

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

GEBZE-DİLOVASI'NDA PARTİKÜL
MADDE KİRLİLİĞİ; KİRLETİCİ
KAYNAKLARIN DÖKÜMÜ VE PARTİKÜL
MADDE KANSEROJENİK PAH ANALİZİ

AYTUĞ SİVASLIGİL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GEBZE
2007

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

GEBZE-DİLOVASI'NDA PARTİKÜL MADDE
KİRLİLİĞİ; KİRLETİCİ KAYNAKLARIN
DÖKÜMÜ VE PARTİKÜL MADDE
KANSEROJENİK PAH ANALİZİ

AYTUĞ SİVASLIGİL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Pınar ERGENEKON

GEBZE
2007



GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ
ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 11/06/2007 tarih ve 2007/20 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 21/ 08/ 07 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Aytuğ SİVASLIĞIL'ın tez çalışması Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE
(TEZ DANIŞMANI) : Yard. Doç. Dr. Pınar ERGENEKON

ÜYE : Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU

ÜYE : Yard. Doç. Dr. Aykan KARADEMİR

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve/..... sayılı karar.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI: Gebze-Dilovası'nda Partikül Madde Kirliliği; Kirletici Kaynakların Dökümü ve Partikül Maddede Kanserojenik PAH Analizi

YAZARIN ADI: Aytuğ SİVASLIGİL

Hava kirliliği günümüzde birçok ülke için önemli çevre sorunlarından biridir. Ortam havası kalitesi çok çeşitli kirleticileri içine alan izleme çalışmaları düzenli günlük ölçümler yapan istasyonlarla artık rutin hale gelmişken ülkemizde ortam hava kalitesi ölçümleri henüz istenilen düzeye gelmemiştir. Sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerde yaşayan insanların ciddi sağlık sorunları yaşaması özellikle bu tip bölgelerde durumun değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi için hava kalitesinin ve mevcut kaynakların tespitini zaruri hale getirmiştir. Bu sebeple ülkemizde bu konuda yapılacak olan çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Dilovası beldesi kanserden ölüm oranlarının Türkiye ortalamasının yaklaşık **üç katı** olduğu bir yerleşim yeridir. Bu çalışmada Türkiye'nin önemli üretim merkezlerinin de içinde bulunduğu endüstriyel bir bölge olan Dilovası beldesinde partikül madde (PM) kaynakları tespit edilerek PM envanteri çıkarılmıştır. Ayrıca Dilovası merkezinde ve arka plan olarak seçilen GYTE Muallimköy yerleşkesinde mevsimsel bazda havadan 24 saat süreyle PUF (GPS1, Thermo-Andersen) cihazıyla partikül madde numuneleri toplanarak (2005 yılında toplam 14, 2006 yılı içinde toplam 43 ve 2007 yılı içinse toplam 16 adet) günlük toplam partikül madde (TPM) ve gün aşırı olarak partikül maddenin organik içeriği (TOM) belirlenmiştir. Ayrıca 2006 sonbaharında PUF cihazıyla gaz ve partikül fazında toplam 18 numune toplanarak EPA'nın öncelikli listesinde yer alan 16 adet çok halkalı aromatik hidrokarbonlar (PAH) açısından incelenmiştir.

Envanter çalışmasında bölgedeki partikül madde kaynağının 119996 ton/yıl ile sanayiden kaynaklandığı tahmini yapılmıştır. Evsel ve hareketli kaynakların TPM'ye katkısı çok düşük bir düzeyde hesaplanmıştır. Tüm ölçümlerin ortalamasına bakıldığında Dilovasında TPM konsantrasyonu $131 \mu\text{g}/\text{m}^3$ GYTE Muallimköy noktasında ise $168.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dir. PAH içeriklerine bakıldığında 16 PAH da Dilovası'nda daha yüksek çıkmıştır. Özellikle kömür yakmanın işaretleyicisi benzo[k]fluoranten ve chreysen Muallimköy'de 5.27 ve $8 \text{ ng}/\text{m}^3$ iken Dilovası'nda 52.17 ve $83.76 \text{ ng}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür.

SUMMARY

TITLE OF THE THESIS: Gebze- Dilovası Particulate Matter Pollution; Pollutant Source Inventory and Particulate Matter and Carginogenic PAH Analysis.

NAME OF AUTHOR :Aytuğ SİVASLIGİL

Today air pollution is one of the most important environmental problems. While air quality monitoring has been becoming more like a standard routine operation, the level of monitoring activities in Turkey has not reached the desired level. The fact that people living in the heavily industriliazed regions have serious health problems necessitates the identification of the magnitudes of the sources and degree of air quality in such regions to be able to evaluate and to take the needed steps to improve the current air quality conditions. Therefore studies on this subject carry great significance.

Dilovasi is a residential area where the number of cancer caused deaths is 3 times higher than that of average for Turkey. In this study PM inventory is established for Dilovasi where the heavy industry is located. Air quality in the region is monitored with interim measurement campaigns. Daily samples are taken by using PUF sampler (GPS1, Thermo-Andersen) in both a residential area in Dilovasi and GIT campus which is chosen as background point. Total suspended particulate matter (TSP) for each day (14, 43, and 16 samples in year 2005, 2006, and 2007, respectively) and total organic matter content of it (TOM) for every other day are determined. Besides, during the Fall 2006, total of 18 samples are collected in both particulate and gas phases via PUF and are analyzed in terms of 16 polyaromatic hydro carbons (PAH) taken place in EPA's priority list.

Based on the inventory results, the biggest part of TPM comes from industry with 119996 t/year. Avareged TPM concentration in Dilovasi is $131 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and that

in GIT Muallimkoy campus is 168.43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. All 16 PAHs analyzed have higher values in Dilovasi. Benzo[k]fluorantene and Chreysene which are the markers of the coal burning are determined as 5.27-8 ng/m^3 and 52.17-83.76 ng/m^3 in Muallimkoy and Dilovasi respectively.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren ve çalışmanın her aşamasında yanımda olan değerli danışmanım Yard. Doç. Dr. Pınar ERGENEKON' a, tez çalışmam sırasında karşılaştığım zorlukları yardımlarıyla hafifleten Yard. Doç.Dr. Ahmet KARGÜNDÜZ' e ve Yard. Doç. Dr. H. Cengiz YATMAZ' a destekleri için teşekkürü bir borç bilirim.

Yoğun laboratuvar çalışmaları sırasında beni yüreklendiren laboratuvar arkadaşlarım İnci TÜRK' e, Banu BAHŞI 'ye, Meral TOPÇU 'ya; hafta sonları ve geç saatlere kadar benimle kalıp bana manevi destek sağlayan can dostlarım İbrahim TAN ve Ercan GÜRBULAK' a, her zaman yanımda olan ve ömür boyu da yanımda olmasını dilediğim nişanlım Mesut TEKBAŞ' a ve ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Uzakta olsalar bile her şekilde bana güvenlerini belli ederek destekleyen ve bu zamana kadar maddi ve manevi hiçbir desteği benden esirgemeyen sevgili anneciğim, babacığım ve kardeşim Alptuğ' uma .;ayrıca beni yüksek lisans yapmam konusunda yüreklendiren rahmetli dedem Ali İhsan SİVASLIGİL'i anarak minnetlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	ix
SİMGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam	1
2. KOCAELİ BÖLGESİ: GEBZE ve DİLOVASI	3
2.1.Genel konum ve Fiziki Coğrafyası	3
2.2. Kirletici Kaynaklar	6
2.2.1.Sanayi Sektörü	6
2.3.İdari Yapısı	6
2.4. Meteorolojik Veriler	6
2.4.1. Sıcaklık	6
2.4.2. Ortalama Bağıl Nem	7
2.4.3. Yağış Miktarı	8
2.4.4. Rüzgar	9
3. EMİSYON ENVANTERİ	10
3.1.Kaynaklar	10
3.1.1. Sabit Kaynaklar	10
3.1.2. Hareketli Kaynak	11
3.2. Emisyon Envanteri Hazırlama	11
3.3. Emisyon Envanter Çalışmaları	13
4. PARTİKÜL MADDE	15
4.1.Partikül Madde Kaynakları	15
4.2. Fiziksel Özellikleri	16
4.3. Sağlık Açısından Etkileri	16
4.4. Partikül Maddelerin Atmosferde Yer Aldıkları Süreçler ve Taşınımaları	17
4.5. Partikül Madde ile İlgili Yasal Sınırlamalar	19
5. ÇOK HALKALI AROMATİK HİDROKARBONLAR	21
5.1.Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbon Nedir?	21

5.2. PAH Kaynakları	21
5.3. Kimyasal Özellikleri	25
5.4. PAHların Atmosferden Çıkma Mekanizmaları	29
5.5. Sağlık Etkisi	32
5.6. Dünyada Ortam Havaşında PAH Standartları	34
5.7. PAH Ölçüm Metodları	35
6. MATERYAL METOD	38
6.1. Emisyon Envanteri	38
6.1.1. Sabit Kaynaklar	38
6.1.2. Hareketli Kaynaklar	39
6.1.3. Eysel Kaynaklar	40
6.2. Çalışma Alanı	41
6.3. Numune Toplama Yöntemi	42
6.3.1. Yüksek Hacimde Numune Toplayıcı Kalibrasyon	42
6.4. Ölçüm Yöntemi	45
6.4.1. Toplam Partikül Madde ve Organik Madde Ölçüm Yöntemi	45
6.4.2. PAH Analizi	46
7. BULGULAR VE TARTIŞMA	49
7.1. Envanter Çalışması Sonuçları	49
7.2. Partikül Madde ve PAH Ölçüm Sonuçları	51
7.2.1. Cihazdan Geçen Toplam Hava madde Hacminin Hesaplanması	51
7.3. TPM ve TOM miktarı	52
7.3.1. GYTE TPM ve TOM miktarları	54
7.3.1. DLV TPM ve TOM miktarları	58
7.4. PAH Konsantrasyonları	62
7.5. Sonuçların Değerlendirilmesi	68
7.5. Öneriler	70
KAYNAKLAR	71
EK-1	79
ÖZGEÇMİŞ	86

SİMGELER DİZİNİ

μm : mikrometre

ACE	:	Acenapthen
ANTH	:	Anthracen
B(a)P	:	benzo(a)pyren
B(a)P	:	Benzo[a]pyren
B(b)F	:	Benzo[b]fluoranten
B(e)P	:	benzo(e)pyren
B(k)F	:	Benzo[k]fluoranten
CHR	:	Chrysen
ÇED	:	Çevre Etki Değerlendirme
DBahA	:	Dibenz[ah]anthracen
DCM	:	Diklora metan
DHHS	:	Sağlık ve İnsan Hizmetleri Kurumu
dk	:	dakika
DLV	:	Dilovası
DMİ	:	Devlet Meteoroloji İşleri
EPA	:	Çevre Koruma Ajansı
FLT	:	Fluoranten
FLU	:	Fluoren
g	:	Gram
GS-MS	:	Gaz kromatogram- Kütle spektrometre
GYTE	:	Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
HKKY	:	Hava Kalitesinin Kontrolü Yönetmeliği
HPLC	:	Yüksek basınçlı sıvı kromatografi
IARC	:	Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi
IND	:	Indeno[1,2,3-cd]pyren
IPCC	:	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
kcal	:	kilokalori
km	:	kilometre
KVS	:	Kısa Vadeli Sınır Değer
m/s	:	metre/saniye
mL	:	mililitre
mm	:	milimetre
NAP	:	Naftalin
°C	:	Santigrad derece
PAH	:	Çok halkalı aromatik hidrokarbonlar
PCB	:	Poliklorlubiifeniller
PE	:	Petrolyum eter
PHEN	:	Phenanthren
PM	:	Partikül Madde
POP	:	Kalıcı Organik Kirleticiler
PUF	:	Poliüretan Köpük
PYR	:	Pyren
TİM	:	Toplam İnorganik Madde Miktarı
TOM	:	Toplam Organik Madde

TPM	:	Toplam Partikül Madde
UNECE	:	Avrupa Birleşmiş Milletler Komisyonun
UV	:	Ultra Viyole
UVS	:	Uzun Vadeli Sınır Değer
WHO	:	Dünya Sağlık Örgütü
YODER	:	Yetkili Otomotiv Satıcıları Derneği

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Dilovası uydu görüntüsü	4
2.2. Dilovası Belediyesi Yerleşim Planı	5
2.3 Aylık ortalama sıcaklık	7
2.4. Ortalama rüzgar hızına göre rüzgar gülü	9
2.5. Ortalama rüzgar hızı m/sn	9
3.1. Emisyon envanteri akış şeması [Müezzinoğlu, 2000]	12
4.1. Ortalama Partikül Boyutu (mikrometre)	16
4.2. Partikül maddelerin akciğerlere boyutuna göre girişi	17
6.1. Numune toplama yerlerinin gösterilmesi	41
6.2. PAH Analizi	47
6.3 Kromatografi kolonu	48
7.1. Yıllık tahmini PM miktarları	50
7.2. PUF numune toplama cihazı kalibrasyon eğrisi	52
7.3. GYTE noktasında ölçülen TPM ve TOM konsantrasyonları	54
7.4. GYTE istasyonunda yapılan TPM ölçümlerine ait histogram	55
7.5. GYTE istasyonundaki ölçümler için PM- Sıcaklık ilişkisi	56
7.6. TPM ile günlük ortalama rüzgar hızı arasındaki ilişki	57
7.7. GYTE noktasında TOM içeriğinin yüzdesel değişimi	57
7.8. TOM ile ortalama rüzgar hızı arasındaki ilişki	58
7.9. DLV noktasındaki TPM ve TOM Konsantrasyonları	58
7.10. DLV istasyonuna ait TPM miktarları için histogram	59
7.11. DLV istasyonu için TPM- Sıcaklık ilişkisi	60
7.12. DLV noktasındaki TPM ölçümlerinin ortalama rüzgar hızları ile ilişkisi	61
7.13. DLV noktasında TOM içeriğinin yüzdesel değişimi	61
7.14. GYTE noktasındaki PUF-Filtre PAH konsantrasyonları	65
7.15. DLV noktasındaki ortalama PUF-Filtre PAH konsantrasyonları	65
7.16. Ölçümü yapılan PAH üyelerinin toplam PAH konsantrasyonuna oranı	66
7.17. Diğer çalışmalarda ve bu çalışmada PAH üyelerinin toplam PAH konsantrasyonuna oranı	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Sıcaklık Değerleri [DMİ, 2005]	7
2.2. Ortalama Bağıl Nem	8
2.3. Ortalama Toplam Yağış	8
2.4. Yağışlı günler sayısı	8
4.1. PM10 sınır değerleri	20
4.2. PM2.5 sınır değerleri	20
5.1. Toplam Kütlede PAHların kaynaklara dağılımı	22
5.2. Kömür ve Petrol Ürünlerinin Üretimi Esnasında Atmosfere Bırakılan PAH emisyonları	23
5.3. Endüstriyel proseslerde tam yanmama sonucu oluşan PAH emisyonları	23
5.4. Bazı PAHların Kimyasal Yapıları ve Fiziksel Özellikler	25
5.5. Odun kurumu partikülleri üzerinde bazı 4 ya da 5 halkalı PAH ların nitrojen dioksit (NO ₂), ozon (O ₃), ve dinitrojen pentaoksit ile termal reaksiyonu sonucu temsili yaşam süreleri	31
5.6. Bazı 2 ve 4 halkalı PAH ların hidroksil radikalleri(OH), nitrat radikalleri (NO ₃) ve ozon (O ₃) ile gaz faz reaksiyonu ile temsili yaşam süreleri	31
5.7. Kanserojenik PAH olarak listelenenler ve ölçümü yapılanlar	33
5.8. Dünyada ve Türkiye’de ortam havasında PAH standartları	34
5.9. Avrupa ülkelerinde kullanılan PAH ölçüm metodları	36
6.1. Dilovası Sanayi Bölgesinde Tesislerin Genel Durumu	38
6.2. Kullanılan emisyon faktörleri	39
6.3. D-100 ve TEM den geçen günlük ortalama taşıt miktarları	39
6.4 Farklı araç tipleri için partikül madde emisyonlarını hesaplamada kullanılan emisyon faktörleri	40
6.5. Dilovası Beldesi’ nde yıllık yakıt tüketim miktarları	40
6.6. PUF örnekleme cihazı kalibrasyon hesaplama kağıdı	44
7.1. Hareketli Kaynaklardan Kaynaklanan Yıllık Partikül Madde Miktarı	49
7.2. Toplam Partikül Madde Tahmini	49
7.3. Toplam Partikül Madde Tahmini (Kül oranı %8)	50
7.4. Ölçüm tarihleri ve ölçüm sayıları	53
7.5. İnternal Standart Geri Kazanım Verimleri	62
7.6. DLV noktasındaki ortalama toplam (partikül +buhar) PAH konsantrasyonları	63
7.7. GYTE noktasındaki ortalama toplam (partikül +buhar) PAH konsantrasyonları	64

7.8. Diğer çalışmalarda havada PAH konsantrasyonları [Odabaşı et al.,1998] 68

1.GİRİŞ

1.1.Amaç ve Kapsam

Dünyada kentleşmenin ve buna paralel olarak enerji kullanımının artması, endüstrinin hızla gelişmesi ve tarımsal uygulamalar beraberinde ciddi çevre kirliliği problemlerini getirmektedir. Kentlerdeki yoğun nüfus, kentsel çevre sorunlarının temelini oluştururken, bunun yanı sıra sanayileşmeden kaynaklanan emisyonlar da çevre sorunlarına eklenmektedir.

Sınırları içinde ülkemiz sanayi kuruluşlarının %17'sinin bulunduğu Kocaeli, %12.8'lik üretim payı önemli bir sanayi kentidir. Altmışlı yıllardan başlayıp giderek yoğunlaşan sanayileşme fabrikaların içinde ve bulunduğu çevrede birçok sağlık sorununun da kaynağı olmuştur. Kocaeli ilinde 400 civarında 1.sınıf, 7000 civarında 2 ve 3.sınıf gayri sıhhi müessese kapsamına giren sanayi kuruluşu bulunmaktadır ve 1198'i Kocaeli Sanayi Odası'na kayıtlıdır [Kocaeli Sanayi Odası, 2006]. Bu kuruluşların %56.9'u Gebze bölgesi sınırlarında, %19.3'ü İzmit bölgesi dâhilindedir. Kocaeli ili, -tüm merkez ve diğer ilçeler dahil olmak üzere- 1.Grup kirlilik sınıfında bulunmaktadır [Hava Kirliliği Kontrolü Genelgesi, 2005].

Dilovası, Marmara Bölgesi'nde Kocaeli ili Gebze ilçesine bağlı olan bir belgedir. Anadolu'nun İstanbul'a ve dolayısıyla da Balkanlar ve Avrupa'ya bağlantı konumunda bulunan limanlar, havalimanı, devlet demiryolları ve ülkemizin en önemli iki büyük karayolu olan D100 (E5 olarak bilinen) ve TEM'e yakın bir konumda kurulmuştur. Dilovası TEM ve D100 karayolunun güneyinden Marmara Denizi ve İzmit Körfezi'ne kadar uzanmakta, doğusunda Körfez ve batısında da Gebze İlçesi yer almaktadır. Çok çeşitli ulaşım ağları ile çevrili ve stratejik açıdan avantajlı bu konum, Dilovası için birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlardan en önemlisi ve en çarpıcı olanı hava kalitesi sorunudur. Yoğun bir sanayi yerleşiminin de etkisiyle gün içerisinde bölge üzerinde görülebilen puslu bir tabakanın olması hava kalitesinin durumunu gözler önüne sermektedir. Sağlık

Bakanlığının bölgedeki ölüm nedenleri üzerine yaptığı 2004 yılına ait bir çalışmada ortaya çıkan bölgede kanserden ölüm vakalarının sayısının Türkiye ortalamasının üç katı olduğu gerçeği de bölgedeki kirliliğin ciddiyetini göstermiştir.

Bu tez çalışmasında bölgede kirlenici kaynakların partikül madde bazında bir dökümü yapılarak emisyon envanteri oluşturulmuştur. Bölgedeki toplam partikül madde (TPM), partikül maddenin organik madde içeriği (TOM) ve partikül madde ve gaz fazda bulunan EPA'nın öncelikli listesinde yer alan 16 adet çok halkalı aromatik hidrokarbon (PAH) ölçümü yapmak üzere numune toplanmıştır. Numuneler seçilen dönemde arka plan olarak seçilen Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Muallimköy Yerleşkesi ile Dilovası'nda yoğun yerleşimin olduğu noktada PUF numune örnekleyici kullanılarak toplanmıştır. Seçilen numunelerde gravimetrik ve kimyasal analizlerle bölgeye ait TPM, TOM ve PAH profili belirlenmeye çalışılmış ve mevcut meteorolojik şartları da göz önünde bulundurarak verinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu şekilde bölgedeki hava kalitesinin mevcut durumu ortaya konulmuştur.

.KOCAELİ BÖLGESİ: GEBZE ve DİLOVASI

2.1.Genel Konum ve Fiziki Coğrafyası

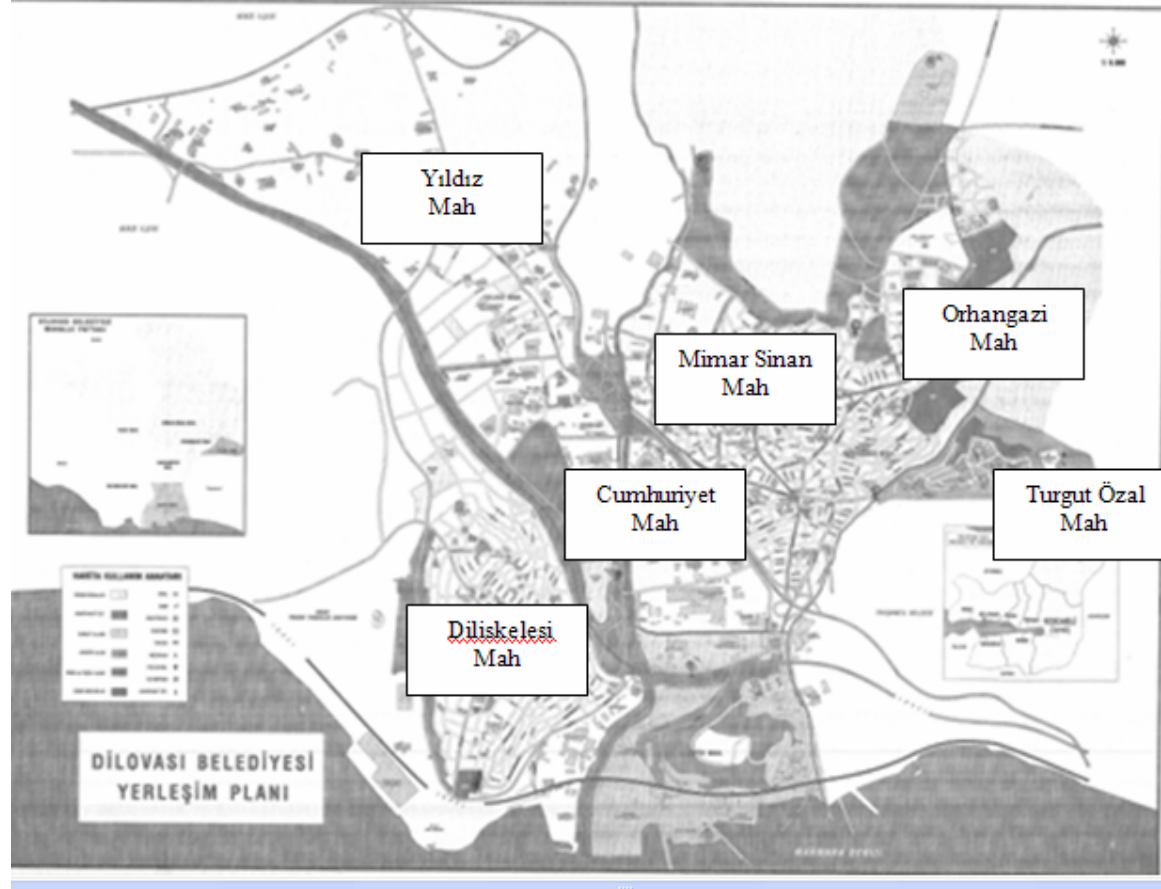
Gebze İlçesi Kocaeli İli'nin kuzeybatısında yer almakta olup, 29° 15" ve 29° 30 " kuzey enlemleri ile 40° 45 " ve 41° 00 " doğu boylamları arasında bulunmaktadır. İlçenin güneyinde İzmit Körfezi, doğusunda Körfez ilçesi, kuzey ve kuzey batısında İstanbul bulunmaktadır. Gebze'nin deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 130 metredir.

Dilovası Beldesi, Kocaeli İli'nin Gebze İlçesi'ne bağlı olan bir belde olup Kocaeli Yarımadası'nın güney kıyı şeridinde kurulmuştur. Yaklaşık 2000 hektarlık bir alan üzerine yerleşmiştir. Batısında Gebze ilçesine bağlı Muallimköy, doğusunda Tavşancıl Beldesi, kuzeyinde Tavşanlı ve Çerkeşli köyleri ve güneyinde de İzmit Körfezi bulunmaktadır. Dilovası Gebze'ye 8 km, İstanbul il sınırına 10 km, İzmit'e 25 km uzaklıktadır. Tavşanlı Deresi diye bilinen 12 km uzunluğundaki Dilderesi, Dilovası sınırları içinden geçerek İzmit Körfezi'ne dökülür. Üç tepe arasında bir ovada yer alan Dilovası, adını doğrudan doğruya bu ovadan almaktadır. Dilovası Balkanlar ve Avrupa'ya bağlantı konumunda bulunan limanlar, devlet demiryollarının ve ülkemizin en önemli iki büyük karayolu olan D- 100 ve TEM' in yakın komşuluğunda kurulmuş bir beldedir. TEM ve D-100 karayolunun güneyinden Marmara Denizi ve İzmit Körfezi'ne kadar uzanmaktadır. (Şekil 2. 1)



Şekil 2.1. Dilovası uydu görüntüsü

Dilovası beldesi ve Gebze ilçesi topografik ve morfolojik açıdan eğimin fazla olduğu bir alandır. Dilderesi boyunca sanayinin yoğun bir şekilde bulunduğu kısımda eğim %0-10 aralığındadır. Yeni Yıldız Mahallesi'nde, ki bu kısımda da sanayi yerleşimi bulunmaktadır, eğim %20 ye kadar ulaşmaktadır. Dilovası'nın doğu ve batı kesimlerinde ise eğim %30lara varmaktadır. Diliskelesi mahallesi'nde ise eğim %20-30 arasında değişiklik göstermektedir.(Şekil 2.2)



Şekil 2. 2. Dilovası Belediyesi Yerleşim Planı

Marmara Bölgesi'nin tipik iklimi olan denizsel iklim hakimdir. Bölgede yaz ayları sıcak ve nemlidir. Hakim yağış türü yağmur olup kısmen kar yağışı da gözlenmektedir. Yıllık toplam yağış miktarı 751.4 mm dir.

Gebze ilçe yüzölçümlerine oranla %23.9'luk oranı ile tarım topraklarının varlığı bakımından son sırada yer alır. Dilovası beldesinin yaklaşık 500 hektarlık kısmını orman alanları teşkil etmektedir.[ÇED Raporu, 2005]

2.2. Kirletici Kaynaklar

2.2.1.Sanayi Sektörü

Altmışlı yıllardan başlayıp giderek yoğunlaşan sanayileşme fabrikaların içinde ve bulunduğu çevrede birçok sağlık sorununun da kaynağı olmuştur. Belde çevrede görülen genel karakteristiğe tam uyum göstermektedir. Kuzey- güney doğrultusunda uzanan vadi makroformlu yerleşmenin vadi tabanına oturan sanayi tesisleri İzmit, İstanbul hatta Türkiye'nin önemli tesislerindedir. Ulaşım imkanlarının, ticaret merkezleri ile her yönden bağlantı kurmaya elverişli olması, Dilovası'nda endüstrinin hızla gelişmesini sağlamıştır.

2.3.İdari Yapısı

Dilovası'nda Belediye Teşkilatı 1987 tarihinde kurulmuştur. Resmi olarak yedi mahalle bulunmaktadır. Bu mahalleler Mimar Sinan Mahallesi, Cumhuriyet Mahallesi, Orhan Gazi Mahallesi, Diliskelesi Mahallesi, Turgut Özal Mahallesi, Fatih Mahallesi ve Yeni Yıldız Mahallesi (Şekil 2.2). Daha önceden Dilovası'na bağlı olan Çerkeşli Köyü ve Muallimköy Haziran 1988 tarihinde İçişleri Bakanlığı'nın onayıyla Dilovası beldesinden ayrılıp tekrar müstakil birer köy durumuna gelmişlerdir. Bu gelişmelerden sonra Dilovası bugünkü yedi Mahalleyi kapsayan konumuna gelmiştir.

2.4. Meteorolojik Veriler

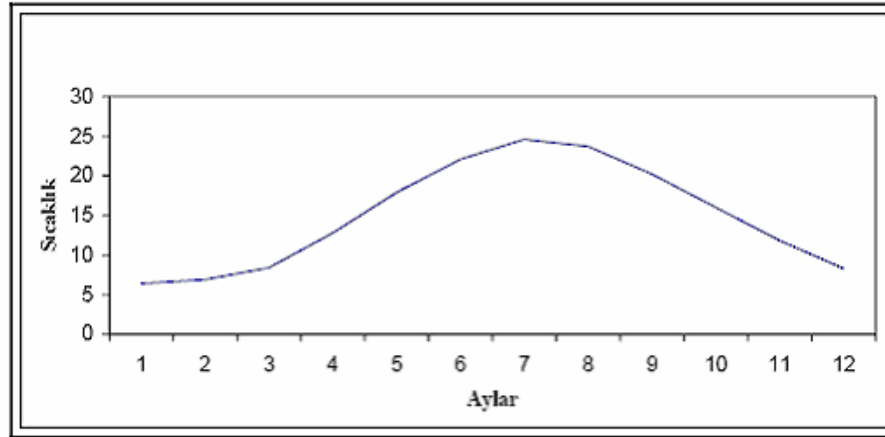
2.4.1. Sıcaklık

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kocaeli Meteoroloji İstasyonu uzun süreli (1995- 2004) gözlem kayıtlarına göre hesaplanan bölgedeki aylık sıcaklık

değişimi Çizelge 2.1’de verilmiştir; yıllık ortalama sıcaklık 14.9°C, ortalama düşük sıcaklık 10.9°C, ortalama yüksek sıcaklık ise 19.8°C’dir. Aylık ortalama sıcaklığın en düşük olduğu ay Ocak ayı, en yüksek olduğu aylar ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır (Şekil 2.3). 1995- 2004 yılları arasındaki rasat verilerine göre ölçülen en yüksek sıcaklık 44.1 °C, en düşük sıcaklık ise -6.7 °C’dir. [DMİ, 2005].

Çizelge 2.1. Sıcaklık Değerleri [DMİ, 2005]

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
En Yüksek Sıcaklık, °C	22.6	23.6	30.2	34.7	34.2	35.6	44.1	38.3	37.2	36.2	27.2	21.8	44.1
En Düşük Sıcaklık, °C	-6	-6.7	-3.8	-0.9	2.8	9.8	13.9	13.9	8	2.4	-0.3	-3.9	-6.7
Ortalama Sıcaklık, °C	6.4	6.9	8.4	12.8	17.9	22.1	24.6	23.7	20.2	16	11.8	8.3	14.9
Ortalama Düşük Sıcaklık, °C	3.5	3.3	4.6	8.5	13	17	19.7	19.5	15.9	12.4	8.2	5.5	10.9
Ortalama Yüksek Sıcaklık, °C	9.8	11.3	13.1	18	23.8	27.8	30.4	29.3	25.9	20.8	16.4	11.5	19.8



Şekil 2.3 Aylık ortalama sıcaklık

2.4.2.Ortalama Bağıl Nem

Kocaeli Meteoroloji İstasyonu gözlem kayıtlarına göre; bölgede bağıl nemin en yüksek olduğu ay %77 ile Ekim ayıdır. En düşük olduğu ay ise %68 ile Haziran ayıdır. Yıllık ortalama bağıl nem ise %72’dir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Ortalama Bağıl Nem

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
Ortalama Bağıl Nem (%)	76	73	73	72	70	68	69	74	73	77	75	75	72

2.4.3. Yağış Miktarı

Yine Kocaeli Meteoroloji İstasyonu kayıt verilerine göre, bölgenin en fazla yağış aldığı ay Aralık ayıdır. Yapılan ölçümler sonucunda Aralık ayında 106.8 mm yağış olduğu görülmüştür (Çizelge 2.3). Daha sonra ise 86.3 mm yağış ile Ocak ayı gelmektedir. En az yağış alan ay ise Mayıs ayıdır (40.2 mm). Yıllık ortalama toplam yağış Miktarı 846 mm'dir.

Çizelge 2.3. Ortalama toplam yağış

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
Ort. Toplam Yağış (mm)	86.3	73.7	86.3	68.3	40.2	42.5	49.8	76.5	48.7	84	82.9	106.8	846
Günlük En Çok Yağış (mm)	49.7	45.6	37.5	25.4	70.9	44.9	57.3	125.8	28.2	50.6	48.5	46.1	125.8

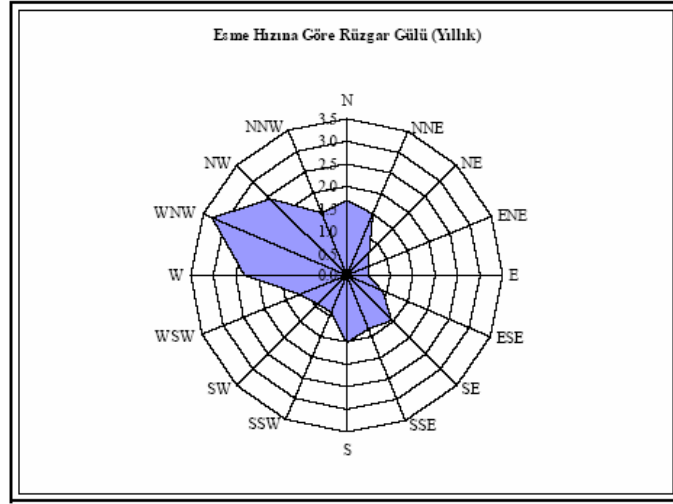
Kocaeli Meteoroloji İstasyonu verilerine göre; ortalama kar yağışlı günler sayısı, ortalama karla örtülü günler sayısı, ortalama sisli günler sayısı, ortalama dolulu, kırılgılı ve gök gürültüsü ve şimşekli günler sayısı rasat süreleri 10 yıl, en yüksek kar örtüsü kalınlığı rasat süresi 7 yıl olmak kaydıyla Çizelge 2.4'de verilmiştir. Bu verilere göre, ortalama kar yağışlı gün sayısı yıl içerisinde 18.5 gün, karla örtülü günlerin sayısı ise 11 gündür. Ortalama sisli günler sayısı 9.8 gün, ortalama dolulu günler sayısı 0.4 gün, ortalama kırılgılı günler sayısı 13.1 gün ve ortalama yağışlı ve gök gürültülü günler sayısı 23.4 gündür. Bölgenin en yüksek kar örtüsü kalınlığı ise Şubat ayında 53 cm'dir.

Çizelge 2.4. Yağışlı günler sayısı

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
Ortalama Kar Yağışlı Günler Sayısı	5.6	4.4	3.7	0.6							1.3	2.9	18.5
En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı	33	53	11	4							1	18	53
Ortalama Sisli Günler Sayısı	1.5	0.9		0.4	0.4				0.7	1.4	3.1	1.9	9.8
Ortalama Dolulu Günler Sayısı			0.1	0.1			0.1	0.1					0.4
Ortalama Kırılgılı Günler Sayısı	3	4.2	2.6	0.4							0.9	2.3	13.1
Ortalama Orajlı Günler Sayısı	0.6	0.1	0.7	1.5	2.9	3.9	4.8	4.2	2.2	1.3	0.7	0.5	23.4
Ortalama Kar Örtülü Günler Sayısı	4	3.3	2.1	0.1							0.3	1.2	11

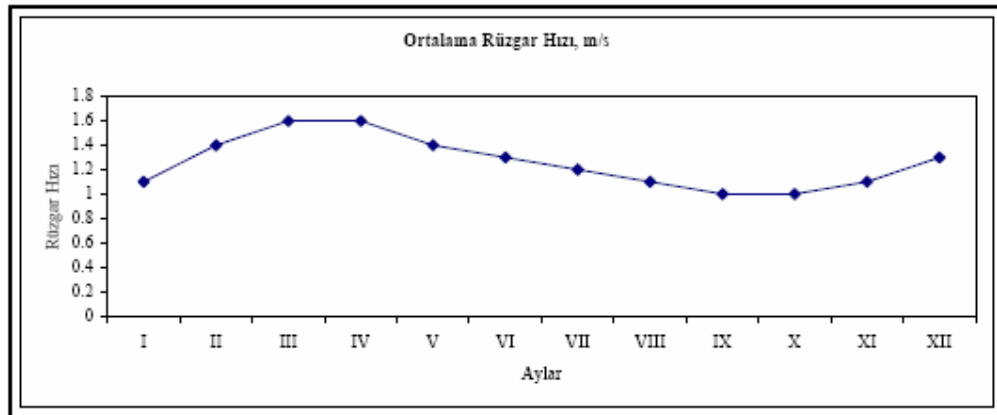
2.4.4. Rüzgar

Devlet meteoroloji enstitüsünden alınan rüzgar gülüne göre beldedeki hakim rüzgar yönü 2005 yılı için WNW (Batı Kuzey Batı) olarak belirlenmiştir.(Şekil 2.4)



Şekil 2.4. Ortalama rüzgar hızına göre rüzgar gülü

Kocaeli Meteoroloji İstasyonu gözlem kayıtlarına göre bölgede yıllık ortalama rüzgar hızı 1.3 m/s'dir. Aylık ortalama rüzgar hızının en yüksek olduğu ay 1.6 m/s ile Mart ve Nisan ayları, en düşük olduğu ay ise 1 m/s ile Eylül ve Ekim aylarıdır. (Şekil 2.5);



Şekil. 2.5. Ortalama rüzgar hızı (m/s)

3.EMİSYON ENVANTERİ

Kirletici tiplerinin ve emisyon oranlarının bilinmesi hava kirliliği ve kontrolü çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Bir bölgedeki hava kalitesinin belirlenmesinde mevcut emisyonların hakim olan meteorolojik şartlar ve topografik faktörlere bağlı olarak incelenmesi emisyonlar ile bölgedeki hava kalitesi arasındaki ilişkiyi daha iyi bir şekilde ortaya koyar.

Emisyon envanteri oluşturulurken kirletici kaynaklarının mevcut durumu yansıtıcı şekilde tanımlanması ve listelenmesi, envanteri oluşturulacak kirleticilerin emisyon faktörlerinin elde edilmesi veya hesaplanması ile oluşturulur. Emisyon envanteri emisyon kontrol stratejilerinin geliştirilmesinde, kontrol programlarının uygulanabilmesi, kaynakların etkilerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Düzenli ölçüm yapan monitör istasyonlarının bulunmaması durumunda hava kalitesi için niteliksel bir ölçüt oluşturabilir. 22 Temmuz 2006 tarihli resmi gazetede yayımlanan Endüstri tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğine göre emisyon envanteri, “Sınırları belirlenmiş herhangi bir bölgede, hava kirletici kaynaklardan belli bir zaman aralığında atmosfere verilen kirleticilerin listesi, miktarı ve bunların toplam kirlilik içindeki paylarını gösteren bilgileri” olarak tanımlanmıştır.

3.1.Kaynaklar

Emisyon envanteri çalışmalarında kaynakları sabit kaynaklar ve hareketli kaynaklar olarak iki gruba ayırabiliriz.

3.1.1. Sabit Kaynaklar

Sabit kaynaklar alansal ve noktasal kaynak olarak iki kısımda incelenmektedir. Kirletici özelliği belli bir büyüklüğün üzerinde olan kaynaklar noktasal, belli bir büyüklüğün altında ve bir alana dağılmış halde bulunur ise alansal kaynak olarak isimlendirilmektedir. Endüstriyel kuruluşlar noktasal kaynakları oluştururken belirlenen bölgedeki yerleşim merkezleri, dükkanları vb. gibi alan yayılmış çok sayıda benzer küçük kaynak da alansal kaynak olarak gösterilebilir. Çöp deponi

alanları büyük bir alana yayıldığı için alansal kaynak olarak sınıflandırılırken, yakılarak çöp imha etme ise noktasal kaynağa örnektir.

3.1.2. Hareketli Kaynaklar

Kara, deniz hava taşıtları enerji üretim şekilleri ve kullanılan yakıtı göre atmosfere belli başlı kirleticileri bırakırlar. Bu ulaşım araçları envanter çalışmalarında hareketli kaynaklar olarak sınıflandırılmaktadır.

3.2.Emisyon Envanteri Hazırlama

Emisyon envanteri havadaki emisyon verilerinin toplanması olarak tanımlanabilir. Bu veriler, kirleticilerin kimyasal yapılarının, ele alınan bölgenin nüfus yoğunluğunu, kirleticilerin dökümünü ve boyutlarını içerebilir. Emisyon envanteri çalışmalarında bilgi toplama ve değerlendirme en önemli adımı teşkil etmektedir. Ölçüm yapmanın çok uzun ve zahmetli olduğu göz önüne alınırsa hava kirliliği çalışmalarında tahmin önemli bir yer tutmaktadır. Bunun için oluşturulacak envantere kullanılmak üzere emisyon faktörleri geliştirilmiştir. Kaynaklara ait kirletici madde emisyonlarını hesaplayabilmek için kaynaklara ait toplanan veriler ve emisyon faktörü beraber kullanılır.

Emisyon faktörü bir sanayinin yıl içindeki üretim faaliyetleri ve kullandığı yakıt türleri göz önüne alınarak tespit edilmiş ortalama emisyonlarını hesaplamaya yarayan; birim ürün, birim hammadde veya birim yakıt başına oluşan kirletici kütlelerini ifade eden katsayılarıdır. Yakıt tüketimlerinin belirlenmesinde sanayi tesislerinde yapılan anketlerle elde edilen bilgiler ve yapılmış olan emisyon ölçüm sonuçları ile il çevre müdürlükleri, il sağlık müdürlükleri, belediye ve organize sanayi bölge müdürlüklerinden alınan bilgiler kullanılarak yapılmaktadır.

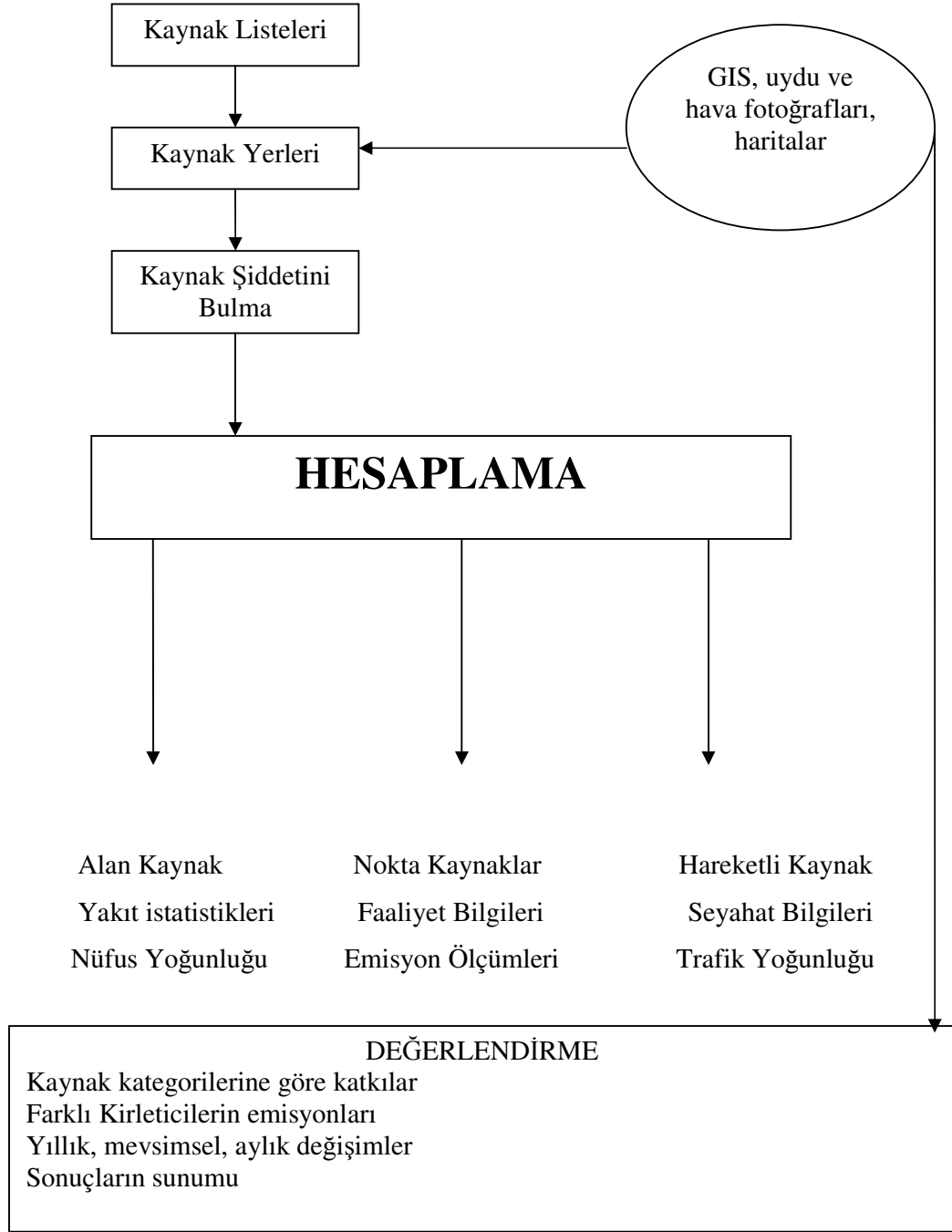
Emisyon hesaplamalarında genel eşitlik şöyledir:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \quad (3.1)$$

Burada:

E =emisyon,
A =aktivite hızı

EF =emisyon faktörü, ve
ER=Emisyon kontrol faktörünü ifade eder.



Şekil 3.1. Emisyon envanteri akış şeması [Müezzinoğlu, 2000]

Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) birçok kirleticiye ve farklı teknolojilere göre emisyon faktörlerini vermektedir. Ayrıca Avrupa'da yaygın olarak kullanılan CORNAIR veri tabanı da mevcuttur.

3.3. Emisyon Envanter Çalışmaları

Dokuz Eylül Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada Ege Bölgesi'nde yer alan Kütahya hariç tüm iller (İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Denizli, Uşak, Afyon) için mevcut ve ulaşılabilir en iyi bilgi kaynakları yardımıyla emisyon envanterleri hazırlanarak bölgesel ölçekte atmosfere verilen hava kirletici miktarları ve bunların kaynakları belirlenmiştir. Bu çalışmada CORINAIR ve USEPA emisyon faktörleri kullanılarak birincil kirleticiler (PM, SO₂, NO_x) için emisyon envanteri hazırlanmış ve toplam PM, SO₂ ve NO_x için yıllık olarak sırası ile 26393, 84271, 44119 ton olarak hesaplanmıştır [Elbir ve ark., 2001]

Sadece ulaşımdan kaynaklanan emisyonlar için yapılmış envanter çalışmaları da literatürde mevcuttur. Yapılan bir çalışma Avrupa Hava Kalitesi Bilgi Sistemi tarafından düzenlenmiş ve trafik istasyonlarında CO, NO_x ve PM10 ölçümleri yapılmıştır. Ölçülen trafik emisyon hızları emisyon model(TRENDS) kullanılarak tahmin edilen emisyon hızları ile kıyaslanmıştır. [Melliois et al, 2006]

T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yapılan bir çalışmada; 1996 Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Rehberi kullanılarak emisyon envanteri oluşturulmuştur. Bu çalışmada ulusal sera gazı emisyonları olarak enerji, endüstriyel prosesler, tarımsal faaliyetler ve atık bertarafından kaynaklanan, doğrudan seragazları olan karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), nitroz oksit (N₂O), hidroflorokarbonlar (HFCs) ve kükürt hekzaflorid (SF₆) ile dolaylı seragazları azot oksitler (NO_x), metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOCs) ve karbon monoksit (CO) emisyonları dikkate alınmıştır. Envanter sonuçlarına göre, toplam seragazı emisyonları CO₂ eşdeğeri olarak 1990 ve 2004 yılları için sırasıyla 170.19 ve 357.39 milyon ton olarak tahmin edilmiş ancak 2004 yılı emisyonlarında CO₂ eşdeğeri olarak en büyük payı %63.6 ile enerji sektörü oluştururken, ikinci sırayı %24.4 ile endüstriyel prosesler ve üçüncü sırayı da %7.7 ile katı atık bertarafı almaktadır. CO₂ eşdeğeri olarak 2004 yılı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılına göre %110.0 artış göstermiştir. [T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, 2006]

Türkiye’de yapılan bir çalışmada, emisyon envanteri hesaplamalarına yeni bir yaklaşım getirmektedir. Öncelikle kentsel veya kırsal alanlarda yapılan emisyon ölçümlerinden yola çıkılarak, çeşitli noktalarda ölçülmüş kirletici konsantrasyonlarının alansal ortalamaları, Yüzde Ağırlıklı Poligon Yöntemi (YAPY) ile hesaplanmaktadır. Daha sonra o bölgeye ait karışma yüksekliği ya yer gözlemleri ya da üst atmosfer gözlemleri kullanılarak tahmin edilmekte ve çalışma alanı, karışma yüksekliği ve alansal kirletici konsantrasyonu çarpımı ile o bölgeden atmosfere salınan her bir kirletici için Emisyon Yüğü bulunabilmektedir. Söz konusu çalışmada emisyon envanteri çalışmalarına alternatif olacak Emisyon Yüğü tahmini, aşağıdaki eşitlik yardımı ile belirlenmesi önerilmektedir.

$$EY = OAK \times KY \times \text{ÇA} \quad (3.2)$$

EY= Tahmini yapılacak herhangi bir kirleticinin (CO₂, CH₄, SO₂, vb.) Emisyon Yüğü (Ton/Sezon),

OAK= YAPY ile belirlenmiş herhangi bir kirleticinin ortalama alansal konsantrasyonu (µg/m³),

KY= Çalışma alanını (kentsel, bölgesel, küresel) temsil eden ortalama Karışma Yüksekliği (m),

ÇA= Çalışılan bölgenin (kentsel, bölgesel, küresel) toplam alanı (m²).
[Bayraktar,2007]

Norveç’te yapılan bir çalışmada EMEP-CORINAIR3 emisyon faktörlerini kullanarak 2000 yılı için antropojenik kaynaklı küresel civa emisyon envanterini hesaplamış ve 2000 yılı için toplam 2190 ton olarak bulmuştur.[Pacyna et al, 2006].

Kannari Doğu Asya için EAGrid2000- Japan isimli bir atmosferik emisyon envanteri geliştirmiştir. Bu envanter çalışmasında, Japonya bölgesinden emisyonlar 30" enlem, 45" boylamda yaklaşık 1 km x 1 km alanda yapılmıştır. Japonya’da yıllık doğal olmayan kaynaklar; SO₂, 0.87 Tg; NO_x, 2.4 Tg; NMVOC, 2.0 Tg; NH₃, 0.41 Tg; CO, 5.4 Tg; PM10, 0.19 Tg; PM2.5, 0.15 Tg; ve CO₂, 1.2 Pg. olarak bulunmuştur. [Kannaria, 2007]

4. PARTİKÜL MADDE

Son yıllarda ciddi sağlık tehdidi (özellikle yaşlı ve çocuklar için) oluşturması, görüş mesafesini düşürmesi ve solar radyasyon dengesine etkileri nedeni ile atmosferde partikül madde üzerine çok fazla araştırma ve düzenleme yapıldığı görülmektedir. Bu araştırmalar uzun mesafeli aerosol taşınımı ile insan sağlığına olumsuz etkileri arasında önemli bir ilişkinin olduğunu işaret etmektedir [EMEP/CCC-Report, 1999].

Partikül kirliliği hava da bulunan sıvı zerreciklerin ve katı zerreciklerin karışımından oluşmaktadır. Partikül maddelerin boyut aralığı çok geniş bir aralığa yayılmaktadır. Toz, is ya da duman çıplak gözle görülebilecek kadar koyu renkli ve çapları büyük partiküllerden oluşurken; bulut çekirdeği veya bazı zehirli partiküller ancak elektron mikroskopunda görülecek kadar küçük çaplara sahiptir.

Partikül maddeler kütle ve bileşimi yönünden incelendiğinde iki gruba ayrılır. Aerodinamik çapı 2.5 μm den büyük iri partiküller olarak nitelendirilirken aerodinamik çapı 2.5 μm den küçük ince (ufak) partiküllerdir (PM_{2.5}). Aerodinamik çap partikül çökme hızı ile aynı hıza haiz olan birim yoğunluktaki (1 gm/cm^3) bir kürenin çapıdır. Genellikle partiküllerin sağlık etkileri ve sınıflandırılmalarında bu ifade kullanılmaktadır. İnce partiküller; ikincil olarak oluşan aerosoller (gaz-partikül dönüşümü), yanma sonucunda oluşan partikülleri ve yoğunlaşan organik ve metal buharlarını içerir. İri partiküller ise genelde yer kabuğu materyalleri yol ve endüstrilerden oluşan kaçak tozları içerir. Yasal düzenlemelerde havadaki toplam partikül madde (TPM) birçok ülkede yerini daha küçük partiküllerde çevreye zararlı türlerin daha yoğunlukta olması ve solunum sistemine daha etkili nüfuz etmesi nedeniyle PM₁₀'a ve PM_{2.5}'a bırakmıştır.

4.1.Partikül Madde Kaynakları

Partiküller yüzlerce farklı kimyasaldan oluşabilirler ve atmosfere çok farklı boyutta ve farklı şekillerde yayılırlar. Oluşum mekanizmasına göre partikül maddeleri iki sınıfa ayırabiliriz. Bir kaynaktan atmosfere doğrudan bırakılan

partiküller birincil partiküller olarak bilinirler. Atmosferde bir takım kimyasal reaksiyonlar, yoğunlaşma ve yüzeye adsorplanma sonucu dolaylı olarak oluşan partiküllere ise ikincil partikül madde denir. [EPA, 2007]

Partikül maddeler kaynaklarına göre doğal veya antropojenik kökenli olabilirler. Başlıca doğal kaynakları şöyle sıralanabilir: Deniz spreyleri, karasal tozlar, volkanlar. Antropojenik kaynaklar ise yanma prosesleri ve ulaşım, ziraat, yapı, madencilik gibi diğer bazı faaliyetlerdir. Bu kaynaklardan antropojenik kökenli olanlar çoğunlukla ince partiküller sınıfında olup, insan sağlığına daha zararlıdır.

4.2. Fiziksel Özellikleri

Şekil 4.1'de partikül maddelerin boyutları ve buna bağlı olarak değişen Reynold sayıları, çökme hızları ve partikül difüzyon katsayıları verilmektedir.

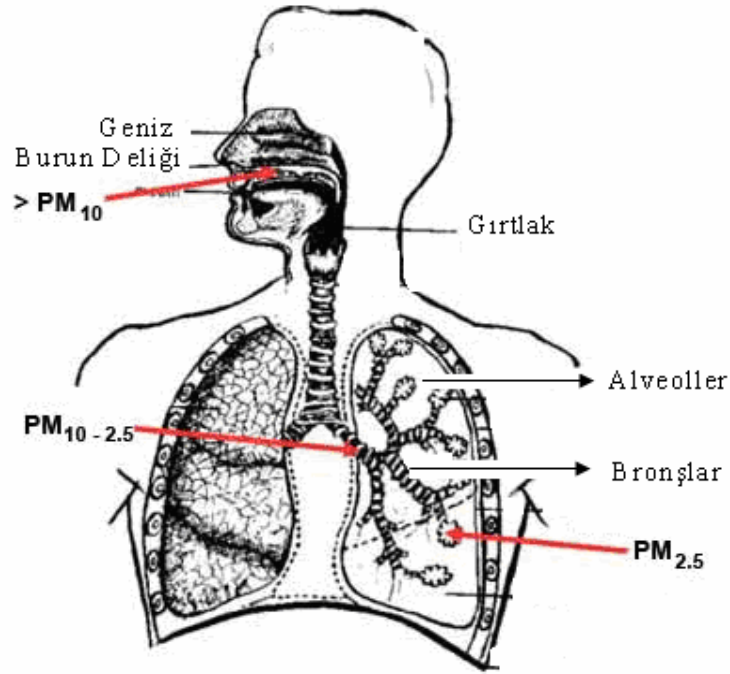
Partikül Boyutu	0,0001 μm	0,001	0,01	0,1	1	10
	1	10	100	1000	10000	
Elektromanyetik Dalgalar		X ışınları		Ultraviyole		
Tipik Partiküller ve Gaz Dispersoids		Gaz Molekülleri		Sigara Dumanı		
				Karbon Siyahı		
				Yakma Çekirdekleri		
				Virüsler		Bakteriler
Reynold Sayısı		10^{-12}	10^{-11} 10^{-10}	10^{-9} 10^{-8}	10^{-7} 10^{-6}	10^{-5} 10^{-4} 10^{-3}
Çökme Hızı			10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}
Partikül Difüzyon Katsayısı $\text{cm}^2 \text{dak}^{-1} 25^\circ \text{C}$		1 10^{-1}	10^{-2} 10^{-3}	10^{-4} 10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}

Şekil 4.1 Ortalama Partikül Boyutu (mikrometre)

4.3. Sağlık Açısından Etkileri

Partikül boyutu partiküllerin sağlık etkisi ile doğrudan ilişkilidir. Sağlık açısından zararlı olan partikül madde boyutları PM10 ve PM2.5'dir. PM10 konsantrasyonuna maruz kalma süresi hem akciğer hem de kalp fonksiyonlarını

olumsuz etkiler. Astım, kalp ve akciğer hastaları partikül madde kirliliğinden daha fazla olumsuz etkilenmektedir. Partikül madde konsantrasyonunda artışın olduğu bölgelerde hastaneye müracaatlarda artışlar olmaktadır. Partikül madde kirliliği bazı kalp ve akciğer hastalarının ölümüne neden olmaktadır. Kısa süreli olarak PM 10 kirliliğine maruz kalındığında akciğer hastalıkları kötüleşir. Kalp hastası olan kişilerde kalp atışları hızlanır.



Şekil 4.2. Partikül maddelerin akciğerlere boyutuna göre girişi

Şekil 4.2 de görüldüğü gibi partikül maddelerin solunum organlarında birikme yerleri ve buradaki kalma süreleri partikül boyutu ve partikülün fiziksel faktörleri ile doğrudan ilişkilidir.

Kirleticilerin, alveollerde birikmesi bu bölgede partikülleri tutmaya yarayan titrekle tüylerin olmaması nedeni ile oldukça önemlidir. Titrekle tüylerin olmayışı bu bölgeye kadar ulaşan ince partiküllerin bu bölgede uzun süre kalmasına neden olur. 0.1 μm 'den daha ince olan partikül maddeler ise Brownian hareket sayesinde akciğerlerin hava torbalarına giderek alveol denene zerreciklere yerleşmektedirler.

Özellikle ince partiküllerden oluşan partikül kirliliğinin aşağıda sayılan problemlere sebebiyet vermektedir.

- Yükselen nefes alma semptomları ve havayolunda tahriş, öksürük ya da zor nefes alma
- Azalan akciğer fonksiyonu
- Ağır astım
- Gelişen kronik bronşit
- Ölümcül olmayan kalp atakları
- Düzensiz kalp atışı
- Akciğer ya da kalp hastalıkları ile birlikte prematüre çocuk doğumları

İnce yanma partiküllerinin aerodinamik boyutlarına göre kategorize edildiğini daha önce belirtmiştik. Qian ve arkadaşları; Çin’de dört farklı şekilde ve sekiz okulda 5- 16 yaş aralığındaki 7058 çocuk üzerinde yaptıkları bir çalışmada aerodinamik çapı 2.5 µm den daha küçük olan partikül maddelerin etkilerini incelemiştir. Bölgeler dört maruz kalma seviyesinde kümelenmiştir. Bu çalışmada kirliliği yüksek olan yerlerde öksürük olasılık oranı kirliliği düşük olan yerlere göre yaklaşık 2 kat daha fazla olarak bulunmuştur [Qian Z et al, 2004].

Salgın olduğu hastalıklar konulu birkaç çalışma da, tenneffüs edilebilecek aeresol partikül (PM10) konsantrasyonlarının ölüm oranı ve hastalık oranı ile güçlü bağlantıları olduğunu vurgulamışlardır [Arditsoglou et al, 2005] [X. Querol et al, 2004].

4.4. Partikül Maddelerin Atmosferde Yer Aldıkları Süreçler ve Taşınımları

Aerosollerin içeriği, morfolojisi, fiziksel ve termodinamik özellikleri, coğrafi konumlarına ve mevsimlere göre değişiklik göstermektedir [Finlayson-Pitts and Pitts, 1981]. Partikül madde içeriğine ve boyutuna göre uzun mesafelerce atmosferde kalabilir. Aktif türler, suda çözünen türler ve iri partiküller atmosferi daha çabuk terk ederek rüzgar ile taşınımları dar bir alanda gerçekleşirken, ince partiküller meteorolojik şartlara göre uzun sürelerce atmosferde kalarak tüm dünya troposferine dağılabilir.

PM10 çok yavaş yeryüzüne düşer ve havada asılı olarak uzun süre kalabilir. [Rajkumar W.S.,2004]. PM10 ayrıca bulut oluşumu, solar radyasyon ve düşen kar ve yağmur miktarı gibi çoğu atmosferik süreci etkiler. Bulut, yağmur ve duman asidifikasyonunda da rol oynar [Hong et al,2002; Khoder, 2002; Celis J.E. et al, 2004]. Partikül maddeler ayrıca canlıların yaşaması için gerekli mineralleri uzak mesafeler taşıma görevini de üstlenir.

Partikül maddelerin atmosferde taşınımaları değerlendirildiğinde, Türkiye’de bu konuyla ilgili yapılan bir çalışma Türkiye’nin batı ve kuzeybatı bölgelerinde zaman zaman rastlanan son derece düşük hava kalitesi değerlerinin Avrupa ülkelerinden kaynaklandığı tahmin etmektedir. Bu çalışmaya göre 2002 yılı, 5- 12 Ocak tarihleri arasında İstanbul’da düşük hava kalitesi gözlemlenmiştir. Dünya Sağlık Teşkilatı’nın (WHO, 2004) 24 saatlik PM10 eşik değeri olan $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri bu tarihler arasında fazlasıyla aşılmaktadır. İstanbul’da, uzun mesafeli taşınımaların PM10 değerlerindeki aşırı artışta rol oynadığı ciddi bir şekilde düşünölmeye ve tartışılmaya başlanmıştır [Kındap ve Karaca, 2006].

4.5. Partikül Madde İle İlgili Yasal Sınırlamalar

Ülkemizde Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği’nin öngördüğü uzun ve kısa vadeli sınır değerler ve diğer ülkelere ait sınır değerler aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Yönetmelikte belirtilen Uzun Vadeli (1 yıllık) Sınır değeri (UVS) bir yıl içinde aşılmaması gereken, tüm ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır. Kısa vadeli (24 saatlik) Sınır Değeri (KVS) 24 saatlik ortalamalar veya 1 yıl içinde bütün ölçüm sonuçlarının sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre sıralandığında ölçüm sonuçlarının %95’ini aşmaması gereken değerdir. UVS ve KVS için verilen süreler genellikle 1 yıllık dönemleri kapsamaktadır.

Diğer ülkelerde partikül madde sınır değerleri bizim standartlarımızdan farklı olarak PM10 ve PM2.5 olarak ayrılmıştır. Çizelge 4.1’de PM10 standartları diğer

bazı ülke ve kuruluşlar için verilmiştir. Bu tablodaki Türkiye'ye ait PM2.5 standardı ise Dünya Sağlık Örgütü ve EPA için tanımlanmıştır Çizelge 4.2 de PM2.5 için verilmiş olan sınır değerler bulunmaktadır.

Çizelge 4.1. PM10 sınır değerleri

Sınır Değer	Günlük Ortalama Sınır Değer (mg/m ³)	Aşılmaması İstenen Gün Sayısı	Sınır Değerin Aşıldığı Gün Sayısı	Yıllık Ortalama Sınır Değer (mg/m ³)
WHO	50			20
EPA	150		10	
BENELUX		35		
EU	50		93	40
HKKY (genel)	300			150
HKKY (endüstri)	400			200

Çizelge 4.2. PM 2.5 sınır değerleri

Sınır Değer	Günlük Ortalama Sınır Değer (mg/m ³)	Yıllık Ortalama Sınır Değer (mg/m ³)
WHO	25	10
EPA	35	15

5. ÇOK HALKALI AROMATİK HİDROKARBONLAR

5.1.Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbon Nedir?

Çok halkalı aromatik hidrokarbonlar (PAHlar) organik moleküllerin genellikle büyük ve çeşitli sınıflarından meydana gelmektedir. Ana PAH kaynakları kömür ve ham petroldür. PAHlar organik maddenin tam yanmaması sonucunda atmosfere bırakılmaktadır. Bu bileşikler iki ya da daha fazla aromatik halka içerir ve karbon ve hidrojen atomlarından oluşur. PAHların fiziksel ve kimyasal özellikleri onların aromatik halkalarının sayılarına, molekül ağırlıklarına ve birleşik elektron sistemlerine bağlı olarak belirlenir. PAH ailesini en küçük üyesi atmosferde buhar fazında bulunan iki halkalı naftalindir. Halka sayısı üçten beşe kadar bulunan PAHlar havada partikül ve buhar fazında bulunabilir. Beş ya da daha fazla halkalı PAHlar atmosferde diğer partiküller üzerinde adsorbe olma eğilimi gösterir.

5.2. PAH Kaynakları

PAHlar çevre havasında, yüzey sularında, sedimentlerde, katılarda, yiyeceklerde çeşitli şekillerde bulunabilir. Bu bileşikler atmosfere genel olarak beş ana emisyon kaynağından bırakılmaktadır. Bunlar;

1. Evsel kaynaklar
2. Trafikten kaynaklanan kaynaklar
3. Endüstriyel kaynaklar
4. Tarım faaliyetleri sonucu oluşan kaynaklar
5. Doğal kaynaklar

Isınma ve pişirme amaçlı katı ve fosil yakıt kullanımı evsel kaynakları oluşturur. Düşük molekül ağırlığına sahip olan PAHlar dizel yakıtlarda tespit edilmiştir [Masclat et al,1986]. Başlıca endüstriyel kaynaklar çöp yakma ve petrol rafinerileri, kok ve asfalt üretimi, alüminyum üretiminden, demir-çelik üretiminden oluşmaktadır. [Re Poppi N and Santiago M, 2005].

Peterson ve arkadaşları Amerika Birleşik Devletleri'nde atmosfere yayılan PAHların %36'sının konutlardan, %6'sının endüstriyel proseslerden, %1'inin katı atık yakmadan, %36'sının açık yakmadan, %1'inin güç üretiminden ve %21'inin hareketli kaynaklardan kaynaklandığını tahmin ederek rapor etmişlerdir [Peterson AR et al., 1981] Bu tahmine kıyasla başka bir çalışmada atmosfere yayılan PAHların yıllık olarak %16 sının konutlardan, %41'nin endüstriyel proseslerden, %1'inin katı atık yakmadan, %13'ünün açık yakmadan, %5'inin güç üretiminden, %25'inin ise hareketli kaynaklardan yayıldığını tahmin ederek rapor edilmiştir [Ramdahl et al, 1982]. Bu iki çalışmada bu tahminlerin birbirinden farklı olması kaynak dağılımının belirlenmesinde belirsizliğin olmasından kaynaklanmaktadır.

Khalili ve arkadaşları Şikago' da 1990- 1992 yılları arasında atmosferde ana PAH kaynaklarının kimyasal bileşimini belirlemiştir. Bu çalışmada kömür fırınları, dizel motorlar, otoban tünelleri ve yiyecek üretimi yapan yerlerden örneklerden ölçülen 20 PAH'ın sırasıyla %98, %76, %92, % 73 ve %80'inin 2 ve 3 halkalı olduğunu gözlemlemiştir. Sonuçlar Çizelge 5.1 de verilmiştir. 6 halkalı PAHlar indeno(1,2,3-c,d)pyren ve benzo(g,h,i)perylene gibi türler belirleme limitinin altında kalmıştır ve sadece otoban tünellerinde, dizel ve petrol motor örneklerinde ölçülmüştür [Khalili N.R et al, 1995].

Çizelge 5.1. Toplam Kütlede PAHların kaynaklara yüzde olarak dağılımı [Khalili N.R et al, 1995]

PAH	Otoban	Dizel	Petrol	Kömür	Gıda
	Tünel	Motor	Motor	Fırın	Yanma Haznesi
2 halkalı	76	8.7	55	89	11
3-halkalı	16	56	18	8.9	69
4-halkalı	4.3	10	12	0.97	6.6
5-halkalı	3.1	18	13	0.22	13
6-halkalı	0.8	5.2	0.053	0.014	BLA
7-halkalı	BLA	0.18	0.082	BLA	BLA

2- halkalı: Naftalin;

3-halkalı: acenaphthene, acenaphthylene, fluorene, phenantren, antresen, and retene;

4-halkalı: fluoranthene, pyren, benz(a)antresen, chrysene and triphenylene;

5-halkalı: cyclopenta(c,d)pyren, benzo(b/k)fluoranthene, benzo(a/e)pyren, and dibenzo(g,h,i)perylene;

6-halkalı: indeno(1,2,3-c,d)pyren and benzo(g,h,i)perylene;

7-halkalı: coronene

BLA: Belirleme Limitinin Altında

Çizelge 5.2. Kömür ve Petrol Ürünlerinin Üretimi ve Kullanımı Esnasında Atmosfere Bırakılan PAH emisyonları [IPCS, 1998.]

Emisyon Kaynağı	Tipik Emisyonlar/ Profilleri
Kömür Yakma	B(e)P ve Ba(P): 0.2 mg/kg kömür PAH: 15 mg/kg kömür
Kömür Dönüştürme	Asgari Chrysene: 1 µg/g yanmış kömür En fazla Naftalin: 1500 µg/g yanmış kömür
Petrol Rafinerileri	Naftalin ve Türevleri: Rafineri içinde PAH'ın %85'i 2-3 halkalı bileşikler: PAH ın %94'ü 5 halkalı bileşikler: ~ PAH ın %0.1

B(a)P: benzo(a)pyren; B(e)P: benzo(e)pyren

PAH emisyon kaynakları ve PAH emisyon miktarları Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun Kimya Güvenliğinde Uluslararası Program (IPCS; 1998) tarafından Çevresel Sağlık Kriterleri Monogram'ında gözden geçirilmiştir. IPCS Monogramı'ndaki bazı emisyonlar Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Endüstriyel proseslerde tam yanmama sonucu oluşan PAH emisyonları [IPCS, 1998]

Emisyon Kaynağı	Tipik Emisyonlar/ Profilleri
Fosil yakıt kullanan elektrik santrali	Nap, Phe ve türevleri: PAHların %69 – 92 Nap: PAHların % 31-25 B(a)P: 0.02 mg/kg yanmış kömür B(e)P: 0.03 µg/kg yanmış kömür

	B(a)P: 0.1 t/yıl(Almanya) PAH: 0.1 t/yıl Norveç PAH: 11 t/yıl Kanada
Katı Atık Yakma	B(a)P: 0.001 t/yıl (Almanya) PAH: 50 t/yıl (ABD) PAH: 2.4 t/yıl (Kanada)
Alüminyum Üretimi	B(a)P: 0.11 kg/t alüminyum PAH: 4.4 kg/t alüminyum 1000 t/yıl (ABD) 930 t/yıl (Kanada)
Demir Çelik Üretimi	PAH: 34 t/yıl (Norveç) PAH: 19 t/yıl (Kanada)
Dökümhane	PAH: 1.3 t/yıl (Hollanda)
Sinterleme	1.3 t/yıl(Hollanda)

*Nap: Naftalin; Phe: phenantren; B(a)P: benzo(a)pyren ve
B(e)P: benzo(e)pyren*

Tarımsal alanlarda yakma olayı gerçekleştiğinde atmosfere PAH bırakılmaktadır. Volkanik patlamalar ve orman yangınları ise doğal PAH kaynaklarıdır.

Harrison ve arkadaşları aşağıdaki PAHların kaynak işaretleyici olduklarını ileri sürmüşlerdir.

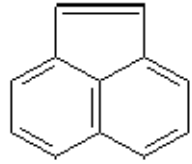
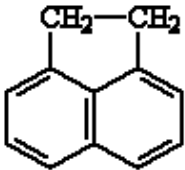
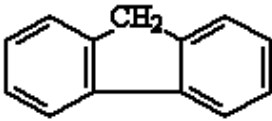
1. Chrysen ve benzo(k)fluoranten kömür yakımı için işaretleyicidir.
2. Benzo(g,h,i)pyren, coronen ve phenantren motorlu araç emisyonları için işaretleyicidir.
3. Phenantren, fluoranten ve pyren motorlu yakıtlardan kaynaklanan uçucu PAH ların kış aylarında kullanılan tuzlar üzerinde adsorblanması ile işaretleyici olmaktadır.
4. Pyren, fluoranten ve phenantren katı atık yakma için işaretleyicilerdir [Harrison, R.M.et al.].

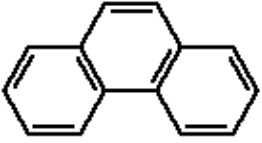
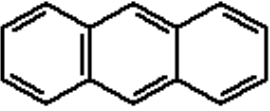
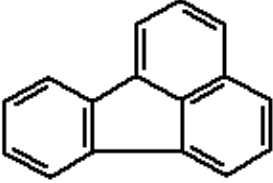
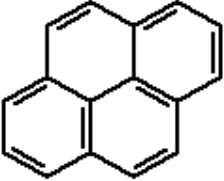
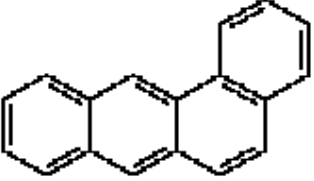
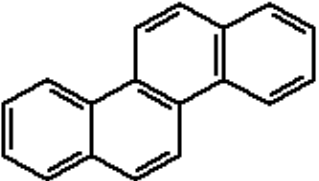
PAH konsantrasyonlarının mevsimsel değişimine bakıldığında ısınma amaçlı fosil yakıt kullanımından dolayı kışın emisyon miktarında artış olduğu gözlemlenmektedir [Grimmer et al, 1981]

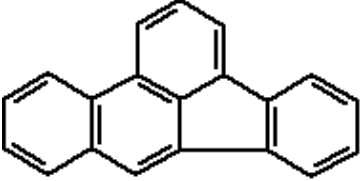
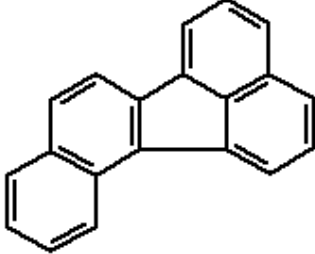
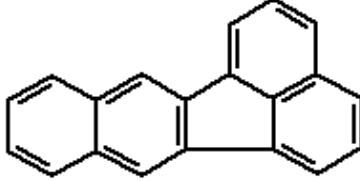
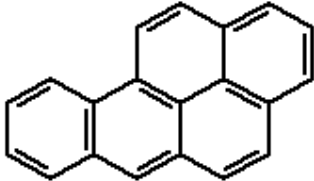
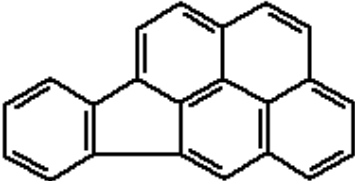
5.3.Kimyasal Özellikleri

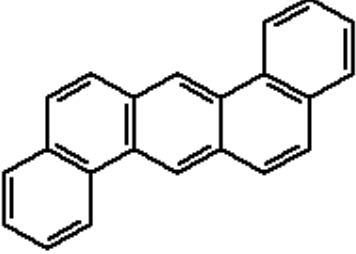
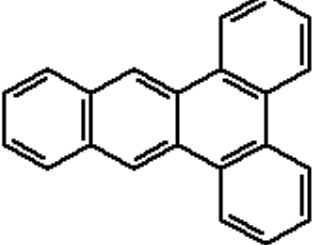
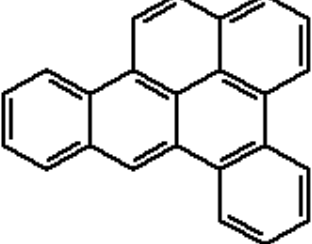
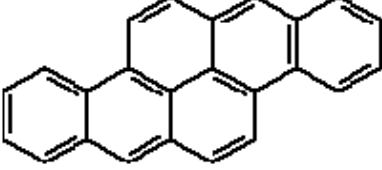
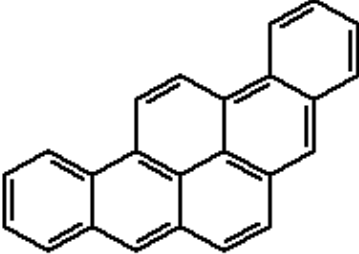
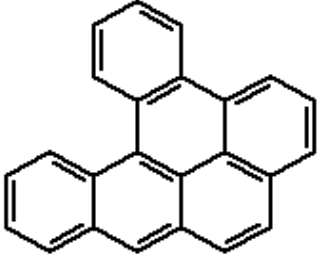
Kentsel büyüme ve endüstriyel aktivitelerdeki artış fosil yakıtlar ve onların türevlerinin de artışını beraberinde getirmektedir. Çok halkalı aromatik bileşikler VOCler arasındaki en önemli gruplardan biridir. Düşük buhar basıncı ile birçok PAH partikül yüzeyine adsorplanır. Atmosferde PAHlar ozon, nitrojen oksitler ve sülfür dioksit gibi kirleticilerle reaksiyona girebilir [WHO Denmark, 2000].

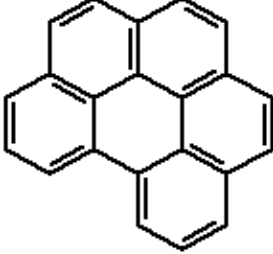
Çizelge 5.4. Bazı PAHların Kimyasal Yapıları ve Fiziksel Özellikleri [Mackay D et al, 1992]

<p>Acenaphthylene AceNaftalin Cyclopenta[de]Naftalin Molekül Formülü : C₁₂H₈ Kaynama Noktası °C: 280 Erime Noktası °C: 92 - 93 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 9 x 10⁻¹</p>	
<p>Acenaphthene 1,2-Dihydroacenaphthylene 1,8-EthyleneNaftalin Molekül Formülü: C₁₂H₁₀ Kaynama Noktası °C: 279 Erime Noktası °C: 95 Buhar Noktası (Pa at 25 °C) 3 x 10⁻¹</p>	
<p>Fluorene o-Biphenylenemethane Diphenylenemethane 9H-Fluorene 2,2'-Methylenebiphenyl 2,3-Benzidene o-Biphenylmethane Molekül Formülü: C₁₃H₁₀ Kaynama Noktası °C: 295 Erime Noktası °C: 115 - 116 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 9 x 10⁻²</p>	

<p>Phenantren Phenanthrin Molekül Formülü: C₁₄H₁₀ Kaynama Noktası °C: 340 Erime Noktası °C: 100.5 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 2 x 10⁻²</p>	
<p>Antresen Anthracin ParaNaftalin Molekül Formülü : C₁₄H₁₀ Kaynama Noktası °C: 342 Erime Noktası °C: 216.4 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 1 x 10⁻³</p>	
<p>Fluoranthene Benzo[jk]fluorene Idryl 1,2-(1,8-Naftalindiyl)benzene Benz[a]acenaphthylene 1,2-Benzoacenaphthylene Molekül Formülü : C₁₆H₁₀ Kaynama Noktası °C: 375 Erime Noktası °C: 108.8 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 1.2 x 10⁻³</p>	
<p>Pyren Benzo[def]phenantren Pyren Molecular formula: C₁₆H₁₀ Kaynama Noktası °C: 393 Erime Noktası °C: 150.4 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 6.0 x 10⁻⁴</p>	
<p>Benz[a]antresen 1,2-Benzantresen 1,2-Benzanthrene Benzo[b]phenantren 2,3-Benzophenantren Tetraphene Naphthantresen Molekül Formülü : C₁₈H₁₂ Kaynama Noktası °C: 400 Erime Noktası °C: 160.7 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 2.8 x 10⁻⁵</p>	
<p>Chrysene Benzo[a]phenantren 1,2-Benzophenantren Molekül Formülü : C₁₈H₁₂ Kaynama Noktası °C: 448 Erime Noktası °C: 253.8 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 5.7 x 10⁻⁷</p>	

<p>Benzo[b]fluoranthene 3,4-Benz[e]acephenanthrylene Benzo[b]fluoranthene Benzo[e]fluoranthene 2,3-Benzofluoranthene 3,4-Benzofluoranthene Molekül Formülü : C₂₀H₁₂ Kaynama Noktası °C: 481 Erime Noktası °C: 168.3 Buhar Basıncı (Pa at 20 °C) 6.7 x 10⁻⁵</p>	
<p>Benzo[j]fluoranthene 7,8-Benzfluoranthene Benzo[l]fluoranthene 10,11-Benzofluoranthene Dibenzo[a,jk]fluorene Molekül Formülü : C₂₀H₁₂ Kaynama Noktası °C: 480 Erime Noktası °C: 165.4 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 2.0 x 10⁻⁶</p>	
<p>Benzo[k]fluoranthene 11,12-Benzofluoranthene 8,9-Benzofluoranthene 2,3:1',8'-Binaphthylene Dibenzo[b,jk]fluorene Molekül Formülü : C₂₀H₁₂ Kaynama Noktası °C: 480 Erime Noktası °C: 215.7 Buhar Basıncı (Pa at 20 °C) 5.2 x 10⁻⁸</p>	
<p>Benzo[a]pyren Benzo[def]chrysene 3,4-Benzopyren 6,7-Benzopyren 1,2-Benzopyren 4,5-Benzopyren Molekül Formülü : C₂₀H₁₂ Kaynama Noktası °C: 496 Erime Noktası °C: 178.1 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 7.0 x 10⁻⁷</p>	
<p>Indeno[1,2,3-cd]pyren 1,10-(1,2-Phenylene)pyren 1,10-(o-Phenylene)pyren o-Phenylenepyren 2,3-(o-Phenylene)pyren 2,3-Phenylenepyren Molekül Formülü : C₂₂H₁₂ Kaynama Noktası °C: 536 Erime Noktası °C: 163.6 Buhar Basıncı (Pa at 20 °C) 1.3 x 10⁻⁸</p>	

<p>Dibenz[a,h]antresen 1,2:5,6-Benz[a]antresen 1,2:5,6-Benzantresen 1,2,5,6-Dibenzoantresen Molekül Formülü : C₂₄H₁₄ Kaynama Noktası °C: 524 Erime Noktası °C: 266.6 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 3.7 x 10⁻⁸</p>	
<p>Dibenz[a,c]antresen Benzo[b]triphenylene 1,2:3,4-Dibenzantresen 2,3-Benztriphenylene Molekül Formülü : C₂₄H₁₄ Kaynama Noktası °C: 518_† Erime Noktası °C: 205 - 207_† Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 1.3 x 10⁻⁹</p>	
<p>Dibenzo[a,e]pyren Naphtho[1,2,3,4-def]chrysene 1,2:4,5-Dibenzopyren Molekül Formülü: C₂₄H₁₄ CAS Registry No.: 192-65-4 Kaynama Noktası °C: 592 Erime Noktası °C: 244.4 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C)</p>	
<p>Dibenzo[a,h]pyren Dibenzo[b,def]chrysene 3,4:8,9-Dibenzpyren Molekül Formülü: C₂₄H₁₄ Kaynama Noktası °C: 596 Erime Noktası °C: 317 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C)</p>	
<p>Dibenzo[a,i]pyren Benzo[rst]pentaphene Dibenzo[b,h]pyren 3,4:9,10-Dibenzopyren 1,2:7,8-Dibenzpyren 4,5,8,9-Dibenzopyren Molekül Formülü: C₂₄H₁₄ Kaynama Noktası °C: 594 Erime Noktası °C: 282 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C) 3.2 x 10⁻¹⁰</p>	
<p>Dibenzo[a,l]pyren Dibenzo[def,p]chrysene 2,3:4,5-Dibenzopyren 3,4:8,9-Dibenzopyren 4,5,6,7-Dibenzopyren 1,2:9,10-Dibenzopyren 1,2:3,4-Dibenzpyren Molekül Formülü: C₂₄H₁₄ Kaynama Noktası °C: 595 Erime Noktası °C: 162.4 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C)</p>	

<p>Benzo[ghi]perylene 1,12-Benzoperylene Molekül Formülü: C₂₂H₁₂ Kaynama Noktası °C: 500 Erime Noktası °C: 277 Buhar Basıncı (Pa at 25 °C)</p>	
--	--

PAHlar ortam sıcaklığında çoğunlukla (%70- 90) partikül madde üzerinde adsorplanır. Hafif PAHlar, ki bunlar 2- 3 halkalıdır, genellikle kanserojen değildir. Atmosferde kalış zamanları kısa olmasına karşın, PAH taşıyan ufak partiküllerle birlikte uzak mesafelere kadar taşınabilirler ve bu da atmosferde kalış sürelerini uzatır.

Çoğu PAH 300- 420 nm UV ışığına maruz kaldığında foto oksidasyona uğrar [Onah et al, 2002]. Atmosferde fotokimyasal oksidasyon özellikle yaz aylarında artar. Uçuculukları az olan PAHlar rüzgar hızı ve güneş radyasyonundan yarı uçucu PAHlara göre daha fazla etkilenmektedir [Park et al,2000].

5.4.PAHların Atmosferden Çıkma Mekanizmaları

PAHların yüzlerce kilometre uzağa uzun dönemli taşınması pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. [Lenge and Bjorseth, 1977] [Hung et all, 2005].

Atmosferde partikül faz PAHlar, yanma sonucu oluşan ince partiküller olarak bilinen partikül çapı < 2 µm partiküller üzerinde yayılma eğimli gösterir [Roghe et al,1993]. Diğer taraftan PAHların önemli miktarı mineral partiküller gibi iri partiküllerde bulunur. Bu yüzden PAHların önemli bir miktarı atmosferde muhtemelen mineral partiküllerle birlikte [Tamamura, 2007]

PAHlar atmosferde gaz molekülleri ya da partikül maddelerin üzerine direk etki ederek kuru çökme ile ya da yağ çökme ile atmosferden çıkabilir. Atmosferik

kaynaklardan dünya okyanuslarına geçen PAH'ın %10-80'i atmosferik depolamadan kaynaklanır [Moore and Ramamoorthy, 1984]. Bir kez PAH çökelirse, yüzey sularında toplanabilir ve yağmur suları ile taşınabilir. Bu durumda yağmur yoğunluğu, miktarı, yağışlı gün sayısı gibi parametrelerin depolanmada rol oynaması kaçınılmazdır [Fergusson and Ryan, 1984].

Atmosfer PAHların ana taşınma ve depolanma yeridir. Her ne kadar kuru ya da yağ çökme, foto oksidasyon ve maruz kaldıkları kimyasal tepkimeler ile atmosferde PAHlar azalsa da bu kirleticiler kentsel olmayan bölgelere de taşınabilmektedir [Odabası et al, 1999]. B(a)P atmosfere partikül fazda girer ve yağ ve kuru çökme ile ayrılır. Buna ek olarak; fotoliz ve partiküllerin ozon ile reaksiyonu bağlantılı olarak B(a)P atmosferde kalış süresi kısalmaktadır. Her ne kadar B(a)P en kanserojen PAH olarak belirtilse de 5.3 saatlik çok kısa bir yarılanma ömrüne sahiptir [Ana et al, 2003]. NAPH hidroksil üretilen hidroksil radikalleri fotokimyasal reaksiyona uğrar ve yarılanma süresi 3- 8 saat arasındadır. FLU için yarılanma süresi 4- 5 gün olarak verilmiştir. Aerosoller ve partikül madde üzerinde bulunan FLU yağış olmazsa uzak yerlere taşınabilir. Atmosfere yayılan PHEN partikül madde üzerine tutunur. Uçucu kül üzerinde tutunan PHEN hızlıca fotoliz olur. (Yarılanma süresi 49 saat). Atmosferden yağ ve kuru çökme ile çıkarılır. Eğer ANTH atmosfere girerse derhal fotolize olacaktır ve üretilen hidsoksil radikalleri ile reaksiyonu sonucu buhar fazda yarılanma süresi 1.67 gündür. FLT atmosfere bırakıldığında partikül madde üzerine tutunmuş şekilde ve buhar fazında var olur. Yüze tutunmamış FLT; ozon, nitrojen oksit ve sülfür oksitlerle reaksiyona girerek fotolize olur. Yarılanma ömrü yaklaşık 4- 5 gündür. Yüze tutunmuş moleküller daha kararlı olarak uzak mesafelere taşınabilir. PYR atmosfere partikül madde ile nüfuz etmiş olarak bırakılır ve partikül boyutuna ve iklimsel şartlara bağlı olarak uzun mesafelere taşınır. Buhar fazında pyren atmosferdeki çeşitli kirleticilerle reaksiyona girer ve buna bağlı olarak yaşam süresi O₃ için 0.67 gün, NO₂ için 14 gündür. Üretilen hidroksil radikalleri ile yaşam süresi 1.12 gündür. B(b)F için atmosferik yaşam süresi 1 gündür

İzleyen çizelgelerde yayınlarda bahsedilen çeşitli PAHlar için yaşam süreleri verilmektedir.

Çizelge 5.5. Odun kurumu partikülleri üzerinde bazı 4 ya da 5 halkalı PAHların nitrojen dioksit (NO₂), ozon (O₃), ve dinitrojen pentaoksit (N₂O₅) ile termal reaksiyonu sonucu temsili yaşam süreleri [Kamens et al,1985] [Kamens 1990]

PAH (Halka sayısı)	Temsili yaşam süreleri		
	O ₃	NO ₂	N ₂ O ₅
Pyren (4)	1.8 gün		
Benzo[a]anthracene(4)	1.2 gün		4 yıl
Chrysene (4)	2.2 gün		
Benzo[b]fluoranthrene(5)			19 yıl
Benzo[k]fluoranthrene (5)	1.2 gün		14 yıl
Benzo[a]pyren (5)	1.6 gün	19 gün	
	1.8 gün		
Benzo[ghi]perylene (6)			5.1 yıl

Çizelge 5.6. Bazı 2 ve 4 halkalı PAHların OH radikalleri, NO₃ radikalleri ve O₃ ile gaz faz reaksiyonu ile temsili yaşam süreleri [Atkinson, 1994] [Brubaker and Hites 1998] [Carslaw et al, 1997]

PAH (Halka sayısı)	Temsili yaşam süreleri			
	OH		NO ₃	O ₃
	Yaz	Kış		
Naftalin (2)	12 ssat	2.7 gün	6 yıl	>80 gün
1-methyl naphthalene (2)	5.3 saat	1.1 gün	2.7 yıl	> 125 gün
2-methyl naphthalene (2)	5.3 saat	1.1 gün	2 yıl	> 40 gün
2,3-dimethyl naphthalene (2)	3.7 saat	18 saat	1.4 yıl	> 40 gün
Acenaphthene (3)	3.5 saat	18 saat	4.8 saat	> 30 gün
Acenaphthylene (3)	2.6 saat	13 saat	24 dakika	43 dakika
Fluorene (3)	1.8 gün	9 gün		
Phenantren (3)	9 saat	1.9 gün		
Antresen (3)	2.1 saat	10 saat		
Fluoranthene (4)5.6 saat	5.6 saat	1.2 gün	340 gün	

Pyren (4)	5.6 saat	1.2 gün	120 gün	
-----------	----------	---------	---------	--

5.5. Sağlık Etkisi

PAHlar bazı şartlarda insan sağlığına zararlı olabilmektedir. Laboratuvar hayvanları, benz[a]antresen, benzo[a]pyren (B(a)P), benzo[b]fluoranthene (B(b)F), benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene (B(k)F), chrysene (CHR), dibenz[a,h]antresen (DBahA), and indeno [1,2,3-c,d]pyren (IND) gibi PAHları solumaya maruz bırakıldıklarında, yediklerinde ya da uzun bir süre bu maddeler derilerine temas ettirildiğinde hayvanların vücutlarında tümör oluştuğu belirlenmiştir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ise PAH içeren bileşiklerin solunması ya da uzun dönem deri ile temasa maruz kalınmasının kansere sebep olduğu bilinmektedir. Tüm bu olumsuz sağlık etkilerinden dolayı Sağlık ve İnsan Hizmetleri Kurumu (The Department of Health and Human Services (DHHS)) benz[a]antresen, B(b)F, benzo[j]fluoranthene, B(k)F, dibenz[a,h]antresen, B(a)P ve IND bilinen hayvan kanserojeni olarak nitelendirmiştir. Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) benz[a]anthracen ve B(a)P muhtemel insan kanserojeni, B(b)F, benzo[j]fluoranthene, B(k)F, ve IND'i düşük olasılıklı kanserojen; CHR, FLTH, FLU, PHEN, ve PYR nin ise insan için kanserojen olmayan şeklinde bir sınıflandırma yapmıştır. EPA ise benz[a]antresen, B(a)P, B(b)F, B(k)F, CHR, dibenz[a,h]antresen, ve IND muhtemel insan kanserojeni; ACE, FLTH, ANTH,benzo[g,h,i]perylene, FLU, PHEN, ve PYR nin ise insan kanserojeni olmadığı şeklinde raporlamıştır. Acenaphthene IARC ve EPA tarafından kanserojen etki bakımından henüz sınıflandırılmamıştır. Slooff ve arkadaşları ortam havasında izin verilebilir B(a)P seviyesini $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bildirmişlerdir [Slooff, 1989]. Almanya'da ise B(a)P limiti çoğu çalışma ortamı havası için $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak verilmiştir [DFG, 1999].

Çizelge 5.7. Kanserojenik PAH olarak listelenenler

PAH	IARC	EPA	UNECE POP	Fransa	Almanya	İtalya	İsveç
Acenaphthylene	ölçülemedi.	✓					
Acenaphthene.	ölçülemedi	✓					
Fluorene	3	✓					
Phenantren	3	✓					✓
Antresen	3	✓					
Fluoranthene	3	✓					✓
Pyren	3	✓					✓
Benz[a]antresen	2A	✓		✓	✓	✓	
Benzo[c]phenantren	3				✓		
Cyclopenta[cd]pyren	3				✓		
Chrysene	3	✓			✓		
Triphenylene	3				✓		
Benzo[b]fluoranthene	2B	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Benzo[j]fluoranthene	2B				✓	✓	
Benzo[k]fluoranthene	2B	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Benzo[ghi]fluoranthene	3				✓		
Benzo[e]pyren	3				✓		
Benzo[a]pyren	2A	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Indeno[1,2,3-cd]pyren	2B	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dibenz[a,h]antresen	2A	✓		✓	✓	✓	✓
Dibenzo[a,l]pyren	2B						✓
Methylantresens/ phenantrens	ölçülemedi						✓
Retene (1-methyl-7- isopropylphenanthrene)	ölçülemedi						✓
Benzo[ghi]perylene	3	✓		✓	✓		✓
Anthanthrene	3				✓		
Coronene	3				✓		
Naftalin	ölçülemedi	✓	✓				

1.2 A: Muhtemel kanserojen; 2B: Kanserojen olması olası 3: Sınıflandıramamış

2. PAHlar Avrupa Birleşmiş Milletler Komisyonun (UNECE)'de emisyon envanterlerinin amaçları için belirleyici olarak kullanılıyor.

5.6. Dünyada Ortam Havasında PAH Standartları

PAHların insan sağlığına etkileri belirlendikten sonra ülkeler ortam havasında PAH kısıtlamaları getirmişlerdir. Çizelge 5.8' de bazı ülkelerdeki PAH kısıtlamaları gösterilmektedir. Çizelgedeki ülkelerin bazıları limit değere sahip olmakla birlikte ortam havasında ulaşmayı hedefledikleri değerler de çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5.8. Dünyada ve Türkiye'de ortam havasında PAH standartları

Ülke	Ortam Havası Standardı
Belçika- Brüksel	Herhangi bir yasa yok
Belçika-Flaman	B(a)P yıllık ortalama 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ limit değer 0.017 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ uzun vadede hedeflenen değer
Hırvatistan	B(a)P yıllık ortalama 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ limit yönetmelik değer
Danimarka	Herhangi bir yasa yok
Finlandiya	Herhangi bir yasa yok
Fransa	B(a)P yıllık ortalama 0. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ limit değer 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ uzun vadede hedeflenen değer
Almanya	B(a)P 1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Yunanistan	Herhangi bir yasa yok
İrlanda	Herhangi bir yasa yok
İtalya	B(a)P 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
İzlanda	Herhangi bir yasa yok
Hollanda	B(a)P

	1µg /m3 limit değeri 0.5 µg /m3 yönetmelik değeri
İngiltere	B(a)P 0.25 µg /m ³
WHO	B(a)P: 8.7 x 10 ⁻² [µg/m3]
Türkiye	Herhangi bir değeri yok

[Boström C-E et al, 1999] [Environmental Quality Objectives, 1994]

5.7.PAH Ölçüm Metotları

Atmosferik PAH çalışmalarında B/P (Buhar/Partikül) dağılımları ve ayırma işlemi oldukça önemlidir [Bidleman, T.F, 1986]. PUF numune toplama cihazı kullanılarak atmosferde toplam partikül madde miktarının bulunması genellikle yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Partikülleri toplamadaki kapasitelerinin yanında özellikle iz elementlerin ve atmosferde bulunan organiklerin toplanmasında kolaylık sağlamaları dolayısıyla PUF örnekleme cihazı birçok çalışmada kullanılmaktadır [James et al, 2001]. Bu örnekleme sisteminde kullanılan, poliüretan köpük ve XAD reçinesi, atmosferde PAH ölçümleri için yaygın olarak kullanılmaktadır [Burdick and Bidleman, 1981]. Bununla birlikte, XAD (300- 600 m²g⁻¹) ile kıyaslandığında PUF (0.007-0.035 m²g⁻¹) çok daha düşük yüzey alanına sahiptir. XAD-2 reçinelerinin naftalin için PUFdan daha fazla toplama kapasitesine sahip olduğu bir çok çalışmada rapor edilmiş ve PUF üzerinde bazı uçucu PAHların geri kazanımı düşük ölçüm sıcaklığında çalışılmıştır [Chuang and Peterson, 1987]. Düşük molekül ağırlıklı PCBlerin toplanmasında da iki PUF arasına yerleştirilmiş XAD-2 den oluşturulmuş sandviçler kullanılmıştır [Lewis, and Jackson, 1982].

Çizelge 5.9. Avrupa ülkelerinde kullanılan PAH ölçüm metotları

	Numune Toplama	Ekstraksiyon	Temizleme	Analiz	PAH	Standart Metod
İngiltere	Partikül+gaz, TSP Filtre, PUF	Soksilet DCM, Hegzan ya da toluen	Silika Jel ya da alumina kromotografi kolonu	HPLC-UV HPLC-FLUO GS-MS	EPA Listesindeki PAH	US EPA mEtod TO-13 A
Finlandiya	Patikül, PM 1066 m ³ /24 saat; Teflon Filtre	Soksilet	Sıvı-sıvı ekstraksiyon, DMSO silika jel ya da alumina kromotografi kolonu	GS-MS	Pah, Metil- PAH, BNT, 31 PAH ve türevleri	
Avusturya	Partikül+gaz , 15 m ³ /24 saat GFF Filtre	Soksilet Hegzan; dietiler (20 saat)	Katı faz ekstraksiyon	GS-MS	EPA Listesindeki PAH lar	ISO 12884
İtalya	Partikül ya da PM 10 (24 Saat) GFF Filtre	Ultrasonik ekstraksiyon siklohegzan	Silika jel ince tabaka kromotografi kolunu	GS-MS GS-FID	IARC sınıflandırması ndaki 2A ve 2B PAH lar	DM (Bakanlık kararnamesi)
İspanya	Partikül,TSP, GFF Filtre	Soksilet, Siklohegzan ya da DCM;ya da DCM; Aseton	Silika Jel ya da alumina kromotografi kolonu	GS-MS	17 PAH	
Yunanistan	Partikül,TSP, 60 m ³ / saat GFF	Soksilet, Siklohegzan ya da benzen Ultrasonik ekstraksiyon ekstraksiyon, DCM ya da hekzan; siklohegzan	Sıvı – sıvı ekstraksiyon dimetilformamide; su Silika jel ya da alumina kromotografi	GS-MS GS-FID	EPA Listesindeki PAH lar	

Çizelge 5. 9 da Avrupa ülkelerinde kullanılan PAH ölçüm metotları verilmiştir. PAHların analiz edilebilmesi için kullanılan iki farklı ekstraksiyon yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi soksilet ekstraksiyon diğeri ise ultrasonik ekstraksiyondur. Bu yöntemlerde farklı türde çözücüler kullanılabilir. Yaygın olarak kullanılan DCM ve hegzandır. Analiz ise HPLC ve GS-MS kullanılarak yapılmıştır.

6. MATERYAL METOD

6.1. Emisyon Envanteri

6.1.1.Sabit Kaynaklar

Bölgede yapılan envanter çalışmasının ilk adımında bölgedeki kirletici kaynakların belirlenme çalışması yapıldı. Bölgedeki sabit kaynaklar Dilovası Organize Sanayi Bölgesi ve Kocaeli Organize Sanayi Bölgesi ve Kocaeli Çevre İl Müdürlüğü'nden edinilmiştir. Bu emisyon envanteri çalışmasında, sanayi tesislerinden atmosfere bırakılan kirleticilerin miktarlarının belirlenmesi her bir sanayi tesisinde enerji temini için kullanılan yakıt miktarları esas alınarak yapılmıştır. Başka bir deyişle çalışma bölgesinde bulunan sanayi tesislerinin proseslerinden kaynaklanan kirlilik miktarları bu çalışmada ele alınmamıştır. Bunun nedeni bulunan sanayi tesislerinin tamamının proses bilgilerine ulaşılamamış olmasıdır. Dilovası beldesinde bulunan sanayi tesislerinde farklı yakıt türleri kullanılmaktadır. Bunlar fuel oil, LPG ve linyittir. Emisyonu olan ve olmayan sanayi tesisleri Ek 1 de listelenmiştir.

Çizelge 6.1. Dilovası Sanayi Bölgesinde Tesislerin Genel Durumu

Dilovası Organize Sanayi Bölgesinde toplam tesis sayısı	171 adet
Faaliyetini durdurmuş olanlar	14 adet
Emisyonu olmayan işletmeler	124 adet
Emisyonu Olan İşletmeler	33 adet

Endüstrilerden atmosfere bırakılan kirleticilerin tahmini miktarları EPA'nın ilgili dökümanlarında (Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume 1: Stationary Point and Area Sources) verilen faktörler kullanılarak belirlenmiştir EPA'nın ilgili dokümanlarında değerler IS Birim sistemine çevrilmiş olarak kullanılmıştır.(Çizelge 6.2)

Çizelge 6.2. Kullanılan emisyon faktörleri (EPA)

Yakıt Türü	PM (g/kg)
Linyit	3.3* A
Fuel oil	0,015(S)+0,055
LPG	0.001

A = Yakıtın kül oranı

S = Kükürt içeriği

Yakıtın kül oranı bu çalışmada 30 06 2006 tarihli Kocaeli Valiliği Mahalli Çevre Kurulu Kararı ile belirlenmiş olan maksimum sınır değer % 25 düşünülerek olarak alınmıştır. Çalışmada ayrıca kül içeriği maksimum %8 ithal linyit kullanılırsa durum ne olur hesaplaması da yapılmıştır. Fuel oile ait maksimum kükürt içeriği ise %1 olarak 30 06 2006 tarihli Kocaeli Valiliği Mahalli Çevre Kurulu Kararı ile belirlenmiş ve bu çalışmada esas alınmıştır

6.1.2. Hareketli Kaynaklar

Bölgede iki önemli karayolu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi D-100 Karayolu, diğeri TEM otobanıdır. Bunlar ile ilgili veriler 1. Karayolları Küçükyalı Şube Müdürlüğü'nden elde edilen 2004 yılına ait verilerdir (Çizelge 6.3). Emisyon faktörlerinin kullanılmasında araç sayılarının bilinmesi gerekirken, her bir aracın kat ettiği toplam yol kilometresinin de bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada belgedeki yol uzunluğu 4 km olarak alınmıştır. Yetkili Otomotiv Satıcıları Derneği (YODER) 2006 verilerine istinaden yolcu arabalarının % 49 sının dizel olduğu varsayılmıştır. Kilometre başına PM emisyon faktörleri Çizelge 6.5'de verilmiştir.

Çizelge 6.3. D-100 ve TEM den geçen günlük ortalama taşıt miktarları

Yollar	Yolcu Arabaları (gün)	Disel Otobüsler (gün)	Dizel Ağır İş Araçları 7.5t<Ağırlık<16t (gün)	Dizel Ağır İş Araçları Ağırlık >32t (gün)	Motor siklet >50 cm³ (gün)	Toplam Araç Sayısı (gün)
Otoban	16043	3982	3379	1516	-	24920
D-100	9062	145	2751	1483	-	13441

Çizelge 6.4. Farklı araç tipleri için partikül madde emisyonlarını hesaplamada kullanılan emisyon faktörleri (CITEPA, 2004).

Araç Tipi		Unit	PM
Benzinli yolcu arabaları	Şehir Dışı*	g/km	-
	Otoban**	g/km	-
Dizel yolcu arabaları	Şehir Dışı*	g/km	0.20
	Otoban**	g/km	0.38
Dizel Ağır İş Araçları 7.5t<Ağırlık<16t	Şehir Dışı*	g/km	0.44
	Otoban**	g/km	0.34
Dizel Ağır İş Araçları Ağırlık >32t	Şehir Dışı*	g/km	0.57
	Otoban**	g/km	0.45
Dizel otobüsler	Şehir Dışı*	g/km	0.41
	Otoban**	g/km	0.27
Motosiklet >50 cm ³	Şehir Dışı*	g/km	-
	Otoban**	g/km	-

*Hesaplama saatte 70 ile 90 km arasındaki hızlar için yapılmıştır.

**Hesaplama saatte 100 ile 120 km arasındaki hızlar için yapılmıştır.

6.1.3. Evsel Kaynaklar

Belde de bulunan konut miktarları ile ilgili veriler Kocaeli Çevre İl Müdürlüğü' nün 2003 yılı ile ilgili verileridir. Çizelge 6.5 Dilovası beldesindeki evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtların cinsine göre miktarlarını göstermektedir. Çalışmada odun emisyon faktörü 0.787 kt/PJ olarak alınmıştır (EPA 1998b). Odunun ısı değeri kg başına 16000 kj olarak alınmıştır [EPA 1998b]

Çizelge 6.5 Dilovası Beldesi'nde yıllık yakıt tüketim miktarları (Kocaeli Çevre İl Müdürlüğü, 2003)

BELEDİYE	Konut Sayısı	Yakıt Tüketimi(yıl)				
		Linyit (Ton)	Odun (ton)	Doğal Gaz (Sm ³)	Fuel Oil (ÖKY) (m ³)	LPG (m ³)
Dilovası	6600	18810	495	-	-	-

6.2. Çalışma Alanı

Bu tezde çalışma alanları olarak Dilovası Beldesi ve GYTE Muallimköy yerleşkesi seçilmiştir. Numune toplama noktaları olarak iki istasyon belirlenmiştir. Bu noktalardan bir tanesi Dilovası beldesinde yoğun yerleşimin olduğu Dilovası Belediyesi binasının çatısı, diğeri de Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Muallimköy Yerleşkesindeki Çevre Mühendisliği binası terası olarak belirlenmiştir. Numune alma noktalarının yerleri Şekil 6.1’de uydu fotoğrafında gösterilmiştir. Dilovası beldesinde numune alma noktası DLV ve Gebze Yüksek Teknoloji Çevre Mühendisliği binası ise GYTE olarak isimlendirilmiştir. GYTE numune alma noktası yoğun sanayinin bulunduğu Dilovası beldesinde elde edilecek olan ölçüm sonuçlarının kıyaslarının yapılması için çalışmaya dahil edilmiştir. Muallimköy noktası denizden yaklaşık 2 km mesafede, herhangi bir mesken ve sanayi alanından uzakta kırsal sayılabilecek bir noktadır. Numune alma noktalarından on günlük numune alınarak bu noktalarda her gün filtre üzerinde toplam partikül madde, birer gün ara ile de organik madde ve PAH analizi yapılmıştır.



Şekil 6.1. Numune toplama yerlerinin gösterilmesi

6.3.Numune Toplama Yöntemi

Numune toplama işlemi Andersen Instrument, Inc marka Model GPS-1 PUF aktif numune toplama cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Numune toplamaya başlamadan önce cihaz bir kalibrasyon orifisi ile kalibre edilmiştir. Kalibrasyon işlemi aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir..

6.3.1.Yüksek Hacimde Numune Toplayıcı Kalibrasyonu

Cihazı kalibrasyona hazırlama işlemi şu sıra ile gerçekleştirilir.

- 1) Cam kartuşu numune başlığı içerisine yerleştirilir.
- 2) Numune başlığı yüksek hacimde numune toplama cihazı üzerine dikkatlice oturtularak vidalar iyice sıkılır.
- 3) Filtre destek kısmı yerleştirilmeden orifis numune başlığı üzerine sabitlenir.
- 4) Boyar maddenin bir kısmı gözün manometrede ayırım yapabileceği şekilde saf su ile seyreltilir.
- 5) Seyreltilmiş boyar madde U tipi manometre içerisine hava boşluğu olmayacak ve her iki uç arasında su seviyesi eşitlenecek şekilde doldurulur.(Bir kolda su seviyesinin biraz fazla olması normaldir) Hava boşluğu kalmamasına dikkat edilmelidir.
- 6) U tipi manometrenin orfisle bağlantısı yapılır.
- 7) U tipi manometrenin bağlantı vidalarının tamamen sıkılmaması gerekmektedir. Tamamen sıkıldığında okuma yapmak mümkün olmayabilir.
- 8) Ortam sıcaklığı veri kağıdına not edilir.
- 9) Ortam barometrik basıncı veri kağıdına not edilir.
- 10) Orfis eğim ve kesim noktası bilgileri veri kağıdına kaydedilir.

Kalibrasyon:

- 1) Magnehelic ayarlayıcıda 20 inch okuma yapılacak şekilde hava akışı ayarlanır. (Saat yönüne akış ayarlama düğmesini çevirdiğimizde akış azalacaktır.)Manometrede okunan değer veri kağıdına kaydedilir.
- 2) Magnehelic ayarlayıcıda 30 inch okuma yapılacak şekilde hava akışı ayarlanır. (Saat yönüne akış ayarlama düğmesini çevirdiğimizde akış azalacaktır.)Manometrede okunan değer veri kağıdına kaydedilir.

- 3) Magnehelic ayarlayıcıda 40 inch okuma yapılacak şekilde hava akışı ayarlanır. (Saat yönüne akış ayarlama düğmesini çevirdiğimizde akış azalacaktır.)Manometrede okunan değer veri kağıdına kaydedilir.
- 4) Magnehelic ayarlayıcıda 50 inch okuma yapılacak şekilde hava akışı ayarlanır. (Saat yönüne akış ayarlama düğmesini çevirdiğimizde akış azalacaktır.)Manometrede okunan değer veri kağıdına kaydedilir.
- 5) Magnehelic ayarlayıcıda 60 inch okuma yapılacak şekilde hava akışı ayarlanır. (Saat yönüne akış ayarlama düğmesini çevirdiğimizde akış azalacaktır.)Manometrede okunan değer veri kağıdına kaydedilir.
- 6) Magnehelic ayarlayıcıda 70 inch okuma yapılacak şekilde hava akışı ayarlanır. (Saat yönüne akış ayarlama düğmesini çevirdiğimizde akış azalacaktır.)Manometrede okunan değer veri kağıdına kaydedilir.

Hesaplamalar:

- 1) Orfis manometre (Y_3) değeri için veri kağıdındaki hesaplama işlemleri yapılır.
- 2) Moniör magnehelic (Y_4) değeri için veri kağıdındaki hesaplama işlemleri yapılır.
- 3) Kalibre edilmiş orfis akışı için veri kağıdında ki (X_1) hesaplama işlemleri yapılır.

Kalibrasyon eğilim çizgisinin çizilmesi:

- 1) X_1 değeri x eksenine, Y_4 değeri y eksenine gelecek şekilde değerler yerleştirilir.
- 2) Bu değerlerden geçen lineer eğilim çizgisi çizilir.
- 3) Doğrunun eğimi,kesim noktası ve regrasyon değeri(R-Kare) bulunur.Veri kağıdına kaydedilir.

Korelasyon katsayısı (CC1):

Eğim (M1):

(CC2):

(M2):

Kesişim noktası (B1):

(B2):

Kalibrasyon tarihi:.....

Kalibrasyon Hava Sıcaklığı:.....C°

Kalibrasyon Açık Hava Basıncı:.....”Hg.....mm”Hg

Kalibrasyon sabiti(set point):.....

Çizelge 6.6. PUF örnekleme cihazı kalibrasyon hesaplama kağıdı

Kalibrasyon İçin Değerler		Kalibre Edilmiş Değerler		
Orfis manometre (inches) (Y1)	Monitör Magnehelic (Y2)	Orfis Manamotre (Y3)	Monitör Magnehelic (Y4)	Kalibre edilmiş orfis akışı(scm) (X1)
	70			
	60			
	50			
	40			
	30			
	20			
	10			

Tanımlar:

Y1 : Kalibrasyon orfisi okuması: inç H₂ O

Y2 : Monitör Maghenelic okuması inç H₂ O

P_a : Barometrik Basınç mmHg

B1 : Kalibrasyon orfisi manometre kesim noktası

M1 : Kalibrasyon orfisi manometre eğimi

Y3 : Orfis Manometresi için kalibre edilmiş değer= $[Y1 \times ((\frac{P_a}{760}) \times (\frac{298}{T_a + 273}))^{\frac{1}{2}}]$ (6.1)

Y4 : Magnehelic için kalibre edilmiş değer

$$=[Y2 \times ((\frac{P_a}{760}) \times (\frac{298}{T_a + 273}))^{\frac{1}{2}}] \quad (6.2)$$

X1 : Orfis akış değeri ,Sm³ $= \frac{Y3 - B1}{M1}$ (6.3)

P_{std} : Standart barometrik basınç,760 mm Hg

T_a : Sıcaklık °C (kalibrasyon esnasında)

T_{std} : Standart sıcaklık ,25°C

Kalibrasyon eğrisinden faydalanılarak toplam hava numunesi hacmi bulunur. Numuneler 24 saatlik bir periyotta toplanmıştır. Filtre her gün poliüretan köpük (PUF) ise birer gün ara ile cihaza yerleştirilmiştir. PUF sandviçler iki PUF köpük arasında 20 gr Sigma Marka XAD- 2 konularak hazırlanmıştır. Ulaşım esnasında filtre üzerine ya da PUF üzerine gelebilecek herhangi bir kirliliğin olması istenmediğinden filtreler, üzeri alüminyum folyo ile kaplanarak cam petri kapları ile, PUF ise alüminyum folyoya sarılı halde cam bir kavanozun içine yerleştirildikten sonra soğutuculu bir numune taşıyıcı ile taşınmıştır.

6.4. Ölçüm Yöntemi

Bu çalışmada Whatman marka quartz mikrofiber filtre kullanılarak partikül madde, PUF ve XAD ile gaz fazdaki PAHlar toplanmıştır. Tartım yöntemiyle TPM, ısıl yöntemle partikül maddenin organik içeriği ve GC/MS ile hem gaz hem partikül fazda 16 adet PAH analizi gerçekleştirilmiştir.

6.4.1. Toplam Partikül Madde ve Organik Madde Ölçüm Yöntemi

Filtreler marka kül fırınında 450°C’de 24 saat bekletilir. Daha sonra desikatörde sabit tartıma getirilerek tartım işlemi gerçekleştirilir. Numune toplama işlemi gerçekleştirildikten sonra filtreler sabit tartıma getirilerek son tartım yapılır. Filtreden geçen hava miktarı orifis manometreden okunan değere ve daha önce yapılan kalibrasyon değerine bakılarak hesaplanır. Hesaplama işlemi aşağıdaki gibi gerçekleştirilir.

$$\text{Toplam Partikül Madde(TPM) } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{(B-A) \times 1000000}{Q \times t} \quad (6.4)$$

A= İlk Tartım(g)

B= Son tartım

Q=Çekiş Hızı(L/dk)

t= Numune toplama süresi(dk)

Eğer Toplam organik madde miktarı hesaplanacaksa filtreler 450 ° C’de 1 gün bekletilerek organik kısım hesaplanır. Bu durum için hesaplama yöntemi aşağıdaki gibidir.

$$\text{Toplam İnorganik Madde Miktarı(TİM)}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{(\text{B}-\text{C}) \times 1000000}{\text{Q} \times \text{t}} \quad (6.5)$$

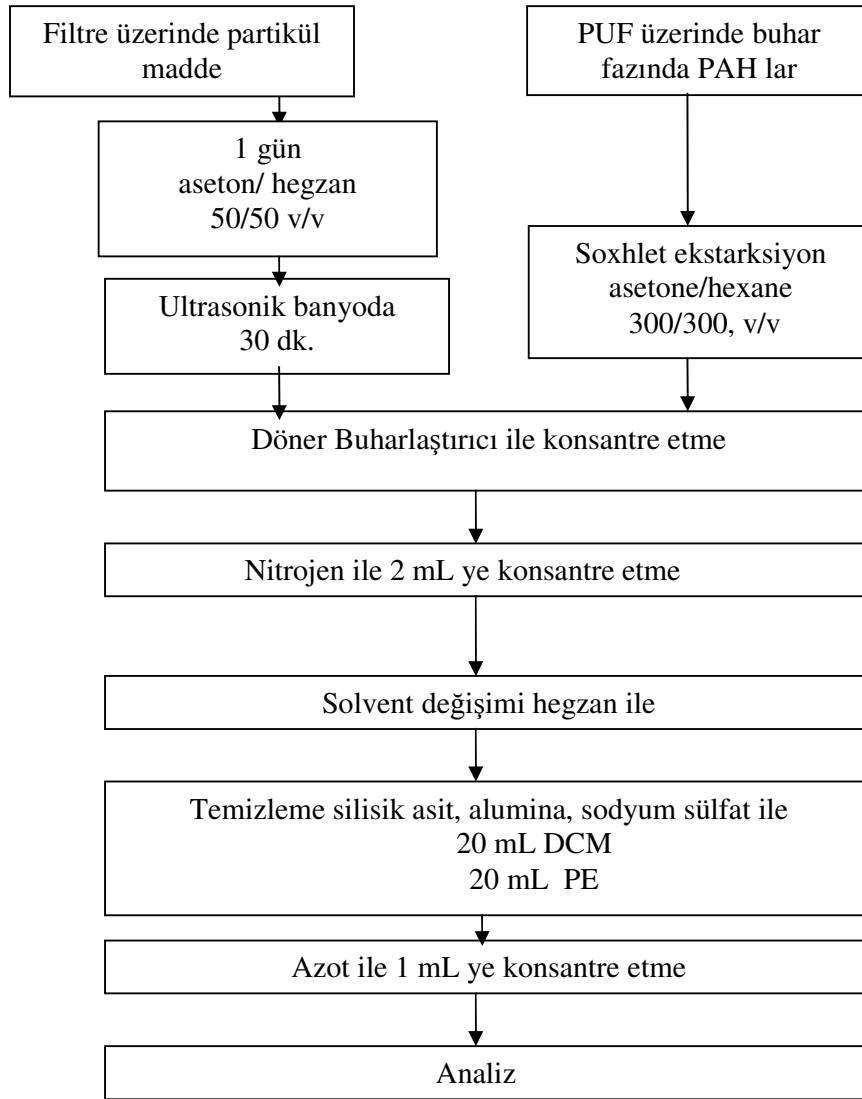
C= Yakmadan Sonraki Tartım(g)

$$\text{Toplam Organik Madde Miktarı(TOM)} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \text{TSP}-\text{TİM} \quad (6.6)$$

6.4.2.PAH Analizi

PAH analizi bu tez çalışmasında; hem filtrede toplanan partikül madde üzerinde adsorplanan PAHlar hem de PUF ile beraber toplanan atmosferik buhar fazı PAHlar olarak iki ayrı şekilde yapılmıştır. PAHların ekstraksiyon işlemi Şekil 6.2’de özetlenmiştir.

Filtreler katlanarak cam kavanozun içerisine yerleştirilir. İçerisine 100 mL aseton/hegzan (v/v) karışımı eklenir. Çözücü ilavesi sırasında 0.5 mL internal standart eklenerek 24 saat karanlık bir ortamda beklemeye bırakılır. 24 saat sonunda alınan kavanoz 30 dk süre ile ultrasonik banyoda ekstraksiyon işlemine tabi tutulur. Süre tamamlandıktan sonra dikkatlice filtre ayılarak çözücü döner buharlaştırıcıya alınır.PUF de toplanan buhar fazındaki PAHlar için ise 24 saat soksilet ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilir. Çözücü olarak 300 mL aseton/hegzan (v/v) kullanılır. Çözücü içerisine 0.5 mL internal standart eklenir. Süre tamamlandıktan sonra döner buharlaştırıcı adımına geçilir. PUF ve filtreler için diğer adımlar aynıdır.

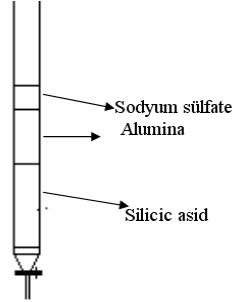


Şekil 6.2. PAH Analizi

Döner buharlaştırıcıda 33°C de 5 mL'ye düşürülür. 10 mL hegzan eklenerek 5 mL'ye yeniden düşürülür. 5 mL daha hegzan eklenerek 5 mL'ye kadar buharlaştırma işlemi devam ettirilir. 5 mL olduktan sonra pastör pipeti kullanarak alınır ve solvent 2 mL'ye düşünceye kadar azotla uçurulur. Bu işlemden sonra atmosferden gelebilecek diğer organik kirleticiler için temizleme işlemi gerçekleştirilir.

Bu işlem için 1 cm. kalınlığında kromatografi kolonu kullanılır. Kolon için silisik asit, alumina ve sodyum sülfat önceden hazırlanır. Alumina ve sodyum sülfat

450°C de 24 saat silisik asit ise 105°C de 24 saat bekletilir. Kromatografi kolonuna yerleştirilmeden önce 2 g. alümina %6 saf su ile 3 g. sodyum sülfat ise %3 saf su ile deaktive edilir. Kolona malzemeler Şekil 6.3’de gösterildiği sırayla yerleştirilir.



Şekil 6.3. Kromatografi kolonu

20 mL diklora metan (DCM) kolonun üstünden bırakılır. Solvent tamamen kolondan geçtikten sonra 20 mL petrolyum eter (PE) kolondan geçirilir. Bu işlemler sırasında kolonun altında toplanan solventler atık toplama şişesine alınır. Daha önceden azot ile uçurularak 2 mL’ye düşürülmüş numune PE tamamen kolondan geçince kolona eklenir. 2 mL’ye düşürülmüş numunenin bulunduğu vial hegzanla yıkanarak bu da kolonun üstünden bırakılır. Tamamen sıfırlanınca bu defa 20 mL PE eklenerek işaretlenmiş vial alınır. Ardından da 20 mL DCM kolona eklenir. DCM solventi ile sıyrılan bu kısım da işaretlenmiş vial alınır. DCM içine geçen PAH numunesi azotla uçurma işlemine alınır. Bu işlem sırasında iki kez 5 mL’ye düşürüldükten sonra 10 mL hegzan eklenir. Son olarak 1 mL’ye kadar uçurularak analize hazır hale getirilir.

Daha sonra PAHlar vialler içinde taşıma kapları içinde analiz için Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümüne gönderilmiştir. Burada kimyasal iyonizasyonlu GC-MS ile 16 PAH’ın analizi gerçekleştirilmiştir.

7.BULGULAR VE TARTIŞMA

7.1. Envanter Çalışması Sonuçları

Envanter çalışması için elde edilen veriler kullanılarak elde edilen yıllık PM miktarları ilerleyen çizelgelerde verilmiştir. Çizelge 7.1’de Otoban (TEM) ve D-100 (E-5) karayollarından kaynaklanan yıllık partikül madde miktarları görülmektedir.

Hareketli kaynaklar kendi içinde değerlendirmeye alındığında en çok kirletici salınımının D100 karayolundan ortaya çıktığı belirlenmiştir (%67) .

Çizelge 7.1. Hareketli Kaynaklardan Kaynaklanan Yıllık Partikül Madde Miktarı

Karayolu	Partikül Madde Emisyonu (ton/ yıl)
Otoban	4.61
D-100	9.33
Toplam partikül madde miktarı (t/ yıl)	13.95

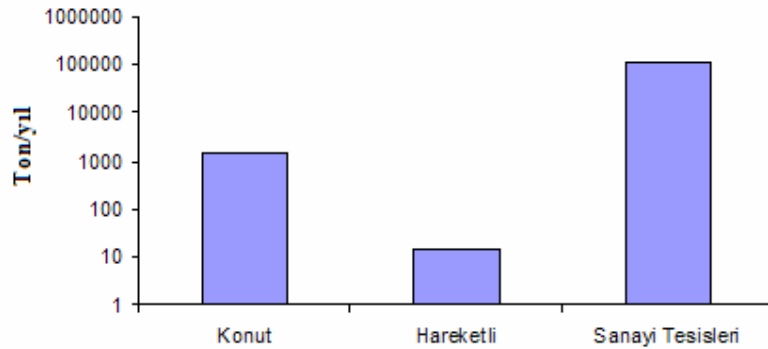
Çizelge 7.2 konut, sanayi ve hareketli kaynaklardan salınan PM miktarlarını göstermektedir. Konutlarda ısınma amaçlı yakıt kullanımı toplam partikül madde miktarının sadece %1’ini oluşturmaktadır. Aynı şekilde hareketli kaynakların etkisinin de çok düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 7.2 Toplam Partikül Madde Tahmini

Kaynak	Partikül Madde Emisyonu (ton/yıl)
Konut*	1403
Hareketli	14
Sanayi Tesisleri*	119996

*Kullanılan kömür için kül oranı %25 olarak alınmıştır.

Şekil 7.1'den de anlaşılacağı gibi beldedeki PM'nin %99 gibi büyük bir kısmının sanayi tesislerinin kullandıkları yakıtlardan kaynaklandığı görülmektedir. Hesaplamalarda sanayi tesislerinin hiçbir kontrol sistemi kullanmadığı varsayılmıştır. Ayrıca sanayi proseslerinden kaynaklanan PM miktarları ele alınmamış, yalnızca yakıt kullanımından kaynaklanan PM miktarları hesaplanmıştır. Kullanılan kömürün kül içeriği Mahalli Çevre Kurulu'nun izin verdiği maksimum değer olarak alınmıştır.

**Şekil.7.1.** Yıllık tahmini PM miktarları

Emisyon faktörü yakıtın kül içeriğinin bir fonksiyonu olduğundan kabul edilen kül içeriği toplam partikül madde miktarında büyük farklar yaratmaktadır. Örneğin sanayi tesislerinin ithal kömür veya Zonguldak taş kömürü gibi yaklaşık %8 kül içeriğine sahip kömür kullandığı varsayılırsa konutlardan ve sanayi tesislerinden kaynaklanan PM miktarında yaklaşık %70 azalma görülmektedir (Çizelge 7.3).

Çizelge 7.3. %8 kül içeriği varsayımıyla hesaplanan PM miktarları

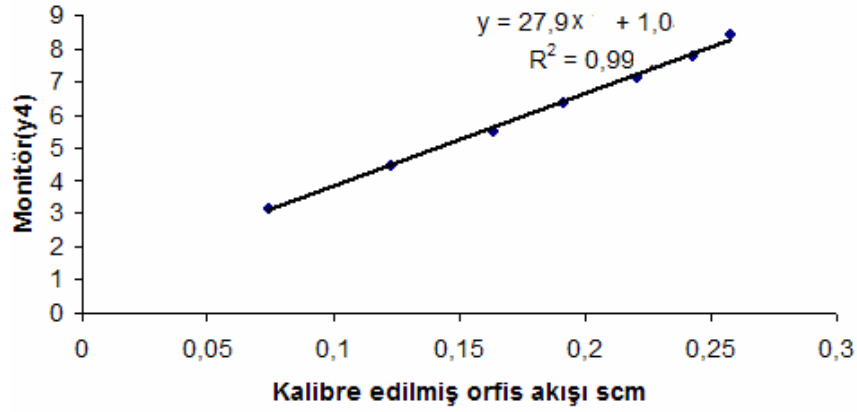
Kaynak	Partikül Madde Emisyonu (ton/yıl)
Konut	450
Sanayi Tesisleri	38,421

Türkiye’de yapılan diğer bir envanter çalışmasında CORINAIR ve USEPA emisyon faktörleri kullanılarak birincil kirleticiler için emisyon envanteri hazırlanmış ve toplam PM için yıllık olarak sırası ile 26,393 ton/yıl olarak hesaplanmıştır [Elbir ve ark., 2001]. Bu değerle kıyaslandığında her iki durumda da DLV’den kaynaklanan PM miktarlarının daha fazla olduğu görülmektedir.

7.2. Partikül Madde ve PAH Ölçüm Sonuçları

7.2.1. Cihazdan Geçen Toplam Hava Hacminin Hesaplanması

PUF numune toplama cihazı için Kısım 6.2.1’de detaylarıyla açıklanmış olan kalibrasyon, cihaz ilk kullanıma başladığında ve motor bakımından sonra yapılmıştır. Aşağıda PUF cihazı için yapılmış kalibrasyon eğrisi görülmektedir (Şekil 7.2)



Şekil 7.2. PUF numune toplama cihazı için akış kalibrasyon eğrisi

Her numune toplama periyodundan önce de tek bir akış noktası için doğrulama yapılmıştır. Bu işlemden sonra yapılan hesaplama ile çekilen hava miktarı aşağıdaki eşitlikteki gibi bulunmaktadır.

$$\text{Düzeltilmiş Magnehelic Okuma} = \left[\text{Ortalama Magnehelic Okuma} \left(\frac{T_{\text{std}} \times P_a}{T_a \times P_{\text{std}}} \right)^{1/2} \right]$$

$$\text{Akış hızı} = \frac{\text{Düzeltilmiş Magnehelic okuma} - \text{Kalibrasyon orfisi manometre kesim nok.}}{\text{Kalibrasyon orfisi manometre eğimi}} \quad (7.1)$$

7.3. TPM ve TOM miktarları

2005,2006 ve 2007 yıllarında birer hafta süreyle numune alınan tarihler kronolojik olarak Çizelge 7.4'de verilmiştir. Bu süre zarfında farklı mevsimlerde olmak üzere toplam 73 adet TPM, 36 adet TOM ve 9 adet PAH ölçümü yapılmıştır.

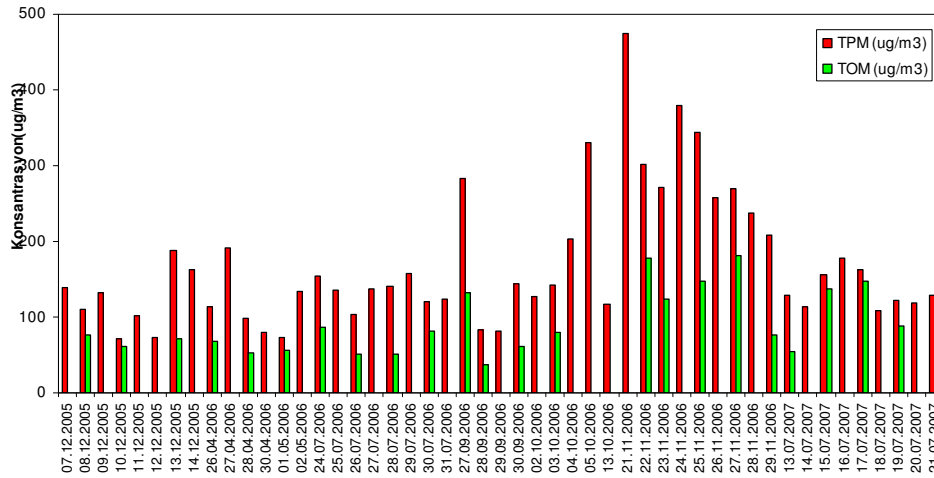
Çizelge 7.4. Ölçüm tarihleri ve ölçüm sayıları

Numune alma noktası	Ölçüm tarihleri	Ölçüm sayısı	Analiz içeriği
GYTE	7- 14.12.2005	8	8 adet TPM 5 adet TOM
GYTE	26.04- 02.05.2005	6	6 adet TPM 3 adet TOM
GYTE	24- 31.07.2006	8	8 adet TPM 4 adet TOM
GYTE	27.09- 06.10.2006	9	8 adet TPM 3 adet PAH 4 adet TOM
DLV	13-19.10.2006	7	7 adet TPM 3 adet TOM
DLV	01- 10.11.2006	9	9 adet TPM 6 adet PAH 3 adet TOM
GYTE	21-29.11.2006	10	9 adet TPM 6 adet TOM
GYTE	13-21.07.2007	9	9 adet TPM 4 adet TOM
DLV	27.09.2007 ve 05- 10. 08.2007	7	7 adet TPM 4 adet TOM
TOPLAM			73 adet TPM 36 adet TOM 9 adet PAH

Ölçümlerin bazılarında numune toplama işlemi elektrik kesintilerinin kontrol edilememesi sebebi ile gerçekleştirilememiştir. İlerleyen şekillerde ölçümlerin bazıları bu nedenle grafikte yer almamaktadır.

7.3.1.GYTE TPM ve TOM Konsantrasyonları

GYTE istasyonunda yapılan tüm TPM ve TOM ölçüm sonuçları Şekil 7.3'de verilmiştir. En yüksek TPM konsantrasyonlarının Sonbahar döneminde olduğu görülmektedir. Bu dönemde TPM konsantrasyonu $475 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kadar yüksek bir değere çıkmıştır. TOM konsantrasyonları da 36 ve $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi geniş bir aralıkta değişim göstermektedir.

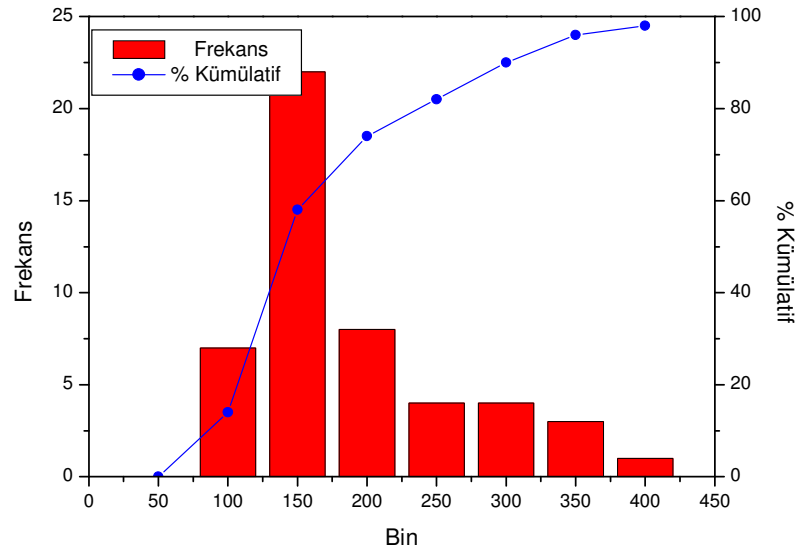


Şekil 7.3. GYTE noktasında ölçülen TPM ve TOM konsantrasyonları

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'ne (HKKY) göre kısa vadeli sınır (KVS) değerler 24 saatlik ortalamalar veya 1 yıl içinde bütün ölçüm sonuçlarının sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre sıralandığında ölçüm sonuçlarının %95'inin aşmaması gereken değerdir. Bu değer endüstriyel bölgelerdeki PM10 için $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak verilmiştir (Çizelge 4.1). Ölçümünü yaptığımız TPM miktarı ile bu değerlerin kıyaslamasını yapabilmemiz için TPM miktarının PM10 değerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu hesaplama aşağıdaki eşitlik kullanılarak yapılmıştır. [Berico M.,1998]

$$\text{TPM} \cdot 0.8 = \text{PM10} \quad (7.2)$$

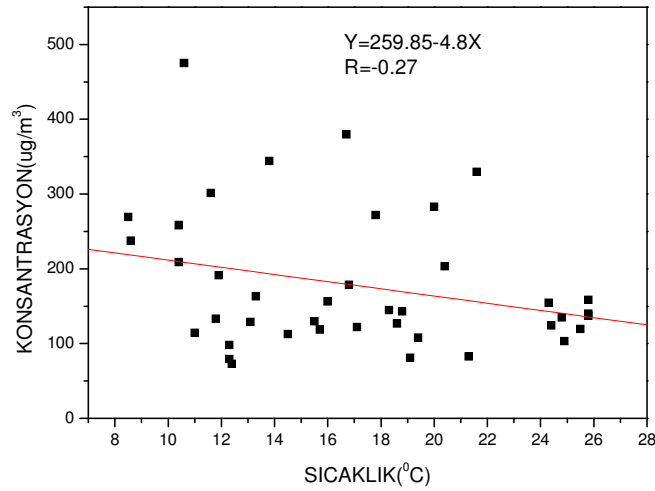
Bu değerler dikkate alındığında GYTE istasyonunda HKKY’de öngörülen $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerini aşan bir güne rastlanmadığı ancak EPA’nın belirttiği günlük ortalama sınır değeri ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşan 16 gün olduğu belirlenmiştir. Günlük ölçüm yapılamadığından uzun vadeli sınır değerle karşılaştırma imkanı olmamıştır. En fazla ölçüm yapılan 2006 yılına ait ölçümlerin ortalaması ($N = 31$) $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM10 olarak $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de HKKY’de endüstriyel bölgeler için verilen uzun vadeli sınır değerin ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) altındadır.



Şekil 7.4. GYTE istasyonunda yapılan TPM ölçümlerine ait histogram

Şekil. 7.4’deki histogramdan görüldüğü gibi ölçüm sonuçlarının %95’nin $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’nin altında ve ölçümlerin büyük bir kısmı (%40’ı) 100 ile $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığındadır. Ölçüm yapılan günlerde PM konsantrasyonları $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ün altına hiç düşmemiştir.

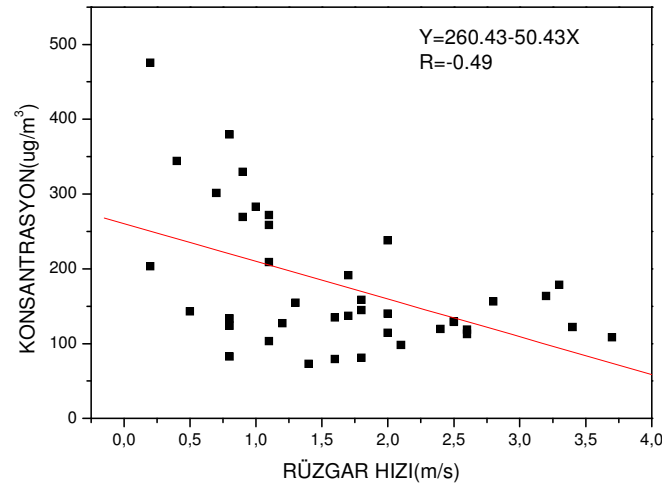
Bu çalışma kapsamındaki ölçüm sonuçlarına göre sonbahar-kış döneminde kömür yakımına bağlı olarak PM konsantrasyonlarında anlamlı bir artış gözlemlenmemektedir. Envanter çalışmasında konutlardan kaynaklanan PM miktarlarının sanayiden kaynaklanan PM miktarı yanında yok denecek kadar az olması da mevsimsel değişimin önemli olmadığı sonucunu desteklemektedir.



Şekil 7.5. GYTE istasyonundaki ölçümler için PM- Sıcaklık ilişkisi

GYTE istasyonunda yapılan ölçüm tarihlerine ait sıcaklık verileri Devlet Meteoroloji İşleri Kocaeli İstasyonundan alınan değerlerdir. Sıcaklık ile TPM arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığını irdelemek maksatlı Şekil 7.5 oluşturulmuştur. Hesaplanan korelasyon katsayısı %99'luk güvenilirlik seviyesinde anlamlı olmadığından TPM miktarı ile sıcaklık arasında herhangi bir bağlantı olmadığı sonucuna varılmıştır.

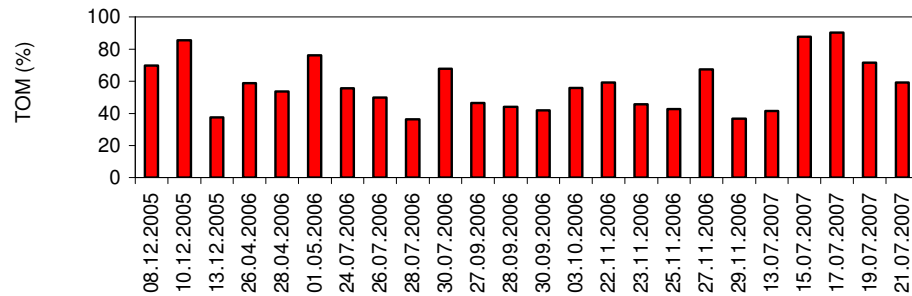
TPM ile yine Kocaeli İstasyonundan alınan ortalama rüzgar hızları arasındaki ilişki Şekil 7.6'da görülebilir. Şekilden hava durağanlaştıkça ($u < 1.1$ m/s) TPM miktarının arttığı gözlemlenebilir. 0.5 olarak hesaplanan korelasyon katsayısı %99 güvenilirlik seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Başka bir deyişle GYTE istasyonunda TPM miktarları rüzgar hızı arttıkça azalmaktadır.



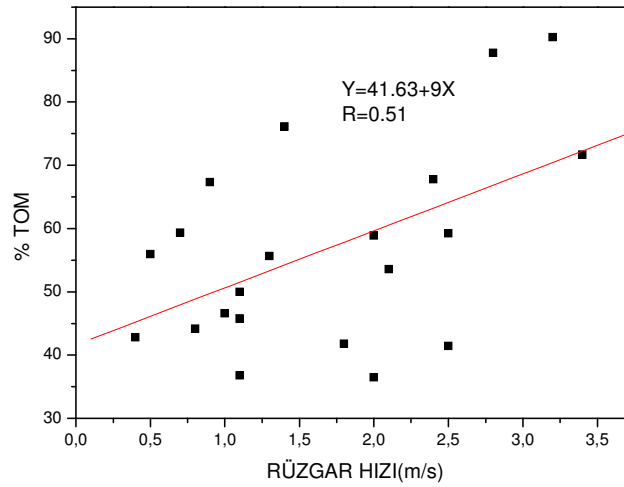
Şekil 7.6 TPM ile günlük ortalama rüzgar hızı arasındaki ilişki

GYTE de ölçüm yapılan tarihlerde yağış olayı sadece 3 gün vuku bulmuştur. Bu günler 27.09- 30.09 ve 25.11.2006 tarihleridir. 27.09.2006 tarihinde ölçümün yapıldığı günden hemen sonraki günde görülen hızlı konsantrasyon değişiminin sebebi yağış olabilir. O tarihte toplam yağış 7.7 mm. olarak verilmiştir.

Şekil 7.7'de görüldüğü gibi organik madde içeriği %36 ile %90 aralığında değişim göstermiştir. TOM ile sıcaklık arasında bir ilişki kurulamazken rüzgar hızı ile anlamlı bir korelasyona sahip olduğu görülmüştür (Şekil 7.8)



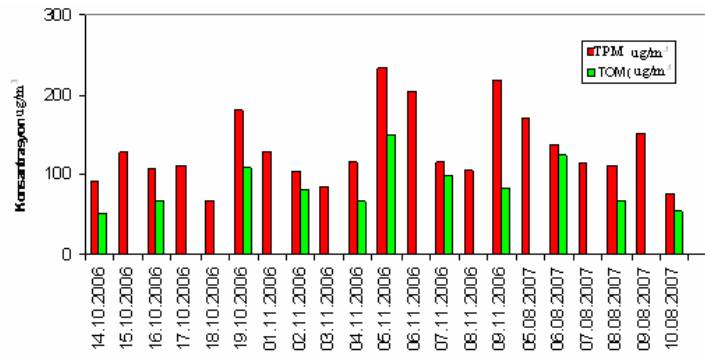
Şekil 7.7 GYTE noktasında TOM içeriğinin yüzdesel değişimi



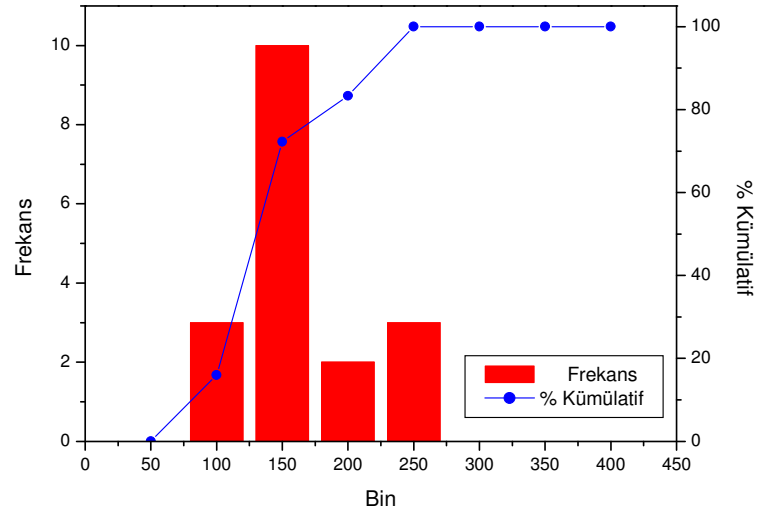
Şekil 7.8 TOM ile ortalama rüzgar hızı arasındaki ilişki

7.3.2. DLV Noktasındaki Toplam TPM ve TOM miktarları

DLV istasyonunda yapılan tüm TPM ve TOM ölçüm sonuçları Şekil 7.9'da verilmiştir. En yüksek TPM konsantrasyonlarının GYTE istasyonunda olduğu gibi Sonbahar döneminde olduğu görülmektedir. Bu dönemde TPM konsantrasyonu en fazla $234 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerine çıkmıştır. TOM konsantrasyonları da 50 ve $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi bir aralıkta değişim göstermektedir.

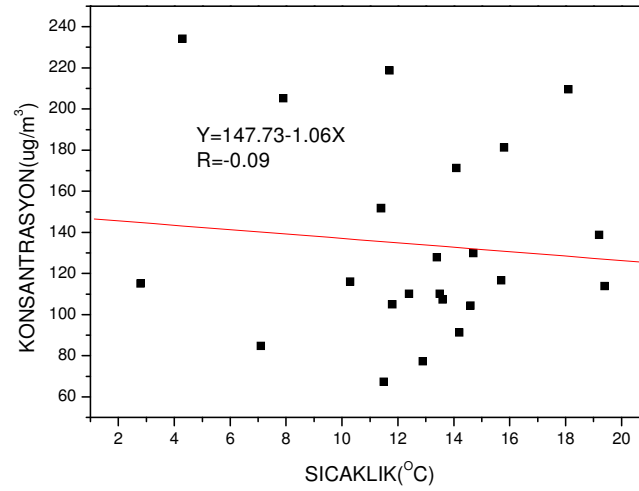


Şekil 7.9.DLV noktasındaki TPM ve TOM Konsantrasyonları



Şekil 7.10. DLV istasyonuna ait TPM miktarları için histogram

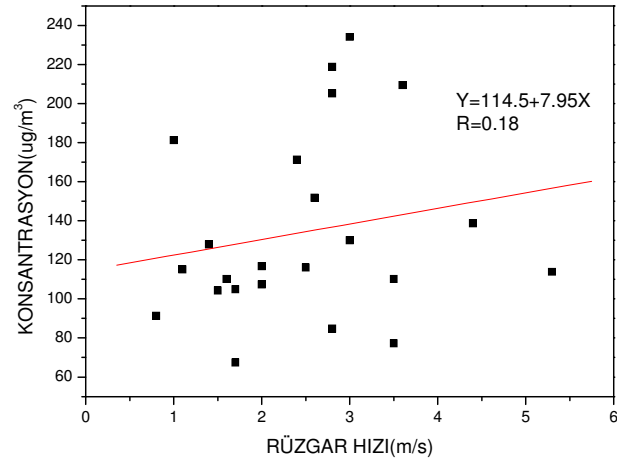
DLV noktası için de Şekil. 7.10 deki histogramdan görüldüğü gibi ölçüm sonuçlarının çoğunluğunun (%55'inin) 100 ile 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında olduğu görülmüştür. Günlük TPM değerleri yukarıda açıklandığı şekilde PM10'e çevrildiğinde HKKY'de belirtilen sınır değeri geçmemektedir. EPA standartlarına göre sınır değeri aşan gün yoktur. GYTE noktası ile kıyaslandığında Dilovası noktasındaki TPM miktarlarının daha düşük olduğu görülmektedir. DLV'de yapılan 23 ölçüme denk gelen dönemlerdeki TPM ortalaması, $134 \pm 42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, GYTE noktasındaki ölçümlerin ortalaması, $231 \pm 107 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ile karşılaştırıldığında %99 güvenilirlik seviyesinde GYTE'deki TPM miktarlarının daha fazla olduğu söylenebilir. Ancak ölçümlerin eş zamanlı olarak yapılmadığı göz önünde bulundurulmalıdır.



□

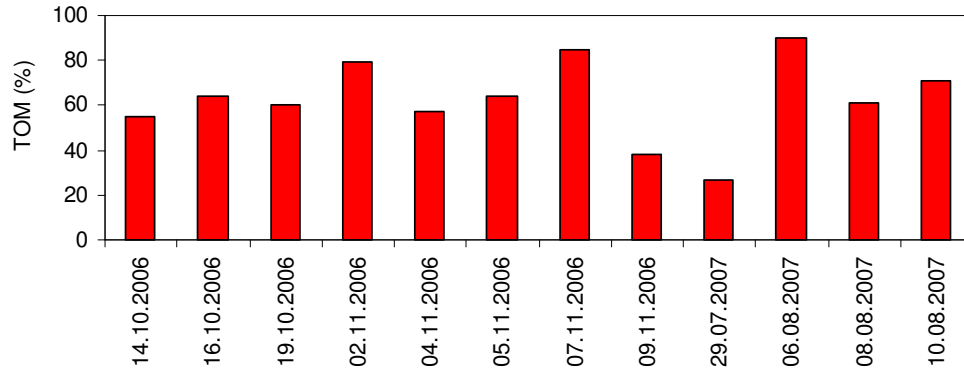
Şekil.7.11. DLV istasyonu için TPM- Sıcaklık ilişkisi

DLV istasyonundaki ölçümlerin yapıldığı tarihte sıcaklık verilerinin TPM ile ilişkisini irdelemek için Şekil 7.11 oluşturulmuştur. Aradaki korelasyon katsayısını değerlendirdiğimizde DLV noktasında TPM ile sıcaklık arasında anlamlı bir ilişki olmadığını %99 güvenlilikle söyleyebiliriz. Aynı şekilde bu istasyon için rüzgar hızları ile TPM arasında da GYTE noktasının aksine bir ilişki bulunamamıştır (Şekil 7.12). Ancak DLV’de yapılan ölçümlerin çoğunda rüzgar hızının 1 m/s’den yüksek olduğu, ölçümlerin durağan hava şartlarına denk gelmediği göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 7.12 DLV noktasındaki TPM ölçümlerinin ortalama rüzgar hızları ile ilişkisi

Şekil 7.13'de DLV istasyonundaki organik madde içeriği gösterilmektedir. TOM %26 ile %90 gibi geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. TOM ile hem sıcaklık hem de rüzgar hızı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 7.13 DLV noktasında TOM içeriğinin yüzdesel değişimi

Organik madde içeriği aynı döneme gelen günler için DLV istasyonunda ortalama 62 ± 17 ve GYTE'de 58 ± 16 'dır. %99 güvenilirlik seviyesinde bu dönem için iki istasyon arasında TOM içeriği bakımından fark olduğu söylenemez.

Beldede sürekli yüksek bir PM konsantrasyonu bulunduğu açıktır. Türkiye'de ve dünya'da yapılan diğer çalışmalarda ölçülen partikül madde miktarları şöyledir. Erzurum'da 1995- 2002 yılları arasında yapılan ölçümlerde ortalama TPM konsantrasyonu $93.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak verilmiştir [Turalıoğlu et al.,2005]. Brezilya'da Campos dos Goyacazes de yapılan bir başka çalışmada TPM konsantrasyonunun $110 -397 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında belirlenmiştir. Çalışma 1 yıl boyunca 3 farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir [Azevedo et al.,2001]. Çevre Bakanlığı'nın yaptığı çalışmalarda ise partikül madde kirliliği bakımından $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sınır değerlerini % 6.59'nın üzerinde aşan iller belirlenmiş ve bu iller Denizli, Çorum, Konya, Afyon,Kütahya, Karabük ve Erzurumdur.

7.4. PAH Konsantrasyonları

EPA tarafından öncelikli kirlenici olarak belirtilen 16 PAH bu çalışmada ölçülmüştür. Aşağıdaki çizelgede 13-19 Ekim 2006 tarihinde DLV istasyonunda ve 13-19.10.2006 tarihlerinde GYTE alınan numunelere eklenen internal standart ile hesaplanan geri kazanım verimlerinin ortalaması her bir PAH için Çizelge 7.5'te verilmiştir.

Çizelge 7.5. Internal Standart Geri Kazanım Yüzdeleri

PAH	% Geri Kazanım
Naftalin-d8	% 18
Acenaphthen-d10	% 21
Phenanthren-d10	% 35
Chrysen-d12	% 42

Perylen-d12	% 63
-------------	------

Naftalin gibi çok uçucu PAH türlerindeki düşük geri kazanım yüzdeleri nispeten beklenmekle birlikte daha çok partikül fazdaki PAHlar için geri kazanım oranları ekstraksiyonda meydana gelen kayıplardan dolayı mevcut kabul edilebilir %80-120 değerlerinden düşüktür. Geri kazanım verimlerini en aza indirerek ölçüm kalitesi artırılmaya çalışılmıştır. Ancak GC/MS analizleri Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde yapıldığından ölçüm öncesi her bir ekstraksiyon işleminin kontrolü yapılamamıştır. Bu kayıplar hesaba katılarak hesaplama yapılmıştır.

Çizelge 7.6 ve 7.7’de sırasıyla DLV (N = 3) ve GYTE’deki (N = 6) buhar ve partikül fazında ölçülen PAH konsantrasyonları verilmiştir.

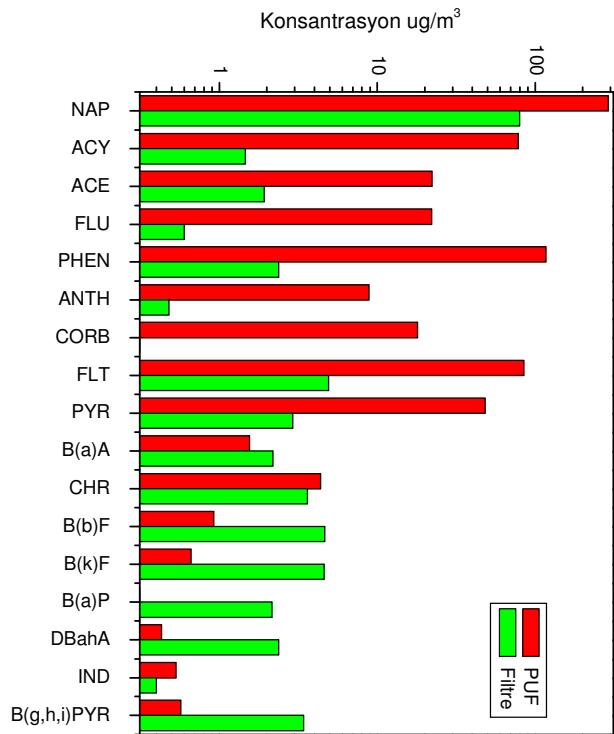
Çizelge 7.6. DLV noktasındaki ortalama toplam (partikül +buhar) PAH konsantrasyonları

PAH	Kısaltma	Buhar (ngm ⁻³)	Partikül (ngm ⁻³)	Toplam (ngm ⁻³)	Standart Sapmalar
Naftalin	NAP	380.9	13.8	394.7	211,8
Acenaphtylene	ACY	327.3	0.6	328.1	68,6
Acenaphtene	ACE	25.1	0.1	25.3	9,7
Fluorene	FLU	212.1	0.6	212.7	175,0
Phenanthrene	PHEN	394.3	12.9	407.2	3,4
Anthracene	ANTH	74.0	2.7	76.8	9,7
Carbazole	CARB	10.0	4.6	14.6	2,9
Fluranthene	FLT	171.3	54.3	225.6	30,6
Pyrene	PYR	130.6	57.5	188.1	3,7
Benz(a)anthracene	B(a)A	8.0	69.45	77.5	10,6
Chresene	CHR	11.7	72.02	83.7	17,4
Benzo(b)fluoranthene	B(b)F	12.4	50.67	63.1	29,3
Benzo(k)fluoranthene	B(k)F	6.5	45.65	52.1	13,0
Benzo(a)pyrene	B(a)P	3.9	41.80	45.7	7,6
Indeno(1.2.3-cd)pyrene	IND	3.4	33.56	37.0	6,7
Dibenzo(a.h)anthracene	DBahA	0.1	9.64	9.78	0,8
Benzo(g.h.i)perylene		4.1	35.08	39.23	

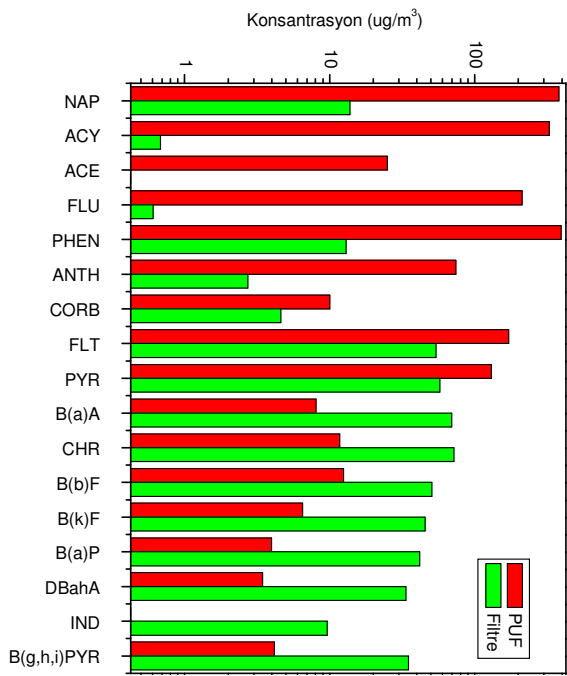
Çizelge 7.7. GYTE noktasındaki ortalama toplam (partikül +buhar) PAH konsantrasyonları

PAH	Kısaltma	Buhar (ngm ⁻³)	Partikül (ngm ⁻³)	Toplam (ngm ⁻³)	Standart Sapmalar
Naftalin	NAP	289.8	79.7	369.5	223.0
Acenaphtylene	ACY	78.2	1.4	79.7	36.0
Acenaphtene	ACE	22.1	1.9	24.1	13.8
Fluorene	FLU	22.1	0.6	22.7	20.2
Phenanthrene	PHEN	116.8	2.3	119.2	109.5
Anthracene	ANTH	8.8	0.4	9.3	10.4
Carbazole	CARB	18.0	0.2	18.3	40.0
Fluranthene	FLT	84.6	4.9	89.5	59.7
Pyrene	PYR	48.1	2.9	51.0	31.9
Benz(a)anthracene	B(a)A	1.5	2.1	3.7	3.2
Chresene	CHR	4.3	3.6	8.0	6.2
Benzo(b)fluoranthene	B(b)F	0.9	4.6	5.5	4.5
Benzo(k)fluoranthene	B(k)F	0.6	4.6	5.2	5.5
Benzo(a)pyrene	B(a)P	0.1	2.1	2.2	2.1
Indeno(1.2.3-cd)pyrene	IND	0.4	2.3	2.7	1.6
Dibenzo(a.h)anthracene	DBahA	0.5	0.4	0.9	0.9
Benzo(g.h.i)perylene			3.4	3.9	2.9

Ölçümü yapılan PAHlar arasında en yüksek konsantrasyona sahip olanlar NAP, ACY, ANTH, PHEN ve FLT olarak belirlenmiştir ve toplamda buhar fazdaki PAH konsantrasyonları partikül fazındakilere göre daha yüksektir. Toplam PAH konsantrasyonu ve ayrı ayrı ölçülen tüm PAHlar DLV istasyonunda daha yüksektir (Şekil 7.14 ve 7.15).



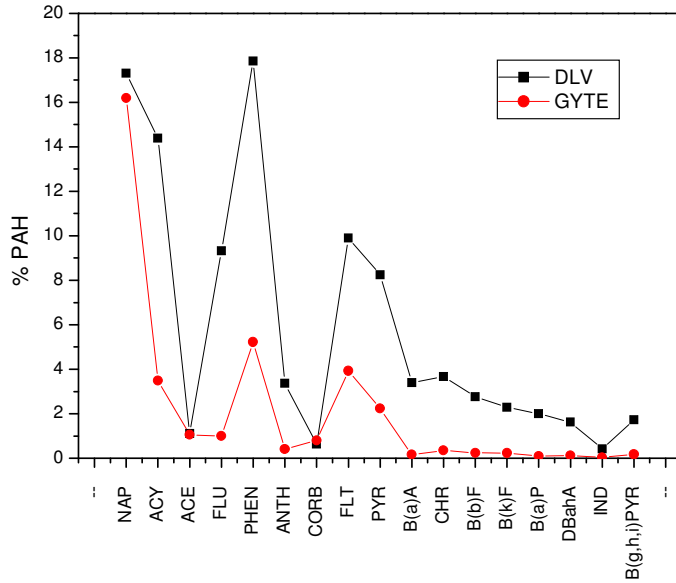
Şekil 7.14. GYTE noktasındaki PUF-Filtre PAH konsantrasyonları



Şekil 7.15. DLV noktasındaki ortalama PUF-Filtre PAH konsantrasyonları

Şekil 7.14 ve 7.15' den de görüldüğü gibi özellikle B(k)F ve B(a)P DLV istasyonunda oldukça yüksek değerlere sahiptir. B(k)F'nin kömür yakımı için. PHEN ise motorlu araç emisyonları için işaretleyici olduğu önceki çalışmalarda belirlenmiştir[Harrison. R.M.et al]. Bu ölçümler çerçevesinde DLV istasyonunda PHEN miktarının daha fazla olması araç trafiğinin belirtisi olabilir.

İki istasyonda da ölçülen PAH konsantrasyonlarının profillerinin irdelenmesi için PAH üyelerinin % olarak ifade edilmesi ile Şekil 7.16 oluşturulmuştur. Her iki istasyon için de PAH profilinin benzer olduğu görülmektedir.



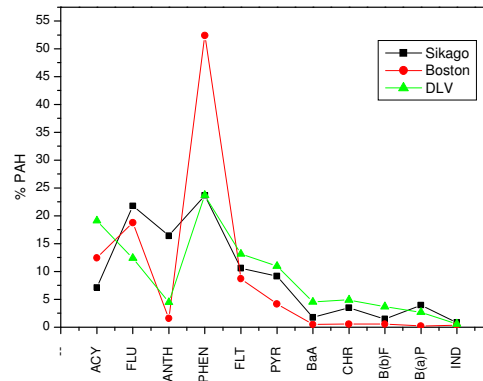
Şekil 7.16. Ölçümü yapılan PAH üyelerinin toplam PAH konsantrasyonuna oranı

Çizelge 7.8 diğer çalışmalardaki PAH içeriklerini özetlemektedir.

Çizelge 7.8. Diğer çalışmalarda havada PAH konsantrasyonları ngm^{-3} [Odabaşı et al..1998]

PAH	Şikago	Şikago	Boston	Houston	Londra	DLV	GYTE
NAP						394.7	369.5
ACY	45	72	24.1	22.8	2.1	328.1	79.7
ACE						25.3	24.1
FLU	138	102	36.2	24.2	13.4	212.7	22.7
ANTH	104	61	3	1.4	5	76.8	9.3
PHEN	150	116	101	50.1	76.1	407.0	119.2
FLT	67	43	16.7	10.2	7.4	225.6	89.5
PYR	58	45	8.4	7.9	6.8	188.1	51.0
BaA	11	9	0.9	0.6	0.8	77.5	3.7
CHR	22	151	1	0.6	1.5	83.8	8.0
B(b)F	9	12	1.1	0.5	1.1	63.2	5.6
B(k)F	15	8			1	52.2	5.3
B(a)P	25	8	0.4	0.2	0.6	45.8	2.3
DBahA						37.0	2.8
IND	5	9	0.6	0.3	4.4	9.8	0.9

Yapılan çalışmaların ait olduğu dönem ve buldukları konum itibariyle çok farklı PAH içerikleri olduğu görülmektedir. Motorlu araçlar için belirleyici olan PHEN konsantrasyonu bu çalışmada DLV noktası için de yüksek olarak belirlenmiştir.



Şekil.7.17. Diğer çalışmalarda ve bu çalışmada PAH üyelerinin toplam PAH konsantrasyonuna oranı

Şekil 7.17 Boston'daki ve Şikago'daki çalışmalarda ölçülen PAH miktarlarının bu çalışmadaki PAH miktarları ile birlikte grafiğini göstermektedir.

Şekil 7.20'den anlaşılacağı gibi bazı PAH türlerinin oranları konsantrasyon değerlerinde olduğu gibi oldukça farklılık göstermektedir. PHEN oranı Şikago'daki ile hemen hemen aynı orana sahiptir. DLV istasyonu TEM otoyoluna yaklaşık 1 km. ve D-100 karayoluna yaklaşık 200 m. uzaklıkta bulunmaktadır. PHEN motorlu araçlar için işaretleyici olduğu bilindiğinden trafikten kaynaklanan PAH miktarlarının bu çalışmadaki ölçüm sonuçlarına göre kıyaslamada Şikago ile benzer oranda ama Boston'un oldukça fazla orana sahip olduğu görülmektedir. CHRY ise kömür yakımı için işaretleyici olarak bilinmektedir. DLV istasyonunda CHRY oranı her iki çalışmadan da farklı olarak oldukça yüksektir.

Sağlık açısından bir değerlendirmeye gidilecek olunursa EPA'nın muhtemel insan kanserojeni olarak sınıflandırdığı B(a)A,B(a)P, B(b)F, B(k)F, CHRY, DBahA, ve IND için değerlendirme yapmak uygun olur. B(a)A'nin DLV noktasında daha yüksek oranda bulunmaktadır.

7.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

1) Yapılan envanter çalışmasında TPM'nin yaklaşık %98'den fazlasının sanayiden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Konutlardan ve araçlardan kaynaklanan emisyon değerlerinin toplamda çok az bir yer (% 1) tuttuğu görülmüştür. Sanayiden kaynaklanan emisyon hesaplanmasında sadece kullanılan yakıtın dikkate alınması, Türkiye'deki işletmeleri yansıtan Emisyon Faktörlerinin olmaması ve kullanılan yakıtta ait kül içeriğine dair varsayımlar nedeniyle sonuçlarda yüksek miktarda belirsizlik olduğu hesaba katılmalıdır. Örneğin kül içeriği %25 yerine %8 alındığında evsel ve sanayi linyit kullanımından kaynaklanan emisyonlar üçte bir seviyelerine düşmektedir.

Türkiye'ye ait daha sağlıklı bir envanterin oluşması daha gerçekçi emisyon faktörleri, işletmelere ait bilgilerin doğru bir şekilde elde edilmesine bağlı olarak iyileşecektir. Ancak sonuçlar belde için yapılması gerekenleri göstermesi açısından değerlidir. Bölgede sanayiden kaynaklanan emisyonların %60-80 giderim sağlayacak filtre kontrolleriyle giderilmesi durumunda beldenin hava kalitesinde fark edilir bir iyileşme olması kaçınılmazdır. Aynı şekilde hem sanayide hem konutlarda doğal

gazın kullanımını yaygınlaştırılabilirse PM ve hatta PAH konsantrasyonlarında büyük azalmalar gerçekleşebilecektir.

2) Yapılan 71 adet TPM, ölçümü belde hava kalitesinin değerlendirilmesine yol göstermesi açısından önemlidir. Türkiye’de konulan PM standartlarını geçmezken ölçüm yapılan günlerde PM konsantrasyonları çoğunlukla 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi yüksek değerlerde bulunmaktadır.

Yapılan ölçümler dikkate alındığında GYTE noktasındaki ortalama TPM konsantrasyonu DLV noktasından daha yüksek çıkmıştır. TPM miktarı bakımından GYTE noktasının arka plan olduğunu söylemek güçleşmektedir. Muallimköy Dilovası, Gebze ve Körfezden gelen taşınımlar ya da deniz tuzları gibi doğal tozlar gibi farklı kaynaklar GYTE noktasında DLV noktasına yakın değerler çıkmasının nedeni olabilir. Nitekim belde GYTE istasyonunun Güney Güney Doğu kısmında bulunan ve hurdaların karaya indirildiği bir limanın bulunması (Şekil 2.1) bu istasyonda TPM miktarının DLV istasyonuna oranla daha fazla olmasının bir açıklaması olabilir. Eş zamanlı ve uzun süreli ölçümlerle beldeki partikül madde kirliliği daha iyi anlaşılabilir.

3) Yapılan 36 adet TOM ölçümü değerlendirildiğinde yapılan aynı dönem ölçümlerde DLV istasyonu ile GYTE istasyonu arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak PAH konsantrasyonlarının DLV’de daha yüksek çıkması ve ölçümlerde görülen ani değişimler göz önüne alındığında DLV noktasındaki PM’nin içeriğinin daha farklı olması beklenebilir.

4) Yapılan toplam 9 PAH ölçümünden DLV istasyonunda PAH konsantrasyonları daha yüksek çıkmıştır. PAH profili birbirine benzer olmasına karşın miktarların DLV istasyonunda fazla olması TPM’nin kimyasal yapısını araştırılmasını önemli kılmaktadır.

5) PAH miktarlarının belirlenmesinde geri dönüşüm miktarlarının gereken seviyede olmayışı sebebiyle sonuçlarda yüksek bir belirsizlik olmakla birlikte yapılan ölçümler içerik açısından iki istasyonda farklılık olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle olası kanserojen olarak bilinen PAH üyelerinin konsantrasyonları

Dilovası'nda daha fazla miktarda olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları çerçevesinde belde ve çevresinin bu tez çalışmasında ölçümü yapılan TPM ve PAH bakımından bir kirliliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak daha öncede belirtildiği gibi ölçüm sayısının kısıtlı olması, ölçümün iki noktada yapılması ve eş zamanlı olmaması beldenin hava kalitesinin belirlenmesinde daha içerikli bir çalışma gerektirmektedir.

7.6. Öneriler

Envanter oluşturma ve ortam havasından sürekli ölçüm yapmanın zorlukları bilinmektedir. Çok çeşitli faktörün işin içine girdiği bu tip izleme çalışmalarında olduğu gibi çeşitli aksaklık ve zorluklarla karşılaşmıştır. Bu çalışmada karşılaşılan sorunları ve bunlarla ilgili önerileri iki kısımda inceleyebiliriz.

A) Emisyon envanteri çalışması

Emisyon envanteri çalışmasında en önemli kısmı; veri toplama kısmı oluşturmaktadır. Emisyon envanteri çalışmasında yakıt miktarlarının, araç sayılarının ve hane sayılarının gerekli kurumlardan bulunabilmesi için harcanan zaman oldukça fazla ve zahmetlidir. Bu yüzden bu tip çalışmaların planlamasında güvenilir veri elde etmenin güçlüğü hesaba katılmalıdır.

B) Numune toplama ve ölçüm çalışması

Numune alma işlemi oldukça zahmetli bir işlemdir. Numune alınacak yerin çalışmanın doğru sonucu yansıtabilmesi için uygun olarak seçilmesine dikkat edilirken aynı zamanda kolay ulaşılabilir, sürekli güç kaynağına ve güvenliğe sahip olması gerekmektedir. Ölçümler sırasında oluşabilecek herhangi bir elektrik kesintisi o günlük numunenin kaybına neden olmaktadır.

Azot ile buharlaştırma işlemi esnasında buharlaşmanın numunenin yüzeyinde kabarcık oluşturmayacak bir hızda yapılması buradan gelecek kayıpları minimuma indirebilir. Ekstraksiyon işlemindeki buharlaştırma ve temizleme işlemleri de çok titizlikle yapılması ve vakum kontrolünün döner buharlaştırıcıda kullanılmasının da kayıpları azaltmak açısından şart olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Akiyoshi Kannaria, Yutaka Tonooka, Tsuyoshi Babac, Kentaro Murano
Development of multiple-species 1 km \times 1 km resolution hourly basis emissions
inventory for Japan Atmospheric Environment 41 (2007) 3428–3439)

Ana M. Mastral, Jose M. Lopez, Maria S. Callen, Tomas Garcia, Ramon Murillo
Spatial and temporal PAH concentrations in Zaragoza, Spain The Science of Total
Environment 307 (2003) 111-124

Arditsoglou, C. Samara, Levels of total suspended particulate matter and major trace
elements in Kosovo: a source identification and apportionment study, Chemosphere
59 (2005) 669–678

Atkinson R 1994. Kinetics and mechanisms of the gas phase reactions of the
hydroxyl radical with organic compounds. J. Phys. Chem. Ref. Data Monograph 2

Bayraktar H, İklim Değişikliği Tahminlerinde Emisyon Envanteri Hesaplamalarına
Yeni Bir Yaklaşım I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007 Bildiri
Kitabı Syf 228, 2007

Bidleman, T.F., Billings, W.N., Foreman, W.T., 1986. Vaporparticle partitioning of
semi-volatile organic compounds: estimates from Field Collections. Environmental
Science and Technology 20, 1038–1043

Berico M., Luciani A., Formignani M., Atmospheric Aerosol In An Urban Area--Measurements
Of Tsp And Pm10 Standards And Pulmonary Deposition Assessments Atmospheric
Environment Vol. 31, No. 21, pp. 3659-3665, 1997

Boström C-E, Gerde P, Hanberg A, Jernstrom B, Johansson C, Kyrklund T, Rannug
A, Tornqvist M, Westerholm R and Victorin K. Cancer risk assessment, indicators
and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the ambient
air. Swedish Environmental Protection Agency 1999, to be published in

Environmental Health and Perspectives 2001

Brubaker W W and Hites R A 1998. OH reaction kinetics of polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans. J.Phys.Chem., 102: 915-921

Carslaw N, Carpenter L J, Plane J M C, Allan B J, Burgess R A, Clemitshaw K C, Coe H and Penkett S A 1997. Simultaneous observations of nitrate and peroxy radicals in the marine boundary layer. J.Geoph.Res., 102, 18917-18933

Celis J.E., Morales J.R, Zaror C.A., Inzunza J.C,A study of the particulate matter PM10 composition in the atmosphere of Chillan, Chile, Chemosphere 54 (2004) 541–550.]

Chuang J.C., Peterson, B.A., 1987. Review of sampling and analysis methodology for polynuclear aromatic compounds in air from mobile sources. EPA 600/4-85-045, Environmental Monitoring Systems Laboratory, US EPA, Research Triangle Park, NC

Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Hava Kirliliği Kontrolü Genelgesi,2005

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft). Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area, List of MAK and BAT Values, Report 35. Wiley, Weinheim, 1999

Douben E.T. Peter, 2003 Ecotoxicological Perspective John Willey

Elbir T, Müezzinoğlu A, Bayram A, Seyfioğlu R, Demircioğlu H,* DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi,Cilt: 3 Sayı: 2 Sh. 21- 27 Mayıs 2001

EMEP/CCC-Report 8/99,. Long-range transport of Aerosol Particles, A Literature

Review. Lazaridis, M., Semb, A. ve Hov, 1999

Environmental Quality Objectives in the Netherlands - A review of environmental quality objectives and their policy framework in the Netherlands. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1994

Fergusson, J.E., Ryan, D.E., 1984. The elemental composition of street dust from large and small urban areas related to city type, source and particle size. *Sci. Total Environ.* 34, 101–116

Finlayson-Pitts B, Pitts, J, *Atmospheric Chemistry: Fundamentals and Experimental Techniques*, Wiley-Interscience Publication. New York. Alpert ve Hopke, 1981

Gebze Dilovası Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi ÇED Raporu , 2005

Grimmer G, Naujack, K.W., Schneider, D.,1981. Comparison of profile of polycyclic aromatic hydrocarbons in different areas of a city by glass-capillary gas-chromatography in the nanogram-range. *International Journal of Environmental Science and Technology* 28,2380-2386

Harrison, R. M., Smith, D. J. T. and Luhana, L. M., ‘Source apportionment of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations collected from an urban location in Birmingham, U.K.’, 1996, *Environ. Sci. Technol.* 30, 825–832.

Hava Kirlili ve Kontrolünün Esasları Aysen Müezzinoğlu Dokuz Eylül Yayınları, Haziran 2000

Hong Y.M., Lee B.K, Park K.J., Kang M.H., Jung Y.R., Lee D.S, Kim M.G., Atmospheric nitrogen and sulfur containing compounds for three sites of South Korea, *Atmos. Environ.* 36 (2002) 3485–3494

<http://www.epa.gov/oar/particlepollution/basic.html>

Hung, H., Blanchard, P., Halsall, C.J., Bidleman, T.F., Stern, G.A., Fellin, P., Muir, D.C.G., Barrie, L.A., Jantunen, L.M., Helm, P.A., Ma, J., Konoplev, A., 2005. Temporal and spatial variabilities of atmospheric polychlorinated biphenyles (PCBs), organochlorine (OC) pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the Canadian Arctic: results from a decade of monitoring. *The Science of the Total Environment* 342, 119–144.).

IPCS, 1998. “Selected Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons” Environmental Health Criteria 202, International Programme on Chemical Safety, WHO, Geneva.

James S J S, C H Auer, Michael J . K leeman , Glenr . C ass , Berdr. T . Simonei Measurement of Emissions from Air Pollution Sources. 3. C1-C29 Organic Compounds from Fireplace Combustion of Wood, *Environ. Sci. Technol.* 2001, 35, 1716-1728

Kamens R, Bell D, Dietrich A, Perry J, Goodman R, Claxton L and Tejada S 1985a. Mutagenic transformations of dilute wood smoke systems in the presence of ozone and nitrogen dioxide. Analysis of selected high-pressure liquid chromatography fractions from wood smoke particle extracts. *Environ.Sci.Technol.*, 19, 63-69

Khalili, N. R.: 1995, ‘PAH fingerprints for coke ovens, diesel and gasoline engines, highway tunnels and wood combustion emissions’, *Atmos. Environ.* 29, 533–542

Khalili, N. R.; Scheff P.A.; Holsen T.M. PAH source fingerprints for coke ovens, diesel and gasoline engines, highway tunnels, and wood combustion emissions *Atmospheric Environment*, Volume 29, Number 4, March 1995, pp. 533-542(10)

Kındap Tayfun, Karaca Mehmet, Avrupa kaynaklı aerosollerin Türkiye’ye taşınımı *İtüdergisi/d mühendislik Cilt:5, Sayı:2, Kısım:1, 3-12 Nisan 2006*

Kocaeli Sanayi Odası, 1998

Lewis, R.G., Jackson, M.D., 1982. Modification and evaluation of a high-volume air sampler for pesticides and semivolatile industrial organic chemicals. *Analytical Chemistry* 54, 592–594

Lunde, G., Bjorseth, A., 1977. Polycyclic aromatic hydro carbons in long-range transported aerosols. *Nature* 268, 518–519.

M.I. Khoder, Atmospheric conversion of sulfur dioxide to particulate sulfate and nitrogen dioxide to particulate nitrate and gaseous nitric acid in an urban area, *Chemosphere* 49 (2002) 675–684

Mackay D, Shiu W Y, Ma K C. Illustrated handbool of physical-chemical properties and environmental fate for organic chemicals. Volume II. Lewis Publishers, Michigan 1992, ISBN 0-87371-583-7

Masclet, P., Mouvier, G. and Nikolau, K.: 1986, 'Relative Decay Index and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons', *Atmos. Environ.* 20, 439–446.

Melliosa G, Aalstb R V, Samarasa Z, Validation of road traffic urban emission inventories by means of concentration data measured at air quality monitoring stations in Europe, *Atmospheric Environment* 40 (2006) 7362–7377

Moore, S.W., Ramamoorthy, S., 1984. Organic chemicals in natural water. In: *Applied Monitoring and Impact Assessment*. Springer-Verlag, New York, pp. 289

N.T. Kim Oanh, Baetz Reutergardth, N Tr. Dung, M.. –H Yu, w.-X. Yao, H.X.Co Polycyclic aromatic hydrocarbons in the airborne particulate matter at a location 40 km North of Bangkok, Thailand *Atmos Environ*, Volume 34, Number 26, 2 August 2000 , pp. 4557- 4563(7)

Nilva Re N-Poppi, Mary Santiago-Silva Polycyclic aromatic hydrocarbons and other selected organic compounds in ambient air of Campo Grande City, Brazil

Atmospheric Environment 39(2005) 2839-2850

Odabasi M., Vardar N., Sofuoglu A, Tasdemir Y, Holsen T.M Polycyclic aromatic hydrocarbons PAHs in Chicago air, *The Science of the Total Environment* 227 1999 57-67

Odabasi, M., Vardar, N., Sofuoglu, A., Tasdemir, Y., Holsen T.M., “Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Chicago Air. *The Science of the Total Environment*, 227, 57-67 (1999)

Pacyna, E. G., Pacyna, J. M., Steenhuisen, F. and Wilson, S. “ Global anthropogenic mercury emission inventory for 2000”, *Atmospheric environment*, 40: 4048-4063, 2006

Peterson AR, Landolph JR, Peterson H, et al. 1981. Oncogenic transformation and mutation of C3W10T1/2 clone 8 mouse embryofibroblasts by alkylating agents. *Cancer Res* 41:3095-3099

Qian Z, Chapman RS, Hu W, Wei F, Korn LR, Zhang J. Using air pollution based community clusters to explore air pollution health effects in children. *Environ Int* 2004;30:611–20

Querol X., Alastuey A., Viana M M, S. Rodriguen, B. Artinano, P. Salvador, S.G. Santos, R.F. Patier, C.R. Ruiz, J. Rosa, A.S. Campa, M. Menendez, J.I. Gil, Speciation and origin of PM10 and PM2.5 in Spain, *J. Aerosol Sci.* 35 (2004) 1151–1172

Rajkumar W.S., A.S. Chang, Suspended particulate matter concentrations along the East–West Corridor, Trinidad, West Indies, *Atmos. Environ.* 34 (2000) 1181–1187

Ramdahl T, Alfheim I, Bjorseth A. 1982. Nitrated polycyclic aromatic-hydrocarbons in urban air particles. *Environ Sci Technol* 16:861-865

Rocher , Sam Azimi¹, Johnny Gasperi¹, Loïc Beuvin¹, Mathieu Muller¹, Régis Moilleron¹ and Ghassan Chebbo² Hydrocarbons and Metals in Atmospheric Deposition and Roof Runoff in Central Paris

Rogge, W.F., Hildermann, L.M., Mazurek, M.A., Cass, G.R., 1993. Sources of fine organic aerosol. 2. Noncatalyst and catalyst-equipped automobiles and heavy-duty diesel trucks. *Environmental Science and Technology* 27, 636–651

Seung s. Park, Young J. Kim , Chang H. Kang Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in Seoul, Korea *Atmospheric Environment* 26(2002) 2917-2924

Shuji Tamamura^a, Tsutomu Satob, Yukie Otaa, Xilong Wangc, Ning Tanga, Kazuichi Hayakawaa, 2006. Long-range transport of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from the eastern Asian continent to Kanazawa, Japan with Asian dust. *Atmospheric Environment* 41 (2007) 2580–2593

Siovi A.; Skrbec A.; Vadjı V.; Kalini N.; Hrak J. PAH Levels and Profiles in the Suspended Particulate Matter in Zagreb through Four Seasons

Slooff W, Janus JA, Matthijssen AJCM, Montizaan GK, Ros JPM. Integrated Criteria Document PAHs, Report No. 758,474,011. The Netherlands National Institute of Public Health and Environmental Protection Bilthoven (1989).

Seinfeld JH, Pandis SN, 1998 *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*, A Wiley- Interscience publication, USA

T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Sayı:197 13 Aralık 2006

Taşdemir Y, Çağlar Ö, Uludağ Üniversitesi Kampüsü'nde Ölçülen Partikül Madde Kuru Çökme Akıları *Çev-kor*11 Sayı: 42 (2002), 8-11

Turalioğlu S, Nuhoglu A., Bayraktar H., Impacts of some meteorological parameters on SO₂ and TSP concentrations in Erzurum, Turkey, *Chemosphere* 59 (2005) 1633–1642, 2005

Webber, D.B., 1983. Aerial flux of particulate hydrocarbons to the Chesapeake Bay estuary. *Marine Pollut. Bull.* 14, 416–421

Who regional Office for Europe .Copenhagen,Denmark,2000

Ek-1

Dilovası' nda Bulunan Sanayi Tesisleri

A.S.D. MADENCİLİK PET. ÜRN. SAN. VE TİC. A.Ş.
 ABBAS İSAPUR DEPO
 AHISKALI DIŞ TİC. VE İNŞ. LTD. ŞTİ
 AKPOLMER AKRİLİK LEVHA SAN.TİC.LTD.ŞTİ.
 ALIŞAN DENHARTOGH KİMYASAL TEMİZLEME SAN. VE TİC. A.Ş.
 ALIŞAN ULUSLARARASI TAŞM. VE TİC. A.Ş.
 ALTEK ALÜMİNYUM SAN. VE TİC. LTD.ŞTİ.
 ALTINTEL MELAMİN A.Ş.
 ANADOLU MADEN VE METAL ÜRN.SAN.TİC.LTD.ŞTİ.
 ARKEM KİMYA SAN. VE TİC. A.Ş.
 ARMAPLAST POLYESTER
 ARSAN YENİ ÇİZGİ BANYO VE YAPI GER. OTO. SAN. LTD. ŞTİ
 ASKARBON MAD. İNŞ.NKL. SAN.VE TİC.LTD.ŞTİ
 ASSAN A.Ş.
 ASTİM ENDÜSTRİ TESİSLERİ İMALAT MONTAJ TAAH. A.Ş.
 ATABAY İLAÇ SAN. A.Ş.
 ATABAY KİM.MAK.SAN.TİC.LTD.ŞTİ
 ATABAY KİMYA SAN. AŞ.
 ATABAY TARIM VE TARIM İLAÇ SAN.
 ATILIM MAKİNA A.Ş
 ATLAS BOYA VERNİK FABRİKALARI SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.
 AYDIN PETROL
 AYPET AYHANLAR PETROL ÜRÜNLERİ MAD. SAN. VE TİC. A.Ş.
 AYTAŞLAR İTH. İHR. LTD. ŞTİ.
 BASF TÜRK KİMYA SAN.VE TİC. LTD.ŞTİ.
 BATUSAN MAKİNA SAN. VE TİC. AŞ.
 BAYKUR GIDA SAN VE TİC. A.Ş.
 BEKAP METAL İNŞ.VE SAN.TİC.A.Ş.
 BEYZADE METAL KİMYA SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.
 BORAL ALÜMİNYUM SAN VE TİC. AŞ.
 BORAL BORU PROFİL SAN.VE TİC.LTD.ŞTİ.
 BOYATAŞ BOYA DAĞITIM VE SAN. A.Ş.
 CAVO METRO TEL SAN.PAZ.LTD.ŞTİ
 CENGİZ MAKİNA SAN.TİC.LTD.ŞTİ.
 CEYNAK-CEYHAN NAKLİYAT PET. TUR. İNŞ. TİC.VE SAN. LTD. ŞTİ.
 MEŞA ORMAN ÜRN.GID. İNŞ. MLZ. NAKL. SAN.VE TİC.LTD.ŞTİ.
 MOBEL KİMYA SAN. TİC. LTD. ŞTİ
 MOR RAF MAĞAZA DONATI SİSTEMLERİ METAL SAN VE TİC. A.Ş

MUTAŞ MÜHENDİSLİK LTD.ŞTİ.
 NAMER MADENCİLİK AMB. SAN. VE NAKL. TİC. LTD. ŞTİ
 OLMUKSA INTERNATIONAL PAPER SABANCI AMBALAJ SANAYİ
 OMSAN ASANSÖR SAN. VE TİC. LTD.ŞTİ.
 ÖZMETAL DEMİR ÇELİK SAN.TİC.A.Ş.
 ÖZVAR A.Ş.
 PAK TAVUK GIDA SAN.TİC.A.Ş.
 PALKESAN AHŞAP İNŞ. VE İNŞ. MALZEMELERİ LTD. ŞTİ
 PARK PANEL İTH. İHR. İNŞ. TAAH. TİC. A.Ş
 PİRİMER DIŞ TİC. VE MAKİNA A.Ş
 POLER POLYESTER SAN.TİC. LTD.ŞTİ.
 POLİKROM YAPI MALZ. BOYA İNŞ. SAN. VE TİC. A.Ş
 POLİPORT KİMYA SANAYİ TİC. AŞ.
 POLİSAN KİMYA SANAYİ A.Ş.
 POLİTEKS AMB.VE İNŞ.SAN.TİC.A.Ş.
 PORLAND PORSELEN TİC. A.Ş.
 RAMSA TURİZM İNŞ. SAN. VE DIŞ TİC. LTYD. ŞTİ
 SAFMAK SAF MAKİNA SAN.TİC.AS
 SAFRAN BOYA VE KİMYA SANAYİ A.Ş.
 SAĞLAM TİC. HURDA ALIM SATIM
 SANİCOR YAPI GEREÇLERİ ÜRETİM VE PAZ. A.Ş. ALUSET METAL SAN.VE
 TİC.A.Ş.
 SENTAPOL SENTETİK VE TABİİ POLİMER SAN. VE TİC. A.Ş.
 SİYAR İNŞAAT VE SAN. İÇ VE DIŞ TİC. LTD. ŞTİ
 SOLVENTAŞ TEKNİK DEPOLAMA A.Ş.
 SÖZER ÇELİK YAPI MALZ. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
 SÜPERYAK KÖMÜR SANAYİİ
 TANRIVERDİ ORMAN ÜRÜNLERİ
 TANTAOĞLU NAKLİYAT
 TARMAK MAKİNA SAN. A.Ş.
 TAYGA ORMAN ÜRÜNLERİ SAN. VE TİC. LTD.ŞTİ.
 TEL METAL SOĞUK HADDECİLİK SAN. TİC.LTD.ŞTİ
 TİMKA SAN. VE MÜH.HİZ.LTD.ŞTİ.
 TOTAL OİL TÜRKİYE A.Ş
 TUZLA GEMİ ENDÜSTRİSİ A.Ş
 TÜGMAD TÜRKKAN GIDA MAD. SAN. VE TİC. A.Ş
 TÜM METAL TURİZM VE YATÇILIK A.Ş
 UĞUR HİDROLİK MAK. SAN. TİC. A.Ş.
 UĞUR TENEBE AMBALAJ SAN.A.Ş.
 UNİLEVER SANAYİ VE TİC. TÜRK A.Ş
 ÜÇORMAN İÇ VE DIŞ TİC. LTD. ŞTİ.
 GRUP ORMAN ÜRÜNLERİ İTH.İHR.SAN.TİC.LTD.ŞTİ.
 GÜLSAN İNŞ. SAN.TURİZM NAK. VE TİC. AŞ.
 GÜNERİ MAKİNA SAN. TİC. LTD.ŞTİ.

GÜNSAN ÇELİK MAMÜLLERİ PAZARLAMA VE TİC. AŞ.
 GÜRDESAN GEMİ MAK. SAN.VE TİC.LTD.ŞTİ.
 GÜVENÇ NAKLİYAT SU SAT.PAZ.LTD.ŞTİ.
 HEPŞEN KİMYA SAN. TİC. LTD.ŞTİ.
 HİLAL PETROL VE YALÇINKAYA NAKLİYAT PAZ.TİC.LTD.ŞTİ.
 İNCO END. İNŞ. MÜH.VE MÜTH.LTD.ŞTİ.
 İPEKÇİ KİMYA SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.
 İSTANBUL DEMİR ÇELİK FAB. A.Ş.
 İZOCAM TİC. VE SAN. A.Ş.
 JOKEY PLASTİK İST. SAN. TİC.A.Ş.
 KABACA PETROL ÜRNL.GIDA İNŞAAT NAKL.SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
 KARSAN KARDENİZ KİMYA VE GIDA SAN.TİC.LTD.ŞTİ.
 KARTAL BOMBE ÜNİTELERİ LTD.ŞTİ.
 KARTAL TENEKE KUTU SAN A.Ş.
 KASK İNŞ. MAK.TİC.SAN.LTD.ŞTİ.
 KAV MADENCİLİK İÇ VE DIŞ TİC.LTD.ŞTİ.
 KENAN KENFİKAL TAVUKÇULUK
 KLORA GRES VE YAĞ SANAYİ A.Ş
 KONNAK NAKLİYAT SAN.TİC.LTD.ŞTİ.
 KORAŞ MAK.MONT.TİC.LTD.ŞTİ.
 KÖRFEZ DÖKÜM SAN. VE TİC. A.Ş.
 KTM KİMYEVİ MAD. İTH. İHR. SAN. TİC. A.Ş.
 KUROĞLU İNŞ.ORM. ÜRÜNLERİ TİC.VE SAN.A.Ş.
 KUTSAN TENEKE AMBALAJ SAN.LTD.ŞTİ.
 LEVER ELİDA TEMZ.VE KİŞ.BAK.ÜR.SAN.TİC. A.Ş.
 M.P.S. METAL PLS. SAN. ÇEMBER VE PAK. SİS. İML. VE TİC. AŞ.
 MARDAV YALITIM VE İNŞ. MAL. SAN. TİC. A.Ş
 MARMARA METALURJİ DÖKÜM VE MAK.SAN.A.Ş.
 MARSHALL BOYA VE VERNİK SAN. A.Ş.
 MAT MADENCİLİK İNŞAAT TEKSTİL VE TURİZM SAN. TİC. LTD. ŞTİ
 MEDEKS LOJİSTİK TAŞ. VE TİC. LTD. ŞTİ.
 MES MAKİNA ELEKTRİK KİMYA SAN. A.Ş.
 MESTAŞ METAL MAM. VE MAKİNA SAN. TİC. A.Ş.
 ÜNLÜER MAKİNA SAN.
 VİTSAN GÖZETİM MÜMESSİLLİK VE TİC. A.Ş.
 VİZYON ANTREPOCULUK OTO. İŞL.NAK.TUR. İNŞ. SAN.VE TİC. LTD.ŞTİ
 YAPI MERKEZİ PREFABRİKASYON A.Ş
 YENİ AKIN NAK. MET. VE OTOMOTİV. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
 YENİ MADENİ YAĞLAR VE KİMYEVİ ÜRÜNLER İTHALAT VE İHRACAT
 VE TİC. LTD. ŞTİ
 YETKİN PALA ORMAN ÜRÜNLERİ DIŞ TİC. SAN VE TİC LTD. ŞTİ
 YILDIRIM METAL SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.
 YILKARBON YAKIT PAZARLAMA SAN.TİC.A.Ş
 YILPORT KONTEYNER TERMİNALİ VE LİMAN İŞL. A.Ş

Emisyonu olmayan sanayi tesisleri

Abbas İsapur Depo
AEC Kimya Sanayii
Ahıskalı Dış Tic.ve İnşaat
Alişan Uluslararası Taşımacılık
Altek Alüminyum Pirinç Sanayii
Altıntel Melamin
Aluset Metal
Anadolu Maden ve Metal San.
Arkem Kimya ve Tic.
Armaplast Polyester Sanayii
Astim Endüstri Tesisleri İm.Mo.
Atabay Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Atılım Makine
Aydın Petrol
Aypet Ayhanlar Petrol Ürünleri
Aytaşlar İth.İhr.
Batusan Makine San
Baykur Gıda San.
Bekap Metal İnş.ve San.
Beyzade Metal Kimya San.
Boral Alüminyum San.
Boral Boru Profil San.
Cavo Metro Tel San.
Cengiz Makine San.
Ceynak-Ceyhan Nak.Pet.
Collins&Aikman Otomotiv Ye.
Çalışal Çelik Kons.
Çavuşoğlu Makine ve Otomotiv
Çayırova Boru
Çelebi Kimya
Çimta Ltd.

Çoban Tur Nakliyat Turizm
Çoruhlar Metal Mamulleri
Debant Plastik Sanayii
Demirsan Haddecilik San.
Deskim Destilasyon Kimya Sanayii
Dilkon Dilovası Konteyner Taş.
Doğan İnşaat ve Petrol San.
Doğan Metal Mak.Tic.
Doğuş Alüminyum San.
Dökpar Döküm Sanayii
Eda Metal İç ve Dış Tic.
Eminiş Ambalaj Sanayii
Enderoğlu Tavukçuluk
Enelsan Elektronik
Ener Demir Çelik Sanayii
Ertuğ Reklam
Esa Kimya Metal Sanayii
Esaş Akaryakıt Dağ.Gıda
Ezici Yağ
Forsat Denizcilik ve Tic.
Galmak Alüminyum San.
Genoto İmalat San.
Göktaş Yassı Hadde Mamulleri
Görhan İnş.ve Malz.San.
Göze Tarım Ürünleri ve Paz.
Grup Metal Saç San.
Grup Orman Ür.İth.İhr.
Gülsan İnş.San.Tur.
Güneri Makine San.
Günsan Çelik Mamulleri Paz.
Gürdesan Gemi Mak.San.
Güvenç Nakliyat Su Sat.Paz
Hilal Petrol ve Yalçinkaya Nak.

Inco End.İnş.Müh.Müt.
İsmailoğulları Petrol
Jokey plastik İstanbul San.
Kabaca Petrol Ürünleri Gıda İn.
Kapsa Orman Ürünleri San.
Karsan Karadeniz Kimya ve Gıda Sanayii
Kartal Bombe Üniteleri San.
Kenan Kenfikal Tavukçuluk
Kloro Gres ve Yağ Sanayii
Koraş Mak.Malz.San
KTM Kimyevi Madd.İth.İhr.
Marmara Metalurji Döküm
Medeks Lojistik
Mestaş Metal Mam.ve Mak.
Me-Şa Orman Ürünleri
MPS Metal Plas.San.
Omsan Asansör San.
Öz Metal Demir Çelik Sanayii
Özvar Metalurji San.
Pak Tavuk Gıda San.
Palkesan Ahşap İnş.ve Malz.
Park panel
Primer Dış Ticaret
Plaskap Ambalaj Sanayii
Poler Polyester Sanayii
Polikrom Yapı Malz.Boya Sanayii
Politeks Ambalaj ve İnşaat
Porland Porselen Sanayii
Ramsa Turizm İnş.
Safmak- Mak San.
Sağlamlar Orman Ürünleri
Sanicor Yapı Gereçleri Üret.
Sedef Gemi End.

Tanrıverdi Orman Ürünleri
Tantaoglu Uluslararası Taş.
Tayga Orman Ürünleri San.
Tar-Kar Madencilik
Tel Metal Haddecilik San.
Timka San.Müh.
Uğur Hidrolik Mak.San.
Uzunyol Ambalaj ve Kimya San.
Üçorman İç ve Dış Ticaret
Ünlüer Makine Sanayii
Vitsan Gözetim Mümessillik
Vizyon Antrepoculuk Otopark
Yapı Merkezi Prefabrikasyon
Yeni Madeni Yağ ve Kim. Ür.
Yetkin Pala Orman Ürünleri
Yıldırım Metal Sanayii

ÖZGEÇMİŞ

Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2003 yılında mezun olarak Çevre Mühendisi ünvanını aldı. 2003 yılı güz döneminde Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2005 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen bu görevini sürdürmektedir.