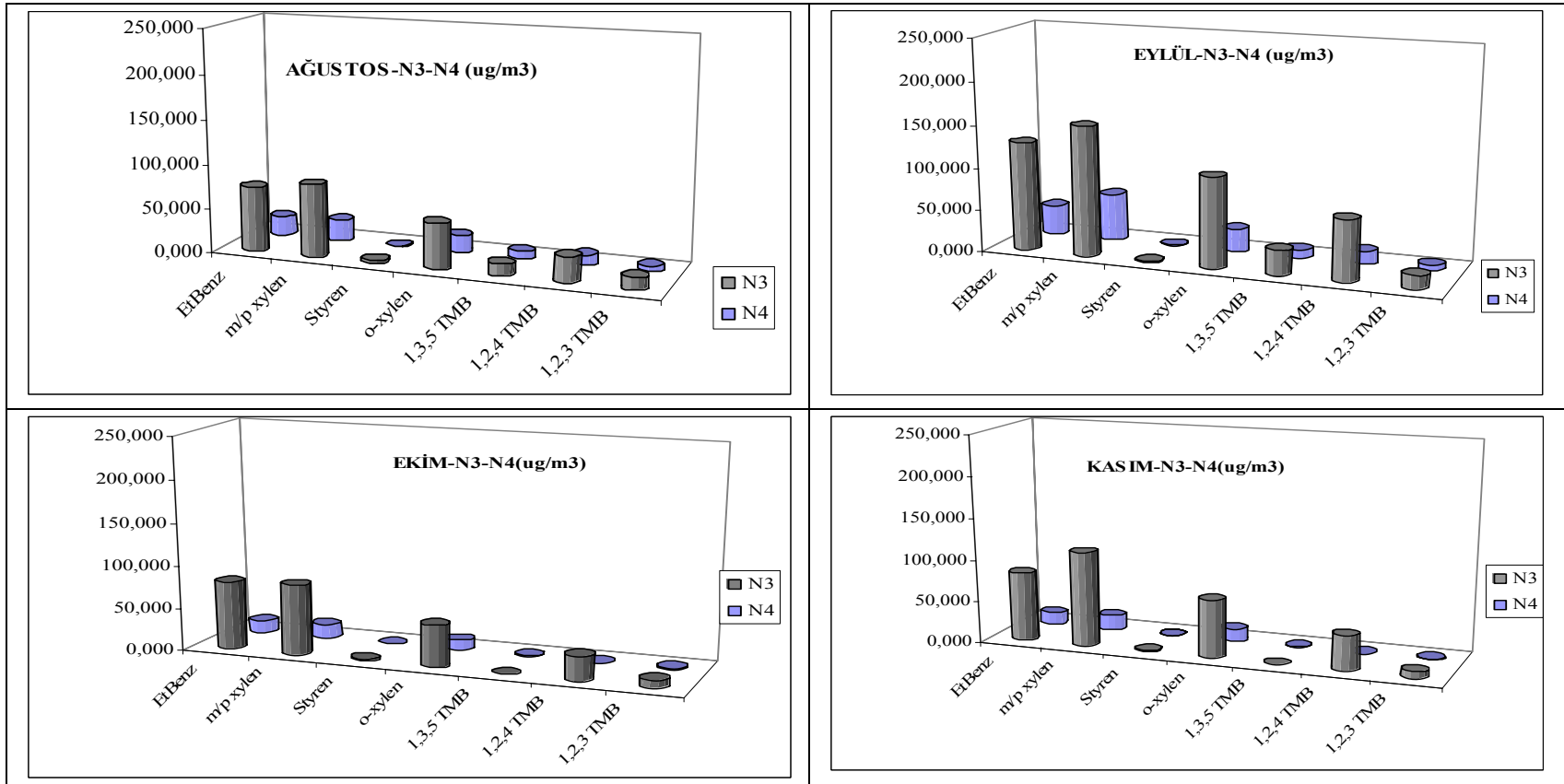


Şekil 4.2.2.2 N2 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

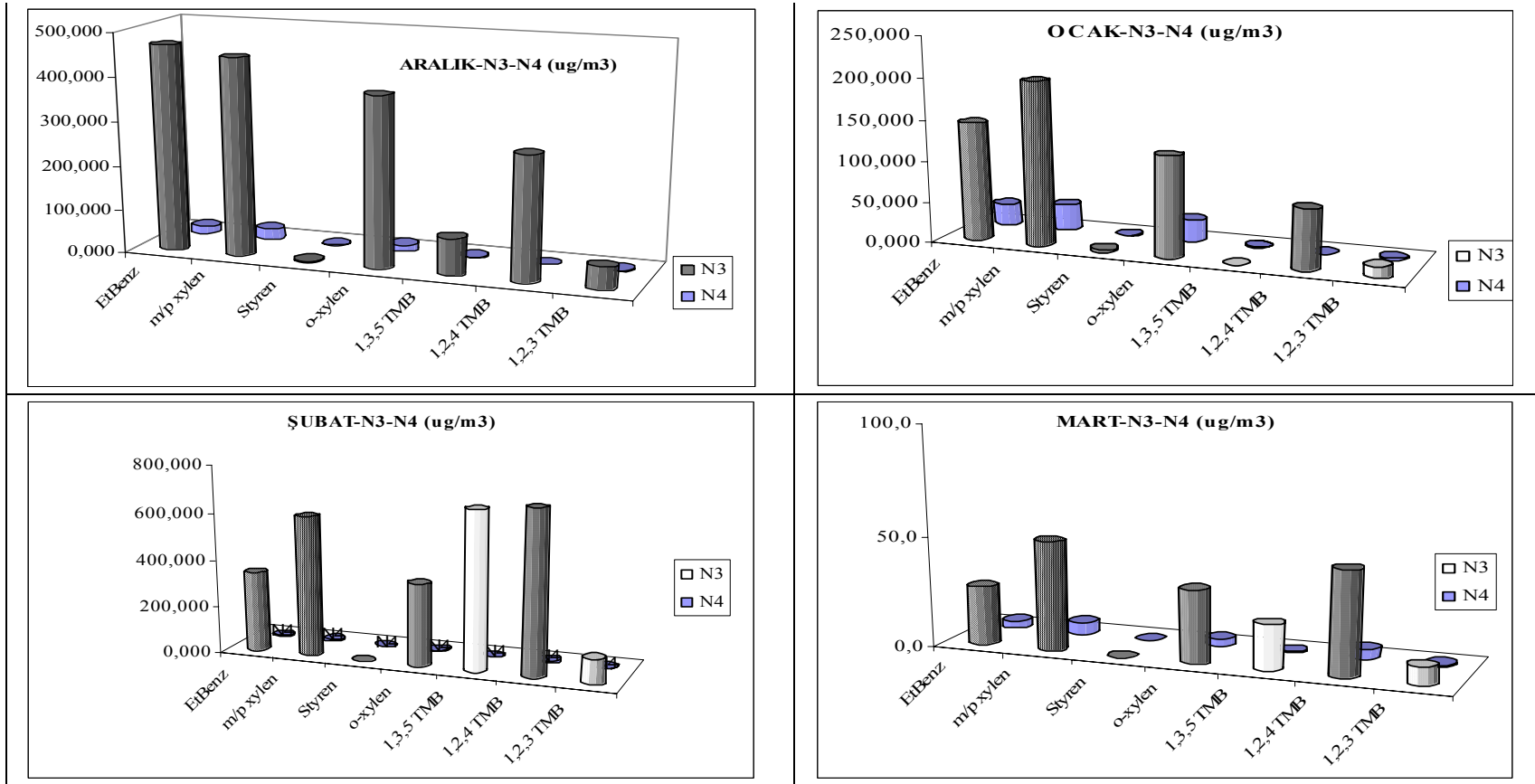
N2 örnek noktasına ait aylık değişim grafikleri incelendiğinde Ağustos ayında Styren hariç bileşiklerin tamamı tespit edilmiştir. Sabah periyodu ve akşam periyodunda konsantrasyon farklılığı önemsenmeyecek seviyelerde belirlenmiştir.

Eylül ayında N2 örnek noktasında EtBenz ve m/p xyen ve o- xylen bileşikleri baskın olarak tespit edilmiştir. Eylül ayında akşam periyodunda daha yüksek konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir. Ağustos ve eylül ayı sonuçları karşılaştırıldığında eylül ayında daha düşük konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Eylül, ekim ve kasım aylarında benzer konsantrasyon seviyeleri tespit edilmiştir.

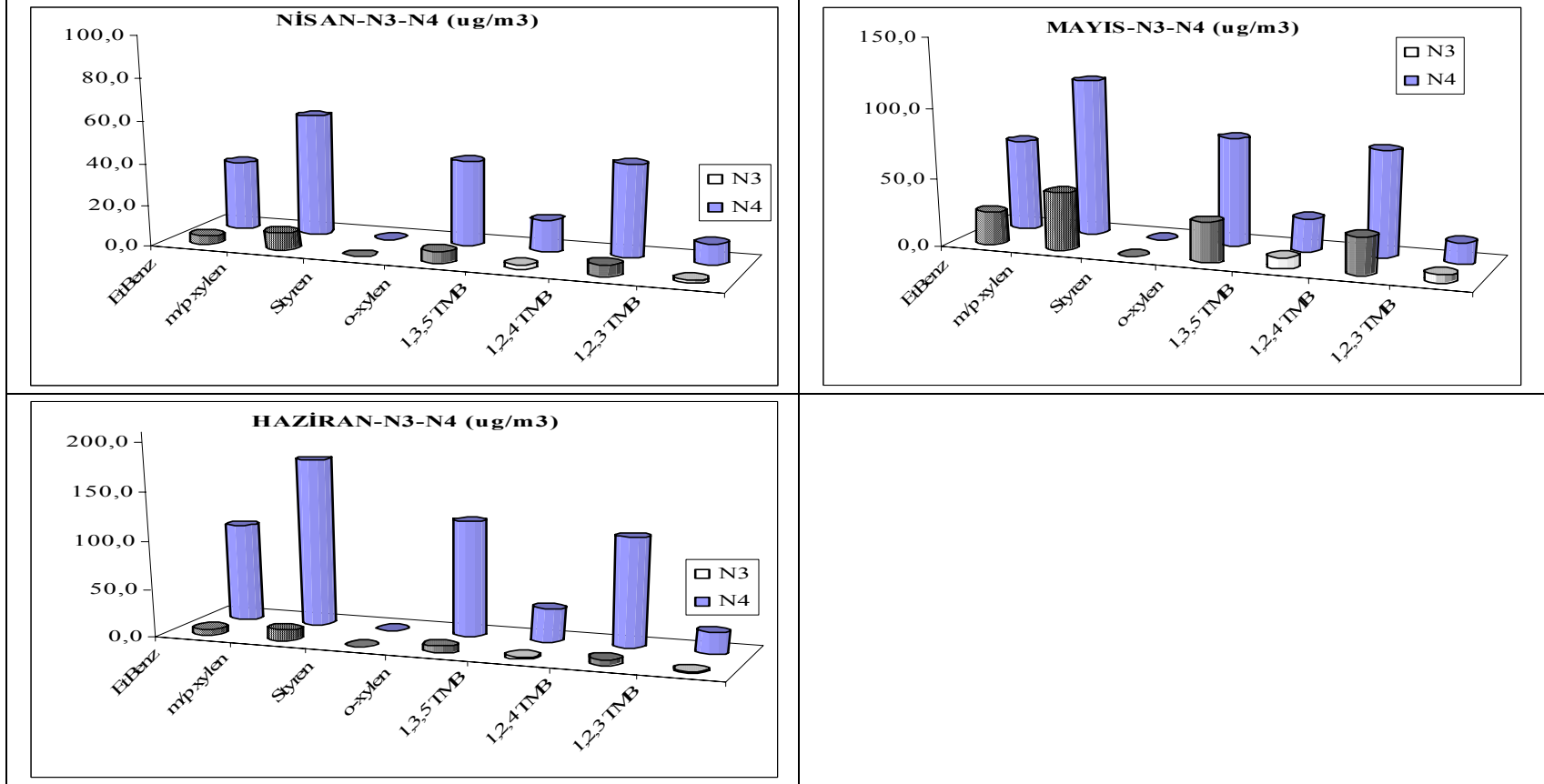
Aralık ayında tespit edilen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. Styren, 1,3,5 TMB ve 1,2,3 TMB bileşikleri hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Sabah ve akşam periyodunda bu ayda konsantrasyon farklılığı önemsenmeyecek seviyelerde tespit edilmiştir. Ocak ayında Styren, 1,2,3 TMB ve 1,3,5 TMB hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Şubat ayında tespit edilen konsantrasyonlar azalmıştır. Baskın belirlenen bileşik grupları styren ve 1,3,5 TMB hariç diğer bileşiklerdir. Mart ayında tekrar gözlenen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. Styren hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Nisan ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri azalmıştır. Bu ayda styren hariç diğer bileşikler tespit edilmiştir. Mayıs ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. Styren hariç diğer bileşikler tespit edilmiştir. Haziran ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. Bu ayda styren hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir.



Şekil 4.2.2.3 N3-N4 örnek noktalarının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri



Şekil 4.2.2.3 N3-N4 örnek noktalarının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

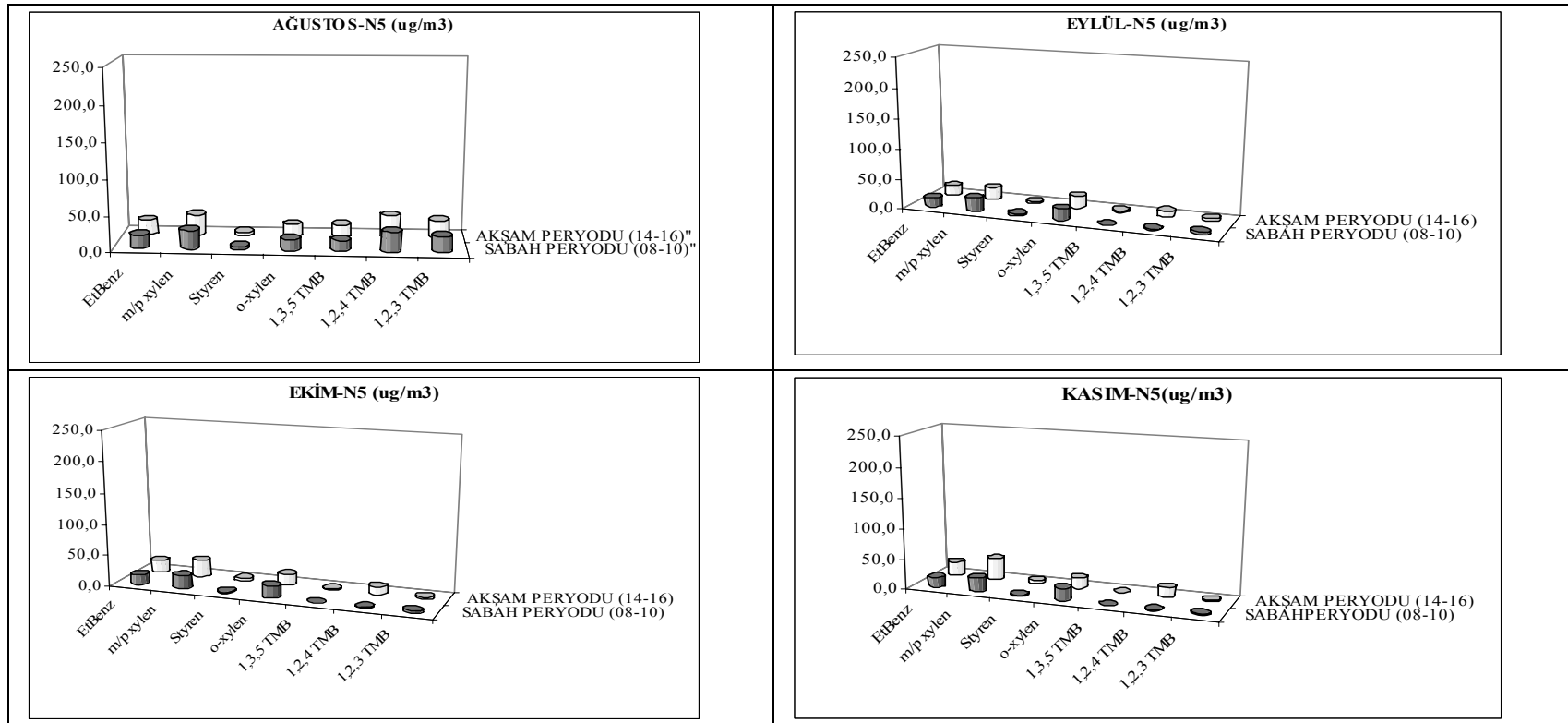


Şekil 4.2.2.3 N3-N4 örnek noktalarının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

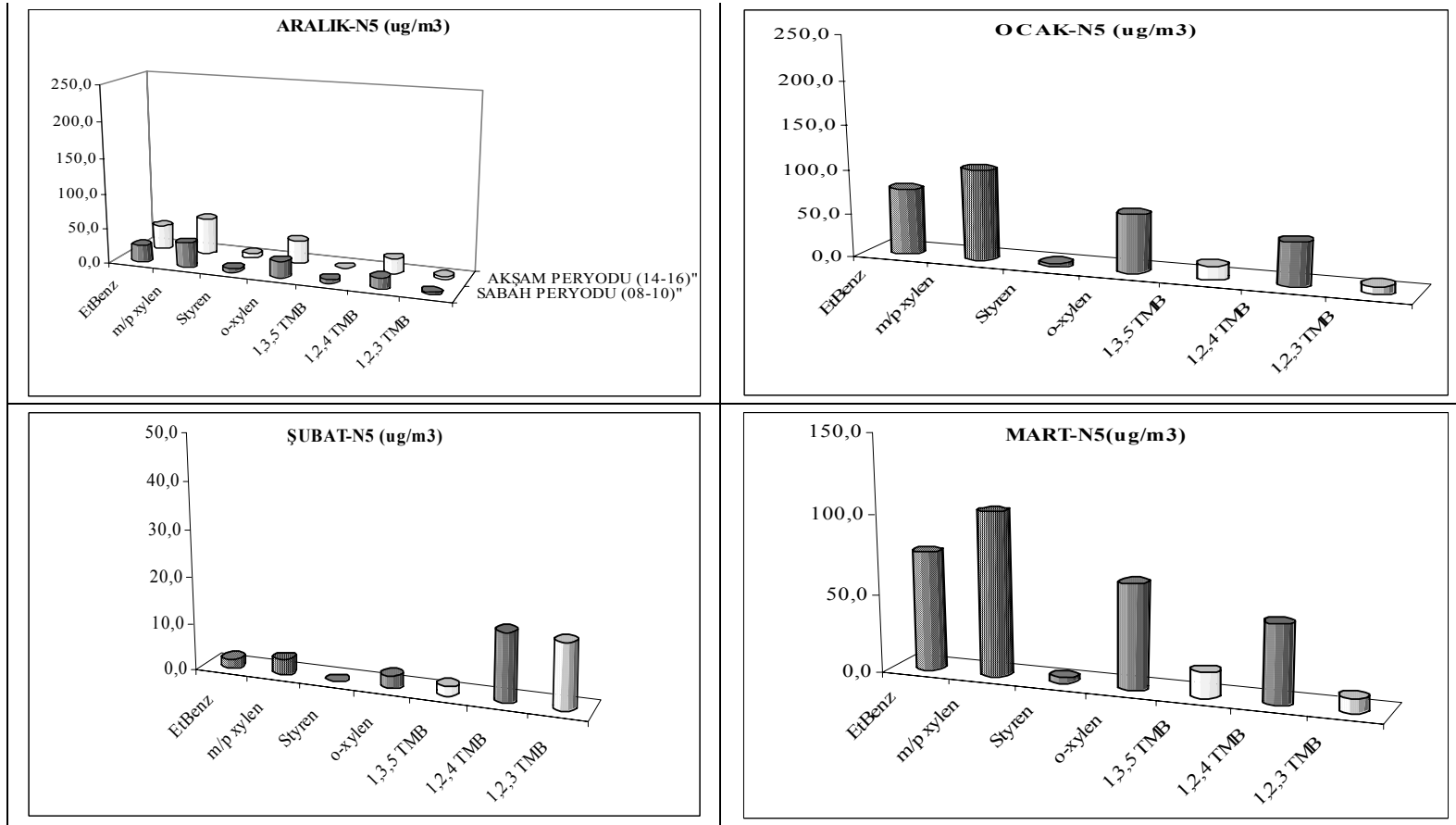
N3 ve N4 örnek noktalarına ait aylık değişim grafikleri incelendiğinde Ağustos ayında Styren hariç bileşiklerin tamamı her iki örnek noktasında tespit edilmiştir. Bu ayda N3 örnek noktasında N4 örnek noktasından daha yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Eylül ayında ağustos ayına göre her iki örnek noktasında da konsantrasyon değerleri artmıştır. Bu ayda da ağustos ayında olduğu gibi styren hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Eylül, ekim, kasım aylarında gözlenen konsantrasyon seviyeleri benzer tespit edilmiştir. Yine bu aylarda N3 örnek noktasında N4 örnek noktasından daha yüksek konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Aralık ayında N4 örnek noktası için minimum konsantrasyon seviyeleri belirlenirken N3 örnek noktası için şubat ayından sonraki en yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir.

Ocak ayında Styren, 1,2,3 TMB ve 1,3,5 TMB hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Şubat ayında N3 örnek noktası için Styren hariç en yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Mart ayında tekrar gözlenen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. Styren hariç diğer bileşikler tespit edilmiştir. Nisan ayında N3 örnek noktasında gözlenen konsantrasyon seviyeleri azalırken N4 örnek noktasında artmıştır. N4 örnek noktasında styren hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Mayıs ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri her iki örnek noktası içinde artmıştır. Haziran ayında N4 örnek noktası için en yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilirken, N3 örnek noktası içinde en düşük konsantrasyon değerleri belirlenmiştir.

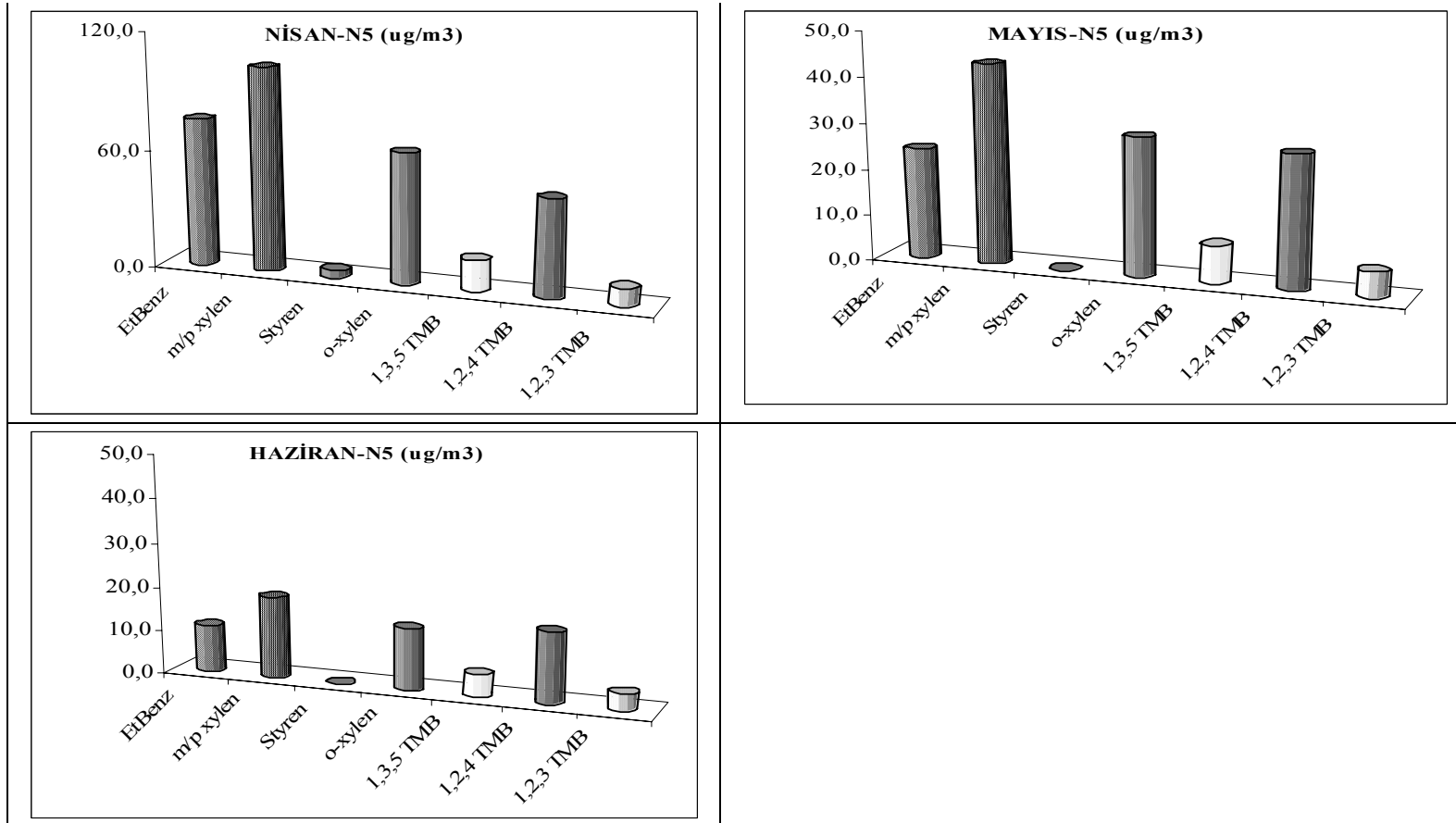
Her iki örnek noktası genel olarak değerlendirildiğinde kapalı otopark olan N3 örnek noktası genelde kış aylarında daha fazla kullanılırken yaz aylarında açık otopark (N4) tercih edilmektedir. Bu nedenle kış aylarında N3 örnek noktasında yüksek konsantrasyon seviyeleri elde edilirken yaz aylarında N4 örnek noktasında yüksek konsantrasyon seviyeleri elde edilmiştir.



Şekil 4.2.2.4 N5 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri



Şekil 4.2.2.4 N5 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

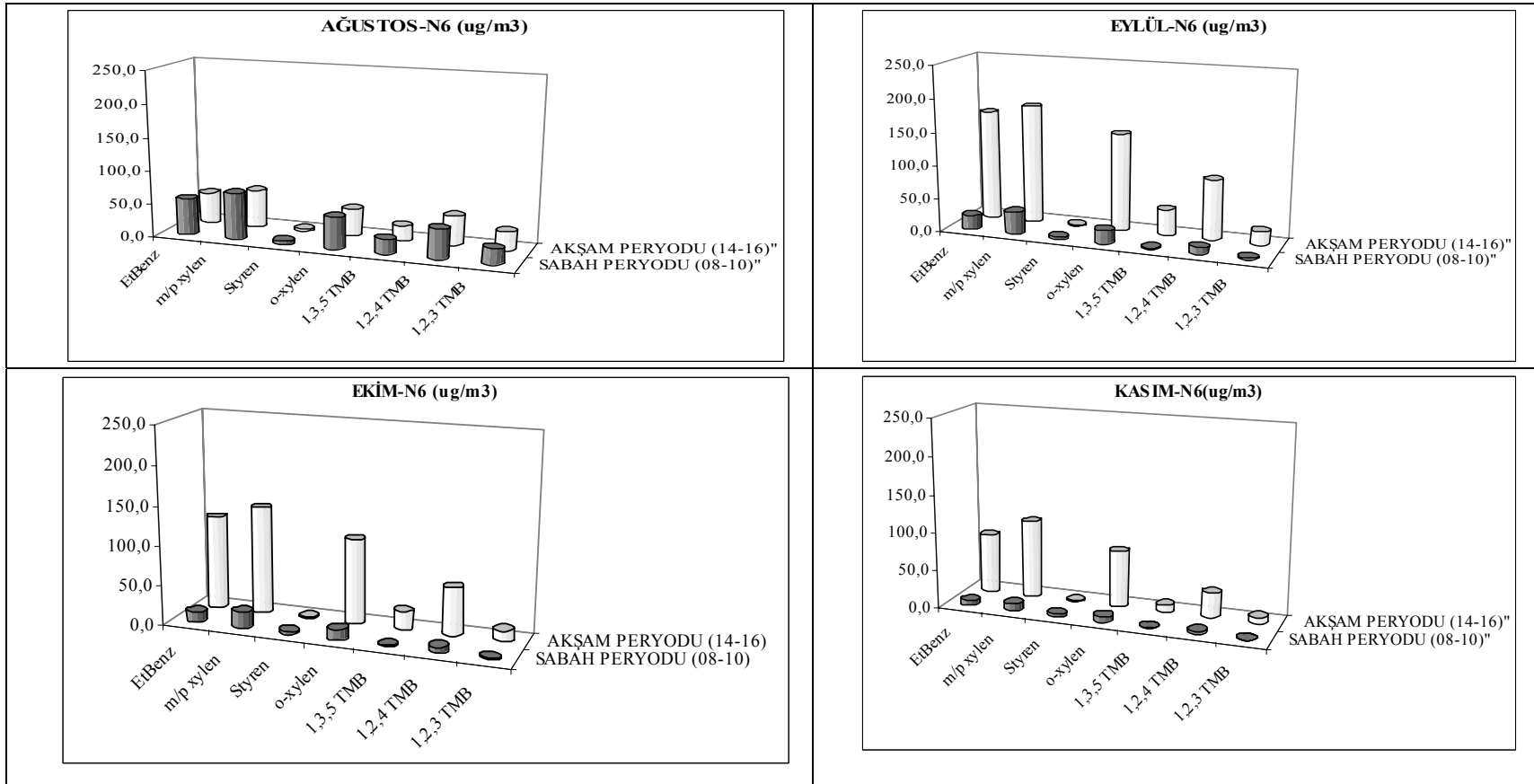


Şekil 4.2.2.4 N5 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

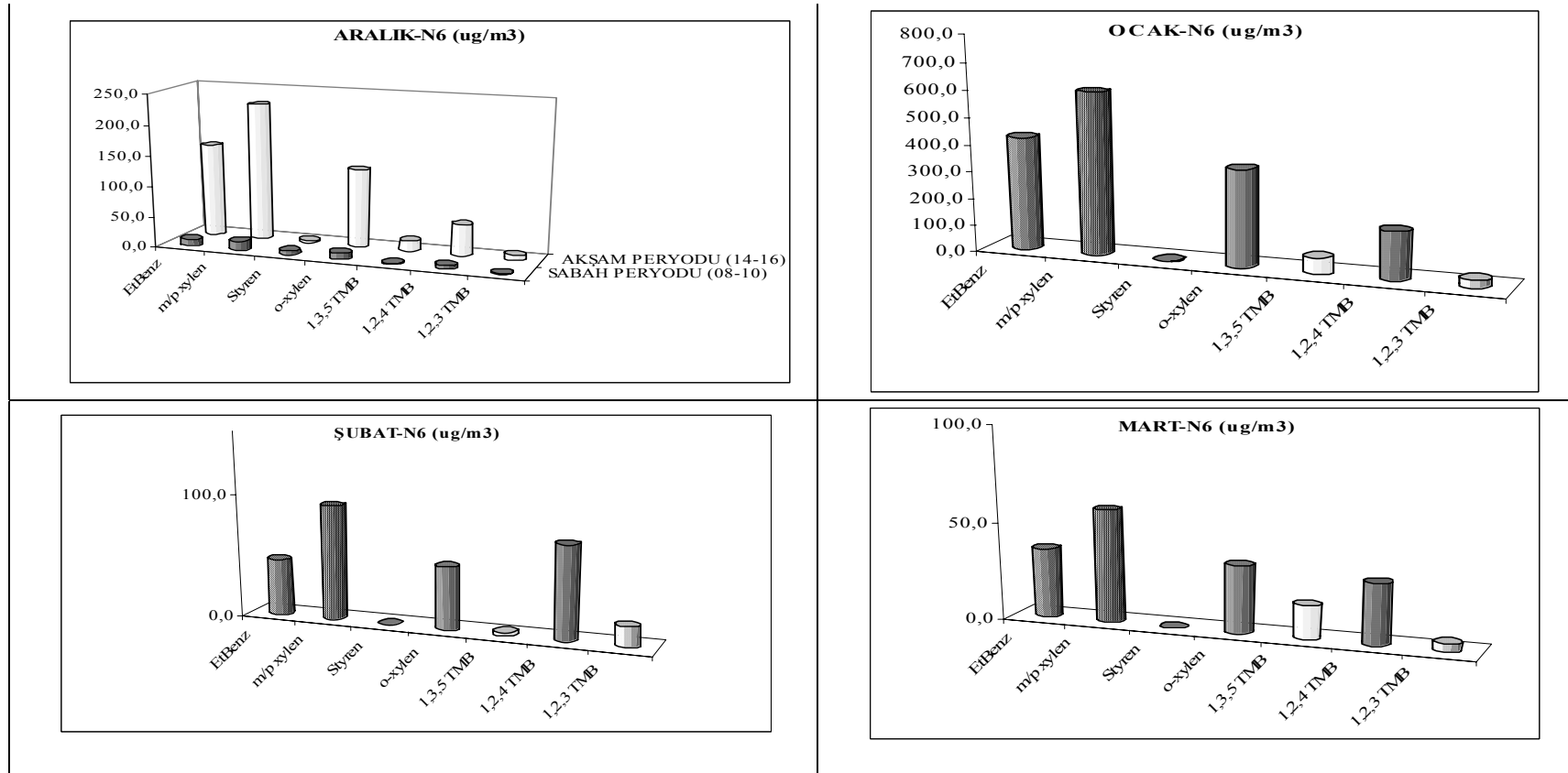
N5 örnek noktasına ait aylık değişim grafikleri incelendiğinde Ağustos ayında Styren hariç bileşiklerin tamamı tespit edilmiştir. Akşam peryodunda gözlenen konsantrasyonlar sabah peryodundan yüksek belirlenmiştir.

Eylül, ekim, kasım, aralık aylarında benzer konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. bu aylarda styren, 1,3,5 TMB ve 1,2,3 TMB bileşikleri hariç diğer bileşikler tespit edilmiştir. Ocak ve mart aylarında bu örnek noktası için en yüksek konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Şubat ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri düşmüştür.

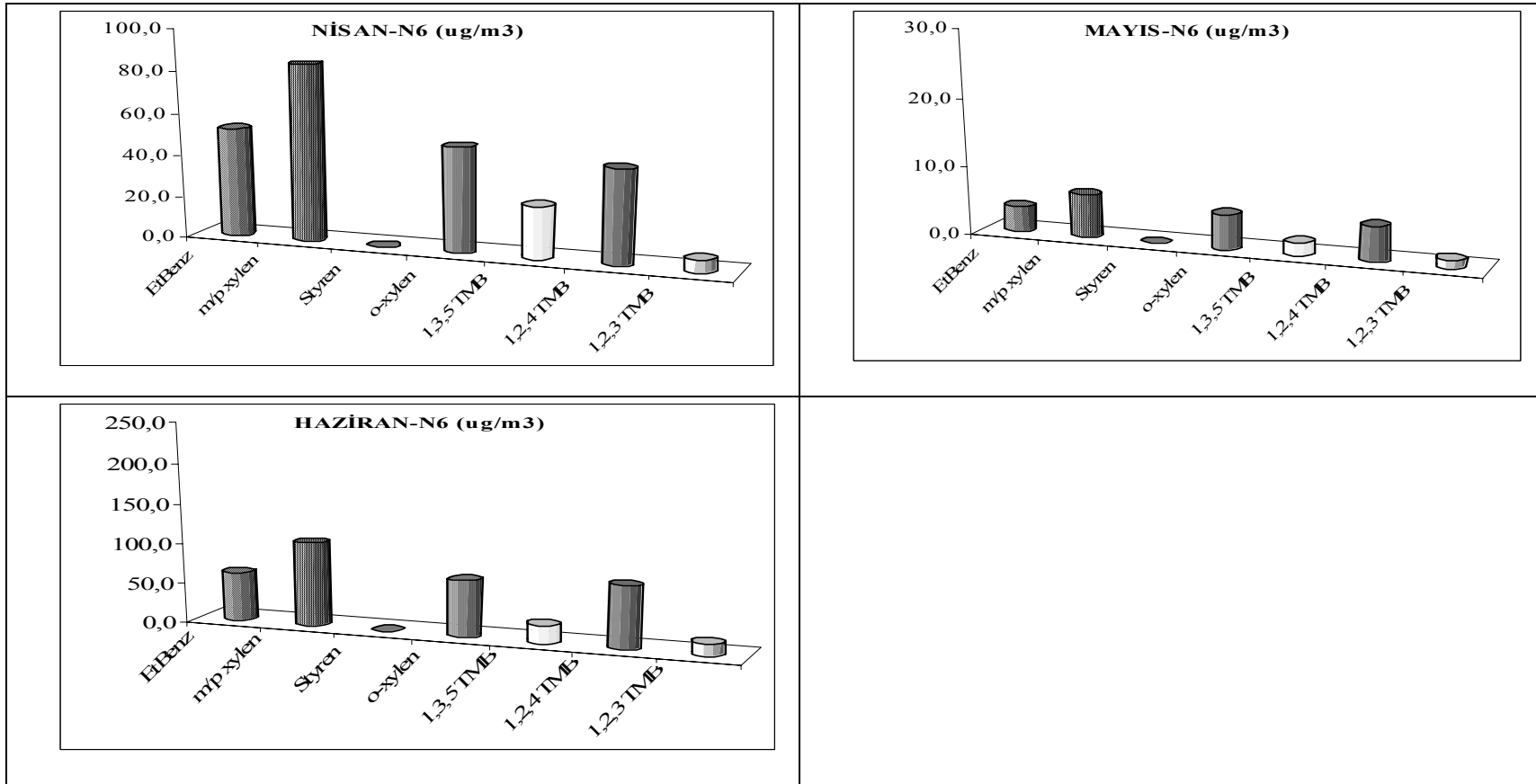
Şubat ayında 1,2,4 TMB ve 1,2,3 TMB bileşikleri baskın olarak tespit edilmiştir. Nisan ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri tekrar yükselmiştir. Styren hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyon seviyelerinde belirlenmiştir. Mayıs ve Haziran aylarında gözlenen konsantrasyon seviyeleri tekrar düşmüştür. Bu aylarda styren hariç diğer bileşikler tespit edilmiştir.



Şekil 4.2.2.5 N6 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri



Şekil 4.2.2.5 N6 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)



Şekil 4.2.2.5 N6 örnek noktasının ng m^{-3} olarak aylık değişim grafikleri (devamı)

N6 örnek noktasına ait aylık değişim grafikleri incelendiğinde Ağustos ayında Styren hariç bileşiklerin tamamı tespit edilmiştir. Sabah ve akşam peryodunda benzer konsantrasyon değerleri elde edilmiştir. Eylül ayında bu örnek noktasında sabah peryodunda akşam peryoduna göre oldukça düşük konsantrasyonlar elde edilmiştir. Styren hariç diğer bileşikler yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Ağustos ve eylül ayı sonuçları karşılaştırıldığında eylül ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri artmıştır. Eylül, ekim, kasım, aylarında benzer konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Bu aylarda akşam peryodunda yüksek konsantrasyon değerleri belirlenmiştir. Aralık ayında gözlenen konsantrasyon değerleri artmıştır. Ocak ayında bu örnek noktası için styren hariç en yüksek değerler tespit edilmiştir. Şubat ayında gözlenen konsantrasyon seviyeleri düşmüştür. Styren, 1,2,3 TMB hariç diğer bileşikler yüksek konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Mart ayında gözlenen konsantrasyonlar şubat ayından düşük belirlenmiştir. Nisan ayında gözlenen konsantrasyon değerleri artmış, Styren hariç diğer bileşikler yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Mayıs ayında tekrar gözlenen konsantrasyon değerleri düşmüş, haziran ayında yükselmiştir. Bu aylarda styren hariç diğer bileşikler yüksek değerlerde belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde örnek noktalarının tamamında UOB'ler ağustos ayında en yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır. Khoder'in, (2007) yapmış olduğu çalışma, yüksek sıcaklıklar daha fazla benzinin buharlaşmasına neden olur görüşünü doğrulamaktadır. Ortam sıcaklığı arttıkça buharlaşma emisyonları artmaktadır. UOB'ler PAH bileşiklerine göre buharlaşma noktaları düşük bileşiklerdir. PAH'lar buharlaşma emisyonlarında daha düşük değerlerde bulunurken, UOB'ler buharlaşma emisyonlarında daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Nelson ve Quigley, 1984). Bu çalışma da bu görüşe paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4.2.2.1 Gaz ortamındaki UOB'ler için istatistiksel değerler

UOB	N1 Konsantrasyon (ng m ⁻³)		N2 Konsantrasyon (ng m ⁻³)		N3 Konsantrasyon (ng m ⁻³)		N4 Konsantrasyon (ng m ⁻³)		N5 Konsantrasyon (ng m ⁻³)		N6 Konsantrasyon (ng m ⁻³)	
	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D	ORT	S.D
Etilbenzen (C ₈)	38,823	47,001	42,047	34,920	136,612	145,352	33,399	27,924	24,241	20,863	102,779	129,317
m/p xylene(C ₈)	58,561	54,780	55,713	37,604	176,558	187,017	51,146	50,523	35,860	29,029	147,117	188,691
Styren(C ₈)	4,658	5,091	2,696	2,348	1,705	1,567	0,396	0,340	3,105	2,241	2,219	1,966
o-xylene(C ₈)	38,503	45,788	31,034	22,883	118,516	130,992	35,499	34,224	24,269	18,074	93,776	112,368
1,3,5 Trimetilbenzene (C ₉)	7,246	6,780	8,755	7,278	73,849	199,975	8,986	11,460	5,733	6,674	19,602	19,698
1,2,4 Trimetilbenzene (C ₉)	21,157	19,677	19,978	14,142	121,292	204,840	24,550	38,241	18,950	15,414	57,534	55,480
1,2,3 Trimetilbenzene (C ₉)	7,480	6,145	7,974	8,826	22,029	31,284	6,420	7,022	7,529	7,173	13,099	10,902

Tablo 4.2.2.2 Bu çalışmada ve diğer araştırmacılar tarafından tespit edilen ortalama UOB konsantrasyonları (ng m⁻³)

Yer	EtBenz.	m/p xilen	Styren	o-xilen	Σ xilen	1,3,5 TMB	1,2,4 TMB	1,2,3 TMB	Yıl	Alan	Referans
Tarragona, İspanya	1-22,1	2,2-63,9	0-15,2	0,9-23,1	-	0-4	0,6-13,9	-	Aralık 2005 Ocak 2006	Kentsel alan+endüstriy	Mollarqui ve diğ.,
Cairo, Mısır	1,24-59,53	2-171,61	-	0,98-98,71	-	0,52-38,57	0,98-86,55	-	Haziran 2004 Ağustos 2004	Kentsel alan+kırsal	Khoder, 2007
Cairo, Mısır	-	160,41		124,86	-	-	-	-	21 Şubat-3 Mart ve 29 Ekim-27 Kasım 1999	Tafik	Allaban ve diğ., 2002
USA, Kaliforniya	0,13-1,6	0,43-5,25	0,042-5,32	0,13-1,86	-	0,049-0,44	0,15-1,72	0,029-0,34	Temmuz 1999-Şubat 2000	Kensellik derecesi-	Pankow ve diğ., 2003
Huijbergen, Hollanda	0,78	1,69		0,61	-	0,2	0,59	0,49	1 mart 1991-28 şubat 1997	Yüksel kentsel	Thijsse ve diğ., 1999
Yokohama, Japonya	3,82	1,52	0,77		-		1,33		13 Aralık 2005 14 Aralık 2005	Yüksek kentsel	Yamamoto ve diğ., 2000
Ulsan/Kore	-	4,34	-	3,9	-	-	-	-	3 Haziran1999-8 Haziran 1997	Yüksek kentsel	Na ve diğ., 2001
Seoul, /Kore	3,03	9,97	1,28	3,47	-	-	-	-	1 Ağustos1998-1Temmuz 1999	Yüksek kentsel	Na ve Kim 2001
Helsinki, Finlandiya	4,29	13,44		5,64	-	-	-	-	1996-1997	Yüksek kentsel	Edwards ve diğ., 2001
Sao Paolo (Lapa), Brezilya	13,44	26,01	1,7	6,94	-	-	-	-	1 hafta Tarih	Yüksek kentsel	Cólon ve diğ., 2001
Porto-Alegre, Brezilya	13,87	28,18	5,96	10,84	-	-	-	-	07/24/1996	Yüksek kentsel	Grosjean ve diğ., 1998
Rome, İtalya	17,78	5,46	-	25,15	-	22,58	21,1	5,4	1992-1993	Yüksek kentsel	Brocco ve diğ., 1997

Tablo 4.2.2.2 Bu çalışmada ve diğer araştırmacılar tarafından tespit edilen ortalama UOB konsantrasyonları (ng m⁻³) devamı

Ann Arbor, USA	3,97-91,12	19,18-371,12	0,08-2,83	4,31-123,86	-	1,90-38,26	5,22-138,85	2,18-32,45	2005 günlük	Kapalı araç garajları	Batterman ve diğ., 2006
Hong Kong, Hong Kong	0,35-21,05	0,44-23,36	-	0,44-12,47	-	-	-	-	16 Nisan 1999 10 Nisan 2000 (mevsimsel)	Yüksek kentsel	Ho ve Lee 2002
Mumbai, Hindistan	0,87	3,51 (sadece m-xyl)	-	1,,34	-	4,22	6,82	-	Mayıs 2001 Nisan 2002	Mesken	Srivastava ve diğ., 2005
Mumbai, Hindistan	1,26	0,69	-	1,04	-	1,28	5,4	-	Mayıs 2001 Nisan 2002	Ticari	Srivastava ve diğ., 2005
Mumbai, Hindistan	1,17	0,56	-	0,35	-	2,16	0,29	-	Mayıs 2001 Nisan 2002	Endüstriyel	Srivastava ve diğ., 2005
Mumbai, Hindistan	13,05	2,04	-	1,,95	-	1,67	1,42	-	Mayıs 2001 Nisan 2002	Trafik	Srivastava ve diğ., 2005
Mumbai, Hindistan	5,38	3,69	-	3,51	-	1,67	1,,91	-	Mayıs 2001 Nisan 2002	Petrol istasyonu	Srivastava ve diğ., 2005
Newyork, USA	247,4	690,1	-	156,5	-	-	78,9	-	Mayıs 1995 Eylül 1995	Kentsel (1 saatlik)	Sistla ve Aleksic, 2007
Newyork, USA	17,3	49,2	-	11,8	-	-	19,7	-	Mayıs 1995 Eylül 1995	Kentsel (24 saatlik)	Sistla ve Aleksic, 2007
Tahran, İran	52,8-62,4	95,9-122,9	-	46,9-66,4	-	-	-	-	-	Kentsel	Bahrami, 2001
Berlin, Almanya	3,38	p-xyl 2,47 m-xyl 6,03	-	3,29	-	-	-	-	Günlük	Mesken	Monod ve diğ., 2001
Berlin, Almanya	15,61	p-xyl 11,27	-	15,35	-	-	-	-	Günlük	Trafik	Monod ve diğ., 2001

Tablo 4.2.2.2 Bu çalışmada ve diğer araştırmacılar tarafından tespit edilen ortalama UOB konsantrasyonları (ng m⁻³) devamı

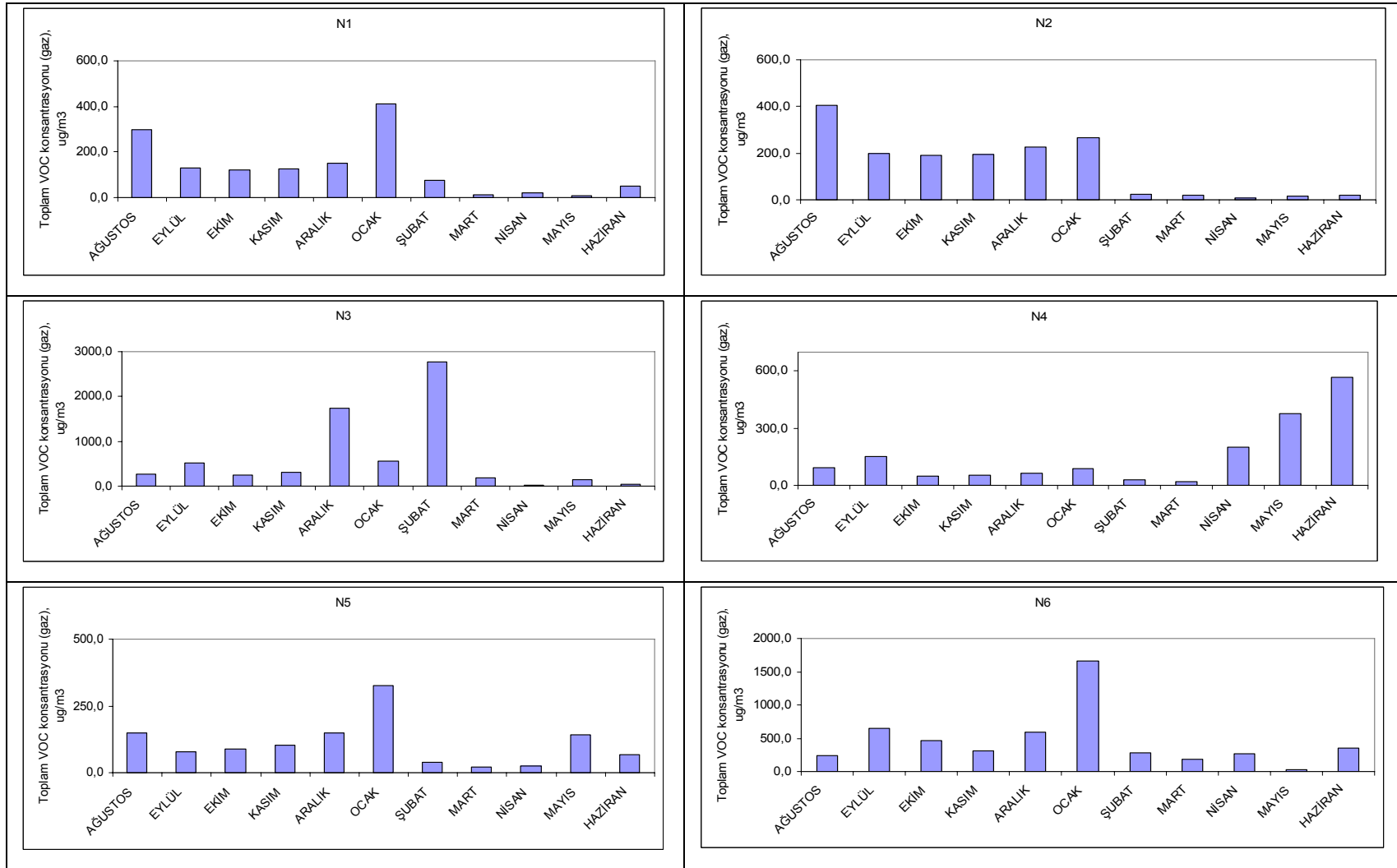
Paris, Fransa	2,47	p-xyl 2,04 m-xyl	-	2,6	-	-	-	-	Günlük	Mesken	Monod ve diğ., 2001
Paris, Fransa	7,02	p-xyl 5,42 m-xyl	-	7,33	-	-	-	-	Günlük	Trafik	Monod ve diğ., 2001
Londra, İngiltere	1,73	p-xyl 1,17 m-xyl 3,03	-	1,6	-	-	-	-	Günlük	Mesken	Monod ve diğ., 2001
Londra, İngiltere	30,17	p-xyl 23,63	-	33,77	-	-	-	-	Günlük	Trafik	Monod ve diğ., 2001
HongKong, Hong Kong	2,47	p-xyl 1,13 m-xyl 2,69	-	1,65	-	-	-	-	Günlük	-	Monod ve diğ., 2001
İngiltere, 12 metropol kent	0,69-3,77	1,65-11,62	-	0,87-5,64	-	-	-	-	1996 Saatlik ortalama	Kentsel	Derwent ve diğ., 2000
Izmir, Türkiye	37,28	82,81	-	84,54		42,21	34,85	-	15 Ağustos 1998 15 Eylül 1998	Yüksek kentsel	Müezzinoğlu ve diğ.,
Konya, Türkiye	38,823	51,386	4,049	31,044	82,429	7,333	18,203	6,763	Ağustos 2007 Haziran 2008	Trafik 1 (Adalhan)	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	38,290	50,339	2,420	27,980	78,319	8,167	18,335	7,693	Ağustos 2007 Haziran 2008	Trafik 2 (İller bankası)	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	80,075	113,002	2,156	73,446	186,448	16,911	48,211	11,484	Ağustos 2007 Haziran 2008	Petrol İstasyonu	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	125,928	163,008	1,423	110,431	273,439	75,742	118,916	21,530	Ağustos 2007 Haziran 2008	Kapalı otopark	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	31,298	48,713	0,337	33,301	82,014	8,953	24,992	6,289	Ağustos 2007 Haziran 2008	Açık otopark	Bu çalışma, 2008
Konya, Türkiye	19,948	29,725	2,867	20,374	50,099	4,777	16,280	7,124	Eylül 2007 Şubat 2008	Trafik (İstanbul)	Bu çalışma, 2008

11 aylık örnekleme süresince elde edilen sonuçların İstatistiksel değerlendirmesi Tablo 4.2.2.1’de görülmektedir. Tablo 4.2.2.1’de elde edilen UOB sonuçları için istatistiki değerlendirme sonuçları incelendiğinde standart sapma değerlerinin büyük olması aylık veriler arasındaki farkın fazla olduğunu göstermektedir. Bu fark UOB’lerinin meteorolojik parametrelerle değiştiğini göstermektedir. Yaz aylarında sıcaklık değerlerinin yükselmesi ile buharlaşma emisyonları artmakta ve bu emisyonların artışına paralel olarak UOB’lerin konsantrasyonları da artmaktadır. Bahar aylarında rüzgarın etkisi ile oluşan kirleticiler dağılmakta, daha düşük sonuçlar elde edilmektedir. Özellikle Ağustos ayında maksimum sonuçların elde edilmesi Konya kent atmosferindeki UOB’lerin kaynağının önemli bir kısmını taşıtların oluşturduğu düşüncesini oluşturmaktadır. Ayrıca UOB örnekleme ile ilişkili potansiyel hata kaynakları da veriler arasındaki farka sebep olabilmektedir. UOB örnekleme ile ilgili potansiyel hata kaynakları (ön toplama uçma, kimyasal reaksiyon gibi);

- ✓ Diğer kirleticiler ile toplanan UOB’lerin bozunması,
- ✓ Adsorbentte UOB’lerin yetersiz tutunarak zamanla kaçması,
- ✓ Gaz fazdak UOB’lerin uçması,

gibi sıralanabilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Tablo 4.2.2.2’de yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar 24 saat örnekleme yapan diğer araştırmacılara göre yüksek belirlenmiştir. Sistla ve Aleksic (2007) 24 saat ve 1 saatlik (pik saatlerde) yapılan örnekleme sonuçlarını araştırdıkları çalışmalarında 1 saatlik örnekleme de 24 saatlik örneklemede elde edilen sonuçların yaklaşık 10 katı sonuç elde etmişlerdir. Ülkemizde İzmir’de ve yakın komşumuz İran’da yapılan çalışmalarda dabenzer sonuçlar elde edilmiştir. UOB’lerinin mevsimsel değişimini incelemek amacıyla aylık toplam UOB değerleri ile Şekil 4.2.2.6 elde edilmiştir.



Şekil 4.2.2.6 N1, N2, N3, N4, N5 ve N6’da tespit edilen toplam UOB konsantrasyonunun (gaz) aylık değişimi (ng m^{-3})

Şekil 4.2.2.6 incelendiğinde N1 örnek noktasında en yüksek toplam UOB konsantrasyonu ocak, ardından ağustos aylarında belirlenmiştir. Bu nokta trafik ışığına en fazla 1 m uzaklıkta ve kavşak noktasıdır. Ocak ayında yüksek konsantrasyon değerlerinin elde edilmesi trafik yoğunluğunun yanı sıra ısınma amaçlı yakıt tüketiminin de UOB'lerin konsantrasyonunu arttırmış olmasındandır. Yine bu ayda inversiyon olaylarının sıklıkla görülmesi konsantrasyon değerlerini arttırmış olabilmektedir. N2 örnek noktasında en yüksek toplam UOB konsantrasyonu Ağustos, ardından ocak aylarında belirlenmiştir. Bu nokta trafik ışığına uzak bir nokta olup seyir halindeki taşıtlardan kaynaklanan kirliliği belirlemek amacıyla seçilmiştir. Ağustos ayında sıcaklığın artması UOB'lerin konsantrasyonunu da arttırmıştır. Konya Doğum ve Çocuk Bakımevinin bu cadde üzerinde olması trafik yoğunluğunu da arttırmaktadır. Bu caddenin tali yolları hastaneye giden araçların doğal park yeri olarak kullanılmaktadır. Park halindeki araç sayısı bu cadde üzerinde daha fazladır. Park halindeki araçlarda buharlaşma emisyonları oluşmaktadır. Bu nedenle bu noktada buharlaşma emisyonları ağustos ayındaki emisyonları ertirmiştir. N3 örnek noktasında en yüksek toplam UOB konsantrasyonu aralık, ardından şubat aylarında belirlenmiştir. Aralık ayında alınan numune bu noktadaki en yüksek riski tespit edebilmek amacıyla kurban bayramından 1 gün önce otoparkta taşıt yoğunluğunun en fazla olduğu gün alınmıştır. Şubat ayında da taşıt sayısının en fazla olduğu hafta sonu günü numune alınmıştır. Bu nedenle bu aylarda en yüksek konsantrasyon değerleri belirlenmiştir. N4 örnek noktasında en yüksek toplam UOB konsantrasyonu haziran ayında belirlenmiştir. Yaz aylarında açık otoparkın en fazla kullanıldığı dönemdir. N5 noktasında en yüksek toplam UOB konsantrasyonu ocak ayında belirlenmiştir. Bu nokta da trafik yoğunluğunun en fazla olduğu caddelerden biridir. Ocak ayında yüksek konsantrasyon değerlerinin elde edilmesi trafik yoğunluğunun yanı sıra ısınma amaçlı yakıt tüketiminin de UOB'lerin konsantrasyonunu arttırmasındandır. N6 noktasında en yüksek toplam UOB konsantrasyonu ocak ayında belirlenmiştir. Bu nokta benzin istasyonudur. Bu noktada mesken bölgesi içindedir. Ocak ayında yüksek konsantrasyon değerlerinin elde edilmesi trafik yoğunluğunun yanı sıra ısınma amaçlı yakıt tüketiminin de UOB'lerin konsantrasyonunu arttırması sebebiyledir.

4.3. Yer seviyesinde Ozon oluşum miktarının belirlenmesi

Lodovici ve diğ., (2003) PAH seviyesi ve ozon arasında negatif bir ilişki gözlemişlerdir. UOB'ler ise fotokimyasal olarak yer seviyesinde ozon oluşturan bileşiklerdir (EPA, 2006). Azot oksitlerle güneş ışığı altında reaksiyona girerek ozon oluşumuna yol açmaktadırlar. Bu çalışma da insanlar için tehlikeli olan yer seviyesinde ozon oluşum potansiyeli hesaplanmıştır. Ozon oluşumunu belirleme de maksimum reaktivite (MIR) değerleri (Carter, 1994) kullanılmıştır. Elde edilen değerler Tablo 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4 4.3.5 ve 4.3.6'da görülmektedir.

Burada; Y4 magnehelic okumalar için hesaplanan değer, Y2 izlenen magnehelic okumalar in.H₂O, T_a °K olarak ölçülen ortam sıcaklık değeri dir.

$$\text{Ozon oluşumu (ng m}^{-3}\text{)} = c[\text{UOB}] \times \text{MIR} \quad \text{Eşitlik (4.3.1)}$$

Burada; c[UOB] UOB'in konsantrasyonu ng m⁻³, MIR ise maksimum reaktivite ng O₃/ng UOB değerleridir.

Tablo 4.3.1 N1 Örnek Noktasındaki UOB'lerinin ozon oluşum değerleri

	Ozon oluşumu (ng m ⁻³)										
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	236,157	86,111	82,778	84,646	122,308	260,331	28,800	3,750	7,500	5,192	20,769
m/p xylene	718,595	338,775	325,662	333,012	407,316	875,225	177,600	25,694	41,111	23,718	104,359
o-xylene	400,654	43,469	41,786	42,729	244,444	793,848	91,000	18,056	27,083	12,500	62,500
1,3,5 Trimetilbenzen	139,118	101,541	97,611	99,814	69,060	0,000	0,000	14,028	14,028	6,474	38,846
1,2,4 Trimetilbenzen	245,455	129,329	124,323	127,129	0,000	452,525	187,733	36,667	42,778	16,923	95,897
1,2,3 Trimetilbenzen	81,818	62,606	60,182	61,541	37,607	113,131	35,200	12,222	12,222	5,641	22,564
Toplam	1821,798	761,829	732,342	748,870	880,735	2495,060	520,333	110,417	144,722	70,449	344,936

Tablo 4.3.2 N2 Örnek Noktasındaki UOB'lerinin ozon oluşum değerleri

	Ozon oluşumu (ng m ⁻³)										
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	291,465	135,964	130,702	133,651	214,615	181,818	9,000	9,375	3,750	6,923	8,654
m/p xylene	861,730	505,314	485,756	496,719	474,359	687,677	49,333	51,389	20,556	37,949	42,692
o-xylene	469,625	232,143	223,158	228,194	277,778	344,697	30,333	27,083	13,542	20,833	25,000
1,3,5 Trimetilbenzen	236,088	122,643	117,896	120,557	51,795	102,020	0,000	7,014	7,014	12,949	12,949
1,2,4 Trimetilbenzen	426,360	182,286	175,230	179,185	233,162	274,074	70,400	42,778	18,333	28,205	33,846
1,2,3 Trimetilbenzen	261,800	72,286	69,488	71,056	45,128	51,852	17,600	12,222	6,111	5,641	5,641
Toplam	2547,068	1250,636	1202,228	1229,362	1296,838	1642,138	176,667	149,861	69,306	112,500	128,782

Tablo 4.3.3 N3 Örnek Noktasındaki UOB'lerinin ozon oluşum değerleri

	Ozon oluşumu (ng m ⁻³)										
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	198,573	347,143	216,000	224,145	1269,231	390,431	927,000	73,125	11,250	65,854	17,308
m/p xylene	608,840	1133,786	613,143	845,598	3339,487	1472,919	4425,200	370,000	61,667	312,846	85,385
o-xylene	336,732	694,107	320,357	456,286	2516,667	794,790	2288,000	216,667	36,111	190,244	45,833
1,3,5 Trimetilbenzen	140,786	299,393	0,000	0,000	854,615	0,000	6787,200	210,417	21,042	82,114	19,423
1,2,4 Trimetilbenzen	255,124	634,857	251,429	370,645	2482,051	645,614	6107,200	415,556	48,889	243,252	56,410
1,2,3 Trimetilbenzen	121,975	144,571	81,714	69,832	458,803	121,637	938,667	73,333	12,222	50,081	11,282
Toplam	1662,029	3253,857	1482,643	1966,506	10920,85	3425,391	21473,26	1359,097	191,181	944,390	235,641

Tablo 4.3.4 N4 Örnek Noktasındaki UOB'lerinin ozon oluşum değerleri

	Ozon oluşumu (ng m ⁻³)										
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	60,000	96,429	40,500	41,203	48,462	71,770	14,903	9,375	90,000	180,000	276,923
m/p xylene	179,861	414,929	126,857	137,319	187,214	239,192	65,351	41,111	431,667	846,731	1295,000
o-xylene	126,389	176,429	78,929	103,160	100,000	179,692	35,877	22,569	266,319	512,500	779,167
1,3,5 Trimetilbenzen	84,167	101,000	7,214	6,165	17,265	10,739	11,149	7,014	154,306	246,026	349,615
1,2,4 Trimetilbenzen	100,833	138,286	0,000	0,000	0,000	0,000	68,000	42,778	391,111	679,744	998,462
1,2,3 Trimetilbenzen	55,000	59,714	12,571	10,743	15,043	18,713	9,714	6,111	85,556	138,205	197,436
Toplam	606,250	986,786	266,071	298,591	367,983	520,106	204,994	128,958	1418,958	2603,205	3896,603

Tablo 4.3.5 N5 Örnek Noktasındaki UOB'lerinin ozon oluşum değerleri

	Ozon oluşumu (ng m ⁻³)										
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	57,141	48,214	55,311	65,625	92,308	204,545	5,400	7,500	11,250	65,769	29,423
m/p xylene	221,615	154,871	207,606	271,689	374,427	767,407	24,667	41,111	51,389	322,564	137,564
o-xylene	116,797	130,000	117,622	112,847	211,111	432,239	17,333	27,083	31,597	195,833	91,667
1,3,5 Trimetilbenzen	177,451	28,857	13,794	0,000	0,000	161,532	20,200	7,014	21,042	84,167	51,795
1,2,4 Trimetilbenzen	284,625	81,714	108,883	142,017	188,034	437,037	129,067	61,111	55,000	253,846	141,026
1,2,3 Trimetilbenzen	224,889	44,000	30,046	18,333	37,607	81,481	123,200	24,444	12,222	50,769	33,846
Toplam	1082,517	487,657	533,263	610,512	903,487	2084,242	319,867	168,264	182,500	972,949	485,321

Tablo 4.3.6 N6 Örnek Noktasındaki UOB'lerinin ozon oluşum değerleri

	Ozon oluşumu (ng m ⁻³)										
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	151,759	59,786	37,796	18,750	30,000	1139,625	124,200	97,500	141,375	10,385	166,154
m/p xylene	525,655	253,714	156,647	71,944	108,786	4470,833	690,667	431,667	625,917	47,436	782,692
o-xylene	316,034	134,643	88,771	49,653	66,667	2340,000	333,667	225,694	327,257	33,333	462,500
1,3,5 Trimetilbenzen	229,862	21,643	13,794	7,014	17,265	610,208	26,933	175,347	254,253	19,423	226,603
1,2,4 Trimetilbenzen	403,586	94,286	63,096	36,667	52,650	1587,667	668,800	275,000	398,750	45,128	688,205
1,2,3 Trimetilbenzen	215,448	25,143	15,023	6,111	7,521	264,000	146,667	36,667	53,167	11,282	135,385
Toplam	1842,345	589,214	375,128	190,139	282,889	10412,333	1990,933	1241,875	1800,719	166,987	2461,538

Örnek noktalarının tamamında ozon oluşumu kirletici konsantrasyon değerleriyle paralel olarak ocak, ağustos, aralık ve şubat ayında maksimuma ulaşmıştır. Ozon oluşumuna en fazla katkıyı sırasıyla m/p xylene, o-xylene, 1,2,4-Trimetilbenzen, Etilbenzen, 1,3,5 Trimetilbenzen ve 1,2,3 Trimetilbenzen sağlamıştır.

4.4. PAH Bileşiklerinin Kaynakları

PAH bileşiklerinin kaynaklarının belirlenmesinde bazı spesifik PAH bileşikler yada PAH bileşikleri arasındaki diagnostik oranlar kullanılabilmektedir. Bunun için B[a]Py/B[ghi] oranı sıklıkla kullanılmaktadır. B[a]Py/B[ghi] oranının 0,39-0,51 aralığında olması bu bileşiklerin kaynaklarının egzoz gazlarından, B[a]Py/B[ghi] oranının 0,8'den büyük olması ise bu bileşiklerin kaynaklarının evsel yakıtlardan kaynaklandığını göstermektedir (Park ve diğ., 2002).

Flua / (Flua+Pyre) oranı 0.4 aralığında ise bileşiklerin kaynağı benzinli motorlar, 0,6-0,9 aralığında ise dizel motorlar, 0,74'den büyükse yanma faaliyetleridir (Fang ve diğ., 2004). Literatürde kullanılan bir diğer PAH oranı ise In[123]Py/B[ghi] oranıdır. Bu oran 0,27-0,4 aralığında ise bileşiklerin oluşum kaynağı benzinli motorlar, 0,35-0,7 aralığında ise dizel motorlar, 0,4-0,9 aralığında ise yanma kaynaklıdır (Chen, 2007, Fang ve diğ., 2004).

B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P oranı 0,6-0,8 aralığında ise bileşiklerin kaynağı benzinli motorlar, 0.29-0.4 aralığında ise bileşiklerin kaynağı dizel motorlar, 0.48'den büyükse yanma kaynaklıdır (Fang ve diğ., 2004).

Tablo 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5 ve 4.4.6'da örnek noktalarında gaz faz için, Tablo 4.4.7, 4.4.8, 4.4.9, 4.4.10, 4.4.11, 4.4.12'de partikül faz için elde edilen konsantrasyon oranları verilmiştir.

Tablo 4.4.1 N1 Örnek Noktasındaki gaz fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	0,085	-	0,212	0,212	0,212	1,738	-	0,519	-	-	-	0,71
B[a]Py/B[ghi]	2,224	-	2,480	2,480	2,079	1,738	-	6,471	-	-	-	0,59
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	0,051	0,013	0,457	0,457	0,500	0,500	-	0,663	-	-	0,000	1,00
Flua /(Flua+Pyre)	0,401	0,448	0,764	0,764	0,778	0,375	0,333	-	-	-	-	0,75

Tablo 4.4.2 N2 Örnek Noktasındaki gaz fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	-	4,700	4,700	2,290	1,429	0,000	0,415	-	-	-	1,00
B[a]Py/B[ghi]	-	-	10,565	10,565	6,463	1,143	0,000	0,000	-	-	-	1,00
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	0,944	0,001	0,343	0,343	0,460	0,579	-	-	-	-	0,000	1,00
Flua /(Flua+Pyre)	0,376	0,417	0,482	0,482	0,500	0,156	0,500	-	-	-	-	0,97

Tablo 4.4.3 N3 Örnek Noktasındaki gaz fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	0,043	0,043	0,043	0,043	6996,994	0,000	-	-	-	-	0,09
B[a]Py/B[ghi]	-	1,870	1,870	1,870	1,870	5442,107	0,000	-	-	-	-	0,06
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	-	0,509	0,509	0,509	0,509	0,588	-	1,000	-	-	0,000	1,00
Flua /(Flua+Pyre)	0,332	0,724	0,741	0,741	0,750	0,318	0,500	-	-	-	-	0,87

Tablo 4.4.4 N4 Örnek Noktasındaki gaz fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-	-	-
B[a]Py/B[ghi]	-	-	-	-	-	127,557	-	-	-	-	-	1,00
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	-	-	-	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-	-
Flua /(Flua+Pyre)	0,417	0,885	0,895	0,895	0,900	0,899	0,500	-	-	-	-	1,00

Tablo 4.4.5 N5 Örnek Noktasındaki gaz fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	-	3,164	3,164	2,456	3,460	-	-	-	-	-	0,93
B[a]Py/B[ghi]	-	-	21,669	21,669	18,312	7774,438	-	-	-	-	-	0,01
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	0,833	0,007	0,001	0,001	0,000	0,545	-	-	-	0,500	0,000	0,97
Flua /(Flua+Pyre)	0,480	0,445	0,671	0,671	0,688	0,378	0,500	-	-	-	-	0,90

Tablo 4.4.6 N6 Örnek Noktasındaki gaz fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	-	0,000	0,000	0,000	0,494	-	-	-	-	-	1,00
B[a]Py/B[ghi]	-	-	1,355	1,355	1,355	5,506	-	-	-	-	-	0,09
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	-	-	0,860	0,860	0,860	0,202	-	0,100	-	-	0,000	0,82
Flua /(Flua+Pyre)	0,464	0,456	0,819	0,819	0,857	0,619	0,500	-	-	-	-	0,95

Tablo 4.4.7 N1 Örnek Noktasındaki partikül fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	0,085	-	0,212	0,212	0,212	1,738	0,000	-	-	-	-	0,87
B[a]Py/B[ghi]	2,224	-	2,480	2,480	2,079	1,738	0,500	-	-	-	-	0,99
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	0,051	0,013	0,457	0,457	0,500	0,500	0,500	-	-	-	0,000	1,00
Flua /(Flua+Pyre)	0,401	0,448	0,764	0,764	0,778	0,375	0,500	-	-	-	-	0,81

Tablo 4.4.8 N2 Örnek Noktasındaki partikül fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	-	4,700	4,700	2,290	1,429	-	0,415	-	-	-	1,00
B[a]Py/B[ghi]	-	-	10,565	10,565	6,463	1,143	-	0,000	-	-	-	1,00
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	0,944	0,001	0,343	0,343	0,460	0,579	1,000	-	-	-	0,000	1,00
Flua /(Flua+Pyre)	0,376	0,417	0,482	0,482	0,500	0,156	0,000	0,500	-	-	-	0,95

Tablo 4.4.9 N3 Örnek Noktasındaki partikül fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	0,043	0,043	0,043	0,043	6996,994	-	0,138	-	-	-	0,05
B[a]Py/B[ghi]	-	1,870	1,870	1,870	1,870	5442,107	-	0,186	-	-	-	0,06
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	-	0,509	0,509	0,509	0,509	0,588	1,000	0,333	-	-	0,000	1,00
Flua /(Flua+Pyre)	0,332	0,724	0,741	0,741	0,750	0,318	0,000	-	-	-	-	0,71

Tablo 4.4.10 N4 Örnek Noktasındaki partikül fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-	-	-
B[a]Py/B[ghi]	-	-	-	-	-	127,557	-	-	-	-	-	1,00
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	-	-	-	-	-	0,000	1,000	-	0,000	0,000	-	-
Flua /(Flua+Pyre)	0,417	0,885	0,895	0,895	0,900	0,899	0,000	-	-	-	-	1,00

Tablo 4.4.11 N5 Örnek Noktasındaki partikül fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	-	3,164	3,164	2,456	3,460	-	-	-	-	-	0,89
B[a]Py/B[ghi]	-	-	21,669	21,669	18,312	7774,438	-	-	-	-	-	0,02
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	0,833	0,007	0,001	0,001	0,000	0,545	1,000	-	-	-	0,000	0,97
Flua /(Flua+Pyre)	0,480	0,445	0,671	0,671	0,688	0,378	0,000	-	-	-	-	0,89

Tablo 4.4.12 N6 Örnek Noktasındaki partikül fazdaki PAH Bileşiklerinin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
In[123]Py/B[ghi]	-	-	0,000	0,000	0,000	0,494	-	0,000	-	-	-	0,36
B[a]Py/B[ghi]	-	-	1,355	1,355	1,355	5,506	-	0,835	-	-	-	0,52
B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P)	-	-	0,860	0,860	0,860	0,202	-	0,500	-	-	0,000	0,83
Flua /(Flua+Pyre)	0,464	0,456	0,819	0,819	0,857	0,619	-	-	-	-	-	0,98

Ağustos ve Haziran tarihleri arasında yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerler genelde tüm noktalarda Ağustos-Aralık ayına kadar benzinli motorlar, ocak-mart aylarında yanma kaynaklı faaliyetler olduğunu göstermektedir. Diagnostik oranlar arasında ise Flua / (Flua+Pyre) ile B[e]Py/(B[a]Py+B[e]P) oranının benzer sonuçlar verdiği, B[a]Py/B[ghi] ve B[a]Py/B[ghi] oranının anlamlı sonuçlar vermediği belirlenmiştir. PAH bileşiklerinin oluşum kaynaklarının belirlenmesi bu bileşiklerin oluşumlarının kontrol altına alınmasında önemlidir. Bu çalışma da Konya kent atmosfer havasında tespit edilen PAH bileşiklerinin kaynağının öncelikle yanma kaynaklı faaliyetleri olduğu, trafik kaynaklı oluşumlarda ise benzinli motorların önemli kaynaklar olduğu tespit edilmiştir.

4.5. UOB'lerin Kirletici Kaynak Mesafesinin ve Hava Yaşının Belirlenmesi

Kirletici kaynak mesafesini ve hava parselinin yaşını belirleme de m/p xylene/etilbenzen oranları hesaplanmıştır. Tablo 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.4, 4.5.5 ve 4.5.6'da hedef bileşiklerin oran ve korelasyon değerleri verilmiştir.

Tablo 4.5.1 N1 Örnek Noktasındaki gaz fazdaki UOB'lerin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
m/p xilen/Etilbenzen	1,110	1,435	1,435	1,435	1,215	1,227	2,250	2,500	2,000	1,667	1,833	0,98
o-xilen/Etilbenzen	0,705	0,210	0,210	0,210	0,830	1,267	1,313	2,000	1,500	1,000	1,250	0,85
m/p-xilen/o-xilen	1,575	6,846	6,846	6,846	1,464	0,968	1,714	0,800	0,750	0,600	0,682	0,80

Tablo 4.5.2 N2 Örnek Noktasındaki gaz fazdaki UOB'lerin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
m/p xilen/Etilbenzen	1,079	1,356	1,356	1,356	0,806	1,380	2,000	2,000	2,000	2,000	1,800	0,81
o-xilen/Etilbenzen	0,669	0,709	0,709	0,709	0,538	0,788	1,400	1,200	1,500	1,250	1,200	0,75
m/p-xilen/o-xilen	1,612	1,912	1,912	1,912	1,500	1,752	1,429	0,600	0,750	0,625	0,667	0,97

Tablo 4.5.3 N3 Örnek Noktasındaki UOB'lerin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
m/p xilen/Etilbenzen	1,119	1,192	1,036	1,376	0,960	1,376	1,742	1,846	2,000	1,733	1,800	0,99
o-xilen/Etilbenzen	0,704	0,831	0,616	0,846	0,824	0,846	1,025	1,231	1,333	1,200	1,100	1,00
m/p xilen/o-xilen	1,588	1,435	1,681	1,628	1,166	1,628	1,699	0,667	0,667	0,692	0,611	0,99

Tablo 4.5.4 N4 Örnek Noktasındaki UOB'lerin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
m/p xilen/Etilbenzen	1,094	1,570	1,143	1,216	1,410	1,216	1,600	1,600	1,750	1,716	1,706	1,00
o-xilen/Etilbenzen	0,875	0,760	0,810	1,040	0,857	1,040	1,000	1,000	1,229	1,183	1,169	1,00
m/p xilen/o-xilen	1,250	2,066	1,412	1,169	1,644	1,169	1,600	0,625	0,702	0,689	0,685	1,00

Tablo 4.5.5 N5 Örnek Noktasındaki UOB'lerin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
m/p xylene/Etilbenzen	1,415	1,172	1,369	1,511	1,480	1,369	1,667	2,000	1,667	1,789	1,706	0,99
o-xylene/Etilbenzen	0,849	1,120	0,883	0,714	0,950	0,878	1,333	1,500	1,167	1,237	1,294	0,97
m/p xylene/o-xylene	1,667	1,046	1,550	2,115	1,558	1,559	1,250	0,750	0,700	0,691	0,759	0,94

Tablo 4.5.6 N6 Örnek Noktasındaki UOB'lerin Konsantrasyon Oran ve Korelasyon Değerleri

	Oran											R
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
m/p xylene/Etilbenzen	1,264	1,548	1,512	1,400	1,323	1,431	2,029	1,615	1,615	1,667	1,719	0,99
o-xylene/Etilbenzen	0,865	0,935	0,976	1,100	0,923	0,853	1,116	0,962	0,962	1,333	1,156	1,00
m/p xylene/o-xylene	1,461	1,655	1,550	1,273	1,433	1,678	1,818	0,595	0,595	0,800	0,673	1,00

Tablo 4.5.1-4.5.6'daki değerler incelendiğinde sonbahar kış sezonunda oran değerlerinin ve R değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. m/p xylene/Etilbenzen oranları incelendiğinde tüm noktlarda yakın bir kaynaktan kısa zamanda kirleticilerin dağıldığını ve hava parselinin yaşlı olmadığını göstermektedir. R değerleri incelendiğinde bu değerlerin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum kirleticilerin örnekleme ortamına aynı kaynaktan geldiğini göstermektedir. Örnek noktaları incelendiğinde örnek alınan ortama en yakın kirletici kaynağın taşıtlar olduğu bilinmektedir. Bu çalışma da Konya kent atmosfer havasında tespit edilen UOB'lerin kaynağının Ağustos-Aralık periyodunda trafik kaynaklı oluşumların olduğu, Ocak ayındaki konsantrasyonlardaki artıştan dolayı ise yanma kaynaklı faaliyetlerinde Ocak ayında baskın kirletici kaynak olduğu tespit edilmiştir.

4.6 Risk Değerlendirmesi

Soluma yolu ile kanser riski analizleri genel populasyon, 0-17 yaş grubu çocuk populasyonu, yetişkin kadın ve yetişkin erkek poplasyonu için aylık olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablolar halinde özetlenmiştir. Tablo halindeki özet sonuçlardan sadece N1 örnek noktası için sonuçlar bu bölümde diğer sonuçlar ise EK-1'de verilmiştir.

4.6.1 PAH'lardan Kaynaklanan Riskin Tespiti

Tablo 4.6.1'de genel populasyon için gaz fazdaki PAH'lara ortalama maruziyette oluşan risk değerlendirme sonuçları 4.6.2'de 0-17 yaş grubu çocuk populasyonu için risk değerlendirme sonuçları, 4.6.3'de yetişkin kadın populasyonu için risk değerlendirme sonuçları, 4.6.4'de yetişkin erkek populasyonu için risk değerlendirme sonuçları sunulmuştur. 0-17 yaş grubu çocuklar için gaz fazdaki PAH'lara okula gidiş ve dönüşte günde en az 30 dakika maruz kaldığı düşünülerek risk değerlendirme yapılmıştır. Yetişkin kadın ve erkek poplasyonunda işe gidiş ve dönüşte günde en az 30 dakika kirleticilere maruz kaldığı düşünülerek risk değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 4.6.1 Genel populasyon için N1 örnek noktasındaki bazı PAH Bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	4,485E-07	7,058E-10	-	-	-	-	-	-
Eylül	8,148E-06	1,634E-08	4,787E-07	-	8	-	-	-
Ekim	1,655E-06	8,306E-08	7,365E-08	-	2	-	-	-
Kasım	4,454E-06	2,235E-07	1,981E-07	-	4	-	-	-
Aralık	1,438E-05	1,161E-06	5,096E-07	-	14	1	1	-
Ocak	6,322E-04	7,902E-06	7,902E-05	1,58-E-04	632	8	79	158
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-
Mart	-	-	8,951E-07	1,078E-04	-	-	1	108
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	2,748E-05	-	-	-	27	-

Tablo 4.6.2 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N1 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	2,873E-09	4,522E-13	-	-	-	-	-	-			
Eylül	5,220E-08	1,047E-11	3,067E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	1,061E-08	5,321E-11	4,718E-10	-	-	-	-	-			
Kasım	2,853E-08	1,432E-10	1,269E-09	-	-	-	-	-			
Aralık	9,213E-08	7,439E-10	3,265E-09	-	-	-	-	-			
Ocak	4,050E-06	5,063E-09	5,063E-07	1,013E-06	-	-	-	1			
Şubat	-	-	-	-	4	-	-	-			
Mart	-	-	5,735E-09	6,909E-07	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	1,760E-07	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	9,269E-07	1,684E-05	3,421E-06	9,204E-06	2,972E-05	1,307E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	1,459E-08	3,376E-07	1,717E-06	4,618E-06	2,400E-05	1,633E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	9,893E-06	1,522E-06	4,095E-06	1,053E-05	1,633E-03	-	1,850E-05	-	-	5,679E-04
B[ah]A	-	-	-	-	-	3,266E-04	-	2,229E-04	-	-	-

Tablo 4.6.3 Yetişkin kadın popülasyonu için N1örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	2,799E-09	4,406E-13	-	-	-	-	-	-			
Eylül	5,086E-08	1,020E-11	2,988E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	1,033E-08	5,185E-11	4,597E-10	-	-	-	-	-			
Kasım	2,780E-08	1,395E-10	1,237E-09	-	-	-	-	-			
Aralık	8,976E-08	7,247E-10	3,181E-09	-	-	-	-	-			
Ocak	3,946E-06	4,933E-09	4,933E-07	9,865E-07	4	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	5,587E-09	6,732E-07	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	1,715E-07	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	9,031E-07	1,641E-05	3,333E-06	8,968E-06	2,896E-05	1,273E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	1,421E-08	3,289E-07	1,672E-06	4,499E-06	2,338E-05	1,591E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	9,639E-06	1,483E-06	3,990E-06	1,026E-05	1,591E-03	-	1,802E-05	-	-	5,533E-04
B[ah]A	-	-	-	-	-	3,182E-04	-	2,171E-04	-	-	-

Tablo 4.6.4 Yetişkin erkek popülasyonu için N1 Örnek Noktasındaki Bazı PAH Bileşiklerine Ortalama Maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	2,200E-09	3,462E-13	-	-	-	-	-	-
Eylül	3,996E-08	8,011E-12	2,348E-09	-	-	-	-	-
Ekim	8,119E-09	4,074E-11	3,612E-10	-	-	-	-	-
Kasım	2,184E-08	1,096E-10	9,718E-10	-	-	-	-	-
Aralık	7,053E-08	5,694E-10	2,499E-09	-	-	-	-	-
Ocak	3,101E-06	3,876E-09	3,876E-07	7,751E-07	3	-	-	-
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-
Mart	-	-	4,390E-09	5,289E-07	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	1,348E-07	-	-	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	7,095E-07	1,289E-05	2,619E-06	7,046E-06	2,275E-05	1,000E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	1,117E-08	2,584E-07	1,314E-06	3,535E-06	1,837E-05	1,250E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	7,573E-06	1,165E-06	3,135E-06	8,062E-06	1,250E-03	-	1,416E-05	-	-	4,347E-04
B[ah]A	-	-	-	-	-	2,500E-04	-	1,706E-04	-	-	-

Tablo 4.6.1, 4.6.2, 4.6.3, 4.6.4 incelendiğinde ortalama maruziyetle oluşan risk ocak ayında her iki fazdaki bileşik grubu için en yüksek değere ulaşmıştır. Konsantrasyon artışına paralel olarak da risk artmaktadır. Hem partikül hem de gaz fazdaki PAH'a ortalama maruziyette oluşan risk ile 0-17 yaş grubu çocuklar için oluşan risk, yetişkin kadın popülasyonu için oluşan risk ve yetişkin erkek popülasyonu için oluşan riskin benzer olduğu görülmektedir. Her bileşik için günlük maruz kalınan doz miktarı da ocak ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Kronik maruz kalınan doz her 3 risk gurubu için ocak ayında en yüksek değere ulaşmıştır.

Genel popülasyon için gaz fazda B[a]Py'e maruziyetle oluşan kanser riski $4,485E^{-7}$ - $6,322E^{-4}$ aralığında, B[k]F'e maruziyetle oluşan kanser riski $7,058E^{-10}$ - $7,902E^{-6}$ aralığında, In[123]Py'e maruziyetle oluşan kanser riski $7,365E^{-8}$ - $7,902E^{-5}$ aralığında B[ah]A'e maruziyetle oluşan kanser riski $1,078E^{-4}$ - $1,58E^{-4}$ aralığında belirlenmiştir. Bir milyon maruz kalan kişide risk altındaki kişi sayısı B[a]Py için maksimum 632 kişi, B[k]F için 8 kişi, In[123]Py için 79 kişi, B[ah]A için 178 kişi olarak tespit edilmiştir.

0-17 Yaş çocuk popülasyonu için gaz fazda B[a]Py'e maruziyetle oluşan kanser riski $2,873E^{-9}$ - $4,050E^{-6}$ aralığında, B[k]F'e maruziyetle oluşan kanser riski $4,522E^{-13}$ - $5,063E^{-9}$ aralığında, In[123]Py'e maruziyetle oluşan kanser riski $4,718E^{-5}$ - $0,063E^{-7}$ aralığında, B[ah]A'e maruziyetle oluşan kanser riski $6,909E^{-7}$ - $1,013E^{-6}$ aralığında belirlenmiştir. Bir milyon maruz kalan çocukta risk altındaki çocuk sayısı B[a]Py için maksimum 4 çocuk, B[ah]A için 1 çocuk olarak tespit edilmiştir.

Yetişkin kadın popülasyonu için gaz fazda B[a]Py'e maruziyetle oluşan kanser riski $2,799E^{-9}$ - $3,946E^{-6}$ aralığında, B[k]F'e maruziyetle oluşan kanser riski $4,406E^{-13}$ - $4,933E^{-9}$ aralığında, In[123]Py'e maruziyetle oluşan kanser riski $4,597E^{-10}$ - $4,933E^{-7}$ aralığında, B[ah]A'e maruziyetle oluşan kanser riski $6,732E^{-7}$ - $9,865E^{-7}$ aralığında belirlenmiştir. Bir milyon maruz kalan kişide risk altındaki kişi sayısı B[a]Py için maksimum 4 kişi olarak tespit edilmiştir.

Yetişkin erkek popülasyonu için gaz fazda B[a]Py'e maruziyetle oluşan kanser riski $2,200E^{-9}$ - $3,101E^{-6}$ aralığında, B[k]F'e maruziyetle oluşan kanser riski $3,462E^{-13}$ - $3,876E^{-9}$ aralığında, In[123]Py'e maruziyetle oluşan kanser riski $3,612E^{-10}$ - $3,876E^{-7}$ aralığında, B[ah]A'e maruziyetle oluşan kanser riski $5,289E^{-07}$ - $7,751E^{-07}$

aralığında belirlenmiştir. Bir milyon maruz kalan kişide risk altındaki kişi sayısı B[a]Py için maksimum 3 kişi olarak tespit edilmiştir.

4.6.2 UOB'lerden Kaynaklanan Riskin Tespiti

Tablo 4.6.5'de genel populasyon için gaz fazdaki UOB'e ortalama maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçları 4.6.6'de 0-17 yaş grubu çocuk populasyonu için risk değerlendirmesi sonuçları, 4.6.7'de yetişkin kadın populasyonu için risk değerlendirmesi sonuçları, 4.6.8'de yetişkin erkek populasyonu için risk değerlendirmesi sonuçları sunulmuştur. Tablo 4.6.6'da 0-17 yaş grubu çocuklar için gaz fazdaki UOB'e okula gidiş ve dönüşte günde en az 30 dakika maruz kalındığı düşünülerek yapılan risk değerlendirmesi sonuçları, Tablo 4.6.7 ve 4.6.8'de sırasıyla yetişkin kadın ve yetişkin erkek populasyonu için gaz fazdaki UOB'e işe gidiş ve dönüşte günde en az 30 dakika maruz kalındığı düşünülerek yapılan risk değerlendirmesi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.6.5 Genel populasyon için N1 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	4,370E-05	8,600E-07	44	1
Eylül	1,590E-05	6,100E-06	16	6
Ekim	1,530E-05	5,800E-06	15	6
Kasım	1,570E-05	6,000E-06	16	6
Aralık	2,260E-05	1,100E-06	23	1
Ocak	4,820E-05	4,900E-06	48	5
Şubat	5,330E-06	-	5	-
Mart	6,940E-07	-	1	-
Nisan	1,390E-06	-	1	-
Mayıs	9,620E-07	-	1	-
Haziran	3,850E-06	-	4	-

Kanserojen Olmayanlar için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Tehlike Sınırı (HQ)				Tehlike İndeksi (HI)
	Etilbenzen	Xylenler	Styren	Trimetilbenzenler	
Ağustos	0,087	0,529	0,002	0,232	0,850
Eylül	0,032	0,175	0,012	0,145	0,364
Ekim	0,031	0,168	0,012	0,139	0,350
Kasım	0,031	0,172	0,012	0,142	0,358
Aralık	0,045	0,309	0,002	0,051	0,407
Ocak	0,096	0,801	0,010	0,292	1,200
Şubat	0,011	0,127	0,000	0,115	0,252
Mart	0,001	0,021	0,000	0,032	0,054
Nisan	0,003	0,032	0,000	0,035	0,070
Mayıs	0,002	0,017	0,000	0,015	0,034
Haziran	0,008	0,079	0,000	0,079	0,165

Tablo 4.6.6 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N1 örnek noktasındaki bazı UOB’e ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan					1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki					
	Kanser Riski					Popülasyon					
	Etilbenzen	Styren				Etilbenzen	Styren				
Ağustos	1,730E-06	2,231E-09				2		-			
Eylül	6,308E-07	1,577E-08				-		-			
Ekim	6,064E-07	1,516E-08				-		-			
Kasım	6,200E-07	1,550E-08				-		-			
Aralık	8,959E-07	2,769E-09				-		-			
Ocak	1,907E-06	1,262E-08				2		-			
Şubat	2,110E-07	-				-		-			
Mart	2,747E-08	-				-		-			
Nisan	5,494E-08	-				-		-			
Mayıs	3,803E-08	-				-		-			
Haziran	1,521E-07	-				-		-			
Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,199	0,073	0,070	0,071	0,103	0,219	0,024	0,003	0,006	0,004	0,017
m/p xilen	0,515	0,243	0,233	0,239	0,292	0,627	0,127	0,018	0,029	0,017	0,075
o-xilen	0,004	0,028	0,027	0,027	0,005	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,327	0,035	0,034	0,035	0,199	0,648	0,074	0,015	0,022	0,010	0,051
1,3,5 TMB	0,073	0,053	0,051	0,052	0,036	0,000	0,000	0,007	0,007	0,003	0,020
1,2,4 TMB	0,148	0,078	0,075	0,077	0,000	0,273	0,113	0,022	0,026	0,010	0,058
Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m/p xilen	0,018	0,008	0,008	0,008	0,010	0,022	0,004	0,001	0,001	0,001	0,003
o-xilen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,011	0,001	0,001	0,001	0,007	0,022	0,003	0,001	0,001	0,000	0,002
1,3,5 TMB	0,043	0,031	0,030	0,031	0,021	0,000	0,000	0,004	0,004	0,002	0,012
1,2,4 TMB	0,087	0,046	0,044	0,045	0,000	0,160	0,067	0,013	0,015	0,006	0,034
Tehlike İndeksi (HI)	0,160	0,087	0,084	0,086	0,039	0,205	0,074	0,018	0,021	0,009	0,050

Tablo 4.6.7 Yetişkin kadın popülasyonu için N1 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki								
	Kanser Riski		Populasyon								
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen			Styren					
Ağustos	1,685E-06	2,174E-09	2			-					
Eylül	6,146E-07	1,536E-08	-			-					
Ekim	5,908E-07	1,477E-08	-			-					
Kasım	6,041E-07	1,510E-08	-			-					
Aralık	8,729E-07	2,698E-09	-			-					
Ocak	1,858E-06	1,230E-08	2			-					
Şubat	2,055E-07	-	-			-					
Mart	2,676E-08	-	-			-					
Nisan	5,353E-08	-	-			-					
Mayıs	3,706E-08	-	-			-					
Haziran	1,482E-07	-	-			-					
Kronik maruz kalan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,194	0,071	0,068	0,069	0,100	0,214	0,024	0,003	0,006	0,004	0,017
m/p xylen	0,502	0,237	0,227	0,233	0,284	0,611	0,124	0,018	0,029	0,017	0,073
o-xylen	0,004	0,027	0,026	0,026	0,005	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,319	0,035	0,033	0,034	0,194	0,631	0,072	0,014	0,022	0,010	0,050
1,3,5 TMB	0,071	0,052	0,050	0,051	0,035	0,000	0,000	0,007	0,007	0,003	0,020
1,2,4 TMB	0,144	0,076	0,073	0,075	0,000	0,266	0,110	0,022	0,025	0,010	0,056
Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m/p xylen	0,017	0,008	0,008	0,008	0,010	0,021	0,004	0,001	0,001	0,001	0,003
o-xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,011	0,001	0,001	0,001	0,007	0,017	0,002	0,000	0,001	0,000	0,002
1,3,5 TMB	0,042	0,031	0,029	0,030	0,021	0,000	0,000	0,004	0,004	0,002	0,012
1,2,4 TMB	0,085	0,045	0,043	0,044	0,000	0,156	0,065	0,013	0,015	0,006	0,033
Tehlike İndeksi (HI)	0,156	0,085	0,082	0,083	0,038	0,195	0,072	0,018	0,021	0,009	0,049

Tablo 4.6.8 Yetişkin erkek popülasyonu için N1 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	1,324E-06	1,708E-09	1	-
Eylül	4,829E-07	1,207E-08	-	-
Ekim	4,642E-07	1,161E-08	-	-
Kasım	4,747E-07	1,187E-08	-	-
Aralık	6,859E-07	2,120E-09	-	-
Ocak	1,460E-06	9,661E-09	1	-
Şubat	1,615E-07	-	-	-
Mart	2,103E-08	-	-	-
Nisan	4,206E-08	-	-	-
Mayıs	2,912E-08	-	-	-
Haziran	1,165E-07	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,152	0,056	0,053	0,055	0,079	0,168	0,019	0,002	0,005	0,003	0,013
m/p xylene	0,394	0,186	0,179	0,183	0,224	0,480	0,097	0,014	0,023	0,013	0,057
o-xylene	0,003	0,021	0,020	0,021	0,004	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,250	0,027	0,026	0,027	0,153	0,496	0,057	0,011	0,017	0,008	0,039
1,3,5 TMB	0,056	0,041	0,039	0,040	0,028	0,000	0,000	0,006	0,006	0,003	0,016
1,2,4 TMB	0,113	0,060	0,057	0,059	0,000	0,209	0,087	0,017	0,020	0,008	0,044

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m/p xylene	0,014	0,006	0,006	0,006	0,008	0,017	0,003	0,000	0,001	0,000	0,002
o-xylene	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,009	0,001	0,001	0,001	0,005	0,017	0,002	0,000	0,001	0,000	0,001
1,3,5 TMB	0,033	0,024	0,023	0,024	0,016	0,000	0,000	0,003	0,003	0,002	0,009
1,2,4 TMB	0,067	0,035	0,034	0,035	0,000	0,123	0,051	0,010	0,012	0,005	0,026
Tehlike İndeksi (HI)	0,122	0,067	0,064	0,066	0,030	0,157	0,056	0,014	0,016	0,007	0,039

Genel populasyon için gaz fazda Etilbenzen'e maruziyetle oluşan kanser riski $9,620E^{-7}$ - $1,530E^{-5}$ aralığında, Styren'e maruziyetle oluşan kanser riski $8,600E^{-7}$ - $6,100E^{-6}$ aralığında belirlenmiştir. Bir milyon maruz kalan kişide risk altındaki kişi sayısı Etilbenzen için maksimum 48, Styren için 6 kişi olarak tespit edilmiştir.

0-17 Yaş çocuk populasyonu için gaz fazda Etilbenzen'e maruziyetle oluşan kanser riski $2,747E^{-8}$ - $1,907E^{-6}$ aralığında, Styren'e maruziyetle oluşan kanser riski $2,231E^{-9}$ - $1,577E^{-8}$ aralığında belirlenmiştir. Bir milyon maruz kalan kişide risk altındaki kişi sayısı Etilbenzen için maksimum 2 kişi olarak tespit edilmiştir.

Yetişkin kadın populasyonu için gaz fazda Etilbenzen'e maruziyetle oluşan kanser riski $2,676E^{-8}$ - $1,460E^{-6}$ aralığında, Styren'e maruziyetle oluşan kanser riski $2,174E^{-9}$ - $1,536E^{-8}$ aralığında belirlenmiştir. Bir milyon maruz kalan kişide risk altındaki kişi sayısı Etilbenzen için maksimum 2 kişi olarak tespit edilmiştir.

Yetişkin erkek populasyonu için gaz fazda Etilbenzen'e maruziyetle oluşan kanser riski $2,103E^{-8}$ - $1,858E^{-6}$ aralığında, Styren'e maruziyetle oluşan kanser riski $1,708E^{-9}$ - $1,207E^{-8}$ aralığında belirlenmiştir. Bir milyon maruz kalan kişide risk altındaki kişi sayısı Etilbenzen için maksimum 1 kişi olarak tespit edilmiştir.

Konya kent atmosferinde ortalama maruziyetle oluşan risk için genel bir değerlendirme yapıldığında gaz fazdaki UOB konsantrasyonun ocak ayında en yüksek değerlere ulaştığı buna paralel olarak da bu ayda riskin arttığı tespit edilmiştir. Her bileşik için günlük maruz kalınan doz miktarı da riskin yüksek olduğu aylarda yüksek değere ulaşmıştır. Tehlike sınırı ve tehlike indeks değerleri incelendiğinde N1 örnek noktasında ocak ayında tehlike tespit edilmiştir.

0-17 yaş grubu çocuklar için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk N1 örnek noktasında ocak ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Her bileşik için günlük maruz kalınan doz miktarı da riskin yüksek olduğu aylarda yüksek değere ulaşmıştır. Genel populasyon için ortalama maruziyetle oluşan risk değerleri ile kıyaslandığında 0-17 yaş grubu çocuklar için 30 dakikalık maruziyette oluşan riskin daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise ortalama maruziyette daha uzun maruziyet süresinin kabul edilmesidir. Maruziyet süresi arttıkça risk değerleri de buna paralel artmaktadır.

Yetişkin kadın populasyonu için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk N1 örnek noktasında ocak ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Her bileşik için günlük

maruz kalınan doz miktarı da riskin yüksek olduğu aylarda yüksek değere ulaşmıştır. Tehlike sınırı ve tehlike indeks değerleri incelendiğinde örnek noktalarının tamamında herhangi bir ayda tehlike tespit edilmemiştir.

Ortalama maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçları, 0-17 yaş grubu çocuklar için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçları, yetişkin kadın popülasyonu için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçları ve yetişkin erkek popülasyonu için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçlarının benzer olduğu görülmektedir. Yetişkin erkek popülasyonu için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk N1 örnek noktasında ocak ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Her bileşik için günlük maruz kalınan doz miktarı da riskin yüksek olduğu aylarda yüksek değere ulaşmıştır. Tehlike sınırı ve tehlike indeks değerleri incelendiğinde örnek noktalarının tamamında herhangi bir ayda tehlike tespit edilmemiştir.

4.7. PAH ve UOB'lerin Konsantrasyonlarının Değişimine Meteorolojik

Parametrelerin Etkisi

Soğuk mevsimler genelde atmosferde bulunan kirleticilerin konsantrasyonlarının artmasına katkıda bulunmaktadır (Fang ve diğ., (2004). Yakıt tüketiminin artması düşük sıcaklıkların gözlemlendiği kış sezonunda daha yüksek PAH konsantrasyonunun belirlenmesine neden olmaktadır (Park ve diğ., 2002). Atmosfere salınan gaz fazdaki kirleticiler atmosferde ya yoğunlaşmakta ya da partiküllerde hapsedilmektedir. Ortam sıcaklığı atmosferdeki kirleticilerin buharlaşması ve partikül üzerinde yoğunlaşması için önemli bir faktör olmaktadır. Yaz sezonunda yüksek sıcaklıklarda düşük molekül ağırlıklı bileşikler gaz fazda bulunurken kış sezonunda sıcaklık değerlerinin düşmesi ile buharlaşma azalmakta veya hiç olmamaktadır (Vardar, 1998).

PAH konsantrasyonu ile rüzgar hızı, nisbi nem, atmosferik basınç gibi meteorolojik parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde anlamlı bir korelasyon belirlenmemiştir. Meteorolojik parametreler arasında en yüksek korelasyon değeri atmosfer sıcaklığında tespit edilmiştir. Sıcaklık ile toplam PAH konsantrasyonu arasında negatif korelasyon değeri tespit edilmiştir ($\sim -0,501$). PAH

konsantrasyonu üzerine meteorolojik faktörlerin etkisi incelendiğinde sıcaklığın artması ile gaz fazdaki konsantrasyon artmaktadır. Sıcaklığın artması ile gaz fazdaki konsantrasyon artarken partikül fazdaki konsantrasyon azalmaktadır. Sıcaklık ile gaz fazdaki konsantrasyon arasında pozitif bir korelasyon ($R^2=0,14$) gözlenirken, partikül fazdaki PAH konsantrasyonu arasında ise negatif bir korelasyon ($R^2= -0,58$) belirlenmiştir.

Lodovici ve diğ., (2003) meteorolojik parametrelerle PAH konsantrasyonun değişimini incelediklerinde mevsimsel değişimlerde PAH bileşiklerinin tamamının aynı trendi izlediği ve sıcaklık arttıkça PAH bileşiklerinin konsantrasyonlarının azaldığını belirlemişlerdir.

Park ve diğ., (2002) en yüksek PAH konsantrasyonunu kış sezonunda tespit etmişlerdir. Rüzgar hızı ve bağıl nem gibi meteorolojik parametrelerle PAH konsantrasyonu arasında herhangi bir korelasyon tespit etmemişler, sıcaklıkla PAH konsantrasyonu arasındaki korelasyon ise yüksek sıcaklıklarda PAH konsantrasyonu ile ters orantılı olduğunu belirlemişlerdir.

Mastral ve diğ., (2003) mevsimsel değişimde en yüksek PAH konsantrasyonunu soğuk aylarda belirlemişlerdir. Sıcaklık, yağmur, bağıl nem, rüzgar hız ve yönü gibi meteorolojik parametrelerin PAH konsantrasyonu üzerindeki etkisini incelemişler ve bağıl nemle pozitif, sıcaklıkla negatif bir korelasyon olduğu belirlemişlerdir.

UOB'lerin konsantrasyonu ile rüzgar hızı, nisbi nem, atmosferik basınç gibi meteorolojik parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde anlamlı bir korelasyon belirlenmemiştir. Meteorolojik parametreler arasında en yüksek korelasyon değeri atmosfer sıcaklığında tespit edilmiştir. Sıcaklık ile toplam UOB konsantrasyonu arasında N4 örnek noktasında pozitif korelasyon ($R^2= 0,41$) gözlenirken diğer örnek noktalarında (negatif korelasyon değeri tespit edilmiştir ($\sim R^2=-0,137$)).

PAH konsantrasyonu üzerinde yağışın etkisini incelemek amacıyla yağış olmadığı ve yağış olduktan sonra alınan örneklerin sonuçları karşılaştırılmış ve yağış olduktan sonra alınan numunelerde partikül fazdaki PAH konsantrasyonunda yaklaşık % 60 azalma, gaz fazda ise %20 azalma tespit edilmiştir. Gaz fazdaki UOB konsantrasyonunda ise yaklaşık % 75 azalma belirlenmiştir. Yağıştan sonraki bu

azalma yağmurun PAH ve UOB'lerini ya hızıyla çökelmesine neden olduğu ya da farklı reaksiyonlarla bertaraf ettiği şeklinde yorumlanmıştır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada taşıtlardan kaynaklanan iz seviyelerdeki PAH ve UOB'lerin ortam havasında belirlenmesi için optimize edilen metotların dedeksiyon limitleri diğer çalışmalara göre oldukça düşüktür. Çoğu toksik, kanserojen veya mutajen olarak bildirilen bu bileşiklerin iz seviyelerde dahi tespit edilmesi oldukça önemlidir. Ayrıca kimyasal ve fiziksel özellikleri birbirinden farklı PAH ve UOB'lerin aynı GC/MS sisteminde analiz edilebilmesi de başarı göstergesidir. Genellikle UOB'leri VOCOL veya eşdeğeri daha uzun kolonlarda ve Purge-Trap, Termal desorbsiyon gibi ekipmanlarla donatılmış GC/MS sistemlerinde kantitatif analizi yapılırken PAH bileşikleri DB-5 ve eşdeğeri kolonlarda bu ekipmanlara gereksinim duyulmadan kantitatif analiz yapılmaktadır. UOB'lerin kantitatif analiz edilmesinde kullanılan ekipmanlar oldukça pahalı ve çok az laboratuarda bulunmaktadır. Bu çalışmada UOB'lerin bu ekipmanlara gereksinim duyulmadan kantitatif analizi sağlanmıştır. GC/MS sistemlerinde kolon değiştirmek de cihazın hassaslığını değiştirdiği için genellikle istenmeyen bir durumdur. Bu çalışmada aynı GC/MS sisteminde PAH ve UOB'leri kantifiye edecek metot optimizasyonu yapılmıştır. Taşıtlardan kaynaklanan PAH bileşikleri içinde ülkemizde ilk defa yurtdışında da henüz yeni çalışılmaya başlanmış 3,6 MeP, TriPhe, Anthan, Coro, B[a,i]Pyre gibi solventde çok az çözünen PAH bileşikleri için metot optimizasyonu yapılmıştır. Taşıt kaynaklı kirleticileri tespit etmek için örnekleme düzeneğinin caddeye yakın noktalar olması gerekmektedir. EPA'da PAH bileşiklerinin örnekleme ve analizi için tanımlanan TO-13 A metodunda yüksek hacimli örnekleyici kullanılmaktadır. Bu örnekleyicinin güç gereksinimi için elektriğe ihtiyaç duyulmaktadır. Pek çok araştırmacı bu alanlardaki çalışmalarında küçük hacimli örnekleyicinin kullanıldığı NIOSH Metodu kullanmıştır. Bu çalışmada düşük hacimli örnekleyici ile yüksek hacimli örnekleyicinin kullanıldığı metotlar kıyaslanmış ve düşük hacimli örnekleyicinin kullanılabilirliği tartışılmıştır. Her iki örnekleyicininin kullanıldığı EPA TO 13 A metodu ile NIOSH metodun gaz ortamındaki PAH'ları toplama da benzer olduğu tespit edilmiştir.

Konya kenti kentsel atmosfer havasında farklı trafik yoğunluğuna sahip caddeler, kapalı otopark gibi sınırlandırılmış alandan, benzin istasyonu gibi risk noktasından bir yıl süresince gaz ve partikül fazda bulunan PAH, gaz fazda bulunan

UOB'lerin konsantrasyonları ve dağılımları incelenmiştir. Her bir bileşiğin ayrı ayrı gaz ve partikül fazda bulunan konsantrasyon dağılımları ve toplam konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Baskın tespit edilen bileşikler PAH bileşikler içerisinde Nap, Acy, Ace, F, P, A, Fluor, Pyr, Anthan ve Coro iken UOB'ler içerisinde m/p xylen, EtBenz, ve o-xylen olmuştur.

Tespit edilen bileşiklerin meteorolojik parametrelerle (sıcaklık, basınç, relatif nem, rüzgar hızı ve yönü) ile olan ilişkisi incelendiğinde ise sıcaklıkla gaz fazında bulunan kirletici konsantrasyonunun iyi bir korelasyon göstererek arttığı gözlenmiş, ve bileşiklerin gaz fazındaki konsantrasyonlarının bileşiğin molekül ağırlığının artması ile azaldığı tespit edilmiştir.

Mevsimsel değişimi izlemek amacıyla dört farklı mevsimde de gerçekleştirilen ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde en yüksek PAH ve UOB konsantrasyon değerlerinin genelde kış sezonunda olduğu, partikül ve gaz fazdaki PAH'ların mevsimsel değişiminin benzer olduğu tespit edilmiştir.

Konya kent atmosferindeki PAH'ların kaynağının önemli kısmını ısınma amaçlı yakıt tüketimi olduğu, UOB'lerin kaynağının önemli bir kısmını Ağustos-Aralık periyodunda trafik kaynaklı oluşumların oluşturduğu, yanma kaynaklı faaliyetlerinde Ocak ayında baskın kirletici kaynak olduğu tespit edilmiştir.

Örnek noktalarının tamamında ozon oluşumu kirletici konsantrasyon değerleriyle paralel olarak ocak, ağustos, aralık ve şubat ayında en yüksek değerlere ulaşmıştır. Ozon oluşumuna en fazla katkıyı sırasıyla m/p xylen, o-xylen, 1,2,4-Trimetilbenzen, Etilbenzen, 1,3,5 Trimetilbenzen ve 1,2,3 Trimetilbenzen sağlamıştır.

Ortalama maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçları ile 0-17 yaş grubu çocuklar için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçları, yetişkin kadın ve yetişkin erkek popülasyonu için 30 dakikalık maruziyette oluşan risk değerlendirmesi sonuçlarının benzer olduğu tespit edilmiştir. Ortalama maruziyet ve 30 dakikalık maruziyette oluşan risk genelde örnek noktalarının tamamında ocak ayında en yüksek değere ulaşmıştır. En yüksek konsantrasyon değerlerinin elde edildiği N3 örnek noktasında, genel popülasyon için ortalama maruziyetle bir milyon maruz kalan kişide risk altındaki kişi sayısı en fazla gaz

fazdaki UOB'ler için aralık ayında (237 kişi), partikül fazdaki PAH'lar için ocak ayında (179 kişi), gaz fazdaki PAH'lar için ocak ayında (881 kişi) tespit edilmiştir.

UOB'lerden kaynaklanan tehlike genel popülasyon için N1 örnek noktasında ocak, N2 örnek noktasında ağustos ayında, N3 örnek noktasında eylül, aralık, ocak ve şubat, N4 örnek noktasında mayıs ve haziran, N6 örnek noktasında ocak ve haziran aylarında tespit edilmiştir. N5 örnek noktasında 3 popülasyon grubu için de herhangi bir ayda tehlike tespit edilmemiştir. 0-17 yaş grubu çocuk ve yetişkin kadın popülasyonu için tehlike N3 örnek noktasında aralık ayında tespit edilmiştir. Yetişkin erkek popülasyonu için örnek noktalarının herhangi birinde, herhangi bir ayda tehlike tespit edilmemiştir.

0-17 yaş çocuk, yetişkin kadın ve yetişkin erkek grubu için ise en az maruziyet süresi olan 30 dakikaya göre risk değerlendirilmiştir. Daha uzun süre bu kirleticilere maruz kalan meslek grupları için risk değerleri daha yüksek olabilmektedir. Özellikle benzin istasyonlarında çalışanlar, otobüs-dolmuş şoförleri için risk günlük 5-8 saate kadar çıkmaktadır. Bu durumda riskin daha fazla olacağı aşîkârdır. Riskin azaltılması için örneğin benzin istasyonlarında emisyonları tutan sistemler kullanılabilir. Kapalı, katlı otopark gibi sınırlandırılmış alanlarda araçların park edilmesi önlenabilir veya park süresi kısaltılabilir veya açık park alanları teşvik edilebilir. Trafiğin yoğun olduğu caddelerde trafik akışı değiştirilerek trafik sıkışıklığı engellenerek risk azaltılabilir. Caddelerde trafikten kaynaklanan riski azaltmanın bir yolu da trafik ışık sürelerinin en aza indirilerek emisyonların miktarı azaltılabilir. Ayrıca satışı yapılan yakıtların analizleri rutin olarak yapılarak içerisindeki kanserojen bileşiklerin ve aromatik bileşiklerin miktarı belirlenmelidir. Ayrıca genel popülasyonun bu kirleticilerin oluşturduğu riskten etkilenmemeleri için benzin istasyonlarının, büyük alışveriş merkezlerinin şehir merkezinden uzak alanlarda olması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), <http://www.atsdr.cdc.gov/> (2004).

Alexandre, A., 1975, Road Traffic Noise, New York-Wiley, A.B.D.

Allaban, M., Gertler, A.W., Lowenthal, D.H., 2002, "A preliminary apportionment of the sources of ambient PM₁₀; PM_{2.5}; and VOCs in Cairo" *Atmospheric Environment*, 36, 5549–5557.

Atkinson, R., 2000, "Atmospheric Chemistry of VOCs and NO_x", *Atmospheric Environment*, 34, 2063–2101.

Aydın, M.E., Kara, G., Wichmann, H., Bahadır, M., 2004, "Aromatic Hydrocarbons in Water and Wastewater of Konya–Turkey", *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 13, No. 11b, pp. 1315-1321.

Aydın, M.E.A, Özcan, S., Tor, A., 2007, "Ultrasonic Solvent Extraction of Persistent Organic Pollutants from Airborne Particles" *Clean*, 35, 660 – 668.

Aydın, M.E.A, Tor, A., Kara, G., Yıldız, S., Özcan, S, 2008, "Havada PAH'ların ve P'lerin Belirlenmesi ve Konya'da İzlenmesi", 05801002 (2005/02) nolu DPT Projesi, S.Ü. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Bölümü.

Azimi, V., Rocher, M., Muller, R., Moilleron, D.R., 2005, "Thevenot, Sources, distribution and variability of hydrocarbons and metals in atmospheric deposition in an urban area (Paris, France)", *Science of the Total Environment*, 337, 1–3, 223–239.

Azevedo, D.A., Santos, C.Y.M., Aquino Neto F.R. 2002, "Identification and seasonal variation of atmospheric organic pollutants in Campos dos Goytacazes, Brazil", *Atmospheric Environment*, 36, 2383-2395.

Bae, S.Y., Yi, S.M., Kim, Y.P., 2002, "Temporal and spatial variations of the particle size distribution of PAHs and their dry deposition fluxes in Korea", *Atmospheric Environment*, Vol 36, 35, 5491-5500.

Bahrami, A.R., 2001, "Distribution Of Volatile Organic Compounds In Ambient Air Of Tehran", *Archives of Environmental Health*, 56, 4; Health & Medical Complete, 380.

Batterman, S., Hatzivasilis, G., Jia, C., 2006, "Concentrations and emissions of gasoline and other vapors from residential vehicle garages", *Atmospheric Environment*, 40, 1828–1844.

Batterman, S., Metts, T., Kalliokoski, P., Barnett, E., 2002, "Lowflow active and passive sampling of VOCs using thermal desorption tubes: theory and application at an offset printing facility", *Journal of Environmental Monitoring*, 4, 361–370.

Bayram, H., Dörtbudak, Z., Fişekçi, F., 2006, "Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada, Ülkemizde ve Bölgemizde Hava Kirliliği Sorunu", *Dicle Tıp Dergisi*, 33, 2, 105-112.

Beak, S.O., Goldstone, M.E., Kirk, P.W.W., Lester, J.N., Perry, R., 1991, "Phase distribution and particle size dependency of polycyclic aromatic hydrocarbons in the urban atmosphere", *Chemosphere*, 22, 503–550.

Berkowicz, R., Winther, M., Ketzel, M., 2006, "Traffic Pollution Modelling and Emission Data", *Environmental Modelling & Software*, 12, 64-71.

Boonyatumanond, R., Murakami, M., Wattayakorn, G., Togo, A., Takada, A., 2007, "Sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in street dust in a tropical Asian mega-city, Bangkok, Thailand", *Science of the Total Environment*, 384, 420–432.

Borras, E., Tortajada-Genaro, L.A., 2007, "Characterisation of polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric aerosols by gas chromatography–mass spectrometry", *Analytica Chimica Acta*, 583, 266–276.

Brocco, D., Fratarcangeli, R., Lepore, L., Petricca, M., Ventrone, I., 1997, "Determination of aromatic hydrocarbons in urban air of Rome", *Chemosphere*, 31, 557–566.

Brown, R.H.A., Cape, J.N., Farmer, J.G., 1999, "Chlorinated Hydrocarbons in Scots Pine Needles in Northern Britain", *Chemosphere*, 38, 795-806.

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".

Calvert, J.G., 1994, "Chemistry for the 21st Century, The Chemistry of the Atmosphere: Its Impact on Global Change", Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Caricchia, A.M., Chiavarini, C., Cremisini, C., Morabito, R., Perini, A., Pezza, M., 1995, "Determination of PAH in atmospheric particulates in the area of the Italian base in Antarctica: report on monitoring activities during the last three scientific expeditions", *Environmental Pollution*, 87, 345–356.

Caricchia, A.M., Chiavarini, S., Pezza, M., 1999, "Polycyclic aromatic hydrocarbons in the urban atmospheric particulate matter in the city of Naples (Italy)", *Atmospheric Environment*, 33, 3731–3738.

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

Castellano, A.V., Cancio, J.L., Aleman, P.S., Rodriguez, S.R. 2003, "Polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air particles in the city of Las Palmas de Gran Canaria", *Environment International*, 29, 475–480.

Chan, L.Y., Lau, W.L., Lee, S.C., Chan, C.Y., 2002a, "Commuter exposure to particulate matter in public transportation modes in HongKong", *Atmospheric Environment*, 36, 3363–3373.

Chan, L.Y., Lau, W.L., Wang, X.M., Tang, J.H., 2003, "Preliminary measurements of aromatic VOCs in public transportation modes in Guangzhou, China", *Environment International*, 29, 429–435.

Chan, L.Y., Lau, W.L., Zou, S.C., Cao, Z.X., Lai, S.C., 2002b, "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.

Chan, L.Y., Liu, Y.M., 2001, "Carbon monoxide levels in popular passenger commuting modes traversing major commuting routes in HongKong", *Atmospheric Environment*, 35, 2637–2646.

Chetwittayachan, T., Shimazaki, D., Yamamoto, K., 2002, “A comparison of temporal variation of particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (pPAHs) concentration in different urban environments: Tokyo, Japan, and Bangkok, Thailand”, *Atmospheric Environment*, 36, 2027–2037.

Cocheo, V., Sacco, P., Boaretto, C., De Saeger, E., Ballesta, P.P., Skov, H., Goelen, E., Gonzalez, N., Caracena, A.B., 2000, “Urban benzene and population exposure”, *Nature*, 404, 141–142.

Coelho, M.C., Farias, T.L., Roupail, N.M., 2005, “A methodology for modelling and measuring traffic and emission performance of speed control traffic signals”, *Atmospheric Environment*, 39, 2367–2376.

Colón, M., Pleil, J.D., Hartlage, T.A., Guardani, M., Martins, M.H., 2001, “Survey of volatile organic compounds associated with automotive emissions in the urban airshed of São Paulo, Brazil”, *Atmospheric Environment*, 35, Issue 23, 4017–4031.

Çevre ve Orman Bakanlığı web sayfası.

Derwent, R.G., 1995, “Sources, distributions, and fates of VOCs in the atmosphere”, *Environmental Science and Technology*, vol 12, 123–129.

Derwent, R.G., Davies, T.J., Delaney, M., Dollard, G.J., Field, R.A., Dumitrean, P., et al., 2000, “Analysis And Interpretation of The Continuous Hourly Monitoring Data For 26 C2–C8 Hydrocarbons at 12 United Kingdom sites during 1996”, *Atmospheric Environment*, 34, 297–312.

Dewulf, J., Van Langenhove, H., 1997, “Analytical techniques for determination of measurement data of 7 chlorinated C1 and C2 hydrocarbons and 6 monocyclic aromatic hydrocarbons in remote air masses”, *Atmospheric Environment*, 31, 3291–3307.

Duan, J., Tan, J., Yang, L., Wu, S., Hao, J., 2008, “Concentration, sources and ozone formation potential of volatile organic compounds (VOCs) during ozone episode in Beijing”, *Atmospheric Research*, 88, 25–35.

Edgerton, S.A., Holdren, M.W., Smith, D.L., 1989, “Inter-urban comparison of ambient volatile organic compound concentrations in US cities”, *Journal of Air Pollution and Control Association* 39, 729–732.

Edwards, R.D., Jurvelin, J., Saarela, K., Jantunen, M., 2001, "VOC concentrations measured in personal samples and residential indoor, outdoor and workplace microenvironments in EXPOLIS-Helsinki, Finland", *Atmospheric Environment*, 35, 27, 4531-4543.

Ekstrom, M., Sjödin, A., Andreasson, K., 2004, "Evaluation of The COPERT III Emission Model with On-Road Optical Remote Sensing Measurements", *Atmospheric Environment*, 38, 6631-6641.

EMEP Workshop in Lindau, 1989 (EMEP/CCC, 1990).

EPA, 2002, User's Guide to Mobile 6.2 (Mobile Source Emission Factor Model), EPA 420-R-02-001, MI.

EU, Final report for European Commission DG Environment Economic Evaluation of Air Quality Targets for PAHs (2001).

Fadel, M., Hashisho, Z., 2000, "Vehicular Emissions and Air Quality Assessment in Roadway Tunnels: The Salim Slam Tunnel", *Transportation Research Part D*, 5, 355-372.

Fang, G.C., Wu, Y.S., Chen, M.H., Ho, T.T., Huang, S.H., Rau, J.Y., 2004 "Polycyclic aromatic hydrocarbons study in Taichung, Taiwan, during 2002-2003", *Atmospheric Environment*, 38, 3385-3391.

Fernández, V., López, P., Muniategui, S., Prada, D., Fernández, E., Tomás, X., 2004, "C₁ to C₉ volatile organic compound measurements in the urban air of A Coruña (NW-Spain)", *The Science of the Total Environment*, 334/335, 167.

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

Forst, L., L.M. Conroy, in: H.J. Rafson (Ed.), 1998, "Odor and VOC Control Handbook", McGraw-Hill, New York.

Fuoco, R., Giannarelli, S., Onor, M., Ceccarini, A., Carli, V., 2005, "Optimized cleanup methods of organic extracts for the determination of organic pollutants in biological samples", *Microchemical Journal*, 79, 69-76.

Geng, F.H., Zhao, C.S., Tang, X., Lu, G.L., Tie, X., 2007, "Analysis of ozone and VOCs measured in Shanghai: a case study", *Atmospheric Environment*, 41, 989–1001.

Gertler, A.W., Sagebiel, J.C., Wittorff, D.N., Pierson, W.R., Dippel, W.A., Freeman, D., Sheetz, L., 1997, "Characterization of Vehicle Emissions in Vancouver BC During The 1993 Lower Fraser Valley Oxidants Study", *Atmospheric Environment*, 31, 2107–2112.

Golfopoulos, S.K., T.D., Lekkas, A.D., Nikolaou, 2001, "Comparison of Methods for Determination of Volatile Organic Compounds in Drinking Water", *Chemosphere*, vol. 45, 275–284.

Gorse Jr., R.A., Norbeck, J.M., 1981, "CO Emission Rates for Inuse Gasoline and Diesel Vehicles", *Journal Of Air Pollution Control Association*, 31, 1094–1096.

Granell, J.L., 2002, "Model Year distribution and vehicle technology composition of the onroad fleet as a function of vehicle registration data and site location characteristics", Doktoro tezi, UMI.

Grosjean, E., Rasmussen, R.A., Grosjean, D., 1998, "Ambient levels of gas phase pollution in Porto Alegre, Brazil", *Atmospheric Environment* 32, 3371–3379.

Harris, N., 1993, "Transportation and the Economic Survival of Cities", *The Urban Age*, 2, (1): 3–4.

Hawthorne, S.B., Miller, D.J., Langenfeld, J.J. and Krieger, M.S., 1992, "PM-10 high-volume collection and quantitation of semi- and nonvolatile phenols, methoxylated phenols, alkanes, and polycyclic aromatic hydrocarbons from winter urban air and their relationship to wood smoke emissions", *Environ. Sci Technol.*, 26, 2251–2262.

Ho, K.F., Lee, S.C., 2002, "Identification of atmospheric volatile organic compounds VOCs, polycyclic aromatic hydrocarbons PAHs and carbonyl compounds in Hong Kong", *The Science of The Total Environment*, 289, 1–3, 145–158.

Ho, K.F., Lee, S.C., Guo, H., Tsai, W.Y., 2004, "Seasonal and diurnal variations of volatile organic compounds (VOCs) in the atmosphere of Hong Kong" *Science of The Total Environment*, 322, 1–3, 155–166.

Holzinger, R., Kleiss, B., Donoso, L., Sanhueza, E., 2001, "Aromatic hydrocarbons at urban, sub-urban, rural (81 520 N; 671 190 W) and remote sites in Venezuela", *Atmospheric Environment*, 35, 4917–4927.

HSDB, 2008, Hazardous Substances Data Bank, National Library of Medicine, National Toxicology Information Program, USA.

Hsieh, C.C., Tsai, J.H., 2003, "VOC concentration characteristics in Southern Taiwan", *Chemosphere*, 50, 545–556.

Hsu, Y.C., Tsai, J.H., Chen, H.W., Lin, W.Y., 2001, "Tunnel Study of On-Road Vehicle Emissions and The Photochemical Potential in Taiwan", *Chemosphere*, 42, 227–234.

[http://www.europa.eu.int/\(30/08/2006\)](http://www.europa.eu.int/(30/08/2006)). Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain activities and installations.

IARC, 2004, Overall evaluations of carcinogenicity to humans as evaluated in IARC Monographs Volumes 1–82 (a total of 885 agents, mixtures and exposures), International Agency for Research on Cancer.

Ingalls, M.N., 1989, "On-Road Vehicle Emission Factors from Measurements in A Los Angeles Area Tunnel", *A&WMA 82nd Annual Meeting*, Anaheim, 1289–1373.

Jo, W.K., Park, K.H., 1998, "Concentrations of volatile organic compounds in automobiles cabins while commuting along a Korean urban area", *Environmental International*, 24, (3), 259–265.

Jaouen-Madoulet, A., Abarnou, A., Le Guellec, A.M., Loizeau, V., Leboulenger, F. 2000 Validation of an analytical procedure for polychlorinated biphenyls, coplaner polychlorinated biphenyls and polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental samples, *Journal of Chromatography A*, 886, 153–173.

John, C., Friedrich, R., Staehelin, J., Schlapfer, K., Stahel, W.A., 1999, "Comparison of Emission Factors for Road Traffic from a Tunnel Study (Gubrist Tunnel, Switzerland) and from Emission Modeling", *Atmospheric Environment*, 33, 3367–3376.

Jones, K.C., Grimmer, G., Jacob, J., 1992, "Changes in the polynuclear aromatic hydrocarbon content of wheat grain and pasture grassland over the last century from one site in the UK", *The Science of the Total Environment*, . 78:117-130.

Kalabokas, P.D., Hatzianestis, J., Bartzis, J.G., Papagiannakopoulos, P., 2001, "Atmospheric concentrations of saturated and aromatic hydrocarbons around a Greek oil refinery, *Atmospheric Environment*, 35, 2545–2555.

Kamens, R.M., Fulcher, J. N., Zhishi, G., 1986, "Effects of temperature on wood soot: PAH decay in atmospheres with sunlight and low NO_x", *Atmospheric Environment*, 20, 1579-1587.

Khoder, M.I., 2007, "Ambient Levels of Volatile Organic Compounds In The Atmosphere Of Greater Cairo", *Atmospheric Environment*, 41, 554–566.

Kirchstetter, T., Harley, R.A., Littlejohn, D., 1996, "Measurement of Nitrous Acid in Motor Vehicle Exhaust", *Environmental Science and Technology*, 30, 2843–2849.

Kostianen, R., 1995, "Volatile organic compounds in the indoor air if normal and sick houses", *Atmospheric Environment*, 29, (6), 693–702.

Kourtidis, K.A., Ziomas, I.C., Rappenglueck, B., Proyou, A., Balis, D., 1999, "Evaporative traffic hydrocarbon emissions, traffic CO and speciated HC traffic emissions from the city of Athens", *Atmospheric Environment* 33, 3831–3842.

Kristensson, A., Johansson, C., Weterholm, R., Swietlicki, E., Gidhagen, L., Wideqvist, U., Vesely, V., 2004, "Rel-World traffic emission factors of gases and particles measured in a road tunnel in stockholm, Sweden", *Atmospheric Environment*, 38, 657-673.

Kulkarni, P., Venkataraman, C., 2000, "Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in Mumbai, India", *Atmospheric Environment, Vol 34, 17*, 2785-2790.

Kuran, P., Sojak, L., 1996, "Environmental analysis of volatile organic compounds in water and sediment by gas chromatography", *Journal of Chromatography A*, 733, 119–141.

Kühlwein, J., and R., Friedrich, 2006, "Traffic measurements and high-performance modelling of motorway emission rates", *Atmospheric Environment*, 38, 151-169.

Lai, C.H., Chen, K.S., Ho, Y.T., Chou, M.S., 2004, "Characteristics of C₂–C₁₅ hydrocarbons in the air of urban Kaohsiung, Taiwan" *Atmospheric Environment*, 38, 1997–2011.

Larson, R.B., E.J., Weber, 1994, "Reaction Mechanisms in Environmental Organic Chemistry", Lewis Publishers, Boca Raton.

Lee, C.W., Dai, Y.T., Chien, C.H. and Hsu, D.J., 2006, "Characteristics and health impacts of volatile organic compounds in photocopy centers", *Environmental Research*, 100, 139–149.

Lee, J.Y., Kim, Y.P., Kaneyasu, N., Kumata, H., Kang, C.H., 2008, "Particulate PAHs levels at Mt. Halla site in Jeju Island, Korea: Regional background levels in northeast Asia", *Atmospheric Research*, 90, 1, 91-98.

Lin, T.C, Chang, F.H., Hsieh, J.H., Chao, H.R., Chao, M.R. 2002, "Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons and total suspended particulate in indoor and outdoor atmosphere of a Taiwanese temple", *Journal of Hazardous Materials*, A95, 1-12.

Liu, C.M., Xu, Z.L., Du, Y.G., Guo, H.C., 2000, "Analyses of volatile organic compounds concentrations and variation trends in the air of Changchun, the northeast of China", *Atmospheric Environmen*, 34, 4459–4466.

Liu, Y., Tao, S., Yang, Y., Dou, H., Yang, Y., Coveney, R.M., 2007, "Inhalation exposure of traffic police officers to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during the winter in Beijing, China", *Science of The Total Environment*, 383, 1-3, 98-105.

Lopes, T.J., Bender, D.A., 1998, "Nonpoint sources of volatile organic compounds in urban areas-relative importance of land surfaces and air", *Environ. Poll.*, 101, 221-230.

Main, H.H., Hurwitt, S.B., Roberts, P.T., 1999, "Spatial and temporal characteristics of California PAMS and long-term trend site VOC sata (1990–1997)", US EPA, Research Triangle Park, NC.

Mallorqui, M.R., Recasens, R., Ballarin, F.B., 2007, "Determination of volatile organic compounds in urban and industrial air from Tarragona by thermal desorption and gas chromatography–mass spectrometry", *Talanta*, 1-10.

Mandalakis, M., Tsapakis, M., Tsoga, A., Stephanou, E.G., 2002, "Gas-particle concentrations and distribution of aliphatic hydrocarbons, PAHs, Ps and PCDD/Fs in the atmosphere of Athens (Greece)", *Atmospheric Environment*, 36, 4023-4035.

Mastral, A.M., Callen, M.S., Lopez, J.M., Murillo, R. Garcia, T., Navarro, M.V., 2003, "Critical review on atmospheric PAH. Assessment of reported data in the Mediterranean basin", *Fuel Processing Technology*, 80, 183– 193.

Menichini, E., Iacovella, N., Monfredini, F., Baldassarri, L., 2008, "Relationships between indoor and outdoor air pollution by carcinogenic PAHs and Ps", *Atmospheric Environment*, in press.

Meruva, N.K., 1998, "Optimization of Solid Phase Microextraction for Rapid Analysis of volatile Organic Compounds in Aqueous Samples with fast Gas Chromatography", Master of Science in Chemistry, UMI.

Miermans, C.J.H., L.E., van der Velde, P.C.M., Frintrop, 2000, "Analysis of Volatile Organic Compounds, Using the Purge and Trap Injector Coupled to a gas Chromatograph/Ion-Trap Mass Spectrometer: Review of The Results in Dutch Surface Water of The Rhine, Meuse, Northern Delta Area and Westercheldt, Over The Period 1992-1997", *Chemosphere*, Vol. 40, pp. 39-48.

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.

Moschonas, N., Glavas, S., 1996, "C3–C10 hydrocarbons in the atmosphere of Athens, Greece", *Atmospheric Environment*, 30, 2769–2772.

Muezzinoğlu, A., Odabasi, M., Onat, L., 2001, "Volatile organic compounds in the air of Izmir, Turkey", *Atmospheric Environment*, 35, 753–760.

Mukund, R., Kelly, T.J., Spicer, C.W., 1996, "Source attribution of ambient air toxics and other VOCs in Columbus Ohio", *Atmospheric Environment*, 30, (20), 3457–3470.

Müller, J.F., Hawker, D.W., Connell, D.W., 1998, "Polycyclic aromatic hydrocarbons in the atmospheric environment of Brisbane, Australia", *Chemosphere*, 37, 7, 1369-1383.

Na, K., Kim, Y.P., 2001, "Seasonal characteristics of ambient volatile organic compounds in Seoul, Korea", *Atmospheric Environment*, 35, 2603–2614.

Na, K., Kim, Y.P., Moon, K.C., Moon, I., Fung, K., 2001, "Concentrations of volatile organic compounds in an industrial area of Korea", *Atmospheric Environment*, 35, 15, 2747-2756.

National Air Quality and Emission Trends Report, EPA, 1996.

Nelson, P.F., Quigley, S.M., 1983, "The m,p-xylenes: ethylbenzene ratio, a technique for estimating hydrocarbon age in ambient atmospheres" *Atmospheric Environment*, 17, 659–662.

Nelson, P.F., Quigley, S.M., 1984, "The hydrocarbon composition of exhaust emitted from gasoline fueled vehicles", *Atmospheric Environment*, 18, 79–87.

NIOSH, NIOSH Manual of Analytical Methods No. 5515: PAHs. URL: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam/pdfs/1501.pdf>.

NIOSH, NIOSH Manual of Analytical Methods No. 1501: Hydrocarbons, Aromatic, 2003 (Cited May 10, 2007).

Nikalou, A.D., Golfinopoulou, S.K, Kostopoulou, M.N., Kolokythas, G.A., Lekkas, T.D., 2002, "Determination of Volatile Organic Compounds in Surface Waters and Treated Wastewater in Greece", *Water Research*, 36, 2883-2890.

Oanh, N.T.K., Reutergardh, L.B., Dung, N.Tr., Yu, M.H., Yao, W.X., Co, H.X., 2000, "Polycyclic aromatic hydrocarbons in the airborne particulate matter at a location 40 km north of Bangkok, Thailand", *Atmospheric Environment*, 34, 4557-4563.

Odabaşı, M., Vardar, N., Sofuoğlu, A., Taşdemir, Y., Holsen, T.M., 1999, "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Chicago Air", *The Science of the Total Environment*, 227, 57-67.

Odum, J.R., Jungkamp, T.P.W., Griffin, R.J., Forstner, H.J.L., Flagan, R.C., Seinfeld, J.H., 1997, "Aromatics, reformulated gasoline and atmospheric organic aerosol formation", *Environmental Science and Technology*, 31, 1890–1897.

Ohura, T., Amagai, T., Senga, Y., Fusaya, M., 2006, "Organic air pollutants inside and outside residences in Shimizu, Japan: Levels, sources and risks", *Science of the Total Environment*, 366, 485–499.

Ollivon, D., Blanchoud, H., Motelay-Massei, A., Garban, B. 2002, "Atmospheric deposition of PAHs to an urban site, Paris, France", *Atmospheric Environment*, 36, 2891-2900.

Önder, S., 2006, "Environmental Pollution and solution Recommendations of Konya City, Turkey", *Journal of Applied Sciences*, 6, 4, 864-871.

Özcan, S., 2007, Hava Ortamında Öncelikli Organik Kirleticilerin Tayini için Analitik Metot Optimizasyonu ve Konya Kent Atmosferinde İzlenmesi", Doktora tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst. Çevre Müh. Böl.

Özer, U., Aydın R., Akçay, H., 1997, "Air pollution profile of Turkey", *Chemistry International*, 9, 190-1.

Öztürk, M., 2004, "Kurşunlu benzin tüketimi ve kurşunun etkileri", Çevre ve Orman Bakanlığı yayınları.

Pankow, J.F., Wentai, L., Bender, D., Lorne, M., Hollingsworth, J., Chen, C., Asher, W., Zogorski, J.S., 2003, "Concentrations and co-occurrence correlations of 88 volatile organic compounds (VOCs) in the ambient air of 13 semi-rural to urban locations in the United States", *Atmospheric Environment*, 37, 36, 5023-5046.

Papaefstathiou, I., M.D., Luque de Castro, 1997, "Hyphenated Pervaporation-Solid-Phase Preconcentration-Gas Chromatography for The Determination of Volatile Organic Compounds in Solid Samples", *Journal of Chromatography A*, 779, 352-359.

Park, S.S., Kim, Y.J., Kang, C.H., 2002, "Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in Seoul, Korea", *Atmospheric Environment*, 36, 2917-2924.

Paul, J., 1997, "Improved air quality on Turkish roads: fuels and exhaust gas treatment", *Environmental Research Forum*, 7–8, 145–152.

Pleil, J.D., Vette, A.F. and Rappaport, S.M., 2004, "Assaying particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons from archived PM_{2.5} filters", *J. Chromatogr. A*, 1033, 9–17.

Pokharel, S.S., Bishop, G.A., Stedman, D., 2002, “An On-Road Motor Vehicle Emissions Inventory for Denver: An Efficient Alternative To Modeling”, *Atmospheric Environment*, 36, 5177–5184.

Poppi, R., Santiago, S., 2005, “Polycyclic aromatic hydrocarbons and other selected organic compounds in ambient air of Campo Grande City, Brazil”, *Atmospheric Environment*, 39, 2839–2850.

Poor, N., Tremblay, R., Kay, H., Bhethanabotla, V., Swartz, E., Luther, M., Campbell, S. 2004, “Atmospheric concentrations and dry deposition rates of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) for Tampa Bay, Florida, USA”, *Atmospheric Environment*, 38, 6005-6015.

Porte, X., Biosca, M., Sole, Albaiges, J., 2001, “The integrated use of chemical analysis, cytochrome P450 and stress proteins in mussels to assess pollution along the Galician coast (NW Spain)”, *Environmental Pollution*, 112, 261–268.

Pujades, M., Nunez, L., Plaza, J., Bezares, J.C., Fernandez, J.M., 2004, “Comparison Between Experimental and Calculated Vehicle Idle Emission Factors for Madrid Fleet”, *Science of The Total Environment*, 334, 140.

Raga, G.B., D., Baumgardner, T., Castro, A.M., Arroyo, R.N., Gonzalez, 2001, “An international urban air pollution model for the transportation sector” *Atmospheric Environment*, 35, 4041-4058.

Riveros, H.G., Arriaga, J.L., Tejeda, J., Julian-Sanchez, A., Riveros-Rosas, H., 1998, “Ozone and its precursors in the atmosphere of Mexico City”, *J. Air Waste Manage*, 48, 866– 871.

Robinson, N.F., Pierson, W.R., Gertler, A.W., Sagebiel, J.C., 1996, “Comparison of MOBILE4.1 and MOBILE5 Predictions with Measurements of Vehicle Emission Factors in Fort Mchenry And Tuscarora Mountain Tunnels”, *Atmospheric Environment*, 30, 2257–2267.

Ruchirawat, M., Navasumrit, P., Settachan, D., Tuntaviroon, J., Buthbumrung, N., Sharma, S., 2005, “Measurement of genotoxic air pollutant exposures in street vendors and school children in and near Bangkok”, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 206, 207–214.

Rumchev, K., Spickett, J., Bulsara, M., Phillips, M., Stick, S., 2004, "Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children", *Thorax*, 59, 746–751.

Russell, A., 1995, "Urban ozone control and atmospheric reactivity of organic gases", *Science*, 269, 491–495.

Sacks, R., Akard, M., 1994, "High-speed GC analysis of VOCs: Tunable selectivity and column selection", *Environ. Sci. Technol.* 28, 428A-433A.

Serageldin, I., Baret, R., 1993, "Environmentally Sustainable Urban Transport: Defining a Global Policy", World Bank, Washington DC.

Simon, V., Baer, M., Torres, L., Olivier, S., Meybeck, M., Della Massa, J.P., 2004, "The impact of reduction in the benzene limit value in gasoline on airborne benzene, toluene and xylenes levels", *Science Total Environment*, 334–335, 177–183.

Singh, H., Zimmerman, P., 1992, "Atmospheric distribution and sources of nonmethane hydrocarbons. In: Nriagu, J.O. (Ed.), Gaseous Pollutants: Characterization and Cycling. Wiley, New York, 177–235.

Sistla, A., Aleksic, N., 2007, "A comparison of PAMS and air toxics measurements" *Atmospheric Environment*, 41, 27, 5719-5731.

Slaets, S., Adams, F.C., Laturus, F., 1998, "GC Coupled To MIP AES Applied To The Speciation Analysis Of Volatile Halocarbons" *LC-GC Int.* 11, 580-586.

Smith, D.J.T, Harrison, R.M, Lahuana, L., Pio, C.A., Castro, Tariq, M.N., 1996, "Concentrations of particulate airborne polycyclic aromatic hydrocarbons and metals collected in Lahore, Pakistan", *Atmospheric Environment*, 30, 4031–4040.

Sofuoglu, A., Odabasi, M., Tasdemir, Y., Khalili, N.R., Holsen, T.M., 2001, "Temperature dependence of gas-phase polycyclic aromatic hydrocarbon and organochlorine pesticide concentrations in Chicago air", *Atmospheric Environment*, 35, 6503–6510.

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

Staehelin, J., Keller, C., Stahel, W., Schla, K., Wunderli, S., 1998, "Emission Factors from Road Traffic from A Tunnel Study (Gubrist Tunnel, Switzerland). Part III: Results of Organic Compounds, SO₂ and Speciation of Organic Exhaust Emission" *Atmospheric Environment*,. 32, 999-1009.

Tam, B.N., Neumann, C.M., 2004, "A human health assessment of hazardous air pollutants in Portland, OR", *Journal of Environmental Management*, 73, 131-145.

Taşdemir, Y., Esen, F., 2007, "Urban air PAHs: Concentration, temporal changes and gaz/particle partitioning at a traffic site in Turkey", *Atmospheric Research*, 84, 1-12.

TC Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), 1997, "Enerji sektöründen kaynaklanan hava kirliliği" Ulusal Çevre Eylem Planı, Ankara.

Technical Report No. 2, ISBN 642547807, 1999, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)in Australia.

The ASTM standard practice for determining volatile organic compounds (VOC) contents of paints and related coating (D3960), American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1989.

Thijsse, R., Roemer, M., Oss, R.F., 1999, "Trends in large-scale VOC concentrations in the Southern Netherlands between 1991 and 1997", *Atmospheric Environment*, 33, 23, 3803-3812.

Tor, A., 2004, "Atık su Ortamında Bazı Organik Kirleticilerin Tayini", Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü.

US EPA- Compendium Method TO-1, Method for the Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Ambient Air Using Tenax® Adsorption and Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) EPA-600/4-89-017, *Centre for Environmental Research Information, US Environmental Protection Agency*, OH, 1984.

US EPA- Compendium Method TO-12 Method For The Determination Of Non-Methane Organic Compounds (NMOC)In Ambient Air Using Cryogenic Preconcentration And Direct Flame Ionization Detection, EPA-524901, *Centre for Environmental Research Information, US Environmental Protection Agency*, OH, 1999.

US EPA- Compendium Method TO-13, The determination of benzo(a)pyrene [B(a)P] and other polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs) in ambient air using gas chromatographic (GC) and high performance liquid chromatographic (HPLC) analysis. In "Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air", EPA/600/4-89-018, *Centre for Environmental Research Information, US Environmental Protection Agency*, OH, 1989.

US EPA- Compendium Method TO-14A Determination Of Volatile Organic Compounds (VOCs) In Ambient Air Using Specially Prepared Canisters With Subsequent Analysis By Gas Chromatography, EPA-45268, *Centre for Environmental Research Information, US Environmental Protection Agency*, OH, 1999.

US EPA- Compendium Method TO-15, Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air Second Edition Compendium Method TO-15 Determination Of Volatile Organic Compounds (VOCs) In Air Collected In Specially-Prepared Canisters And Analyzed By Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS), EPA-45268, *Centre for Environmental Research Information, US Environmental Protection Agency*, OH, 1999.

US EPA- Compendium Method TO-17 Determination of Volatile Organic Compounds in Ambient Air Using Active Sampling Onto Sorbent Tubes, *Centre for Environmental Research Information, US Environmental Protection Agency*, OH, 1999.

US EPA- Compendium Method TO-2, Method for the Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Ambient Air by Carbon Molecular Sieve Adsorption and Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), EPA-600/4-89-017, *Centre for Environmental Research Information, US Environmental Protection Agency*, OH, 1984.

US EPA- Compendium Method TO-3 Method For The Determination Of Volatile Organic Compounds In Ambient Air Using Cryogenic Preconcentration Techniques And Gas Chromatography With Flame Ionization And Electron Capture Detection , *Centre for Environmental Research Information, US Environmental Protection Agency*, OH, 1984.

US EPA, 1994 Method 3541, Automated soxhlet extraction, September.

US EPA, 1996 Method 3500B, Organic extraction and sample preparation, December.

US EPA, 1996 Method 3540C, Soxhlet extraction, December.

US EPA, 1996 Method 3545, Pressurized fluid extraction (PFE), December.

US EPA, 1996 Method 3560, Supercritical fluid extraction of total recoverable petroleum hydrocarbons, December.

US EPA, 1996 Method 3561, Supercritical fluid extraction of polynuclear aromatic hydrocarbons, December.

US EPA, 1996 Method 3610B, Alumina cleanup, December.

US EPA, 1996 Method 3620B, Florosil cleanup, December.

US EPA, 1996 Method 3630C, Silica gel cleanup, December.

US EPA, 1996, Method 3550B, Ultrasonic extraction, December.

US EPA, 1999 Compendium of methods for the determination of toxic organic compounds in ambient air, 2nd ed., Compendium method TO 13A: Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air using gas chromatography/ mass spectrometry (GC/MS), EPA/625/R-96/010b, *Center for Environmental Research Information*, Office of Research and Development, United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.

US EPA, 2003, air toxics website, <http://www.epa.gov/ttn/atw/allabout.html>.

Valdman, E., Gutz, I.G.R., 2008, "Bioluminescent sensor for naphthalene in air: Cell immobilization and evaluation with a dynamic standard atmosphere generator", *Sensors and Actuators B: Chemical*, Volume 133, Issue 2, 12 August 2008, Pages 656-663.

Vardar, N., Tasdemir, Y., Odabası, M., E.Noll, K. 2004, "Characterization of atmospheric concentrations and partitioning of PAHs in the Chicago atmosphere", *Science of the Total Environment*, 327, 163-174.

Vasconcellos, P.C., Zacarias, D., Pires, M.A.F., Pool, C.S., Carvalho, L.R.F. 2003, "Measurements of polycyclic aromatic hydrocarbons in airborne particles from the

metropolitan area of Sao Paulo City, Brazil”, *Atmospheric Environment*, 37, 3009-3018.

Wakamatsu, S., Uno, I., Ohara, T., Schere, K.L., 1999, “A study of the relationship between photochemical ozone and its precursor emissions of nitrogen oxides and hydrocarbons in Tokyo and surrounding areas”, *Atmospheric Environment*, 33, 3097–3108.

Weschler, C.J., Shields, H.C., 1997, “Potential reactions among indoor pollutants”, *Atmospheric Environment*, vol 31, 3487-3495.

Wijetilleke, L., Karunaratne S.A.R., 1985, “Air Quality Management, Considerations for Developing Countries”, WB Technical Paper Number 278, Washington, D.C.

Wolska, L., 2002, “Miniaturised analytical procedure of determining polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in bottom sediments”, *Journal of Chromatography A*, 959, 173–180.

World Health Organization (WHO), 2000 Guidelines for Air Quality, Geneva.

Xie, M., Xie, F., Deng, Z.V., Zhuang, G.S., 2003, “Determination of polynuclear aromatic hydrocarbons in aerosol by solid-phase extraction and gas chromatography/mass spectrum”, *Talanta*, 60, 6, 2.

Yamamoto, N., Okayasu, H., Murayama, S., Mori, S., Hunahashi, K., Suzuki, K., 2000, “Measurement of volatile organic compounds in the urban atmosphere of Yokohama, Japan, by an automated gas chromatographic system”, *Atmospheric Environment*, 34, 4441–4446.

Yang, S.Y.N., Connell, D.W., Hawker, D.W., 1991, “Polycyclic aromatic hydrocarbons in air soil and vegetation in the vicinity of an urban roadway” *The Science of the Total Environment*, 102 :229-240.

Zhao, L., Wang, X.M., He, Q., Wang, H., Sheng, G.Y., Chan, L.Y., Fu, J.M., Blake, D.R., 2004, “Exposure to hazardous volatile organic compounds, PM₁₀, and CO while walking along streets in urban Guangzhou, China”, *Atmospheric Environment*, 38, 6177–6184.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Artvin’de doğan Gülnihal KARA ilk ve orta öğrenimini Artvin’de tamamladı. Lisans öğrenimi için 1995 yılında girdiği aldığı puanla birinci sıradan Atatürk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden 1999 yılında bölüm dördüncüsü olarak mezun oldu. Aynı yıl başladığı Yüksek Lisans çalışmasını Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’ndan 2003 yılında mezun olarak tamamladı. 2001 yılında Selçuk Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı ve halen görevine devam etmektedir.

İçme suyu, atıksu, katı atık, hava ortamlarında organik kirleticilerin tayini (UOB, PAH, DBPs) konularında DPT, Tübitak ve BAP projelerinde yardımcı araştırmacı olarak görev almıştır.

EK-1 RİSK ANALİZLERİ

Tablo 1. Genel populasyon için N2 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH Bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	4,48E-07	7,06E-10	-	-	-	-	-	-
Eylül	8,15E-06	1,63E-08	4,79E-07	-	8	-	-	-
Ekim	1,66E-06	8,31E-08	7,36E-08	-	2	-	-	-
Kasım	4,45E-06	2,23E-07	1,98E-07	-	4	-	-	-
Aralık	1,44E-05	1,16E-06	5,10E-07	-	14	1	1	-
Ocak	6,32E-04	7,90E-06	7,90E-05	1,58E-04	632	8	79	158
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-
Mart	-	-	8,95E-07	1,08E-04	-	-	1	108
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	2,75E-05	-	-	-	27	-

Tablo 2. Genel populasyon için N3 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH Bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan Riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-
Eylül	1,870E-05	1,992E-06	4,293E-08	1,535E-06	19	2	-	2
Ekim	4,392E-06	4,679E-07	1,009E-08	3,606E-07	4	-	-	-
Kasım	1,182E-05	1,259E-06	2,713E-08	9,702E-07	12	1	-	1
Aralık	4,142E-05	4,413E-06	9,512E-08	3,401E-06	41	4	-	3
Ocak	7,000E-04	9,000E-05	9,000E-05	6,361E-07	700	90	90	1
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3. Genel populasyon için N4 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH Bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	-	-	-	-	0	0	0	0
Eylül	-	-	-	-	0	0	0	0
Ekim	-	-	-	-	0	0	0	0
Kasım	-	-	-	-	0	0	0	0
Aralık	-	-	-	-	0	0	0	0
Ocak	1,641E-05	1,818E-06	-	-	16	2	0	0
Şubat	-	-	-	-	0	0	0	0
Mart	-	-	-	-	0	0	0	0
Nisan	1,078E-04	-	6,870E-06	-	108	0	7	0
Mayıs	-	-	-	-	0	0	0	0
Haziran	-	-	-	-	0	0	0	0

Tablo 4. Genel populasyon için N5 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH Bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	5,245E-07	5,037E-09	-	-	1	-	-	-
Eylül	2,501E-05	3,013E-08	5,266E-07	-	25	-	1	-
Ekim	3,753E-05	1,561E-06	5,479E-07	1,498E-06	38	2	1	1
Kasım	1,010E-04	4,198E-06	1,474E-06	4,030E-06	101	4	1	4
Aralık	1,528E-04	7,482E-06	2,049E-06	7,214E-06	153	7	2	7
Ocak	3,957E-04	7,914E-05	1,761E-08	3,152E-05	396	79	-	32
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	1,078E-04	-	6,870E-06	-	108	-	7	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 5. Genel populasyon için N6 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH Bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-
Ekim	1,139E-07	1,351E-07	-	-	-	-	-	-
Kasım	1,947E-07	2,310E-07	-	-	-	-	-	-
Aralık	8,648E-07	1,026E-06	-	-	1	1	-	-
Ocak	7,914E-05	7,914E-06	7,107E-07	7,914E-05	79	8	1	79
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-
Mart	1,621E-04	-	-	-	162	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 6. Genel populasyon için N1 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	7,246E-08	8,258E-10	2,770E-10	8,352E-09	0	0	0	0
Eylül	4,519E-06	2,417E-09	-	-	5	0	0	0
Ekim	3,979E-06	1,729E-07	3,407E-08	-	4	0	0	0
Kasım	6,894E-06	2,995E-07	5,903E-08	-	7	0	0	0
Aralık	2,037E-05	1,054E-06	2,081E-07	-	20	1	0	0
Ocak	4,074E-05	6,516E-08	4,074E-06	3,882E-06	41	0	4	4
Şubat	2,037E-05	-	-	-	20	0	0	0
Mart	-	-	-	-	0	0	0	0
Nisan	-	-	-	-	0	0	0	0
Mayıs	-	-	-	-	0	0	0	0
Haziran	-	-	-	-	0	0	0	0

Tablo 7. Genel Populasyon için N2 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	1,51E-07	2,38E-10	-	-	-	-	-	-
Eylül	2,91E-06	5,84E-09	1,71E-07	-	3	-	-	-
Ekim	1,07E-06	5,36E-08	4,76E-08	-	1	-	-	-
Kasım	1,85E-06	9,29E-08	8,24E-08	-	2	-	-	-
Aralık	3,99E-06	3,23E-07	1,42E-07	-	4	-	-	-
Ocak	1,63E-04	2,04E-06	2,04E-05	4,07E-05	163	2	20	41
Şubat	-	2,04E-06	-	4,07E-05	-	2	-	41
Mart	-	-	1,69E-07	1,02E-04	-	-	-	102
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 8. Genel Populasyon için N3 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-
Eylül	6,683E-06	7,119E-07	1,535E-08	5,487E-07	7	1	-	1
Ekim	4,805E-06	5,119E-07	1,103E-08	3,945E-07	5	1	-	-
Kasım	8,327E-06	8,870E-07	1,912E-08	6,836E-07	8	1	-	1
Aralık	1,151E-05	1,226E-06	2,642E-08	9,447E-07	12	1	-	1
Ocak	1,426E-04	1,833E-05	1,833E-05	1,296E-07	143	18	18	-
Şubat	-	6,111E-06	-	2,037E-05	-	6	-	20
Mart	6,804E-06	2,893E-07	5,072E-07	-	7	-	1	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 9. Genel Populasyon için N4 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-
Aralık	-	-	-	-	-	-	-	-
Ocak	3,342E-06	3,704E-07	-	-	3	-	-	-
Şubat	-	4,074E-06	-	-	-	4	-	-
Mart	-	-	-	2,037E-05	-	-	-	20
Nisan	6,111E-05	-	-	-	61	-	-	-
Mayıs	8,148E-05	-	-	-	81	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 10. Genel Populasyon için N5 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	1,836E-07	1,763E-09	-	-	0	0	0	0
Eylül	8,940E-06	1,077E-08	1,882E-07	-	9	0	0	0
Ekim	8,220E-06	3,418E-07	1,200E-07	3,280E-07	8	0	0	0
Kasım	1,424E-05	5,922E-07	2,079E-07	5,684E-07	14	1	0	1
Aralık	4,243E-05	2,078E-06	5,692E-07	2,004E-06	42	2	1	2
Ocak	1,019E-04	2,037E-05	4,533E-09	8,115E-06	102	20	0	8
Şubat	-	2,037E-06	-	-	0	2	0	0
Mart	-	-	-	-	0	0	0	0
Nisan	-	-	-	-	0	0	0	0
Mayıs	-	-	-	-	0	0	0	0
Haziran	-	-	-	-	0	0	0	0

Tablo 11. Genel Populasyon için N6 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-
Ekim	3,933E-08	4,666E-08	-	-	-	-	-	-
Kasım	6,814E-08	8,084E-08	-	-	-	-	-	-
Aralık	3,276E-07	3,886E-07	-	-	-	-	-	-
Ocak	2,037E-05	2,037E-06	1,829E-07	2,037E-05	20	2	-	20
Şubat	-	2,037E-06	-	-	-	2	-	-
Mart	3,402E-06	-	-	-	3	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 12. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N2 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	2,873E-09	4,522E-13	-	-	-	-	-	-			
Eylül	5,220E-08	1,047E-11	3,067E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	1,061E-08	5,321E-11	4,718E-10	-	-	-	-	-			
Kasım	2,853E-08	1,432E-10	1,269E-09	-	-	-	-	-			
Aralık	9,213E-08	7,439E-10	3,265E-09	-	-	-	-	-			
Ocak	4,050E-06	5,063E-09	5,063E-07	1,013E-06	4	-	-	1			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	5,735E-09	6,909E-07	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	1,760E-07	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	9,269E-07	1,684E-05	3,421E-06	9,204E-06	2,972E-05	1,307E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	1,459E-08	3,376E-07	1,717E-06	4,618E-06	2,400E-05	1,633E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	9,893E-06	1,522E-06	4,095E-06	1,053E-05	1,633E-03	-	1,850E-05	-	-	5,679E-04
B[ah]A	-	-	-	-	-	3,266E-04	-	2,229E-04	-	-	-
B[a]Py	9,269E-07	1,684E-05	3,421E-06	9,204E-06	2,972E-05	1,307E-03	-	-	-	-	-

Tablo 13. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N3 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	1,198E-07	1,276E-09	2,750E-10	9,834E-09	-	-	-	-			
Ekim	2,814E-08	2,997E-10	6,461E-11	2,310E-09	-	-	-	-			
Kasım	7,570E-08	8,064E-10	1,738E-10	6,216E-09	-	-	-	-			
Aralık	2,654E-07	2,827E-09	6,094E-10	2,179E-08	-	-	-	-			
Ocak	4,485E-06	5,766E-08	5,766E-07	4,075E-09	4	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	3,864E-05	9,077E-06	2,442E-05	8,561E-05	1,447E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	-	4,116E-05	9,669E-06	2,601E-05	9,119E-05	1,860E-03	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	8,872E-07	2,084E-07	5,607E-07	1,966E-06	1,860E-03	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	3,172E-06	7,453E-07	2,005E-06	7,029E-06	1,315E-06	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	3,864E-05	9,077E-06	2,442E-05	8,561E-05	1,447E-03	-	-	-	-	-

Tablo 14. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N4 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aralık	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ocak	1,051E-07	1,165E-09	-	-	-	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	6,909E-07	-	4,401E-08	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	-	-	-	3,391E-05	-	-	2,229E-04	-	-
B[k]F	-	-	-	-	-	3,758E-05	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	-	-	-	1,420E-04	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	-	-	-	3,391E-05	-	-	2,229E-04	-	-

Tablo 15. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N5 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAHbileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	3,360E-09	3,227E-12	-	-	-	-	-	-			
Eylül	1,602E-07	1,930E-11	3,374E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	2,405E-07	9,998E-10	3,510E-09	9,596E-09	-	-	-	-			
Kasım	6,469E-07	2,690E-09	9,444E-09	2,582E-08	-	-	-	-			
Aralık	9,787E-07	4,794E-09	1,313E-08	4,622E-08	-	-	-	-			
Ocak	2,535E-06	5,070E-08	1,128E-10	2,020E-07	3	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	6,909E-07	-	4,401E-08	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	1,084E-06	5,169E-05	7,757E-05	2,087E-04	3,157E-04	8,177E-04	-	-	-	2,229E-04	-
B[k]F	1,041E-07	6,227E-07	3,225E-05	8,677E-05	1,546E-04	1,635E-03	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	1,088E-05	1,132E-05	3,047E-05	4,235E-05	3,639E-07	-	-	-	1,420E-04	-
B[ah]A	-	-	3,095E-06	8,328E-06	1,491E-05	6,515E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	1,084E-06	5,169E-05	7,757E-05	2,087E-04	3,157E-04	8,177E-04	-	-	-	2,229E-04	-

Tablo 16. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N6 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	7,297E-10	8,658E-11	-	-	7,297E-10	-	-	-			
Kasım	1,247E-09	1,480E-10	-	-	1,247E-09	-	-	-			
Aralık	5,540E-09	6,573E-10	-	-	5,540E-09	-	-	-			
Ocak	5,070E-07	5,070E-09	4,553E-09	5,070E-07	5,070E-07	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	1,038E-06	-	-	-	1,038E-06	1	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	2,354E-07	4,024E-07	1,787E-06	1,635E-04	-	3,350E-04	-	-	-
B[k]F	-	-	2,793E-06	4,774E-06	2,120E-05	1,635E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	1,469E-05	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	1,635E-04	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	2,354E-07	4,024E-07	1,787E-06	1,635E-04	-	3,350E-04	-	-	-

Tablo 17. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N1 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	4,642E-10	5,291E-13	1,774E-12	5,351E-11	-	-	-	-
Eylül	2,895E-08	1,548E-12	-	-	-	-	-	-
Ekim	2,549E-08	1,107E-10	2,183E-10	-	-	-	-	-
Kasım	4,417E-08	1,919E-10	3,782E-10	-	-	-	-	-
Aralık	1,305E-07	6,752E-10	1,333E-09	-	-	-	-	-
Ocak	2,610E-07	4,174E-11	2,610E-08	2,487E-08	-	-	-	-
Şubat	1,305E-07	-	-	-	-	-	-	-
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Kronik maruz kalan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	1,498E-07	9,340E-06	8,222E-06	1,425E-05	4,210E-05	8,420E-05	4,210E-05	-	-	-	-
B[k]F	1,707E-08	4,994E-08	3,573E-06	6,190E-06	2,178E-05	1,347E-06	-	-	-	-	-
In[123]Py	5,724E-09	-	7,040E-07	1,220E-06	4,301E-06	8,420E-05	-	-	-	-	-
B[ah]A	1,726E-08	-	-	-	-	8,023E-06	-	-	-	-	-

Tablo 18. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N2 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	9,697E-10	1,526E-13	-	-	-	-	-	-
Eylül	1,866E-08	3,741E-12	1,096E-09	-	-	-	-	-
Ekim	6,848E-09	3,436E-11	3,047E-10	-	-	-	-	-
Kasım	1,187E-08	5,954E-11	5,279E-10	-	-	-	-	-
Aralık	2,559E-08	2,066E-10	9,069E-10	-	-	-	-	-
Ocak	1,044E-06	1,305E-09	1,305E-07	2,610E-07	1	-	-	-
Şubat	-	1,305E-09	-	2,610E-07	-	-	-	-
Mart	-	-	1,083E-09	6,525E-07	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	3,128E-07	6,019E-06	2,209E-06	3,828E-06	8,255E-06	3,368E-04	-	-	-	-	-
B[k]F	4,923E-09	1,207E-07	1,108E-06	1,921E-06	6,665E-06	4,210E-05	4,210E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	3,536E-06	9,828E-07	1,703E-06	2,925E-06	4,210E-04	-	3,494E-06	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	8,420E-05	8,420E-05	2,105E-04	-	-	-
B[a]Py	3,128E-07	6,019E-06	2,209E-06	3,828E-06	8,255E-06	3,368E-04	-	-	-	-	-

Tablo 19. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N3 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	4,282E-08	4,561E-10	9,831E-11	3,515E-09	-	-	-	-			
Ekim	3,079E-08	3,279E-10	7,069E-11	2,528E-09	-	-	-	-			
Kasım	5,334E-08	5,682E-10	1,225E-10	4,380E-09	-	-	-	-			
Aralık	7,372E-08	7,853E-10	1,693E-10	6,053E-09	-	-	-	-			
Ocak	9,135E-07	1,175E-08	1,175E-07	8,302E-10	-	-	-	-			
Şubat	-	3,915E-09	-	1,305E-07	-	-	-	-			
Mart	4,359E-08	1,853E-10	3,250E-09	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	1,381E-05	9,931E-06	1,721E-05	2,378E-05	2,947E-04	-	1,406E-05	-	-	-
B[k]F	-	1,471E-05	1,058E-05	1,833E-05	2,533E-05	3,789E-04	1,263E-04	5,978E-06	-	-	-
In[123]Py	-	3,171E-07	2,280E-07	3,951E-07	5,460E-07	3,789E-04	-	1,048E-05	-	-	-
B[ah]A	-	1,134E-06	8,154E-07	1,413E-06	1,952E-06	2,678E-07	4,210E-05	-	-	-	-
B[a]Py	-	1,381E-05	9,931E-06	1,721E-05	2,378E-05	2,947E-04	-	1,406E-05	-	-	-

Tablo 20. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N4 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aralık	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ocak	2,141E-08	2,373E-10	-	-	-	-	-	-			
Şubat	-	2,610E-09	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	1,305E-07	-	-	-	-			
Nisan	3,915E-07	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	5,220E-07	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	-	-	-	6,907E-06	-	-	1,263E-04	1,684E-04	-
B[k]F	-	-	-	-	-	7,655E-06	8,420E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	-	-	4,210E-05	-	-	-
B[a]Py	-	-	-	-	-	6,907E-06	-	-	1,263E-04	1,684E-04	-

Tablo 21. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N5 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	1,176E-09	1,129E-12	-	-	-	-	-	-
Eylül	5,727E-08	6,900E-12	1,206E-09	-	-	-	-	-
Ekim	5,267E-08	2,190E-10	7,689E-10	2,102E-09	-	-	-	-
Kasım	9,126E-08	3,794E-10	1,332E-09	3,642E-09	-	-	-	-
Aralık	2,719E-07	1,332E-09	3,647E-09	1,284E-08	-	-	-	-
Ocak	6,525E-07	1,305E-08	2,904E-11	5,199E-08	-	-	-	-
Şubat	-	1,305E-09	-	-	-	-	-	-
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	3,794E-07	1,848E-05	1,699E-05	2,944E-05	8,770E-05	2,105E-04	-	-	-	-	-
B[k]F	3,643E-08	2,226E-07	7,063E-06	1,224E-05	4,295E-05	4,210E-04	4,210E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	3,890E-06	2,480E-06	4,298E-06	1,176E-05	9,367E-08	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	6,780E-07	1,175E-06	4,141E-06	1,677E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	3,794E-07	1,848E-05	1,699E-05	2,944E-05	8,770E-05	2,105E-04	-	-	-	-	-

Tablo 22. 0-17 Yaş çocuk popülasyonu için N6 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	2,519E-10	2,989E-11	-	-	-	-	-	-			
Kasım	4,366E-10	5,179E-11	-	-	-	-	-	-			
Aralık	2,099E-09	2,490E-10	-	-	-	-	-	-			
Ocak	1,305E-07	1,305E-09	1,172E-09	1,305E-07	-	-	-	-			
Şubat	-	1,305E-09	-	-	-	-	-	-			
Mart	2,179E-08	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	8,127E-08	1,408E-07	6,770E-07	4,210E-05	-	7,030E-06	-	-	-
B[k]F	-	-	9,642E-07	1,671E-06	8,032E-06	4,210E-05	4,210E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	3,781E-06	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	4,210E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	8,127E-08	1,408E-07	6,770E-07	4,210E-05	-	7,030E-06	-	-	-

Tablo 23. Yetişkin kadın popülasyonu için N2 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	2,873E-09	4,522E-13	-	-	-	-	-	-			
Eylül	5,220E-08	1,047E-11	3,067E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	1,061E-08	5,321E-11	4,718E-10	-	-	-	-	-			
Kasım	2,853E-08	1,432E-10	1,269E-09	-	-	-	-	-			
Aralık	9,213E-08	7,439E-10	3,265E-09	-	-	-	-	-			
Ocak	4,050E-06	5,063E-09	5,063E-07	1,013E-06	4	-	-	1			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	5,735E-09	6,909E-07	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	1,760E-07	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	9,031E-07	1,641E-05	3,333E-06	8,968E-06	2,896E-05	1,273E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	1,421E-08	3,289E-07	1,672E-06	4,499E-06	2,338E-05	1,591E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	9,639E-06	1,483E-06	3,990E-06	1,026E-05	1,591E-03	-	1,802E-05	-	-	5,533E-04
B[ah]A	-	-	-	-	-	3,182E-04	-	2,171E-04	-	-	-
B[a]Py	9,031E-07	1,641E-05	3,333E-06	8,968E-06	2,896E-05	1,273E-03	-	-	-	-	-

Tablo 24. Yetişkin kadın popülasyonu için N3 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	1,167E-07	1,243E-09	2,680E-10	9,582E-09	-	-	-	-			
Ekim	2,742E-08	2,920E-10	6,295E-11	2,251E-09	-	-	-	-			
Kasım	7,376E-08	7,857E-10	1,694E-10	6,056E-09	-	-	-	-			
Aralık	2,586E-07	2,754E-09	5,937E-10	2,123E-08	-	-	-	-			
Ocak	4,369E-06	5,618E-08	5,618E-07	3,971E-09	4	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	3,765E-05	8,844E-06	2,379E-05	8,341E-05	1,409E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	-	4,010E-05	9,421E-06	2,535E-05	8,885E-05	1,812E-03	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	8,644E-07	2,031E-07	5,463E-07	1,915E-06	1,812E-03	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	3,091E-06	7,261E-07	1,954E-06	6,848E-06	1,281E-06	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	3,765E-05	8,844E-06	2,379E-05	8,341E-05	1,409E-03	-	-	-	-	-

Tablo 25. Yetişkin kadın popülasyonu için N4 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aralık	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ocak	1,024E-07	1,135E-09	-	-	-	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	6,732E-07	-	4,288E-08	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	-	-	-	3,304E-05	-	-	2,171E-04	-	-
B[k]F	-	-	-	-	-	3,662E-05	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	-	-	-	1,383E-04	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	-	-	-	3,304E-05	-	-	2,171E-04	-	-

Tablo 26. Yetişkin kadın popülasyonu için N5 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	3,274E-09	3,144E-12	-	-	-	-	-	-			
Eylül	1,561E-07	1,881E-11	3,287E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	2,343E-07	9,741E-10	3,420E-09	9,349E-09	-	-	-	-			
Kasım	6,303E-07	2,621E-09	9,202E-09	2,515E-08	-	-	-	-			
Aralık	9,535E-07	4,670E-09	1,279E-08	4,503E-08	-	-	-	-			
Ocak	2,470E-06	4,940E-08	1,099E-10	1,968E-07	2	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	6,732E-07	-	4,288E-08	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	1,056E-06	5,036E-05	7,557E-05	2,033E-04	3,076E-04	7,967E-04	-	-	-	2,171E-04	-
B[k]F	1,014E-07	6,067E-07	3,142E-05	8,454E-05	1,507E-04	1,593E-03	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	1,060E-05	1,103E-05	2,968E-05	4,126E-05	3,546E-07	-	-	-	1,383E-04	-
B[ah]A	-	-	3,016E-06	8,114E-06	1,453E-05	6,348E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	1,056E-06	5,036E-05	7,557E-05	2,033E-04	3,076E-04	7,967E-04	-	-	-	2,171E-04	-

Tablo 27. Yetişkin kadın popülasyonu için N6 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	7,110E-10	8,435E-11	-	-	-	-	-	-			
Kasım	1,215E-09	1,442E-10	-	-	-	-	-	-			
Aralık	5,398E-09	6,404E-10	-	-	-	-	-	-			
Ocak	4,940E-07	4,940E-09	4,436E-09	4,940E-07	-	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	1,012E-06	-	-	-	1	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	2,293E-07	3,920E-07	1,741E-06	1,593E-04	-	3,264E-04	-	-	-
B[k]F	-	-	2,721E-06	4,651E-06	2,066E-05	1,593E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	1,431E-05	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	1,593E-04	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	2,293E-07	3,920E-07	1,741E-06	1,593E-04	-	3,264E-04	-	-	-

Tablo 28. Yetişkin kadın popülasyonu için N1 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	2,799E-09	4,523E-10	5,155E-13	1,729E-12	-	-	-	-			
Eylül	5,086E-08	2,821E-08	1,508E-12	-	-	-	-	-			
Ekim	1,033E-08	2,483E-08	1,079E-10	2,126E-10	-	-	-	-			
Kasım	2,780E-08	4,303E-08	1,870E-10	3,685E-10	-	-	-	-			
Aralık	8,976E-08	1,272E-07	6,578E-10	1,299E-09	-	-	-	-			
Ocak	3,946E-06	2,543E-07	4,067E-11	2,543E-08	-	-	-	-			
Şubat	-	1,272E-07	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	1,459E-07	9,100E-06	8,011E-06	1,388E-05	4,102E-05	8,203E-05	4,102E-05	-	-	-	-
B[k]F	1,663E-08	4,866E-08	3,481E-06	6,031E-06	2,122E-05	1,312E-06	-	-	-	-	-
In[123]Py	5,577E-09	-	6,859E-07	1,189E-06	4,190E-06	8,203E-05	-	-	-	-	-
B[ah]A	1,682E-08	-	-	-	-	7,817E-06	-	-	-	-	-

Tablo 29. Yetişkin kadın popülasyonu için N2 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	9,448E-10	1,487E-13	,	,	9,448E-10	1,487E-13	,	,			
Eylül	1,818E-08	3,645E-12	1,068E-09	,	1,818E-08	3,645E-12	1,068E-09	,			
Ekim	6,672E-09	3,348E-11	2,968E-10	,	6,672E-09	3,348E-11	2,968E-10	,			
Kasım	1,156E-08	5,801E-11	5,143E-10	,	1,156E-08	5,801E-11	5,143E-10	,			
Aralık	2,493E-08	2,013E-10	8,836E-10	,	2,493E-08	2,013E-10	8,836E-10	,			
Ocak	1,017E-06	1,272E-09	1,272E-07	2,543E-07	1,017E-06	1,272E-09	1,272E-07	2,543E-07			
Şubat	,	1,272E-09	,	2,543E-07	,	1,272E-09	,	2,543E-07			
Mart	,	,	1,055E-09	6,358E-07	,	,	1,055E-09	6,358E-07			
Nisan	,	,	,	,	,	,	,	,			
Mayıs	,	,	,	,	,	,	,	,			
Haziran	,	,	,	,	,	,	,	,			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	3,048E-07	5,864E-06	2,152E-06	3,729E-06	8,043E-06	3,281E-04	-	-	-	-	-
B[k]F	4,797E-09	1,176E-07	1,080E-06	1,871E-06	6,494E-06	4,102E-05	4,102E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	3,445E-06	9,575E-07	1,659E-06	2,850E-06	4,102E-04	-	3,404E-06	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	8,203E-05	8,203E-05	2,051E-04	-	-	-
B[a]Py	3,048E-07	5,864E-06	2,152E-06	3,729E-06	8,043E-06	3,281E-04	-	-	-	-	-

Tablo 30. Yetişkin kadın popülasyonu için N3 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-
Eylül	4,172E-08	4,444E-10	9,579E-11	3,425E-09	-	-	-	-
Ekim	3,000E-08	3,195E-10	6,887E-11	2,463E-09	-	-	-	-
Kasım	5,197E-08	5,536E-10	1,193E-10	4,267E-09	-	-	-	-
Aralık	7,183E-08	7,651E-10	1,649E-10	5,897E-09	-	-	-	-
Ocak	8,901E-07	1,144E-08	1,144E-07	8,088E-10	-	-	-	-
Şubat	-	3,815E-09	-	1,272E-07	-	-	-	-
Mart	4,247E-08	1,806E-10	3,166E-09	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	1,346E-05	9,676E-06	1,677E-05	2,317E-05	2,871E-04	-	1,370E-05	-	-	-
B[k]F	-	1,433E-05	1,031E-05	1,786E-05	2,468E-05	3,692E-04	1,231E-04	5,824E-06	-	-	-
In[123]Py	-	3,090E-07	2,222E-07	3,850E-07	5,320E-07	3,692E-04	-	1,021E-05	-	-	-
B[ah]A	-	1,105E-06	7,944E-07	1,377E-06	1,902E-06	2,609E-07	4,102E-05	-	-	-	-
B[a]Py	-	1,346E-05	9,676E-06	1,677E-05	2,317E-05	2,871E-04	-	1,370E-05	-	-	-

Tablo 31. Yetişkin kadın popülasyonu için N4 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aralık	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ocak	2,086E-08	2,312E-10	-	-	-	-	-	-			
Şubat	-	2,543E-09	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	1,272E-07	-	-	-	-			
Nisan	3,815E-07	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	5,086E-07	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	-	-	-	6,730E-06	-	-	1,231E-04	1,641E-04	-
B[k]F	-	-	-	-	-	7,459E-06	8,203E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	-	-	4,102E-05	-	-	-
B[a]Py	-	-	-	-	-	6,730E-06	-	-	1,231E-04	1,641E-04	-

Tablo 32. Yetişkin kadın popülasyonu için N5 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	1,146E-09	1,100E-12	-	-	-	-	-	-			
Eylül	5,580E-08	6,722E-12	1,175E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	5,131E-08	2,133E-10	7,491E-10	2,048E-09	-	-	-	-			
Kasım	8,891E-08	3,697E-10	1,298E-09	3,548E-09	-	-	-	-			
Aralık	2,649E-07	1,297E-09	3,553E-09	1,251E-08	-	-	-	-			
Ocak	6,358E-07	1,272E-08	2,829E-11	5,065E-08	-	-	-	-			
Şubat	-	1,272E-09	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	3,696E-07	1,800E-05	1,655E-05	2,868E-05	8,544E-05	2,051E-04	-	-	-	-	-
B[k]F	3,550E-08	2,169E-07	6,882E-06	1,192E-05	4,185E-05	4,102E-04	4,102E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	3,790E-06	2,416E-06	4,187E-06	1,146E-05	9,127E-08	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	6,605E-07	1,145E-06	4,035E-06	1,634E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	3,696E-07	1,800E-05	1,655E-05	2,868E-05	8,544E-05	2,051E-04	-	-	-	-	-

Tablo 33. Yetişkin kadın popülasyonu için N6 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	2,455E-10	2,912E-11	-	-	-	-	-	-			
Kasım	4,253E-10	5,046E-11	-	-	-	-	-	-			
Aralık	2,045E-09	2,426E-10	-	-	-	-	-	-			
Ocak	1,272E-07	1,272E-09	1,142E-09	1,272E-07	-	-	-	-			
Şubat	-	1,272E-09	-	-	-	-	-	-			
Mart	2,123E-08	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	7,918E-08	1,372E-07	6,596E-07	4,102E-05	-	6,850E-06	-	-	-
B[k]F	-	-	9,395E-07	1,628E-06	7,826E-06	4,102E-05	4,102E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	3,683E-06	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	4,102E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	7,918E-08	1,372E-07	6,596E-07	4,102E-05	-	6,850E-06	-	-	-

Tablo 34. Yetişkin erkek popülasyonu için N2 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	2,200E-09	3,462E-13	-	-	-	-	-	-			
Eylül	3,996E-08	8,011E-12	2,348E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	8,119E-09	4,074E-11	3,612E-10	-	-	-	-	-			
Kasım	2,184E-08	1,096E-10	9,718E-10	-	-	-	-	-			
Aralık	7,053E-08	5,694E-10	2,499E-09	-	-	-	-	-			
Ocak	3,101E-06	3,876E-09	3,876E-07	7,751E-07	3	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	4,390E-09	5,289E-07	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	1,348E-07	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	7,095E-07	1,289E-05	2,619E-06	7,046E-06	2,275E-05	1,000E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	1,117E-08	2,584E-07	1,314E-06	3,535E-06	1,837E-05	1,250E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	7,573E-06	1,165E-06	3,135E-06	8,062E-06	1,250E-03	-	1,416E-05	-	-	4,347E-04
B[ah]A	-	-	-	-	-	2,500E-04	-	1,706E-04	-	-	-
B[a]Py	7,095E-07	1,289E-05	2,619E-06	7,046E-06	2,275E-05	1,000E-03	-	-	-	-	-

Tablo 35. Yetişkin erkek popülasyonu için N3 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanseri Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	9,170E-08	9,768E-10	2,106E-10	7,529E-09	-	-	-	-			
Ekim	2,154E-08	2,295E-10	4,946E-11	1,769E-09	-	-	-	-			
Kasım	5,795E-08	6,173E-10	1,331E-10	4,758E-09	-	-	-	-			
Aralık	2,032E-07	2,164E-09	4,665E-10	1,668E-08	-	-	-	-			
Ocak	3,433E-06	4,414E-08	4,414E-07	3,120E-09	3	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	2,958E-05	6,949E-06	1,869E-05	6,554E-05	1,107E-03	-	-	-	-	-
B[k]F	-	3,151E-05	7,402E-06	1,991E-05	6,981E-05	1,424E-03	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	6,792E-07	1,596E-07	4,293E-07	1,505E-06	1,424E-03	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	2,429E-06	5,705E-07	1,535E-06	5,381E-06	1,006E-06	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	2,958E-05	6,949E-06	1,869E-05	6,554E-05	1,107E-03	-	-	-	-	-

Tablo 36. Yetişkin erkek popülasyonu için N4 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aralık	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ocak	8,047E-08	8,919E-10	-	-	-	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	5,289E-07	-	3,369E-08	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	-	-	-	2,596E-05	-	-	1,706E-04	-	-
B[k]F	-	-	-	-	-	2,877E-05	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	-	-	-	1,087E-04	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	-	-	-	2,596E-05	-	-	1,706E-04	-	-

Tablo 37. Yetişkin erkek popülasyonu için N5 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	2,572E-09	2,470E-12	-	-	-	-	-	-			
Eylül	1,227E-07	1,478E-11	2,583E-09	-	-	-	-	-			
Ekim	1,841E-07	7,653E-10	2,687E-09	7,346E-09	-	-	-	-			
Kasım	4,952E-07	2,059E-09	7,230E-09	1,976E-08	-	-	-	-			
Aralık	7,492E-07	3,670E-09	1,005E-08	3,538E-08	-	-	-	-			
Ocak	1,941E-06	3,881E-08	8,636E-11	1,546E-07	2	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	5,289E-07	-	3,369E-08	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	8,298E-07	3,957E-05	5,938E-05	1,598E-04	2,417E-04	6,260E-04	-	-	-	1,706E-04	-
B[k]F	7,968E-08	4,767E-07	2,469E-05	6,642E-05	1,184E-04	1,252E-03	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	8,332E-06	8,669E-06	2,332E-05	3,242E-05	2,786E-07	-	-	-	1,087E-04	-
B[ah]A	-	-	2,370E-06	6,375E-06	1,141E-05	4,987E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	8,298E-07	3,957E-05	5,938E-05	1,598E-04	2,417E-04	6,260E-04	-	-	-	1,706E-04	-

Tablo 38. Yetişkin erkek popülasyonu için N6 örnek noktasındaki gaz fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	5,586E-10	6,628E-11	-	-	-	-	-	-			
Kasım	9,548E-10	1,133E-10	-	-	-	-	-	-			
Aralık	4,241E-09	5,032E-10	-	-	-	-	-	-			
Ocak	3,881E-07	3,881E-09	3,485E-09	3,881E-07	-	-	-	-			
Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mart	7,950E-07	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	1,802E-07	3,080E-07	1,368E-06	1,252E-04	-	2,564E-04	-	-	-
B[k]F	-	-	2,138E-06	3,654E-06	1,623E-05	1,252E-04	-	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	1,124E-05	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	1,252E-04	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	1,802E-07	3,080E-07	1,368E-06	1,252E-04	-	2,564E-04	-	-	-

Tablo 39. Yetişkin erkek popülasyonu için N1 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	3,554E-10	4,050E-13	1,358E-12	4,096E-11	-	-	-	-
Eylül	2,216E-08	1,185E-12	-	-	-	-	-	-
Ekim	1,951E-08	8,478E-11	1,671E-10	-	-	-	-	-
Kasım	3,381E-08	1,469E-10	2,895E-10	-	-	-	-	-
Aralık	9,991E-08	5,169E-10	1,021E-09	-	-	-	-	-
Ocak	1,998E-07	3,196E-11	1,998E-08	1,904E-08	-	-	-	-
Şubat	9,991E-08	-	-	-	-	-	-	-
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	1,146E-07	7,150E-06	6,295E-06	1,091E-05	3,223E-05	6,446E-05	3,223E-05	-	-	-	-
B[k]F	1,307E-08	3,823E-08	2,735E-06	4,739E-06	1,667E-05	1,031E-06	-	-	-	-	-
In[123]Py	4,382E-09	-	5,390E-07	9,339E-07	3,292E-06	6,446E-05	-	-	-	-	-
B[ah]A	1,321E-08	-	-	-	-	6,142E-06	-	-	-	-	-

Tablo 40. Yetişkin erkek popülasyonu için N2 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	7,424E-10	1,168E-13	-	-	-	-	-	-			
Eylül	1,428E-08	2,864E-12	8,392E-10	-	-	-	-	-			
Ekim	5,242E-09	2,630E-11	2,332E-10	-	-	-	-	-			
Kasım	9,084E-09	4,558E-11	4,041E-10	-	-	-	-	-			
Aralık	1,959E-08	1,582E-10	6,943E-10	-	-	-	-	-			
Ocak	7,992E-07	9,991E-10	9,991E-08	1,998E-07	-	-	-	-			
Şubat	-	9,991E-10	-	1,998E-07	-	-	-	-			
Mart	-	-	8,292E-10	4,995E-07	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	2,395E-07	4,608E-06	1,691E-06	2,930E-06	6,320E-06	2,578E-04	-	-	-	-	-
B[k]F	3,769E-09	9,238E-08	8,485E-07	1,470E-06	5,103E-06	3,223E-05	3,223E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	2,707E-06	7,523E-07	1,304E-06	2,240E-06	3,223E-04	-	2,675E-06	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	6,446E-05	6,446E-05	1,611E-04	-	-	-
B[a]Py	2,395E-07	4,608E-06	1,691E-06	2,930E-06	6,320E-06	2,578E-04	-	-	-	-	-

Tablo 41. Yetişkin erkek popülasyonu için N3 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon			
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-
Eylül	3,278E-08	3,491E-10	7,526E-11	2,691E-09	-	-	-	-
Ekim	2,357E-08	2,510E-10	5,412E-11	1,935E-09	-	-	-	-
Kasım	4,084E-08	4,350E-10	9,377E-11	3,353E-09	-	-	-	-
Aralık	5,643E-08	6,012E-10	1,296E-10	4,633E-09	-	-	-	-
Ocak	6,993E-07	8,991E-09	8,991E-08	6,355E-10	-	-	-	-
Şubat	-	2,997E-09	-	9,991E-08	-	-	-	-
Mart	3,337E-08	1,419E-10	2,488E-09	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-

	Kronik maruz kalan doz (µg/kg/gün)										
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	1,057E-05	7,602E-06	1,317E-05	1,820E-05	2,256E-04	-	1,076E-05	-	-	-
B[k]F	-	1,126E-05	8,098E-06	1,403E-05	1,939E-05	2,900E-04	9,668E-05	4,576E-06	-	-	-
In[123]Py	-	2,428E-07	1,746E-07	3,025E-07	4,180E-07	2,900E-04	-	8,025E-06	-	-	-
B[ah]A	-	8,681E-07	6,242E-07	1,082E-06	1,495E-06	2,050E-07	3,223E-05	-	-	-	-
B[a]Py	-	1,057E-05	7,602E-06	1,317E-05	1,820E-05	2,256E-04	-	1,076E-05	-	-	-

Tablo 42. Yetişkin erkek popülasyonu için N4 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aralık	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ocak	1,639E-08	1,817E-10	-	-	-	-	-	-			
Şubat	-	1,998E-09	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	9,991E-08	-	-	-	-			
Nisan	2,997E-07	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	3,996E-07	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	-	-	-	5,288E-06	-	-	9,668E-05	1,289E-04	-
B[k]F	-	-	-	-	-	5,860E-06	6,446E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	-	-	3,223E-05	-	-	-
B[a]Py	-	-	-	-	-	5,288E-06	-	-	9,668E-05	1,289E-04	-

Tablo 43. Yetişkin erkek popülasyonu için N5 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	9,003E-10	8,646E-13	-	-	-	-	-	-			
Eylül	4,384E-08	5,282E-12	9,232E-10	-	-	-	-	-			
Ekim	4,032E-08	1,676E-10	5,886E-10	1,609E-09	-	-	-	-			
Kasım	6,986E-08	2,905E-10	1,020E-09	2,788E-09	-	-	-	-			
Aralık	2,081E-07	1,019E-09	2,792E-09	9,828E-09	-	-	-	-			
Ocak	4,995E-07	9,991E-09	2,223E-11	3,980E-08	-	-	-	-			
Şubat	-	9,991E-10	-	-	-	-	-	-			
Mart	-	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	2,904E-07	1,414E-05	1,301E-05	2,254E-05	6,713E-05	1,611E-04	-	-	-	-	-
B[k]F	2,789E-08	1,704E-07	5,407E-06	9,370E-06	3,288E-05	3,223E-04	3,223E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	2,978E-06	1,899E-06	3,290E-06	9,006E-06	7,171E-08	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	5,190E-07	8,993E-07	3,170E-06	1,284E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	2,904E-07	1,414E-05	1,301E-05	2,254E-05	6,713E-05	1,611E-04	-	-	-	-	-

Tablo 44. Yetişkin erkek popülasyonu için N6 örnek noktasındaki partikül fazdaki bazı PAH bileşiklerine ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski				1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon						
	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A	B[a]Py	B[k]F	In[123]Py	B[ah]A			
Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ekim	1,929E-10	2,288E-11	-	-	-	-	-	-			
Kasım	3,342E-10	3,965E-11	-	-	-	-	-	-			
Aralık	1,607E-09	1,906E-10	-	-	-	-	-	-			
Ocak	9,991E-08	9,991E-10	8,972E-10	9,991E-08	-	-	-	-			
Şubat	-	9,991E-10	-	-	-	-	-	-			
Mart	1,668E-08	-	-	-	-	-	-	-			
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mayıs	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B[a]Py	-	-	6,222E-08	1,078E-07	5,182E-07	3,223E-05	-	5,382E-06	-	-	-
B[k]F	-	-	7,381E-07	1,279E-06	6,149E-06	3,223E-05	3,223E-05	-	-	-	-
In[123]Py	-	-	-	-	-	2,894E-06	-	-	-	-	-
B[ah]A	-	-	-	-	-	3,223E-05	-	-	-	-	-
B[a]Py	-	-	6,222E-08	1,078E-07	5,182E-07	3,223E-05	-	5,382E-06	-	-	-

Tablo 45. Genel populasyon için N2 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	5,400E-05	3,6120E-06	54	4
Eylül	2,517E-05	1,8196E-06	25	2
Ekim	2,420E-05	1,465E-06	24	1
Kasım	2,475E-05	1,211E-06	25	1
Aralık	3,205E-05	1,952E-06	32	2
Ocak	3,367E-05	2,211E-06	34	2
Şubat	1,670E-06	-	2	-
Mart	3,370E-05	2,211E-06	34	2
Nisan	6,940E-07	-	1	-
Mayıs	1,280E-06	-	1	-
Haziran	1,600E-06	-	2	-

Kanserojen Olmayanlar için	Solunma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Tehlike Sınırı (HQ)				Tehlike İndeksi (HI)
	Etilbenzen	Xylenler	Styren	Trimetilbenzenler	
Ağustos	0,108	0,629	0,007	0,462	1,206
Eylül	0,050	0,347	0,004	0,187	0,587
Ekim	0,048	0,333	0,003	0,179	0,564
Kasım	0,050	0,341	0,002	0,184	0,576
Aralık	0,064	0,407	0,004	0,167	0,642
Ocak	0,067	0,487	0,004	0,214	0,773
Şubat	0,003	0,038	0,000	0,045	0,087
Mart	0,067	0,487	0,004	0,214	0,773
Nisan	0,001	0,016	0,000	0,016	0,033
Mayıs	0,003	0,028	0,000	0,023	0,054
Haziran	0,003	0,032	0,000	0,026	0,061

Tablo 46. Genel populasyon için N3 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin Değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	3,68E-05	1,675E-06	37	2
Eylül	6,43E-05	5,952E-07	64	1
Ekim	4,00E-05	1,044E-06	40	1
Kasım	4,15E-05	8,925E-07	42	1
Aralık	2,35E-04	2,062E-06	235	2
Ocak	7,23E-05	1,555E-06	72	2
Şubat	1,72E-04	-	172	-
Mart	1,35E-05	-	14	-
Nisan	2,08E-06	-	2	-
Mayıs	1,22E-05	-	12	-
Haziran	3,21E-06	-	3	-

Kanserojen Olmayanlar için	Soluma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Tehlike Sınırı (HQ)				Tehlike İndeksi (HI)
	Etilbenzen	Xylenler	Styren	Trimetilbenzenler	
Ağustos	0,074	0,447	0,003	0,258	0,782
Eylül	0,129	0,867	0,001	0,537	1,534
Ekim	0,080	0,440	0,002	0,172	0,695
Kasım	0,083	0,615	0,002	0,228	0,927
Aralık	0,470	2,795	0,004	1,904	5,173
Ocak	0,145	1,071	0,003	0,396	1,615
Şubat	0,343	3,167	-	6,694	10,204
Mart	0,027	0,278	-	0,347	0,652
Nisan	0,004	0,046	-	0,041	0,091
Mayıs	0,024	0,238	-	0,188	0,451
Haziran	0,006	0,062	-	0,044	0,112

Tablo 47. Genel populasyon için N4 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	1,111E-05	3,472E-07	11	-
Eylül	1,786E-05	3,571E-07	18	-
Ekim	7,500E-06	2,165E-07	8	-
Kasım	7,630E-06	1,850E-07	8	-
Aralık	8,974E-06	4,274E-07	9	-
Ocak	1,329E-05	3,222E-07	13	-
Şubat	2,760E-06	-	3	-
Mart	1,736E-06	-	2	-
Nisan	1,667E-05	-	17	-
Mayıs	3,333E-05	-	33	-
Haziran	5,128E-05	-	51	-

Kanserojen Olmayanlar için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Tehlike Sınırı (HQ)				Tehlike İndeksi (HI)
	Etilbenzen	Xylenler	Styren	Trimetilbenzenler	
Ağustos	0,022	0,146	0,001	0,118	0,287
Eylül	0,036	0,277	0,001	0,148	0,462
Ekim	0,015	0,098	0,000	0,010	0,123
Kasım	0,015	0,115	0,000	0,008	0,139
Aralık	0,018	0,136	0,001	0,016	0,170
Ocak	0,027	0,200	0,001	0,014	0,242
Şubat	0,006	0,048	0,000	0,045	0,099
Mart	0,003	0,030	0,000	0,028	0,062
Nisan	0,033	0,331	0,000	0,316	0,680
Mayıs	0,067	0,644	0,000	0,533	1,244
Haziran	0,103	0,983	0,000	0,775	1,861

Tablo 48. Genel populasyon için N5 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	1,058E-05	2,595E-06	11	3
Eylül	8,929E-06	1,780E-06	9	2
Ekim	1,024E-05	2,250E-06	10	2
Kasım	1,215E-05	2,846E-06	12	3
Aralık	1,709E-05	3,194E-06	17	3
Ocak	3,788E-05	1,907E-06	38	2
Şubat	1,000E-06	-	1	-
Mart	1,389E-06	-	1	-
Nisan	2,083E-06	-	2	-
Mayıs	1,218E-05	-	12	-
Haziran	5,449E-06	-	5	-

Kanserojen Olmayanlar için	Soluma Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Tehlike Sınırı (HQ)				Tehlike İndeksi (HI)
	Etilbenzen	Xylenler	Styren	Trimetilbenzenler	
Ağustos	0,021	0,160	0,005	0,343	0,529
Eylül	0,018	0,136	0,004	0,078	0,236
Ekim	0,020	0,154	0,004	0,078	0,257
Kasım	0,024	0,180	0,006	0,083	0,293
Aralık	0,034	0,277	0,006	0,117	0,434
Ocak	0,076	0,567	0,004	0,341	0,987
Şubat	0,002	0,020	0,000	0,139	0,161
Mart	0,003	0,032	0,000	0,047	0,083
Nisan	0,004	0,039	0,000	0,044	0,088
Mayıs	0,024	0,246	0,000	0,195	0,465
Haziran	0,011	0,109	0,000	0,114	0,234

Tablo 49. Genel populasyon için N6 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	2,810E-05	2,586E-06	28	3
Eylül	1,107E-05	1,786E-06	11	2
Ekim	6,999E-06	1,711E-06	7	2
Kasım	3,472E-06	1,743E-06	3	2
Aralık	5,556E-06	3,205E-06	6	3
Ocak	2,110E-04	5,051E-07	211	1
Şubat	2,300E-05	0,000E+00	23	-
Mart	1,806E-05	0,000E+00	18	-
Nisan	2,618E-05	0,000E+00	26	-
Mayıs	1,923E-06	0,000E+00	2	-
Haziran	3,077E-05	0,000E+00	31	-

Kanserojen Olmayanlar için	Solunum Yolu ile Ortalama Maruziyetle Oluşan Tehlike Sınırı (HQ)				Tehlike İndeksi (HI)
	Etilbenzen	Xylenler	Styren	Trimetilbenzenler	
Ağustos	0,056	0,399	0,005	0,423	0,883
Eylül	0,022	0,183	0,004	0,071	0,280
Ekim	0,014	0,116	0,003	0,047	0,180
Kasım	0,007	0,058	0,003	0,025	0,094
Aralık	0,011	0,083	0,006	0,039	0,140
Ocak	0,422	3,214	0,001	1,231	4,868
Şubat	0,046	0,482	0,000	0,433	0,962
Mart	0,036	0,310	0,000	0,240	0,586
Nisan	0,052	0,450	0,000	0,348	0,850
Mayıs	0,004	0,038	0,000	0,038	0,080
Haziran	0,062	0,590	0,000	0,527	1,179

Tablo 50. 0-17 yaş çocuk popülasyonu için N2 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski						1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon				
	Etilbenzen			Styren			Etilbenzen		Styren		
Ağustos	2,135E-06			9,362E-09			2		-		
Eylül	9,96E-07			4,715E-09			-		-		
Ekim	9,574E-07			3,798E-09			-		-		
Kasım	9,79E-07			3,141E-09			-		-		
Aralık	1,572E-06			5,061E-09			2		-		
Ocak	1,332E-06			5,731E-09			1		-		
Şubat	6,593E-08			-			-		-		
Mart	1,332E-06			5,731E-09			1		-		
Nisan	2,747E-08			-			-		-		
Mayıs	5,071E-08			-			-		-		
Haziran	6,339E-08			-			-		-		
Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,245	0,114	0,110	0,113	0,146	0,153	0,008	0,153	0,003	0,006	0,007
m,p-Xylen	0,618	0,362	0,348	0,356	0,422	0,493	0,035	0,493	0,015	0,027	0,031
o-Xylen	0,016	0,008	0,007	0,006	0,009	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Styren	0,383	0,189	0,182	0,186	0,227	0,281	0,025	0,281	0,011	0,017	0,020
1,3,5 TMB	0,124	0,064	0,062	0,063	0,027	0,054	0,000	0,054	0,004	0,007	0,007
1,2,4 TMB	0,257	0,110	0,106	0,108	0,141	0,165	0,042	0,165	0,011	0,017	0,020
Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,000	0,012	0,012	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
o-Xylen	0,021	0,000	0,000	0,000	0,012	0,017	0,001	0,017	0,001	0,001	0,001
Styren	0,013	0,007	0,006	0,006	0,008	0,010	0,001	0,010	0,000	0,001	0,001
1,3,5 TMB	0,073	0,038	0,036	0,037	0,016	0,032	0,000	0,032	0,002	0,004	0,004
1,2,4 TMB	0,151	0,065	0,062	0,064	0,083	0,097	0,025	0,097	0,007	0,010	0,012
Tehlike İndeksi (HI)	0,260	0,122	0,117	0,120	0,119	0,156	0,027	0,156	0,010	0,016	0,018

Tablo 51. 0-17 yaş çocuk popülasyonu için N3 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	1,455E-06	4,342E-09	1	-
Eylül	2,543E-06	1,543E-09	3	-
Ekim	1,582E-06	2,707E-09	2	-
Kasım	1,642E-06	2,313E-09	2	-
Aralık	9,297E-06	5,344E-09	9	-
Ocak	2,860E-06	4,029E-09	3	-
Şubat	6,790E-06	-	7	-
Mart	5,357E-07	-	-	-
Nisan	8,241E-08	-	-	-
Mayıs	4,824E-07	-	-	-
Haziran	1,268E-07	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,167	0,292	0,182	0,189	1,069	0,329	0,781	0,062	0,009	0,055	0,015
m,p-Xylen	0,436	0,813	0,440	0,606	2,394	1,056	3,172	0,265	0,044	0,224	0,061
o-Xylen	0,008	0,003	0,005	0,004	0,009	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,275	0,566	0,261	0,372	2,054	0,649	1,867	0,177	0,029	0,155	0,037
1,3,5 TMB	0,074	0,157	0,000	0,000	0,449	0,000	3,565	0,111	0,011	0,043	0,010
1,2,4 TMB	0,154	0,383	0,152	0,223	1,496	0,389	3,681	0,250	0,029	0,147	0,034

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,015	0,028	0,015	0,021	0,083	0,036	0,109	0,009	0,002	0,008	0,002
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,009	0,020	0,009	0,013	0,071	0,022	0,064	0,006	0,001	0,005	0,001
1,3,5 TMB	0,043	0,092	0,000	0,000	0,264	0,000	2,097	0,065	0,007	0,025	0,006
1,2,4 TMB	0,090	0,225	0,089	0,131	0,880	0,229	2,165	0,147	0,017	0,086	0,020
Tehlike İndeksi (HI)	0,159	0,366	0,114	0,166	1,301	0,289	4,439	0,228	0,026	0,125	0,029

Tablo 52. 0-17 yaş çocuk popülasyonu için N4 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	4,395E-07	8,999E-10	-	-
Eylül	7,064E-07	9,256E-10	-	-
Ekim	2,967E-07	5,609E-10	-	-
Kasım	3,018E-07	4,794E-10	-	-
Aralık	3,550E-07	1,108E-09	-	-
Ocak	5,257E-07	8,350E-10	-	-
Şubat	1,092E-07	-	-	-
Mart	6,867E-08	-	-	-
Nisan	6,593E-07	-	-	-
Mayıs	1,319E-06	-	1	-
Haziran	2,029E-06	-	2	-

Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,051	0,081	0,034	0,035	0,041	0,060	0,013	0,008	0,076	0,152	0,233
m,p-Xylen	0,129	0,297	0,091	0,098	0,134	0,171	0,047	0,029	0,309	0,607	0,928
o-Xylen	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,103	0,144	0,064	0,084	0,082	0,147	0,029	0,018	0,217	0,418	0,636
1,3,5 TMB	0,044	0,053	0,004	0,003	0,009	0,006	0,006	0,004	0,081	0,129	0,184
1,2,4 TMB	0,061	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000	0,041	0,026	0,236	0,410	0,602

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
m,p-Xylen	0,004	0,010	0,003	0,003	0,005	0,006	0,002	0,001	0,011	0,021	0,032
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,004	0,005	0,002	0,003	0,003	0,005	0,001	0,001	0,007	0,014	0,022
1,3,5 TMB	0,026	0,031	0,002	0,002	0,005	0,003	0,003	0,002	0,048	0,076	0,108
1,2,4 TMB	0,036	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,015	0,139	0,241	0,354
Tehlike İndeksi (HI)	0,070	0,096	0,008	0,008	0,013	0,014	0,030	0,019	0,205	0,353	0,517

Tablo 53. 0-17 yaş çocuk popülasyonu için N5 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	4,186E-07	6,726E-09	-	-
Eylül	3,532E-07	4,612E-09	-	-
Ekim	4,052E-07	5,831E-09	-	-
Kasım	4,807E-07	7,376E-09	-	-
Aralık	6,762E-07	8,279E-09	-	-
Ocak	1,498E-06	4,941E-09	1	-
Şubat	3,956E-08	-	-	-
Mart	5,494E-08	-	-	-
Nisan	8,241E-08	-	-	-
Mayıs	4,818E-07	-	-	-
Haziran	2,155E-07	-	-	-

Kronik maruz kalan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,048	0,041	0,047	0,055	0,078	0,172	0,005	0,006	0,009	0,055	0,025
m,p-Xylen	0,159	0,111	0,149	0,195	0,268	0,550	0,018	0,029	0,037	0,231	0,099
o-Xylen	0,012	0,008	0,010	0,013	0,015	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,095	0,106	0,096	0,092	0,172	0,353	0,014	0,022	0,026	0,160	0,075
1,3,5 TMB	0,093	0,015	0,007	0,000	0,000	0,085	0,011	0,004	0,011	0,044	0,027
1,2,4 TMB	0,172	0,049	0,066	0,086	0,113	0,263	0,078	0,037	0,033	0,153	0,085

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,005	0,004	0,005	0,007	0,009	0,019	0,001	0,001	0,001	0,008	0,003
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,003	0,004	0,003	0,003	0,006	0,012	0,000	0,001	0,001	0,006	0,003
1,3,5 TMB	0,055	0,009	0,004	0,000	0,000	0,050	0,006	0,002	0,007	0,026	0,016
1,2,4 TMB	0,101	0,029	0,039	0,050	0,067	0,155	0,046	0,022	0,020	0,090	0,050
Tehlike İndeksi (HI)	0,165	0,046	0,052	0,060	0,082	0,237	0,053	0,026	0,028	0,130	0,072

Tablo 54. 0-17 yaş çocuk popülasyonu için N6 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski						1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon				
	Etilbenzen			Styren			Etilbenzen			Styren	
Ağustos	1,112E-06			6,702E-09			1			-	
Eylül	4,379E-07			4,628E-09			-			-	
Ekim	2,769E-07			4,433E-09			-			-	
Kasım	1,373E-07			4,518E-09			-			-	
Aralık	2,198E-07			8,306E-09			-			-	
Ocak	8,348E-06			1,309E-09			8			-	
Şubat	9,098E-07			-			-			-	
Mart	7,142E-07			-			-			-	
Nisan	1,036E-06			-			1			-	
Mayıs	7,607E-08			-			-			-	
Haziran	1,217E-06			-			1			-	
Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,128	0,050	0,032	0,016	0,025	0,960	0,105	0,082	0,119	0,009	0,140
m,p-Xylen	0,377	0,182	0,112	0,052	0,078	3,205	0,495	0,309	0,449	0,034	0,561
o-Xylen	0,012	0,008	0,008	0,008	0,015	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,258	0,110	0,072	0,041	0,054	1,910	0,272	0,184	0,267	0,027	0,377
1,3,5 TMB	0,121	0,011	0,007	0,004	0,009	0,320	0,014	0,092	0,134	0,010	0,119
1,2,4 TMB	0,243	0,057	0,038	0,022	0,032	0,957	0,403	0,166	0,240	0,027	0,415
Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,013	0,006	0,004	0,002	0,003	0,111	0,017	0,011	0,015	0,001	0,019
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,009	0,004	0,002	0,001	0,002	0,066	0,009	0,006	0,009	0,001	0,013
1,3,5 TMB	0,071	0,007	0,004	0,002	0,005	0,189	0,008	0,054	0,079	0,006	0,070
1,2,4 TMB	0,143	0,033	0,022	0,013	0,019	0,563	0,237	0,098	0,141	0,016	0,244
Tehlike İndeksi (HI)	0,236	0,050	0,033	0,018	0,029	0,931	0,272	0,169	0,245	0,024	0,347

Tablo 55. Yetişkin kadın popülasyonu için N2 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	2,08E-06	9,122E-09	2	-
Eylül	9,704E-07	4,594E-09	-	-
Ekim	9,328E-07	3,701E-09	-	-
Kasım	9,539E-07	3,06E-09	-	-
Aralık	1,532E-06	4,931E-09	2	-
Ocak	1,298E-06	5,584E-09	1	-
Şubat	6,42E-08	-	-	-
Mart	1,30E-06	5,584E-09	1	-
Nisan	2,68E-08	-	-	-
Mayıs	4,94E-08	-	-	-
Haziran	6,18E-08	-	-	-

Kronik maruz kalan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,239	0,112	0,107	0,110	0,176	0,149	0,007	0,149	0,003	0,006	0,007
m,p-Xylen	0,602	0,353	0,339	0,347	0,331	0,480	0,034	0,480	0,014	0,027	0,030
o-Xylen	0,016	0,008	0,006	0,005	0,009	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Styren	0,373	0,185	0,177	0,181	0,221	0,274	0,024	0,274	0,011	0,017	0,020
1,3,5 TMB	0,121	0,063	0,060	0,062	0,027	0,052	0,000	0,052	0,004	0,007	0,007
1,2,4 TMB	0,250	0,107	0,103	0,105	0,137	0,161	0,041	0,161	0,011	0,017	0,020

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,021	0,012	0,012	0,012	0,011	0,017	0,001	0,017	0,000	0,001	0,001
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,013	0,006	0,006	0,006	0,008	0,013	0,001	0,009	0,000	0,001	0,001
1,3,5 TMB	0,071	0,037	0,035	0,036	0,016	0,031	0,000	0,031	0,002	0,004	0,004
1,2,4 TMB	0,147	0,063	0,061	0,062	0,081	0,095	0,024	0,095	0,006	0,010	0,012
Tehlike İndeksi (HI)	0,253	0,119	0,114	0,117	0,116	0,156	0,026	0,152	0,009	0,015	0,017

Tablo 56. Yetişkin kadın popülasyonu için N3 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski						1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon				
	Etilbenzen	Styren					Etilbenzen	Styren			
Ağustos	1,417E-06	4,230E-09					1	-			
Eylül	2,478E-06	1,503E-09					2	-			
Ekim	1,542E-06	2,637E-09					2	-			
Kasım	1,600E-06	2,254E-09					2	-			
Aralık	9,058E-06	5,206E-09					9	-			
Ocak	2,786E-06	3,925E-09					3	-			
Şubat	6,616E-06	-					7	-			
Mart	5,219E-07	-					-	-			
Nisan	8,029E-08	-					-	-			
Mayıs	4,700E-07	-					-	-			
Haziran	1,235E-07	-					-	-			
Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,163	0,285	0,177	0,184	1,041	0,320	0,760	0,060	0,009	0,054	0,014
m,p-Xylen	0,425	0,792	0,428	0,591	2,332	1,029	3,091	0,258	0,043	0,218	0,060
o-Xylen	0,007	0,003	0,005	0,004	0,009	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,268	0,552	0,255	0,363	2,001	0,632	1,819	0,172	0,029	0,151	0,036
1,3,5 TMB	0,072	0,153	0,000	0,000	0,437	0,000	3,473	0,108	0,011	0,042	0,010
1,2,4 TMB	0,150	0,373	0,148	0,218	1,458	0,379	3,587	0,244	0,029	0,143	0,033
Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,015	0,027	0,015	0,020	0,080	0,035	0,107	0,009	0,001	0,008	0,002
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,009	0,019	0,009	0,013	0,069	0,028	0,063	0,006	0,001	0,005	0,001
1,3,5 TMB	0,042	0,090	0,000	0,000	0,257	0,000	2,043	0,063	0,006	0,025	0,006
1,2,4 TMB	0,088	0,219	0,087	0,128	0,857	0,223	2,110	0,144	0,017	0,084	0,019
Tehlike İndeksi (HI)	0,155	0,357	0,111	0,162	1,268	0,288	4,325	0,222	0,026	0,122	0,029

Tablo 57. Yetişkin kadın popülasyonu için N4 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	4,282E-07	8,767E-10	-	-
Eylül	6,882E-07	9,018E-10	-	-
Ekim	2,890E-07	5,465E-10	-	-
Kasım	2,941E-07	4,671E-10	-	-
Aralık	3,459E-07	1,079E-09	-	-
Ocak	5,122E-07	8,136E-10	-	-
Şubat	1,064E-07	-	-	-
Mart	6,691E-08	-	-	-
Nisan	6,423E-07	-	-	-
Mayıs	1,285E-06	-	1	-
Haziran	1,976E-06	-	2	-

Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,049	0,079	0,033	0,034	0,040	0,059	0,012	0,008	0,074	0,148	0,227
m,p-Xylen	0,126	0,290	0,089	0,096	0,131	0,167	0,046	0,029	0,301	0,591	0,904
o-Xylen	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,100	0,140	0,063	0,082	0,080	0,143	0,029	0,018	0,212	0,407	0,620
1,3,5 TMB	0,043	0,052	0,004	0,003	0,009	0,005	0,006	0,004	0,079	0,126	0,179
1,2,4 TMB	0,059	0,081	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,025	0,230	0,399	0,586

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
m,p-Xylen	0,004	0,010	0,003	0,003	0,005	0,006	0,002	0,001	0,010	0,020	0,031
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,003	0,005	0,002	0,003	0,003	0,005	0,001	0,001	0,007	0,014	0,021
1,3,5 TMB	0,025	0,030	0,002	0,002	0,005	0,003	0,003	0,002	0,046	0,074	0,105
1,2,4 TMB	0,035	0,048	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,015	0,135	0,235	0,345
Tehlike İndeksi (HI)	0,068	0,093	0,008	0,008	0,013	0,014	0,029	0,019	0,200	0,344	0,503

Tablo 58. Yetişkin kadın popülasyonu için N5 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	4,078E-07	6,554E-09	-	-
Eylül	3,441E-07	4,494E-09	-	-
Ekim	3,948E-07	5,681E-09	-	-
Kasım	4,684E-07	7,186E-09	-	-
Aralık	6,588E-07	8,066E-09	-	-
Ocak	1,460E-06	4,814E-09	1	-
Şubat	3,854E-08	-	-	-
Mart	5,353E-08	-	-	-
Nisan	8,029E-08	-	-	-
Mayıs	4,694E-07	-	-	-
Haziran	2,100E-07	-	-	-

Kronik maruz kalan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,047	0,040	0,045	0,054	0,076	0,168	0,004	0,006	0,009	0,054	0,024
m,p-Xylen	0,155	0,108	0,145	0,190	0,261	0,536	0,017	0,029	0,036	0,225	0,096
o-Xylen	0,011	0,008	0,010	0,013	0,014	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,093	0,103	0,094	0,090	0,168	0,344	0,014	0,022	0,025	0,156	0,073
1,3,5 TMB	0,091	0,015	0,007	0,000	0,000	0,083	0,010	0,004	0,011	0,043	0,027
1,2,4 TMB	0,167	0,048	0,064	0,083	0,110	0,257	0,076	0,036	0,032	0,149	0,083

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,005	0,004	0,005	0,007	0,009	0,018	0,001	0,001	0,001	0,008	0,003
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,003	0,004	0,003	0,003	0,006	0,015	0,000	0,001	0,001	0,005	0,003
1,3,5 TMB	0,053	0,009	0,004	0,000	0,000	0,049	0,006	0,002	0,006	0,025	0,016
1,2,4 TMB	0,098	0,028	0,038	0,049	0,065	0,151	0,045	0,021	0,019	0,088	0,049
Tehlike İndeksi (HI)	0,160	0,044	0,050	0,059	0,080	0,233	0,052	0,025	0,027	0,126	0,070

Tablo 59. Yetişkin kadın popülasyonu için N6 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski						1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon				
	Etilbenzen			Styren			Etilbenzen		Styren		
Ağustos	1,083E-06			6,530E-09			1		-		
Eylül	4,267E-07			4,509E-09			-		-		
Ekim	2,697E-07			4,319E-09			-		-		
Kasım	1,338E-07			4,402E-09			-		-		
Aralık	2,141E-07			8,093E-09			-		-		
Ocak	8,133E-06			1,275E-09			8		-		
Şubat	8,864E-07			-			-		-		
Mart	6,959E-07			-			-		-		
Nisan	1,009E-06			-			1		-		
Mayıs	7,411E-08			-			-		-		
Haziran	1,186E-06			-			1		-		
Kronik maruz kalınan doz (µg/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,124	0,049	0,031	0,015	0,025	0,935	0,102	0,080	0,116	0,009	0,136
m,p-Xylen	0,367	0,177	0,109	0,050	0,076	3,122	0,482	0,301	0,437	0,033	0,547
o-Xylen	0,011	0,008	0,008	0,008	0,014	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,251	0,107	0,071	0,039	0,053	1,861	0,265	0,179	0,260	0,027	0,368
1,3,5 TMB	0,118	0,011	0,007	0,004	0,009	0,312	0,014	0,090	0,130	0,010	0,116
1,2,4 TMB	0,237	0,055	0,037	0,022	0,031	0,932	0,393	0,162	0,234	0,027	0,404
Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,013	0,006	0,004	0,002	0,003	0,108	0,017	0,010	0,015	0,001	0,019
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,009	0,004	0,002	0,001	0,002	0,085	0,009	0,006	0,009	0,001	0,013
1,3,5 TMB	0,069	0,007	0,004	0,002	0,005	0,184	0,008	0,053	0,077	0,006	0,068
1,2,4 TMB	0,139	0,033	0,022	0,013	0,018	0,548	0,231	0,095	0,138	0,016	0,238
Tehlike İndeksi (HI)	0,230	0,049	0,032	0,018	0,028	0,928	0,265	0,165	0,239	0,024	0,338

Tablo 60. Yetişkin erkek popülasyonu için N2 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	1,63E-06	7,167E-09	2	-
Eylül	7,62E-07	3,61E-09	-	-
Ekim	7,33E-07	2,908E-09	-	-
Kasım	7,49E-07	2,404E-09	-	-
Aralık	1,2E-06	3,875E-09	1	-
Ocak	1,02E-06	4,387E-09	1	-
Şubat	5,05E-08	-	-	-
Mart	1,02E-06	4,387E-09	1	-
Nisan	2,1E-08	-	-	-
Mayıs	3,88E-08	-	-	-
Haziran	4,85E-08	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,188	0,088	0,084	0,086	0,138	0,117	0,006	0,117	0,002	0,004	0,006
m,p-Xylen	0,473	0,277	0,267	0,273	0,260	0,377	0,027	0,377	0,011	0,021	0,023
o-Xylen	0,013	0,006	0,005	0,004	0,007	0,008	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000
Styren	0,293	0,145	0,139	0,143	0,174	0,215	0,019	0,215	0,008	0,013	0,016
1,3,5 TMB	0,095	0,049	0,047	0,048	0,021	0,041	0,000	0,041	0,003	0,005	0,005
1,2,4 TMB	0,197	0,084	0,081	0,083	0,108	0,126	0,032	0,126	0,008	0,013	0,016

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,016	0,010	0,009	0,009	0,009	0,013	0,001	0,013	0,000	0,001	0,001
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,010	0,005	0,005	0,005	0,006	0,007	0,001	0,007	0,000	0,000	0,001
1,3,5 TMB	0,056	0,029	0,028	0,029	0,012	0,024	0,000	0,024	0,002	0,003	0,003
1,2,4 TMB	0,116	0,049	0,048	0,049	0,063	0,074	0,019	0,074	0,005	0,008	0,009
Tehlike İndeksi (HI)	0,199	0,093	0,090	0,092	0,091	0,119	0,021	0,119	0,007	0,012	0,014

Tablo 61. Yetişkin erkek popülasyonu için N3 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	1,114E-06	3,324E-09	1	-
Eylül	1,947E-06	1,181E-09	2	-
Ekim	1,211E-06	2,072E-09	1	-
Kasım	1,257E-06	1,771E-09	1	-
Aralık	7,117E-06	4,091E-09	7	-
Ocak	2,189E-06	3,084E-09	2	-
Şubat	5,198E-06	-	5	-
Mart	4,101E-07	-	-	-
Nisan	6,309E-08	-	-	-
Mayıs	3,693E-07	-	-	-
Haziran	9,705E-08	-	-	-

Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,128	0,224	0,139	0,144	0,818	0,252	0,597	0,047	0,007	0,042	0,011
m,p-Xylen	0,334	0,622	0,336	0,464	1,833	0,808	2,428	0,203	0,034	0,172	0,047
o-Xylen	0,006	0,002	0,004	0,003	0,007	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,210	0,434	0,200	0,285	1,572	0,497	1,429	0,135	0,023	0,119	0,029
1,3,5 TMB	0,057	0,120	0,000	0,000	0,344	0,000	2,729	0,085	0,008	0,033	0,008
1,2,4 TMB	0,118	0,293	0,116	0,171	1,145	0,298	2,818	0,192	0,023	0,112	0,026

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,012	0,021	0,012	0,016	0,063	0,028	0,084	0,007	0,001	0,006	0,002
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,007	0,015	0,007	0,010	0,054	0,017	0,049	0,005	0,001	0,004	0,001
1,3,5 TMB	0,033	0,071	0,000	0,000	0,202	0,000	1,605	0,050	0,005	0,019	0,005
1,2,4 TMB	0,069	0,172	0,068	0,101	0,674	0,175	1,658	0,113	0,013	0,066	0,015
Tehlike İndeksi (HI)	0,122	0,280	0,087	0,127	0,996	0,221	3,398	0,174	0,020	0,096	0,023

Tablo 62. Yetişkin erkek popülasyonu için N4 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski		1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon	
	Etilbenzen	Styren	Etilbenzen	Styren
Ağustos	3,365E-07	6,889E-10	-	-
Eylül	5,407E-07	7,085E-10	-	-
Ekim	2,271E-07	4,294E-10	-	-
Kasım	2,311E-07	3,670E-10	-	-
Aralık	2,718E-07	8,478E-10	-	-
Ocak	4,025E-07	6,392E-10	-	-
Şubat	8,357E-08	-	-	-
Mart	5,257E-08	-	-	-
Nisan	5,047E-07	-	-	-
Mayıs	1,009E-06	-	1	-
Haziran	1,553E-06	-	2	-

Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,039	0,062	0,026	0,027	0,031	0,046	0,010	0,006	0,058	0,116	0,178
m,p-Xylen	0,099	0,228	0,070	0,075	0,103	0,131	0,036	0,023	0,237	0,465	0,711
o-Xylen	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,079	0,110	0,049	0,064	0,062	0,112	0,022	0,014	0,166	0,320	0,487
1,3,5 TMB	0,034	0,041	0,003	0,002	0,007	0,004	0,004	0,003	0,062	0,099	0,141
1,2,4 TMB	0,047	0,064	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,020	0,180	0,314	0,461

Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
m,p-Xylen	0,003	0,008	0,002	0,003	0,004	0,005	0,001	0,001	0,008	0,016	0,025
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,003	0,004	0,002	0,002	0,002	0,004	0,001	0,000	0,006	0,011	0,017
1,3,5 TMB	0,020	0,024	0,002	0,001	0,004	0,003	0,003	0,002	0,036	0,058	0,083
1,2,4 TMB	0,027	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,012	0,106	0,185	0,271
Tehlike İndeksi (HI)	0,054	0,073	0,006	0,006	0,010	0,011	0,023	0,015	0,157	0,270	0,396

Tablo 63. Yetişkin erkek popülasyonu için N5 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

Kanserojenler için	Solunum Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski					1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Popülasyon					
	Etilbenzen	Styren				Etilbenzen				Styren	
Ağustos	3,204E-07	5,149E-09				-				-	
Eylül	2,704E-07	3,531E-09				-				-	
Ekim	3,102E-07	4,464E-09				-				-	
Kasım	3,680E-07	5,646E-09				-				-	
Aralık	5,176E-07	6,338E-09				-				-	
Ocak	1,147E-06	3,783E-09				1				-	
Şubat	3,028E-08	-				-				-	
Mart	4,206E-08	-				-				-	
Nisan	6,309E-08	-				-				-	
Mayıs	3,688E-07	-				-				-	
Haziran	1,650E-07	-				-				-	
Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,037	0,031	0,036	0,042	0,059	0,132	0,003	0,005	0,007	0,042	0,019
m,p-Xylen	0,122	0,085	0,114	0,149	0,205	0,421	0,014	0,023	0,028	0,177	0,075
o-Xylen	0,009	0,006	0,008	0,010	0,011	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,073	0,081	0,073	0,070	0,132	0,270	0,011	0,017	0,020	0,122	0,057
1,3,5 TMB	0,071	0,012	0,006	0,000	0,000	0,065	0,008	0,003	0,008	0,034	0,021
1,2,4 TMB	0,131	0,038	0,050	0,066	0,087	0,202	0,060	0,028	0,025	0,117	0,065
Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,004	0,003	0,004	0,005	0,007	0,015	0,000	0,001	0,001	0,006	0,003
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,003	0,003	0,003	0,002	0,005	0,009	0,000	0,001	0,001	0,004	0,002
1,3,5 TMB	0,042	0,007	0,003	0,000	0,000	0,038	0,005	0,002	0,005	0,020	0,012
1,2,4 TMB	0,077	0,022	0,030	0,039	0,051	0,119	0,035	0,017	0,015	0,069	0,038
Tehlike İndeksi (HI)	0,126	0,035	0,039	0,046	0,063	0,181	0,041	0,020	0,022	0,099	0,055

Tablo 64. Yetişkin erkek popülasyonu için N6 örnek noktasındaki bazı UOB'lere ortalama maruziyetle oluşan riskin değerlendirilmesi

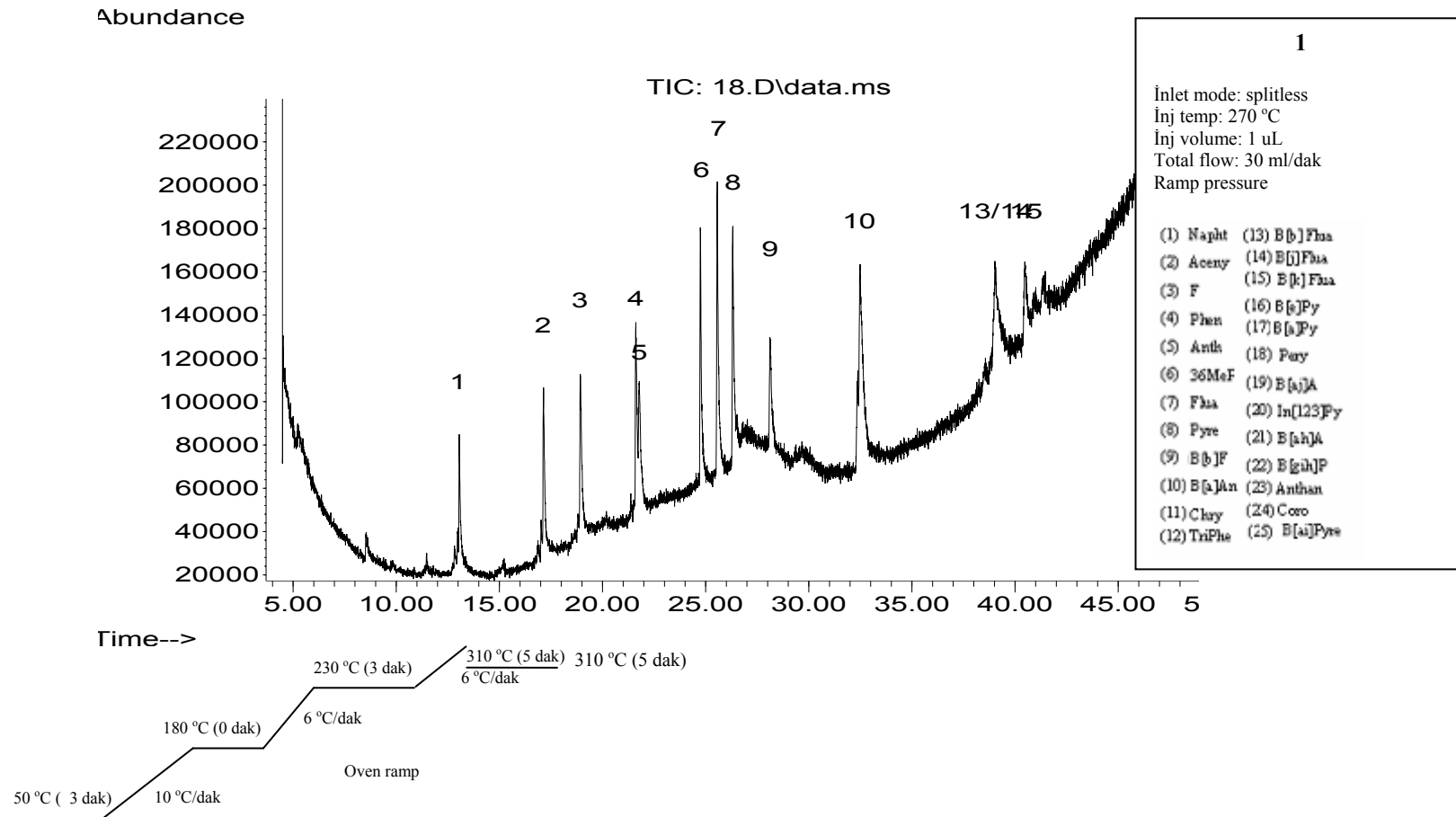
Kanserojen ler için	Soluma Yolu ile 0.5 saat/gün Maruziyetle Oluşan Kanser Riski					1 000 000 Maruz Kalan Kişide Risk Altındaki Populasyon					
	Etilbenzen			Styren		Etilbenzen			Styren		
Ağustos	8,510E-07			5,131E-09		-			-		
Eylül	3,353E-07			3,543E-09		-			-		
Ekim	2,119E-07			3,394E-09		-			-		
Kasım	1,051E-07			3,459E-09		-			-		
Aralık	1,682E-07			6,359E-09		-			-		
Ocak	6,391E-06			1,002E-09		6			-		
Şubat	6,965E-07			-		-			-		
Mart	5,467E-07			-		-			-		
Nisan	7,928E-07			-		-			-		
Mayıs	5,823E-08			-		-			-		
Haziran	9,317E-07			-		-			-		
Kronik maruz kalınan doz (ng/kg/gün)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,098	0,039	0,024	0,012	0,019	0,735	0,080	0,063	0,091	0,007	0,107
m,p-Xylen	0,288	0,139	0,086	0,039	0,060	2,453	0,379	0,237	0,343	0,026	0,429
o-Xylen	0,009	0,006	0,006	0,006	0,011	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,197	0,084	0,055	0,031	0,042	1,462	0,208	0,141	0,204	0,021	0,289
1,3,5 TMB	0,092	0,009	0,006	0,003	0,007	0,245	0,011	0,070	0,102	0,008	0,091
1,2,4 TMB	0,186	0,044	0,029	0,017	0,024	0,733	0,309	0,127	0,184	0,021	0,318
Tehlike Sınırı (HQ)											
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Etilbenzen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
m,p-Xylen	0,010	0,005	0,003	0,001	0,002	0,085	0,013	0,008	0,012	0,001	0,015
o-Xylen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Styren	0,007	0,003	0,002	0,001	0,001	0,050	0,007	0,005	0,007	0,001	0,010
1,3,5 TMB	0,054	0,005	0,003	0,002	0,004	0,144	0,006	0,041	0,060	0,005	0,054
1,2,4 TMB	0,110	0,026	0,017	0,010	0,014	0,431	0,182	0,075	0,108	0,012	0,187
Tehlike İndeksi (HI)	0,181	0,039	0,025	0,014	0,022	0,713	0,208	0,129	0,188	0,018	0,266

EK-2 T-TESTİ (ÖĞRENCİ TESTİ) KRİTİK DEĞERLERİ

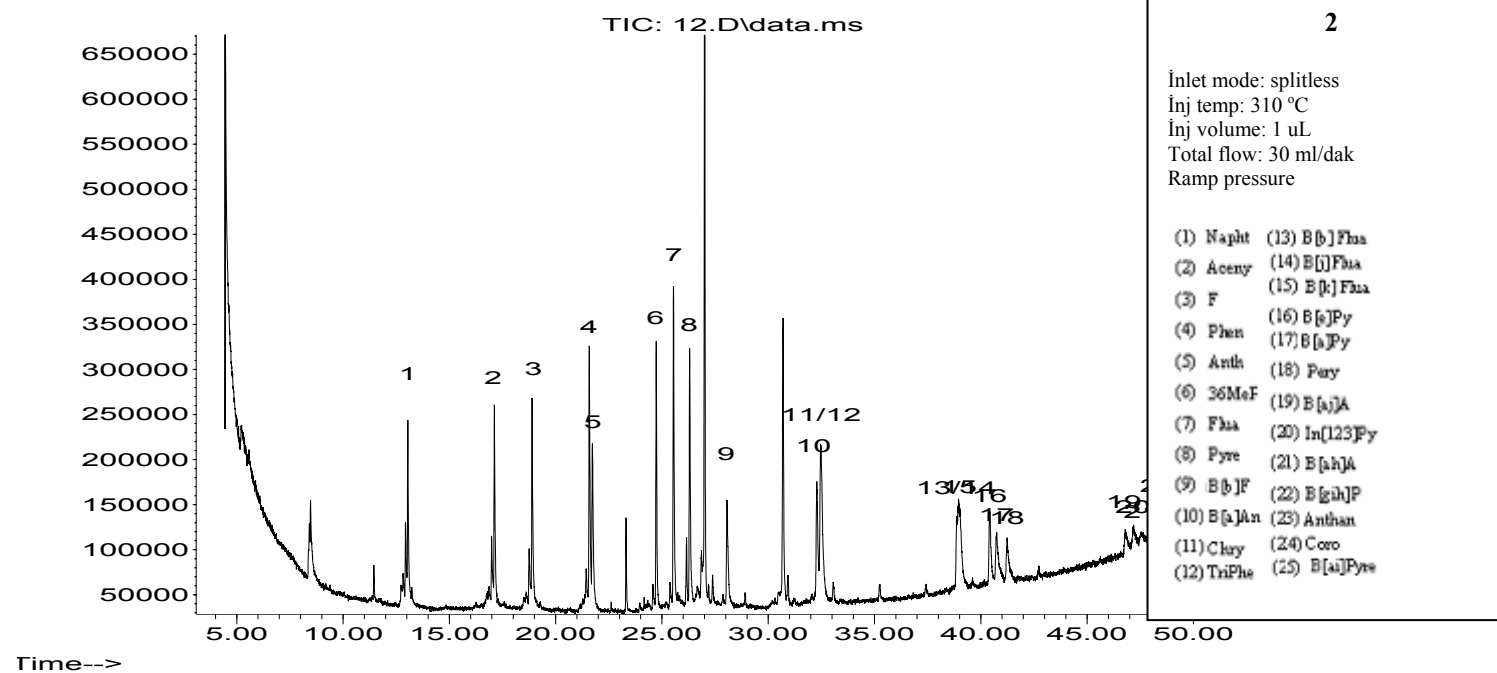
Serbestlik derecesi	Risk seviyeleri					
	Tek yanlı test			İki yanlı test		
	%10	%5	%1	%10	%5	%1
1	3,08	6,31	31,82	6,31	12,71	63,66
2	1,89	2,92	6,97	2,92	4,30	9,92
3	1,64	2,35	4,54	2,35	3,18	5,84
4	1,53	2,13	3,75	2,13	2,78	4,60
5	1,48	2,02	3,36	2,02	2,57	4,03
6	1,44	1,94	3,14	1,94	2,45	3,71
7	1,42	1,89	3,00	1,89	2,36	3,50
8	1,40	1,89	3,00	1,89	2,36	3,36
9	1,38	1,83	2,82	1,83	2,26	3,25
10	1,37	1,81	2,76	1,81	2,23	3,17
11	1,36	1,80	2,72	1,80	2,20	3,11
12	1,36	1,78	2,68	1,78	2,18	3,06
13	1,35	1,77	2,65	1,77	2,16	3,01
14	1,35	1,76	2,62	1,76	2,15	2,98
15	1,34	1,75	2,60	1,75	2,13	2,95
20	1,32	1,72	2,53	1,72	2,08	2,85
30	1,31	1,70	2,46	1,70	2,04	2,75
60	1,30	1,67	2,39	1,67	2,00	2,66
120	1,29	1,66	2,36	1,66	1,98	2,62
Sonsuz	1,28	1,64	2,33	1,64	1,96	2,58

EK-3 KROMATOGRAMLAR

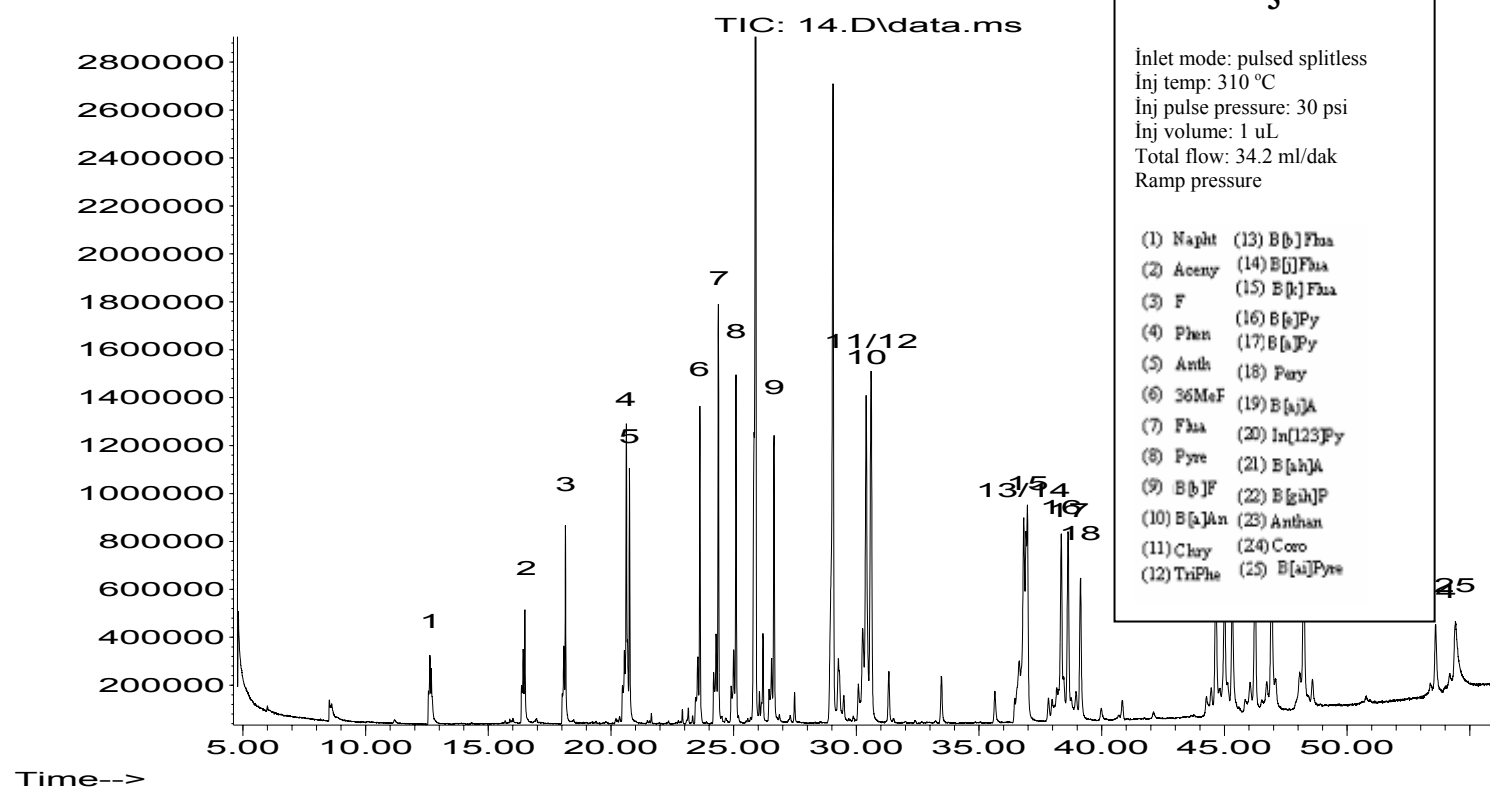
PAHS



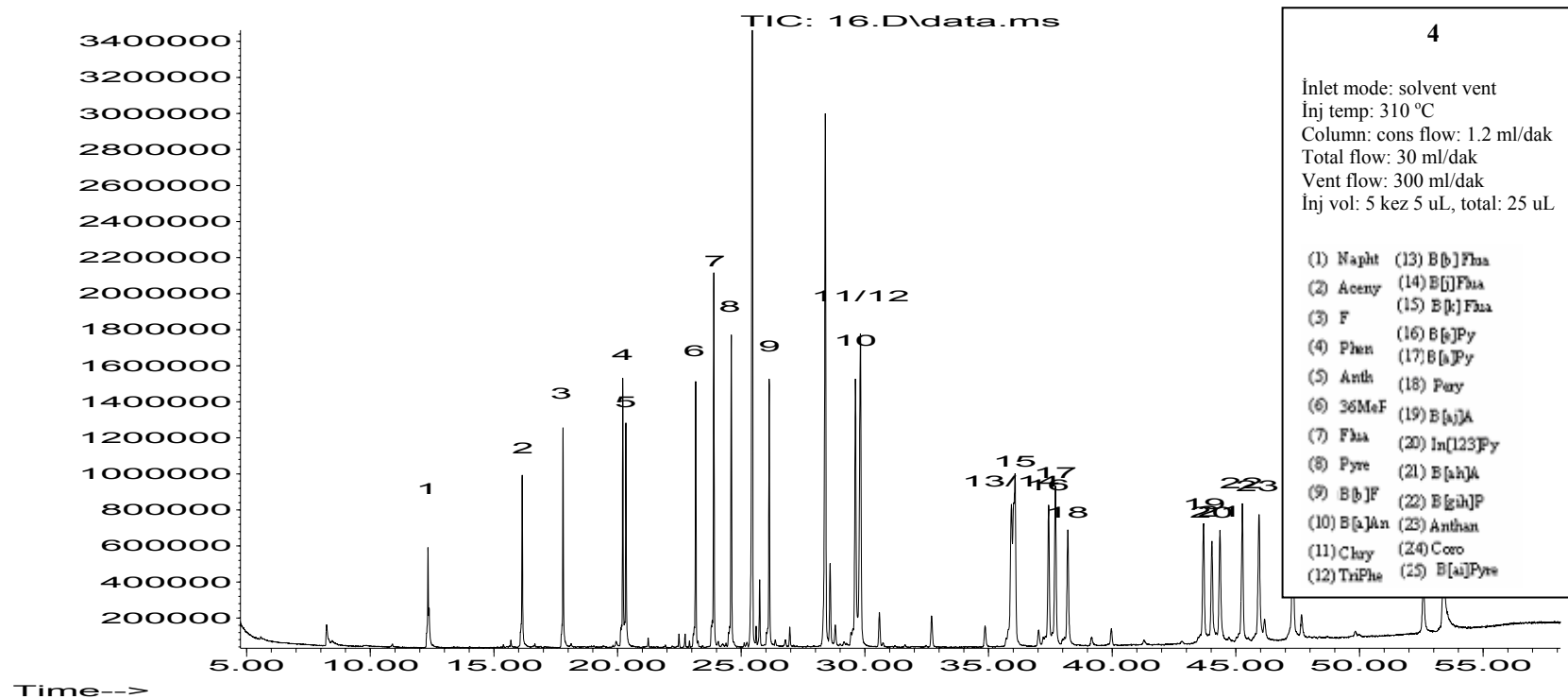
Abundance



Abundance

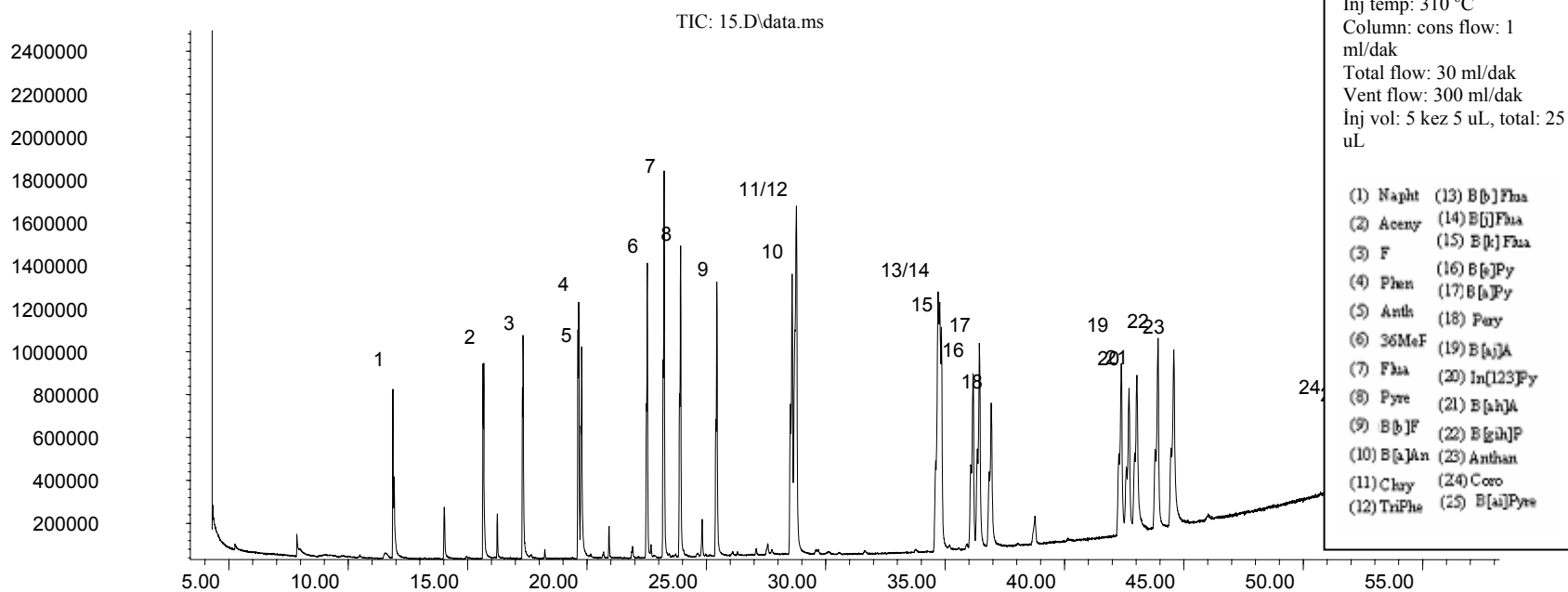


Abundance



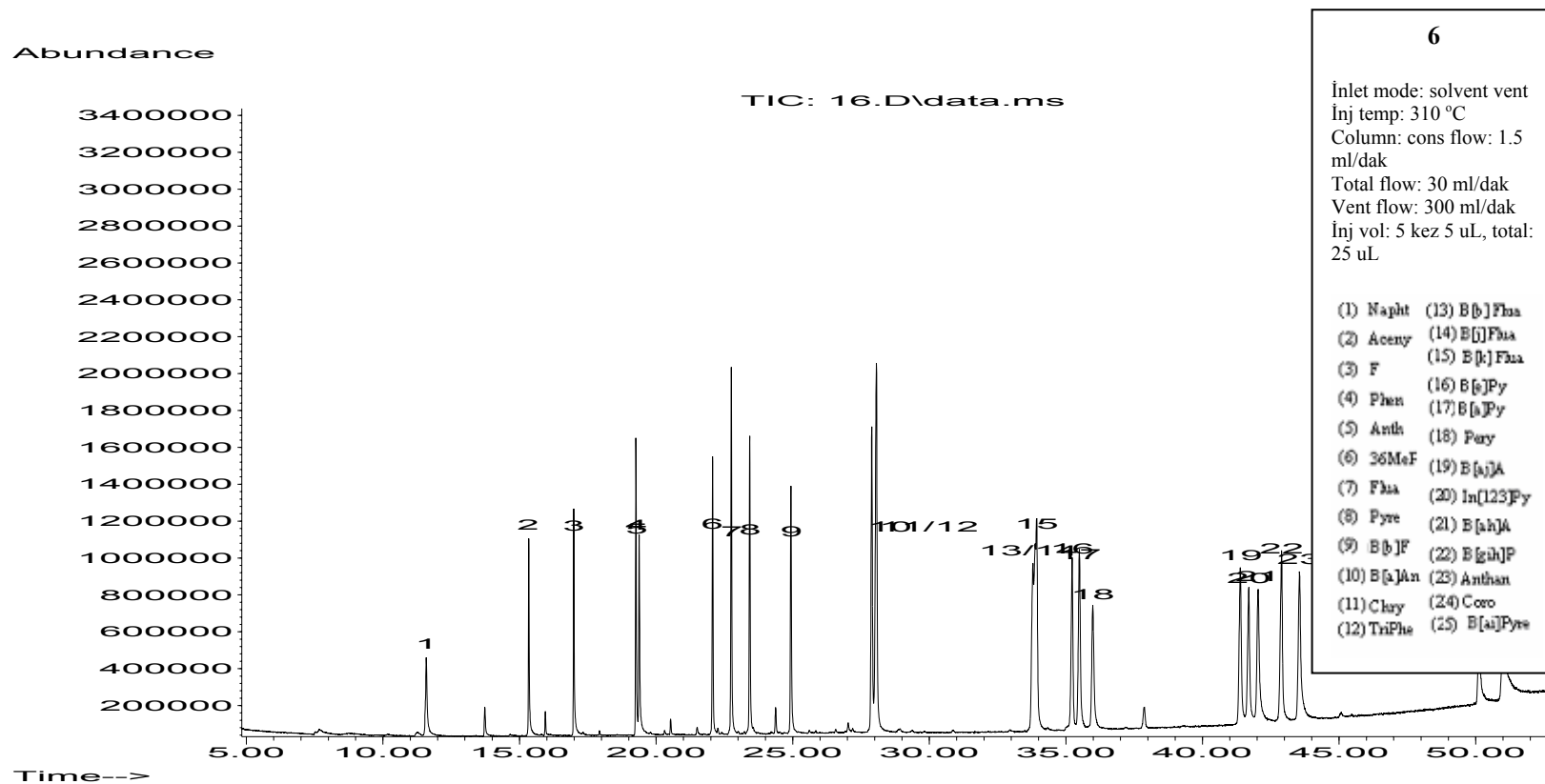
Abundance

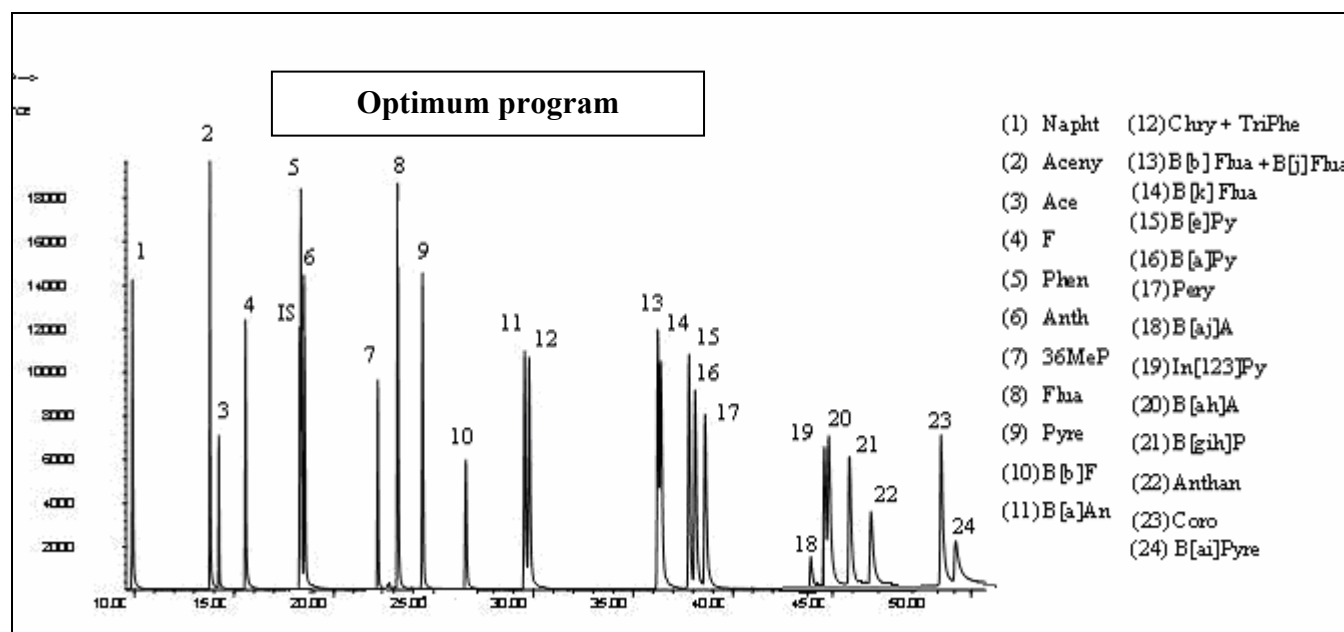
Time-->



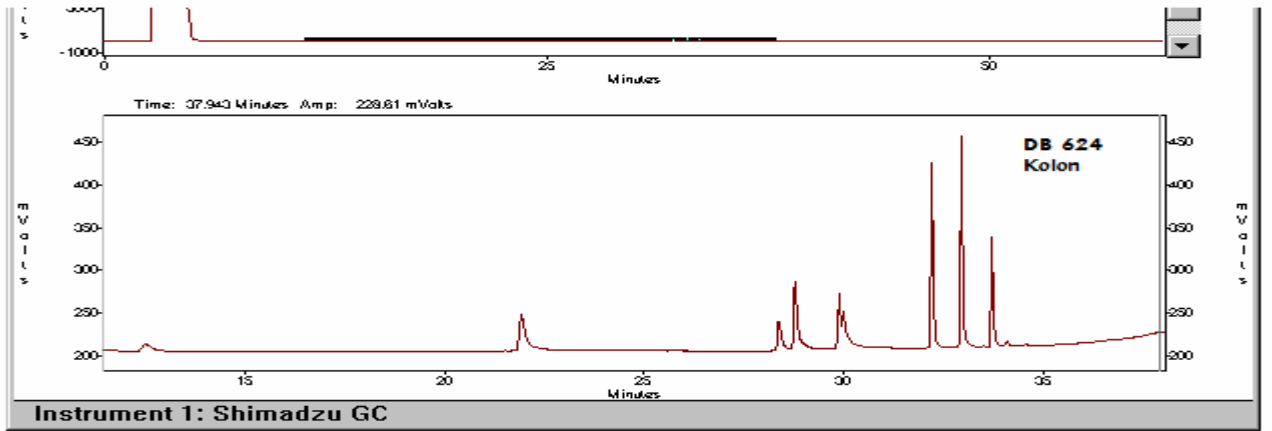
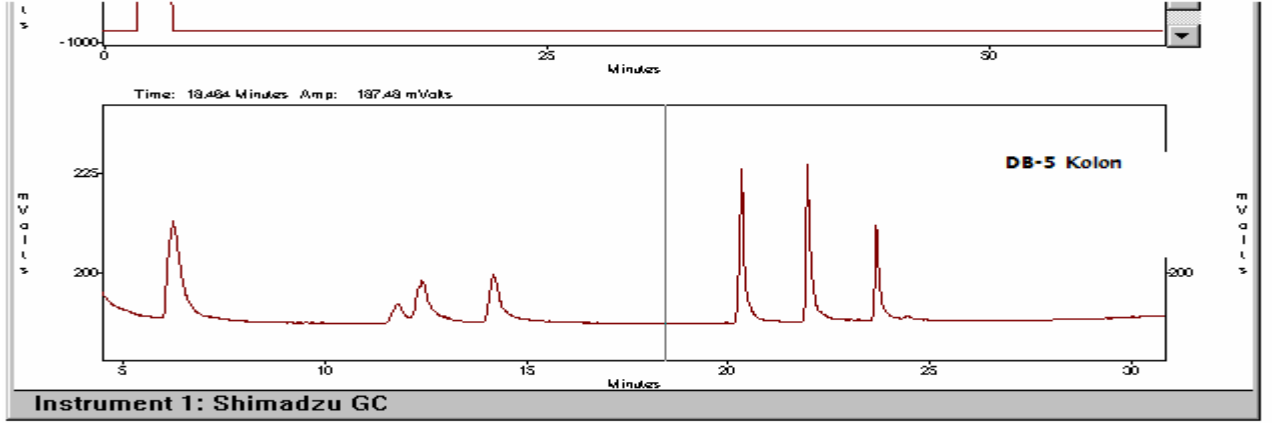
5

Inlet mode: solvent vent
 Inj temp: 310 °C
 Column: cons flow: 1
 ml/dak
 Total flow: 30 ml/dak
 Vent flow: 300 ml/dak
 Inj vol: 5 kez 5 uL, total: 25
 uL

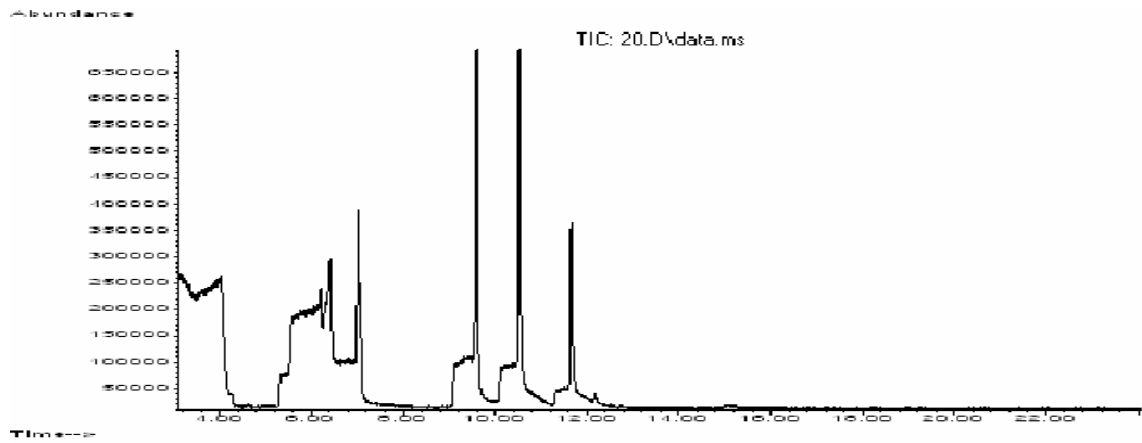




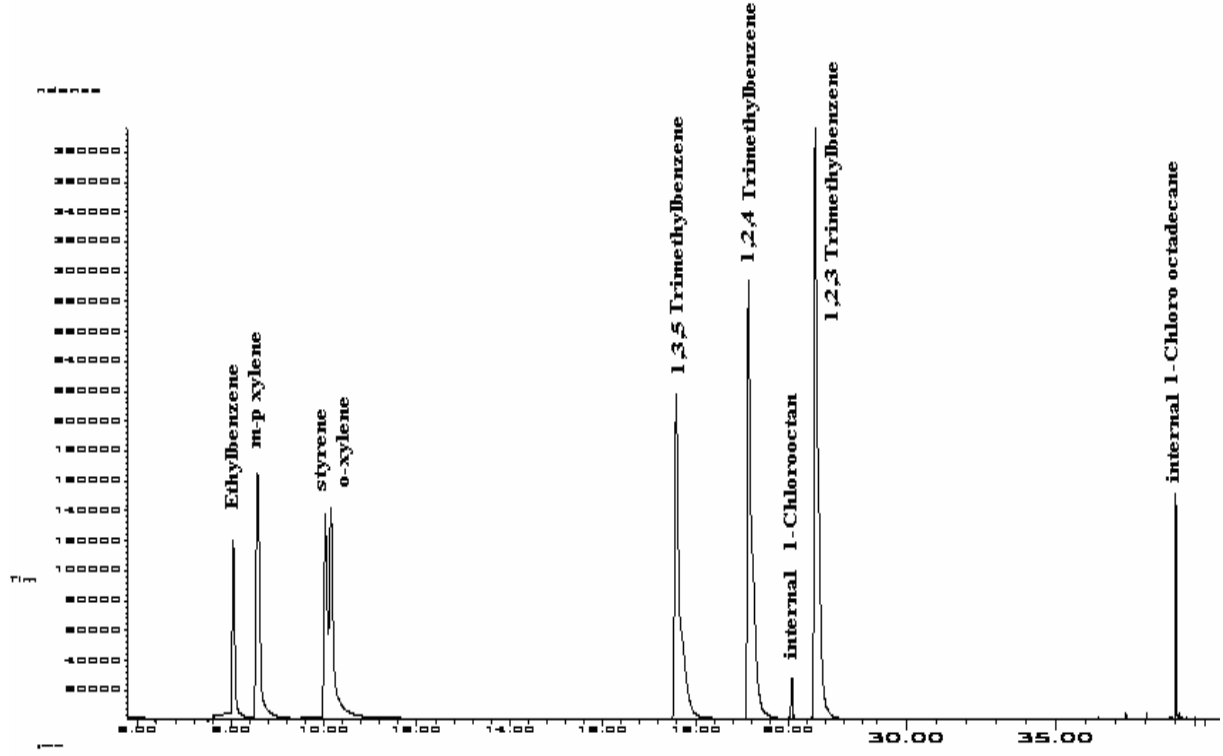
UOB'LER



Çalışmanın sonunda elde edilen kromatogram, 10 ng μL^{-1} UOBs (GC/ FID)



Çalışmanın başlangıcında elde edilen kromatogram, 5 ng μL^{-1} UOBs (GC/ MS)



Çalışmanın sonunda elde edilen kromatogram, $5 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ 10-UOB (GC/ MS)

EK-4 EKİPMAN VE STANDARTLAR



Çalışma da kullanılan stok standartlar



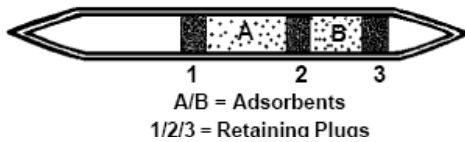
Çalışma da kullanılan stok standartlar



XAD-2 sorbent madde dolgu tüp



Aktif karbon sorbent madde dolgu tüp



G000



XAD-2 Sertifika paketleri



Aktif karbon Sertifika paketleri



Düşük hacimli hava örnekleyici ve partikül
örnekleme başlığı (SKC 224 PC XR)



Düşük hacimli hava örnekleyici ve
sorbent kartuşlar (SKC 224 PC XR)



Düşük hacimli hava örnekleyici kalibratörü
(SKC Sabun köpüklü akış ölçer)



Yüksek hacimli hava örnekleyici

PUF



Yüksek hacimli hava örnekleyici örnekleme modülü

Yüksek hacimli hava örnekleyici
Filtre düzeneği

Yüksek hacimli hava örnekleyici kalibratörü



Hassas terazi (Scaltec SBC 21)



Ultrasonik alkalayıcı



Sokshlet ekstraksiyon düzeneği



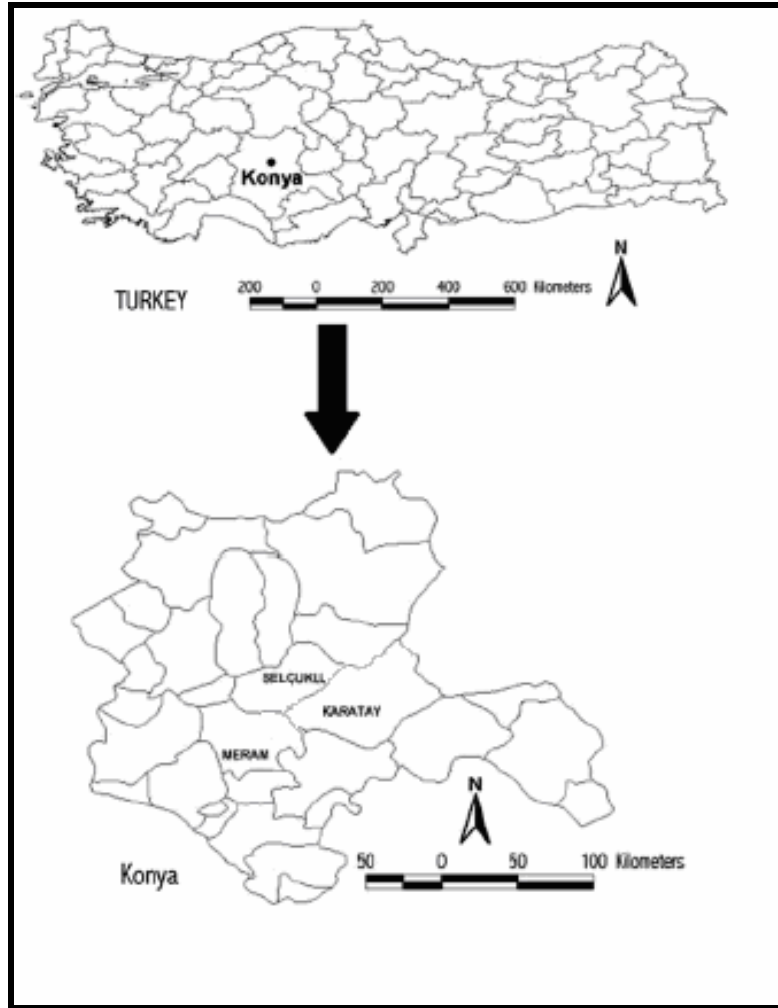
Ultrasonik alkalayıcı (i grnm)

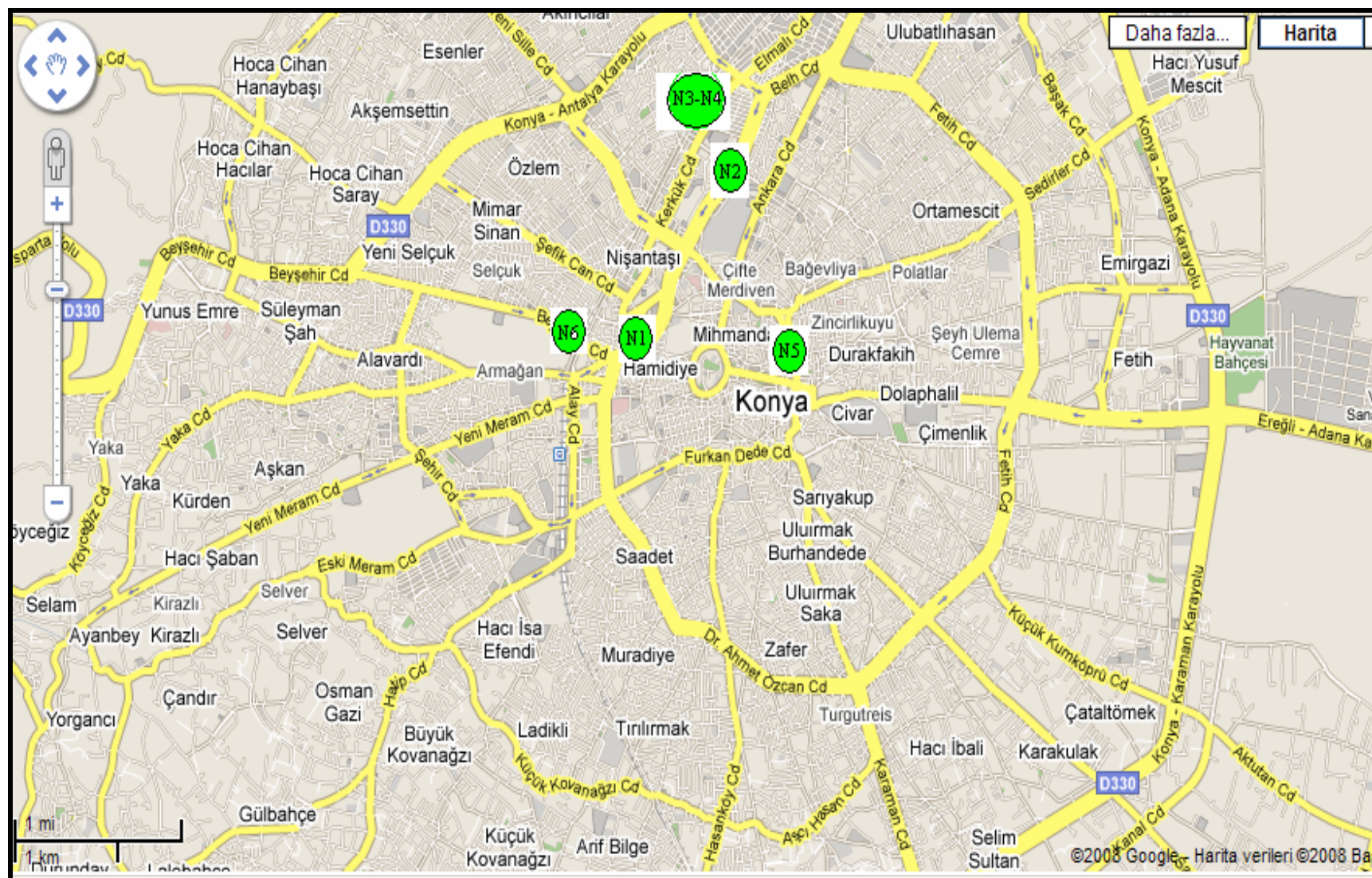


Shimadzu GC 17 A Gaz Kromatograf, FID dedectör ile donatılmış,



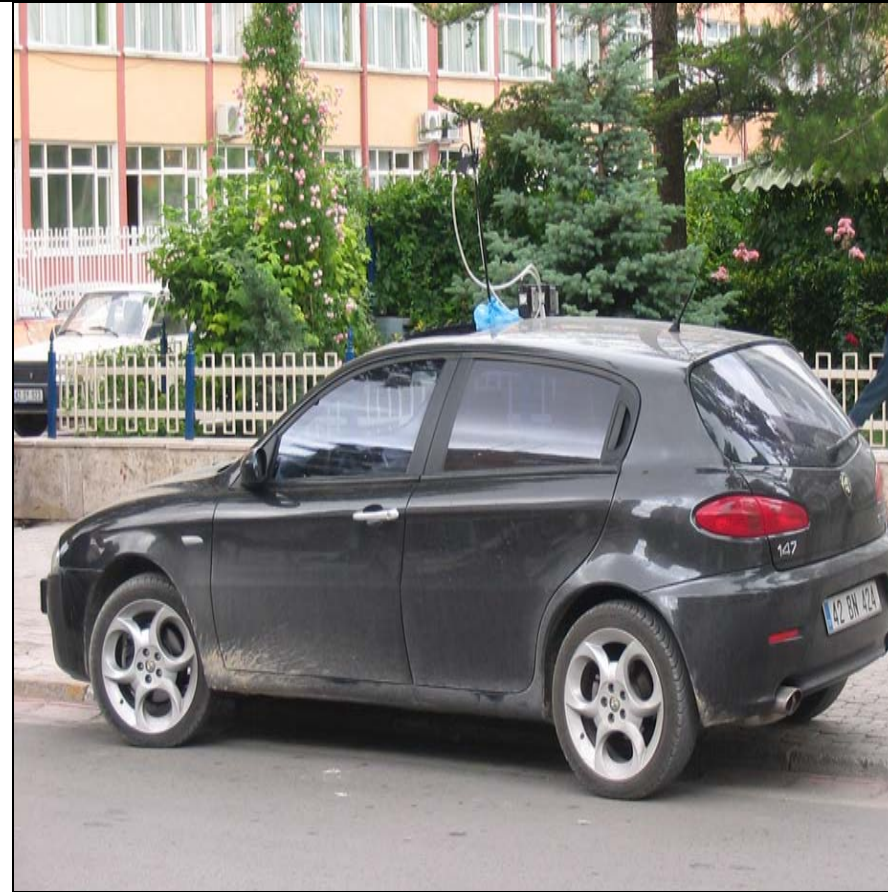
7663 B Autosampler ile donatılmış, 5973 seri MS dedektörle donatılmış
Agilent 6890 N gaz kromatografisi

EK-5 ÖRNEK NOKTALARININ HARİTA ÜZERİNDE GÖSTERİLMESİ



EK-6 ÖRNEKLEME NOKTALARI

1. Örnekleme Noktası
Vatan Caddesi-Adalhan kavşağı



2. Örnekleme Noktası
Nalçacı Caddesi



4. Örnekleme Noktası
Kapalı otopark



3. Örnekleme Noktası
İstanbul Caddesi



5. Örnekleme Noktası
Açık otopark

