

**İZMİR ALIĞA ENDÜSTRİ BÖLGESİNDE HAVA KİRLİLİĞİNE NEDEN  
OLAN ORGANİK VE İNORGANİK KİRLİTİCİLERİN DÜZEYLERİNİN,  
KAYNAKLARININ VE SAĞLIK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Proje No: 104Y276**

**PROF.DR. GÜRDAL TUNCEL  
PROF.DR.AYSEN MÜEZZİNOĞLU  
PROF.DR. SEMRA TUNCEL  
PROF.DR.ABDURRAHMAN BAYRAM  
DOÇ.DR.MUSTAFA ODABAŞI  
DOÇ.DR.TOLGA ELBİR  
DOÇ.DR.SAIT SOFUOĞLU  
Y.DOÇ.DR.BEYHAN PEKEY  
Y. DOÇ. DR. HAKAN PEKEY  
DR.REMZİ SEYFİOĞLU  
DR. ABDULLAH ZARARSIZ  
YETKİN DUMANOĞLU  
RIDVAN KIRMAZ  
SHAHİN ABDULKARİM  
GÜRAY DOĞAN  
MIHRİBAN YILMAZ**

**NISAN 2008  
ANKARA**

## **ÖNSÖZ**

Bu proje Aliğa atmosferinde bulunan Uçucu Organik Bileşikler (UOB), eser elementler, ve inorganik gaz fazlı kirleticilerin ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$ ) aynı anda ölçüldüğü ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Yapılan ölçümler  $\text{SO}_2$  konsantrasyonlarında bundan 15 yıl öncesine kadar bölgede kayda değer bir düşüşün olduğunu göstermektedir. Belirlenen diğer kirletici konsantrasyonları bölgede mekansal değişimler göstermektedir. Örneğin UOB'lerin PETKİM ve TÜPRAŞ gibi endüstri yakınlarında bölgenin geri kalanına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşın  $\text{PM}_{10}$  miktarının gemi söküm tesisleri civarında yüksek olduğu saptanmıştır. Aliğa'da belirlenen kirliliğin başlıca kaynakları olarak trafik ve evsel ısınmadan salınan emisyonlar olarak belirlenmiştir. Ölçümler baz alınarak yapılan sağlık riski değerlendirmesi, dağılım modellemesi ve hava kalye yönetim planı Türkiye'de bundan sonar yapılacak çalışmalara örnek olacak niteliktedir.

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	viii
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xv
<b>KISALTMALAR</b> .....	xxiv
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	xxv
<b>ÖZET</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>GİRİŞ</b> .....	4
<b>1 GENEL BİLGİLER</b> .....	7
1.1 Çalışma Alanı.....	7
1.1.1 Bölgenin Coğrafi Özellikleri .....	7
1.1.2 Bölgenin Tarihi.....	8
1.1.3 İdari ve Sosyokültürel Yapı .....	9
1.1.4 Ekonomi .....	10
1.1.5 Turizm .....	11
1.1.6 Balıkçılık .....	11
1.1.7 Tarım Ve Hayvancılık .....	11
1.2 Proje Alanı ile İlgili Literatür Özeti .....	12
1.3 Çalışma Bölgesindeki Kaynaklar ve Emisyonlar.....	15
1.4 Çalışmanın Amaçları .....	23
1.5 Çalışmanın Kapsamı .....	24
1.6 Raporun İçeriği .....	29

<b>2 GEREÇ ve YÖNTEM</b> .....	30
2.1 UOB Ölçümleri .....	<b>32</b>
2.2 Gaz Fazı İnorganik Kirleticilerin Ölçülmesi .....	<b>42</b>
2.2.1 SO <sub>2</sub> .....	42
2.2.2 NO ve NO <sub>2</sub> .....	44
2.2.3 O <sub>3</sub> .....	45
2.2.4 PM <sub>10</sub> kütlesi .....	49
2.3 Eser Element Örnekleme.....	<b>51</b>
2.4 Meteorolojik Parametrelerin Ölçülmesi .....	<b>55</b>
2.5 Pasif Örnekleme.....	<b>63</b>
2.6 Toplanan Eser Element Örneklerinin Analizleri.....	<b>71</b>
2.7 Verilerin kalite kontrolü.....	<b>76</b>
2.7.1 Kör örnek analizleri .....	76
2.7.1.1 Eser element kör örnekleri .....	76
2.7.1.2 Pasif kör örnekler .....	76
2.7.2 Ölçüm Yapılan cihazların tayin sınırları .....	86
2.7.3 Cihazların kalibrasyonu .....	90
2.7.3.1 SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> ve beta cihazının kalibrasyonları.....	90
2.7.3.2 Gaz kromatografların kalibrasyonu .....	90
2.7.4 Yapılan Paralel Ölçümler.....	91
<b>3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA</b> .....	96
3.1 Aliğa Bölgesinin Meteorolojisi .....	<b>96</b>

3.1.1	Rüzgar yönü .....	96
3.1.2	Sıcaklık, Nem ve Rüzgar Hızı .....	102
3.1.3	Karışım yüksekliği ve ventilasyon sabiti.....	102
3.2	İstasyonlarda yapılan ölçümler ve sonuçların değerlendirilmesi .....	<b>108</b>
3.2.1	Veri setinin genel özellikleri .....	108
3.2.2	Verilerin frekans dağılımları .....	125
3.2.3	Aliağa bölgesinde atmosferin kirlilik düzeyinin belirlenmesi .....	126
3.2.4	Kirletici konsantrasyonlarının zaman içerisindeki değişimleri .....	133
3.2.4.1	<i>Kısa süreli değişimler (episodlar)</i> .....	133
3.2.4.2	<i>Mevsimsel değişimler</i> .....	136
3.2.4.3	<i>24-Saatlik değişimler (Diurnal)</i> .....	145
3.2.4.4	<i>Hafta içi – Hafta sonu değişimleri</i> .....	148
3.2.5	Aliağa bölgesinde ölçülen kirletici konsantrasyonlarına meteorolojik parametrelerin etkisi .....	152
3.2.5.1	<i>Rüzgar hızının etkisi</i> .....	152
3.2.5.2	<i>Karışım yüksekliğinin etkisi</i> .....	156
3.2.5.3	<i>Sıcaklığın etkisi</i> .....	162
3.2.5.4	<i>Yağışın etkisi (atmosferin re-loading süresinin hesaplanması)</i> ...	169
3.2.5.5	<i>Kirlilik gülleri</i> .....	173
3.2.5.6	Ventilasyon sabiti ve atmosferin asimilasyon kapasitesi .....	179
3.2.6	Kaynak katkılarının reseptör modellemesi tekniği ile belirlenmesi ....	186
3.2.6.1	Reseptör modellemesinin genel tartışması .....	186

3.2.6.2	<i>Zenginleşme Faktörleri</i> .....	188
3.2.6.3	Positif matris faktörizasyonu (PMF).....	192
3.2.6.4	<i>PMF'in Horozgediği istasyonunda ölçülen UOB konsantrasyonlarına uygulanması</i> 196	
3.2.6.5	<i>PMF'in Aliğa istasyonunda ölçülen UOB konsantrasyonlarına uygulanması</i> 204	
3.2.6.6	<i>PMF'in Horozgediği istasyonunda küçük partikül fraksiyonunda ölçülen eser element konsantrasyonlarına uygulanması</i> .....	211
3.2.6.7	<i>PMF'in Horozgediği istasyonunda büyük partikül fraksiyonunda ölçülen eser element konsantrasyonlarına uygulanması</i> .....	219
<b>3.3</b>	<b>Kirletici konsantrasyonlarının bölgesel dağılımı</b>	<b>225</b>
3.3.1	İki istasyonda ölçülen parametrelerin benzerlik ve farklılıkları .....	225
3.3.2	Pasif örnekleme sonuçlarının değerlendirilmesi.....	232
3.3.2.1	<i>Pasif ölçüm çalışmasının kısa tanımlanması</i> .....	232
3.3.2.2	<i>UOB ler için adsorbsiyon sabitlerinin (Uptake rates) belirlenmesi.</i> 233	
3.3.2.3	<i>Kirleticilerin Aliğa bölgesindeki dağılımları</i> .....	240
3.4	Sağlık Riski Modellemesi .....	276
3.4.1	Anket Sonuçları .....	276
3.4.1.1	<i>Katılımcı Özellikleri</i> .....	276
3.4.1.2	<i>Zaman Aktivite Dağılımları</i> .....	277
3.4.2	Bireysel Maruziyet Değerlendirmesi .....	285
3.4.3	Bireysel Risk Değerlendirmesi .....	288
3.4.3.1	<i>Yaygın Kirleticiler</i> .....	288

3.4.3.2.1	<i>Kanser Harici Risk Değerlendirmesi</i> .....	293
3.5	Dağılım Modellemesi .....	304
3.5.1	Çalışma Bölgesindeki Hava Kirlenici Kaynakları .....	304
3.5.1.1	<i>Yakıtlar</i> .....	304
3.5.1.2	<i>Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar</i> .....	305
3.5.1.3	Evsel ısınmadan kaynaklanan emisyonlar .....	311
3.5.1.4	<i>Trafikten kaynaklanan emisyonlar</i> .....	312
3.5.2	Kullanılan Dağılım Modeli .....	313
3.5.2.1	<i>Kirlenici kaynakların bölge hava kalitesine katkıları</i> .....	314
3.5.2.2	<i>Model sonuçlarının ölçümler ile karşılaştırılması</i> .....	330
3.6	<b>HAVA KALİTESİ YÖNETİMİ</b> .....	<b>337</b>
3.6.1	Hava Kirliliği Bilimindeki Gelişmeler .....	338
3.6.2	Hava Kalitesi Yönetiminde Kirlilik Kontrol Planları .....	342
3.6.3	Hava Kirliliğinin Etkileri ve Riskler .....	345
3.6.4	Hava Kalitesi Yönetim Sorumlulukları ve Mediasyon Uygulaması.....	347
3.6.5	Hava Kalitesi Yönetimi Bölümünün Sonuç Değerlendirmesi .....	353
	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>356</b>
	<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>366</b>

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1	Aliağa ilçe nüfusunun yıllara göre dağılımı .....	9
Tablo 1.2	Aliağa bölgesinde yer alan başlıca sanayi türleri .....	19
Tablo 1.3	Avrupa, Türkiye ve İzmir’de yıllık atmosfere salınan kirletici miktarları .....	22
Tablo 1.4	Çalışmada ölçülen parametreler .....	25
Tablo 1.5	Çalışmada ölçülen parametreler (Devam) .....	26
Tablo 1.6	Çalışmada ölçülen parametreler (Devam) .....	27
Tablo 2.1	Aliağa istasyonunda kullanılan GC’nin teknik özellikleri.....	34
Tablo 2.2	Horozgediği istasyonunda kullanılan GC’nin teknik özellikleri .....	35
Tablo 2.3	Horozgediği istasyonunda kullanılan GC’nin teknik özellikleri (Devam).....	36
Tablo 2.4	Horozgediği istasyonunda kullanılan SO <sub>2</sub> ölçüm cihazlarının teknik özellikleri .....	43
Tablo 2.5	Aliağa istasyonunda kullanılan SO <sub>2</sub> ölçüm cihazlarının teknik özellikleri.....	44
Tablo 2.6	Horozgediği istasyonunda kullanılan NO <sub>x</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri.....	46
Tablo 2.7	Aliağa istasyonunda kullanılan NO <sub>x</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri .....	46
Tablo 2.8	Horozgediği istasyonunu O <sub>3</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri .	48
Tablo 2.9	Aliağa istasyonu O <sub>3</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri .....	48



Tablo 2.10	Horozgediği istasyonu PM <sub>10</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri	50
Tablo 2.11	Aliağa istasyonu PM <sub>10</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri.....	51
Tablo 2.12	Horozgediği istasyonu Dichotomous örnekleyicilerin teknik özellikleri .....	54
Tablo 2.13	Aliağa istasyonu Dichotomous örnekleyicilerin teknik özellikleri . .....	54
Tablo 2.14	Horozgediği istasyonunda kullanılan Meteoroloji direğinin teknik özellikleri .....	56
Tablo 2.15	Horozgediği istasyonunda kullanılan Meteoroloji direğinin teknik özellikleri (Devam) .....	57
Tablo 2.16	Horozgediği istasyonunda kullanılan Meteoroloji direğinin teknik özellikleri (Devam) .....	58
Tablo 2.17	DMİ istasyonundaki meteorolojik cihazların teknik özellikleri .	60
Tablo 2.18	DMİ istasyonundaki meteorolojik cihazların teknik özellikleri (Devam) .....	61
Tablo 2.19	DMİ istasyonundaki meteorolojik cihazların teknik özellikleri (Devam) .....	62
Tablo 2.20	DMİ istasyonundaki meteorolojik cihazların teknik özellikleri (Devam) .....	63
Tablo 2.21	Pasif örnekleme istasyonlarının koordinatları.....	65
Tablo 2.22	Pasif örnekleme istasyonlarının koordinatları (Devam) .....	66
Tablo 2.23	Pasif örnekleme istasyonlarının koordinatları (Devam) .....	67
Tablo 2.24	Pasif örnekleme istasyonlarının koordinatları (Devam) .....	68
Tablo 2.25	EDXRF cihazının genel özellikleri.....	72
Tablo 2.26	XRF cihazı optimum uyarma koşulları.....	75

Tablo 2.27	Çalışmada ölçülen eser elementler için blank değerleri ve çıkarılan kör miktarları .....	77
Tablo 2.28	Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları	78
Tablo 2.29	Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları	79
Tablo 2.30	Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları (Devam) .....	80
Tablo 2.31	Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları (Devam) .....	81
Tablo 2.32	Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları (Devam) .....	82
Tablo 2.33	Laboratuvar kör değerleriyle alan kör değerlerinin karşılaştırılması .....	84
Tablo 2.34	Laboratuvar kör değerleriyle alan kör değerlerinin karşılaştırılması .....	85
Tablo 2.35	Eser elementlere ait Tayin Sınırları (TS) .....	86
Tablo 2.36	UOB'lere ait Tayin Sınırları (TS).....	87
Tablo 2.37	UOB'lere ait Tayin Sınırları (TS) (Devam) .....	88
Tablo 2.38	UOB'lere ait Tayin Sınırları (TS) (Devam) .....	89
Tablo 2.39	UOB'lere ait Tayin Sınırları (TS) (Devam) .....	90
Tablo 2.40	ODTÜ ve DEÜ'deki filtre tartımında kullanılan terazilerin karşılaştırılması .....	91
Tablo 2.41	Çalışmada kullanılan dichotomous örnekleyicilerin karşılaştırılması .....	95
Tablo 2.42	Çalışmada kullanılan iki gaz kromatografin karşılaştırılması.....	95
Tablo 3.1	Aliağa bölgesinde çalışma süresince ölçülen rüzgar hızı, sıcaklık ve nem değerleri .....	103

Tablo 3.2	Ölçülen UOB lerin Belediye istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler.....	109
Tablo 3.3	Ölçülen UOB lerin Belediye istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .....	110
Tablo 3.4	Ölçülen UOB lerin Belediye istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .....	111
Tablo 3.5	Ölçülen UOB lerin Belediye istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .....	112
Tablo 3.6	Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler.....	113
Tablo 3.7	Ölçülen UOB lerin Horozgediği ve Belediye istasyonlarındaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam).....	114
Tablo 3.8	Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .... .....	115
Tablo 3.9	Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .... .....	116
Tablo 3.10	Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .....	117
Tablo 3.11	Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .....	118
Tablo 3.12	Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .....	119

Tablo 3.13 Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .....	120
Tablo 3.14 Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam) .....	121
Tablo 3.15 Bu çalışmada ölçülen inorganik gazlarla PM <sub>10</sub> ve PM <sub>2.5</sub> kütlelerinin Horozgediği ve Belediye istasyonlarındaki ortalama konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler .....	122
Tablo 3.16 Eser elementlerin Belediye istasyonlarındaki ortalama ve medyan değerleri ve verilerle ilgili istatistik değerler .....	123
Tablo 3.17 Eser elementlerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan değerleri ve verilerle ilgili istatistik değerler .....	124
Tablo 3.18 Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen yıllık ortalama konsantrasyonların HKKY'ndeki standartlarla karşılaştırılması .....	127
Tablo 3.19 Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında Metallerin yaz ve kış mevsimi değişimleri .....	143
Tablo 3.20 Ölçülen kirleticilerin Belediye ve Enka istasyonlarındaki hafta içi ve hafta sonu konsantrasyonları .....	149
Tablo 3.21 İdeal tutma sabiti ile deneysel olarak hesaplanan tutma sabitinin Karşılaştırılması .....	235
Tablo 3.22 Hesaplanan Uçucu Organik Bileşiklerin Tutma Sabiti .....	237
Tablo 3.23 İdeal ve deneysel tutma sabitleri kullanılarak hesaplanan BTEX konsantrasyonları .....	238
Tablo 3.24 Seçilmiş kirleticilerin her örnekleme döneminde pasif istasyonlarda ölçülen konsantrasyonları .....	241
Tablo 3.25 Pasif istasyonlarda ölçülen kirleticilerin her örnekleme döneminde bütün istasyonları içeren ortalama değerleri .....	247

Tablo 3.26 Kirleticilerin Aliğa bölgesinde değişik istasyon guruplarındaki ortalama konsantrasyonları. Bütün konsantrasyonlar $\mu\text{g m}^{-3}$ türündendir .....	273
Tablo 3.27 Aliğa Nufusunun Dağılımı .....	277
Tablo 3.28 Sürekli Değişken Katılımcı Özellikleri için Tanımlayıcı İstatistikler .....	278
Tablo 3.29 Sürekli Değişkenlere Uyan Normal Dağılım Parametreleri ve Yüzdeler Değerleri .....	279
Tablo 3.30 Kesikli Değişken Katılımcı Sınıfları ve Yüzdeleri .....	280
Tablo 3.31 Bina İçinde ve Dışarıda Geçirilen Zaman İstatistikleri .....	280
Tablo 3.32 Ulaşımında Geçirilen Zaman İstatistikleri .....	282
Tablo 3.33 Bina İçinde ve Dışarıda Geçirilen Zaman İstatistikleri .....	282
Tablo 3.34 Üç Değişken için En İyi Uyan Dağılımlar ve Parametre Değerleri .....	283
Tablo 3.35 Soluma Hızını Belirleyici Aktiviteler ile Geçen Süre İstatistikleri .....	283
Tablo 3.36 Pencere/Kapı Açılarak Havalandırma Süresi İstatistikleri .....	283
Tablo 3.37 Katılımcının Konumuna Göre Günlük Ortalama Zamanlar .....	284
Tablo 3.38 Maruziyet Hesaplarında Kullanılan Soluk Alıp-Verme Hızları ....	285
Tablo 3.39 Aliğa Merkez AQI Betimleyici İstatistikleri .....	290
Tablo 3.40 Horozgediği AQI Betimleyici İstatistikleri .....	292
Tablo 3.41 Çandarlı ve Helvacı $I_{\text{PM}_{2,5}}$ Betimleyici İstatistikleri .....	292
Tablo 3.42 Aliğa Merkez Kanser Harici Risk Betimleyici İstatistikleri .....	296
Tablo 3.43 Horozgediği Kanser Harici Risk Betimleyici İstatistikleri .....	297

Tablo 3.44 Uçucu Organik Bileşikler için Kanseri Riski Betimleyici İstatistikleri .....	302
Tablo 3.45 PM <sub>2,5</sub> -Nikel için Kanseri Riski Betimleyici İstatistikleri .....	304
Tablo 3.46 Aliğa'daki sanayi tesisleri .....	307
Tablo 3.47 Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonların tahmininde kullanılan emisyon faktörleri (literatür birimlerine göre) .....	308
Tablo 3.48 Emisyon faktörleri için yapılan kabuller .....	308
Tablo 3.49 Çalışmada kullanılan ton yakıt başına emisyon faktörleri .....	308
Tablo 3.50 Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar (kg/saat) .....	309
Tablo 3.51 Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar (kg/saat) (Devam) .....	310
Tablo 3.52 Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar (kg/saat) (Devam) .....	311
Tablo 3.53 Pasif Örnekleme dönemlerinde yapılan haftalık SO <sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması .....	331
Tablo 3.54 Pasif Örnekleme dönemlerinde yapılan haftalık SO <sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması (Devam) .....	332
Tablo 3.55 Pasif Örnekleme dönemlerinde yapılan haftalık SO <sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması (Devam) .....	333
Tablo 3.56 Pasif Örnekleme dönemlerinde yapılan haftalık NO <sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması .....	334
Tablo 3.57 Pasif Örnekleme dönemlerinde yapılan haftalık NO <sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması (Devam) .....	335

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Gemi Söküm tesislerinin fotoğrafı.....	17
Şekil 1.2	PETKİM bacalarının fotoğrafı.....	17
Şekil 1.3	TÜPRAŞ'tan bir fotoğraf .....	18
Şekil 1.4	Bölgenin uydu görüntüsü ve kirletici kaynaklarının yeri .....	18
Şekil 1.5	Çalışma bölgesinde bulunan endüstrilerin yıllık yakıt kullanımı ....	20
Şekil 1.6	Bölgedeki endüstri tesislerinden görüntüler .....	21
Şekil 2.1	Çalışma alanı ve aktif istasyonların bulunduğu noktalar.....	30
Şekil 2.2	Aliağa istasyonundan görüntüler .....	31
Şekil 2.3	Horozgediği istasyonundan görüntüler .....	32
Şekil 2.4	Aliağa istasyonunda kullanılan on-line Gaz kromatograf .....	37
Şekil 2.5	Horozgediği istasyonunda kullanılan on-line Gaz kromatograf .....	37
Şekil 2.6	Örnek kromatogramlar .....	41
Şekil 2.7	Örnek kromatogramlar (Devam) .....	42
Şekil 2.8	Her iki istasyonda kullanılan SO <sub>2</sub> ölçüm cihazlarının görüntüleri..	43
Şekil 2.9	Her iki istasyonda kullanılan NO <sub>x</sub> ölçüm cihazlarının görüntüleri..	45
Şekil 2.10	Her iki istasyonda kullanılan O <sub>3</sub> ölçüm cihazlarının görüntüleri ..	47
Şekil 2.11	....Her iki istasyonda kullanılan PM <sub>10</sub> ölçüm cihazlarının görüntüleri .....	49
Şekil 2.12	Dichotomous örnekleyicilerin akım diagramı .....	52
Şekil 2.13	....Bu çalışmada kullanılan dichotomous örnekleyicilerin fotoğrafları .....	53
Şekil 2.14	Horozgediği meteoroloji istasyonunun fotoğrafları .....	59

Şekil 2.15 ..... Pasif örnekleme istasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımları .....	64
Şekil 2.16 ..... Çalışmada kullanılan inorganik pasif örnekleme tüplerine ait görüntüler .....	69
Şekil 2.17 ..... Çalışmada kullanılan UOB pasif örnekleme tüpünün şematik gösterimi .....	70
Şekil 2.18 Analizlerin yapıldığı XRF cihazına ait görüntüler .....	71
Şekil 2.19 XRF analiz sonuçlarına ait örnek bir spektrum .....	74
Şekil 2.20 .....Her iki istasyonda beta ışını ve dichot örnekleycilerle ölçülen PM10kütlelerinin karşılaştırılması .....	93
Şekil 3.1 ...Ölçümler sırasında elde edilen verilerden oluşturulan rüzgar gülleri .....	97
Şekil 3.2 . Aliağa – Menemen Bölgesinde 1991 yılında yedi değişik noktada bir yıl süre ile yapılan rüzgar ölçümlerinden oluşturulan rüzgar gülleri .....	99
Şekil 3.3 Aliağa bölgesi için hazırlanan saatlik rüzgargülleri .....	101
Şekil 3.4 ..... Ventilasyon sabiti ve Karışım yüksekliğinin gün içerisindeki ve çalışma sürecindeki değerleri .....	105
Şekil 3.5 Seçilmiş bazı parametrelerin frekans dağılımları .....	125
Şekil 3.6 İnorganik kirleticilerin literatür değerleri ile karşılaştırılması .....	129
Şekil 3.7 Ölçülen UOB konsantrasyonlarının literatür değerleri ile karşılaştırılması .....	131
Şekil 3.8 Ölçülen element konsantrasyonlarının literatür değerleri ile karşılaştırılması .....	132
Şekil 3.9 Seçilen parametrelerin zaman serisi eğrileri.....	134
Şekil 3.10 ..... Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen inorganik gaz fazı kirleticilerin çalışma süresindeki aylık değişimleri.....	137



Şekil 3.11 .....	Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında seçilmiş bazı UOB lerin çalışma süresince aylık değişimi .....	140
Şekil 3.12 .....	İnorganik fazı kirleticilerin a) Horozgediği istasyonu, b) Aliağa istasyonlarındaki 24 saat süreli değişimleri .....	146
Şekil 3.13 .	Seçilmiş UOB'lerin a) Horozgediği ve b) Belediye istasyonlarındaki 24 saat süreli değişimleri.....	148
Şekil 3.14 .....	Inorganik kirleticilerin hafta içi ve hafta sonu konsantrasyonları .....	151
Şekil 3.15	Seçilmiş UOB'lerin hafta içi ve hafta sonu konsantrasyonları ...	151
Şekil 3.16 .....	Rüzgar hızı ile inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki .....	153
Şekil 3.17 .....	Seçilmiş bazı UOB ler ile Rüzgar hızı arasındaki ilişki .....	153
Şekil 3.18	Seçilmiş bazı elementler ile Rüzgar hızı arasındaki ilişki.....	154
Şekil 3.19	Rüzgar hızı ile PM-10 ve PM-2.5 kütleleri arasındaki ilişki .....	155
Şekil 3.20 ..	Karışım yüksekliği ile inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki .....	157
Şekil 3.21	Karışım yüksekliği ile seçilmiş VOC'ler arasındaki ilişki .....	159
Şekil 3.22	Karışım yüksekliği ile seçilmiş eser elementler arasındaki ilişki	160
Şekil 3.23 .....	Karışım yüksekliği ile seçilmiş eser elementler arasındaki ilişki-Devam .....	161
Şekil 3.24 .....	Karışım yüksekliği ile PM-10 ve PM-2.5 kütleleri arasındaki ilişki .....	162
Şekil 3.25	Sıcaklık ile inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki .....	164
Şekil 3.26	Sıcaklık ile seçilmiş bazı UOB ler arasındaki ilişki .....	166

Şekil 3.27 Sıcaklık ile seçilmiş eser elementler arasındaki ilişki (günlük ortalama sıcaklık kullanılmıştır) .....	167
Şekil 3.28 Sıcaklık ile PM-10 ve PM-2.5 kütleleri arasındaki ilişki (günlük ortalama sıcaklık kullanılmıştır) .....	168
Şekil 3.29 Yağış miktarı ile inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki..	169
Şekil 3.30 Yağış miktarı ile seçilmiş UOB'ler arasındaki ilişki .....	170
Şekil 3.31 Yağış miktarı ile seçilmiş eser elementler arasındaki ilişki .....	171
Şekil 3.32 Değişik kirleticilerin yağmurdan 3 gün önce ve 10 gün sonraki ortanca konsantrasyonları.....	172
Şekil 3.33 .SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> ve PM-10 kütlesi için Horozgediği istasyonunda hazırlanmış kirletici gülleri (Konsantrasyonlar µg m <sup>-3</sup> ) .....	174
Şekil 3.34 .....SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> ve PM-10 kütlesi için Belediye istasyonunda hazırlanmış kirletici gülleri (Konsantrasyonlar µg m <sup>-3</sup> ) .....	177
Şekil 3.35 ..... Seçilmiş bazı UOBler için ENKA istasyonunda hazırlanmış kirlilik gülleri .....	178
Şekil 3.36 .Seçilmiş bazı UOBler için Belediye istasyonunda hazırlanmış kirlilik gülleri .....	180
Şekil 3.37 ... Aliğa bölgesi için hesaplanan VS değerlerinin zaman içerisindeki değişimi .....	181
Şekil 3.38 Hesaplanan VS değerlerinin inorganik gaz fazı kirletici konsantrasyonları ile karşılaştırılması .....	182
Şekil 3.39 ..... Hesaplanan VS değerlerinin seçilmiş UOB konsantrasyonları ile karşılaştırılması .....	184
Şekil 3.40 .... Hesaplanan VS değerlerinin seçilmiş metal konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması .....	185
Şekil 3.41 Hesaplanan VS değerlerinin antropojenik element konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması .....	186

Şekil 3.42 ..... Ventilasyon sabiti ile PM-10 ve PM-2.5 kütleleri arasındaki ilişki .....	187
Şekil 3.43 Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen elementlerin toprağa göre zenginleşme faktörleri.....	190
Şekil 3.44 ..... Horozgediği istasyonunda yapılan PMF çalışmasında elde edilen faktörlerin özellikleri .....	197
Şekil 3.45 .....Horozgediği istasyonunda beşinci faktör için hazırlanan kirlilik gülünde gözlenen yönleredeki kaynaklar .....	201
Şekil 3.46 Horozgediği PMF çalışmasında ölçülen ve modellenen UOB konsantrasyonları arasındaki regrasyon eğrisi .....	202
Şekil 3.47 Horozgediği istasyonunda ölçülen UOB konsantrasyonlarına PMF ile bulunan faktörlerin katkıları .....	203
Şekil 3.48 ..... Aliğa UOB verilerine uygulanan PMF’de faktörlerle fiziksel kaynakları ilişkilendirmekte kullanılan şekiller.....	205
Şekil 3.49 .Aliğa istasyonunda PETKİM ve/veya PETKİM kaynaklı emisyonları temsil ettiği düşünülen faktörlerin kirlilik haritaları.....	206
Şekil 3.50 .... Aliğa istasyonu için uygulanan PMF sonucu hesaplanan toplam organik kütlesi ile aynı istasyonda ölçülen UOB kütlesinin karşılaştırılması .....	209
Şekil 3.51 .....Aliğa’da toplam organik kütlesine katkıda bulunan kaynakların katkı payları.....	210
Şekil 3.52 Horozgediği istasyonunda ölçülen eser elementlerin PM2.5 fraksiyonuna uygulanan PMF sonuçları. ....	212
Şekil 3.53 .....Horozgediği istasyonunda PMF ile hesaplanan ve ölçülen PM2.5 kütlesi arasındaki ilişki .....	216
Şekil 3.54 Horozgediği istasyonunda ölçülen elementlerin gözlenen konsantrasyonlarına PMF ile belirlenen kaynakların katkısı .....	218

Şekil 3.55 .....	Horozgediği istasyonunda PM2.5 kütlesine katkıda bulunan kaynaklar .....	219
Şekil 3.56 ..	Aliağa büyük partikül fraksiyonuna uygulanan PMF sonucu ortaya çıkan 5 faktörün EV, F-loading ve EFC değerleri .....	221
Şekil 3.57 .....	Aliağa büyük partikül fraksiyonuna uygulanan PMF’de üçüncü, dördüncü ve beşinci faktörlerin g-skorumları .....	222
Şekil 3.58 .....	Horozgediği büyük partikül fraksiyonuna uygulanan PMF çalışmasında elementlerin faktörler tarafından açıklanan miktarları ....	224
Şekil 3.59 .....	Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında ölçülen inorganik gaz fazı kirleticilerin ortalama konsantrasyonlarının karşılaştırılması .....	225
Şekil 3.60	Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında ölçülen UOB konsantrasyonlarının karşılaştırılması.....	227
Şekil 3.61	Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında ölçülen PM10 kütlesinin karşılaştırılması .....	228
Şekil 3.62 ....	Gaz fazındaki inorganik kirleticilerden bazılarının Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında ölçülen konsantrasyonları arasındaki ilişkileri ..	229
Şekil 3.63 ....	Seçilmiş UOB lerin Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen konsantrasyonları arasındaki ilişki.....	230
Şekil 3.64	Seçilen bazı eser elementlerin Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında elde ölçülen konsantrasyonları arasındaki ilişki .....	231
Şekil 3.65 ..	UOB ler için hesaplanan adsorpsiyon sabitlerinin tekrarlanabilirliği .....	239
Şekil 3.66 ....	Pasif örneklemeyle ölçülen Benzen konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı.....	251
Şekil 3.67	Benzen çubuk dağılım haritası.....	252
Şekil 3.68	Pasif örneklemeyle ölçülen Etilbenzen konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı.....	254

Şekil 3.69	Etilbenzen çubuk dağılım haritası .....	255
Şekil 3.70	..... Pasif örneklemeyle ölçülen m, p xylene konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı .....	256
Şekil 3.71	m&p Ksilen çubuk dağılım haritası .....	257
Şekil 3.72	.. Pasif örneklemeyle ölçülen o-xylene konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı.....	258
Şekil 3.73	o Ksilen çubuk dağılım haritası.....	259
Şekil 3.74	..... Pasif örneklemeyle ölçülen Toluen konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı.....	260
Şekil 3.75	Toluen çubuk dağılım haritası .....	261
Şekil 3.76	..... Pasif örneklemeyle ölçülen NO2 konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı.....	263
Şekil 3.77	Azotdioksit çubuk dağılım haritası .....	264
Şekil 3.78	..... Pasif örnekleme yöntemiyle ölçülen SO2 konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı .....	265
Şekil 3.79	Kükürtdioksit çubuk dağılım haritası .....	266
Şekil 3.80	..... Pasif örnekleme yöntemiyle ölçülen O3 konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı .....	267
Şekil 3.81	Ozon çubuk dağılım haritası.....	268
Şekil 3.82	1 Deken ve secbutilbenzen çubuk dağılım haritası .....	271
Şekil 3.83	Aliağa Merkez Maruziyet Seviyeleri Kutu Grafik Gösterimi.....	286
Şekil 3.84	Horozgediği Maruziyet Seviyeleri Kutu Grafik Gösterimi.....	287
Şekil 3.85	Aliağa Merkez için Günlük Hava Kalitesi İndeks Değerleri ve Sağlık Etkisi Sınıflaması .....	289

Şekil 3.86 Horozgediği için Günlük Hava Kalitesi İndeks Değerleri ve Sağlık Etkisi Sınıflaması .....	291
Şekil 3.87 .. Aliağa Merkez için Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri (a) Kış, (b) Yaz.....	294
Şekil 3.88 Horozgediği için Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri (a) Kış, (b) Yaz .....	295
Şekil 3.89 ..... Pasif Örnekleme Noktaları için Ortalama ve Maksimum Kanser Harici Risk Seviyeleri.....	298
Şekil 3.90 Benzene Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri Dağılımı.....	299
Şekil 3.91 m,p-Xylene Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri Dağılımı ...	300
Şekil 3.92 o-Xylene Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri Dağılımı .....	301
Şekil 3.93 Ortalama Benzene Kanser Riski Seviyeleri Dağılımı.....	303
Şekil 3.94 Birinci ölçüm döneminde SO2 dağılım modeli sonuçları .....	316
Şekil 3.95 İkinci ölçüm döneminde SO2 dağılım modeli sonuçları.....	317
Şekil 3.96 Üçüncü ölçüm döneminde SO2 dağılım modeli sonuçları.....	318
Şekil 3.97 Dördüncü ölçüm döneminde SO2 dağılım modeli sonuçları.....	318
Şekil 3.98 Beşinci ölçüm döneminde SO2 dağılım modeli sonuçları .....	319
Şekil 3.99 .. Birinci ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları .....	320
Şekil 3.100.. İkinci ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları .....	321
Şekil 3.101 Üçüncü ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları .....	322
Şekil 3.102..... Dördüncü ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları .....	323

Şekil 3.103 Beşinci ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları .....	324
Şekil 3.104..... Birinci ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO <sub>2</sub> ) dağılım modeli sonuçları .....	325
Şekil 3.105..... İkinci ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO <sub>2</sub> ) dağılım modeli sonuçları .....	326
Şekil 3.106.... Üçüncü ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO <sub>2</sub> ) dağılım modeli sonuçları .....	327
Şekil 3.107. Dördüncü ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO <sub>2</sub> ) dağılım modeli sonuçları .....	328
Şekil 3.108..... Beşinci ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO <sub>2</sub> ) dağılım modeli sonuçları .....	329
Şekil 3.109 Dağılım modelleri sonuçları ile pasif örnekleme yöntemiyle ölçülen değerlerin karşılaştırması.....	336

## KISALTMALAR

<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>AQI</b>	Air Quality Index (Hava Kalite Endeksi)
<b>BTEX</b>	Benzen Toluene Ethylene Xylene
<b>CFC</b>	Kloroflorokarbonlar
<b>ÇED</b>	Çevre Etki Değerlendirmesi
<b>ÇLR</b>	Çoklu Regresyon Analizi
<b>DEU</b>	Dokuz Eylül Üniversitesi
<b>DMİ</b>	Devlet Meteoroloji İşleri
<b>DMİGM</b>	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
<b>EFc</b>	Crustal Enrichment Factor (Toprak kompozisyonunu baz alan Zenginleştirme Faktörü)
<b>ENKA</b>	ENKA İzmir Elektrik Santrali
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
<b>FA</b>	Faktör Analizi
<b>ISC-ST3</b>	Industrial Source Complex-Short Term3
<b>KKD</b>	Kimyasal Kütle Dengesi
<b>KVS</b>	Kısa Vadeli Sınır Değer
<b>KY</b>	Karışım Yüksekliği
<b>MAPINFO</b>	Jeoğrafik Bilgi Sistem'i bazlı bir yazılım programı
<b>ODTÜ</b>	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
<b>PAH</b>	Poliaromatik Hidrokarbonlar
<b>PCB</b>	Poliklorlanmış Bifeniller
<b>PCRAMMED</b>	EPA Meteoroloji Yazılımı
<b>PETKİM</b>	Petrokimya Holding Anonim Şirketi
<b>PKKF</b>	Potansiyel Kaynak Katkı Fonksiyonu
<b>PM</b>	Partikül Madde
<b>PM10</b>	10 µm'den küçük PM
<b>PM2.5</b>	2.5 µm'den küçük PM
<b>PMF</b>	Pozitif Matris Faktörlemesi
<b>TBA</b>	Temel Bileşen Analizi
<b>THKKY</b>	Türk Hava Kalitesi Kontrolü Yönetmeliği
<b>TÜPRAŞ</b>	Türkiye Petrol Rafineleri Anonim Şirketi
<b>UOB</b>	Uçucu Organik Bileşik
<b>USEPA</b>	United States Environmental Protection Agency (ABD Çevre Koruma Ajansı)
<b>UVS</b>	Uzun Vadeli Sınır Değer
<b>VOC</b>	Volatile Organic Carbon (Uçucu Organik Bileşik)
<b>VS</b>	Ventilasyon Sabiti
<b>WHO</b>	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)



## TEŞEKKÜR

İzmir Büyükşehir Belediyesi Başkanı Sayın Aziz Kocaoğlu'na ve Aliağa Belediyesi Başkanı Sayın Tansu Kaya'ya ve Helvacı Belediye Başkanı Sayın Hüseyin Şengül'e proje çalışmaları sırasında gösterdikleri yakın ilgi için, Özellikle Aliağa Belediyesinde görevli Çevre Mühendisi Sayın Türkan Güngelen'e çalışma süresince her türlü sorunda yardımımız koşup problemleri çözmek için özveri ile çaba harcadığı için, Aliağa Belediye'si teknikeri Murat Gel'e Cumartesi, Pazar Yılbaşı demeden örnek toplamadaki yardımları için özveri İzmir Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Kontrol Daire başkanı Sayın Yıldız Yılmaz, Rüşat ve Denetim Şube Müdürü Sayı Nesrin Özdemir'e projeye sağladıkları lojistik destek için, Enka İzmir Elektrik Üretim Ltd Şirketi Teknik ve Yönetim Müdürü Sayın Selim Özkan ve SGÇ Mühendisi Sayın Tansel Kutman'a hem Şirkete ait izleme istasyonunda yapılan ölçüm sonuçlarını projede kullanmamaıza izin verdikleri için, hem de Horozgediği istasyonu olarak tanımladığımız istasyonda çıkan problemlerde bize uzattıkları destek eli için, PETKİM Petrokimya Holding A.Ş Genel Müdürlüğü ile TÜPRAŞ Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. İzmir Rafineri Müdürlüğü'ne proje çalışmalarına karşı çok olumlu bir yaklaşım izledikleri için teşekkür ederiz.

Projenin alan çalışmalarında büyük bir özveri ile alan çalışmalarını yürüten ve projenin başarıyla sonuçlanmasında çok büyük katkıları olan DEU ve ODTÜ Yüksek Lisans ve Doktora öğrencileri, Mehtap Evcı, Ayşe Bozlaker, Özgün Andiç, Volkan Afacan, Sema Yurdakul, D.Deniz Genç Tokgöz, Fatma Öztürk, Başak Munzur ve bu gurubu yönlendiren Dr. Öznur O. Kuntasal projenin başarıyla sonuçlanmasında oynadıkları rol için teşekkür ederiz.

## ÖZET

İzmir'e 60 km mesafede bulunan Aliğa bölgesi, yoğun bir biçimde endüstrilemiş bir bölgedir. Bölgede çok sayıda endüstri kuruluşu yer almakla birlikte, aralarında en belirgin olanlar TÜPRAŞ rafinerisi, PETKİM petrokimya kompleksi ve demir çelik tesisleridir. Bu tesislerin bölgede önemli bir hava kirliliğine neden olduğu 1980'li yıllardan beri bilinmekle birlikte, bu güne kadar çeşitli nedenlerle bunu önleyecek yeterli tedbir alınmamıştır. Bunun temel nedeni insan ve çevre sağlığına verilen zararın ve risklerin sayısal olarak hesaplanamamasıdır. Metallerin ve uçucu organik bileşiklerin insan sağlığına verdikleri zararlar iyi bilinmektedir. Dolayısı ile bölgede yaşayan nüfusun bir sağlık tehdidi altında olduğunu söylemek çok yanlış olmayacaktır. Bölgede daha önce yapılan çalışmalar sırasında bazı köylerde kanser vakalarının beklenenden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bütün bu bilinenlere rağmen, Aliğa bölgesinde bu güne kadar hava kirliliğinin neden olduğu sağlık riskinin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Önerilen çalışmada, Aliğa bölgesindeki kirleticilerin kaynaklarının, düzeylerinin, gösterdikleri değişimlerin ve dağılımların ortaya çıkartılması ve oluşan verilerden hareketle bölgede seçilecek 50 noktada kirleticilerin neden olduğu sağlık riskinin hesaplanması ve bütün elde edilen sonuçların entegrasyonu ile bölgede hava kalitesinin geliştirilebilmesi için yapılması gerekenleri içeren bir hava kalitesi yönetim planının oluşturulması hedeflenmektedir. Bu şekilde bölgede hava kirleticilerinin oluşum ve dağılım dinamiği ve sağlık etkileri anlaşılmış ve bu etkileri en aza indirecek önlemler bir plan haline getirilmiş olacaktır.

Sağlık riski hesaplarına ve oluşturulacak hava kalitesi yönetim planına baz olacak ölçümler 2005 yılı yaz mevsiminde 3 ay ve takip eden kış mevsiminde 3 ay süre ile aralıksız olarak yapılacaktır. Çalışmada 50 kadar uçucu organik bileşik, gaz fazı kirleticiler ve eser elementler ölçülecektir. Ölçümler kurulacak iki dinamik ölçüm istasyonunda 1 saat ile 24 saat arasında değişen sıklıklarla yapılacaktır (bazı parametreler saatlik olarak ölçülecek, bazı parametreler için 12 saat aralıklarla, bazıları için ise 24 saat aralıklarla örnek toplanacaktır). Altı ay sürecek bu örnekleme programının yanında, kirleticilerin bölgedeki dağılımlarının belirlenebilmesi için 50 noktada pasif örnekleme tekniği ile eser elementler dışındaki parametrelerin ölçümleri yapılacaktır. Ölçüm çalışmalarında elde edilen sonuçlar kullanılarak değişik

kirleticiler ve toplam kirlilik yükünün bölgede yaşayan insanlarda neden olduğu sağlık riski hesaplanacaktır. Ölçüm sonuçları optimize edilecek bir dağılım modelinin kalibrasyonunda kullanılacak ve kalibrasyonu takiben model bölgede kaynak – reseptör ilişkisinin kurulmasında ve çeşitli gelişme senaryolarının doğuracağı sonuçların değerlendirilmesinde kullanılacaktır. Sağlık riski hesapları 50 nokta için ayrı ayrı yapılacağından, bölgede bir sağlık riski haritası çıkarmak mümkün olacaktır. Son olarak, yapılacak bütün çalışmalardan elde edilen veriler bir hava kalitesi yönetim planında entegre edilecektir. Plan Aliağa bölgesindeki kuruluş ve yerel yönetimlerin kullanabileceği ve belirli sıklıkta güncelleştirebileceği şekilde oluşturulacaktır.

### **Anahtar Kelimeler :**

Uçucu organik bileşikler (UOB), metaller, hava kirliliği, sağlık etkileri, yönetim planı

### **ABSTRACT**

Aliağa region, which is located approximately 60 km to the north of İzmir is a heavily industrialized area. Although there are a large number of industries located in the region, the most important polluters are the TÜPRAŞ refinery, PETKİM petrochemical complex and a number of iron and steel plants. Although high concentrations and high emissions of pollutants in the region are known for more than 15 years, no action, up to now, were taken to improve air quality in Aliağa region. Both the metals emitted from iron and steel plants and VOC's emitted from the refinery and petrochemical complex have well documented health effects and consequently people living in Aliağa region are expected to suffer from high concentrations of these pollutants in the atmosphere. However, there is no study in the region to assess the the health effects of metals and VOCs on the population.

The objective of the proposed study is to determine levels, temporal and spatial variability in the concentrations of air pollutants as well as sources contributing to their measured concentrations. This information that will be generated in the first part of the study will form basis for the health risk assessment study in the second part of the proposed project. The parameters that will be measured will include approximately 50 volatile organic compounds, trace elements, and combustion products, such as SO<sub>2</sub>,

NO<sub>x</sub> and tropospheric ozone. Measurements will be performed at two active monitoring stations for three months in the summer of 2005. Parameters will be measured with intervals ranging from 1 hr to 24 hours. A source apportionment study will be performed to determine sources contributing to observed levels of air pollutants. In addition to these active monitoring stations concentrations of parameters other than trace elements will also be measured at 50 points in the region using a passive sampling approach. Health risk created by individual pollutants as well as total from sum of all pollutants will be calculated for each of the 50 measurement points and thus a health risk map for the region will be prepared using GIS software and interpolation approach. Finally all data generated in the study will be integrated into an air quality management plan provided by local governments and municipalities in the Alija region.

**Keywords:**

Volatile organic compounds, metals, air pollution, health effects, air quality management plan

## GİRİŞ

Aliağa, İzmir'e yaklaşık 60 km mesafede bulunan, yoğun bir şekilde endüstrileşmiş bir sanayi bölgesidir. Bölgede bulunan endüstri tesislerinin belli başlıları arasında TÜPRAŞ rafinerisi, PETKİM petrokimya kompleksi ve çok sayıdaki demir çelik tesisleri sayılabilir. Bölge aynı zamanda çok verimli bir tarım arazisi ve Yeni Foça gibi merkezleriyle, önemli bir turizm bölgesi olduğundan, mevcut sanayi tesislerinden atmosfere atılan kirleticilerin bölgede yaşayan insanların sağlığına olan etkilerinin yanında bölge turizmini ve tarımını da etkilemesi beklenebilir (Müezzinoğlu, 2000; Dinçer vd., 2003).

Bu güne kadar Aliağa bölgesinde yapılan SO<sub>2</sub>, partiküler madde gibi inorganik kirleticilerin düzeylerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar (Bayram vd., 1997, Arpacioğlu vd., 1993a, b; Alp vd., 1991 ; Ulu vd., 1994) bölgede endüstrilerden kaynaklanan yoğun bir kirliliğin olduğunu, Hava Kalitesinin Korunması yönetmeliğindeki uzun vadeli sınır değerlerin bölgenin en azından bazı yerlerinde, kısa vadeli sınır değerlerin ise aşağı yukarı bölgenin tamamında aşıldığını göstermiştir. Ancak yüksek kirletici yüklerinin neden olduğu sağlık riski ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığı için yaşayan nüfusun ne ölçüde sağlık riski altında olduğu bilinmemektedir. Ayrıca gözlenen yüksek kirletici düzeylerine hangi endüstrilerin ne ölçüde katkıda buldukları da bilinmemektedir.

Bölgede mevcut verilerle yapılacak bir sağlık riski değerlendirmesi, organik kirlencilerle ilgili veri eksikliğinden dolayı çok anlamlı da olmayacaktır. Her ne kadar bir doktora tezi kapsamında ve DEÜ Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenen proje (DEÜ-BAP, 101 kodlu proje) sayesinde 2004 yaz aylarında yapılan bir örnekleme ile bölgede yarı uçucu nitelikteki PAH'lar, PCB'ler ve bazı pestisitlerle ilgili bir hava örnekleme programı başlatılmış ise de, bu hem seçilen maddelerin belirli organikler olması, hem kısa süreli örnekleme olanağı bulunması nedenleriyle yöredeki organiklerle ilgili bilgi noksanını tamamlamaya yetecek sayıda ve çeşitlilikte değildir. Aliağa bölgesinde, bir değerlendirme yapabilmek için, verilerle ilgili en büyük eksiklik, yeterli bir süreyi ve coğrafi dağılımı kapsayan uçucu organik bileşik (UOB) verilerinin bulunmamasıdır. Bölgedeki en büyük iki endüstri tesisi TÜPRAŞ rafinerisi ile PETKİM petrokimya kompleksidir. Her iki kuruluşun da en önemli emisyonları organik bileşiklerdir. Atmosfere atılan bu uçucu organik bileşiklerin toksik etkileri ise literatürde açıkça gösterilmiştir.

Böylesine büyük organik madde emisyonlarının olduğu bir bölgede UOB düzeylerinin çok yüksek olması ve bölgede yaşayanlar için ciddi bir sağlık riski oluşturması beklenmelidir. Yöredeki sağlık riskleri konusunda kapsamlı bir çalışma bulunmamasına rağmen, bazı belirtiler de mevcuttur. Aliğa bölgesinde dolaşıldığında rüzgarın rafineri ve PETKİM'den estiği durumlarda yoğun bir koku hissedilmektedir. Yöredeki kokuların seviye ve kimyasal karakterizasyonu da DEÜ-BAP projesi olarak ele alınmış olup bir doktora tezi (DEÜ-BAP, 061 kodlu proje) niteliğinde olup proje 2005 yılında çalışmaya başlanmıştır. Rafineri ve PETKİM'in rüzgar altında olan Horozgediği köyünde kanser vakasının başka benzer yerleşim birimlerinde görülenden çok daha yüksek oranlarda olduğu anlaşılmaktadır. Bütün bu belirtilere rağmen, Aliğa bölgesinde sınırlı sayıda organik ölçümleri içeren tek bir çalışma bulunmaktadır (Çetin vd., 2003). Söz konusu çalışmada Aliğa bölgesinde ölçülen UOB düzeylerinin, İzmir kent atmosferinde ölçülenlerden 20 kat fazla olabildiği gösterilmiştir. Çetin vd. (2003)'nin çalışması bölgedeki UOB düzeyleri hakkında ilk bilgileri verdiği için çok önemli bir çalışmadır, ancak kullanılan örnekleme stratejisi nedeniyle verilere dayalı bölge bazında kapsamlı bir değerlendirme yapmak mümkün olmamaktadır (çalışmada örnekler gün içerisinde 3 – 5 saat süre ile ve her istasyonda bir yıl içerisinde 26 gün olacak şekilde toplanmıştır).

Diğer taraftan DEÜ-BAP finansmanı ile 2005 yılından başlayarak Aliğa bölgesini de içine alan İzmir ve çevresinde ağır metal seviyelerinin belirlenmesi projesi kapsamında da (DEÜ-BAP, 078 kodlu proje) Aliğa'da ağır metal seviyesi tespit çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmada ele alınan Aliğa yöresi sadece İzmir çevresindeki bir kaç endüstri bölgesinden biri olmuştur. Bahis konusu BAP projesi, Aliğa'da çok sayıda veri üretmek yerine İzmir ve çevresindeki seçilen kirlenici kaynakların kıyaslamasını yapmaya olanak verecek biçimde tasarlanmıştır. Konuda oldukça eski tarihli verilere dayalı bir çalışma mevcut bulunmakla birlikte, seçilen ağır metal ve iz elementlerin sayısı bu projede öngörülenlere kıyasla yeterli görülmemektedir (Bayram vd., 1997).

Çeşitli hava kirleniciler bakımından İzmir temiz hava planı içerisinde Aliğa bölgesinden gelen kirlenmenin önemli bir paya sahip olduğu bir süredir bilinmektedir (Elbir ve Müezzinoğlu, 2004, Müezzinoğlu vd., 2003; Müezzinoğlu vd., 2001). Ancak bu projede ele alınan daha belirli kirleniciler olan uçucu organikler, partikül karakterizasyonu, eser elementler gibi

maddeler açısından bunun nasıl bir öneme sahip olduğu tam olarak belirlenmiş değildir.

Yukarıda belirtilen hususlar göz önüne alındığında, Aliağa bölgesinde mevcut durumu belirleyecek, mevcut endüstrilerin oluşturduğu sağlık riskinin ne boyutlarda olduğunu ortaya koyacak ve hava kalitesini iyileştirmeye yönelik yapılması gereken çalışmaları içeren daha yerel ölçekli ve ayrıntılı bir hava kalitesi yönetim planının oluşturulmasını içeren bir çalışmanın bölgede yaşayan nüfusun sağlığını emniyet altına almak ve bu güne kadar yapılmış ve yapılmakta olan daha küçük çaplı çalışmaları bir perspektife oturtmak açılarından yararlı olacağı ortaya çıkmaktadır.

# 1 GENEL BİLGİLER

## 1.1 Çalışma Alanı

### 1.1.1 Bölgenin Coğrafi Özellikleri

İzmir'in Kuzey ilçelerinden olan Aliağa, Ege Denizi'nin kıyısında yer alır. İlçe; Güney Doğusunda Dumanlı Dağı ve Kuzey Doğusundaki Yunt Dağı ile çevrelenmiş olup; Batısında Ege Denizi bulunmaktadır. Günümüzde bir sanayi ilçesine dönüşen Aliağa; doğusunda Manisa, kuzeyinde Bergama, güneyinde Menemen, güney batısında Foça ilçelerine komşudur. İlçenin yüzölçümü 393 km<sup>2</sup>'dir. İzmir- Çanakkale karayolu kentin içinden geçmekte ve çift gidiş-gelişe sahip olan bu karayolu ile ilçeden İzmir'e 45 dakikada ulaşılmaktadır. Yeni yapılmış olan Aliağa-İzmir arasındaki demiryolu hattında iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Çift gidiş geliş hat çalışmaları devam eden tren yolu ve hızlı tren projesinin hizmete girmesiyle, demiryolu ulaşımı karayoluna önemli bir alternatif olacaktır. Aliağa'nın tüm köyleri ile ulaşımı sağlanmış olup; bu köylerin tümünün yolu asfalttır.

Aliağa, İmar Planları ve uygulanan konut politikalarından dolayı, önceleri Kuzey/ Güney yönünde, son yıllarda ise Doğu yönünde genişlemeye başlamıştır; yeni konut alanları bu yönde konuşlanmaktadır.

Aliağa'da tipik Akdeniz iklimi vardır. Yıllık yağışların hemen tamamı kış mevsiminde olmakta, sıcak yazlar kurak geçmektedir. Kışın çoğunlukla kuzeyli rüzgârlar eser. Yazın ise öğle sonlarında batıdan esen yerel imbat rüzgârı ilçeye serinlik getirir. Yazın ortalama sıcaklık 24 - 27°C arasındadır. Gündüzleri bu sıcaklığın 35°C'yi geçtiği sık sık görülür. Kış aylarının sıcaklık ortalaması 7 °C' dir. Aliağa'da en soğuk ay Ocak ayıdır.

İlçe sınırları içinde akan tek akarsu Güzelhisar Çayıdır. Yunt dağlarından doğar ve yaz-kış kurumadan akar. Bu akarsudan çevresindeki ovalarda yetişen ürünleri sulamada yararlanır ve üzerinde bölgenin sanayi kuruluşları için hayati önemi olan Güzelhisar Barajı bulunmaktadır. Güzelhisar Çayının en yüksek debisi; 5.7 m<sup>3</sup>/sn, ortalama debisi; 3.7 m<sup>3</sup>/sn olarak verilmektedir.

Aliağa'da bitki örtüsü iklime uygun olarak tipik Akdeniz türlerinden oluşmaktadır. Yüzyıllardır aşırı otlatma, yangın ve tarla açma nedeni ile



doğal ormanlar hemen hemen yok denecek kadar azalmıştır. Ancak orman yenileme çalışmaları yoğun olup, bu alanların dışında ormanların yerini; ardı, pırnal, sakız, akça kesme, katır tırnağı, tesbih gibi maki türü bitkiler almıştır. Çeşitli kurumların abalalarıyla düzenlenen ağaçlandırma kampanyalarıyla ilçenin çeşitli yerlerinde yeni orman alanları oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bunlar arasında oluşum halindeki Bozköy yanındaki orman ile Samurlu/Güzelhisar köyleri arasındaki yenilenmiş oluşum halindeki kızılçam ormanları sayılabilir. Aliağa'nın topografyası kısmen düzlük, kısmen de dağlık bir karaktere sahiptir.

Dağ sıraları birbirine paraleldir ve kıyıya dik bir takım çöküntü çukurları mevcuttur. Bakırçay Ovası'nın güneyinde bulunan Yunt dağları Aliağa'nın kuzeyine dayanır. Güneyinde ise yksekligi 1098 metreyi bulan Dumanlı dağı bulunmaktadır. Bunların dışında Karahasan Dağı (423), Dedetaşı Dağı (341), Ardış Tepe (334), Akademik Dağı (497), Halkalı Tepe (789), Sıyırdım Dağı (610) ve Karagl Tepe gibi dağ ve tepeler de vardır. Gediz Nehri'nin kuzeyinde yoğun bir tarım bölgesi olan Helvacı Ovası vardır; Menemen ovasına aınım bu ova ile sağlanmaktadır. Kuzeydeki Güzelhisar ayı ovası da tarım yapılan verimli bir alandır.

### 1.1.2 Bölgenin Tarihi

Tarihsel olarak İzmir ve Bergama odaklı antik kentlerin ortasında yer alan Aliağa yöresinde Herodot tarafından adları bildirilen 12 Aiol antik kentinden 4 büyüğü yer alır: Aigaia, Kyme, Myrna ve Gryneion. Bergama kralı III. Attalos kral olduktan bir süre sonra bu bölgede Bihynia Kralına karşı bir zafer kazanmıştır ve o günün anısına kendisinin silahların üzerine basar durumdaki heykeli sağlık tanrısı ile birlikte Asklepion'a dikilmiştir.

Bizans döneminde önemli kentler arasında yine bölgenin antik kentleri vardır: Pergamos, Elaia, Pitane, Tianai, Perperine gibi. Roma İmparatorluğu 395 yılında ikiye ayrıldığında, bu bölge Bizans'ın payına düşmüştü. İslam ordularının akınlarının devam ettiği dönemlerde Emevi Halifesi Süleyman'ın zamanında Arap ordularının yöreye kadar geldikleri, örneğin 716 yılında Mesleme Bin Abdelmelik komutasındaki 120 bin kişilik Arap ordusunun Aliağa yöresinde konakladığı bilinmektedir. Bergama kralı III. Leon döneminde (717-741) Araplar ile yapılan anlaşma sonunda İzmir- Bergama arası Arap yönetimine geçmiştir. Arapların 717-718 yıllarındaki İstanbul kuşatması

başarılı olmayınca Araplar Anadolu'nun önemli yerlerinden geriye püskürtüldü. Dokuzuncu, onuncu yüzyıllarda Bizans zayıflamaya başladığında Anadolu'da derebeyi başkaldırmaları baş gösterdi. Sonunda bir derebeyi ailesi olan Komnenler yönetimi ele geçirdi (1021- 1081). Bu dönemden sonra Anadolu hızla Türkleşmeye başladı. Bu süreç Aliağa'da da yaşanmıştır.

Osmanlı döneminde ise 4. Murat Bağdat'tan zafer alayı ile dönerken Osmanlı Ordusuna yardımcı dokunanları beraberinde getirir. Ali Ağa bu kişilerden biridir. Böylece Aliağa'nın bu isimle anılmaya başlamasının 4. Murat dönemine kadar uzandığı bilinmektedir. Kısacası antik Aeolia bölgesinin tam ortasındaki Aliağa adını bu antik isimden değil Karaosmanoğlu çiftliğinin sahiplerinden Ali Ağa'dan almıştır.

### 1.1.3 İdari ve Sosyokültürel Yapı

1960'da 2590 kişilik bir nüfusa sahip küçük bir bucak olan Aliağa, Petrol ve Petro- Kimya sektörlerinin ağırlıkta olduğu sanayi tesislerinin kurulmasıyla birlikte hızla gelişerek, Ege'nin nüfus çeken bir sanayi merkezi olmuştur. İlçenin yıllara göre nüfus dağılımı Tablo 1 1'de verilmiştir.

1960	2.590
1965	2.860
1970	4.915
1975	5.727
1980	11.129
1985	17.575
1990	25.450
1995	33.522
2000	37.461

Hızlı sanayileşme; hızlı kentleşme, dış göç alma ve nüfusun yoğunlaşmasına neden olmuştur. Bu tabloya göre 1960 ile 2000 yılları arasındaki 40 yıl içinde Aliağa'nın nüfusu % 1350 oranında artış göstermiştir.

Aliağa'da gece ve gündüz nüfusu arasında büyük farklılık mevcuttur. İlçe Merkezinin nüfusu 2000'de 37.461 olarak verilmesine karşılık, gündüz nüfusunun 60 binin üzerinde olduğu bilinmektedir. Aliağa'nın bir sanayi merkezi olması, İzmir, Manisa veya Aliağa köylerinde ikamet eden ancak Aliağa'da çalışan insanların geliş gidişlerine neden olmuştur. Ayrıca dış göç sonucu, Türkiye'nin her yerinden çok sayıda insan Aliağa'ya gelmiş ve yerleşmiştir.

#### 1.1.4 Ekonomi

Aliağa, Ege Bölgesi toplam ihracatının yaklaşık yüzde 22'sini gerçekleştirmekte, Türkiye'de Kişi Başına Gayrisafi Milli Gelirin (GSMH) % 1 – 1,3'ünü üretmektedir. Bankalarda dönen günlük mevduat toplamı ortalama 500 Trilyon TL civarındadır. İlçede toplam tasarruf mevduatı rakamının yaklaşık 200 Trilyon TL olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca bölgede bulunan birçok büyük sanayi kuruluşunun genel merkezlerinin başka şehirlerde bulunması nedeni ile ilçedeki üretilen değerlerin bir bölümü başka kentlerdeki bankalarda bulunmaktadır. Vergi istatistiklerinde 2002 yılında Aliağa'da gerçekleşen vergi gelirleri 108.835.755,55 ve diğer gelirler ise 2.584.383,91 YTL olarak görünmektedir.

Bütün bu faaliyetler ve yatırımlar sayesinde Aliağa ekonomik açıdan canlı bir yerdir; internette yer alan yarı resmi TOP-500 sitesine göre, Aliağa dünya çapında büyüklükteki sanayi kuruluşlarına sahiptir. Örneğin Aliağa'da Türkiye'nin en büyük şirketlerinden biri olan Petkim yer alır. Avrupa'nın en büyük kentler sıralamasında Aliağa sanayi şirketi adedi bakımından 15520nci durumundadır. Ürün satışları bakımından bu sayı 3098inciliğe yükselmektedir.

Aliağa'da sanayileşmeyle birlikte ekonomide büyük canlılığa ulaşıldığından kentsel ve endüstriyel değişim ve büyüme de baş döndürücü bir hızdadır. Ancak sanayi kuruluşlarının sayısının artması olarak görünen bu durum, Aliağa'daki ticari yaşamda kendini gösterememektedir. Çünkü Aliağa'da

köklü, büyük esnaf sayısı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle ilçede ticaret çok gelişmemiştir.

#### 1.1.5 Turizm

Yörede turizm, Ege kıyılarında çoğunlukla görüldüğü gibi kum, güneş, deniz üçgeninde devam etmektedir. Çevredeki büyük kentlerde yaşayan üst gelir gruplarının Ege sahil kasabalarında ikincil konut sahibi olma alışkanlığı azalarak da olsa Aliağa'da da görülür. Oldukça önemli büyüklüklerde kamping, otel, motel gibi işletmeler faaliyet göstermektedir. Ancak bu gibi turizm faaliyetleri Aliağa'da sanayileşme yanında ikinci plana düşmüştür.

#### 1.1.6 Balıkçılık

Çandarlı Körfezinin güney sahilindeki üç yönden kapalı, sert rüzgârlara kapalı, adeta bir kıyı gölünü andıran limanı sayesinde Aliağa körfezi doğal bir balıkçı barınağıdır. Ancak, geçmişte kentsel yaşamın en önemli aktivitesi olan balıkçılığı olumlu etkileyen bu doğal yapının, günümüzde artık pek önemi kalmamıştır. Petrol rafinerisi ve buna ait yükleme boşaltma limanlarının kurulması ile petrol saçılmaları gibi etkiler Aliağa limanında yapılabilecek balıkçılığı engellemekte, ancak açık denize ulaşabilen tekneler ile balıkçılığı sürdürmek mümkün olmaktadır. Bu sayede halen ilçede az da olsa balıkçılık yapılabilmektedir.

Balıkçılığı denetim altına almak, kaçak yapılan balıkçılığı engellemek amacıyla balıkçı teknelerine İlçe Tarım Müdürlüğü tarafından plaka verilmektedir. Ayrıca, Sahil Güvenlik kontrolü de yapılmaktadır. İlçede 140 adet plakalı balıkçı teknesi bulunmaktadır. Balıkçı teknelerine, teknede çalışanlara ve amatör balıkçılara İlçe Tarım Müdürlüğüne ruhsat, amatör balıkçılara Amatör Balıkçı Belgesi verilmiştir.

#### 1.1.7 Tarım Ve Hayvancılık

Aliağa ilçesinde sanayileşme hareketi ile birlikte tarımsal faaliyetlerde azalma olmuştur. Köylerde yaşayanların sanayi kuruluşlarında çalışmak için ilçe merkezlerine göçleri sürdükçe, tarım ve hayvancılık da olumsuz yönde etkilenmeye devam edecektir. Bu konuda çevre kirliliğinin olumsuz etkisi olup olmadığı ayrıca düşünülmeğe değer bir husustur.

Günümüzde sadece Güzelhisar ve Helvacı ovalarında tarım yapıldığı söylenebilir. Yetiştirilen tarım ürünleri arasında en önemlileri pamuk, tütün, sebze, zeytin ve çekirdeksiz üzümdür. Aşağı Gediz sağ sahil sulaması ile Nemrut kavşağına kadar olan Helvacı ovası yakın tarihlerde sulu tarıma açılmıştır. Gediz Nehrinin güneyinde Cumhuriyet tarihinin ilk sulama sistemine sahip olan verimli Menemen Ovası bulunmaktadır.

Yöre, geleneksel sulu veya kuru tarıma, balıkçılık, hayvancılık ve rekreasyonel kullanımlara açıktır. Tarım arazisinin 3.317 hektarlık bölümünde sulama yapılmaktadır. Bunun yüzde 62'si halkın kendi imkânlarıyla, % 38'i ise Devlet Su İşleri kanalları aracılığı ile yapılmaktadır.

Aliağa'da yıllık üretilen et miktarı 460 ton, süt üretimi ise 7200 ton civarındadır. Ayrıca tavuk ve yumurtacı tavuk sayısı oldukça yüksektir, toplam sekiz köyde ise arıcılık yapılmaktadır.

## **1.2 Proje Alanı ile İlgili Literatür Özeti**

Endüstrilerden kaynaklanan hava kirliliği ve neden olduğu sağlık sorunları uzun zamandır bilinen kavramlardır. Ancak çok uzun bir süre endüstri kökenli hava kirliliği dendiğinde yanmadan kaynaklanan hava kirliliği düşünülmüş ve bu nedenle de endüstri bölgelerinde SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, partikül madde (PM) gibi kirleticilerin üzerinde ağırlıklı olarak durulmuştur. Oysa petrol rafinerisi, petrokimya tesisleri gibi endüstrilerin bulunduğu yerlerde organik kökenli kirleticilerin, yanmadan kaynaklanan kirleticilerden daha önemli olması beklenmelidir. Ne var ki uçucu organik bileşiklerin (UOB) gerek örneklenmesinin ve gerekse analizlerinin zor olması ve bu iş için gerekli teknolojinin çok yakın zamana kadar gelişmemesinden dolayı, endüstri bölgelerinde organik kirleticilere yönelik çalışmalar çok sınırlı kalmıştır. Oysa rafineri gibi tesislerden atmosfere atılan UOB'lerin hem SO<sub>2</sub>, partikül maddeler gibi yanma kökenli kirleticilerden çok daha toksik ve kanserojen olduğu (WHO, 1987; Brunekreef vd., 1995; Edwards vd., 1994; Oosterlee vd., 1996; Wjst vd., 1993; Weiland vd., 1994; EPAQS, 1994; Bolla, 1991 ; Kinney ve Ozkaynak, 1991 ; Romieu vd., 1996 ; Romieu vd., 1995), hem de doğrudan sağlık etkilerinin yanında, fotokimyasal duman oluşumuna neden oldukları çok iyi bilinmektedir (Blanchard vd., 1999; Cardelino ve Chameides, 1995; Sillman vd., 1993 ; Rao ve Zurbenko, 1994). Dolayısı ile, atmosferde

organik kirleticilerin yüksek düzeylerde oldukları bölgelerde insan sağlığının önemli bir tehdit altında olacağı açıktır.

Pek çok değişik tür endüstri tesisinin bir arada bulunduğu endüstri bölgelerinde hava kalitesinin kolaylıkla bozulabileceği ve bölgede yaşıyanlar için bir tehdit unsuru olabileceği bilinmektedir. Dolayısı ile, bu tür endüstri bölgelerinde hava kalitesinin korunması için özen gösterilmesi kirletici konsantrasyonlarının belli bir düzeyin üzerine çıkmasına izin verilmemesi gerekir ki, bu da kapsamlı bir izleme değerlendirme ve denetim mekanizmasını içeren hava kalitesi yönetim planları ile sağlanabilir. Hava kalitesi yönetim planı, hava kalitesinin ve hava kirliliğinden kaynaklanan sağlık riskinin istenen düzeylerde tutulabilmesi için mevcut endüstrilerde alınması gereken önlemleri, yapılacak denetim ve izleme programını belirleyen ve zaman içersinde bölgede oluşacak değerşikliklerin hava kalitesini ne şekilde etkileyeceğinin değerlendirilmesini sağlayacak entegre bir eylem planıdır.

Hava kalitesi yönetim planının altında oldukça kapsamlı bilimsel ölçüm ve model çalışmaları yatmaktadır. Böyle bir planın oluşturulabilmesi için, endüstri bölgesindeki hava kalitesinin bilinmesi ve bunun için de kapsamlı bir ölçüm programının uygulanması gerekmektedir. Ölçümler insan sağlığına ve diğer ekosistem bileşenlerine üzerinde etkin olan uçucu organik bileşikler, poliaromatik hidrokarbonlar gibi organik ve SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> ve metaller gibi inorganik bütün kirleticileri içermektedir. Ölçüm çalışmalarından elde edilen sonuçlar bölgedeki kirletici yüklerinin belirlenmesi, daha sonraki aşamalarda uygulanacak modellerin kalibrasyonu ve mevcut kirletici yüklerinin oluşturduğu sağlık risklerinin hesaplanabilmesi için gereklidir. Ayrıca ölçüm sonuçları bölgedeki kaynakların mevcut hava kirliliğine katkı paylarının belirlenmesi amacıyla da kullanılabilir.

Ölçüm teknolojindeki hızlı gelişme sonucu yukarıda belirtilen kirleticilerin, düzeyleri ne kadar düşük olursa olsun, kısa zaman aralıklarında ölçülmesi bir sorun olmamaktadır. Yalnız, söz konusu kirletici parametrelerin ölçümlerinde kullanılan cihazların fiyatları oldukça pahalı olduğundan, bir endüstri bölgesinde bütün parametreleri ölçen çok sayıda istasyon kurulmasının ekonomik yükü oldukça yüksek olmaktadır. Diğer yandan, çok sayıda endüstri içeren bir bölgede bir veya iki noktada yapılan ölçümlerin bütün bölgeyi temsil etmeyeceği de açıktır. Son yıllarda bu ikilem pasif örnekleme

tekniklerinin kullanılmasıyla aşılmaktadır. Pasif örnekleme cihazları oldukça ucuz olduğundan, bu tür örneklemeyi pek çok yerde yapmak mümkün hale geldiğinden, pasif örnekleme yöntemi kirletici düzeylerinin bölgesel bazda belirlenmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bugün için SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ve uçucu organik bileşikler pasif örnekleme yöntemleriyle ölçülebilmektedir. Partikül maddelerin ise pasif örnekleme tekniği ile belirlenmesi henüz mümkün değildir. Kirletici konsantrasyonlarının pasif örnekleme yaklaşımıyla ölçülmesinde karşılaşılan en büyük sorun, söz konusu teknik ile kısa süreli ölçüm yapılmasının mümkün olmamasıdır. Alana yerleştirilen pasif örnekleycilerde, daha sonra yapılacak analizlerde gözlenebilecek kadar kirletici toplanabilmesi için, örnekleycilerin alanda 7 – 14 gün arasında durması gerekmektedir. Dolayısı ile bu örnekleycilerle ancak kirleticilerin haftalık veya 15 günlük ortalama konsantrasyonlarının ölçülmesi mümkün olmaktadır.

Hava kalitesi yönetim planının diğer bir bilimsel bileşeni model çalışmalarıdır. Nümerik modeller hem kaynak -reseptör ilişkisinin kurularak kaynaklarda alınacak önlemlerin bölge hava kalitesini ne şekilde etkileyeceğinin değerlendirilmesi için, hem de bölgede ileride öngörülen değişimlerin ne sonuçlar vereceğinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Hava kalitesi yönetim planının önemli bir bölümü olan model çalışmalarının sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için temel girdiler olan emisyonla ilgili verilerin ve meteorolojik verilerin mevcut olması gereklidir. Bu tür verilere ulaşmak endüstri bölgelerinde nispeten kolaydır.

Model çalışmalarında, genellikle gözlenen en büyük sorun, modeller ve modellere girdi olan emisyon envanterlerinde çeşitli varsayımlar kullanılması sonucu model sonuçlarındaki belirsizliklerdir (Elbir, 2004). Nümerik modelleme çalışmalarındaki bu sorun, modelin ölçüm sonuçlarıyla kalibrasyonu ile aşılabılır. Ancak bu, doğal olarak, model çalışması ile birlikte kapsamlı bir ölçüm programının da, en azından bir müddet süre ile yürütülmesini gerekli kılmaktadır.

Kaynak reseptör ilişkisinin kurulmasında alternatif bir yaklaşım da reseptör modellemesi tekniğinin kullanılmasıdır. Reseptör modellemesinde bölgedeki kaynakların kirleticilerin ölçülen konsantrasyonlarına olan katkıları ölçüm sonuçlarına istatistik araçlar uygulayarak belirlenmektedir. Metot tamamen ölçümlere dayanıp, hiç bir varsayım içermediğinden elde edilen sonuçlardaki

hata payları modellere nazaran çok daha düşük olmaktadır. Söz konusu metot USEPA tarafından 1980'li yıllarda nümerik modellemeye alternatif olarak geliştirilmiştir, ancak teknik oldukça kapsamlı ve pahalı bir ölçüm programı gerektirdiğinden uygulaması modeller kadar yaygın olmamıştır.

Hava kalitesi yönetim planları, yukarıda kısaca tartışılan ölçüm ve model çalışmalarından elde edilen sonuçların birleştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Yönetim planları genellikle yerel yönetimlerdeki deneyimleri nispeten sınırlı teknik personel tarafından kullanılacağından, oluşturulacak planın kolay kullanılabilir ve görsel öğeler içermesi önemli olmaktadır. Bunun için bilimsel çalışmalardan elde edilen sonuçların bir GIS yazılımı altında birleştirilmesi yaygın bir uygulamadır (Elbir, 2004).

### **1.3 Çalışma Bölgesindeki Kaynaklar ve Emisyonlar**

Aliağa'nın Türkiye'nin rafinasyon kapasitesinde önemli bir rolü vardır. Türkiye'nin günlük ham petrol ihtiyacı 694.115 ton iken bunun 226.440 tonu İzmir'de bulunan rafineri tarafından karşılanmaktadır. Aliağa'nın kendi enerji ihtiyacı ise daha farklı bir tablo göstermektedir. Bölgenin doğal enerji kaynakları güneş, rüzgar ve jeotermal gibi yenilenebilir kaynaklardır. Bu kaynakların kapasitesi Aliağa'nın ısınma, aydınlanma, sanayi hariç günlük elektrik talebi gibi tüketim alanlarının önemli kısmını besleyebilecek durumdadır. Bununla birlikte bölgede yenilenebilir enerji üzerine yatırım yapmak yerine, bölgenin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için yakın tarihte bölgeye doğal gaz getirilmiş, hatta elektrik enerjisi üretmek üzere 1100 MW kapasiteli ENKA doğal gaz termik santrali yapılarak faaliyete geçmiştir.

Bölgede ENKA santralının yanı sıra PETKİM ve TÜPRAŞ tesislerin prodüktör santralleri başta olmak üzere başka elektrik üretim yatırımları da yapılmıştır. Türkiye Elektrik Kurumuna ait kombine bir çevrim santrali, elektrik talebine göre zaman zaman devreye girmektedir. Bunlara karşın, bölgede elektrik ark ocaklarının büyük kapasite oluşturması ve yüksek güvenilirlikle akım temininde güçlükler ortaya çıkması dolayısı ile elektrik santralleri hep gündemdedir (Müezzinoğlu, 2000).

Yukarıda bahsedilen sanayi kuruluşlarına ek olarak limanlar ve gemi söküm tesisleri de bölgenin gelişmesine büyük yarar sağlamıştır. Çandarlı körfezinin girintili çıkıntılı yapısı yörede birçok doğal liman ve koy oluşmasına imkan



vermiştir. Günümüzde İzmir limanının kent içinde kalmış olması ve denizdeki sığlaşmanın büyük gemiler açısından yarattığı sorunlar yüzünden, Aliağa bölgesindeki kurulmuş irili ufaklı liman ve iskeleler kentin kuzey bölgesinde giderek önem kazanmış bulunmaktadır. Ancak bu liman ve iskeleler daha çok Aliağa sanayide önemli yer taşıyan ham petrol giriş ve damıtılmış ürün, petrokimya mamul ve yarı-mamulleri, petrokok ve çeşitli kimyasallar için giriş-çıkış kapısı durumundadır. Demir-çelik tesislerine hurda metal girişi, gübre fabrikasına amonyak vb. kimyasalların girişi, kağıt ve petrokok tesislerine hammadde ve ürün girişi bu limanlardan yapılmaktadır. Liman işletmeciliği ve bunun desteklediği kamyonlu nakliye ve destek hizmetleri Aliağa bölgesinde önemli bir ekonomik faaliyet koludur.

Demir çelik tesislerinin çekim alanında bir diğer önemli faaliyet Pektim ve Tüpraş rafinerisi arasındaki sahil şeridinde yerleşmiş olan gemi söküm tesisleridir. Bunların sayısı 25 kadar olup, tesislerde baştankara edilmesi gereken eski gemilerin kara tarafında büyük bloklar halinde kesildikten sonra arada parçalanarak hurda olarak gönderilmesi planlanmıştır. Arazi devlet tarafından kamulaştırılmış olup başlangıçta beşer yıllık kira sözleşmeleri ile devredilmekte iken 2006 yılından beri 20 yıllık kiralamar yapılmaya başlanmıştır. Aliağa gemi söküm işletmelerinin yıllık toplam kapasitesi önceleri 600.000 ton ve çalışan sayısı 800-1200 iken, hâlihazırdaki fiili kapasitenin bu sayıların çok üstünde olduğu ve 1 milyon tonu aştığı tahmin edilmektedir (Frank Stuer-Lauridsen ve Danish EPA, 2006). Gemi söküm tesislerine ait bir fotoğraf Şekil 1.1'de verilmiştir.

Aliağa'da bulunan başlıca sanayi kuruluşları arasında Petrol alanında Petkim Tüpraş, Petrol Ofisi; Demir Çelik alanında İzmir Demir Çelik, Ege Çelik, Habaş, Çebitaş, Dört Yıldız Demir Çelik, Akdemir Çelik, Özkan Demir Çelik, Sözden Demir Çelik, Kocaer Haddecilik, Kardemir Çelik, Say Metal; Akaryakıt Depolama ve Satış alanında Petrol Ofisi, Opet Petrolcülük A.Ş., Total Oil A.Ş., Tuta Petrol, Pet-Line ve Aytemiz; Tüpgaz Dolum Tesisleri alanında Totalgaz, İpragaz, Bizimgaz, Aygaz, Pegagaz, Ocakgaz, Milangaz; ve bazı özel sanayi kuruluşları sayılabilir. PETKİM ve TÜPRAŞ'a ait görüntüler Şekil 1.2 ve 1.3'de verilmiştir.



**Şekil 1.1** Gemi Söküm tesislerinin fotoğrafı



**Şekil 1.2** PETKİM bacalarının fotoğrafı



**Şekil 1.3** TÜPRAŞ'tan bir fotoğraf

Aliağa bölgesinde yer alan sanayi türleri, kapasiteleri ve bu tesislerden atmosfere salınan kirleticiler Tablo 1.2'de ve bazı önemli kirletici kaynaklarını içeren uydu görüntüsünde Şekil 1.4'de verilmiştir.



**Şekil 1.4** Bölgenin uydu görüntüsü ve kirletici kaynaklarının yeri

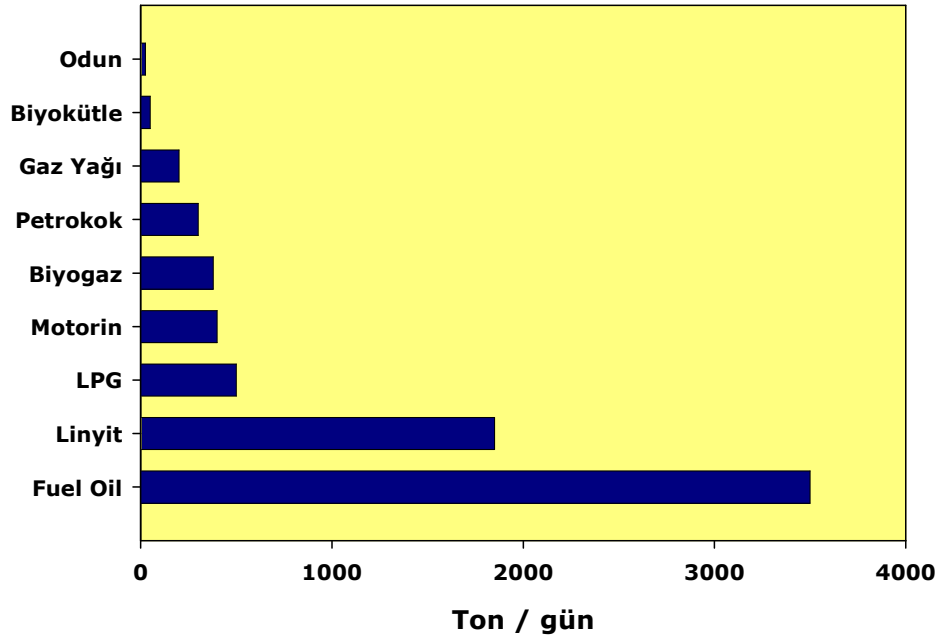
**Tablo 1.2** *Aliğa bölgesinde yer alan başlıca sanayi türleri<sup>1</sup>*

Sanayi Türü	Üretim	Yıllık Kapasite	Emisyon türü
Temel Oksijen Fırınları	Demir ve Çelik	4.5 milyon ton çelik plaka ve hadde	PM, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub>
Çelik Fabrikası	Çekilmiş Ürünler		
Sıcak Hadde Fabrikası	Çekilmiş Ürünler	1.75 milyon ton / yıl	SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub>
Petrol Rafinerisi	Petrol Rafinerisi	8 milyon ton hammadde	Toksikler, Merkaptan, H <sub>2</sub> S, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , UOB
Petrokimya	Etilen oksit, PTA, PVC, PE	1 milyon ton petrol	Toksikler,merkaptan, H <sub>2</sub> S, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , UOB
Metal dökümhanesi	Özel alaşım döküm	550*10 <sup>3</sup> ton özel alaşım döküm	CO, Toz, UOB
Petrokok	İthal Petrokok Kurutma	25.6*10 <sup>3</sup> ton kuru kömür	CO, Toz, UOB
Solvent Damıtma	Benzoik Asit Damıtım	3300 ton /yıl	UOB, Toksikleri
Kağıt ve kağıt hamuru	Kağıt (İthal Kağıt Hamuru, Kraft Üretimi)	23*10 <sup>3</sup> ton kağıt	
Gübre	Kimyasal Gübre (Azot ve Fosfor türü) (İthal Fosforik asit ve amonyak)	330*10 <sup>3</sup> ton karışık ve 160*10 <sup>3</sup> ton DAP	Toz, Asit ve Amonyak buharları

<sup>1</sup> Müezzinoğlu vd. (1996), Müezzinoğlu (2000)

Bölgede mevcut sanayi tesislerine ek olarak yeni projelerde planlanmaktadır. Yakın geçmişte özelleştirilmiş olan TÜPRAŞ ve özelleştirme sürecindeki PETKİM ulusal ekonomi gündeminde dikkat çekerken; bu büyük kuruluşların gelecekteki yatırım programları konusunda fazla bir netlik bulunmamaktadır. Buna karşılık Nemrut bölgesinde ve Aliağa organize sanayi bölgesinde birçok yatırımcı yeni tesisler kurmak için çabalar göstermektedir. Örneğin, İzmir içinde ve yakınlarında çeşitli sıkıntılar içinde olduklarını düşünen dökümcüler, dernekleri aracılığıyla Aliağa Organize Sanayi bölgesi yakınlarında bir ihtisas sanayi bölgesi kurmak için girişimlerde bulunmaktadır.

Aliağa bölgesinde bulunan bu endüstrilerin enerji gereksinimini karşılayacak büyük kapasitede bir termik santral bulunmamakla birlikte bu sanayiler enerji ihtiyaçlarını birtakım yakıtları kullanarak karşılamaktadırlar. Şekil 1.5 İzmir’de bulunan endüstriler tarafından 2000 yılında kullanılan toplam yakıt miktarlarını göstermektedir (Müezzinoğlu vd., 2001).



**Şekil 1.5** Çalışma bölgesinde bulunan endüstrilerin yıllık yakıt kullanımı

Bölgede sanayi açısından gelişmiş olması birtakım çevre sorunlarının da beraberinde getirmektedir. Hava kirliliği bu sanayi kuruluşlarının çevreye

verdiği en önemli zararlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bölgede bulunan bazı sanayi kuruluşlarına ait görüntüler Şekil 1.6’da verilmiştir.



**Şekil 1.6** Bölgedeki endüstri tesislerinden görüntüler

Müezzinoğlu vd. (1998) tarafından İzmir için hazırlanan emisyon envanterine göre İzmir’de bulunan endüstriyel faaliyetler tarafından atmosfere salınan saatlik  $SO_2$  miktarı 1996 yılında 15 ile 20 ton arasında değişmektedir. Aynı çalışmada atmosfere atılan  $SO_2$ ’nin % 85’ninin Aliağa’da bulunan rafineri ve petrokimya endüstrisi tarafından üretildiği ve bu sanayi kuruluşlarının bölgede belirlenen toplam emisyonun % 70’inden sorumlu olduğu belirtilmiştir (Müezzinoğlu, 2000). Yine Müezzinoğlu vd. (2001)’nin gerçekleştirdiği bir çalışmada 2000 yılının verilerine göre Türkiye’de 6.97 milyon ton PM, 3.5 milyon ton  $SO_2$ , 0.84 milyon ton  $NO_x$ , 0.45 milyon ton UOB ve 1.82 milyon ton CO atmosfere salınmakta ve bu emisyonların % 10–15 gibi bir oranı İzmir’de bulunan sanayi kuruluşları tarafından

üretilmektedir. Tablo 1.3 İzmir, Türkiye ve Avrupa'da gözlenen salınımları karşılaştırmaktadır.

**Tablo 1.3** Avrupa, Türkiye ve İzmir'de yıllık atmosfere salınan kirletici miktarları

Kirletici	Avrupa <sup>2</sup> (kg/km <sup>2</sup> )	Avrupa (kg/kişi)	Türkiye (kg/km <sup>2</sup> )	Türkiye (kg/kişi)	İzmir <sup>3</sup> (kg/km <sup>2</sup> )	İzmir (kg/kişi)
<b>SO<sub>x</sub></b>	5931	57	3143	45	31748	50
<b>NO<sub>x</sub></b>	3807	37	786	11	8701	14
<b>NMVOC</b>	4603	36	532	8	5107	8
<b>CO</b>	14739	141	1692	25	21329	34

Tablo 1.3 incelendiğinde İzmir'de gözlenen kirliliğin ne derece önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Aliağa'dan kaynaklananlar dahil İzmir için hava kaynaklarının envanterlenmesi çalışmaları Müezzinoğlu vd. tarafından ilk kez 1997 yılında bir kongre kitabında yayınlanmıştır (Müezzinoğlu vd., 1997). Daha sonra Dinçer ve Müezzinoğlu (2006) Aliağa'nın çeşitli yerlerinde çok sayıda uçucu organik maddenin tayinini yapmış ve bölge halkının sık sık şikayet ettiği kötü ve yoğun kokuları bu organik maddelerle ilişkilendirmişlerdir (Dinçer ve Müezzinoğlu, 2006).

Ağır metaller ve organik toksik kirleticiler son birkaç yıldan beri Aliağa'da incelenmektedir. Ayrıca çeşitli uçucu organikler, PCB'ler, organoklor bileşikleri ve poliaromatik hidrokarbonlar için dış havada dikkate değer seviyeler belirlenmiştir. Son zamanlarda havada bulunan (gaz veya katı fazda yani partiküllere adsorplanmış olarak) bu gibi bir bölümü ciddi şekilde sakıncalı organik bileşiklerin yörenin topraklarında da birikim gösterdiği tespit edilmeye başlanmıştır.

<sup>2</sup> Avrupa ve Türkiye için 1996 emisyon değerleri

<sup>3</sup> Elbir vd. (2000)

Çetin ve diğeri 36 farklı PCB maddesinin toplamının havadaki ortalama değeri metreküp havada pikogram olarak endüstri bölgesinde 1371-3136 arasında değişirken Aliağa'nın içinde bu sayılar 314-847 arasında bulunmuştur. 10 mikron dane iriliğinden daha küçük olan partiküllerin içeriğinde bulunan metaller ise ağır sanayi bölgesindeki demir çelik tesislerinde geldiklerini açığa koyacak şekilde demir, çinko ve kurşun bakımından zengin ise de, kent içinde Ege Bölgesi'nin çoğu yerinde görüldüğü gibi yer tozu içeriğini göstergesi olan kalsiyum, alüminyum, magnezyum ve denizden ileri gelen sodyum bakımından daha zengindir. Toz çeriğindeki PCB'ler ve ağır metallere kaynaklarının neresi olduğunu gösteren model uygulanmıştır. PCB'ler için muhtemel kaynaklar olarak demir çelik işletmeleri, petrokimya tesisleri, önceden kirlenmiş toprak, yakıt (yağların ) yakılması gösterilmiştir. Ancak endüstri bölgesinde PCB'ler için demir-çelik sektörünün % 71, önceden kirlenmiş toprağın % 22 sorumlu olduğu; kentsel alanda ise bu oranların % 33 ve % 49 bulunduğu rapor edilmiştir. Benzer bir kaynak araştırması ağır metaller için yapılmış ve benzer şekilde demir çelik sektörünün havadaki tozlarda bulunan metallerin ana kaynağı olduğu ve bunun oranının kente doğru azaldığı saptanmıştır (Çetin vd., 2007).

#### **1.4 Çalışmanın Amaçları**

Bu çalışmanın dört temel hedefi bulunmaktadır:

- Aliağa endüstri bölgesinde hava kirliliğinin, uçucu organik bileşikler ve metaller ağırlıklı olmak üzere, karakterize edilmesi, kirlenici düzeylerini etkileyen etmenlerin, bu gün bilimin bulunduğu uç noktadaki teknikler de kullanılarak belirlenmesi ve kirlenici kaynaklarıyla, kirlenicilerden etkilenen reseptörler arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması,
- Aliağa endüstri bölgesinde kirlenici düzeylerinin bölgede yaşayan halk için oluşturduğu sağlık riskini belirlemek ve bu riskin bölgede ne şekilde dağıldığını saptamak,
- Türkiye'de ilk olacağından bir örnek oluşturacak şekilde, üretilen bilimsel veriler ve yapılan bilimsel değerlendirmeler temel alınarak hava kalitesi yönetim planının hazırlanması,



- o Aliağa Belediyesi ile işbirliği yapılarak sonuçların hava kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılabilir bir hava kalitesi yönetim sistemine dönüştürülmesi

## 1.5 Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde bölgedeki kirleticilerin düzeyleri, zaman içerisindeki değişimleri ve bunları etkileyen faktörler belirlenmiştir. Literatür bölümünde de belirtildiği gibi bölgede 1990'lı yılların başlarında bazı ölçümler yapılmış ve yapılmaktadır. Ancak ölçülen parametreler genellikle Hava Kalitesinin korunması yönetmeliğinde ölçülmesi istenen SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve partiküler madde ile sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada kaynakların doğal izleyicileri (tracer) olarak kullanılabilir olan parametreler belirlendiğinden, gerçekleştirilen ölçümler öncekilerden çok farklı olmuştur. Ölçümler 3 ay yaz mevsiminde, 3 ay da kış mevsiminde yapılmıştır. Çalışmada ölçülmüş parametreler Tablo 1.4'de gösterilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi, yapılan ölçümler temel olarak iki grupta toplanabilir. Bunlardan birincisi uçucu organik bileşiklere yönelik olanlar diğeri ise inorganik bileşikler içeren ölçümlerdir.

Tabloda gösterilen 55 organik bileşik bu gün ABD'de PAMS istasyonlarında ölçülen öncelikli organik kirleticilerdir. Öncelikli olarak tanımlanmalarının nedeni, fotokimyasal duman oluşumuna katkıları ve insan sağlığına olan toksik etkileridir. Tabloda belirtilen bileşiklerin bazıları kanıtlanmış ve bazıları da şüphelenilen kanserojen maddeler listelerinde yer almaktadır. Bölgedeki PETKİM, TÜPRAŞ gibi kuruluşlardan atılan ve insan sağlığına tehdit oluşturacak uçucu organik bileşikler bunlar olduğundan, çalışmanın ileriki aşamalarını oluşturan sağlık riski hesaplarının yapılabilmesi için, tabloda verilen organik bileşiklerin ölçülmesi şarttır. Ayrıca, Türkiye'de ilk kez bu kadar çok sayıda uçucu organik bileşik ölçülmüştür. Önerilen çalışma, yeni hazırlanmakta olan Endüstriyel Hava Kirliliği'nin Kontrolü Yönetmeliği'ne eklenen tehlikeli hava kirleticileri ile, AB uyumlaştırma sürecinde 1 Ocak 2007 den itibaren devreye girmesi istenen ve aynı yönetmeliğe eklenen listelerdeki denetimleri başlatabilmek bakımından geniş kapsamlı bir ilk deneme olmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde eser elementlerin konsantrasyonları belirlenmiştir. Proje kapsamında ölçülen elementler, uçucu organik

bileşiklerle birlikte Tablo 1.4'de verilmiştir. Eser elementlerin ve iyonların kaynakların iyi birer izleyicisi (tracer) olduğu uzun zamandır bilinmekte ve bu tür reseptör modellemesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Aliağa'da bulunan farklı endüstriler farklı eser elementleri atmosfere atmaktadır. Örneğin bölgedeki demir çelik tesislerinden yapılan emisyonlarda, başta demir olmak üzere, metallerin oldukça zengin olması beklenmektedir, rafineriden yapılan emisyonlarda ise vanadyum ve nikel yüksek konsantrasyonlardadır (Gordon, 1981). Benzer şekilde ölçülen Al ve Si konsantrasyonları havadaki toprak emisyonlarını, Na ve Cl konsantrasyonları ise yine havadaki deniz tuzu miktarlarını belirlemekte kullanılmıştır. Belirlenen element konsantrasyon değerleri kullanarak kaynak katkı payları hesaplanmıştır.

**Tablo 1.4** Çalışmada ölçülen parametreler

<b>UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER</b>	
Ethylene	Acetylene
ethane	propane
propene	isobutane
1-butane	n-butane
trans-2-butane	cis-2-butane
isopentane	pentane
1-pentene	n-pentane
isoprene	trans-2-pentene
cis-2-pentene	2,2 dimethylbutane
cyclopentane	2,3-dimethylbutane
2-methylpentane	3-methylpentane

**Tablo 1.5** Çalışmada ölçülen parametreler (Devam)

<b>UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER</b>	
2-methyl-1-pentene	n-hexane
methylcyclopentene	2,4-dimethylpentane
benzene	cyclohexane
2-methylhexane	2,3-dimethylpentane
3-methylhexane	2,2,4-trimethylpentane
n-heptane	methylcyclohexane
2,3,4-trimethylpentane	toluene
2-methylheptane	3-methylheptane
n-octane	ethylbenzene
m&p-xylene	styrene
o-Xylene	n-nonane
isopropylbenzene	n-propylbenzene
1-ethyl 3-methylbenzene	1-ethyl 4-methylbenzene
1,3,5-trimethylbenzene	1-ethyl 2-methylbenzene
1,2,4-trimethylbenzene	n-decane
1,2,3-trimethylbenzene	m-diethylbenzene
p-diethylbenzene	n-undecane

Tablo 1.6 Çalışmada ölçülen parametreler (Devam)

<b>ESER ELEMENTLER</b>		
Si		S
Mg		Al
K		Ca
Ti		Cr
Mn		Fe
Ni		Cu
Zn		Pb
P		Br
Rb		Sr
Cd		V
<b>Gaz Fazı İnorganik Kirleticiler</b>		<b>Partiküler madde</b>
SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10
NO	O <sub>3</sub>	

Çalışmanın üçüncü bölümünde uçucu organik bileşikler, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> un bölgedeki dağılımları belirlenmiştir. Bölgede sağlık riski haritası çıkartabilmek için ölçümlerin birçok noktada yapılması gerekmektedir. Ancak yukarıda anlatılan yoğun örnekleme programının harita çıkarmaya yetecek kadar noktada yürütülmesi pratik olarak mümkün değildir. Bu nedenle yukarıda belirtilen ölçüm programının iki noktada yürütülerek ölçülen kirleticilerin atmosferdeki dinamiğinin belirlenmesi ve buna ilaveten 50 noktada kirleticilerin sadece düzeylerini belirlemeye yönelik bir ölçüm programı yürütülmesi şeklinde bir yaklaşım kabul edilmiştir. Dolayısı ile, iki

noktada yürütülecek kısa süreli ölçümlere ilave olarak Aliağa bölgesinde 50 noktada kirleticilerin çalışma süresince her ay içerisindeki haftalık ortalama konsantrasyonları bir pasif örnekleme çalışmasıyla belirlenmiştir. Bu çalışmada ölçülecek parametreler, daha önce de değinildiği gibi, uçucu organik bileşikler, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> olmuştur. Partiküler maddenin ve partiküler maddeye bağlı olan elementlerin de bu 50 noktada ölçülmesi yararlı olmasına rağmen, henüz pasif örnekleme tekniği ile partiküler madde ölçümü teknolojik olarak mümkün olmadığından partiküler madde ölçümleri, çalışmanın bu bölümünde yer almamıştır. Kirleticilerin dağılımları müteakiben yapılacak sağlık riski hesaplarına esas teşkil edeceğinden, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> da pasif örnekleme çalışmasında ölçülmüştür. Bu parametrelerden SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> bu güne kadar Aliağa bölgesinde belirli noktalarda ölçülmüştür. Ancak her iki parametre için de dağılımlarını belirlemeye yönelik olarak çok noktada ölçüm yapılmamıştır. Fotokimyasal duman ise, bu tür rafineri çevrelerinde yüksek olacağı bilinmesine rağmen, hiç ölçülmemiştir. Pasif örnekleme çalışmasını takiben 50 noktada elde edilen kirletici konsantrasyonları birer kirletici haritası haline getirilmiştir.

Projenin dördüncü bölümünde, kirletici dağılım haritaları temel alınarak sağlık riski modellemesi çalışması yapılmıştır. Sağlık riski modellerine girdi olarak kirletici konsantrasyonları ve insan metabolizması ile ilgili, solunan hava miktarı gibi, parametreler kullanılmıştır.

Sağlık riski hesapları 50 noktada elde edilen ölçüm sonuçlarına dayandığından, çalışma sonucunda hava kirliliğinin Aliağa bölgesinde neden olduğu sağlık riskinin de bir haritasını çıkarmak mümkün olmuştur. Bu hem her kirletici için ayrı ayrı hem de toplam sağlık riski için yapılmıştır.

Çalışmanın beşinci ve son bölümde, bölgeye özel bir hava kalitesi yönetim planı çıkartılmıştır. Çalışma sırasında yapılacak değerlendirmeler, hangi endüstrilerin Aliağa bölgesinde kirliliğe ve sağlık riskine ne kadar katkıda bulunduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu veriler temel alınarak, bölgede hava kalitesinin istenen düzeylere indirilebilmesi için ne tür önlemlerin alınması gerektiği ve bu önlemlerin ne şekilde alınacağını gösteren ve bölgedeki yerel yönetimlerin uygulayabileceği bir plan oluşturulmuştur. Oluşturulan bu plan bölgedeki kuruluşlar ve yerel yönetimler tarafından güncellenebilecektir. Bunun için bölgedeki yerel yönetim ve kuruluşların mümkün olduğu ölçüde çalışmanın içinde yer almasına özen gösterilmiş olup, geliştirilen planın

uygulanmasında ve güncelleştirilmesinde ilgili personele bundan sonrada gerekli yardımda bulunulacaktır.

## **1.6 Raporun İÇeriği**

Bu rapor başlıca dört bölümden oluşmaktadır:

GİRİŞ, bu bölümde Aliğa bölgesinde gerçekleştirilen bu çalışmanın gerekçeleri ve önemi hakkında bilgi verilmiştir.

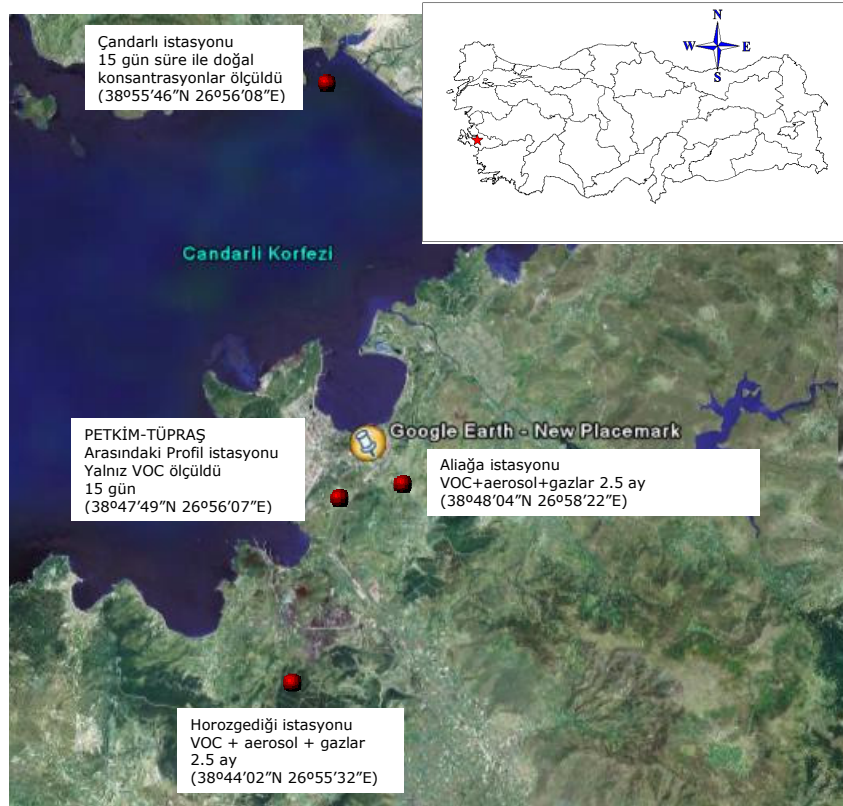
BÖLÜM 1:GENEL BİLGİ, bu bölümde çalışma alanının coğrafik, ekonomik, idari ve sosyal yapısı ile bilgiler verilmiştir. Ayrıca, bölgede daha önce yapılan çalışmalara ve bu çalışmalarda varılan sonuçlara yer verilmiştir. Bölgede bulunan başlıca emisyon kaynakları ve atmosfere salınan kirletici türleri ve miktarları bu bölümde ele alınan bir başka konudur. Bunlara ek olarak, çalışmanın amaçları ve kapsamı hakkında da bilgiler sunulmuştur.

BÖLÜM 2:GEREÇ VE YÖNTEM, bu bölümde çalışma kapsamında organik ve inorganik parametrelerin hangi cihazlar ile ölçüldüğü ve bu cihazların teknik özellikleri tartışılmıştır. Bunlara ek olarak, çalışma sonunda elde edilen verilerin Kalite Güvence / Kalite Kontrol prosedürleri de bu bölümde değerlendirilen bir başka unsurdur.

BÖLÜM 3:BULGULAR VE TARTIŞMA, bu bölümde çalışma kapsamında ölçülen parametreler Türkiye'nin ve dünyanın çeşitli yerlerinde yapılan çalışmalarla karşılaştırılmış ve bölgenin genel kirlilik düzeyi ortaya çıkarılmıştır. Ölçülen parametrelerin gün içerisinde ve mevsimsel değişimleri değerlendirilmiştir ve meteorolojik parametrelerle ilişkileri saptanmıştır. Bir takım reseptör model teknikleri kullanılarak kaynakların kirletici konsantrasyonlarına katkıları belirlenmiştir. Kirletici dağılım haritaları ve kirleticilerin sağlık riskleri çıkarılmıştır. Oluşturulan hava kalitesi yönetim planı da yine bu bölümde sunulmuştur.

## 2 GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında bölgeye iki istasyon kurulmuştur. Birinci istasyon Aliğa ilçesinde Belediye binasının karşısındaki alana ( $38^{\circ}48'03.19''N$ ,  $26^{\circ}58'23.41''E$ ) , ikincisi ise Horozgediği köyünün 350 m Güney doğusuna ( $38^{\circ}43'57.95''N$ ,  $26^{\circ}55'33.56''E$ ) konuşlandırılmıştır. Çalışma alanı ve aktif istasyonların bulunduğu noktalar Şekil 2.1'de verilmiştir.



**Şekil 2.1** Çalışma alanı ve aktif istasyonların bulunduğu noktalar

Her istasyon 4 m x 6 m x 2 m ebatlarında bir konteynerden oluşmaktadır. Konteynerin içerisinde bir laboratuvar masası, sıcaklığı sabit tutacak bir ısıtma ve soğutma sistemi ile bütün cihazların bağlanabileceği ve elektrik kesilmesi halinde cihazları dört saat çalıştıracak kapasitede bir kesintisiz güç kaynağı bulunmaktadır. Bunlar kurulacak istasyonun altyapısını oluşturmuş,

daha sonra cihazlar istasyona monte edilip, kesintisiz güç kaynağına bağlanmıştır.

Belediye istasyonunda daha önce herhangi bir altyapı olmadığından yukarıda anlatılan altyapı'ya bir adet SO<sub>2</sub>, bir adet NO-NO<sub>2</sub>, bir adet O<sub>3</sub> ölçüm cihazı ve bir adet de PM-10 ölçüm cihazı yerleştirilmiştir. Yine aynı istasyona bir adet on-line gaz kromatograf monte edilmiştir. İstasyonu oluşturan konteynerin üzerine de dichotomous örnekleyici monte edilmiştir. Aliağa istasyonuna ait bazı görüntüler Şekil 2.2'de sunulmuştur.



**Şekil 2.2** Aliağa istasyonundan görüntüler

Horozgediği istasyonu, daha önce de belirtildiği gibi, Horozgediği köyünün 350 m güneydoğusunda kurulmuştur. İstasyonun kurulduğu noktada, ENKA doğal gaz çevirim istasyonuna ait bir hava kirliliği istasyonu mevcut



bulunmaktadır. İstasyon bu mevcut istasyonun 1 m kadar yanına kurulmuştur. ENKA istasyonunda SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve PM-10 ölçümleri, bizim kullandığımız cihazlara benzeyen cihazlar ile ölçüldüğünden, bu noktaya kurduğumuz ve Horozgediği istasyonu olarak tanımladığımız istasyonda bu ölçümler için cihaz konulmamıştır. Veriler ENKA'dan temin edilmiştir. Horozgediği istasyonuna bir O<sub>3</sub> ölçüm cihazı, bir on-line gaz kromatograf ve bir dichotomous örnekleyici yerleştirilmiştir. Horozgediği istasyonuna ait bazı görüntüler Şekil 2.3'de sunulmuştur.



**Şekil 2.3** Horozgediği istasyonundan görüntüler

## 2.1 UOB Ölçümleri

Aliağa da bütün organik ve inorganik parametreler göz önüne alındığında iki tür ölçüm yapıldığı söylenebilir. Bunlardan birincisi doğrudan alanda otomatik cihazlarla yapılan ölçümlerdir. İnorganik gaz parametreler ve meteorolojik parametreler bu şekilde ölçülmüştür. İkinci yöntem ise, örnekleme ve daha

sonra laboratuarda yapılan analizlere dayanan ölçümler olup, pasif örnekleme ve eser element ölçümleri bu şekilde gerçekleşmiştir.

Gerçekte UOB ler her iki şekilde de ölçülebilir. UOB lerin kanisterle veya içerisinde adsorbent bulunan kartuşlar üzerinde toplanıp laboratuarda GC ile analiz edilmeleri çok kullanılan bir yöntemdir. Önceleri bu çalışmada da, istasyonlardan birisinde, böyle bir adsorbsiyon tekniğini kullanılması düşünülmüştü. Ancak, bu tekniklerde örnekleme süreleri uzun olduğundan günde bir veya birkaç örnekten fazlasını toplayıp analiz etmek mümkün olmamakta ve dolayısı ile elde edilecek verilerin çözünürlüğü oldukça düşük olmaktadır.

UOB analizinde kullanılabilecek diğer bir yaklaşım da on-line gaz kromatograflar kullanarak örnekleme ve ölçümün, aynen inorganik gaz parametrelerde olduğu gibi, alanda yapılmasıdır. Bu teknikle saatlik ve hatta daha yüksek çözünürlükle veri elde etmek mümkün olmakla beraber cihazın fiyatı oldukça yüksektir.

Bu çalışma proje teklifi olarak sunulduğunda, elimizde bir tane on-line GC olduğundan ölçümlerin istasyonlardan birisinde GC ile saatlik bazda yapılması, diğer istasyonda da UOB'lerin kanister ve kartuşlara örnek toplanmasının ardından laboratuarda GC veya GCMS teknikleri ile analiz edilerek ölçülmesi öngörülmüştü. Ancak projenin değerlendirilmesi aşamasında proje dışı kaynaklardan ikinci bir on-line GC temin edildiğinden, ölçümlerin her iki istasyonda da saatlik olarak yapılması mümkün olmuştur.

Aliağa istasyonunda Syntech Spectras Analyzer marka ve GC955 model, Horozgediği istasyonunda ise Agilent marka ve 6890N Network model GCler kullanılmıştır. Her iki GC'nin teknik özellikler Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'de fotoğrafları ise Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'de, verilmiştir.

**Tablo 2.1** *Aliğa istasyonunda kullanılan GC'nin teknik özellikleri*

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
<b>Marka</b>	SYNTHEC SPECTRAS
<b>Model</b>	GC 955
<b>Dedektör</b>	Tür:FID ve PID
<b>Tayin Sınırı</b>	0.4 µg/m <sup>3</sup> (butan için)- 300 ppb
<b>Kolon</b>	Marka: AT 624 Boyut: 5 +10 m (uzunluk) x 0.32 mm (çap)x 1.8 µm (film kalınlığı)
<b>Sıcaklık Programı</b>	50-100 °C
<b>Devir Süresi</b>	30 dk
<b>Hava</b>	Nitelik: Kuru ve temiz Basınç: 3 bar Akış Hızı: 250 ml/dk
<b>Azot</b>	Nitelik: 5.sınıf Basınç: 4 bar Akış Hızı: 25 ml/dk
<b>Hidrojen</b>	Nitelik: 5.sınıf Basınç: 3 bar Akış Hızı: 20 ml/dk
<b>Güç Gereksinimi</b>	220 V AC, 200 VA

Tablo 2.2Horozgediği istasyonunda kullanılan GC'nin teknik özellikleri

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
<b>Marka</b>	AGILENT
<b>Model</b>	GC 6890
<b>İnjektör Modu</b>	Splitless
<b>Kapiler Kolon 1</b>	Marka: HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Boyut: 50 m (uzunluk) x 0.32 mm (çap) x 1 µm (nominal film kalınlığı) Basınç: 29.10 psi Akış Hızı: 5.2 mL /dk Ortalama Hız: 58 cm /sn Sıcaklık: Azami 200 °C
<b>Kapiler Kolon 2</b>	Marka: 19091P-S15 Boyut: 79 m (uzunluk) x 0.25 mm (çap) x 8 µm (nominal film kalınlığı) Basınç:44.32 psi Akış Hızı:2.8 mL/dk Ortalama Hız:36 cm /sn Sıcaklık: Azami 200 °C
<b>Sıcaklık Programı</b>	40 °C 5 dk süreyle daha sonar 195°C 10 dk

Tablo 2.3 Horozgediği istasyonunda kullanılan GC'nin teknik özellikleri (Devam)

Parametre	Özellik
<b>Taşıma Gazı</b>	Azot Basınç: 44.32 psi Yıkama Akış Hızı: 50 mL/dk Toplam Akış Hızı: 55.4 mL/dk Yıkama Süresi: 999.99 dk
<b>Dedektör</b>	Tür: FID Sıcaklık: 300 °C Hidrojen Akış Hızı: 30 mL /dk Hava Akış Hızı: 300 mL/dk Donanım Gaz Akış Hızı: 2.0 mL/dk Donanım Gazı: Azot



**Şekil 2.4** *Aliğa istasyonunda kullanılan on-line Gaz kromatograf*



**Şekil 2.5** *Horozgediği istasyonunda kullanılan on-line Gaz kromatograf*

On line GC'nin çalışma prensibi temel olarak analiz için cihaza çekilen havada bulunan hidrokarbonların birbirinden ayrılması ve nicel analiz için dedektöre teker teker gönderilmesini içermektedir. Bu işlem 4 farklı basamaktan oluşmaktadır. Bunlar örnekleme, konsantre etme, ayırma ve nicel olarak konsantrasyonun belirlenmesidir.

Syntech Spectras Analyzer GC955'de örnek cihazda bulunan bir membran pompa yardımıyla çekilerek örnekleme kanalına gönderilir. Pompanın çekiş gücü 1.5 L/dk olup, kirletici kaynağına olan mesafe göz önüne alınarak pompanın emiş aralığı 10 saniye ile birkaç dakika arasında isteğe göre otomatik olarak ayarlanabilmektedir. Örnekleme kanalının boyutu analiz edilecek kirleticinin konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Örneğin ppb düzeyindeki kirletici konsantrasyonları için 3 ml kanal boyu kullanılırken, ppm düzeyindeki kirletici seviyeleri için 75 µl kanal boyu yeterli olmaktadır. Pompa her emiş yaptığında 35 ml örnek örnekleme kanalına iletilmektedir. İlk emişten sonra pompa otomatik olarak durmakta ve örnek örnekleme kanalından ön-konsantrasyon işlemi için Tenax yada Carbograph kolonuna gönderilmektedir. Bu işlemler yeteri kadar örnek toplanana kadar devam etmekte ve kolonda tutulan örnekten taşıma gazı geçirilerek su ve oksijenin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Kaynama noktası 20 °C'den küçük olan bileşiklerin kolonda tutulması bu bileşikler bozunduğu için sorun olabilmektedir. Bu nedenle ön-konsantrasyon sistemi alüminyum kalıplar arasına yerleştirilmiş olup bu kalıplar radyasyonla soğutulmaktadır. Fakat, sistemde herhangi bir yoğunlaşma ve donmaya sebep vermemek için bazı örnekler için kurutma işlemi yapılmakta olup soğutma sisteminde ulaşılabilecek en düşük sıcaklık -5 °C olarak verilmektedir. Örnek ön-konsantrasyon tüpünde ısıtıldıktan sonra taşıma gazı yardımıyla ayırma kolonuna gelmektedir. Ayırma kolonu sıyırma kolonu ve analiz kolonu olarak iki bölümden oluşmaktadır. İki bölümde aynı özelliklere sahip olup sadece kolon uzunlukları farklıdır. Sıyırma kolonunda bileşikler kaynama noktalarına göre ayrılmaktadır. Bu nedenle kolonun uzunluğunu belirleyen parametre kaynama noktası en yüksek olan bileşiğin sıyırma kolonundan tamamen yıkanma süresiyle orantılıdır. Kaynama noktası en yüksek olan bileşik sistemden yıkandıktan sonra, sıyırma kolonu başındaki vana kapanır ve örnek analiz kolonuna taşınır. Analiz kolonunda gazlar ayrılmaya devam eder. Analiz sabit sıcaklıkta veya kaynama noktaları farklı bileşiklerin analizini mümkün kılacak şekilde değişken programlanabilir sıcaklıklarda

gerçekleşebilir. İkinci durum için ayırma kolonunda sıcaklık normal ısının 15-60 °C daha üstüne çıkmaktadır. Bir sonraki analizin başlaması için sıcaklığın düşmesi beklenir ve bu süre birkaç dakika sürebilir. Bir sonraki devirin başlaması için gerekli olan süre analiz edilecek bileşiklerin kaynama noktası arasındaki farklılıklar, örneğin akım hızı, kolonun türü ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Analiz devam ederken bir sonraki devir için örnekleme işlemi gerçekleşmektedir. Kolonda meydana gelebilecek bozulmaları önlemek için kolon her analiz sonunda yıkanmaktadır. Yıkama işlemi dedektörde sinyal görülmediği an başlamakta ve örnekleme yapılan ortamın kirlilik seviyesiyle ters orantılı olarak değişmektedir. Yani, çok kirli ortamlarda yapılan analizlerde yıkama süresi daha uzun sürmektedir. Yıkama süresi kullanıcı tarafından otomatik olarak ayarlanabilmektedir. GC 955'de PID ve FID dedektörleri bulunmaktadır. Dedektörde belirlenen konsantrasyon değerleri bir gün boyunca cihaza bağlı bilgisayarda depo edilmekte ve bunlar günlük olarak cihazdan alınmaktadır.

Agilent marka GC'de ise örnek geçirgen membran kurutucudan geçerek elektrikle soğutulan sorbent ile doldurulmuş tutucuya gönderilir. Membran tutucu su ve düşük moleküler kütleli bileşikleri seçici olarak uzaklaştırır. Böylece bu bileşiklerin FID dedektör üzerindeki olası istenmeyen etkileri azaltılmaktadır. Örnek emiş hızı elektronik kütle regülatörü ve tutucunun alt kısmına yerleştirilmiş pompa ile kontrol edilmektedir. Örnekleme parametreleri kullanıcı tarafından seçilmekte ve cihazda bulunan yazılım ile de kontrol edilmektedir. Örnekleme bittikten sonra örneğin geçtiği kanal taşıma gazı ile yıkanarak kanalda bulunan örneğin tamamı tutucuya gönderilir ve aynı zamanda tutucuda oluşan oksijende sistemden uzaklaştırılır. Daha sonra tutucu, dakikada 100 °C'ye kadar varan sıcaklık artışıyla ısıtılır ve örnek konsantre edilmiş bir şekilde kapiler kolona aktarılır. Tutucudan örnek uzaklaştırıldıktan sonra tutucu soğutulur ve bir sonraki örneğin gelmesi için yeniden dengeye gelir. Bu sırada tutucudan uzaklaştırılan örneğin analizi devam etmektedir. Sistemde US EPA'nın ozon öncüsü olarak tanımladığı 56 parametrenin analizini yapmak mümkün olup, örnekleme saatlik olarak yapılmaktadır.

On-line GC ile analize başlamadan önce araziye götürülen her iki cihazda kalibre edilmiştir. Agilent marka gaz kromatografi cihazı için sertifikalı gaz standartları kullanılmıştır. Aralık 2005-Mart 2006 kış dönemi örnekleme için Ottawa Çevre Teknoloji Merkezi' (Kanada) den alınan sertifikalı gaz standardı



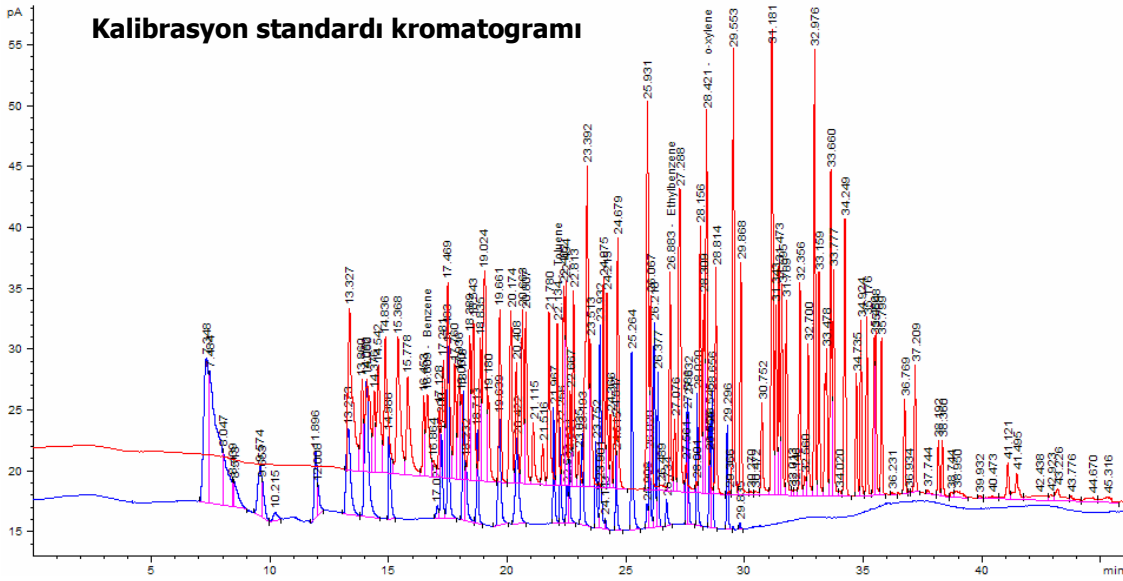
kullanılmıştır.15 litre kanister içinde %98 saflıkta karbon sayısı 2 ila 12 arasında değişen 148 adet UOB bulunmaktadır. Bu UOB karışımı halojenli, hidrokarbon ve aromatik UOB lerden oluşmaktadır. Kalibrasyon gazı içindeki bileşiklerin konsantrasyonları 2-20  $\mu\text{g m}^{-3}$  arasında değişmekte ve bu bileşiklerden oluşan karışım, Scott Speicialtiy Gaz Firmasından temin edilen sertifikalı 7 farklı karışımın kanister içinde basınçlandırılması sonucu hazırlanmıştır.

Haziran -Kasım 2006 yaz dönemi analizlerinde Kanada'dan temin edilen gaz standardının son kullanma tarihi dolduğu için Scott Speicialtiy Gaz (A.B.D.) firmasından sertifikalı gaz standardı temin edilmiştir. Gaz standardı EPA nın PAMS istasyonları için kullandığı 57 farklı UOB içeren karışımdır. Bu karışım, karbon sayısı 1 ila 12 arasında değişen 57 adet hidrokarbon ve aromatik UOBlerden oluşmaktadır. Ancak Aliağa gibi sanayinin ağır olduğu bir bölgede kanser riskine sebep olan halojenli hidrokarbonların bakılmaması kayıp olacaktır. Bu sebeple Scott Speicialtiy Gaz firmasından içinde 19 adet halojenli UOB bulunan yeni bir gaz standardı daha sipariş edilmiştir. Böylece kış örneklemesinde bakılan kirleticilerin aynıları yaz örnekleme boyunca izlenmiştir. Scott Speicialtiy Gaz firmasından temin edilen basınçlandırılmış silindirler içinde bulunan her bir bileşiğin konsantrasyonu 1 ppm'dir.

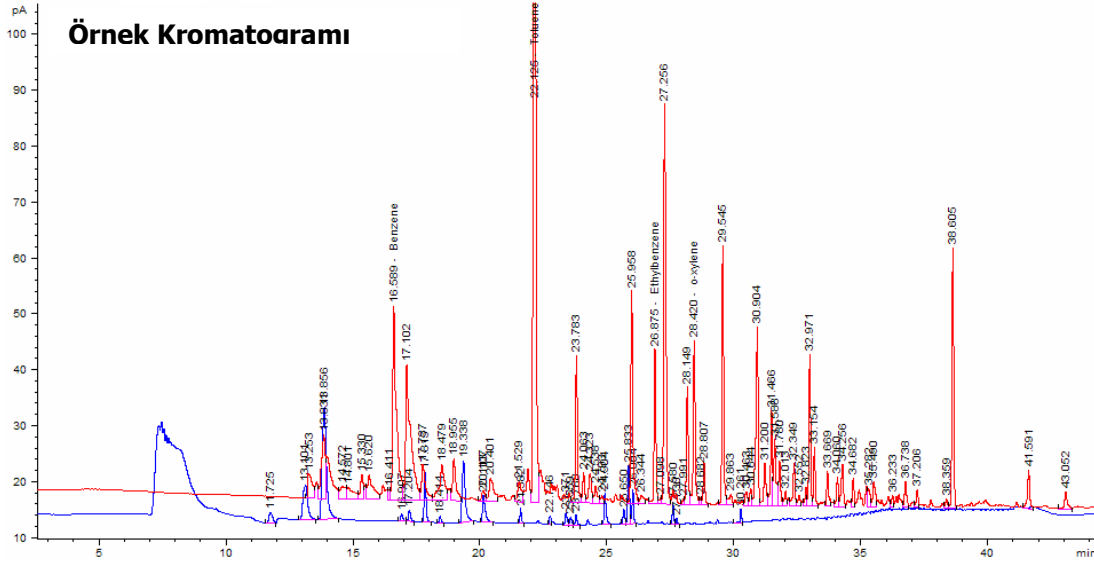
GC-FID sistemine bağlı bulunan Unity ısısal desorpsiyon cihazı gaz standardını doğrudan alıp analizini yapabilmektedir. Arazi çalışmaları için kullanışlı olan bu sistem, kalibrasyon standardı hazırlanırken hiç bir şekilde müdahale edilmediği ve seyreltme gerektirmediği için kalibrasyon eğiminin korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) her bir kirletici için 99,999 ve üzerinde hesaplanmıştır. GC-FID cihazı ChemStation yazılımı ile kullanılmaktadır. Bu yazılım kullanılarak, kalibrasyon gaz standardı içinde bulunan her bir bileşik için 5 noktalı kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. 5 noktalı kalibrasyon eğrisi kalibrasyon gazındaki bileşiğin ng olarak miktarının o bileşiğin programda okuduğu alana karşılık gelen değeri kullanılarak çizilmiştir. 5 farklı gaz standardı seviyesi Kanada'dan temin edilen gaz standardı için kanisterden 100, 200, 300, 400 ve 500 ml çekilerek, Scott Speicialtiy Gaz PAMS ve Halojen standartlarından 1,2,3,4 ve 5 ml çekilerek yapılan analizler sonucu hazırlanmıştır. Hacimsel farklılığın sebebi gaz standartlarının konsantrasyonları arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Analizler sırasında çizilen kalibrasyon eğrileri kullanılarak örnek içinde kirleticinin ng olarak miktarı tespit edilmiştir. Örneklerde bulunan kirletici ağırlığı hava

numunesinin hacmine bölünerek kirleticinin havadaki konsantrasyonu hesaplanmıştır.

5 noktalı kalibrasyon eğrisi her pasif örnekleme analizler öncesi çizilmiştir. Pasif örnekleme hesaplarında çizilen kalibrasyon eğrileri kullanılmıştır. Gaz kromatografi cihazının aktif örnekleme sırasında sistemde bir farklılık olup olmadığı anlamak için 15-20 gün arasında tek nokta kalibrasyon gazı (Kanada'dan temin edilen standard için 300 ml, Scott Speicaltiy Gaz PAMS ve Halojen standartlarından için 3 ml) analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucu bileşiklerin alanları bir önce yapılan 5 noktalı kalibrasyon eğrisinde kirletici alanı ile karşılaştırılmıştır. EPA 8000b standart metoda göre alanlar arasındaki fark %20 ve daha fazla ise 5 noktalı kalibrasyon eğrisinin tekrar çizilmesi gerektiğidir. Ancak cihazın otomatik örnekleme yaptığı dönem boyunca alanlar arasındaki fark %20'yi geçmemiştir. Kalibrasyon standardı ve bir örneğe ait kromatogramlar Şekil 2.6 ve 2.7'de verilmiştir.



**Şekil 2.6** Örnek kromatogramlar



**Şekil 2.7** Örnek kromatogramlar (Devam)

## 2.2 Gaz Fazı İnorganik Kirleticilerin Ölçülmesi

Bu çalışma kapsamında  $SO_2$ ,  $NO+NO_2$  ve  $O_3$  gaz fazlı inorganik kirleticilere ek olarak  $PM_{10}$  kütlesi de daha önce belirtildiği gibi ölçülmüştür. Bu bölüm bu kirleticilerin belirlenmesinde kullanılan cihazların genel çalışma prensibi ve teknik özellikleri hakkında gerekli bilgiyi içermektedir.

### 2.2.1 $SO_2$

Bu çalışmada Horozgediği istasyonunda ENVIRONMENT SA marka, Aliğa istasyonunda ise Thermo marka  $SO_2$  analizörü kullanılmıştır. Her iki cihaza ait görüntüler Şekil 2.8’de verilmiştir. Cihazın çalışma prensibi floresans ışınımının ultraviyole dalga boyunda ölçülmesine dayanmaktadır.

Cihazın tayin sınırı 0.1 ve 10 ppm arasında değişirken ve ölçebileceği en küçük değer ise 1 ppb olarak belirlenmiştir. Cihaz 1 saat boyunca her 15 dakikada bir ortalama konsantrasyon değerini hafızasında tutabilmektedir. Ölçülen değerler ppm ya da  $\mu g / m^3$  türünden ifade edilmektedir.

Ölçümlerin doğruluğu otomatik olarak yapılmaktadır. Cihazın kullanımı kolay olmakla beraber, çok az bakım gerektirmektedir. Örnekler elektrik devresinin sonunda bulunan pompa yardımıyla analizörün girişinde bağlanmış teflon tüp ile toplanmaktadır.



Aliğa istasyonu



Horozgediği istasyonu

**Şekil 2.8** Her iki istasyonda kullanılan SO<sub>2</sub> ölçüm cihazlarının görüntüleri

Örnekte bulunan aromatik hidrokarbonların tutulması için örnek önce karbon filtreden geçirilir. Hidrokarbon molekülleri sistemden uzaklaştırıldıktan sonra örnek 214 nm dalga boyunda UV ışınımına maruz bırakıldığı tepkime odasına alınır. Bu dalga boyu SO<sub>2</sub> moleküllerinin absorpsiyonunun gerçekleştiği dalga boyudur. Cihazlara ait teknik özellikler Tablo 2.4 ve 2.5’de verilmiştir.

**Tablo 2.4** Horozgediği istasyonunda kullanılan SO<sub>2</sub> ölçüm cihazlarının teknik özellikleri

Parametre	Özellik
Markası	Environment SA
Modeli	AF 21M
Çalışma Prensibi	UV-flourescence
Gürültü (noise)	0.0005 ppm
Tayin alt sınırı	1 ppb
Cevap (response) süresi	10 – 90 saniye arasında programlanabilir
Sıcaklık etkisi	0.3 ppb/°C
Örnekleme akış hızı	500 mL min <sup>-1</sup>
Veri depolama kapasitesi	15 günlük saatlik veriler depolanır

**Tablo 2.5** *Aliağa istasyonunda kullanılan SO<sub>2</sub> ölçüm cihazlarının teknik özellikleri*

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
<b>Markası</b>	Thermo Electron
<b>Modeli</b>	43C
<b>Çalışma Prensibi</b>	UV-flourescence
<b>Gürültü (noise)</b>	0.0003
<b>Tayin alt sınırı</b>	1 ppb
<b>Cevap (response) süresi</b>	40 sn
<b>Sıcaklık aralığı</b>	-5 – 35 C
<b>Örnekleme akış hızı</b>	500 mL min <sup>-1</sup>
<b>Veri depolama kapasitesi</b>	YOK

### 2.2.2 NO ve NO<sub>2</sub>

Bu çalışmada Aliağa'da ENVIRONMENT SA marka AC 31 M model, Horozgediği istasyonunda ise Thermo marka NO<sub>x</sub> analizörü kullanılmıştır. Her iki istasyonda kullanılan cihazlara ait görüntüler Şekil 2.9'da sunulmuştur. Cihazın çalışma prensibi şiddetli bir biçimde oksitlenmiş ozon moleküllerinin varlığında NO'nin kemiluminesans tepkimeleri sonunda yaydıkları ışınımın algılayıcılar tarafından ölçülmesi prensibine dayanmaktadır.

NO<sub>2</sub>'ın kemiluminesans ile belirlenebilmesi için ilk önce NO'a dönüştürülmesi gerekmektedir. NO<sub>2</sub>'ın bu indirgenme işlemi 320 °C'ye ısıtılmış molibden fırında gerçekleşmektedir.

AC 31 M analizöründe örnekleme biçimi iki şekilde olmaktadır. Birinci biçimde örnekler devrenin sonuna yerleştirilmiş pompa yardımıyla indirgenme fırınından geçerek NO<sub>x</sub> odasına taşınmakta, ikinci biçimde ise doğrudan NO

odasına gönderilmektedir. Bu nedenle, NO<sub>x</sub> odasından salınan ışınım NO ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarıyla orantılıdır.



**Şekil 2.9** Her iki istasyonda kullanılan NO<sub>x</sub> ölçüm cihazlarının görüntüleri

Cihazın doğrusal ölçüm aralığı 0.1 ile 10 ppm arasında değişirken, minimum tayin sınırı 0.35 ppb değerindedir. Cihaz NO, NO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> konsantrasyon değerlerini ayrı ayrı vermektedir. Ölçüm sonuçları ppm ve mg /m<sup>3</sup> cinsinden ifade edilmektedir. Metrolojiyi etkileyen parametreler otomatik olarak kontrol edilebilmekte ve düzgün bir biçimde çalıştıkları denetlenebilmektedir. Her 15 dakikalık ortalama konsantrasyon değerini 15 gün süresince depolayabilecek kapasiteye sahiptir. Her iki istasyonda kullanılan analizörlere ait teknik özellikler Tablo 2.6 ve Tablo 2.7 'de verilmiştir.

### 2.2.3 O<sub>3</sub>

Çalışmada O<sub>3</sub> ölçümleri Horozgediği istasyonunda ENVIRONMENT SA marka, Aliağa istasyonunda ise Thermo marka 49 C analizörü kullanarak belirlenmiştir. İstasyonlarda kullanılan analizörlere ait görüntüler Şekil 2.10'da verilmiştir. Cihazın çalışma prensibi O<sub>3</sub> moleküllerinin 254 nm dalga boyunda UV ışınımını absorbe etmeleri prensibine dayanmaktadır. Analiz edilen örnekte bulunan O<sub>3</sub> miktarı Beer Lambert kanununa göre O<sub>3</sub>'ün absorbladığı UV ışınımıyla orantılıdır.

**Tablo 2.6** Horozgediği istasyonunda kullanılan NO<sub>x</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri

Parametre	Özellik
Markası	Environment SA
Modeli	32M
Çalışma Prensibi	Kemiluminesans
Gürültü (noise)	0.0005 ppm
Tayin alt sınırı	0,4 ppb
Cevap (response) süresi	10 – 90 saniye arasında programlanabilir
Sıcaklık etkisi	0.3 ppb/°C
Örnekleme akış hızı	500 mL min <sup>-1</sup>
Veri depolama kapasitesi	30 günlük saatlik veriler depolanır

**Tablo 2.7** Aliğa istasyonunda kullanılan NO<sub>x</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri

Parametre	Özellik
Markası	Thermo Electron
Modeli	42C
Çalışma Prensibi	Kemiluminesans
Gürültü (noise)	0.0005 ppb
Tayin alt sınırı	0,1 ppb
Cevap (response) süresi	40 sn
Sıcaklık aralığı	-5 – 35 C
Örnekleme akış hızı	500 mL min <sup>-1</sup>
Veri depolama kapasitesi	YOK



Aliğa istasyonu



Horozgediği istasyonu

**Şekil 2.10** Her iki istasyonda kullanılan  $O_3$  ölçüm cihazlarının görüntüleri

Analizörlerden Model 49 hava çekim hızı  $1-3 \text{ m}^3/\text{dk}$  arasında değişmektedir. Çekilen hava analizörün girişinde iki kola ayrılmaktadır. Birinci kolda gaz ozon yıkayıcılarından geçerek referans gaz haline getirilir ve referans selenoid vanasına gönderilir. İkinci kolda ise örnek gaz bulunmaktadır ve doğrudan örnek selenoid vanasına gönderilir. Vanalar yardımıyla referans ve örnek gaz Hücre A ve B olmak üzere iki oda arasında her 10 saniyede bir yer değiştirir.

Her hücredeki UV intensiteleri A ve B algılayıcıları tarafından bellendir. Referans ve örnek gazları yer değiştirirken gazların tamamen odalardan yıkanması için gerekli olan süre boyunca ölçülen UV intensiteleri göz ardı edilir. Her hücre için ozon konsantrasyonları belirlenir ve ortalama konsantrasyon olarak verilir. Cihazın çalışması için gereken ortam sıcaklığının  $20-30 \text{ }^\circ\text{C}$  arasında olması gerekmektedir. Model 49 C ile ölçülebilecek en küçük tayin sınırı  $1,0 \text{ ppb}$  olup,  $0,1$  ile  $400 \text{ mg/m}^3$  ( $0,05 - 200 \text{ ppm}$ ) arasındaki ozon konsantrasyonları belirlenebilmektedir. İstasyonlarda kullanılan  $O_3$  analizörlerine ait teknik özellikler Tablo 2.8 ve 2.9'da verilmiştir.



**Tablo 2.8** Horozgediği istasyonunu O<sub>3</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri

Parametre	İstasyon
Markası	Environment SA
Modeli	42M
Çalışma Prensibi	UV-fotometri
Gürültü (noise)	0.0002 ppm
Tayin alt sınırı	0,4 ppb
Cevap (response) süresi	10 – 90 saniye arasında programlanabilir
Sıcaklık etkisi	0.3 ppb/°C
Örnekleme akış hızı	500 mL min <sup>-1</sup>
Veri depolama kapasitesi	30 günlük saatlik veriler depolanır

**Tablo 2.9** Aliğa istasyonu O<sub>3</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri

Parametre	İstasyon
Markası	Thermo Electron
Modeli	49C
Çalışma Prensibi	UV-fotometrik
Gürültü (noise)	0.0005
Tayin alt sınırı	1 ppb
Cevap (response) süresi	40 sn
Sıcaklık aralığı	-5 – 35 C
Örnekleme akış hızı	500 mL min <sup>-1</sup>

#### 2.2.4 PM<sub>10</sub> kütlesi

PM<sub>10</sub> kütlesi Horozgediği istasyonunda ENVIRONMENT SA, Aliğa istasyonunda ise Thermo marka analizör kullanılarak belirlenmiştir. İstasyonlarda kulanı PM<sub>10</sub> analizörlerine ait görüntüler Şekil 2.11’de verilmiştir. Cihazın çalışma prensibi mikro-işlemci ya da kontrollü ardışık besleme yardımıyla fiberglas kağıt filtreler üzerinde atmosferden toplanmış partikül maddenin absorbladığı  $\beta$  ışınımının ölçülmesine dayanmaktadır.



Horozgediği istasyonu



Aliğa istasyonu

**Şekil 2.11** Her iki istasyonda kullanılan PM<sub>10</sub> ölçüm cihazlarının görüntüleri

Beta ışınımı ölçüm sisteminin en büyük avantajı ölçümlerde elde edilen yüksek tekrarlanabilirlik ile ilgilidir. Bu özellik ölçüm döngüsünün bir parçası olarak sıfır ayarı yapılabilmesinden ve böylece Geiger-Muller tüp algılayıcısının kararlı kalabilmesi ve cihazın kalibrasyona gerek duymamasından kaynaklanmaktadır.

Mikro işlemci ardışık ölçümleri takip eder, gerekli düzeltmeleri yapar ve partikül konsantrasyonlarını hesaplayarak, sonuçları  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  türünden verir.

Cihazın ölçüm prensibi analiz edilen partikül maddenin fizyokimyasal özelliklerine çok da bağlı olmayan bir standard metoda dayanmaktadır. Cihaz 0-1 / 2-1-2 saat olmak üzere programlanabilir 4 farklı durumda çalışmaktadır. Cihazın ölçüm kapasitesi 30 m uzunluğundaki bir filtre şeridi için 1350 örnek olarak verilmiştir. Cihazda 1 cm<sup>2</sup> filtre alanından geçen akımın hızı 1.5 m<sup>3</sup>/saat kadardır. En düşük ölçüm sınırı cihazın çalışma süresine bağlı olarak değişmekte ve cihaz 8.3 ile 40 µg/m<sup>3</sup> arasındaki konsantrasyon değerlerini belirleyebilmektedir. PM<sub>10</sub> analizörlerine ait teknik özellikler Tablo 2.10 ve 2.11’de verilmiştir.

**Tablo 2.10** Horozgediği istasyonu PM<sub>10</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri

Parametre	Özellik
<b>Markası</b>	Environment SA
<b>Modeli</b>	MP101M
<b>Çalışma Prensibi</b>	Beta ray attenuation
<b>Gürültü (noise)</b>	
<b>Tayin alt sınırı</b>	1 µg m <sup>-3</sup>
<b>Cevap (response) süresi</b>	15 dak. - 24 saat arasında programlanabilir
<b>Sıcaklık etkisi</b>	
<b>Örnekleme akış hızı</b>	500 mL min <sup>-1</sup>
<b>Veri depolama kapasitesi</b>	30 günlük saatlik veriler depolanır

**Tablo 2.11** *Aliğa istasyonu PM<sub>10</sub> ölçüm cihazının teknik özellikleri*

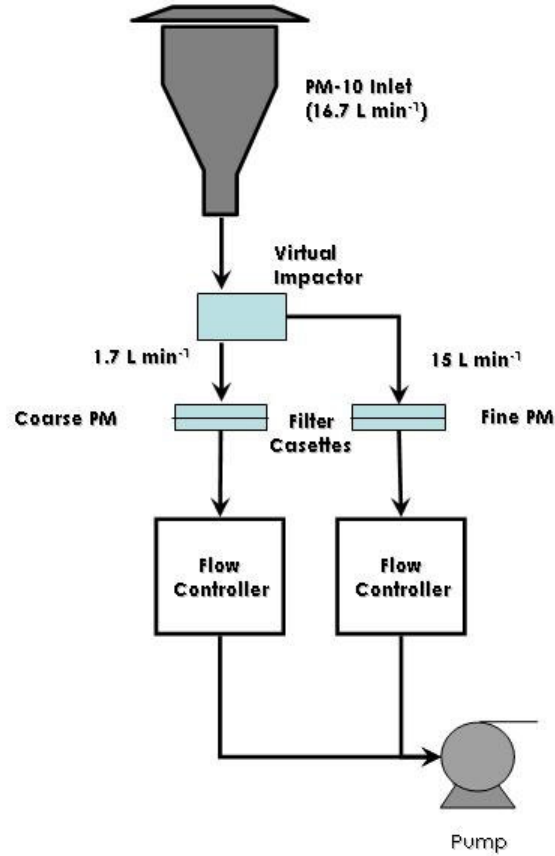
<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
<b>Markası</b>	Thermo Electron
<b>Modeli</b>	FH62-C14
<b>Çalışma Prensibi</b>	Beta ray attenuation
<b>Gürültü (noise)</b>	
<b>Tayin alt sınırı</b>	1 µg m <sup>-3</sup>
<b>Cevap (response) süresi</b>	30 dak – 24 saat
<b>Sıcaklık aralığı</b>	-5 – 35 C
<b>Örnekleme akış hızı</b>	500 mL min <sup>-1</sup>
<b>Veri depolama kapasitesi</b>	1 Yıl

### **2.3 Eser Element Örnekleme**

Her iki istasyonda da eser elementler Dichotomous örnekleme cihazları yardımıyla toplanmıştır. Dichotomous örnekleme cihazları parçacıkları 2.5 µm den küçük ve büyük olarak iki gruba ayıran ve her grubu ayrı filtreler üzerinde toplayan bir örnekleme cihazıdır. Bu örnekleme cihazları hem dış hava kalitesi hem de iç hava kalitesinin belirlenmesinde kullanılabilir.

Cihazın akım şeması Şekil 2.12’de verilmiştir. Örneklenecek parçacıklar Dichotomous örnekleme cihazına girdikten sonra, “virtual impaktör” bölümüne geldiğinde hava 90 dereceye yakın bir dönüş yapar. 2.5 µm den küçük parçacıklar hava akımını takip ederken, çapları 2.5 µm den büyük parçacıklar havayı takip edemez ve tam karşısına gelen girişten geçerek büyük parçacık filtresinde toplanırlar. Hava ile birlikte hareket eden küçük parçacıklarda havanın küçük partikül filtresinden geçirilmesiyle, bu filtre

üzerinde toplanırlar. Genellikle, büyük parçacıkların tekrar hava akımına karışmasını önlemek amacıyla, büyük partiküllerin geçtiği kanalda da hava az bir miktarda da olsa çekilir. Ancak bu kanaldaki hava akış hızı oldukça düşüktür. Toplam 16.7 lpm olan hava akışının 1.7 lpm kadar bir bölümü büyük filtre kanalından geçerken 15 lpm kadarı küçük partikül kanalından geçmektedir.



**Şekil 2.12** Dichotomous örnekleyicilerin akım diagramı

Bu çalışmada iki istasyonda farklı iki dichotomous örnekleyici kullanılmıştır. Aliğa istasyonunda Sierra Andersen model 240 dichotomous örnekleyici, Horozgediği istasyonunda ise Thermo electron Partisol-plus Model 2025 Dichotomous örnekleyici kullanılmıştır. Dichotomous örnekleyiciler görüntü ve otomasyon düzeyi olarak birbirlerinden farklı da olsa çalışma prensipleri

aynıdır. Çalışmada kullanılan iki cihazın fotoğrafları, Şekil 2.13’de ve teknik özellikleri de Tablo 2.12 ve 2.13’de verilmiştir. Horozgediği istasyonunda kullanılan cihaz, model ve teknoloji olarak Aliğa istasyonunda kullanılan Model 240 dichotomous örnekleyiciye nazaran oldukça gelişmiştir.



**Şekil 2.13** Bu çalışmada kullanılan dichotomous örnekleyicilerin fotoğrafları

**Tablo 2.12** *Horozgediği istasyonu Dichotomous örnekleyicilerin teknik özellikleri*

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
<b>Markası</b>	Thermo
<b>Modeli</b>	Partisol Plus 2025 D
<b>Örnekleme Debisi</b>	5-18 L/dk
<b>Filtre Tutucu</b>	Dış Çapı: 47 mm
<b>Çalışma Sıcaklığı</b>	+30 °C - +50 °C
<b>Güç Gereksinimi</b>	120 V AC, 3 A, yada 240 V AC, 1.5 A
<b>Boyut</b>	69 cm (E) x 40 cm (D) x 158 cm (Y)
<b>Ağırlık</b>	52 kg

**Tablo 2.13** *Aliağa istasyonu Dichotomous örnekleyicilerin teknik özellikleri*

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
<b>Markası</b>	Sierra Anderson
<b>Modeli</b>	241
<b>Örnekleme Debisi</b>	16.7 L/dk küçük parçacıklar için yada 15.0 L/dk büyük parçacıklar için
<b>Filtre Tutucu</b>	Yuvarlak, polipropilen, Dış Çapı: 44 mm
<b>Çalışma Sıcaklığı</b>	-25 °C - + 70 °C
<b>Güç Gereksinimi</b>	115 VAC ± 15 %, 50-60 Hz, 600 watts; 230 VAC ± 10 %, 50-60 Hz, 600 watts
<b>Boyut</b>	56 cm (E)x 28 cm (D) x142 cm (Y)
<b>Ağırlık</b>	30 kg

Örnekleme çalışmaları yaz ve kış mevsimlerinde üçer ay süre ile yapılmıştır. Kış örnekleme 21.11.2005 tarihinde başlamış ve 21.3.2006 tarihinde sona ermiştir. Yaz örnekleme ise 14.7.2006 tarihinde başlamış ve 30.10.2007 tarihinde bitirilmiştir. Bu süreler zarfında Belediye istasyonunda 200 büyük partikül örneği (coarse) 200 de küçük (fine) partikül örneği, Horozgediği istasyonunda da 160 büyük, 160 da küçük partikül örneği toplanmıştır.

Örnek toplama işlemi her gün teflon filtreler içeren kasetlerin örnekleycilerden çıkartılmasını ve temiz filtrelerin bulunduğu kasetlerin de cihazlara yerleştirilmesini içermektedir. Horozgediği istasyonunda kullanılan örnekleycinin 7 günlük otomatik filtre değiştirme sistemi olduğundan, bu istasyona haftada bir kere gidilerek bir hafta boyunca toplanmış olan örneklere alınmış ve bir sonraki haftada kullanılacak temiz filtreler örnekleyciye takılmıştır.

Aliağa istasyonundaki örnekleycide ise, aynı şekilde bir oto örnekleyci olmadığından, örneklerin her gün değiştirilmesi gerekmiştir. Bu görev Aliağa Belediyesinde görevli bir Çevre Mühendisi tarafından yapılmıştır. Bu arkadaş her sabah saat 9 - 10 arasında cihazı durdurmuş ve üzerinde örnek toplanmış olan filtreyi kasetten çıkartarak yerine temiz bir filtre yerleştirmiştir. Örneğin toplandığı sıradaki gerek meteoroloji ve gerekse herhangi bir anormal durum ile ilgili gözlemler bir forma not düşülmüştür.

Örnekleme sırasında belirli aralıklarla kör örnekler toplanmıştır. Kör örnek sonuçları ileriki bölümlerde tartışılmıştır.

## **2.4 Meteorolojik Parametrelerin Ölçülmesi**

Bu çalışmada meteorolojik parametrelerin örnekleme süresince nasıl değiştiklerini belirleyebilmek için biri Horozgediği istasyonunda diğeri ise Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM) tarafından çalıştırılan meteoroloji istasyonu olmak üzere iki istasyon kullanılmıştır.

İki adet meteorolojik direkte proje çerçevesinde dikilmiştir. Bunlardan bir tanesi proje ortaklarından 9 Eylül Üniversitesince alınan meteoroloji direği, diğeri ise ODTÜ'de hâlihazırda mevcut olan sensörlerden oluşan bir direkti. Fakat iki meteorolojik direğinde veri depolama üniteleri ölçümler sırasında çalışmadığından, bu direklerden veri almak mümkün olmamıştır.



Horozgediği istasyonunda ENKA hava kirliliği izleme istasyonuna bağlı olan meteorolojik sensörler kullanılmıştır. Bu istasyondaki cihazlar Lastem, model MW8007, bileşik rüzgar ve nem sensörü, Lastem, model MW 8002 Rüzgar hızı sensörü, Lanterem, model MW8004 Rüzgar yönü sensörü ve Lastem, model MW 8001 veri depolayıcıdan oluşmaktadır. Bu cihazların teknik özellikleri Tablo 2.14, 2.15 ve 2.16’da verilmiştir. Ayrıca Horozgediği istasyonunda bulunan meteorolojik sensörlere ait görüntüler Şekil 2.14’de verilmiştir.

**Tablo 2.14** Horozgediği istasyonunda kullanılan Meteoroloji direğinin teknik özellikleri

<b>Sıcaklık-nem Sensörü</b>	
<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
Marka	Lastem
Model	MW8007
Prob türü	Sıcaklık ve nem bileşik
Radyasyon hatası	Güneş ışığı intansitesine ve rüzgar hızına bağlı olarak değişir. Güneş akısının 1080 W m <sup>-2</sup> ve rüzgar hızının 3 m s <sup>-1</sup> olması halinde değeri 0.4°C olur.
Malzeme:	UV ile stabilize hale getirilmiş beyaz termoplastik.
Çalışma aralığı	-50°C - +50°C
Çapı	12 cm
Yüksekliği	27 cm
Ağırlığı	0.7 kg

**Tablo 2.15** *Horozgediği istasyonunda kullanılan Meteoroloji direğinin teknik özellikleri (Devam)*

**Rüzgar Yönü Sensörü**

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
Marka	Lastem
Model	MW8002
Transducer	5K-ohm potansiyometre
Eksitasyon	5VDC, 1 mA
Aralık	0-360°or 0-540°
Doğruluk	±2°, 5° Kuzey yönündeki ölü noktra aralığı
Çözünürlük	<1°
Potansiyometre lineeritesi	0.5%
Çalışacağı sıcaklık aralığı	-40° - +60°C
Materyal	Aluminyum
Boyutu	305 mm yükseklik x 70 mm çap
Ağırlığı:	1.1 kg

**Tablo 2.16** *Horozgediği istasyonunda kullanılan Meteoroloji direğinin teknik özellikleri (Devam)*

**Rüzgar Hızı Sensoru**

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
Marka	Lastem
Model	MW8004
Sensor	Karbon-grafit karışımı 3-cuplu
Cup Çapı	2" diameter cups
Transducer:	DC jeneratörü
Eksitasyon	25 mA, + 12 VDC
Çıktı:	approx. 5.5 mV/mph
Çalışma aralığı:	0-160mph (0-75m/s)
Hata	±1%
Materyal	Çelik ve anodize Al
Çalışma sıcaklığı	-40° ile +60°C arası



**Şekil 2.14** Horozgediği meteoroloji istasyonunun fotoğrafları

Aliağa ilçesindeki istasyon DMİGM'nün Türkiye'nin her tarafında kurmuş olduğu otomatik meteoroloji istasyonlarında bir tanesi kullanılmıştır. Bu cihaz Horozgediği istasyonunda kullanılan meteorolojik istasyonda ölçülen sıcaklık, nem, rüzgâr yönü ve rüzgâr hızı gibi parametrelere ek olarak hava basıncı, toprak sıcaklığı (5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm ve 100 cm'de ölçüm yapılmaktadır), toprak üstü sıcaklığı ve 20 cm'de toprak nemi gibi parametrelerde ölçülmektedir. Fakat bu çalışma kapsamında sadece bahsedilen parametreler DMİGM'den temin edilmiştir. DMİGM Aliğa'da 1963-1992 yılları arasında daha önce bir küçük klima istasyonu işletmiş, fakat bu istasyon kapatılarak 2003 yılında bu otomatik istasyon devreye girmiştir. İstasyonun yerden yüksekliği 27 m olup, 26° 97' N, 38° 80'E koordinatlarında konuşlandırılmıştır. İstasyonda kullanılan cihazlara ait teknik bilgiler Tablo 2.17-2.20'de sunulmuştur.

**Tablo 2.17** DMİ istasyonundaki meteorolojik cihazların teknik özellikleri

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
<b>Sıcaklık Sensörü</b>	
Marka	Platinum Resistance
Model	PT100
Prob türü	Sıcaklık
İletkenler	3 telli 22 gauge
Malzeme:	Dış kılıfı 316 paslanmaz çelik, ve kablo olarakta 5 m PVC kullanılmıştır
Çalışma aralığı	-40°C - +80°C
Hassasiyet	7-15 $\mu\text{V}/\text{Wm}^{-2}$
Hassasiyete bağlı sıcaklık	!1 % (-20 - +50 °C)
Ağırlığı	0.7 kg
<b>Rüzgar Yönü Sensörü</b>	
<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
Marka	Vector Instruments
Model	W200P
Transducer	!0.1 K-ohm potansiyometre
Potansiyometre voltajı	1-5 V (tavsiye edilen), 20 V (azami)
Aralık	0-360°

**Tablo 2.18** DMİ istasyonundaki meteorolojik cihazların teknik özellikleri (Devam)

Doğruluk	$\pm 1.5^\circ, 2.3^\circ$ Kuzey yönündeki ölü nokta aralığı
Çözünürlük	$\pm 0.2^\circ$
Potansiyometre lineeritesi	$\pm 0.25\%$
Çalışacağı sıcaklık aralığı	$-50^\circ\text{C} - +60^\circ\text{C}$
Materyal	Anodize Alüminyum alaşım ve paslanmaz çelik
Tekrarlanabilirlik	$\pm 0.5^\circ$
Hata	$\pm 3^\circ$ (5 m/s rüzgar hızı için)

### **Rüzgar Hızı Sensörü**

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
Marka	Vector Instruments
Model	A100
Sensor	A100K, A100M ve A100S cuplar
Mesafe Sabiti	$2.3 \text{ m} \pm 10 \%$
Eksitasyon	10-30 V DC (12 V DC için 30 mA)
Çıktı Sinyali	$\leq 0.1 \text{ V}$
Çıktı Direnci	3.3 k-ohm
Çalışma aralığı	0.15-75 m/s

**Tablo 2.19** DMİ istasyonundaki meteorolojik cihazların teknik özellikleri (Devam)

Hata	$\pm 1\%$ (rüzgar hızı 10-55 m/s), $\pm 2\%$ (rüzgar hızı > 55 m/s)
Materyal	Anodize Alüminyum alaşım ve paslanmaz çelik
Çalışma sıcaklığı	-50° ile +70°C arası

### **Yağış Sensörü**

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
Marka	LASTEM
Model	C101A
Sensör	
Yağış Toplama Alanı	333 cm <sup>2</sup>
Yağış Toplama Alan Çapı	203 mm
Hassasiyet	0.2 mm
Doğruluk	2 %
Puls Süresi	100 ms
Malzeme	Paslanmaz Çelik
Ağırlık	5.3 kg
Boyut	420 x 365 mm
Isıtıcı	24 V AC 40 Watt
Kablo	10 metre 3 telli

**Tablo 2.20** *DMİ istasyonundaki meteorolojik cihazların teknik özellikleri (Devam)*

<b>Nem sensörü</b>	
<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
Marka	ROTRONIC
Model	Hygromer C 94
Çalışacağı Sıcaklık Aralığı	Azami 200 °C, Asgari değer belirtilmemiş
Hata	±1 % (18-28 °C sıcaklık aralığı için)

## **2.5 Pasif Örnekleme**

Bu çalışma kapsamında toplanan pasif örnekler için ilk önce 50 nokta seçilmiş, bunlara daha sonra iki nokta daha ilave edilmiştir.

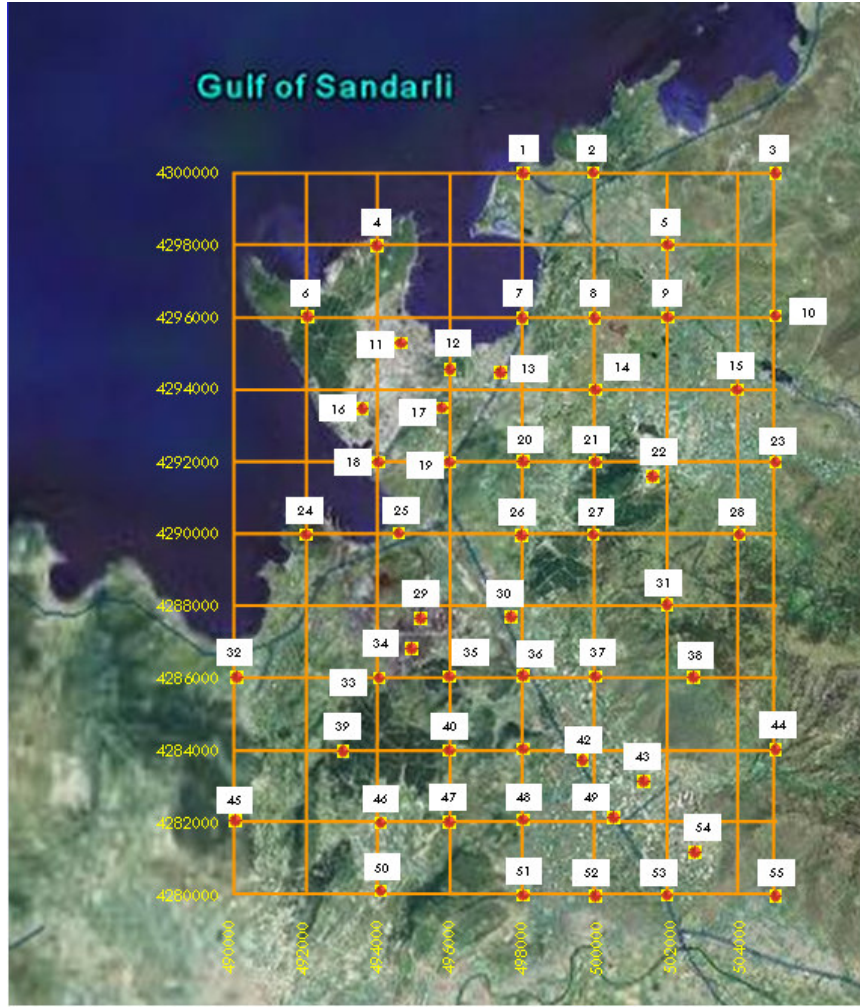
50 noktanın seçiminde bir grid sistemi oluşturulmuş ve gridlerin her bir köşesine bir örnekleme istasyonu konulmuştur. Daha sonra bu istasyonlardan kaynak noktalarından uzak olanlar kaynak bölgelerine ve önemli reseptör bölgelerine taşınmıştır. Bu şekilde yolların ve endüstrilerin etraflarında daha çok istasyon olması sağlanmıştır. Pasif örnekleme istasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımları Şekil 2.15’de gösterilmiştir. Ayrıca bu istasyonlara ait koordinatlarda Tablo 2.21-2.24’de verilmiştir.

Projenin başlangıcında altı pasif örnekleme yapılması öngörülmüş fakat zaman içerisinde örnekleme fiyatlarının artmış ve elde edilen bilgilerin çok da değişmediği görülmüştür. TÜBİTAK’tan izin alınarak pasif örnekleme 5 kez yapılması konusunda gerekli izin alınmıştır.

Örnekleme sırasında TR-EN 13528 standardı takip edilmiştir. Tüplere araziye çıkmadan önce kararlı ve doğada bulunmayan bir bileşik olan 4-Bromoflourobenzen ‘surrogate standart’ yüklenip yaklaşık 10 tüpün analizi yapılmıştır. Örnek tüplerin analizi sonucunda bu kimyasalın konsantrasyon



değerine bakılmıştır. Araziye çıkmadan önce tüplere yüklenen miktar ile döndükten sonra ölçülen miktar arasındaki farkın % 20'yi geçmemesi gerekmektedir. Böylece örnekleme tüpünde toplanan UOB'lerin örnekleme sırasında bir kaybının olup olmadığı tespit edilmiştir. Örneklemler boyunca surrogate standartların konsantrasyon değerlerinin % 20'nin altında tutulmasına özen gösterilmiştir.



**Şekil 2.15** Pasif örnekleme istasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımları

Pasif tüpler araziye araba aküsü ile çalışan buzdolabı ile götürülmüştür. UOB'ler için hazırlanan tüpler herhangi bir kirleticiye maruz kalmamaları için içinde aktif karbon ve silika jel bulunan cam tüpler içinde muhafaza edilmiştir. Yalnızca analiz sırasında bu cam tüplerden çıkarılmıştır. Bunun dışında tüplerin iki ucuna kapatmak için teflon yalıtımı yapılmış piring kapaklar kullanılmıştır. İnorganik tüpler ise plastik tüpler içinde saklanmıştır.

**Tablo 2.21** *Pasif örnekleme istasyonlarının koordinatları*

No	Doğu		Kuzey	
	Derece	Dakika	Derece	Dakika
1	26	58.428	38	50.568
2	26	59.814	38	50.556
3	27	3.27	38	50.604
4	26	55.68	38	49.536
5	27	1.272	38	49.59
6	26	54.378	38	48.498
7	26	58.536	38	48.552
8	26	59.916	38	48.564
9	27	1.308	38	48.582
10	27	3.366	38	48.606
11	26	56.196	38	48.168
12	26	57.162	38	47.826

**Tablo 2.22** Pasif örnekleme istasyonlarının koordinatları (Devam)

13	26	58.134	38	47.766
14	26	59.94	38	47.55
15	27	2.724	38	47.568
16	26	55.512	38	47.268
17	26	57.048	38	47.28
18	26	55.848	38	46.512
19	26	57.234	38	46.536
20	26	58.632	38	46.572
21	27	0.03	38	46.548
22	27	1.128	38	46.38
23	27	3.48	38	46.596
24	26	54.504	38	45.516
25	26	56.31	38	45.522
26	26	58.656	38	45.534
27	27	0.036	38	45.546
28	27	2.826	38	45.582
29	26	56.754	38	44.34

---

**Tablo 2.23** *Pasif örnekleme istasyonlarının koordinatları (Devam)*

---

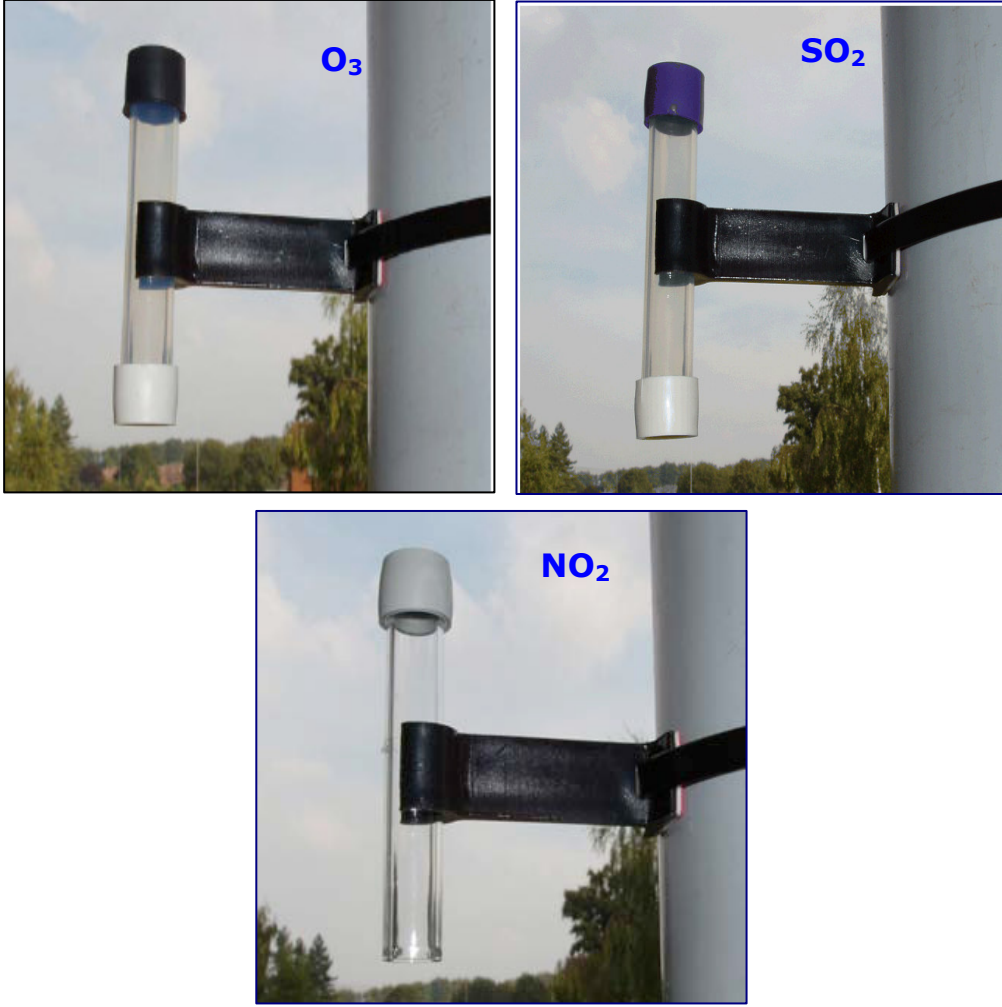
30	26	58.476	38	44.364
31	27	1.488	38	44.586
32	26	53.226	38	43.5
33	26	55.992	38	43.536
34	26	56.604	38	43.944
35	26	57.372	38	43.548
36	26	58.758	38	43.56
37	27	0.162	38	43.56
38	27	2.082	38	43.59
39	26	55.386	38	42.51
40	26	57.42	38	42.522
41	26	58.806	38	42.552
42	26	59.958	38	42.414
43	27	1.164	38	42.138
44	27	3.666	38	42.594
45	26	53.328	38	41.502
46	26	56.106	38	41.526

---

**Tablo 2.24** Pasif örnekleme istasyonlarının koordinatları (Devam)

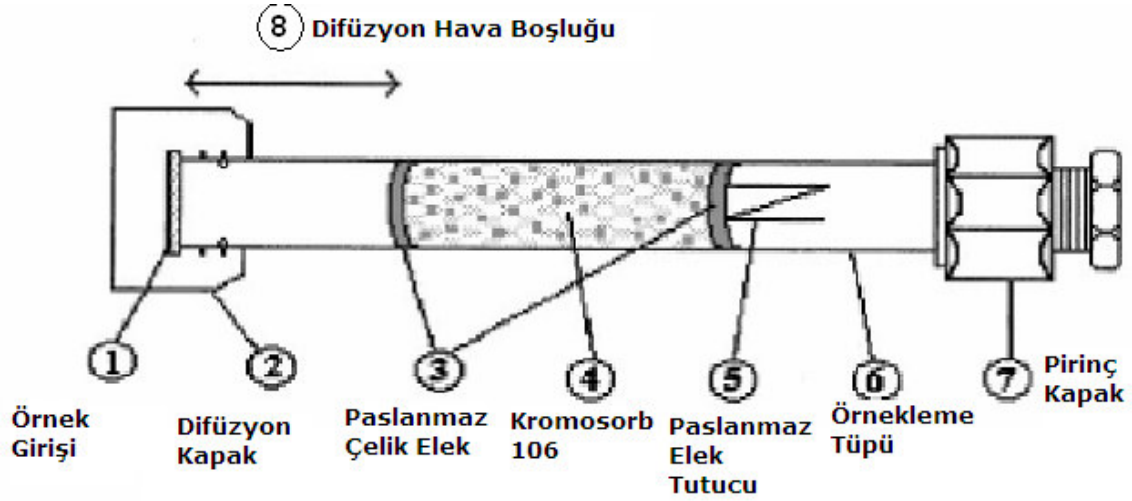
47	26	57.45	38	41.538
48	26	58.86	38	41.544
49	27	0.6	38	41.58
50	26	56.154	38	40.536
51	26	58.896	38	40.56
52	27	0.318	38	40.578
53	27	1.662	38	40.572
54	27	2.19	38	41.172
55	27	3.798	38	40.596

Her istasyonda proje süresince 5 kez NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ve UOB pasif örnekleme yapılmıştır. NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> pasif tüpleri İngiliz menşeli GRADKO şirketinden temin edilmiş ve örnekleme sonunda yine bu şirkete analiz edilmek üzere yollanmıştır. Analizlere ait sonuçlar GRADKO şirketinden elektronik posta yoluyla alınmıştır. Örnek NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> tüpleri Şekil 2.16'da görülmektedir. Pasif örnekleme tüpleri değişik kimyasallar ile kaplanmış bir elek teli ile bunu koruyacak polietilen bir gövdeden oluşmaktadır. Farklı firmalarda bu örnekleme tüpleri için değişik tasarımlar bulunmakla birlikte, GRADKO bu konuda dünyada kabul görmüş, bilinen bir şirket olduğu için tüpler bu şirketten temin edilmiştir.



**Şekil 2.16** Çalışmada kullanılan inorganik pasif örnekleme tüplerine ait görüntüler

Çalışmada kullanılan UOB tüpleri inorganik tüplerden biraz farklıdır. Şekil 2.17’de görüldüğü gibi UOB pasif örnekleme tüpleri 8.89 cm uzunluğunda ve 6.35 mm dış çapına sahip ve Kromosorb 106 absorbenti ile doldurulmuş tüplerdir. İnorganik parametrelerin ölçümünde kullanılan pasif örnekleme tüpleri gibi bu tüplerde GRADKO şirketinden temin edilmiştir. Ancak, inorganik pasif örnekleme tüplerinin aksine, UOB tüpleri her seferinde GRADKO’ya analizler için gönderilmemiştir. UOB tüpleri, projenin başlangıcında bir kez alınmış ve aynı tüpler her örneklemede ısıtılarak temizlendikten sonra tekrar kullanılmıştır.



**Şekil 2.17** Çalışmada kullanılan UOB pasif örnekleme tüpünün şematik gösterimi

Pasif örnekleme 19 Aralık – 27 Aralık 2005 (1. Periyot), 21 Mart – 28 Mart 2006 (2. Periyot), 19 Haziran – 26 Haziran 2006 (3. Periyot), 29 Ağustos – 5 Eylül 2006 (4. Periyot) ve 9 Şubat – 16 Şubat 2007 (5. Periyot) tarihlerinde olmak üzere 5 kez yapılmıştır.

Her seferinde her istasyona birer adet VOC, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> pasif örnekleme tüpü yerleştirilmiştir. Bir hafta sonra pasif örnekleme tüpleri toplanmıştır. Gerek yerleştirme işlemleri ve gerekse toplanmaları, örnekleme yapılan alan çok geniş olduğundan ikişer gün sürmüştür.

Örnekleme sonunda toplanan pasif örnekleme tüplerinden SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> ölçümü yapılacak olanlar, en kısa zamanda, kargo ile İngiltere'ye yollanmıştır. VOC tüpleri ise Horozgediği istasyonuna getirilerek buradaki gaz kromatografi cihazında "thermal desorbition" tekniği ile tüplerden GC'ye aktararak analiz edilmiştir. GC ile ilgili bilgiler bölüm 2.1'de tartışıldığından burada tekrar edilmesine gerek görülmemiştir.

## 2.6 Toplanan Eser Element Örneklerinin Analizleri

Toplanan örneklerin eser element içerikleri Sarayköy Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (SANAEM)'de Oxford ED2000 model Enerji Dağılımlı X-Işınları Floresans Spektrometre (EDXRF) cihazı kullanarak incelenmiştir. Eser element analizinde EDXRF kullanılmasının sebebi, bu yöntemin tahribatsız bir yöntem olması ve örneklerin analize hazırlanması diğer analitik tekniklere göre daha kolay olmasından kaynaklanmaktadır. Bunların yanı sıra EDXRF tekniği geniş bir element aralığında analiz yapabilecek kapasitedir ve bazı durumlarda 1 ppm veya daha az miktarları da tespit edebilme gücü vardır. Bu çalışmada kullanılan cihaz, X-ışını tüpü, filtre değiştirme bölümü, örnek değiştirme bölümü (8 örnek kapasiteli), önyükseltgeç, yükseltgeç, ADC; MCA; HV güç kaynağı sistemi, Si(Li) katı hal algılayıcı ve XpertEase yazılım programı gibi ana bölümlerden oluşmaktadır. Analizlerin yapıldığı XRF cihazının fotoğrafları Şekil 2.18'de ve cihazın genel özellikleri de Tablo 2.25'de verilmiştir.



**Şekil 2.18** Analizlerin yapıldığı XRF cihazına ait görüntüler



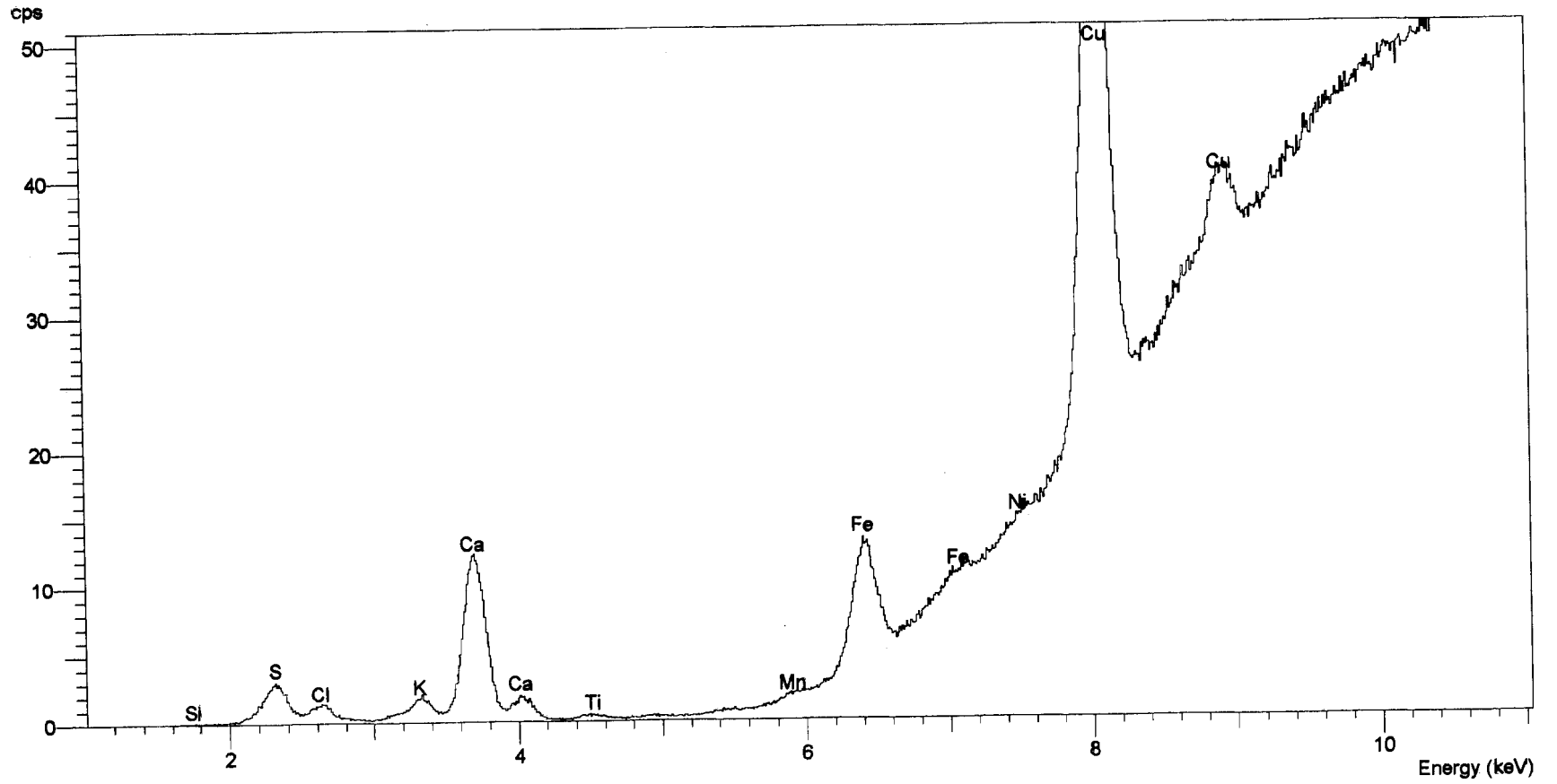
**Tablo 2.25** EDXRF cihazının genel özellikleri

EDXRF Bölüm	Değer
<b>X-Işınları Tüpü</b>	
▪ Azami Güç	50 W
▪ Azami Voltaj	50 kV
▪ Azami Akım	1000 mA
<b>Si(Li) Katı-hal Algılayıcı</b>	
▪ Çözme Gücü	160 eV
▪ Soğutma Yöntemi	Sıvı Nitrojen
<b>Örnek Tepsisi</b>	
▪ İç Çap	47 mm
▪ Dış Çap	50.5 mm
▪ Kalınlık	1 mm

XRF cihazının kalibrasyonu uygun standard bulunmadığı durumlarda oldukça zor olmaktadır. Bu çalışmada XRF cihazı ABD’de bulunan National Institute of Standart and Technology (NIST)’den temin edilen Standard Reference Material (SRM) 2783 kullanılarak kalibre edilmiştir. SRM 2783 polikarbonat membran filtre üzerinde toplanmış küçük partikül madde içermektedir ve bu partiküllerin kimyasal içeriği de NIST tarafından standardın sertifikası ile sağlanmıştır. Böylece bu standard örneklerden önce XRF cihazında analiz edilmiş, ve elde edilen intensite değerleri standardın sertifikasında bulunan kütle değerlerine karşılık gelecek şekilde çizilerek, her element için kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir. Her 100 örnekte bir bu SRM analiz edilerek, kalibrasyon değerlerinde herhangi bir sapma olup olmadığı saptanmış, sapma durumunda cihaz yeniden kalibre edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında XRF tekniği kullanarak analiz edilen örnekler analiz öncesinde herhangi bir işleme tabi tutulmamıştır. Analiz sırasında örnekler saklandıkları petri kaplarından çıkarılmış ve yüklü olan kısımları polikarbonat filtre kasetlerine bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Burada kullanılan polikarbonat filtre kasetleri analiz sırasında örneklerin gergin durmasını sağlamaktadır. Daha sonra bu kasetler 8 örnek kapasiteli konveyör içerisine yerleştirilmiştir. Her bir filtrenin numarası konveyör içerisine kondukları bölümlere karşılık gelecek şekilde kaydedilmiştir. Örnekleme odası içindeki hava  $10^{-3}$  torr basınca ayarlandıktan sonra örnekler 4 farklı uyarılma koşulunda X-ışınlarına maruz bırakılmıştır. Örneklerden yayılan karakteristik X-ışınları Si(Li) algılayıcı tarafından analiz edildikten sonra cihazın kullandığı XpertEase programı tarafından intensite değerleri konsantrasyon değerlerine çevrilmiştir. XRF cihazından elde edilen örnek bir spektrum Şekil 2.19'da sunulmuştur. Analiz süresince kullanılan uyarılma koşullarının ayrıntıları Tablo 2.26'da verilmiştir. 8 örneğin 4 farklı uyarılma koşulunda analiz edilmesi yaklaşık olarak 140 dakika sürmektedir. Örneklerin analizi bittikten sonra, yerleştirildikleri polikarbonat filtre kasetlerinde çıkarılmış ve tekrar ait oldukları petri kaplarının içine yerleştirilmiştir. Polikarbonat filtre kasetleri yeni örnekler yerleştirilmeden önce alkol kullanarak temizlenmiştir. Günde cihaz 4 kez çalıştırılmış ve toplam 32 örnek analiz edilmiştir.

Cihazda ya da analizlerin yapıldığı yöntemde herhangi bir sapmanın olup olmadığı geliştirilen Kalite Güvence / Kalite Kontrol tekniği ile yakından izlenmiştir. Bu bağlamda cihazın kalibrasyonu için kullanılan SRM örneklerle beraber günde iki kez analiz edilmiş ve SRM sonuçlarında hatanın % 5'den yüksek olduğu durumda örnekler yeniden analiz edilmiştir. Yine örneklerle beraber saklanan kör alan ve laboratuvar örnekleri de örneklerle aynı koşullar altında analiz edilmiş ve böylece kör örneklerin analiz sonuçlarına katkısının ne kadar olduğu hakkında bir sonuca varılmıştır. Kalite Güvence / Kalite Kontrol tekniğinin son basamağı olarak bir sette analiz edilen örneklerden 2 tanesi bir sonraki analizdeki örneklerle beraber analiz edilmiş, iki analiz sonucu arasındaki farkın % 10'u geçmesi durumunda ikinci setteki örnekler yeniden analiz edilmiştir.



**Şekil 2.19** XRF analiz sonuçlarına ait örnek bir spektrum

**Tablo 2.26** XRF cihazı optimum uyarma koşulları

Parametre	Koşul Numarası			
	1 (Çok Hafif Elementler)	2 (Katılar)	3 (Çelikler)	4 (Orta Hafif Elementler)
<b>Tüp Voltajı (kEV)</b>	2.5	10	15	22.6
<b>Tüp Akımı (mA)</b>	900	900	1000	494
<b>Doğrudan Uyarılma (Ag tip anot)</b>				
<b>Filtre</b>	Yok	İnce Al	Kalın Al	İnce Ag
<b>Analiz Süresi (s)</b>	150	100	100	100
<b>Enerji Aralığı</b>	Na - K	K - Cr	Cr - Fe	Fe - Mo Pb
<b>Analiz Edilen Elementler</b>	Mg, Al, Si, P, S, Cl	K, Ca	Ti, Cr, Mn	Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Pb

## 2.7 Verilerin kalite kontrolu

### 2.7.1 Kör örnek analizleri

#### 2.7.1.1 Eser element kör örnekleri

Çalışmada kapsamında gerçekleştirilen kör örnek eser element analiz sonuçları Tablo 2.27’de verilmiştir. XRF analiz sonuçları kör örneklerde Alüminyum, Mg ve Si değerlerinin tayin sınırının altında olduğunu göstermiştir. Kör örneklerde ölçülen değerler örneklerde ölçülen değerlere göre pek çok element için oldukça düşük bulunmuştur. Küçük dane boyutundaki partikül maddeler de belirlenen Cr, Ni ve Cu için örnek ve kör değerleri arasındaki farkın örnek değerlerine oranı % 30 ile % 50 arasında değişmektedir. Bu elementlere ait verilerin değerlendirilmesinde dikkatli olmak gerekmektedir.

Kör değerlerinin değişkenlik göstermesi bu değerlerin çok küçük konsantrasyonlarda ölçülmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, örneklerde ölçülen konsantrasyon değerlerinin kör değerlerine göre oldukça yüksek olması, kör değerlerinde belirlenen değişkenliğin ihmal edilecek kadar önemsiz olduğunu göstermektedir.

#### 2.7.1.2 Pasif kör örnekler

Her pasif kampanyasında 2 alan kör örneği, iki de laboratuvar kör örneği olmak zere 4 kör örnek toplanmıştır.

Daha önce bölüm 2.5’de bahsedildiği gibi tüplere araziye çıkmadan önce kararlı ve doğada bulunmayan bir bileşik olan 4-Bromoflourobenzen ‘surrogate standart’ olarak yüklenmiştir. Bu örneklerden 10 tanesinin analizi araziye çıkmadan önce yapılmıştır. Bu tüplerden 2 tanesi laboratuvar kör örneği olarak laboratuvarda bulunan buzdolabına bırakılmıştır. 2 tüp ise alan kör örneği olarak örneklerle beraber araba aküsü ile çalışan buzdolabının içinde araziye götürülmüş ve arazide difüzyon kapak takılmadan iki tarafıda swagelock kapakla kapalı olarak örnekleme süresi boyunca koruma kafesi içinde bırakılmıştır. Örnekler toplandıktan sonra alan kör örnekleri örneklerle beraber analiz için laboratuvara getirilmiştir. Alan ve laboratuvar kör örnekleri diğer örneklerle beraber aynı koşullar altında analiz edilmiştir.

**Tablo 2.27** Çalışmada ölçülen eser elementler için blank değerleri ve çıkarılan kör miktarları

	<b>Kör Örnek</b>	<b>Kör Örnek</b>	<b>Örnek</b>	<b>Örnek</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>SS</b>	<b>Küç.Par.</b>	<b>Büy.Par.</b>	<b>Kör Çıkarımı</b>	<b>Kör Çıkarımı</b>
	<b>ng/filtre</b>	<b>ng/filtre</b>	<b>ng/filtre</b>	<b>ng/filtre</b>	<b>Küç.Par.</b>	<b>Büy.Par.</b>
Mg	0	0	5791	4607	0.0	0.0
Al	0	0	12319	10267	0.0	0.0
Si	0	0	28636	25234	0.0	0.0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	48	24	26334	31998	0.2	0.1
K	181	65	12931	16241	1.4	0.4
Ca	177	47	72252	45346	0.2	0.1
Ti	43	25	1287	889	3.3	2.9
Cr	80	10	257	221	31.0	4.7
Mn	67	31	5002	4789	1.3	0.7
Fe	714	120	85187	76208	0.8	0.2
Ni	15	5	33	27	45.5	18.7
Cu	163	56	497	700	32.7	8.0
Zn	406	245	94743	104992	0.4	0.2
Pb	141	33	5103	6641	2.8	0.5

Örnekleme yapılmadan analiz edilen örnekler için her iki analiz sonucu karşılaştırılmış ve 'surrogate standard' değerlerindeki fark hesaplanmıştır.

Hesaplanan hata değerinin örnekleme boyunca % 20'nin altında tutulmasına özen gösterilmiştir. Laboratuvar kör örneğindeki UOB değerleri en temiz bölgede toplanan örneklerden 3 kat daha az olmasına dikkat edilmiştir. Laboratuvar ve alan kör örneklerindeki UOB konsantrasyonları Tablo 2.28-2.32'de verilmiştir.

**Tablo 2.28** Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları

	<b>LKÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>N</b>	<b>AKÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>N</b>	<b>ÖÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>Ö/KÖÖ</b>
Methylcyclopentane		0		0	1,09	
N-Undecane	0,24 ± 0,16	3		3	0,20	
Hexylbenzene		2		3	0,53	
1-Octene		2		3	0,17	
1,2,4-Tri-Cl-Benzene	4,83 ± 1,41	2		3	5,97	
2,2,5-Tri-M-Hexane+1,2,4-Tri-M-Cyclohexane		2		3	0,77	
1,2-Di-Cl-Benzene	0,21 ± 0,08	2		3	0,55	
Methylcyclohexane		2		3	0,59	
Indan		2		3	0,20	
2,3-Dimethylpentane	0,06 ± 0,03	2		3	0,34	
1,2-Di-E-Benzene		2		3	0,22	

**Tablo 2.29** Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları  
(Devam)

	<b>LKÖ</b> ng/tüp	<b>N</b>	<b>AKÖ</b> ng/tüp	<b>N</b>	<b>ÖÖ</b> ng/tüp	<b>Ö/KÖÖ</b>
t+c-1,3-Di-M-Cyclohexane		2		3	0,97	
2,4-Dimethylpentane		1		3	0,28	
1-Heptene		2		3	0,22	
t-1,2-Di-M-Cyclohexane		2		0	0,53	
1,2,3-Trimethylbenzene	0,31 ± 0,16	3		3	0,15	
1,2,3,5-Tetra-M-Benzene		2		3	0,22	
sec-Butylbenzene	0,05 ± 0,01	2		3	0,24	
m+p-Chlorotoluene	0,30 ± 0,12	3		3	1,17	
1,2,3-Tri-M-benzene+p-Cymene		2		3	0,70	
2-M-Heptane		0		0	0,64	
Chlorobenzene		2		2	0,39	
TetraChloroEthylene		0		0	0,22	
n-Heptane+cis-3-Heptene		0		0	1,79	



**Tablo 2.30** Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları (Devam)

	<b>LKÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>N</b>	<b>AKÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>N</b>	<b>ÖÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>Ö/KÖÖ</b>
t+c-1,4-Di-M-Cyclohexane		0		0	0,17	
Bromoform		0		0	1,16	
4+3-M-Heptane		1		0	1,37	
c-1.2-Di-M-Cyclohexane		1		0	0,79	
2,4-Di-M-Hexane+1,1,2-Tri-Cl-Ethane		0		0	0,21	
Methylcyclopentane+2,4-Dimethylpentane		2		1	0,77	
c+t-1,3-Dichloropropene		1		2	0,56	
1,2,4,5-Tetra-M-Benzene	0,10 ± 0,04	2		2	0,44	
1,3-Di-Cl-Benzene + Benzylchloride	0,14 ± 0,01	2		2	0,97	
Cyclohexane		1		2	0,47	
Hepta	0,03 ± 0,01	2		2	1,49	
2,2-Di-M-Hexane+2,5-Di-M-Hexane		1		2	0,59	

**Tablo 2.31** Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları (Devam)

	<b>LKÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>N</b>	<b>AKÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>N</b>	<b>ÖÖ</b> <b>ng/tüp</b>	<b>Ö/KÖÖ</b>
Benzene	0,30 ± 0,22	9	0,11 ± 0,07	7	2,96	27,76
m+p-Xylene	0,17 ± 0,11	7	0,12 ± 0,10	9	2,12	17,98
Toluene	0,20 ± 0,18	7	0,23 ± 0,19	7	4,14	17,86
3-M-Hexane	0,13 ± 0,11	5	0,14 ± 0,10	6	1,36	9,54
2-Methylhexane	0,07 ± 0,02	4	0,08 ± 0,04	5	0,79	9,40
n-Hexane	0,15 ± 0,09	5	0,07 ± 0,04	5	0,62	8,52
Octane	0,07 ± 0,02	5	0,09 ± 0,05	6	0,70	7,55
n-Nonane	0,15 ± 0,09	6	0,09 ± 0,07	8	0,70	7,38
n-Probylbenzene	0,08 ± 0,02	6	0,05 ± 0,03	6	0,36	6,82
Ethylbenzene	0,24 ± 0,15	8	0,16 ± 0,11	10	1,01	6,38
o-Xylene	0,15 ± 0,10	7	0,09 ± 0,05	9	0,58	6,34
1,2,4-Tri-M-benzene	0,18 ± 0,15	6	0,13 ± 0,05	7	0,79	6,16
Dodecene	0,30 ± 0,12	4	0,18 ± 0,06	5	0,80	4,48
n-Butylbenzene	0,09 ± 0,00	3	0,10 ± 0,02	5	0,41	4,03
Isopropylbenzene	0,09 ± 0,03	5	0,09 ± 0,04	8	0,36	3,97
n-Decane	0,13 ± 0,04	4	0,10 ± 0,03	9	0,39	3,75

**Tablo 2.32** Laboratuvar ve alan kör örneklerinde UOB konsantrasyonları (Devam)

	<b>LKÖ</b> ng/tüp	<b>N</b>	<b>AKÖ</b> ng/tüp	<b>N</b>	<b>ÖÖ</b> ng/tüp	<b>Ö/KÖÖ</b>
1,4-Di-E-Benzene	0,15 ± 0,08	6	0,09 ± 0,03	8	0,33	3,48
4-Ethyltoluene	0,12 ± 0,05	7	0,09 ± 0,04	11	0,31	3,30
3-Ethyltoluene	0,12 ± 0,06	7	0,10 ± 0,05	7	0,33	3,13
Undecene	0,19 ± 0,05	3	0,11 ± 0,02	5	0,33	3,11
2-Ethyltoluene	0,08 ± 0,03	5	0,05 ± 0,02	6	0,16	2,97
Styrene	1,25 ± 0,81	8	0,61 ± 0,27	7	1,65	2,71
1-Decene	0,08 ± 0,06	3	0,16 ± 0,06	5	0,40	2,47
1,3,5-Tri-M-Benzene	0,10 ± 0,08	6	0,08 ± 0,04	7	0,20	2,36
Naphthalene	0,16 ± 0,01	2	0,13 ± 0,02	4	0,30	2,22
2,2,4-Tri-M-Pentane	0,12 ± 0,10	5	0,14 ± 0,09	8	0,24	1,78
iso-butylbenzene	0,12 ± 0,05	3	0,08 ± 0,02	5	0,14	1,67
1-Undecene	1,57 ± 0,47	3	0,99 ± 0,31	4	1,42	1,44
1,3-Di-E-Benzene	0,13 ± 0,07	5	0,08 ± 0,03	9	0,11	1,36
1-Nonene		2	1,57 ± 1,58	5	0,69	0,44
<b>Not:</b> Laboratuvar Kör Örneği ( <b>LKÖ</b> ), Alan Kör Örneği ( <b>AKÖ</b> ), Örnek Ortalaması ( <b>ÖÖ</b> ), Örnek Sayısı ( <b>N</b> ), Örnek / Kör Örnek Oranı ( <b>Ö/KÖÖ</b> )						

Laboratuvar ve alan kör örneklerindeki UOB konsantrasyonları genellikle düşük olduğundan bunlar her kör örnekte görülememiştir. Bu nedenle tabloda her kör örnek değerinin yanında kaç kör örnekte gözlenebildiği gösterilmiştir.

Kör örnek hesaplarında dörtten daha az sayıda kör örnekte gözlenebilen UOB'lerin kör değerleri sıfır kabul edilmiştir. 10 kör örnekten bir veya iki tanesinde görülen değerlerin güvenilir olmadığı, bütün kör örnekleri temsil etmediği düşünülmüştür. Yedi sekiz kör örnekte tespit edilmemiş olması kör konsantrasyonun düşük olacağını göstermektedir.

Tabloya bakıldığında 10 tane UOB'in hiçbir kör örnekte gözlenmediği, 26 tanesinin <3 kör örnekte gözlendiği, 31 tane UOB nin de dört ve daha fazla alan kör örneğinde gözlendiği görülmektedir.

Dolayısı ile 36 UOB için konsantrasyonlar hesaplanırken herhangi bir kör değer çıkartması yapılmamıştır.

Güvenilir kör örnek konsantrasyonları olan UOB'lere bakıldığında, kör örnek/örnek konsantrasyon oranlarına bakıldığında, 2,2,4-Tri-M-Pentane, iso-butylbenzene, 1-Undecene, 1,3-Di-E-Benzene, 1-Nonene dışında kalan bütün UOB lerin örneklerde ölçülen konsantrasyonlarının kör örneklerde ölçülen konsantrasyonlardan en az iki kat yüksek olduğu görülmüştür.

Bilinen ve istatistik değerlendirmelerde izleyici (tracer) olarak kullanılan Benzen, Toluen, Xylene gibi önemli UOB'lerin örneklerde ölçülen konsantrasyonları kör örneklerdeki konsantrasyonlardan 10 – 20 kere daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 2.33 ve 2.34'de laboratuvar kör örnekleri ile Alan kör örneklerini konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Tablo 2.33 ve 2.34 sadece hem laboratuvar hem de alan kör örneklerinde en az 3 örnekte tespit edilen UOB'leri içermektedir. Birkaç UOB dışında laboratuvar kör örnek konsantrasyonları ile alan kör örneklerinde ölçülen konsantrasyon değerleri arasında çok büyük fark gözlenmemiştir.

Sadece 1-decane alan kör örneklerinde daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç alanda yapılan işlemlerin büyük bir ihtimalle 1-decane konsantrasyonlarına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Diğer UOB ler için aynı derecede büyük farklar belirlenememiştir.

n-Hexane ve Styrene’de ise tam tersi bir eğilim görülmüş, bu bileşiklerin konsantrasyon değerleri laboratuvar kör örneklerinde alan kör örneklerine göre daha yüksek miktarlarda ölçülmüştür.

**Tablo 2.33** Laboratuvar kör değerleriyle alan kör değerlerinin karşılaştırılması

	<b>LKÖ</b>	<b>AKÖ</b>	<b>AKÖ/LKÖ</b>
	<b>(ng/tüp)</b>	<b>(ng/tüp)</b>	
1-Decene	0,08	0,16	1,99
Octane	0,07	0,09	1,41
2-Methylhexane	0,07	0,08	1,24
Toluene	0,20	0,23	1,15
3-M-Hexane	0,13	0,14	1,13
2,2,4-Tri-M-Pentane	0,12	0,14	1,09
Isopropylbenzene	0,09	0,09	1,07
n-Butylbenzene	0,09	0,10	1,07
Benzene	0,10	0,11	1,07
Naphthalene	0,16	0,13	0,87
3-Ethyltoluene	0,12	0,10	0,85
1,3,5-Tri-M-Benzene	0,10	0,08	0,81
n-Decane	0,13	0,10	0,80
4-Ethyltoluene	0,12	0,09	0,78
m+p-Xylene	0,17	0,12	0,70

**Tablo 2.34** Laboratuvar kör değerleriyle alan kör değerlerinin karşılaştırılması

	<b>LKÖ</b>	<b>AKÖ</b>	<b>AKÖ/LKÖO</b>
	<b>(ng/tüp)</b>	<b>(ng/tüp)</b>	
1,2,4-Tri-M-enzene	0,18	0,13	0,70
iso-butylbenzene	0,12	0,08	0,68
Ethylbenzene	0,24	0,16	0,66
n-Probylbenzene	0,08	0,05	0,66
2-Ethyltoluene	0,08	0,05	0,64
1,4-Di-E-Benzene	0,15	0,09	0,63
1-Undecene	1,57	0,99	0,63
n-Nonane	0,15	0,09	0,62
1,3-Di-E-Benzene	0,13	0,08	0,62
o-Xylene	0,15	0,09	0,60
Dodecene	0,30	0,18	0,60
Undecene	0,19	0,11	0,56
n-Hexane	0,15	0,07	0,49
Styrene	1,25	0,61	0,49

**Not:**Laboratuvar Kör Örneği (**LKÖ**), Alan Kör Örneği (**AKÖ**), Alan Kör Örneği / Laboratuvar Kör Örneği Oranı (**AKÖ/LKÖO**)

Kör örneklerde ölçülen konsantrasyonlar ile örneklerde ölçülen konsantrasyonlar arasındaki farklar yüksek olduğu sürece alan ve laboratuvar kör örnekleri arasındaki farklar çok büyük bir anlam ifade etmemektedir.

#### 2.7.2 Ölçüm Yapılan cihazların tayin sınırları

XRF için tayin sınırlarının belirlenmesinde laboratuvar kör örnekleri kullanılmıştır. Laboratuvar kör örnekleri ard arda 10 kez XRF cihazı ile sayılmış, ve bu sayımlardan elde edilen standart sapma değeri 3 ile çarpılarak her bir eser element için tayin sınırları belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 2.35’de sunulmuştur.

**Tablo 2.35** Eser elementlere ait Tayin Sınırları (TS)

Element	TS (pg m <sup>-3</sup> )	Element	TS (pg m <sup>-3</sup> )
Mg	0.1	Cr	1.2
Al	0.7	Mn	0.3
Si	5.5	Fe	3.1
S	143.6	Ni	0.1
K	1.3	Zn	0.3
Ca	3.8	Pb	0.6
Ti	0.4		
Cr	1.2		

GK cihazlarında belirlenen UOB için de ait tayin sınırları yine XRF de eser elementler için hazırlandığı gibi belirlenmiş ve elde edilen değerler Tablo 2.36-2.39’da verilmiştir.

**Tablo 2.36** UOB'lere ait Tayin Sınırları (TS)

UOB	MDL (ngL <sup>-1</sup> )
n-Hexane	0.004
m-cyclopentane/2,4-dmpentane	0.083
benzene	0.001
2-mhexane conc	0.0005
2,3-dmpentane/2,2,3-trimethylbutane	0.01
3-mhexane	0.0045
1-heptene	0.0045
2,2,4-tmpentane	0.0005
n-heptane/c3heptene	0.0125
cis/trans-1,3-dichloropropene	0.0545
methylcyclohexane	0.001
2,2-dmhexane/2,5-dmhexane	0.0165
2,4-dmhexane/1,1,2-trichloroethane	0.046
toluene	0.0055
2-mheptane	0.006
m&p-chlorotoluene	0.0155
4+3-M-Heptane	0.02
trans/cis-1,3-dm-cyclohexane	0.0105
trans/cis-1,4-dm-cyclohexane	0.059



**Tablo 2.37** UOB'lere ait Tayin Sınırları (TS)  
(Devam)

<b>UOB</b>	<b>MDL (ngL<sup>-1</sup>)</b>
1-octene	0.0045
n-octane	0.0005
t1,2dmcyclohexane	0.02
c1,2dmcyclohexane	0.088
2,2,5-tmhexane/1,2,4-tmcyclohexane	0.054
tetrachloroethylene	0.0335
chlorobenzene	0.0225
ethylbenzene	0.0005
bromoform	0.0015
m&p-xylene	0.0005
styrene	0.002
1-nonene	0.09
o-xylene	0.0005
n-nonane	0.0005
iso-propylbenzene	0.001
n-propylbenzene	0.001
3-ethyltoluene	0.0005
4-ethyltoluene	0.0005
1,3,5-tmbenzene	0.0005

**Tablo 2.38** UOB'lere ait Tayin Sınırları (TS)  
(Devam)

<b>UOB</b>	<b>MDL (ngL<sup>-1</sup>)</b>
2-ethyltoluene	0.0005
1-decene	0.002
1,2,4-tmbenzene	0.001
n-decane	0.0005
1,3-Diethylbenzene	0.0005
1,3-dichlorobenzene/benzylchloride	0.0395
1,4-Di-Cl-benzene	0.045
iso-butylbenzene	0.0005
sec-butylbenzene	0.002
1,2,3-trimethylbenzene/p-cymene	0.009
indan	0.0025
1,3-diethylbenzene	0.001
1,4-diethylbenzene	0.0005
1,2-diethylbenzene	0.0005
n-butylbenzene	0.0005
1-undecene	0.0125
undecane	0.0015
1,2,3,5-tetramethylbenzene	0.0025
1,2,4,5-tetramethylbenzene	0.0165

**Tablo 2.39** UOB'lere ait Tayin Sınırları (TS)  
(Devam)

UOB	MDL (ngL <sup>-1</sup> )
1,2,4-trichlorobenzene	0.13
naphthalene	0.0005
dodecane	0.0005
hexylbenzene	0.0075

### 2.7.3 Cihazların kalibrasyonu

#### 2.7.3.1 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> ve beta cihazının kalibrasyonları

Tüm cihazların kalibrasyonları her iki örnekleme periyodu boyunca takip edilmiştir. SO<sub>2</sub> ve NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub> cihazlarının kalibrasyonları için kış örnekleme sırasında MESSER marka kalibrasyon gazları kullanılmıştır. SO<sub>2</sub> cihazı kalibrasyonu konsantrasyonu 807 ppb SO<sub>2</sub> içeren kalibrasyon gazı ile, NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub> cihazı kalibrasyonu ise 795 ppb değerinde NO içeren gaz ile gerçekleştirilmiştir. Yaz örnekleme döneminde ise AIR LIQUIDE marka 522 ppb konsantrasyona sahip SO<sub>2</sub> ve NO kalibrasyon gazları kullanılmıştır.

Ozon cihazı kalibrasyonu, cihazın iç donanımıyla birlikte verilen ozon jeneratörü ile kalibre edilmiştir. PM-10-Beta gauge cihazı kalibrasyonu cihaz ile birlikte gönderilen kalibrasyon kiti ile gerçekleştirilmiştir.

Cihazların kalibrasyonları hem kış döneminde hem de yaz döneminde 15-20 günlük aralıklar ile kontrol edilmiş, eğer kalibrasyonda bir sapma tespit edilmiş ise kalibrasyon sabitleri yeniden cihazlara girilmiştir.

#### 2.7.3.2 Gaz kromatografların kalibrasyonu

Bu çalışmada UOB'lerin tayininde kullanılan Gaz Kromatografların kalibrasyonu daha önce Bölüm 2.1'de anlatıldığından bu bölümde tekrar edilmesine gerek duyulmamıştır.

#### 2.7.4 Yapılan Paralel Ölçümler

Bu kadar yoğun bir ölçüm programından önce cihazların birbirleri ile karşılaştırılarak aynı değerleri ölçtüklerini görülmesi standart bir prosedürdür. Bu çalışmada da kullanılan gaz kromatograflar, teraziler dichot örnekleyiciler kısa bir süre aynı yerde (Horozgediği istasyonu) çalıştırılarak ölçtükleri değerler karşılaştırılmıştır.

DEU ve ODTÜ’de kullanılan iki mikro terazi ile yapılan tartımlar Tablo 2.40’da gösterilmiştir. Bu çalışmada teraziler ağırlıklı olarak filtrelerin tartılmasında kullanılmıştır. Çalışma boyunca çok fazla filtre tartıldığından bu yükün paylaşılması gerekmiştir. Ancak PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>2.5-10</sub> kütlelerinin ve eser element konsantrasyonlarının doğru ölçülmesi için bu iki terazinin de aynı sonuçları verdiğinin görülmesi gerekmiştir. Her iki terazi de 0.001 mg (1 µg) hassaslıktadır ve bu çalışma süresince iki terazi de sabit nem kabinde tutulmuştur.

Tablo 2.40 ODTÜ ve DEÜ’deki filtre tartımında kullanılan terazilerin karşılaştırılması

	ODTU mg	DEU mg
QC-D-001	133,977	133,884
QC-D-002	132,252	132,226
QC-D-003	128,724	128,704
QC-D-004	131,321	131,290
QC-D-005	131,068	131,042
QC-D-006	133,463	133,420
QC-D-007	133,359	133,330
QC-D-008	132,583	132,568
QC-D-009	131,881	131,848
QC-D-010	132,699	132,670

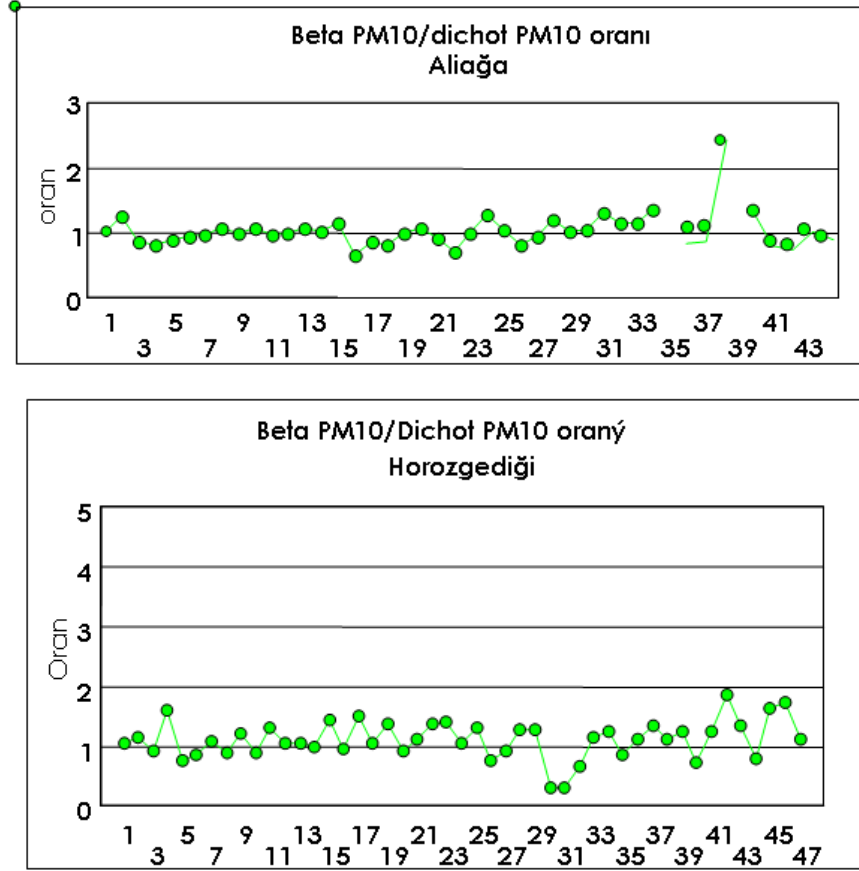
10 adet teflon filtre önce DEÜ laboratuvarında, sabit neme getirildikten sonra tartılmış ve ODTÜ'ye yollanmıştır. Daha sonra aynı filtreler ODTÜ'deki temiz bölgede tekrar sabit tartıma getirilerek ikinci defa tartılmıştır.

Tablo da bu iki tartım sonucu görülmektedir. Tablodan da görülebileceği gibi iki terazi birbiriyle 0.01 mg seviyesinde uyumludur. Bu uyumluluğun yapılacak çalışmada yeterli olacağı kabul edilerek Horozgediği istasyonunda ve Aliğa istasyonlarında kullanılan filtreler farklı terazilerde tartılmıştır.

Diğer bir karşılaştırma  $\beta$ -ışını soğurmalı ( $\beta$ -gauge)  $PM_{10}$  ölçer ile dichot örnekleyicilerle, gravimetrik olarak ölçülen  $PM_{10}$  kütlesinin karşılaştırılması olmuştur. Aliğ ve Horozgediği istasyonlarında kullanılan cihazlarla yapılan bu karşılaştırma Şekil 2.20'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi her iki istasyonda farklı yaklaşımlarla ölçülen  $PM_{10}$  kütleleri arasındaki oran 1.0 etrafında küçük salınımlar göstermektedir. Her iki teknikte ölçülen  $PM_{10}$  oranları ortalaması Horozgediği istasyonunda 1.1, Aliğa istasyonundaysa 0.95 olarak bulunmuştur. Dolayısı ile  $\beta$ -ışını sistem ve dichot örnekleyicilerle yapılan gravimetrik ölçümlerden herhangi birisi  $PM_{10}$  kütlesi olarak kullanılabilir. Yalnız dikkat edilmesi gereken nokta  $\beta$ -ışını sistem ile saatlik, gravimetrik yöntem ile ise günlük ölçümlerin yapılabilmesidir.

Tablo 2.41'de çalışmada kullanılan iki dichot örnekleyicinin birbiriyle karşılaştırılması verilmiştir. Daha önceki eksersizde her iki örnekleyicinin de  $PM_{10}$  kütlesini doğru şekilde ölçtüğü gösterilmiştir. Yalnız dichotomous örnekleyiciler sadece  $PM_{10}$  değil,  $PM_{2.5}$  ve  $PM_{2.5-10}$  fraksiyonlarını ayrı, ayrı ölçtüğünden bu ölçümlerin de karşılaştırılabilirliğinin teyit edilmesi gerekmektedir

Tablodan da görülebileceği gibi her iki cihazında boyutlandırma sistemleri uyumlu bir şekilde çalışmıştır.  $PM_{2.5}$  fraksiyonunda cihazlar arasındaki farkın  $<10\%$  dolayında olduğu, diğer partikül fraksiyonlarındaki farkında aşağı yukarı aynı düzeylerde olduğu görülmektedir.



**Şekil 2.20** Her iki istasyonda beta ışını ve dichot örnekleyicilerle ölçülen PM10kütlelerinin karşılaştırılması

Son olarak da her iki istasyonda kullanılan "online GC" ler karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Ancak çalışmanın başında 12 saatlik bir karşılaştırma yapılmaya çalışılmış, sistem yeni kurulduğu için çıkan aksaklıklar sonucu aynı noktada ancak 3 saat için paralel veri toplanması mümkün olmuştur. Paralel ölçüm yapılan üç saat boyunca ölçülen BTX konsantrasyonları Tablo 2.42'de verilmiştir. Yalnız BTX sonuçlarının verilmesi, diğer UOB'lerinde benzer sonuçlar vermiş olmasındandır. Tablodan görülebileceği gibi iki cihazla aynı noktada ölçülen BTX konsantrasyonları farklı değildir.

SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> için, ölçüm cihazları aynı gün içerisinde aynı kalibrasyon gazları kullanılarak kalibre edildiğinden, bu parametreler için benzer bir paralel ölçüm çalışması yapılmamıştır.

Tablo 2.41 Çalışmada kullanılan dichotomous örnekleyicilerin karşılaştırılması

	Büy.Par.	Büy.Par.	Küç.Par.	Küç.Par.	PM10	PM10	ODTÜ/DEU oranı		
	DEU	ODTÜ	DEU	ODTÜ	DEU	ODTÜ	PM10-2.5	PM2.5	PM10
Gün 1	62	64	21	19	83	83	0,96	1,1	0,99
Gün 2	24	27	17	13	41	40	0,88	1,29	1,01
Gün 3	66	55	22	23	88	78	1,2	0,94	1,12
Gün 4	88	95	36	42	125	138	0,92	0,87	0,91
Gün 5	91	85	46	61	136	146	1,07	0,74	0,93
Gün 6	57	52	46	52	103	104	1,1	0,9	1

Tablo 2.42 Çalışmada kullanılan iki gaz kromatografin karşılaştırılması

	15:00	15:00	16:00	16:00	17:00	17:00
	GC-1 (ug m <sup>-3</sup> )	GC-2 (ug m <sup>-3</sup> )	GC-1 (ug m <sup>-3</sup> )	GC-2 (ug m <sup>-3</sup> )	GC-1 (ug m <sup>-3</sup> )	GC-2 (ug m <sup>-3</sup> )
Benzene	1,15	1,25	1,60	2,11	1,77	1,92
Toluene	0,74	0,83	0,80	0,75	0,92	1,01
m,p-Xylene	0,76	0,82	0,54	0,64	0,61	0,63
Ethylbenzene	0,76	0,79	0,57	0,78	0,54	0,69
o-Xylene	0,61	0,64	0,43	0,47	0,33	0,40



### **3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA**

#### **3.1 Aliğa Bölgesinin Meteorolojisi**

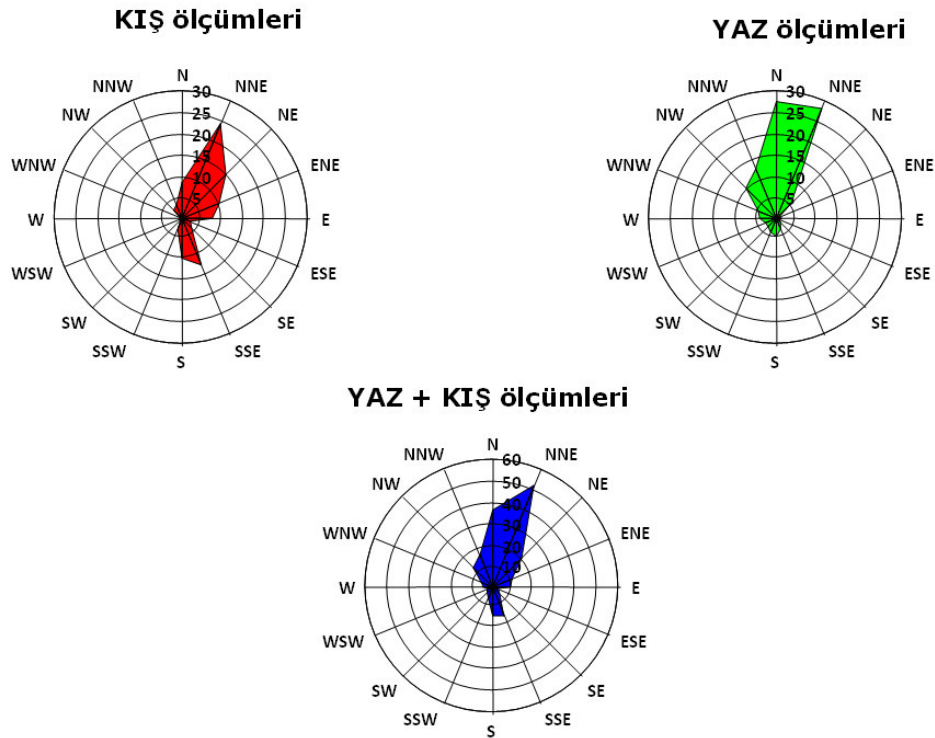
Bu çalışmada öne çıkan noktalardan bir tanesi lokal meteorolojinin kirleticilerin bölgesel dağılımlarında çok önemli olduğu olmuştur. Bu nedenle bölgenin meteorolojik yapısının iyi anlaşılması, raporun ileriki bölümlerinde tartışılacak zamansal ve mekansal değişimlerin anlaşılmasında önemli olacaktır.

##### **3.1.1 Rüzgar yönü**

Aliğa bölgesinde mevcut meteorolojik veriler, daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi Aliğa'daki DMİGM'ne ait bir meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir. İstasyon saatlik veri üreten otomatik bir istasyon olup, kullanılan cihazlarla ilgili daha geniş bilgiler GEREÇ ve YÖNTEM bölümünde verilmiştir. Çalışmanın başlangıcında, bölgedeki üç meteoroloji istasyonundan temin edilen verilerin kullanılmasıyla uygulanacak modelin güvenilirliğini arttırmak hedeflenmişti. Bu üç meteoroloji istasyonundan birisi, verilerini kullandığımız DMİGM tarafından çalıştırılan meteoroloji istasyonudur. İkincisi, ENKA hava kirliliği izleme istasyonunda bulunan (bu çalışmada Horozgediği istasyonunun 2 m yakınında) meteorolojik sensorları ve üçüncüsü de, bu çalışma çerçevesinde Çandarlı'ya kurulan meteoroloji istasyonudur. Ancak bus üç istasyondan DMİ istasyonu dışındakilerden ya veri taoplamada sıkıntılar yaşanmış yada verilerin güvenilirliğinden emin olunamıştır. Çandarlı'ya kurduğumuz istasyonda kış dönemi verileri herhangi bir sorun olmadan toplanmıştır. Ancak yaz döneminin ilk ayı sonunda istasyonun veri toplama sisitemi (data logger) çalındığından istasyondan veri toplanması kesilmiştir. Model çalışmasında ise çalışmanın farklı peryotlarının farklı meteorolojik verilerle yürütülmesi mümkün olmadığından Çandarlı verisinin kullanılması mümkün olmamıştır. ENKA istasyonundan temin edilen verilerle hazırlanan rüzgargülü, DMİ istasyonundan temin edilen verilerle hazırlanan rüzgargülünden çok farklı olmuştur. Bu farklılık DMİ ve ENKA istasyonlarının yerlerinin farklı olmasından kaynaklanıyor olabileceği gibi, istasyonlardan birisindeki cihazların hatalı olmasından da kaynaklanıyor olabilir. Dağılım modeli her iki istasyondan temin edilen verilerle çalıştırılarak ENKA istasyonunun bulunduğu nokta için hesaplanan SO<sub>2</sub> konsantrasyonu bu noktada yapılan ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. DMİ meteorolojik verileri ile hesaplanan SO<sub>2</sub> sonuçlarıyla ölçülen SO<sub>2</sub> arasında, ileride

tartışılacak olan, makul bir ilişkinin olduğu, ancak ENKA meteorolojik verileri ile hesaplanan SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının bütün saatler için "0" veya buna yakın çok küçük rakamlardan oluştuğu görülmüştür. Bu gözlemler çerçevesinde de, çalışmanın bütün aşamalarında DMİ Aliğa istasyonundan temin edilen verilerin kullanılması benimsenmiştir.

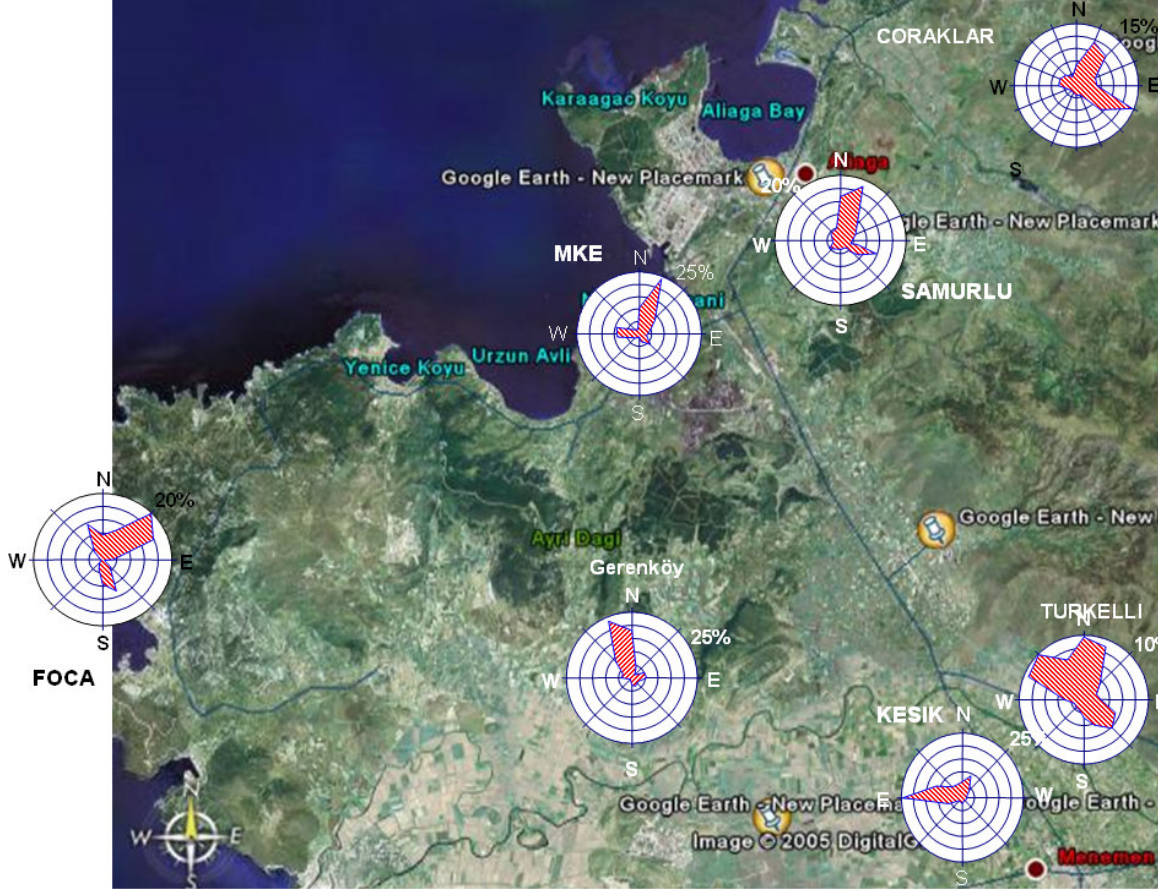
Bu çalışma süresi için hazırlanan rüzgargülleri Şekil 3.1'de görülmektedir. Şekilde yaz, kış ölçüm dönemleri için hazırlanan güllerle birlikte bunların birleştirilmesiyle oluşturulan toplam rüzgargülü de gösterilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, Aliğa bölgesini etkileyen rüzgar sistemi iki bileşenden oluşmaktadır. Dominant rüzgar yönü N ve NNE sektörlerindedir. Yaz, Kış ve toplam rüzgargüllerinde bu dominant rüzgar yönü açıkça görülebilmektedir. İkinci bileşen, daha küçük olmasına rağmen Aliğa hava kalitesinde çok önemli bir etkisi olan S ve SSE yönünden gelen rüzgardır.



**Şekil 3.1** Ölçümler sırasında elde edilen verilerden oluşturulan rüzgar gülleri

Yukarıda da belirtildiği gibi, Şekil 3.1’de görülen rüzgargülleri, yaz ve kış ölçüm dönemlerini kapsayan toplam 6 aylık bir süre içerisinde ölçülen meteorolojik verilerle hazırlanmıştır. Bu kadar kısa bir sürede yapılan ölçümlerle elde edilen rüzgargüllerinin bölgenin gerçek meteorolojik koşullarını temsil etmemesi de mümkündür. Bu durumu açıklığa kavuşturmak için bu çalışmada oluşturulan rüzgargülleri, Aliağa bölgesinde 1991 yılında yedi noktada 1 yıl süre ile yapılan bir çalışmada oluşturulan rüzgargülleri ile karşılaştırılmıştır.

1991 yılında ODTÜ, Çevre Mühendisliği bölümü tarafından, Aliağa bölgesinde yedi noktaya kurulan otomatik istasyonlarla hem hava kalitesi hem de meteorolojik parametreler ölçülmüştür. Her istasyonda ölçülen rüzgar yönlerinden oluşturulan rüzgar gülleri Şekil 3.2’de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, Aliağa – Menemen bölgesinde değişik noktalardaki rüzgar dağılımlarında benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. O zaman yapılan değerlendirmede farklılıkların büyük ölçüde değişik yerlerdeki farklı topografyadan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Ancak dominant bir N ve NNE bileşeni, topoğrafyadan önemli ölçüden etkilenen Kesik (Menemen), Türkelli ve Geren istasyonları dışında kalan dört istasyonda görülmektedir. Ayrıca görülen diğer bir nokta, ikinci bileşenin dört istasyonda da mevcut olduğu, ancak her istasyonda farklı yönlerde olduğudur. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, bundan 15 sene önce yapılan bir çalışmada Aliağa bölgesinde elde edilen rüzgargüllerinin, bu çalışmada elde edilen güllerden çok farklı olmadığı söylenebilir. Bu değerlendirmede Foça, MKE, Samurlu ve Çoraklar daki 4 istasyon göz önüne alınmıştır. Hem çalışma bölgesine çok uzak olan hem de o bölgedeki topografyadan etkilendiği gösterilmiş olan Gerenköy, Kesik ve Türkelli istasyonlarında ölçülen rüzgar gülleri göz önüne alınmamıştır.



**Şekil 3.2** Aliağa – Menemen Bölgesinde 1991 yılında yedi değişik noktada bir yıl süre ile yapılan rüzgar ölçümlerinden oluşturulan rüzgar gülleri

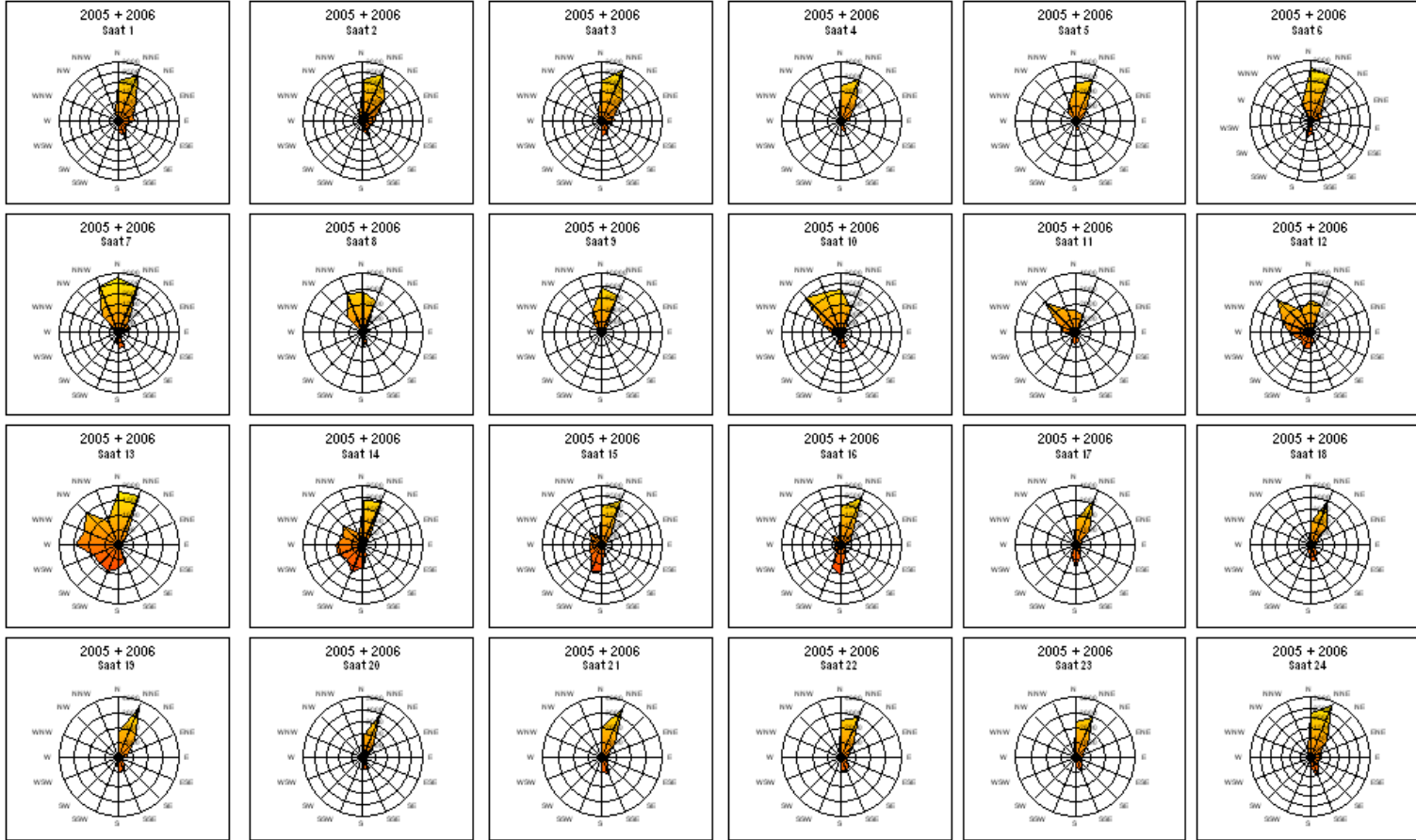
Yıllık ortalama rüzgargülleri bir bölge için genel bir fikir vermekle birlikte, rüzgar hep aynı yönden esmediğinden, kirleticilerin bölgedeki taşınımları konusunda yanıltıcı olabilmektedir. Bu nedenle, saatlik rüzgârgülleri hesaplanmış ve Şekil 3.3 da gösterilmiştir. Aliağa'da gün içerisinde çok ilginç bir rüzgâr değişimi olduğu kolayca görülmektedir. Gece saat 1:00 den başlayarak sabah saat 7:00 ye kadar rüzgar ortalama rüzgargülünde görülen (N ve NNE ile S ve SSE) yönlerden esmektedir. Ancak sabah saat 7:00 den itibaren görülen rüzgar dağılımı değişmeye başlamaktadır. Bütün gün boyunca ana bileşen olan N ve NNE rüzgarları varlığın sürdürmektedir ancak sabah 7:00 den sonra ikinci bir bileşen ortaya çıkmaktadır ve bu bileşen her

saatte farklı yönlerden esmektedir. Şekile bakıldığında saat 7:00 ve 8:00 de NNW den bir rüzgar estiği, bu rüzgarın 10:00, 11:00 ve 12:00 de NW den estiği, saat 13:00 de W sektöründe 14:00 de WSW, SW ve SSW sektörlerinden estiği 15:00 ve 16:00 SSW ve S sektörlerine döndüğü, saat 17:00 de bu ikinci bileşen olarak tanımlanan rüzgarın S sektöründen estiği, nihayet saat 18:00 de S ve SSE sektörlerinden yani ortalama rüzgargüllerinde görülen sektöre döndüğü ve gerek ana bileşenin ve gerekse ikincil bileşen olarak tanımlanan rüzgarın saat 18:00 den sonra ertesi sabah saat 7:00 ye kadar değişmediği görülmektedir.

Aliağa'da rüzgarın bu hareketi bölgeye özel bir mikrometeorolojik bir özelliktir. Nedeni ne olursa olsun, rüzgar yönünün belirtilen şekilde değişmesinin bölgede ölçülen kirletici konsantrasyonları açısından çok önemlidir. Şekilden de görüleceği gibi Aliağa bölgesinde rüzgar iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan birisi kuzey kuzeydoğu yönünden esen ve hiç değişmeyen dominant rüzgar yönüdür. Bölgeye kuzeydoğu yönünden gelen rüzgar, gerek PETKİM – TÜPRAŞ emisyonlarını alıp Ege denizine taşımaktadır. Dolayısı ile bu ana bileşen ne kadar kuvvetli ve ne kadar sürekli olursa olsun Aliağa bölgesinde çok yüksek kirletici konsantrasyonlarının oluşmasına neden olmamaktadır.

Diğer bileşen yıllık rüzgar güllerinde güneyden gelen rüzgar gibi görünen ancak bütün gün, birkaç saatte bir farklı yönleri işaret eden bileşendir. Bu dinamik rüzgar bileşeni, gerek PETKİM – TÜPRAŞ ve gerekse demir-çelik emisyonlarını dolaştırmaktadır. Ancak bu rüzgar yönü gün boyunca değiştiğinden, endüstri bölgesinin güneyinde kalan bölgelerin her birisi bu emisyonlara günde 1 – 2 saat kadar maruz kalmaktadır. Daha sonra rüzgarın yön değiştirmesi ile maruziyet sona ermekte, bir başka bölge emisyonlara maruz kalmaya başlamaktadır. Bunun sonucu olarak Endüstri bölgesinin Güneyinde kalan bölgelerin her birisi günün belirli 1 – 2 saatinde kirleticilere maruz olmaktadır. Ancak bu süre çok kısa olduğundan günlük ortalama konsantrasyonlar oldukça düşük olmaktadır.

Eğer rüzgar dolaşmayıp sabit olsaydı bölgenin büyük bölümünde düşük konsantrasyonlar ölçülürken, rüzgar altında kalan küçük bir alanda hem saatlik, hem de daha uzun süreli ortalamalar çok yüksek olacaktı. Oysa mevcut durumda dinamik bir mikrometeoroloji sonucu aşağı yukarı hiçbir yerde çok yüksek konsantrasyonlar ölçülmemektedir. Tabii bu durum Aliağa ve yöresi için önemli bir şanstır.



Şekil 3.3 Aliğa bölgesi için hazırlanan saatlik rüzgargülleri

### 3.1.2 Sıcaklık, Nem ve Rüzgar Hızı

Çalışma süresince ölçülen Rüzgar hızı, sıcaklık ve nem değerleri aylık ortalamalar halinde Tablo 3.1 de verilmektedir. Bölgedeki sıcaklık değerleri yaz örnekleme sırasında  $16 - 37^{\circ}\text{C}$ , kış örnekleme boyunca da  $-4 - 23^{\circ}\text{C}$  arasında değişmiştir. ;Aylık ortalama değerler ise yaz örnekleme sırasında  $23 - 27^{\circ}\text{C}$ , kışın ise  $6 - 11^{\circ}\text{C}$  arasında değişmiştir. Sıcaklıktaki bu ortalama değerler bölgedeki mevsim normallerinden çok farklı olmamıştır.

Yine çalışma süresince ölçülen bağıl nem düzeyleri yaz aylarında %19 ile %88 arasında kış mevsiminde ise %28 ile %71 arasında değişmiştir. Yaz örnekleme sırasında ölçülen aylık ortalama bağıl nem düzeyleri Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında, sırasıyla, %46, %53 ve %50 olmuştur. Kış örnekleme sırasında ölçülen değerler ise Kasım 2005, Aralık 2005, Ocak 2006, Şubat 2006 ve Mart 2006 aylarında, yine sırasıyla, 17%, 68%, 68%, 69% ve 68% olarak hesaplanmıştır. Pek çok yerde görüldüğü gibi, Aliğa'da da, kış mevsimi süresince bağıl nem değerleri daha yüksek olmaktadır. Bu tamamen sıcaklığın düşmesi, havadaki su buharı miktarının ise, özellikle deniz kenarındaki yerlerde, aynı hızla azalmamasından kaynaklanmaktadır.

Aliğa meteoroloji istasyonunda yaz örnekleme süresince ölçülen rüzgar hızı değerleri  $<1 \text{ m s}^{-1}$  ile  $9.3 \text{ m s}^{-1}$  arasında değişmiştir. Bu dönemdeki aylık ortalama rüzgar hızları ise Temmuz ayında  $4.9 \text{ m s}^{-1}$ , Ağustos ayında  $2.8 \text{ m s}^{-1}$  ve Eylül ayında ise  $3.7 \text{ m s}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Kış dönemi ölçümleri sırasında ise rüzgar hızı, saatlik olarak  $<1 \text{ m s}^{-1}$  ile  $14 \text{ m s}^{-1}$  arasında değiştiği, ortalama değerlerin ise Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında, sırasıyla,  $3.9 \text{ m s}^{-1}$ ,  $3.8 \text{ m s}^{-1}$ ,  $3.7 \text{ m s}^{-1}$ ,  $3.6 \text{ m s}^{-1}$  ve  $3.9 \text{ m s}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan rüzgar hızı, nem ve sıcaklık değerleri, Aliğa meteoroloji istasyonunda uzun dönemli ölçümlerden (yaklaşık 30 yıl) elde edilen değerlerden çok farklı değildir. Buradan da ölçüm yapılan sürenin bölgenin klimatolojisi açısından "tipik" olarak tanımlanabilecek bir dönem olduğu söylenebilir.

### 3.1.3 Karışım yüksekliği ve ventilasyon sabiti

Bu çalışmada, Aliğa bölgesinde kirletici düzeylerini etkileyecek iki farklı meteorolojik parametre daha hesaplanmıştır. Bunlardan bir tanesi karışım yüksekliği, diğeri ise ventilasyon sabitidir.

Tablo 3.1 Aliğa bölgesinde çalışma süresince ölçülen rüzgar hızı, sıcaklık ve nem değerleri

	Sıcaklık (°C)			Nem (%)			Rüzgar hızı (m s <sup>-1</sup> )		
	Ortalama	En yüksek	En düşük	Ortalama	En yüksek	En düşük	Ortalama	En yüksek	En düşük
<b>YAZ</b>									
Temmuz 2006	26.5 ± 3.5	34.6	18.7	46 ± 11	75	20	4.9 ± 1.6	9.3	0.5
Agustos 2006	27.1 ± 3.8	36.9	17.7	53 ± 15	88	20	2.8 ± 1.6	8.2	0.0
Eylul 2006	23.4 ± 3.7	32.8	16.2	50 ± 16	87	19	3.7 ± 1.6	7.2	0.0
<b>KIŞ</b>									
Kasim 2005	11.4 ± 4.2	18.9	2.7	71 ± 12	94	42	3.9 ± 2.1	10.3	0.0
Aralik 2005	10.9 ± 5.2	23.0	-2.0	68 ± 13	98	29	3.8 ± 2.3	13.9	0.0
Ocak 2006	6.3 ± 4.2	17.1	-4.0	68 ± 11	93	31	3.7 ± 2.2	9.8	0.0
Subat 2006	8.9 ± 5.0	19.8	-3.9	69 ± 12	95	33	3.6 ± 2.2	10.3	0.0
Mart 2006	10.4 ± 3.9	18.9	0.8	68 ± 13	96	28	3.9 ± 2.7	12.3	0.0

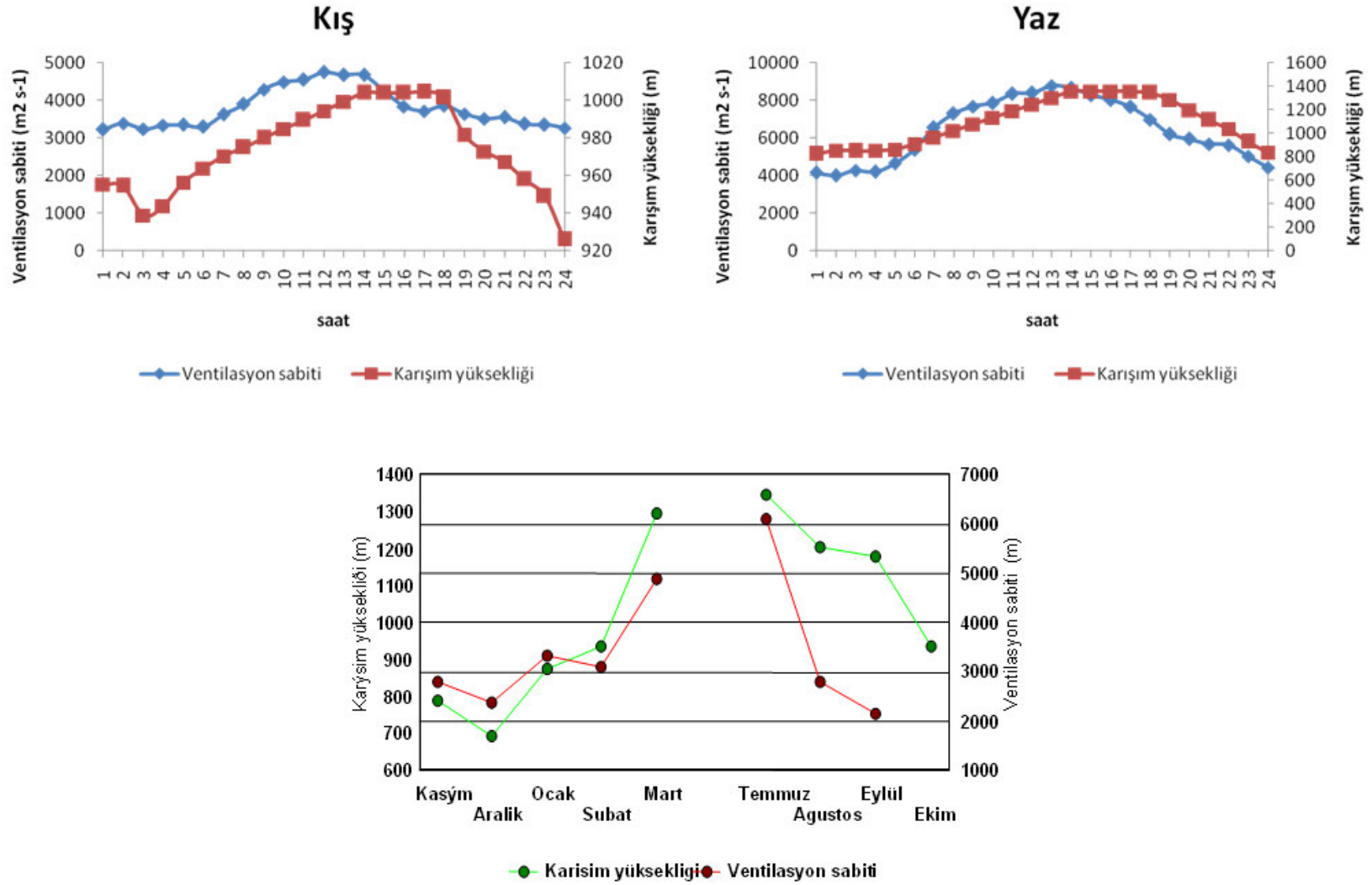


Karışım yüksekliği, kirleticilerin içersine atıldığı ve iyi karıştığı kabul edilen atmosfere en yakın tabakayı ifade etmektedir. Bu çalışmada karışım yüksekliği bir model ön işlemcisi olan PCRAMMED kodu tarafından saatlik olarak hesaplanmıştır. Atmosferde bulunan kirleticiler açısından bakıldığında, karışım yüksekliğinin alçak olması, kirletici konsantrasyonlarının yüksek olmasına, buna karşılık karışım yüksekliğinin düşük olması da kirletici konsantrasyonlarının yüksek olması sonucunu doğuracaktır. Karışım yüksekliği ile kirletici konsantrasyonları arasındaki ilişkiler literatürde açıkça ortaya konmuştur (Chou et al., 2007, Davies et al., 2007)

Hesaplanan diğer parametre ise ventilasyon sabiti olmuştur. Bilindiği gibi çalışma alanı endüstri bölgesi de olsa, kentsel bir bölge de olsa, atmosferdeki kirletici konsantrasyonları iki ventilasyon mekanizması tarafından belirlenmektedir. Bu iki mekanizma yatay yöndeki ventilasyonu temsil eden **rüzgar hızı** ile dikey yöndeki ventilasyonu kararlılıktır. Kararlılığı nümerik olarak ifade etmek zor olduğundan, buna paralel bir değişim gösteren karışım yüksekliği de aynı amaca hizmet etmektedir (Manju et al., 2002).

Bu ve benzer diğer çalışmalarda meteorolojik parametreler atmosferik kirliliğe bağlı olarak tartışılırken genellikle rüzgar hızı ve karışım yüksekliğinin ne olduğu ve ne şekilde değiştiği tartışılmakta ve kirletici konsantrasyonları ile ilişkilendirilmektedir. Ancak literatürde yapılan bir çok çalışmada, hem dikey ventilasyonun hem de yatay ventilasyonun birlikte göz önüne alınmasıyla atmosferdeki kirletici konsantrasyonlarının daha iyi bir şekilde açıklanabileceği gösterilmiştir (Manju et al., 2002; Viswanadham and Kumar, 1989; Goyal and Rao 2007). Bu gerekçe ile çalışmada, diğer meteorolojik parametrelere ilaveten, hem yatay hem de dikey ventilasyon mekanizmalarının kirletici konsantrasyonlarının birlikte ne şekilde etkilediği de incelenmiştir. Bu amaçla kullanılan parametre "**Ventilasyon sabiti (VS)**" dir. VS esasında saatlik rüzgâr hızının, yine saatlik, karışım yüksekliği ile çarpılmasından elde edilmekte ve atmosferin asimilasyon kapasitesini göstermektedir (Goyal ve Rao 2007a).

Bu çalışmada Aliğa bölgesi için, çalışma süresince, hesaplanan aylık ve gün içersindeki 24-saatlik karışım yüksekliği ve VS değerleri Şekil 3.4'de gösterilmiştir. Karışım yüksekliği kış örnekleme süresince gün içersinde 920 m ile 1000 m arasında, yaz örnekleme sırasında ise 800 m ile 1200 m arasında değişmiştir.



**Şekil 3.4** Ventilasyon sabiti ve Karışım yüksekliğinin gün içerisindeki ve çalışma sürecindeki değerleri

Her iki örnekleme döneminde de KY gece düşük olmakta, gündüz 14 – 19 arasında en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. Yaz aylarında güneş akısı farkından dolayı en yüksek karışım yüksekliklerine günün daha erken saatlerinde ulaşılmakta ve bu değerlerde daha uzun süreler kalınmaktadır. Geceleri alçak gün boyunca yüksek karışım yükseklikleri, kış mevsiminde olduğu gibi yaz mevsiminde de kolaylıkla görülebilmektedir.

Karışım yüksekliğinde gözlenen gece-gündüz döngüsünün yanında, aylık değişimlerin olduğu da görülebilmektedir. Kış örnekleme süresince KY değerleri Kasımdan başlayarak Mart ayına kadar yükselmiştir. En düşük aylık ortalama KY aralık ayında 650 m olmuş, en yüksek KY ise mart ayında 1300 m olarak gerçekleşmiştir.

Yaz örnekleme sırasında ise ters bir değişim gözlenmiştir. Ağustos ayında 1350 m olan karışım yüksekliği Ekim ayında 950 m'ye kadar alçalmıştır. Bu değişim, bölgede özellikle kış mevsiminde ve geceleri kirleticilerin atmosferdeki birikme potansiyellerinin yüksek olduğu söylenebilir.

VS atmosferin asimilasyon kapasitesini karışım yüksekliğinden daha iyi veren bir parametredir. VS hesaplarında KY'de yer aldığından 24 saatlik ve mevsimsel değişimlerinin KY'de gözlenen değişimlere benzemesi çok şaşırtıcı değildir.

Karışım yüksekliğinde olduğu gibi ventilasyon sabiti de geceleri düşük gündüzleri de yüksektir. Kışa mevsiminde VS değerleri geceleri  $3000 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  ile  $4000 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  arasında, yaz mevsiminde ise geceleri  $4500 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  olan VS, gündüz vakti  $7000 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  değerine ulaşmaktadır.

Ventilasyon sabitinin, çalışma süresince gözlenen, aylık ortalamasındaki değişim de Karışım yüksekliğinkine benzemektedir. Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları için hesaplanan VS değerleri sırasıyla, 2800, 2300, 3200, 3000 ve  $5000 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  olmuştur.

Ventilasyon sabitinin değerlendirilmesiyle bölgenin asimilasyon kapasitesi ve hava kirliliğini oluşturma potansiyeli konularında daha niceleyici bir yorum yapılması mümkün olabilmektedir.

ABD de Colarado eyaleti Sağlık Müdürlüğü'nün yaptığı bir çalışmada VS bir kirletici endeksi olarak kullanılmış ve halen de kullanılmaktadır. Bu

çalışmada VS değerleri ile atmosferin asimilasyon kapasitesi arasındaki ilişki aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

0-2000	Çok kötü
2001-4000	kötü
4001-6000	İyi ve
≥6001	Çok iyi

Bu değerler Şekil 3.4'de verilen değişimlerle karşılaştırıldığında, Çalışma boyunca Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat, Eylül ve Ekim aylarında Aliağa'da VS değerlerinin "KÖTÜ" sınıfına girdiği, Mart ayında atmosferin asimilasyon kapasitesinin "İYİ", Temmuz ayında da "ÇOK İYİ" sınıflarında olduğu görülmektedir. VS değerlerinin kış mevsiminde geceleri genellikle "KÖTÜ" sınıfında olan asimilasyon kapasitesinin gündüzleri "İYİ" sınıfında olduğu görülmektedir. Yaz aylarında ise VS değerleri günün hiçbir saatinde "KÖTÜ" sınıfında olmadığı, geceleri "İYİ" gündüzleri de genellikle "ÇOK İYİ" sınıflarında olduğu görülmektedir.

Yine bu kriterler göz önüne alındığında kış süresince ölçüm yapılan günlerin %42 kadarında VS'nin <2000 olduğu, diğer bir deyişle atmosferin asimilasyon kapasitesinin ölçüm günlerinin yarısına yakın bir sürede kategorisinde olduğu görülmektedir. Kış döneminde VS değerinin ölçüm günlerinin %25'inde "KÖTÜ" olarak tanımlanan  $2000 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  ile  $4000 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  arasında değiştiği, Günlerin %17'sinde VS "İYİ", günlerin %15'inde ise "ÇOK İYİ" kategorisinde olduğu görülmüştür. Kış döneminde ölçüm yapılan bütün günlerin %67'sinin "KÖTÜ" ve "ÇOK KÖTÜ" kategorilerinde olması kış mevsiminde Aliağa bölgesinde atmosferin çok çabuk kirli konuma gelebileceğini, emisyonlar sonunda konsantrasyonların hızlı bir şekilde artabileceğini göstermektedir.

Yaz mevsiminde ise "ÇOK KÖTÜ", "KÖTÜ", "İYİ" ve "ÇOK İYİ" kategorilerindeki gün sayısı ölçüm yapılan toplam günlerin sırasıyla %19, %33, %24 ve %23'ünü oluşturmaktadır. Yaz aylarında bile iyi (İYİ + ÇOK İYİ) ve kötü (KÖTÜ + ÇOK KÖTÜ) kategorilerinin yaklaşık olarak yarı yarıya olması, Aliağa bölgesinde yatay ve dikey ventilasyon mekanizmaları göz önüne alındığında atmosferin asimilasyon kapasitesinin çok yüksek

olmadığını, emisyon olması halinde konsantrasyonların hızla artabileceğini göstermektedir.

### **3.2 İstasyonlarda yapılan ölçümler ve sonuçların değerlendirilmesi**

#### 3.2.1 Veri setinin genel özellikleri

İstasyonlarda ölçülmüş olan UOB'lerin, inorganik gaz fazı kirleticilerin ve metallerin Aliağa ve Horozgaridği istasyonlarında ölçülen konsantrasyonları sırasıyla, Tablo 3.2-3.14, Tablo 3.15 ve Tablo 3.16-3.17'de verilmektedir. Bu tablolarda verilerin aritmetik ortalama, aralık, medyan, 25, 50 ve 75 persentil değerleri verilmiştir. Persentil değerleri, çok yaygın olarak kullanılsa da, veri dağılımını gösteren yararlı istatistik parametrelerden birisidir.

Bir sonraki bölümde de gösterildiği gibi, ölçülen parametrelerin pek çoğunun dağılımı log-normal olarak bulunmuştur. Lognormal dağılımı en iyi temsil eden parametreler olarak da medyan ve geometrik ortalama değerleri kullanılmaktadır. Log-normal dağılımlarda genellikle medyan ve geometrik ortalama çok yakın olarak bulunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı çalışmada medyan değerleri kullanılmıştır.

Esasında aritmetik ortalama değer log normal dağılımlarda veri popülasyonunun çok önemli bir bölümünü temsil etmediğinden bu tür çalışmalar için çok uygun değildir. Ancak literatürde çok kullanıldığından verilerin karşılaştırılabilmesi için bu çalışmada da aritmetik ortalama değerleri hesaplanarak tablolara konulmuştur.

Belediye istasyonunda inorganik kirletici konsantrasyonlarının medyan değerleri  $7.1 \mu\text{g m}^{-3}$  (NO) ile  $84 \mu\text{g m}^{-3}$  ( $\text{O}_3$ ) arasında değişmektedir. Horozgediği istasyonunda ölçülen konsantrasyonların medyan değerleri  $1.13 \mu\text{g m}^{-3}$  (NO) ile  $117 \mu\text{g m}^{-3}$  ( $\text{O}_3$ ) arasında değişmektedir. Bu tür kirleticiler saatlik olarak ölçüldüğünden her iki istasyonda da yaklaşık olarak 5000 saat ölçüm yapılmıştır.

Belediye istasyonunda UOBlerin konsantrasyonlarının medyan değerleri  $0.03 \mu\text{g m}^{-3}$  (cyclohexan) ile  $3.1 \mu\text{g m}^{-3}$  (toluen) arasında değişmektedir. Horozgediği istasyonunda ölçülen UOBlerin konsantrasyonlarının medyan değerleri ise  $0.09 \mu\text{g m}^{-3}$  (1-Pentane) ile  $13 \mu\text{g m}^{-3}$  (Ethane) arasında değişmektedir. Her iki istasyonda saatlik toplam 1500 saat ölçüm yapılmıştır.

**Tablo 3.2** Ölçülen UOB lerin Belediye istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Belediye	Ethane	1.36±0.74	7.9	1.24	0.91	1.24	1.72	843
	Ethane	6.58±10.7	106	2.41	0.91	2.4	7.52	1109
	propane	2.11±2.28	18.7	1.44	0.73	1.4	2.73	950
	propene	1.93±2.74	44	1.36	0.77	1.36	2.18	1147
	iso-butane	3.48±5.76	67.5	1.71	0.58	1.71	3.61	974
	n-butane	5.58±7.08	65.7	3.12	1.35	3.12	7.4	792
	ethyne	2.05±2.20	16.3	1.47	0.65	1.47	2.58	622
	t-butene	0.34±0.50	6.07	0.21	0.12	0.21	0.37	863
	1-butene	0.89±0.90	9.39	0.69	0.3	0.69	1.19	1202
	c-butene	0.24±0.28	3.28	0.15	0.07	0.15	0.3	1003
	cyclopentane	1.01±3.45	15	0.09	0.029	0.087	0.02	21
	n-pentane	1.37±3.36	34.9	0.12	0.06	0.12	0.45	1025
	i-pentane	1.44±2.55	12.1	0.33	0.09	0.33	1.32	109

**Tablo 3.3** Ölçülen UOB lerin Belediye istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Belediye	1,3-butadiene	0.79±1.21	15.2	0.39	0.15	0.39	0.98	1037
	t-pentene	0.13±0.22	3.28	0.07	0.044	0.073	0.15	1015
	1-pentene	0.17±0.19	1.54	0.1	0.058	0.1	0.23	998
	c-pentene	0.16±0.25	5.16	0.08	0.044	0.087	0.2	1005
	2,2-dimethylbutane	0.37±0.66	6.23	0.18	0.072	0.18	0.38	487
	2,3-dimethylbutane	0.28±0.43	6.77	0.18	0.072	0.18	0.36	558
	2-methylpentane	0.72±1.04	8.94	0.36	0.14	0.36	0.91	538
	3-methylpentane	0.40±0.73	13.1	0.2	0.072	0.2	0.46	719
	isoprene	1.27±4.04	52.6	0.45	0.21	0.45	1.02	671
	hexane	0.05±0.16	3.98	0.03	0.036	0.036	0.036	1146
	hexene	0.39±0.74	8.7	0.12	0.061	0.12	0.37	2167
	methylcyclopentane	0.79±0.94	7.2	0.51	0.32	0.51	0.86	2939
	2,4-dimethylpentane	0.83±1.60	17.3	0.21	0.1	0.21	0.86	2945

**Tablo 3.4** Ölçülen UOB lerin Belediye istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Belediye	benzene	1.37±2.54	51	0.63	0.33	0.63	1.38	3017
	cyclohexane	0.19±0.44	9.37	0.03	0.024	0.035	0.16	1752
	2methylhexane	0.42±0.51	4.13	0.25	0.062	0.25	0.52	2185
	2,3-dimethylpentane	1.55±3.71	64.3	0.53	0.17	0.53	1.48	2875
	3-methylhexane	0.45±1.34	27	0.064	0.042	0.064	0.2	2588
	2,2,4-trimethylpentane	0.11±0.19	2.8	0.047	0.022	0.047	0.093	1797
	heptane	1.34±3.02	47.9	0.19	0.072	0.19	1.17	1753
	methylcyclohexane	0.29±0.83	11.9	0.041	0.033	0.041	0.17	1909
	2,3,4-trimethylpentane	0.23±0.60	10	0.047	0.032	0.047	0.16	1906
	toluene	5.68±8.39	85.3	3.15	1.51	3.15	6.11	3000
	ethylbenzene	0.57±0.83	7.8	0.24	0.13	0.24	0.65	2930
	m,p-xylene	1.25±2.46	59.7	0.51	0.22	0.51	1.34	2999
	styrene	0.43±0.88	11.4	0.13	0.057	0.13	0.39	2840



**Tablo 3.5** Ölçülen UOB lerin Belediye istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Belediye	o-xylene	0.88±1.36	15.7	0.37	0.15	0.37	0.99	2855
	n-nonane	0.37±0.62	0.82	0.16	0.059	0.16	0.37	2110
	isopropylbenzene	0.82±2.15	17.8	0.21	0.078	0.21	0.63	2946
	n-propylbenzene	0.16±0.22	2.15	0.075	0.05	0.075	0.17	2075
	1,3,5-trimethylbenzene	0.31±0.72	15	0.1	0.05	0.1	0.25	2699
	1,2,4-trimethylbenzene	1.17±1.23	13.5	0.79	0.38	0.79	1.48	1562
	n-decane	0.28±0.34	3.46	0.15	0.087	0.15	0.32	2843
	1,2,3-trimethylbenzene	0.23±0.29	2.41	0.12	0.05	0.12	0.29	1850
	2-methyl-1-pentene	0.75±0.99	9.18	0.71	0.052	0.71	1.07	1905
	2-methylheptane/3-methylheptane	1.20±4.04	91.3	0.24	0.14	0.24	0.59	2953
	m,p-ethyltoluene	0.29±0.39	4.87	0.15	0.075	0.15	0.35	2566
	o-ethyltoluene	0.24±0.41	4.44	0.087	0.05	0.087	0.24	2267
	m,p-diethylbenzene	0.21±0.30	2.92	0.089	0.056	0.089	0.25	1809

**Tablo 3.6** Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	ethane	13.6±5.22	31.8	13	9.76	13	17.3	494
	ethylene	1.63±1.54	19.8	1.31	0.85	1.31	1.84	491
	propane	0.60±1.13	13.6	0.71	0.52	0.71	0.99	179
	Propene	1.32±2.73	38.9	0.75	0.48	0.75	1.1	676
	propylene	0.69±0.55	4.22	0.6	0.34	0.6	0.79	255
	Iso-Butane	1.27±3.04	29.7	0.44	0.28	0.44	0.76	310
	N-Butane	1.00±2.02	25.6	0.48	0.34	0.48	0.87	686
	isobutane/n-butane	1.60±2.25	26.1	0.93	0.6	0.93	1.63	396
	Acetylene	0.92±1.82	35.2	0.4	0.25	0.4	0.88	855
	T-Butene+1-Butene	1.34±0.51	2.77	1.34	0.94	1.34	1.6	85
	t2butene	1..31±1.22	6.77	1	0.46	1	1.8	52
	1-butene	0.72±0.73	7.48	0.55	0.44	0.55	0.75	261
	C-Butene	0.17±0.24	2.58	0.1	0.082	0.1	0.14	362
	2,2-dmpropane	1.27±2.35	16.1	0.66	0.51	0.66	0.93	115

**Tablo 3.7** Ölçülen UOB lerin Horozgediği ve Belediye istasyonlarındaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	Cyclopentane	0.44±0.83	8.49	0.25	0.14	0.25	0.36	349
	N-Pentane	0.95±2.64	42.7	0.33	0.17	0.33	0.72	885
	I-Pentane	0.1±0.082	2.54	0.096	0.069	0.096	0.16	96
	1,3butadiene	2.52±5.74	20.95	0.37	0.34	0.37	0.56	27
	2mbutane	6.81±27.5	186	1.44	1.08	1.44	2.8	77
	3m1butene/2m1butene	1.71±3.84	28.3	0.67	0.32	0.67	1.41	157
	t2pentene	2.52±3.95	27.5	0.9	0.52	0.9	2.5	278
	cyclopentene	3.56±3.73	12.9	3.73	1.6	3.73	4.26	134
	1-Pentene	0.28±0.53	5.92	0.098	0.084	0.09	0.23	542
	T-Pentene	0.55±1.30	17.3	0.16	0.13	0.16	0.33	859
	C-Pentene	0.11±0.18	2.67	0.09	0.086	0.09	0.095	259
	c2pentene	0.75±0.75	4.05	0.56	0.16	0.56	0.92	81
	2,2-Dimethylbutane	0.16±0.24	3.1	0.11	0.11	0.11	0.13	279
	2,3-Dimethylbutane	0.39±0.87	10.3	0.12	0.11	0.12	0.2	337

**Tablo 3.8** Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	2-Methylpentane	0.38±0.76	12.1	0.21	0.15	0.21	0.26	459
	3-Methylpentane	0.50±0.92	12.9	0.29	0.17	0.29	0.44	973
	Isoprene	0.39±0.74	6.26	0.14	0.058	0.14	0.39	291
	bromoform	2.40±3.32	24	1.48	0.41	1.48	2.98	193
	4m1pentene/3m1pentene	6.60±24.4	247	2.72	1.63	2.72	3.85	143
	t4methyl2pentene	3.01± 3.08	8.1	1.86	1.03	1.86	3.6	6
	c4methyl2pentene	1.32±0.89	2.94	1.28	0.5	1.28	1.98	36
	1-Hexene	0.26±0.13	2.01	0.28	0.25	0.28	0.3	320
	1-hexene/2m1pentene	0.91±1.14	10.8	0.61	0.43	0.61	0.89	404
	Hexane	0.98±1.18	7.83	0.54	0.26	0.54	1.26	668
	t2hexene	0.94±1.08	8.49	0.6	0.37	0.6	0.96	403
	c2hexene/2ethyl1butene	1.28±1.62	9.51	0.72	0.44	0.72	1.26	127
	t3m2pentene	0.71±0.42	2.27	0.65	0.43	0.65	0.84	72
	c3m2pentene	0.69±0.47	2.23	0.64	0.36	0.64	0.89	69

**Tablo 3.9** Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	2,3dmpentane/1,2dichloroethane	0.59±0.65	3.47	0.29	0.2	0.29	0.74	92
	Methylcyclopentane	1.10±1.32	14.4	0.5	0.2	0.5	1.66	950
	2,4-Dimethylpentane	0.96±1.81	20.9	0.56	0.17	0.56	1.2	751
	mcylopentane/2,4dmpentane	0.67±1.45	17.5	0.29	0.22	0.29	0.61	246
	1,1,1trichloroethane	0.46±0.68	8.64	0.34	0.23	0.34	0.46	315
	1-mcylopentene/CCL4	1.48±3.82	48	0.7	0.47	0.7	1.22	263
	Benzene	0.95±0.41	34.4	0.41	0.14	0.41	0.85	1233
	Cyclohexane	0.24±0.28	2.71	0.2	0.1	0.2	0.24	415
	2-Methylhexane	0.65±0.83	8.63	0.23	0.13	0.23	1.32	1104
	2,3-Dimethylpentane	0.86±0.70	4.64	1.28	0.13	1.28	1.43	565
	2,3dmpentane/2,2,3-trimethylbutane	0.73±1.24	7.51	0.24	0.19	0.24	0.46	120
	3-Methylhexane	0.78±1.55	36.9	0.39	0.21	0.39	0.99	1462
	trichloroethylene/bromodichloromethane	2.50±6.04	37.9	0.65	0.51	0.65	1.35	150
	1,2dichloropropane/dibromomethane	1.93±5.11	36.9	0.71	0.57	0.71	1.1	155

**Tablo 3.10** Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	1-heptene	0.92±1.03	9.48	0.75	0.57	0.75	0.94	244
	2,2,4-Trimethylpentane	0.73±0.60	4.95	0.45	0.34	0.45	0.87	1457
	Heptane	0.67±1.05	15.7	0.14	0.097	0.14	1.39	937
	n-heptane/c3heptene	0.75±1.76	14.7	0.27	0.22	0.27	0.51	132
	t3heptene	0.54±0.60	7.76	0.42	0.31	0.42	0.55	298
	t2heptene	0.62±0.87	5.68	0.36	0.26	0.36	0.61	89
	c2heptene	1.49±2.75	14.6	0.53	0.39	0.53	0.92	134
	cis/trans1,3-dichloropropene	0.62±0.63	3.07	0.38	0.3	0.38	0.54	50
	Methylcyclohexane	1.30±17.2	419	0.77	0.17	0.77	0.84	591
	2,2dmhexane/2,5dmhexane	17.9±49.9	191	0.54	0.43	0.54	0.91	41
	2,4dmhexane/1,1,2trichloroethane	47.7±146.1	550	1.44	0.73	1.44	3.06	14
	1-mcyclohexene	1.11±1.34	6.07	0.67	0.42	0.67	1.37	20
	bromotrchloromethane	36.7±90	308	3.04	1.42	3.04	562	39
	2,3,4-Trimethylpentane	1.38±1.19	15	1.47	1.27	1.47	1.61	403

**Tablo 3.11** Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	Toluene	2.92±10.8	379	1.7	0.54	1.71	3.65	1479
	2-Methylheptane	1.03±2.01	33.7	0.47	0.15	0.47	1.64	859
	3-Methylheptane	0.69±0.50	3.3	0.97	0.1	0.97	1.09	493
	m&p-chlorotoluene	1.70±6.99	71.2	0.58	0.46	0.58	0.76	219
	dibromochloromethane/o-chlorotoluene	1.49±1.84	13.9	0.94	0.74	0.94	1.49	89
	3mheptane/4mheptane	1.37±2.27	17.1	0.68	0.44	0.68	1.23	164
	trans/cis-1,3dmcyclohexane	3.53±5.27	59	59	1.17	3.07	3.88	395
	trans/cis-1,4dmcyclohexane	0.59±1.07	7.96	0.34	0.19	0.34	0.56	106
	1-octene	0.56±6.14	117	0.18	0.14	0.18	0.23	132
	N-Octane	0.46±0.83	13.1	0.23	0.11	0.23	0.75	1062
	t2octene	0.41±0.76	7.49	0.24	0.21	0.24	0.32	234
	t1,2dmcyclohexane	1.10±1.53	4.49	0.33	0.28	0.33	0.73	44
	c1,2dmcyclohexane	1.48±3.30	16.2	0.6	0.39	0.6	0.86	101
	2,2,5-tmhexane/1,2,4-tmcyclohexane	0.73±1.07	16.9	0.48	0.34	0.48	0.73	487

**Tablo 3.12** Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	tetrachloroethylene	1.08±1.47	8.64	0.6	0.49	0.6	0.9	124
	chlorobenzene	0.76±0.88	6.58	0.51	0.4	0.51	0.71	173
	Ethylbenzene	0.85±1.42	25.7	0.28	0.18	0.28	1.02	1382
	m-p-Xylene	1.46±2.08	29.6	0.58	0.34	0.58	2.22	1463
	Styrene	15.4±25.0	243	2.26	1.03	2.26	10.8	1484
	1-nonene	3.75±5.08	38.2	1.45	0.41	1.45	4.25	510
	O-Xylene	0.98±1.26	9.24	0.25	0.15	0.25	1.68	1113
	1,4dichlorobutane/1,1,2,2tetrachloroethane	8.37±27.2	315	5.05	0.51	5.05	7.98	455
	N-Nonane	0.60±1.9	37.2	0.22	0.12	0.22	0.62	1355
	Isopropylbenzene	0.47±0.61	8.59	0.3	0.18	0.3	0.67	893
	3,6-dmooctane	0.67±1.01	7.76	0.3	0.09	0.3	0.82	392
	N-Propylbenzene	0.54±3.35	60.1	0.18	0.1	0.19	0.33	1182
	t-butylbenzene	0.43±0.82	9.55	0.24	0.19	0.24	0.32	446
	3-Ethyltoluene	0.38±0.81	13.7	0.21	0.12	0.21	0.54	1080



**Tablo 3.13** Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	4-Ethyltoluene	0.35±0.80	14	0.23	0.12	0.23	0.39	1245
	1,3,5-Trimethylbenzene	0.29±0.90	24.9	0.2	0.089	0.2	0.29	1163
	2-Ethyltoluene	0.33±0.75	17	0.19	0.11	0.19	0.28	1090
	1-decene	1.35±1.01	4.95	1.18	0.46	1.18	1.99	509
	1,2,4-Trimethylbenzene	0.34±0.86	29.1	0.23	0.15	0.23	0.34	1441
	N-Decane	0.37±1.28	38.6	0.21	0.15	0.21	0.28	1372
	1,3-dichlorobenzene/benzylchloride	0.47±0.70	0.47	0.3	0.21	0.3	0.4	296
	iso-butylbenzene	0.42±0.51	5.66	0.26	0.18	0.26	0.49	443
	sec-butylbenzene	0.55±0.95	6.93	0.25	0.16	0.25	0.54	214
	1,2,3-Trimethylbenzene	0.29±1.14	33.3	0.18	0.12	0.18	0.25	931
	1,2,3-trimethylbenzene/p-cymene	0.80±1.13	14.5	0.52	0.29	0.52	0.96	489
	1,2-dichlorobenzene	0.90±1.74	11.3	0.37	0.28	0.37	0.59	175
	indan	0.88±3.64	28.3	0.21	0.18	0.21	0.29	254
	1,3-Diethylbenzene	0.43±3.38	100	0.15	0.082	0.15	0.22	951

**Tablo 3.14** Ölçülen UOB lerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler (Devam)

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Range	Medyan	% 25 persentil	PERCENTILE		N
						50%	75%	
Horozgediği	1,4-Diethylbenzene	0.53±3.55	102	0.22	0.17	0.22	0.33	944
	1,2-diethylbenzene	0.31±0.46	6.38	0.21	0.18	0.21	0.27	410
	n-butylbenzene	0.79±2.81	22.9	0.23	0.19	0.23	0.33	304
	1-undecene	2.54±2.12	11.2	2.16	0.81	2.16	3.48	509
	N-Undecane	1.11±14.7	385	0.31	0.21	0.31	0.47	693
	undecane	1.07±4.20	42.5	0.27	0.21	0.27	0.42	492
	1,2,3,5-tetramethylbenzene	0.62±1.26	12.2	0.31	0.27	0.31	0.38	278
	1,2,4,5-tetramethylbenzene	0.65±1.62	13.1	0.31	0.21	0.31	0.42	270
	1,2,4-trichlorobenzene	5.37±4.92	335	3.98	1.59	3.98	7.07	506
	napthalene	0.46±0.80	11.8	0.25	0.15	0.25	0.44	508
	N-Dodecane	2.81±37.0	1150	0.77	0.52	0.77	1.28	1055
	hexylbenzene	2.11±3.67	36.5	0.56	0.41	0.56	1.43	486

**Tablo 3.15** Bu çalışmada ölçülen inorganik gazlarla PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> kütlelerinin Horozgediği ve Belediye istasyonlarındaki ortalama konsantrasyonları ve verilerle ilgili istatistik değerler

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama (µg/m <sup>3</sup> )	Range	Medyan	% 25 persentil	% 50 persentil	% 75 persentil	N
Belediye	SO <sub>2</sub>	23.0±43.1	1024	12.0	5.71	12.0	25.5	3754
	NO	10.4±15.9	353	7.19	3.70	7.19	11.6	2667
	NO <sub>2</sub>	17.4±16.8	133	13.0	5.35	13.0	23.6	2486
	NO <sub>x</sub>	28.4±30.1	476	21.4	11.4	21.4	35.8	2472
	O <sub>3</sub>	86.3±35.1	261	84.6	63.1	84.6	108	5132
	PM-10	61.4±47.3	1424	54.5	38.0	54.5	74.5	4541
	PM-2.5	14.9±22.7	224	10.8	3.58	10.8	19.2	131
Horozgediği	SO <sub>2</sub>	10.9±18.7	391	5.50	1.7	5.5	15.3	5327
	NO	2.35±6.42	353	1.13	0.6	1.13	2.48	5555
	NO <sub>2</sub>	16.0±16.7	424	13.2	7.9	13.2	20.0	5643
	NO <sub>x</sub>	18.8±19.9	775	15.3	9.3	15.3	23	5601
	O <sub>3</sub>	122±61.4	531	117	80.3	117	160	1771
	PM-10	84.6±77.9	1103	63.1	35.9	63.1	106	5507
	PM-2.5	59.7±61.0	391	39.7	21.4	39.7	91.3	130

**Tablo 3.16** Eser elementlerin Belediye istasyonlarındaki ortalama ve medyan değerleri ve verilerle ilgili istatistik değerler

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama (ng/m <sup>3</sup> )	Range	Medyan	% 25 persentil	% 50 persentil	% 75 persentil	N
Belediye	Mg	82.8±139	954	49.5	27.4	49.5	89.6	79
	Al	523±745	4408	255	124	255	598	82
	Si	937±1469	12923	568	388	570	947	103
	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1471±1242	6842	1160	740	1160	1970	123
	K	3000±254	2072	258	149	260	375	75
	Ca	876±1553	15715	594	407	594	860	112
	Ti	28.6±53.6	488	16.2	10.4	16.2	28.1	96
	Cr	2.15±1.85	15.1	1.68	1.18	1.68	2.66	104
	Mn	14.3±21.08	199	9.52	5.20	9.52	14.8	110
	Fe	559±848	7329	369	238	370	561	79
	Ni	1.75±1.67	10.0	1.28	0.81	1.28	2.07	49
	Cu	9.45±7.44	30.1	7.65	4.31	7.65	13.1	61
	Zn	114±168	928	56.0	33.0	56.0	4	95
	Pb	10±13.1	76.0	4.64	2.37	4.64	12.2	98

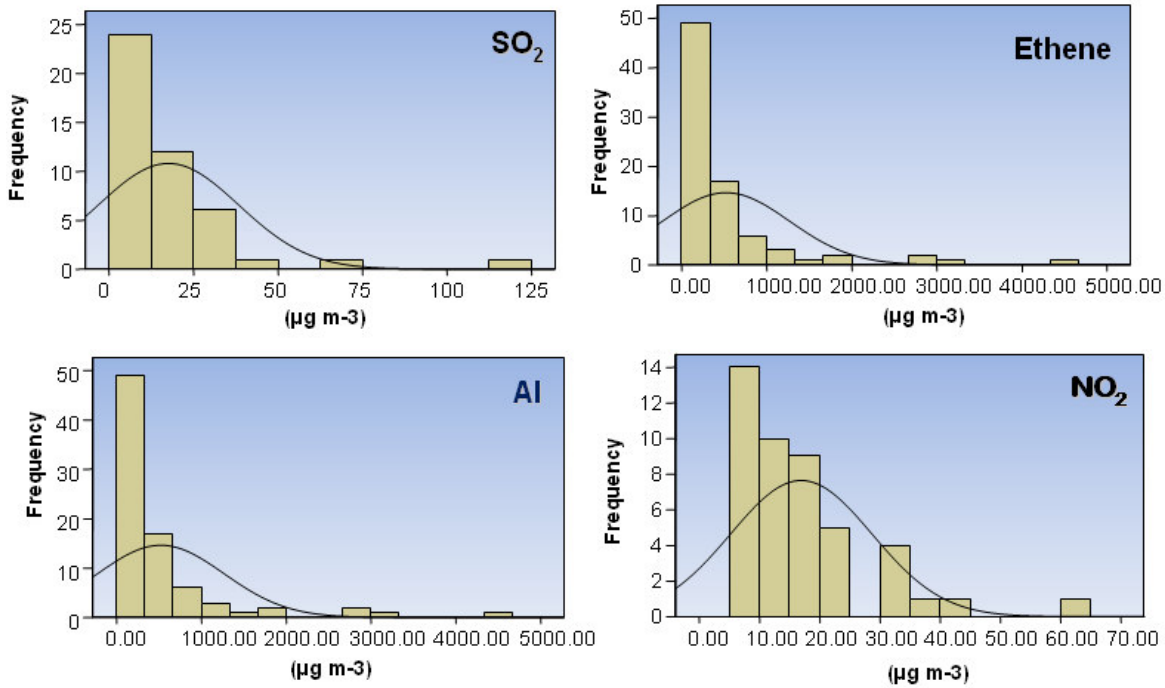
**Tablo 3.17** Eser elementlerin Horozgediği istasyonundaki ortalama ve medyan değerleri ve verilerle ilgili istatistik değerler

İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama (ng/m <sup>3</sup> )	Range	Medyan	% 25 persentil	% 50 persentil	% 75 persentil	N
Horozgediği	Mg	378±669	6220	256	150	256	444	89
	Al	889±2164	20815	639	334	639	945	90
	Si	2256±4266	46123	1680	935	1680	2744	116
	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	2420±936	4765	2370	1810	2370	2975	123
	K	1194±1121	7147	773	425	773	1676	122
	Ca	4630±4937	46255	3444	1405	3444	7175	130
	Ti	82.5±154	1753	62.8	30.3	62.8	106	130
	Cr	18.1±18.8	110	13.5	3.49	13.5	27.0	128
	Mn	363±387	1932	243	25.1	243	574	130
	Fe	5632±6043	31949	4095	890	4095	8457	129
	Ni	1.97±1.37	7.11	1.81	0.91	1.81	2.96	85
	Cu	38.0±38.4	164	28.4	6.47	28.4	57.9	85
	Zn	6864±9194	52486	3557	485	3560	10380	116
	Pb	410±515	2552	247	11.0	247	63	90

Belediye istasyonunda ölçülen eser elementlerin medyan değerleri  $1.28 \text{ ng m}^{-3}$  (Ni) ile  $1160 \text{ ng m}^{-3}$  ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) arasında, Horozgediği istasyonunda ölçülen eser elementlerin medyan değerleri ise  $1.81 \text{ ng m}^{-3}$  (Ni) ile  $4095 \text{ ng m}^{-3}$  (Fe) arasında değişmektedir. Bu tür kirleticiler günlük olarak ölçüldüğünden her iki istasyonda da yaklaşık olarak 200 gün ölçüm yapılmıştır.

### 3.2.2 Verilerin frekans dağılımları

Ölçülen parametrelerin frekans dağılımlarının bilinmesi parametrelerin ne şekilde ifade edilebileceğini belirlemek, parametrik ve parametrik olmayan istatistik testler arasında bir tercih yapmak gibi nedenlerden dolayı önemlidir. Bu çalışmada ölçülen bütün parametreler için frekans dağılımları hesaplanmış ve "chi square" testi kullanılarak dağılımın log normal olup olmadığı kontrol edilmiştir. Parametrelerin tamamına yakınının %95 istatistik güvenlikle log-normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Seçilen bazı parametreler için frekans dağılımları Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.5** Seçilmiş bazı parametrelerin frekans dağılımları

Çevresel çalışmalarda log-normal dağılım çok sık görülen bir dağılım şeklidir. Atmosferde gerçekleşen kimyasal ve fiziksel olayın çoğu log normal dağılım göstermektedir (Limpert et al., 2001). Hava kirliliği ile ilgili verilerin log-normal dağılım göstermesi, parametrelerin ölçülen konsantrasyonlarının meteorolojik parametrelere bağlı olmasından kaynaklanmaktadır.

Benzer dağılımlar, şekilde gösterilmese de, parametrelerin çok büyük bir bölümünde gözlenmiştir. Organik birkaç parametrede frekans dağılımları sağa doğru uzamış olsa da chi-square testi bunların aynı istatistik güvenirlikle log-normal olmadığını göstermiştir. Log-normal dağılım sağa doğru uzayan bir dizi dağılımdan bir tanesidir. Dolayısı ile az sayıda da olsa, bazı parametreler için dağılımın log-normal olmaması, bu parametrelerin konsantrasyon frekans dağılımlarının sağa doğru uzayan farklı bir dağılımı gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu konunun üzerinde çok da önemli olmaması nedeniyle çok fazla durulmamıştır.

### 3.2.3 Aliağa bölgesinde atmosferin kirlilik düzeyinin belirlenmesi

Atmosfer kirlilik düzeyinin belirlenmesi için iki yöntem bulunmaktadır. Birincisi, ölçülen konsantrasyonları mevcut hava kalitesi standartları ile karşılaştırılmasıdır. Bu yöntemin avantajı, ölçüm sonuçlarının herkesin kabul ettiği standartlarla karşılaştırılmış olmasıdır. Dezavantajı ise, ölçülen her parametre için standartların mevcut olmaması ve standartların oluşturulmasında sadece insan sağlığının göz önüne alınmış olmasıdır. Bunun sonucu olarak, kirleticilerin tarıma, ormanlara doğal yaşama vs vereceği zararların belirlenmesinde standartlar çok anlamlı olmamaktadır. Dolayısıyla kentsel olmayan bir bölgenin hava kalitesini sadece standartlarla karşılaştırarak belirlenmesi varılan sonuçlarda hatalar doğurabilir.

Diğer bir yaklaşım ise, ölçülen konsantrasyonların literatürdeki benzer, kirli ve/veya temiz bölgelerle karşılaştırılmasıdır. Böyle bir yaklaşımın avantajı, karşılaştırma yapmak için yönetmeliklerdeki standartlarla sınırlı kalınmaması, dezavantajı ise, literatürdeki örnekleme koşullarının tam olarak bilinmemesidir.

Bu çalışmada her iki yöntem de uygulanmıştır. Belediye ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen parametrelerin THKKY'de verilen standartlar ile karşılaştırılması Tablo 3.18'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.18** Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen yıllık ortalama konsantrasyonların HKKY'ndeki standartlarla karşılaştırılması

		Ölçülen		HKKY		Taslak HKKY		
		Yıllık (UV) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	KV değer ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	UVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	KVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Saatlik ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 Saatlik ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Yıllık ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Belediye	SO <sub>2</sub>	23.0	177	150	400	350	125	20
	NO	10.4	28.2	200	600			
	NO <sub>2</sub>	17.4	49.5	100	300	200		40
	NO <sub>x</sub>	28.4						30
	O <sub>3</sub>	86.3	146 (267)		(240)			120
	PM-10	61.4	123	150	300		50	40
	Ni( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	0.71						20
	Pb	0.01	0.076	2				0.5
	Benzen	1.37						5
Horozgediği	SO <sub>2</sub>	10.9	29.3	150	400	350	125	20
	NO	2.36	7.5	200	600			
	NO <sub>2</sub>	16.0	36.4	100	300	200		40
	NO <sub>x</sub>	18.4						30
	O <sub>3</sub>	122	228 (532)		(240)			120
	PM-10	84.6	232	150	300		50	40
	Ni( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	1.25						20
	Pb	0.41	1.32	2				0.5
	Benzen	0.95						5

Not: Parantez içerisindeki değerler maksimum saatlik sınır değerleri göstermektedir.



Türkiye’de bu gün geçerli olan standartlar 2012 yılında devreden çıkacak ve yerlerine AB direktifleri ile uyumlu olan yeni standartlar geçecektir. Tabloda bu gün geçerli olan standartların yanında 2012 yılında gündeme gelecek olan standartlar da gösterilmiş ve ölçülen değerler onlarla da karşılaştırılmıştır. Mevcut standartlar ile 2012 yılında devreye girecek olan standartlar arasında önemli farklar bulunmaktadır. Şu anda geçerli olan standartlar çok yüksek, 2012’de geçerli olacak standartlar ise oldukça düşüktür. 2012 yılında mevcut standartlardan yeni standartlara geçişin, sadece Aliğa bölgesinde değil, bütün Türkiye’de sancılı olacağı açıktır. Mevcut standartları sağlayan pek çok tesis ve yöre yeni standartları sağlamayacaktır.

Aliğa’da her iki istasyonda da ölçülen kirletici konsantrasyonları mevcut standartların altında kalmaktadır. Standartların sağlanamaması gibi bir durum söz konusu değildir. Ancak bu Aliğa’nın temiz olmasından ziyade, standartların çok yüksek olmasından kaynaklanmaktadır, mesela ülkemizdeki 24 saatlik PM sınır değeri ABD’nin 2 katı, Japonya’nın 3 katı, Kanada’nın 2.5 katı üzerindedir (Yavuz, 2007).

Ölçülen değerlerin 2012 yılında etkin hale gelecek olan yeni standart ile karşılaştırılması halinde ortaya farklı bir manzara çıkmaktadır. Önemli parametrelerin Aliğa bölgesinde 2012 yılından sonraki standartları sağlayamayacağı anlaşılmaktadır. Örneğin SO<sub>2</sub> in Aliğa istasyonundaki yıllık ortalama değeri 23 µg m<sup>-3</sup>, HKKY’de verilen uzun vadeli standart değer 150 µg m<sup>-3</sup> nin oldukça altındadır. Ama 2012 yılında etkin hale gelecek standartlara baktığımızda ölçülen SO<sub>2</sub> değerlerinin uzun vadeli Standard değerini (20 µg m<sup>-3</sup>) sağlamayacağı görülmektedir.

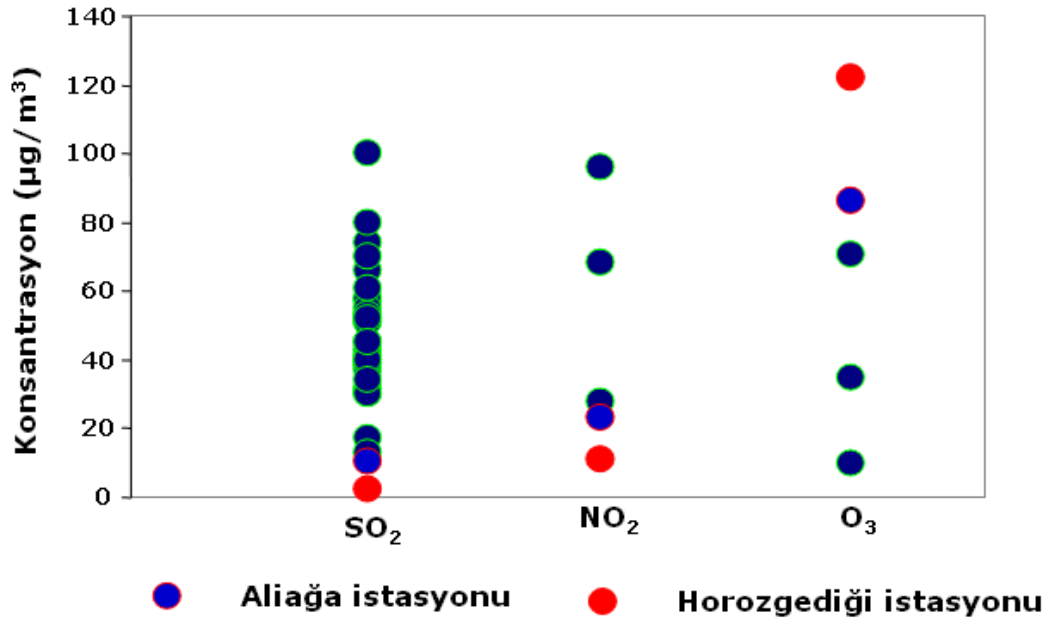
Benzer durum NO<sub>x</sub> , PM-10 konsantrasyonlarında da görülmektedir. Şuanki PM-10 değeri 2012 yılındaki standard değerinin 1.5 katı üzerindedir.

Horozgediği istasyonunda ise O<sub>3</sub>, PM-10 ve Pb konsantrasyonları mevcut standartları sağlamasına rağmen, 2012 yılında devreye girecek standartlarla problem olacağı görülmektedir.

Farklı bir yaklaşım olarak, Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında hava kalitesini belirlemek için ölçülen konsantrasyonlar literatürde bulunan değerlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma inorganik gaz fazı kirleticiler, UOB’ler ve eser elementler olarak üç grupta yapılmıştır.

Çalışmanın sonuçlarını Dünyanın farklı şehirlerinde yapılmış benzer çalışmalarla karşılaştırabilmek için, literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu tarama kapsamında, çeşitli kıtalardaki, farklı şehir merkezlerinde ve bu şehirlerin çeşitli noktalarında yapılmış ölçümlere dayanan, o şehrin hava kalitesinin incelendiği çeşitli makaleler derlenmiştir. Bu makalelerin sonuçları da çalışmanın sonuçlarıyla karşılaştırılarak benzerlikler ve farklılıklar ortaya konmuştur.

Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen NO, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> konsantrasyonları ve aynı parametrelerin literatürdeki değerleri Şekil 3.6'karşılaştırılmıştır. Şekilden de görülebileceği gibi SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> değerleri hem Aliağa istasyonunda hem de Horozgediği istasyonunda literatürde verilen değerlerin oldukça altındadır.



**Şekil 3.6** İnorganik kirleticilerin literatür değerleri ile karşılaştırılması

SO<sub>2</sub>'in yüksek olmaması, bölgedeki endüstrilerin büyük bir bölümünün proseslerinde artık doğal gaz kullanmaya başlamasından kaynaklanmaktadır. Yine aynı nedenle 1991 yılında Horozgediği istasyonuna çok yakın bir bölgede bir yıl süre ile saatlik olarak ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun yıllık ortalaması, bu gün ölçülen değerlerden 2.5 kat daha yüksek olarak bulunmuştur.

NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının düşük olmasının nedeni Horozdediği istasyonunun trafik, Tüpraş, Petkim gibi olası NO kaynaklarında uzak olmasıdır. Bu çalışmada ölçülen ortalama NO<sub>2</sub> konsantrasyonu (medyan 4 µg m<sup>-3</sup>), aynı bölgede bundan 10 yıl önce bir yıl süre ile ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonu ile uyumludur (medyan 4 µg m<sup>-3</sup>).

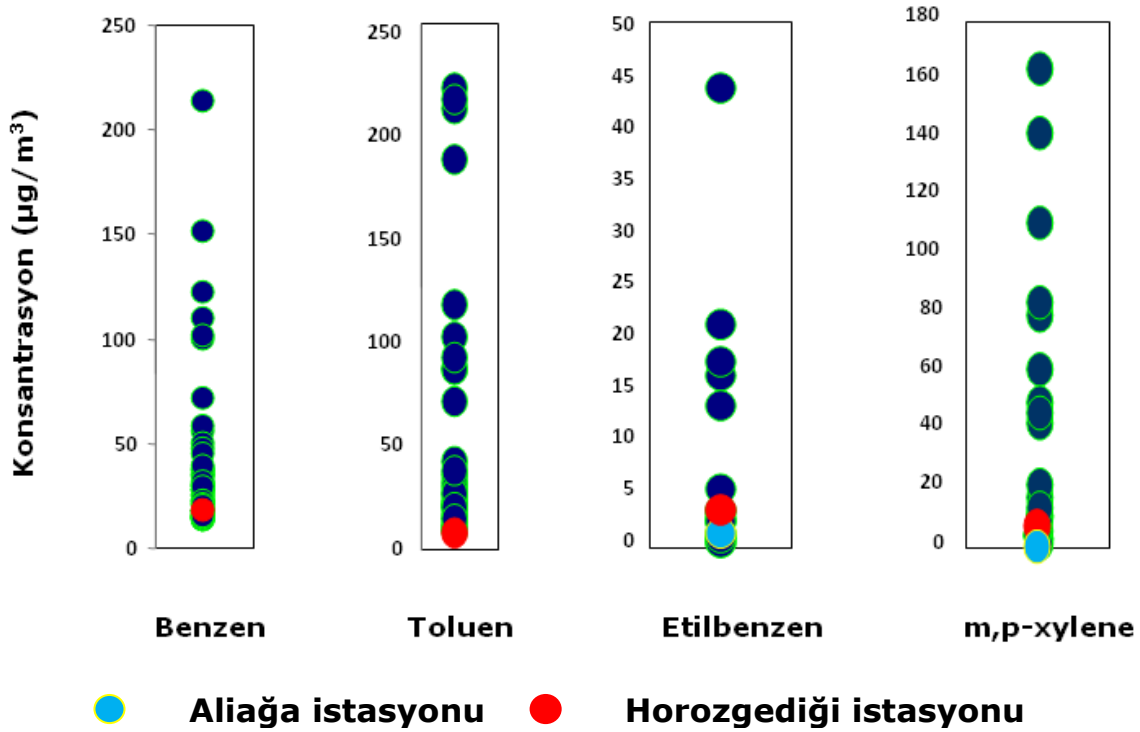
SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> de gözlenenin aksine gerek Horozgediği ve gerekse Aliağa istasyonlarında ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonları, literatürden karşılaştırma amacıyla seçilen veri setlerinde rapor edilen O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının en yükseğidir. Özellikle yüksek güneş akısından dolayı akdeniz çevresi ülkelerde, orta ve kuzey Avrupanın pek çok ülkesine kıyasla daha fazla miktarlarda ozon oluşumu gözlenmiştir (Karandinos et al., 2005). Türkiye'nin pek çok yerinde de benzer gözlemler yapılmıştır, özellikle Ege ve Akdeniz sahillerinde güneş akısı Avrupa'nın pek çok yerinden yüksektir. Atmosferde ozon fotokimyasal tepkimelerle oluştuğundan dolayı, güneş akısının yüksek olduğu yerlerde ozon konsantrasyonları da yüksek olarak bulunmaktadır.

Uçucu organik bileşiklerin bu çalışmada ölçülen ve literatürden derlenen değerleri Şekil 3.7'da görülmektedir. Uçucu organik bileşiklerin Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen konsantrasyonları da literatürde verilen değerlerin en düşüklerinden birisidir.

Çalışma alanındaki önemli UOB kaynakları Petkim ve TÜPRAŞtır. Bunlar Horozgediği istasyonuna 10 km mesafededir. Daha önce de tartışıldığı gibi, Horozgediği istasyonu gün içerisinde sadece bir-iki saat boyunca bu istasyonların etkisi altındadır, günün geri kalan zamanlarında ise rüzgar, PETKİM ve TÜPRAŞ emisyonlarını Horozgediği istasyonuna değil, farklı yönlerde taşımaktadır. Bu nedenle de Horozgediği'nde ölçülen UOB konsantrasyonları oldukça düşük olarak bulunmuştur.

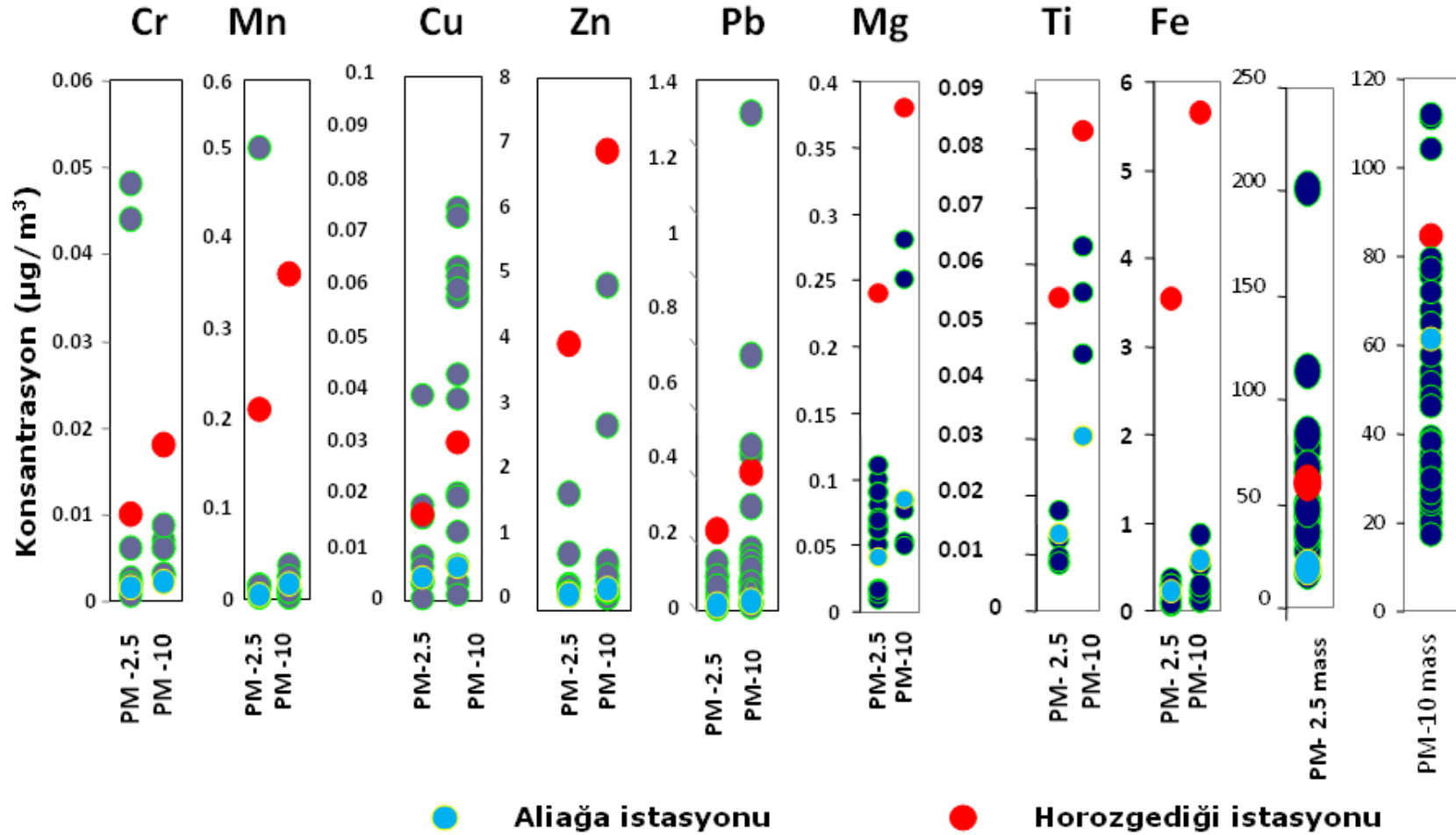
Aliağa istasyonu ise rüzgar yönü itibarıyla, TÜPRAŞ ve PETKİM emisyonlarının taşınacağı bir yönde değildir. İleriki bölümlerde görüleceği gibi, Aliağa istasyonunda ölçülen kirletici konsantrasyonları ve konsantrasyonlar arasındaki oran ve ilişkiler, Aliağa atmosferindeki kirletici düzeylerinin yakın çevredeki büyük endüstrilerden ziyade kentin içerisindeki aktivitelerden kaynaklandığını düşündürmektedir. Bu açıdan bakıldığında, Aliağa çok büyük bir kent olmadığından atmosferdeki UOB konsantrasyonlarının çok yüksek olmaması şaşırtıcı değildir. Aktif ölçüm istasyonlarında UOB konsantrasyonlarının düşük olması, bu istasyonların konumları (kaynaklara

mesafeleri) ve bölgenin özel meteorolojik koşullarından kaynaklanmaktadır. Ancak, ileriki bölümlerde tartışılacak olan pasif örnekleme ve ölçümlerinde, PETKİM ve TÜPRAŞ'a yakın bölgelerde aktif istasyonlarda ölçülenlerden çok daha yüksek UOB konsantrasyonları ölçülmüştür.



**Şekil 3.7** Ölçülen UOB konsantrasyonlarının literatür değerleri ile karşılaştırılması

Eser elementlerin literatür değerleri ile karşılaştırılması Şekil 3.8'de gösterilmiştir. Bu çalışmada ölçülen elementlerin konsantrasyonları literatür değerleri ile karşılaştırıldığında çok farklı bir manzara ortaya çıkmaktadır. Buraya kadar tartışılan, ozon dışındaki, bütün parametrelerin konsantrasyonları literatür değerlerinden çok düşük çıkarken, Horozgediği'nde ölçülen elementlerin konsantrasyonları literatür değerlerinden belirgin derecede daha yüksektir.



**Şekil 3.8** Ölçülen element konsantrasyonlarının literatür değerleri ile karşılaştırılması

Horozgediği istasyonu demir-çelik tesislerine çok yakın olmasından dolayı, bu tesislerden atmosfere atılan, metallerce zenginleşmiş partiküllerin Horozgediği istasyonunda görülmesi çok da şaşırtıcı değildir.

İlginç olan Aliağa istasyonunda böyle bir durumun söz konusu olmamasıdır. Başka bir deyişle, Aliağa istasyonunda Horozgediği istasyonundaki gibi benzer yüksek konsantrasyonlar görülmemiştir. Aliağa ilçesi bu tür metal zenginleşmesine yol açabilecek demir çelik tesislerinden 10 km kadar uzakta olması ve bölgedeki dominant rüzgar yönünün kuzey ve kuzey-kuzeydoğu yönünde olması, Aliağa'nın ilçenin güneyinde kalan endüstri tesislerinden çok etkilenmemesine neden olmaktadır. Tabii ki bu durum Aliağa ilçesinde yaşayan insanlar için büyük bir şanstır.

#### 3.2.4 Kirletici konsantrasyonlarının zaman içerisindeki değişimleri

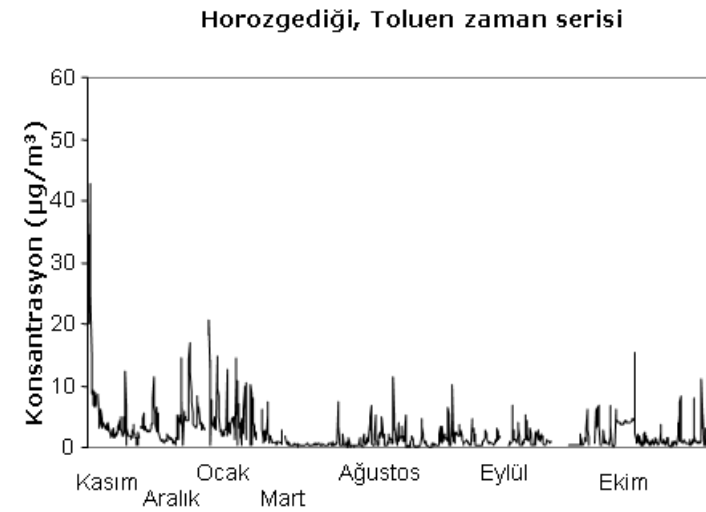
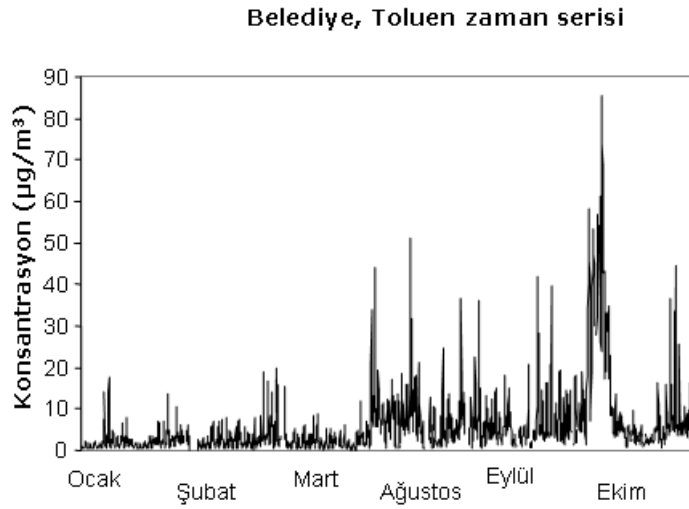
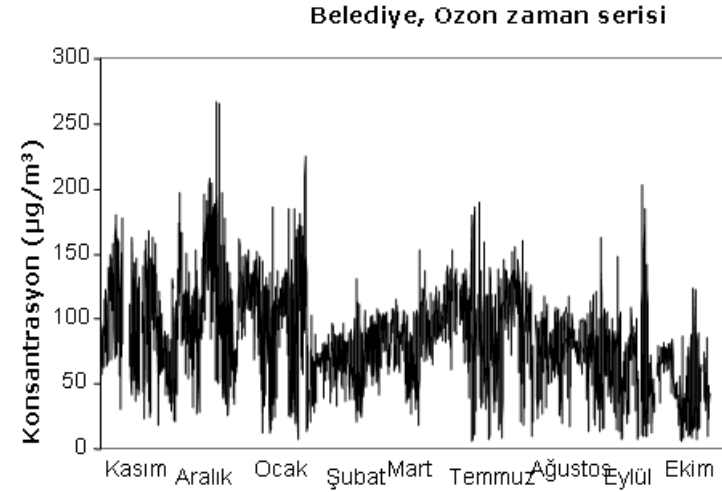
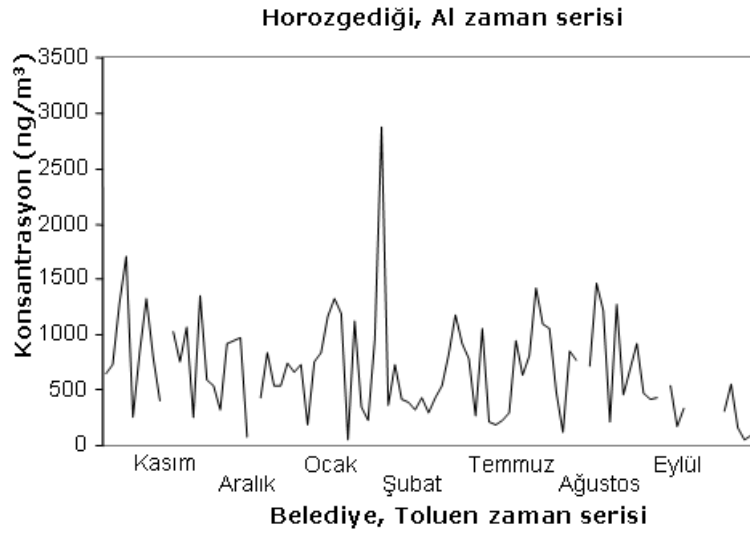
Kirletici konsantrasyonlarının zaman içerisindeki değişimlerinin anlaşılması, kirleticilerin bölgedeki birikim veya dağılım mekanizmaları ile ilgili bilgiler verdiğinden önemlidir. Kirleticilerin zamansal değişimleri birkaç şekilde değerlendirilebilir. Bu çalışmada episodik değişimler, Mevsimsel değişimler, 24-saat süreli (diurnal) değişimler, ve hafta içi - hafta sonu değişimleri incelenmiştir.

##### 3.2.4.1 Kısa süreli değişimler (episodlar)

Kısa süreli değişimlerin farklı nedenleri olabilmektedir. Bazen emisyonlardaki değişiklikler, bazen de meteorolojik parametrelerdeki değişiklikler (rüzgar yönünün değişmesi, yağmur, karışım yüksekliğinin değişmesi gibi) episodlara neden olabilmektedir.

Seçilen bazı parametreler için bütün verilerin birleştirilmesi ile hazırlanan ve bu parametrelerdeki episodları gösteren grafikler Şekil 3.9'de gösterilmiştir. Bütün parametreler için kısa süreli değişim eğrileri birbirine çok benzediğinden, şekle çok fazla parametre dahil edilmemiştir.

Metaller için hazırlanan zaman serisi eğrilerinin diğerlerinden farklı görünmesinin nedeni metal örneklerinin günlük olarak toplanması, diğer örneklerin ise saatlik olarak ölçülmesidir. Şekilde görülen bütün parametreler için veri setinin çok episodik olduğu görülmektedir. Şekilde gösterilmeyen diğer bütün parametreler içinde benzer bir yapı görülmüştür.



**Şekil 3.9** Seçilen parametrelerin zaman serisi eğrileri

Aliağa bölgesinde verilerde yoğun bir şekilde episodların olmasının iki nedeni vardır. Episodlara yol açan ilk nedenin, söz konusu parametrenin Aliağa atmosferindeki konsantrasyonlarını belirleyen kaynakların devreye girip çıkmasıdır. Böyle bir neden özellikle endüstri bölgesinin etkisi altında olan Horozgediği istasyonunda episodların önemli bir kaynağı olabilir. Aliağa istasyonunda ise endüstri emisyonlarındaki değişimlerin, gözlenen emisyonlar için önemli bir kaynak olması beklenmemektedir.

Episodlara yol açan diğer faktör ise meteorolojik parametrelerde olan değişikliklerdir. İleriki bölümlerde daha detaylı olarak tartışılacağı gibi, pek çok meteorolojik parametre atmosferde ölçülen konsantrasyonları etkilemektedir. Ancak bunlardan sadece ikisi konsantrasyonlarda birkaç saat süre ile hızlı değişikliklere neden olabilir. Bu şekilde episod oluşumuna neden olabilecek parametrelerden birisi yağış, diğeri de rüzgar yönüdür.

Yağış olduğu zamanlarda ilk yarım saat içerisinde atmosferdeki kirleticilerin önemli bir bölümü yıkandığından, konsantrasyonlar hızla düşer ve yağış durduktan sonra da emisyonlarla birlikte farklı bir hızla artar bu mekanizma bir episod oluşumuna yol açar. Ancak Aliağa bölgesinde yağışlar çok büyük ölçüde kış örnekleme sırasında gerçekleşmiştir. Şekil 3.9'de görülebileceği gibi yaz mevsiminde yapılan ölçüm sonuçlarının da aynı ölçüde episodik yapıda olması yağmurun Aliağa bölgesindeki episodlara katkısının çok fazla olmadığını göstermektedir. Gerçekten de kışın bile, yağın yağmur sayısı, şekillerde görülen episodları açıklayacak kadar çok olmamıştır.

Episodların oluşumuna katkıda bulunan ve bu çalışmada verilerin çok episodik olmasının temel nedeni, rüzgar yönünün gün içerisindeki değişimidir. Aliağa bölgesinin meteorolojisi ile, daha önceki bölümlerde yapılan tartışmada da önemine değinildiği gibi, çalışma bölgesinde rüzgarın gün içerisinde bütün yönleri dolaştığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak bölgedeki nokta kaynaklardan atmosfere atılan kirleticiler bir – iki saat ara ile farklı yönlere taşınmaktadır. Diğer bir deyişle, Gerek Horozgediği ve gerekse Aliağa istasyonu günün farklı saatlerinde endüstrilerden gelen emisyonların etkisi altında kalmaktadır. Her iki istasyon da endüstrilerin etkisi altında iken ölçülen konsantrasyonlar yüksek olmakta, ancak rüzgar yönü değişince konsantrasyonlar hızla düşmektedir. Bu mekanizma Aliağa bölgesine özgü ve kirleticilerin bölgedeki dağılımlarını belirleyen çok önemli mikrometeorolojik bir yapıdır.



Hangi kirleticilerin günün hangi saatlerine istasyonlara ulaştığı ileriki bölümlerde 24 saat süreli değişimler olarak tartışılacaktır.

#### 3.2.4.2 Mevsimsel değişimler

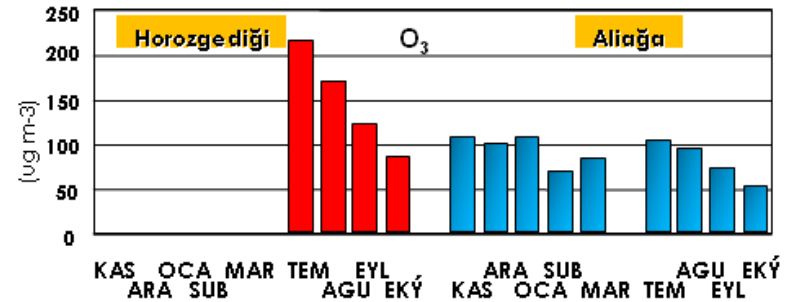
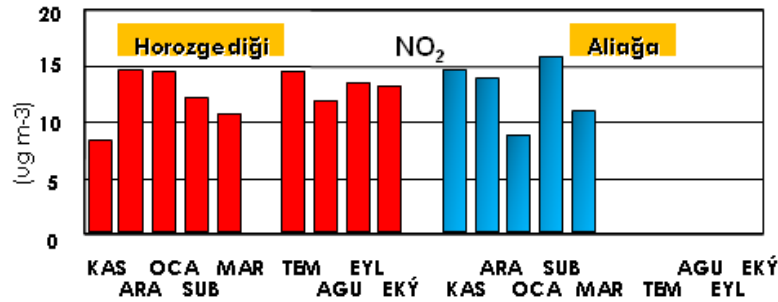
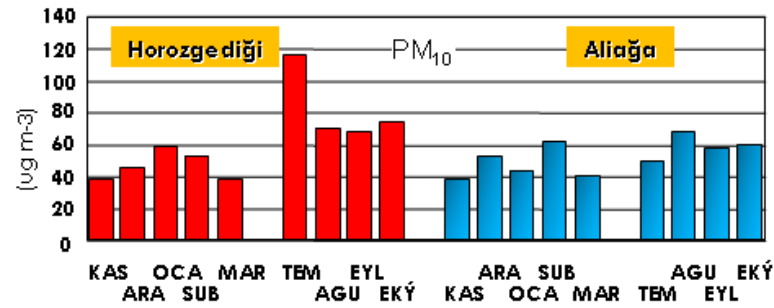
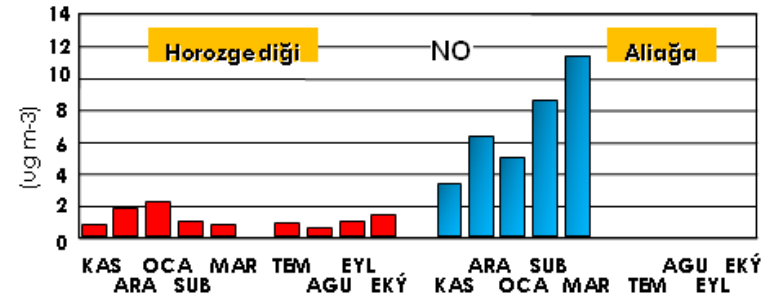
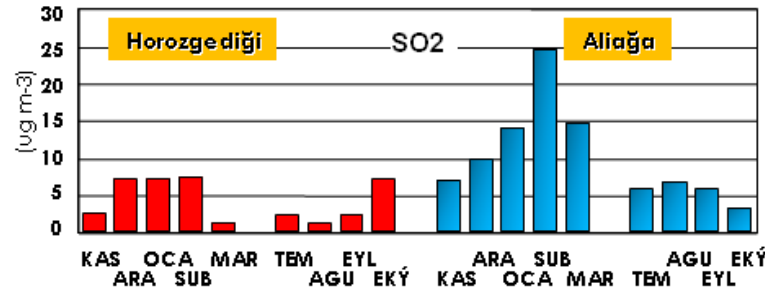
Mevsimsel değişimler genellikle mevsimsel değişim gösteren meteorolojik parametrelerden kaynaklanmakla birlikte, yazın daha az yakıt kullanılması gibi kaynakların neden olduğu mevsimsel değişimler de olabilmektedir. Eğer herhangi bir kirletici için emisyonlar yaz ve kış mevsimlerinde değişmiyorsa, söz konusu parametre için kış mevsimi konsantrasyonları daha yüksek olmaktadır. Bunun nedeni kış mevsiminde karışım yüksekliğinin daha düşük olması sonucu, kirleticilerin yeterince seyrememesidir.

Bu çalışmada kirleticilerin çalışma süresince olan aylık değişimlerine bakılmıştır. Her iki istasyonda inorganik gaz fazı kirleticilerin çalışma süresince hesaplanan aylık ortalama konsantrasyonları Şekil 3.10'da verilmiştir.

SO<sub>2</sub> konsantrasyonları Horozgediği istasyonunda belirgin bir yaz kış farkı göstermemiştir. Çünkü, geçmişte endüstrilerden, özellikle de TÜPRAŞ ve PETKİM den kaynaklanan SO<sub>2</sub> emisyonları, endüstrilerin tamamına yakının doğal gaza geçmesiyle birlikte ortadan kalkmıştır.

Daha önce (1991 ve 2002 yıllarında) gerçekleştirilen bir çalışmada, Horozgediği istasyonuna 500 m mesafede, saatlik SO<sub>2</sub> ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ölçülen yıllık ortalama SO<sub>2</sub> konsantrasyonları, 1991 yılında ölçülmüş değerlerin yarısı olarak bulunmuştur. Son 10 yıl içerisinde bölgedeki SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bölgedeki endüstrilerin proseslerinde, fuel oil yerine doğal gaz kullanmaya başlanması bu düşüşün en önemli nedenidir.

Aliağa istasyonunda ise tipik bir yerleşim alanından beklenen aylık değişimler gözlenmiştir. Kışın, Kasımdan ayından Şubat ayına doğru gidildikçe havanın soğumasına ve ısınma ihtiyacına bağlı olarak SO<sub>2</sub> konsantrasyonları da artış göstermiştir. Yaz aylarında ise çok düşük SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına ilaveten düzenli bir aylık değişim gözlenmemiştir. SO<sub>2</sub> konsantrasyonları kırsal alanda (Horozgediği istasyonunun bulunduğu bölge) ölçülen değerle aynı olarak bulunmuştur. Bu durumda, kentte ölçülen SO<sub>2</sub> düzeyi kırsal bölgedekiyle aynı olduğuna göre, Aliağa ilçesinde ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarını daha da aşağıya çekmek mümkün değildir.



**Şekil 3.10** Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen inorganik gaz fazı kirleticilerin çalışma süresindeki aylık değişimleri

Aynı şekilde gösterilen NO ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonları da SO<sub>2</sub>'e benzeyen bir mevsimsel değişim göstermektedir. Horozgediği istasyonunda hem NO, hem de NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında belirgin bir mevsimsel değişim görülmemektedir. Horozgediği istasyonundaki ölçülen NO değerleri 1 – 2 µg m<sup>-3</sup> mertebesinde, yaz ve kış ayları için aynı olarak bulunmuştur. Ancak NO<sub>2</sub> konsantrasyonu NO'ya nazaran çok daha yüksek olarak ölçülmüştür. Aylık ortalama NO<sub>2</sub> değerleri hem yaz hem de kış aylarında 10 ile 15 µg m<sup>-3</sup> arasında değişmektedir.

NO<sub>2</sub> ikincil bir kirleticidir. Kaynağı atmosferde birincil kirletici olan NO'ın oksitlenmesidir. Bu yüzden eğer bir yerde NO az NO<sub>2</sub> çok ise, bu ölçüm yapılan noktanın kaynaklardan uzakta olduğunu gösterir. Horozgediği istasyonunda ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonunun, NO konsantrasyonuna kıyasla oldukça fazla olması istasyonun yanında birincil bir NO kaynağının olmadığını ve NO<sub>2</sub>'in de uzaktan geldiğini gösterir. Horozgediği istasyonunun yakınında herhangi bir NO kaynağının olmaması da bu durumu teyid etmektedir.

Aliağa'daki durum ise biraz daha farklı olarak bulunmuştur. Aliağa istasyonundaki kış mevsimi NO aylık değişimi, SO<sub>2</sub> aylık değişimine benzemektedir. Dolayısı ile yanma büyük bir ihtimal ile Aliağa ilçesindeki NO emisyonlarının ana kaynağıdır. Atmosferdeki NO'nun diğer bir kaynağı da trafiktir. Ancak, NO konsantrasyonlarında görülen aylık değişim araçlardan ziyade, yanma ile daha kolay açıklanabilmektedir.

Şekilden de görülebileceği gibi, Aliağa istasyonunda yaz mevsiminde NO ve NO<sub>2</sub> Horozgediği istasyonunda da kış mevsiminde O<sub>3</sub> verisi bulunmamaktadır. Her ne kadar, bu ölçümler yapılmış ise de QA/QC çalışmalarında bu verilerin istatistik güvenilirliğe sahip olup olmadığı konusunda kuşku oluşmuş ve Kış mevsiminde Horozgediği istasyonunda ölçülen ozon ve yaz mevsiminde de Aliağa'da üretilen NO ve NO<sub>2</sub> değerlerinin istatistik değerlendirmelerde kullanılmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

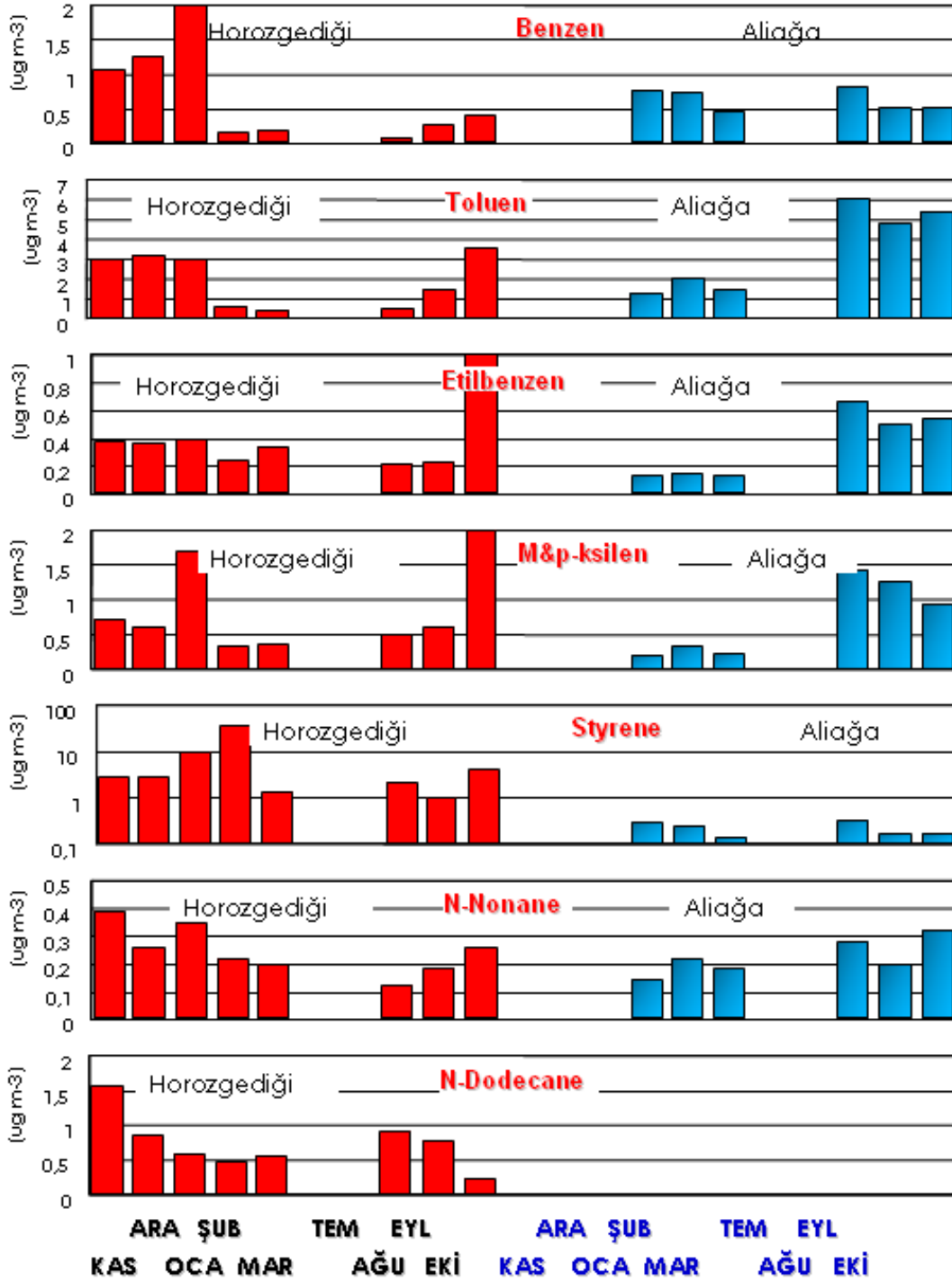
Ölçülmüş olan PM<sub>10</sub> konsantrasyonları Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında benzer değişimler göstermektedir. Her iki istasyonda da PM<sub>10</sub> konsantrasyonlarında aydan aya çok belirgin farklılıklar görülmese de, yaz aylarında ölçülen PM<sub>10</sub> konsantrasyonları, kış kampanyasında ölçülenlere nazaran biraz daha yüksektir. Bunun nedeni yaz aylarında toprak aerosollarının daha fazla üretilmesidir. Bilindiği gibi toprak aerosolları, yüzeydeki toprak partiküllerinin rüzgar etkisiyle havalanmasıyla

oluşmaktadır. Kış mevsiminde toprak çamur halinde, ve hatta baz yerlerde buzla kaplı olduğundan toprak aerosollarının oluşması sınırlıdır. Yaz aylarında ise toprak kuru olduğundan toprak aerosollarının oluşumu daha kolay ve daha fazladır. Toprak kökenli partiküller dünyanın her yerinde toplam aerosol yükünün önemli bir bölümünü oluşturduğundan bundaki değişimler toplam partiküler madde yüküne de yansımaktadır.

Ozon da NO<sub>2</sub> gibi ikincil bir kirleticidir. Şekilden de görülebileceği gibi hem Aliğa hem de Horozgediği istasyonlarında ozon konsantrasyonları yaz döneminde Temmuz ayından Ekim ayına doğru azalmaktadır. Bu atmosferdeki güneş ışını akısındaki (Solar flux) değişime paralel bir konsantrasyon değişimidir. Aliğa'da kış döneminde ise bir aydan diğerine kıyasla önemli bir farklılık görülmemiştir. Kasım – Mart döneminde güneş ışını akısı en alt düzeyde olup çok da bir değişim göstermez. Bu nedenle konsantrasyonlar da bir aydan diğerine, benzer şekilde, çok değişmemektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi, Horozgediği istasyonunda ölçülen kış mevsimi ozon verileri istatistik değerlendirmelerde kullanılmamıştır. Horozgediği istasyonunda yaz mevsiminde ölçülen ozon konsantrasyonları, Aliğa istasyonunda olduğu gibi, solar akıya paralel olarak Temmuz ayından başlayarak Ekim ayına kadar düşmüştür. Ancak burada dikkati çeken bir nokta bulunmaktadır. Aliğa istasyonu trafikten daha çok etkilense de Horozgediği istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonları Aliğa'da ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonlarından daha yüksektir. Bunun nedeni "ozon destilasyonu" olarak bilinen bir olaydır. Normal atmosferde atmosferdeki NO, UOB'le birlikte, yer seviyesi ozon oluşumunun temel öğelerinden birisidir. Ancak NO konsantrasyonu belli bir düzeyin üzerine çıkarsa, NO bu sefer ozonu parçalamaya başlamaktadır. Bu nedenle çok kirli atmosferlerde ozon düzeyleri çok yüksek olmamaktadır. Kentlerde yapılan çalışmalarda ozon düzeylerinin her zaman şehrin kenar mahallerinde (suburb) yüksek bulunmasının nedeni de aynıdır. Bu çalışma çerçevesinde yapılan pasif örnekleme çalışmasında da ozon düzeylerinin Horozgediği istasyonundan da güneyde en yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. Bölgedeki ozon dağılımı pasif örnekleme ile ilgili olarak ileriki bölümlerde etraflıca tartışılacaktır

Seçilen bazı organik bileşiklerin aylık değişimleri Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Seçilen bileşikler BTX olarak tabir edilen ve benzen, toluen, etilbenzen, m, p ksilen ve o-ksilenden oluşan gurup, bölgeden PETKİM'in özel bir emisyonu



**Şekil 3.11** Horozgediği ve Aliğa istasyonlarında seçilmiş bazı UOB lerin çalışma süresince aylık değişimi

olduğu düşünölen sitiren ve daha çok dizel emisyonlarında yüksek konsantrasyonlarada olduğu bilinen ağır hidrokarbonlardan olan N-nonan ve N-dodekan dır.

Aliağa bölgesinde UOB'lerin üç önemli kaynağı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, bölgedeki endüstrilerden, basta TÜPRAŞ rafinerisi ve PETKİM olmak üzere, bazılarıdır. Demir çelik tesislerinde normal operasyonları sırasında UOB salımı olmasa da, bazen yağ içeren hurda demirin yakılması sırasında UOB'ler de atmosfere atılabilmektedir. Ancak bu tür emisyonlar sınırlı olmaktadır. UOB emisyonu potansiyeli olan diğer bir endüstri ise, gemi söküm tesisleridir. Gemilerin yağlı aksamaları, söküm işlemini zorlaştırdığından, gemilerin sökülmeden önce yakıldığı yönünde söylentiler mevcuttur. Ancak Aliağa bölgesinde bu tür söylentilerin ne kadar gerçek olduğunu bilmek mümkün olmamıştır. Ne var ki yağlı gemi aksamaları hurdadan oluşturulacak demirin kalitesini düşüreceğinden bir şekilde yağın hurdadan ayrılması gereklidir. Bunun en pratik şeklinin yakma olduğu kabul edilebilir. Hiçbir işlem yapılmıyorsa bile, yağlı hurda da bulunan yağ, demir çelik tesislerindeki yüksek sıcaklıkta yanacaktır. Dolayısı ile sökülen gemilerde bulunan yağ bir şekilde bölgede yanmakta ve VOC olarak atmosfere atılmaktadır. Bu bakımdan gemi söküm tesisleri de potansiyel UOB kaynağı olarak kabul edilmiştir.

Bölgedeki diğer UOB kaynakları araçlar ve evlerdeki ısınma amaçlı yanma, boylar, kurutemizleyiciler gibi küçük ölçekli kaynaklardır.

Aliağa istasyonunda, benzen dışında kalan UOB'lerin kış mevsimi konsantrasyonlarının yaz ölçüm dönemindeki konsantrasyonlarla karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu görölmektedir. Ancak UOB konsantrasyonlarında bir aydan diğerine önemli bir değişiklik de görölmemektedir. Aliağa istasyonunda ölçölen UOB konsantrasyonlarında, stiren ve N-nonan dışında, gözlenen ortak eğilim yaz aylarındaki UOB konsantrasyonlarının kış aylarındaki konsantrasyonlardan yüksek olmasıdır. Yaptığımız bütün değerlendirmelerde Aliağa ilçesindeki kirleticilerin büyük bölümünün, endüstrilerden gelenlerden ziyade ilçede bulunan çeşitli kaynaklarca üretilen kirleticiler olduğu izlenimi oluşmaktadır. Bunun temel nedeni bölgede dominant rüzgarın kuzey ve kuzy-kuzeydoğu yönlerinden olması ve Aliağa'nın da endüstrilerin kuzeyinde yer almasıdır. Esasında Aliağa'da ölçölen UOB düzeyleri, lokal trafik tarafından bile belirlense kış mevsimi konsantrasyonlarının, karışım yüksekliği kış mevsiminde daha düşük

olacağından, yaz mevsiminden yüksek olması beklenmelidir. Ancak ölçümler bunun tam tersinin doğru olduğunu göstermiştir. İlçede yaz UOB konsantrasyonlarının kış konsantrasyondan yüksek olması, bölgedeki trafik yükünün, turistik faaliyetlerden dolayı yaz aylarında artmasından kaynaklandığı sonucuna verilmiştir. Her ne kadar Aliağa ve çevresinde yapılmış araç sayımı olmasa da, Aliağa'nın turistik bir bölge olduğu ve bu nedenle yaz aylarında trafiğin daha yoğun bir hale geldiği kalitatif olarak da olsa bilinmektedir. Trafiğin yoğunlaşması sonucu olarak da UOB düzeyleri artmaktadır.

Stiren konsantrasyonlarında yaz ve kış mevsimleri arasında bir farklılık olmamasının nedeni bu bileşiğin trafik kaynaklı olmamasıdır. Stiren bölgede büyük ölçüde PETKİM'de üretilmektedir. Dolayısı ile, BTEX bileşiklerinde olduğu gibi, yaz ve kış mevsimleri arasındaki farklılık olması çok beklenmemektedir.

Aliağa istasyonunda ölçülen N-nonan konsantrasyonu yaz ve kış mevsimlerinde önemli bir farklılık göstermemiştir. N-nonan gibi ağır hidrokarbonlar daha çok dizel yakıtlı ağır vasıtalardan, bazen da endüstrilerden atmosfer atılmaktadır. Ne ağır vasıtalar ve ne de endüstriyel emisyonlar açısından Aliağa bölgesinde yaz ve kış mevsimleri arasında belirgin farklılıklar beklenmemiştir ve görülmemiştir. N-dodecane Aliağa istasyonunda kullanılan kalibrasyon gazında olmadığından, Aliağa istasyonunda bu bileşikle ilgili veri mevcut değildir.

Çalışmada ölçülen eser element konsantrasyonlarının aylık değişimleri Tablo 3.19'da görülmektedir. Aliağa istasyonunda kış aylarında ölçülen elementlerin küçük fraksiyonun kütlesi (14,900 ng), büyük fraksiyonun kütlesine (2,300 ng) kıyasla oldukça fazla bulunmuştur. Yaz ölçümlerinde ise küçük fraksiyonun kütlesi (9,900 ng) büyük fraksiyonun kütlesine (8,300 ng) daha yakındır. Yazın Aliağa ilçesindeki emisyonların ana kaynağı araç emisyonlarıdır. Kışın ise araç emisyonlarına ilaveten, ısınmadan kaynaklanan emisyonlar en önemli kaynaklarıdır. Bu nedenle kışın fine kütlenin daha yüksek olması normal ve beklenen bir durumdur.

Toprak kökenli elementler (Al, Si, Ca, Ti, Fe) hem yaz hem kış coarse fraksiyonda daha yüksek olarak ölçülmüştür. Bu durum beklenen bir durumdur, çünkü toprak kökenli elementlerin genellikle coarse fraksiyonda da olduğu bilinmektedir.

**Tablo 3.19** Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında Metallerin yaz ve kış mevsimi değişimleri

	ENKA				Aliaga			
	Kış		Yaz		Küç.Par.	Büy.Par.	Küç.Par.	Büy.Par.
	Küç.Par. ng m <sup>-3</sup>	Büy.Par. ng m <sup>-3</sup>	Küç.Par. ng m <sup>-3</sup>	Büy.Par. ng m <sup>-3</sup>	Kış ng m <sup>-3</sup>	Kış ng m <sup>-3</sup>	Yaz ng m <sup>-3</sup>	Yaz ng m <sup>-3</sup>
<b>Mass</b>	32,900	51,400	27,400	71,300	14,900	2,300	9,900	8,300
<b>Mg</b>	50	200	24	210	14	13	43	46
<b>Al</b>	72	380	59	460	33	57	140	170
<b>Si</b>	250	1,100	210	1,400	58	160	170	510
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	4,600	1,900	5,200	2,100	590	200	3,200	1,200
<b>K</b>	760	530	200	240			150	100
<b>Ca</b>	320	3,300	200	3,000	81	240	110	470
<b>Ti</b>	11	55	4,4	57	2,3	5,5	6,0	15
<b>Cr</b>	7	13	2,2	7,1	0,9	0,7	0,86	0,91
<b>Mn</b>	160	230	40	130	4,4	2,0	5,4	6,8
<b>Fe</b>	2,200	4,600	460	2,400	23	58	98	260
<b>Ni</b>	0,9	1,3	1,0	1,6	0,35	0,29	0,95	0,75
<b>Cu</b>	23	15	17	6	2,7	3,1	4,9	5,5
<b>Zn</b>	3,900	3,900	560	1,100	41	15	26	21
<b>Pb</b>	200	160	1,4	1,4	5,8	3,5	1,1	1,1

Antropojenik kökenli elementlerde (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cu, Zn, Pb) ise durum daha farklıdır. Bakırın coarse ve fine fraksiyonlardaki konsantrasyonları karşılaştırılabilir düzeylerdeyken, kurşun için aynı durum söz konusu değildir. Çünkü Kurşunun kış konsantrasyonları fine fraksiyonunda daha fazlayken, yaz ayındaki fine ve coarse fraksiyonlarının konsantrasyonları benzer bulunmuştur. Yaz ve kış mevsimleri için en yüksek Çinko konsantrasyonları Çinkonun fine fraksiyonunda ölçülmüştür.

Horozgediği istasyonunda kış ve yaz aylarında ölçülen elementlerin büyük fraksiyonun kütlesi, küçük fraksiyonun kütlesine kıyasla daha fazla olarak ölçülmüştür. Bu durum Horozgediği istasyonunda ölçülen toprak kökenli



elementler içinde geçerlidir. Horozgediği istasyonunda kış ve yaz aylarında ölçülen toprak kökenli elementlerin küçük fraksiyon konsantrasyonları çok değişmemiştir. Ancak, toprak kökenli elementlerin yaz mevsimindeki büyük partikül konsantrasyonları kış mevsimi fraksiyonlarına göre %30 kadar daha fazla olarak ölçülmüştür. Bu sonuç beklenen bir durumdur. Çünkü yazın, toprak kuru olduğundan, toprak kökenli partikül konsantrasyonu artar. Toprak kökenli partiküllerin çoğu büyük boyutlu olduğundan toplanan büyük fraksiyon konsantrasyonlarında da bir artış beklenir.

Horozgediğin'de toplanan antropojenik kökenli elementlerde ilginç bir mevsimsel değişim görülmüştür. Antropojenik elementlerin küçük partikül konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu çok iyi bilinmektedir. Bu çalışmada Horozgediği istasyonunda antropojenik elementlerin küçük partikül konsantrasyonları, büyük partikül konsantrasyonlarına nazaran biraz yüksektir. Ancak, aradaki fark literatürde rapor edilenlerden çok daha azdır. Büyük partikül fraksiyonunda beklenenin üzerinde antropojenik kökenli element görülme nedeni yüzey toprağının bu elementlerce zenginleşmiş olmasıdır.

Bu bulgu, bölgedeki, çok seslendirilmeyen çok önemli bir olguya işaret etmektedir. Bu olgu son 10 yıl içerisinde oluşan toprak kirliliğidir. Horozgediği istasyonu çevresinde yer alan demir-çelik tesislerinin, prosesleri sırasında oluşan cürufu uzun yıllardır toprağa yaydıkları söylenmektedir. Yayılan cüruf metaller açısından zengin bir materyaldir. Bölgede toprak kirliliğine yönelik, DEU tarafından yapılan çalışmalar demir-çelik tesisleri çevresinde toprakta çok yüksek metal konsantrasyonları ölçmüştür. Söz konusu yüksek toprak konsantrasyonları atılan cüruftan kaynaklanmıştır. Bu çalışmada toprak ölçümleri yapılmamıştır, ancak antropojenik kökenli elementlerin filtrelerimizde toplanan büyük partiküllerde bu denli zenginleşmiş olması, ancak toprak partiküllerinde olduğu gibi cüruf partiküllerinin de rüzgarla havalanması ve filtrelerde tutulmasıyla mümkündür.

Her ne kadar toprak kirliliği konumuz olmasa da, bölgede tarım yapıldığı ve bu kadar yüksek metal konsantrasyonlarının içerisinde yetişen bitkilerin bölgede yaşanlar tarafından tüketildiği göz önüne alınırsa kapsamlı bir toprak kirliliği çalışması ile bitkilerde, en azından sebze ve meyve için, tarama çalışmasına acilen ihtiyaç olduğunu ifade etmemiz gerekmektedir.

### 3.2.4.3 24-Saatlik değişimler (Diurnal)

Atmosferde gözlenen 24-saatlik değişimler genellikle meteorolojideki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Aliağa istasyonundaki SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ve PM-10 kütlelerinin 24 saatlik döngüleri Şekil 3.12'da görölmektedir.

NO<sub>2</sub> ikincil bir kirleticidir ve araba egsozlarından salınan NO'nin fotokimyasal oksitlenmesi sonucu oluşur. Şekilden de görüldüğü üzere NO ve NO<sub>2</sub>'nin 24-saatlik döngüleri incelendiğinde tipik bir trafik paterninin olduğu görölmektedir. Yani sabah 7:00-9:00 ve 18:00-20:00 saatleri arasında sabah ve öğleden sonraki trafik yoğunluğundan dolayı, her iki kirletici içinde iki tane maksimum gözlenmektedir.

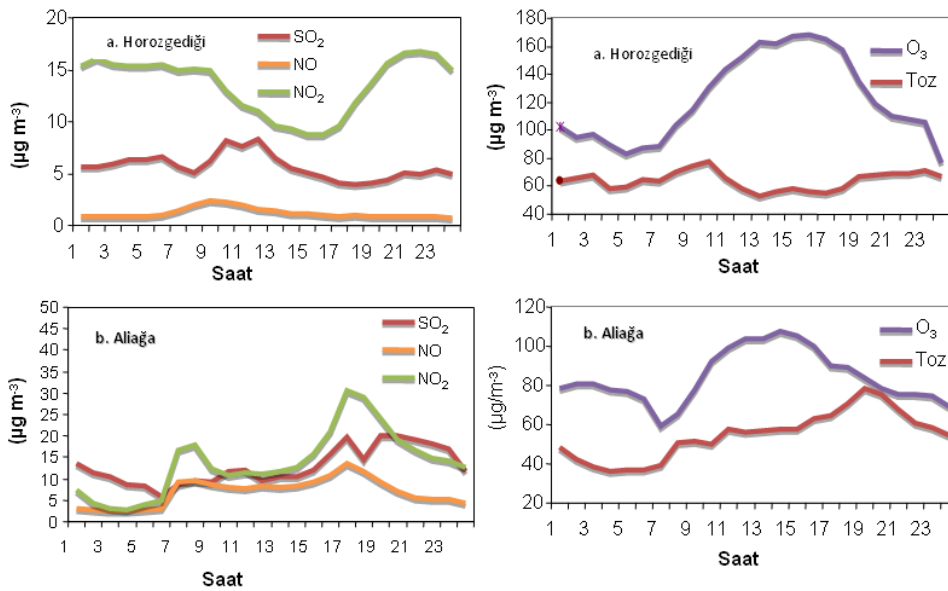
Hem SO<sub>2</sub> hem de Tozda da benzer eğilimler görölmektedir. Her ikisinin de konsantrasyonları geceleri oldukça düşük değerlere ulaşmaktadır. Konsantrasyonlar sabah 7 gibi trafik yoğunluğu ile artmaya başlamış ve akşam 7'ye dek gün boyu hafif bir artış göstererek artmış, sonra tekrar düşük değerlere ulaşmıştır. İstasyonun yerine bağlı olabilmekle birlikte, incelenen kirleticilerin lokal trafik aktivitesinden etkilendiği görölmektedir. Pik konsantrasyonların yerinde hafif bir kayma olmasına karşın her iki kirleticinin konsantrasyonları da yaklaşık olarak trafik kaynaklı kirleticilerin artmaya başladığı zamanlarda artış göstermiştir. SO<sub>2</sub>'nin de trafik kaynaklı kirleticilerle aynı trendi izlemesi ilginç bir durum olmakla birlikte SO<sub>2</sub> değişimindeki aynı eğilim Ankara'da da gözlenmiştir.

Diğer kaynaklardan atılan SO<sub>2</sub> emisyonları düşük olduğu zaman dizel emisyonlarından kaynaklanan SO<sub>2</sub> önemli hale gelmektedir. Aliağa'da da SO<sub>2</sub> nin araç kökenli kirleticilerle aynı 24 saatlik döngüyü göstermesi dizel emisyonlarından kaynaklanan SO<sub>2</sub>'den dolayıdır. Çünkü Türkiyede bulunan dizel yakıtlarının içerisinde %0.3 ile %0.7 arasında Kükürt bulunduğundan, dizel emisyonları yola yakın bölgelerde atmosferde SO<sub>2</sub> artışında neden olabilmektedirler.

Ozon konsantrasyonları diğer konsantrasyonlarla ters orantılı değişim göstermiştir. Ozon konsantrasyonları saat 4:00 ve 16:00 arasında en yüksek konsantrasyonlara ulaşmaktadır. Ozon oluşumu UV radyasyonu gerektirdiğinden, yüksek O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının güneş ışığı akısının en yüksek olduğu öğleden sonra saatlerinde oluşması çok şaşırtıcı değildir

(Wang et al, 2007). Horozgediği istasyonunda da gün boyunca yüksek, güneş batışından sonra yaklaşık 20:00 dan sonra düşük değerler kaydedilmiştir.

Horozgediği istasyonundaki döngüler Aliğa istasyonuna göre biraz daha farklılaşmıştır. NO'nun sabah tek bir pik gösterdiği görülmektedir. NO<sub>2</sub> konsantrasyonları ise bariz bir şekilde geceleri yüksek gündüzleri ise düşük değerlerdedir. SO<sub>2</sub> saat 10-13 arasında yükselmekte, günün diğer saatlerinde ise oldukça düşük değerlere ulaşmaktadır. Bu da PETKİM ve TÜPRAŞ'tan kaynaklanan SO<sub>2</sub> emisyonlarının bölgede dolaşan rüzgar yönüne bağlı olarak istasyon noktasına ulaştığı saati göstermektedir.



**Şekil 3.12** İnorganik fazı kirleticilerin a) Horozgediği istasyonu, b) Aliğa istasyonlarındaki 24 saat süreli değişimleri

Horozgediği istasyonunda ölçülen Ozonun 24-saatlik değişimi Aliğadakine benzer bir değişim göstermektedir. Sadece gündüz maksimum piki Aliğada görülen pikten daha yüksek ve daha geniş olarak gözlenmiştir. Aliğa istasyonuna ait 24-saatlik değişimde gün içerisinde en yüksek değer yaklaşık 100 ug/m<sup>3</sup> olarak ölçülürken, Horozgediği istasyonunda ölçülen en yüksek değer ise 160 ug/m<sup>3</sup> dolayında ölçülmüştür ve bu değer yaklaşık olarak saat 11-17 arasında değişim göstermemiştir.

Toz konsantrasyonlarının diurnal değişiminde ise daha farklı bir durum söz konusudur. Aliağa'daki diurnal değişimin tersine, Horozgediği istasyonunda PM-10 konsantrasyonlarının geceleri yüksek, gündüzleri ise daha düşük olduğu görölmektedir. Bu beklenen bir durum değildir, çünkü genellikle gündüzleri gerçekleştirilen pek çok aktivite toz emisyonlarının atmasına neden olur. Ancak Horozgediği bölgesinde bunun tam tersi bir durum gözlemlenmektedir. Bölgede söylenegelen ancak kimsenin bu güne kadar kanıtlamayı başaramadığı bir eylem bunun nedeni olabilir. Çok uzun zamandır bölgedeki demir çelik tesislerinin filtrelerini gündüzleri çalıştırdığı ancak geceleri kontrol cihazlarını çalıştırmadığı şeklinde bir söylem vardır, bu sebeple geceleri yüksek olan toz konsantrasyonlarının nedeni bölge tesislerinden kaynaklanan kontrolsüz emisyonların olabileceği düşünülmektedir. Bölgede geceleri etkin olan başka bir toz kaynağı mevcut değildir. Karışım yüksekliğinin gece düşmesinin sadece toz değil diğer kirleticileri de etkilemesi beklenir. Oysa diğer kirleticilerden NO<sub>2</sub> dışında kalanların konsantrasyonları gündüz saatlerinde yüksek olarak bulunmuştur.

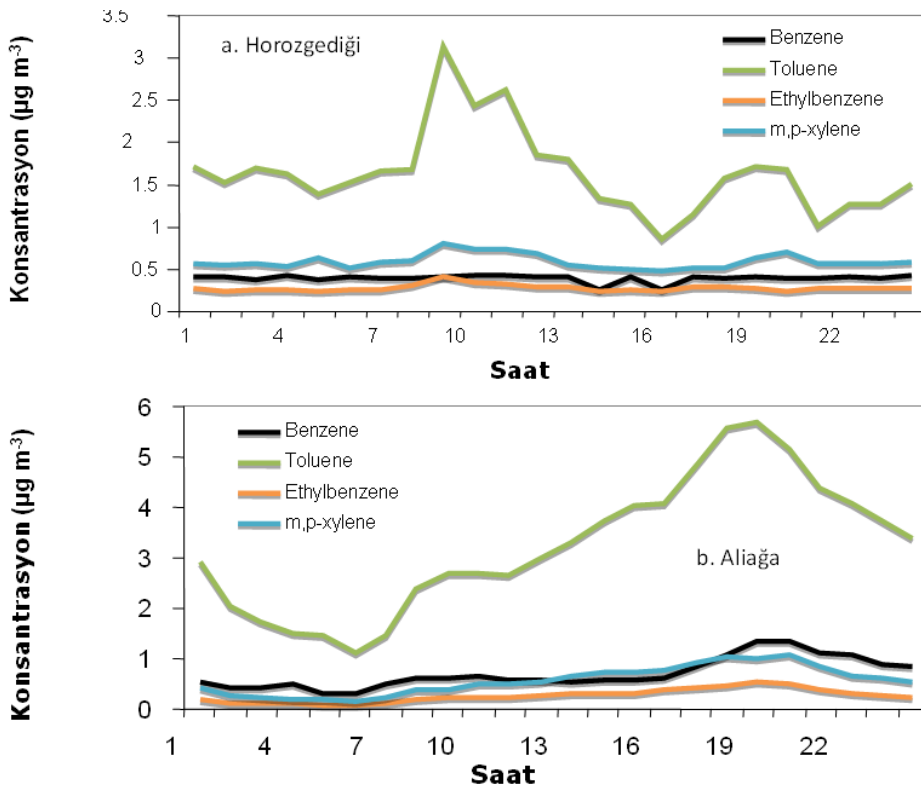
UOB'lerin Aliağa'daki gün içersindeki saatlik değişimleri Şekil 3.13'da gösterilmiştir. BTX grubu trafikten kaynaklanan kirliliğin belirlenmesinde önemli bir göstergedir (Hoque, 2007). Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında iki farklı saatlik değişim vardır. Aliağa istasyonuna ait 24-saatlik değişim incelendiğinde, bütün BTX bileşikleri için 2 adet pik (tepe noktası) görölmektedir ayrıca şekilden de görüldüğü üzere BTEX konsantrasyonlarının günlük dağılımlarının benzerliği bu grubun ortak bir kaynaktan geldiğini göstermektedir (Parra, 2006). Bu pikler sabah işe gidiş ve akşam işe dönüş trafiğinden kaynaklanmaktadır.

Daha önce birkaç değişik değerlendirmede ortaya çıktığı gibi, Aliağa endüstrilerden ziyade kendi ürettiği emisyonlardan etkilenmektedir. Aliağa'da UOB konsantrasyonlarını belirleyen ilçedeki ve çevresindeki trafik aktivitesidir.

Horozgediği istasyonunda çok farklı bir saatlik değişim gözlenmektedir. Horozgediği istasyonunda ölçülen BTX bileşiklerinin konsantrasyonları her şeyden önce Aliağa istasyonunda ölçülen konsantrasyonlardan daha düşük olarak bulunmuştur. Aliağa istasyonu ilçedeki trafik aktivitesinin en yoğun olduğu bir noktada olduğundan etrafında sürekli bir VOC emisyonu bulunmuştur. Ancak Horozgediği istasyonu yollara ve endüstriler çok yakın olmadığından sadece rüzgar yollar veya endüstriler tarafından estiğinde VOC

emisyona maruz kalmıştır. Dolayısı ile konsantrasyonların Aliğa da ölçülenlere nazaran düşük olması beklenmelidir.

Gün içerisindeki değişime bakıldığında sabah saat 7 - 10 arasında ve akşam 17 - 19 arasında bütün BTX bileşiklerinde Foça ve İzmir yollarındaki trafik artışından kaynaklanan bir konsantrasyon artışı görülmektedir. Ancak bunlar Aliğa istasyonunda görüldüğü gibi dominant değişimler değildir. Horozgediği'nde dikkat çeken diğer bir nokta ise bu ufak konsantrasyon oynamalarının dışında 24 saat süreli başka bir değişikliğin gözlenmemesidir.



**Şekil 3.13** Seçilmiş UOB'lerin a) Horozgediği ve b) Belediye istasyonlarındaki 24 saat süreli değişimleri

#### 3.2.4.4 Hafta içi – Hafta sonu değişimleri

Ölçülen parametrelerin Aliğa ve Horozgediği istasyonlarındaki Hafta içi - Hafta sonu konsantrasyonları seçilen bazı parametreler için Tablo 3. 20'de gösterilmiştir. Ancak daha sonra parametreler gruplanarak değişik şekillerde gösterilmiş ve tartışılmıştır.

**Tablo 3.20** Ölçülen kirleticilerin Belediye ve Enka istasyonlarındaki hafta içi ve hafta sonu konsantrasyonları

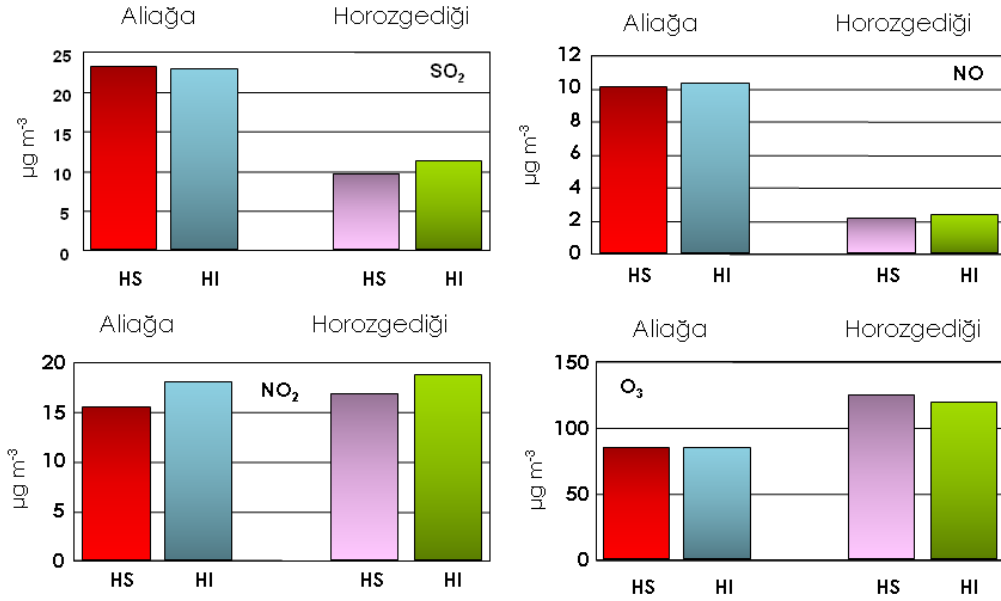
İstasyon	Parametre	Aritmetik Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
		Hafta sonu	Hafta içi
Belediye	SO <sub>2</sub>	23.2±40.9 (12.0)	23.0±43.8 (12.0)
	NO	10.2±14.1 (7.35)	10.4±16.6 (7.05)
	NO <sub>2</sub>	15.6±16.4 (10.6)	18.1±16.9 (13.6)
	NO <sub>x</sub>	26.2±27.5 (20.1)	29.2±31.0 (21.8)
	O <sub>3</sub>	85.8±34.3 (83.9)	86.5±35.4 (85.0)
	PM-10	64.6±61.8 (55.0)	60.1±39.5 (54.0)
	PM-2.5	13.3±9.64 (14.0)	15.4±25.8 (9.86)
	Mg	0.047±0.041 (0.032)	0.093±155 (0.059)
	Al	0.51±0.61 (0.25)	0.53±0.78 (0.27)
	Ni	0.0024±0.0026 (0.0018)	0.0016±0.0013 (0.0013)
	Cu	0.0077±0.0048 (0.0087)	0.10±0.0081 (0.0076)
	Benzene	1.64±2.77 (0.67)	1.30±2.48 (0.62)
	Toluene	6.59±11.5 (2.72)	5.35±7.13 (3.19)
	Ethylbenzene	0.62±0.97 (0.20)	0.55±0.78 (0.24)
	m-p-Xylene	1.23±1.89 (0.42)	1.25±2.64 (0.53)
Enka	SO <sub>2</sub>	9.83±12.1 (5.3)	11.3±21.0 (5.6)
	NO	2.25±3.65 (1.10)	2.40±7.28 (1.18)
	NO <sub>2</sub>	16.98±18.8 (13.3)	15.6±14.2 (13.2)
	NO <sub>x</sub>	19.6±20.6 (15.4)	18.5±19.6 (15.3)
	O <sub>3</sub>	126.8±63.5 (119)	120±60.3 (115)
	PM-10	84.0±74.1 (63.4)	84.8±79.5 (63.1)
	PM-2.5	54.5± 46.0 (37.1)	63.8±67.7 (42.0)
	Mg	0.30±0.19 (0.28)	0.40±0.80 (0.24)
	Al	0.73±0.42 (0.74)	0.96±2.60 (0.45)
	Ni	0.002±0.001 (0.002)	0.002±0.001 (0.002)
	Cu	0.039±0.035 (0.030)	0.038±0.040 (0.026)
	Benzene	1.02±1.84 (0.41)	0.92±2.16 (0.41)
	Toluene	4.86±21.4 (2.30)	2.28±2.38 (1.54)
	Ethylbenzene	1.00±1.31 (0.38)	0.80±1.45 (0.26)
	m-p-Xylene	1.56±0.74 (1.75)	1.43±2.17 (0.56)

Aliağa ve Horozgediği istasyonları için hazırlanan hafta içi - hafta sonu konsantrasyon değişimleri Şekil 3.14'da gösterilmiştir. SO<sub>2</sub>, NO ve ozon konsantrasyonları Aliağa ve Horozgediği istasyonlarının her ikisinde de hafta içi ve hafta sonu arasında önemli bir fark göstermemektedir. NO<sub>2</sub> her iki

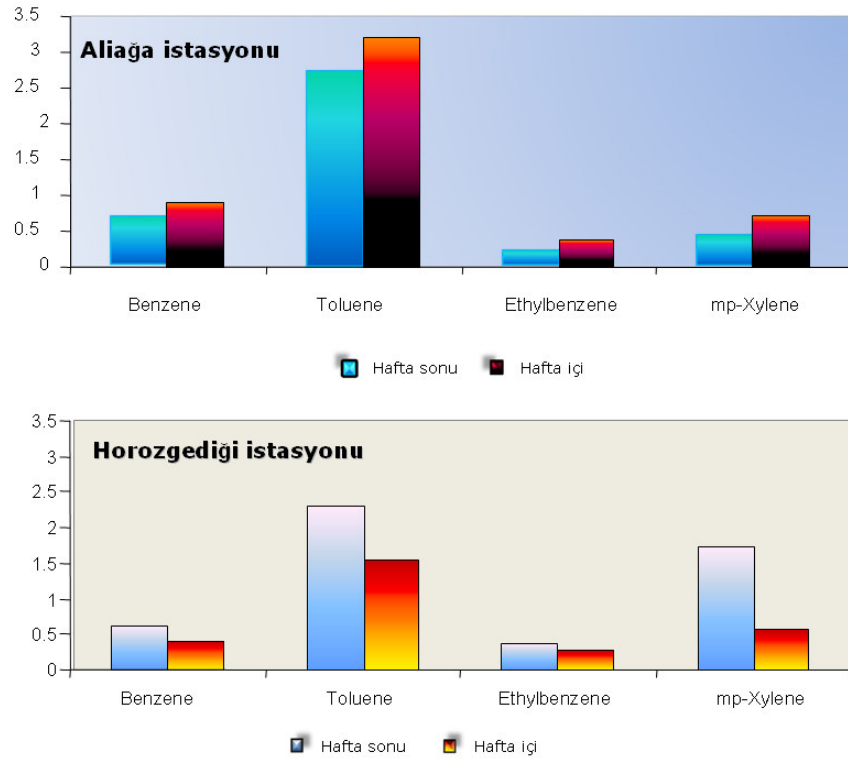
istasyonda da hafta içersindeki konsantrasyon değerleri hafta sonuna kıyasla biraz yüksek bulunmuştur. Ama aradaki fark çok fazla değildir. Genellikle bu parametrelerin hafta sonu konsantrasyonlarının hafta içersine nazaran daha yüksek olması beklenir, çünkü hafta sonunda gerek trafik emisyonları ve gerekse değişik faaliyetlerden kaynaklan emisyonlar azalmaktadır (Karandinos et al., 2005). Bu çalışmada ise beklenenin aksine ne Aliağa istasyonunda, ne de Horozgediği istasyonunda beklendiği gibi düşük hafta sonu konsantrasyonları görülmemiştir. Bunun nedeni Aliağa bölgesinin turistik niteliği olabilir. Hafta sonlarında düşük konsantrasyonlar ölçülmesi beklenmesi gerektiğini gösteren çalışmalar genellikle şehir atmosferlerinde yürütülmüştür. Herkesin de bildiği gibi, kentlerde hafta sonu trafik ve diğer aktiviteler çok azalmaktadır. Ancak turistik bir bölge olan Aliağa'da bunun tam tersi olmaktadır. Havanın güzel olduğu hafta sonlarında, bölge hafta içinde olduğundan çok daha kalabalık olmaktadır, her türlü aktivite hafta içine nazaran daha yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu nedenle ne Horozgediği, nede Aliağa istasyonlarında hafta sonu ile hafta içi arasında önemli bir konsantrasyon farkı görülmemektedir. Literatüre bakıldığında, Aliağa'da görülen duruma benzer pek çok durumun olduğu görülmektedir (Fujita et al, 2003, Karandinos et al., 2005, Heuss et al., 2003).

UOB'lerin hafta içi ve haftasonu konsantrasyon değişimleri Şekil 3. 15'de gösterilmiştir. İnorganik kirleticilerin aksine UOB'lerde çok belirgin hafta sonu-hafta içi konsantrasyon farklılıkları gözlenmiştir. Aliağa istasyonunda BTX konsantrasyonları beklendiği gibi hafta içersinde hafta sonuna nazaran daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu ilçenin içersindeki trafik yoğunluğunun hafta içersinde, hafta sonuna kıyasla daha fazla olduğunu göstermektedir. İstasyonun yeri göz önüne alındığında bunun çok şaşırtıcı olmadığı söylenebilir.

Yalnız Horozgediği istasyonunda gözlenen hafta içi-hafta sonu farklılıklarının Aliağa'da gözlenen farklılıkların tam tersi olduğu görülmektedir. Endüstriyel emisyonlarda belirgin bir hafta sonu - hafta içi farkı olması beklenmemektedir. Gözlenen farkı oluşturan sebebin yine trafik yoğunluğu olduğu düşünülmektedir. Ancak trafik yoğunluğunun hafta sonunda daha fazla olması büyük bir olasılık ile Horozgediği istasyonunu etkileyen Yeni Foça yolu ile İzmir yolunun özellikle turizm mevsiminde hafta sonlarında daha yoğun bir trafik içermesi, buna karşılık Aliağa istasyonunun daha ziyade Belediye meydanı çevresindeki trafikten etkilenmesi ile açıklanabilir.



**Şekil 3.14** İnorganik kirleticilerin hafta içi ve hafta sonu konsantrasyonları



**Şekil 3.15** Seçilmiş UOB'lerin hafta içi ve hafta sonu konsantrasyonları



3.2.5 Aliğa bölgesinde ölçülen kirletici konsantrasyonlarına meteorolojik parametrelerin etkisi.

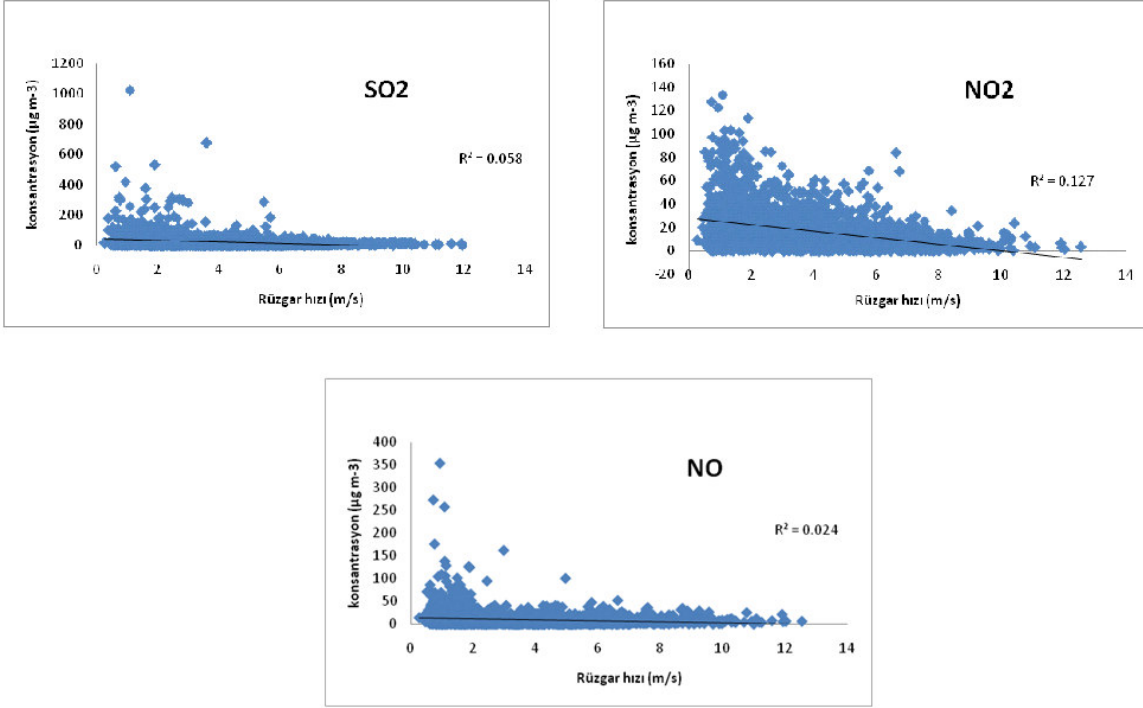
#### 3.2.5.1 Rüzgar hızının etkisi

Hava kalitesi ortam koşulları ile emisyon miktarı arasındaki karmaşık bir ilişki sonucu oluşmaktadır. Bir kirletici atmosferde kaldığı sürece dağılır, seyrelir ve kimyasal ve/veya fotokimyasal reaksiyonlara maruz kalır (Mayer, 1999). Bu nedenle atmosferde bir kirleticinin emisyonu ile konsantrasyonu arasındaki ilişkinin kurulması bir hayli güçtür (Fenger, 1999). Atmosferdeki kimyasal ve/veya fotokimyasal reaksiyonlar ortam havasının sıcaklık, nem gibi meteorolojik şartlarına bağlıdır. Rüzgar hızı, rüzgar yönü, türbülans ve atmosferik kararlılığın da atmosferdeki dağılım ve seyrelmeyi etkilediği bilinmektedir.

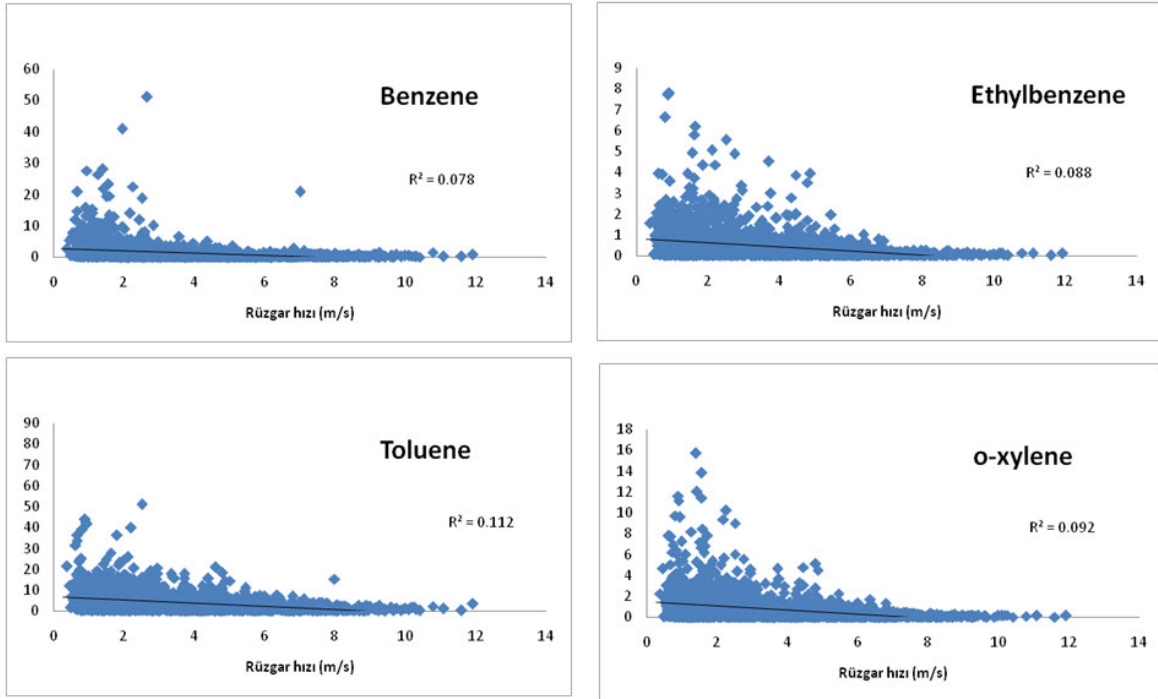
Atmosferde yatay ve dikey olmak üzere iki türlü hareket vardır. Yatay hareket rüzgar hızı ve yönü ile tanımlanırken dikey hareket karışım yüksekliği ile belirlenir. Bu bölümde endüstri bölgesinde atmosfere atılan kirleticilerin yayılım ve seyrelmelerini belirleyen meteorolojik parametreler ile ölçülen konsantrasyonlar arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir.

Ölçülen inorganik kirleticiler ile rüzgar hızı arasındaki ilişki faktörleri Şekil 3.16 de gösterilmiştir. Yüksek rüzgar hızıyla birlikte kirletici konsantrasyonlarında düşüş olduğu görülmektedir. Bunun nedeni rüzgar hızının artmasıyla atmosferdeki yayılma ve seyrelme mekanizmalarının daha etkin hale gelmesidir. Bu mekanizmaların etkin hale gelmesi ortam havasında gözlenen kirletici konsantrasyonlarının azalması sonucunu doğurmaktadır.  $R^2$  değeri yüksek olmasa da, veri sayısının çok fazla olması nedeniyle, rüzgar hızı ile konsantrasyonlar arasındaki ilişki istatistiksel olarak, %95 güvenirlilik sınırı içerisinde, anlamlıdır.

UOBlerin rüzgar hızı ile değişimi Şekil 3.17'da verilmiştir. İnorganik kirleticilerde olduğu gibi, UOB konsantrasyonları da rüzgar hızı ile ters bir ilişki görülmektedir. Bunun sebebi yukarıda tartışılmıştır. Literatürde de rüzgar hızının ortam havasındaki kirletici düzeylerine etkisini inceleyen bir çok çalışma vardır. Örneğin Vignati v.d.(1996) 'nin Milan ve Kopenhag'da yaptığı çalışmada her iki şehirdeki emisyonlar birbirine yakın olmasına karşın Kopenhag'da rüzgar hızının düşük olması nedeniyle kirletici düzeylerinin Milan'daki kirletici düzeylerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

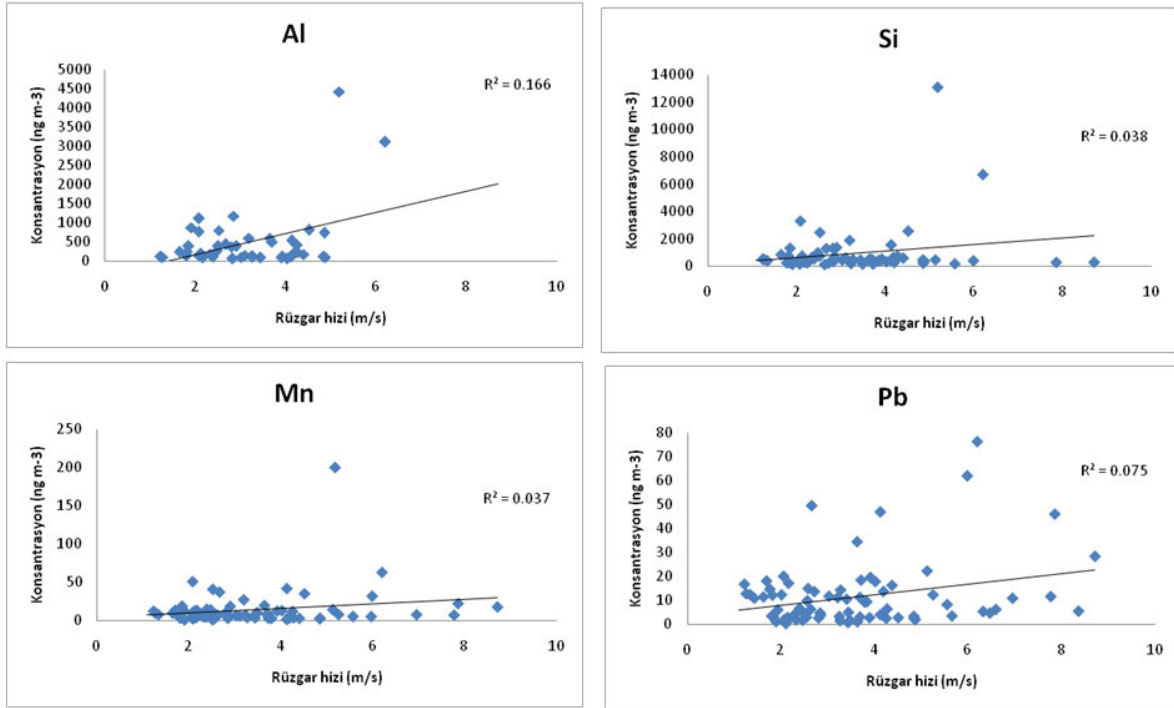


**Şekil 3.16** Rüzgar hızı ile inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki



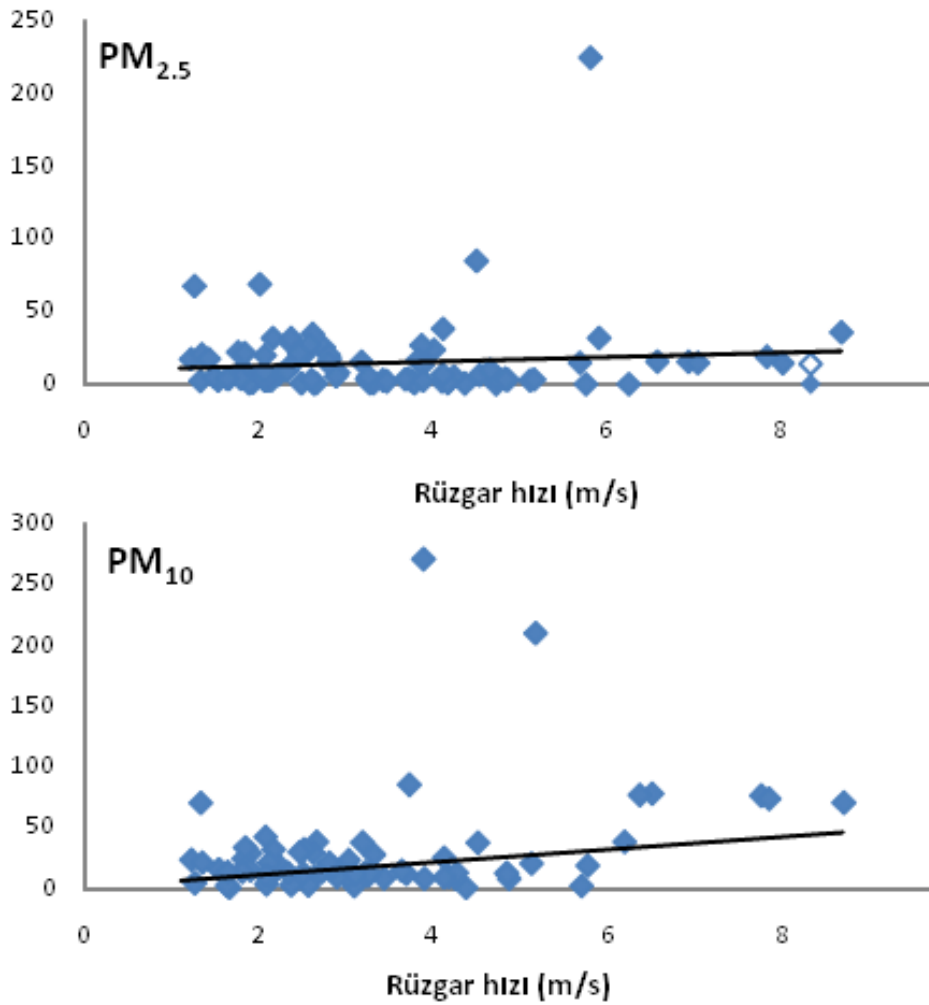
**Şekil 3.17** Seçilmiş bazı UOB ler ile Rüzgar hızı arasındaki ilişki

Metallerin atmosferik konsantrasyonları ile rüzgar hızı arasındaki ilişki Şekil 3.18'de, küçük ve büyük partiküler madde kütlelerinin rüzgar hızı ile değişimi de Şekil 3.19'de görülmektedir. Metaller ve PM kütlesinin rüzgar hızı ile değişiminin inorganik kirleticilerdeki değişimle tamamen ters olduğu -rüzgar hızı ile konsantrasyonların arttığı- görülmektedir. Bunun nedeni rüzgar hızındaki artışın toprağı süpürerek havaya toprak kökenli partikül maddelerin salınmasını sağlamasıdır. Alüminyum, Si ve Mn toprak kökenli elementler olduklarından bunların konsantrasyonlarının rüzgar hızıyla artması atmosferdeki toprak kökenli tozun konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmaktadır. Ancak kurşunun da toprak kökenli elementlere benzer bir değişim göstermesi, zaman içerisinde atmosfere atılan kurşunun yüzey toprağında zenginleşmesinden kaynaklanmaktadır. Literatürde de daha önceden ortama verilen ve genellikle trafikten kaynaklanan kurşun emisyonlarının topraktaki birikerek rüzgarın etkisiyle tekrar ortam havasına karıştığı ve bunun günümüzde birçok yerde gözlenen kurşunun kaynağı (uzun mesafeli taşınım veya lokal olarak) olabileceği belirtilmiştir (Sun v.d, 2006). Bu sadece kurşun için değil insan kaynaklı (antropojenik) elementlerin hepsinde gözlenmiştir.



**Şekil 3.18** Seçilmiş bazı elementler ile Rüzgar hızı arasındaki ilişki

Veri değerlendirmesinin çeşitli aşamalarında Aliğa bölgesinde ölçülen antropojenik kökenli elementlerin, yukarıda Pb ile ilgili tartışmada olduğu gibi, zamana içersinde atmosferden olan ekelme ve demir-elik tesislerinde ortaya çıkan cürufun yoları serilmiş olmasđ nedeniyle, yerden kalkan tozla ilişkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu çalışma dışında, bölgedeki toprak kirliliğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar sırasında toprakta yüksek metal konsantrasyonlarının llmesi (DEU, basılmamış veriler) yapılan gözlemi teyit etmektedir.



**şekil 3.19** Rüzgar hızı ile PM-10 ve PM-2.5 kütleleri arasındaki ilişki

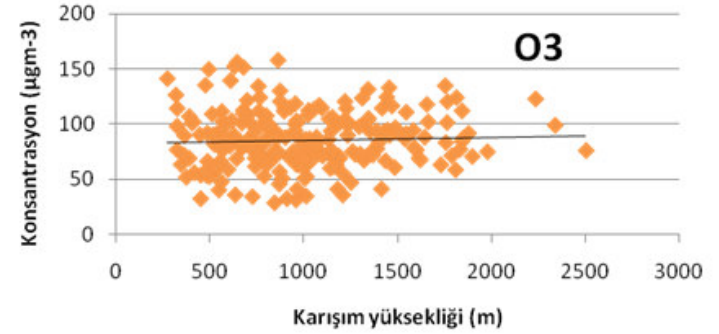
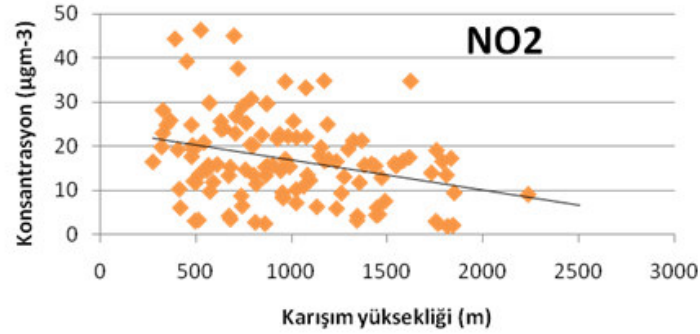
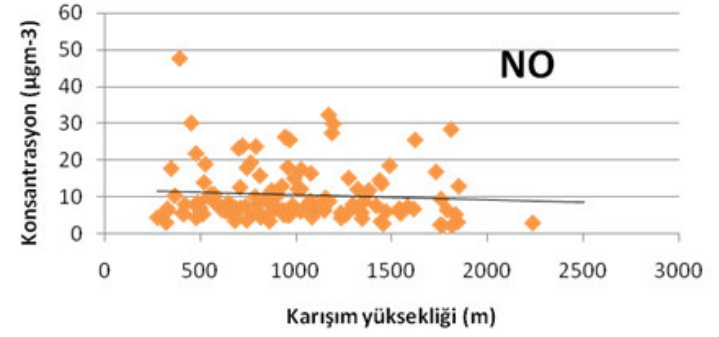
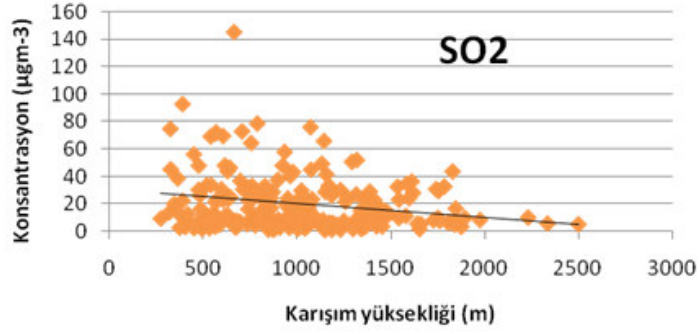
### 3.2.5.2 Karışım yüksekliğinin etkisi

Kirleticilerin atmosferdeki dikey hareketleri karışım yüksekliği ile belirlenmektedir. Karışım yüksekliği atmosfere salınan kirleticilerin yayılım ile karışabileceği yükseklik olarak tanımlanır. Karışım yüksekliğinin üzerine atılan kirleticilerin yer seviyesindeki hava kalitesine bir etkisi bulunmazken, atmosferde kalma süreleri artacağından, daha bölgesel ölçekte taşınmaları mümkün hale gelmektedir. Karışım yüksekliğinin artması ile kirleticilerin yayılımı ve seyrelmesi sağlandığından, ölçülen kirletici konsantrasyonları düşmektedir (USEPA, 2004).

Bu çalışmada saatlik karışım yükseklikleri İzmir Meteoroloji İstasyonu tarafından günlük olarak sabah ve öğleden sonra olmak üzere iki kez ölçülen radyosonda verileri ve Aliağa'da bulunan meteoroloji istasyonundan alınan saatlik yüzey verileri (rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık, ve 07:00,14:00 ve 21:00 saatlerinde ölçülen bulutluluk ve bulut yüksekliği) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama işleminde EPA tarafından meteorolojik verileri değerlendirmek için geliştirilen PCRAMMET programı kullanılmıştır. Çalışma alanında hesaplanan karışım yüksekliklerinin zamana karşı değişimi "Bölgenin Meteorolojisi" bölümünde etraflıca tartışıldığından burada ayrıca tartışılmayacaktır.

Karışım yüksekliği ile Aliağa istasyonunda ölçülen inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki Şekil 3.20'da gösterilmiştir. SO<sub>2</sub>, NO ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının karışım yüksekliği arttıkça düştüğü gözlenmiştir. Bu beklenen bir sonuçtur çünkü, daha önce de bahsedildiği gibi, karışım yüksekliğinin artması, kirleticilerin içersine atıldığı kutunun yüksekliğinin ve dolayısı ile hacminin artması anlamına gelmektedir. Kirleticilerin içersine salındığı hacmin artmasının seyrelmeyi arttıracığı için konsantrasyonların düşmesine neden olması beklenir.

Literatürde de karışım yüksekliği ile kirletici konsantrasyonları arasında ters bir korelasyon olduğu sıkça rapor edilmektedir (Meng v.d, 2008; Meng v.d, 2002; Atkins ve Lee, 1995; Derwent v.d.,1995). Karışım yüksekliği ile konsantrasyonlar arasındaki bu belirgin ilişki, karışım yüksekliğinin kirletici konsantrasyonlarının düzeylerini belirleyen önemli parametrelerden birisi olduğunu göstermektedir.



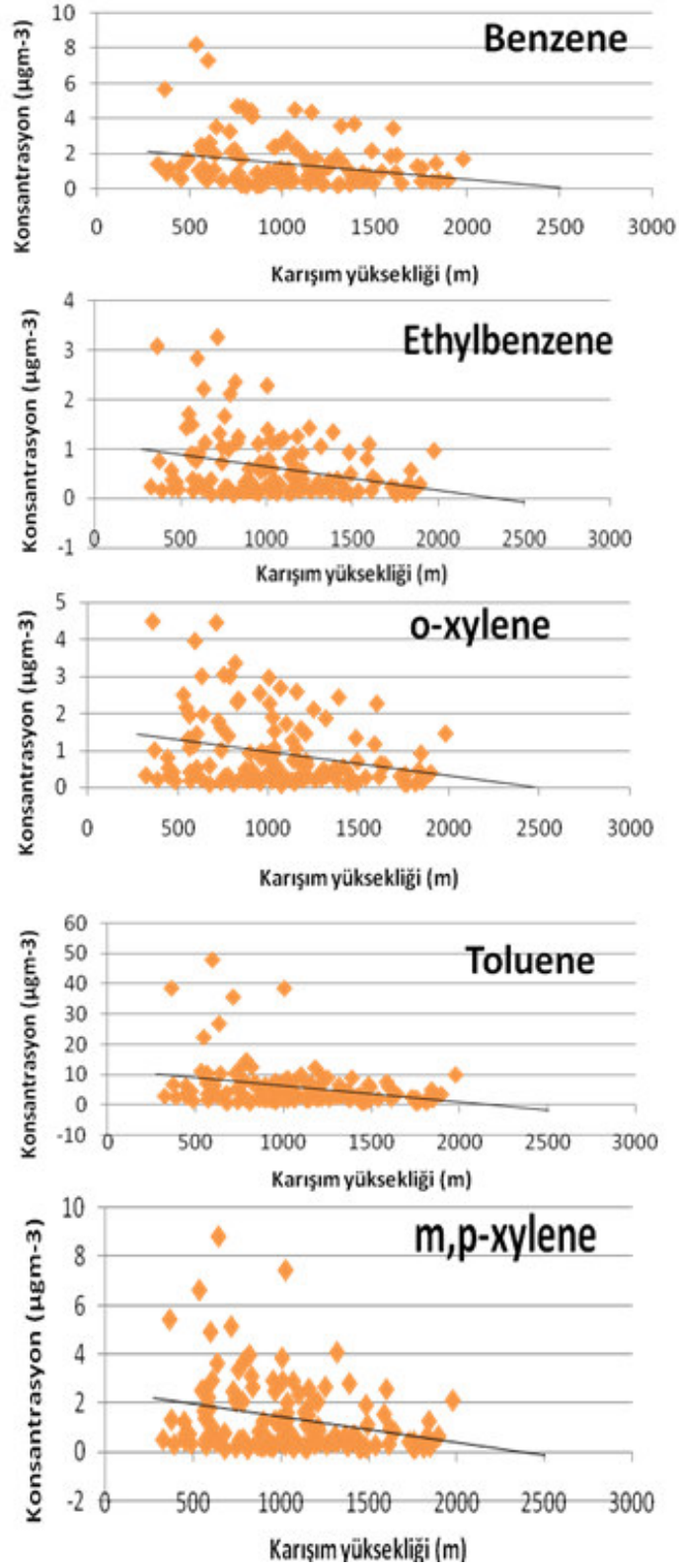
**Şekil 3.20** Karışım yüksekliği ile inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki

Antropojenik birincil kirleticilerin aksine O<sub>3</sub> konsantrasyonunun karışım yüksekliği ile pek değişmediği görülmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi karışım yüksekliği ile kirletici konsantrasyonları arasında ters bir korelasyon olduğu düşünülürse O<sub>3</sub> konsantrasyonunu etkileyen başka bir faktör ve/veya mekanizma olduğu söylenebilir. Ozon güneş akısına bağlı olarak üreyen ikincil bir kirletici olduğundan O<sub>3</sub> üretimi mevsimsel olarak büyük değişim gösterir. Ozon karışım yüksekliğinin düşük olduğu kış mevsiminde az üretilir çünkü güneş akısı kış mevsiminde azdır. Fakat karışım yüksekliğinin yüksek olduğu yaz mevsiminde çok üretilir çünkü ozonun oluşması için gerekli olan güneş akısı yaz mevsiminde yeterli düzeyde mevcuttur. Karışım yüksekliği ile ozon konsantrasyonu arasında belirgin bir ilişki olsa bile genel ve belirleyici ölçüde yüksek olan mevsimsel değişim içerisinde bu ilişkiyi görmek pek mümkün olmamaktadır.

Karışım yüksekliği ile Aliağa istasyonunda ölçülen UOB'ler arasındaki ilişki Şekil 3.21'de verilmiştir. UOB konsantrasyonları da, inorganik gaz fazı kirletici (SO<sub>2</sub>, NO ve NO<sub>2</sub>) konsantrasyonlarında olduğu gibi, karışım yüksekliği arttıkça azalmaktadır. Karışım yüksekliği ile kirleticiler arasındaki ters ilişki literatürde de sıkça rapor edilen, iyi bilinen bir ilişkidir (örneğin, Prevot v.d., 2000).

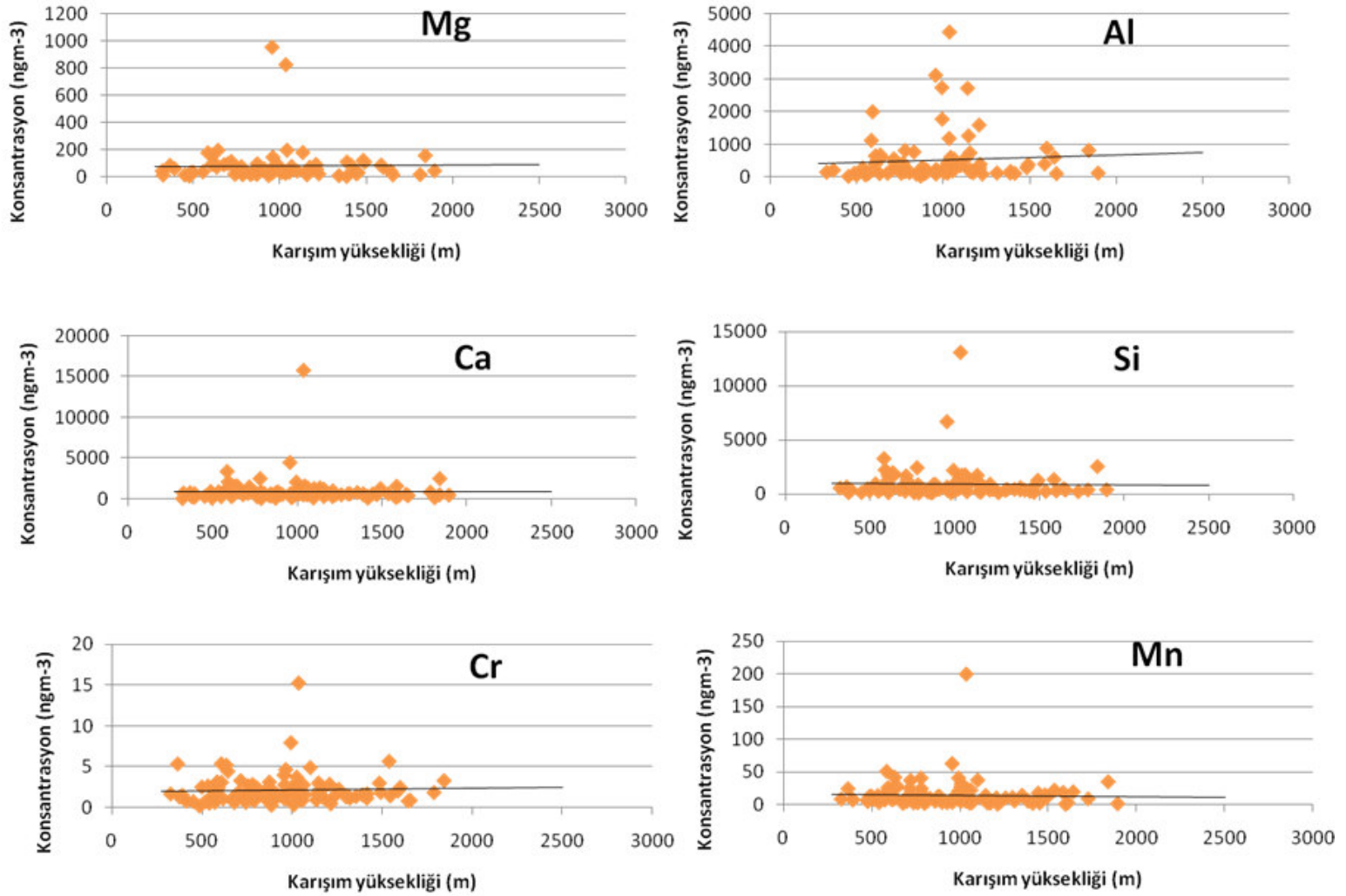
Aliağa istasyonunda ölçülen toprak kökenli elementlerin konsantrasyonlarının karışım yüksekliği ile değişimi Şekil 3.22'de sunulmuştur. İnorganik gazların ve UOB'lerde gözlenen değişimlerin aksine, bu elementlerin konsantrasyonlarının karışım yüksekliği ile değişmediği görülmüştür. Bunun nedeni ozonda olduğu gibi toprak kökenli elementlerin de karışım yüksekliği yerine başka bir faktörden daha çok etkilenmesidir. Yaz aylarında yüksek karışım yüksekliği düşük konsantrasyonların görülmesini sağlamaktadır; ancak yaz aylarında toprağın kuru olmasından dolayı topraktan atmosfere salınan toz miktarı fazladır, dolayısıyla bu toprak kökenli elementlerin emisyonu yaz aylarında artmaktadır. Bu çalışmada da toprak kökenli elementlerin konsantrasyonunun yaz aylarında artması, konsantrasyon ile karışım yüksekliği arasındaki ilişkiyi maskeleymektedir.

Eğer bu senaryo doğru ise, kaynağı toprak olmayan antropojenik kökenli metallerin konsantrasyonlarının karışım yüksekliği arttıkça azalması gerekir. Antropojenik elementlerle karışım yüksekliği arasındaki ilişki Şekil 3.23'de görülmektedir. Beklendiği gibi antropojenik elementler olan Ni, Zn ve Pb konsantrasyonları ile karışım yüksekliği arasında ters bir ilişki görülmektedir.

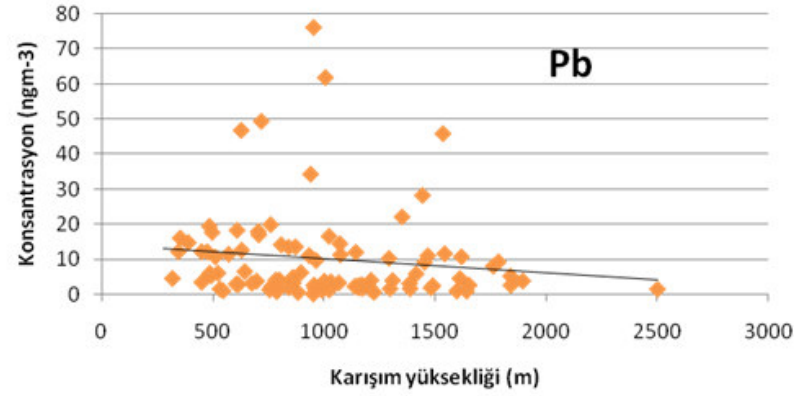
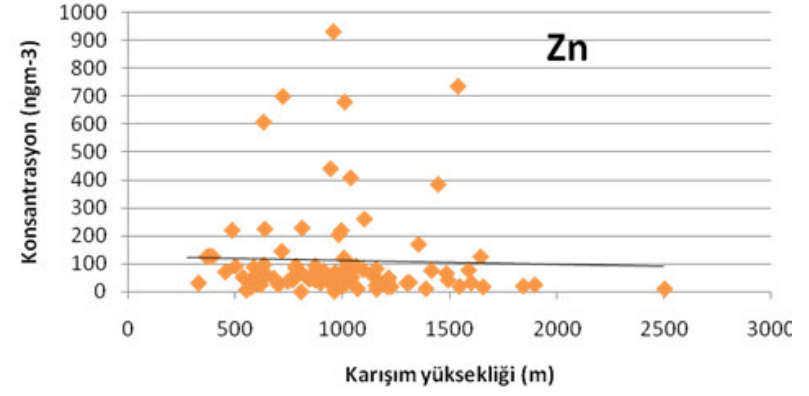
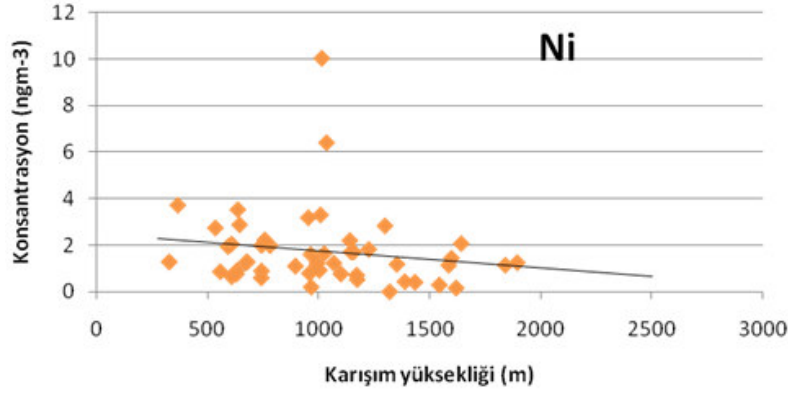


**Şekil 3.21** Karışım yüksekliği ile seçilmiş VOC'ler arasındaki ilişki



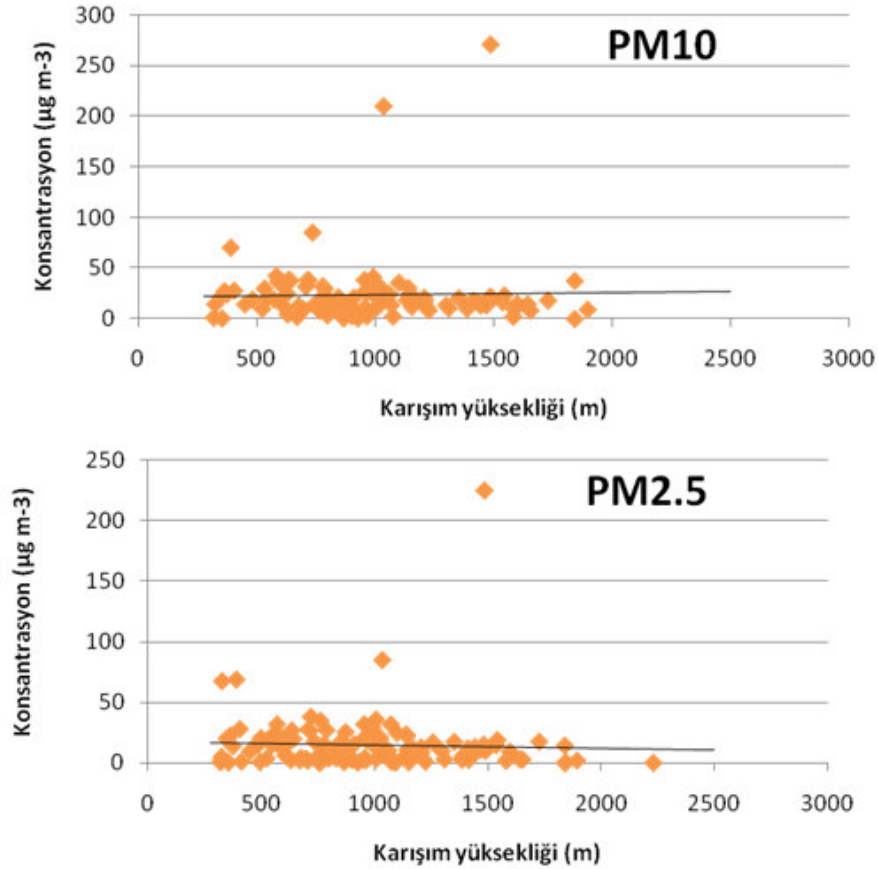


**Şekil 3.22** Karışım yüksekliği ile seçilmiş eser elementler arasındaki ilişki



**Şekil 3.23** Karışım yüksekliği ile seçilmiş eser elementler arasındaki ilişki-Devam

PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> kütlelerinin karışım yüksekliği ile değişimi Şekil 3.24’ de verilmiştir. Gerek küçük ve gerekse büyük partikül fraksiyonlarının kütleleri, toprak kökenli elementlerde görüldüğü gibi, karışım yüksekliği ile belirgin bir değişim göstermemektedir. Böyle bir davranış, toprağın PM kütlesi üzerine önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir.



**Şekil 3.24** Karışım yüksekliği ile PM-10 ve PM-2.5 kütleleri arasındaki ilişki

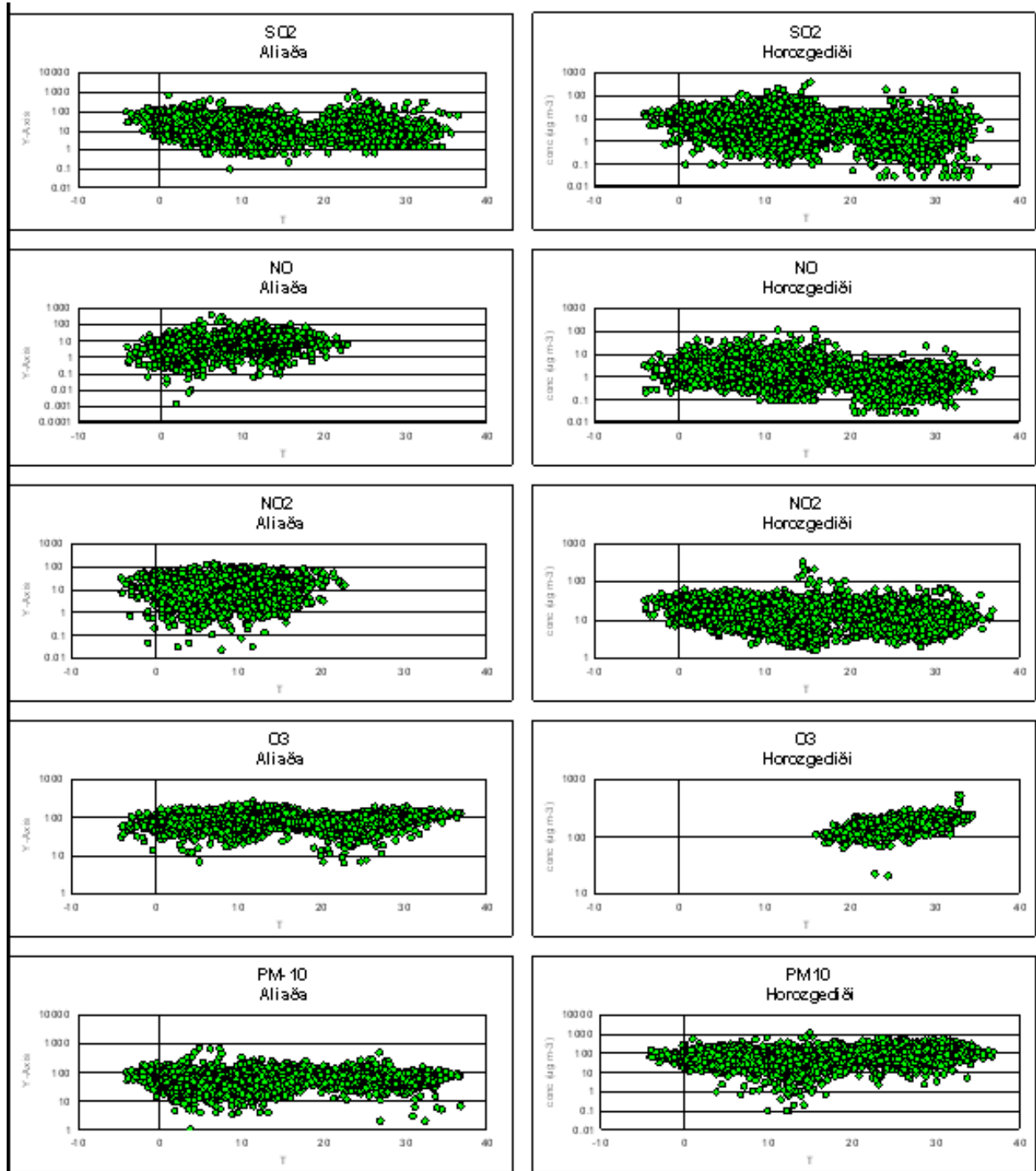
### 3.2.5.3 Sıcaklığın etkisi

Sıcaklığın ölçülen konsantrasyonlara doğrudan bir bulunmamaktadır. Ancak, sıcaklık kirletici konsantrasyonlarına, kirletici kaynaklarının gücünü ve/veya fotokimyasal reaksiyonları etkileyerek dolaylı bir etki yapmaktadır. Eysel ısınmanın önemli bir kaynak olduğu yerlerde sıcaklığın yükselmesiyle yakıt kullanımı azaldığından, kirletici düzeylerinde sıcaklıkla birlikte bir düşüş

görülür. Ayrıca sıcaklığın yüksek olduğu mevsim ve saatlerde de dikey karışım (karışım yüksekliği) yüksek olacağından kirleticilerin yayılması ve seyrelmesi için uygun koşullar sağlandığından kirletici düzeyleri düşmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu durumlarda güneş akısı da yüksek olacağından atmosferdeki fotokimyasal işlemler hızlanmaktadır. Bu, bazı UOB'ler için konsantrasyonların azalmasına (reaksiyonlarda reaktif olarak yer alanlar), bazıları için ise konsantrasyonların artmasına (reaksiyonlarda ürün olanlar) neden olmaktadır. Bu yüzden sıcaklığın kirletici düzeylerine etkisi tartışılırken dolaylı etkilerinin göz önünde bulundurulması gerekir.

Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında inorganik, gaz fazı kirletici konsantrasyonları ile sıcaklık arasındaki istatistik ilişki Şekil 3.25'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, kirleticilerin bir bölümü Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında benzer davranış sergilerken, bazı parametrelerin ise her iki istasyondaki sıcaklık ile değişimleri farklılıklar göstermektedir. SO<sub>2</sub>'in iki istasyondaki değişimleri farklıdır. Horozgediği istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonları yaz ve kış ayları arasında bir farklılık göstermezken, Aliağa istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının ise düşük sıcaklıklarda, sıcaklık arttıkça azaldığı, ancak hava sıcaklığı yaklaşık 15°C'yi geçtikten sonra SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ile sıcaklık arasında herhangi bir istatistik ilişkinin kalmadığı görülmektedir. Böyle bir değişim Aliağa ilçesinde hava sıcaklığı 15°C'ye ulaşana kadar SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun, evsel ısınma amaçlı kömür yakılmasından kaynaklanan emisyonlarca belirlendiği, ancak yaz aylarında farklı kaynakların SO<sub>2</sub> düzeylerini belirlediğini göstermektedir. Bu farklı kaynaklar, endüstriler ve/veya çevre yollardaki dizel trafiği olabilir. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta Aliağa istasyonunda (y eksenin skalası logaritmik olduğundan dolayı çok belli olmasa da) yaz aylarında ölçülen konsantrasyonun, SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun yanmaya bağlı olduğu döneme nazaran çok düşük olduğudur.

Horoz gediği istasyonunda ise SO<sub>2</sub> ile sıcaklık arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki mevcut değildir. SO<sub>2</sub> nin iki istasyonda farklı davranmasının nedeni, her iki istasyonda kaynaklarının farklı olmasıdır. Aliağa istasyonunda evsel ısınma amaçlı fosil yakıt tüketimi, özellikle kış mevsiminde, önemli bir kaynaktır. Ancak, Horozgediği istasyonunda böyle bir kaynak mevcut değildir.



**Şekil 3.25** Sıcaklık ile inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki

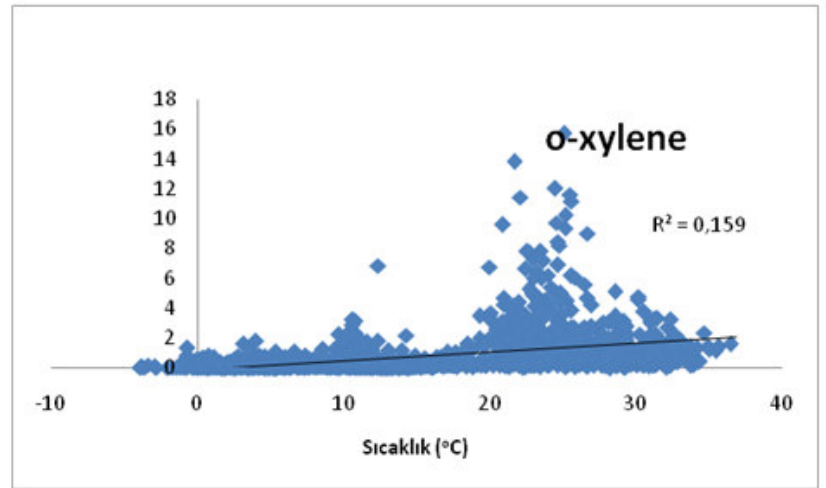
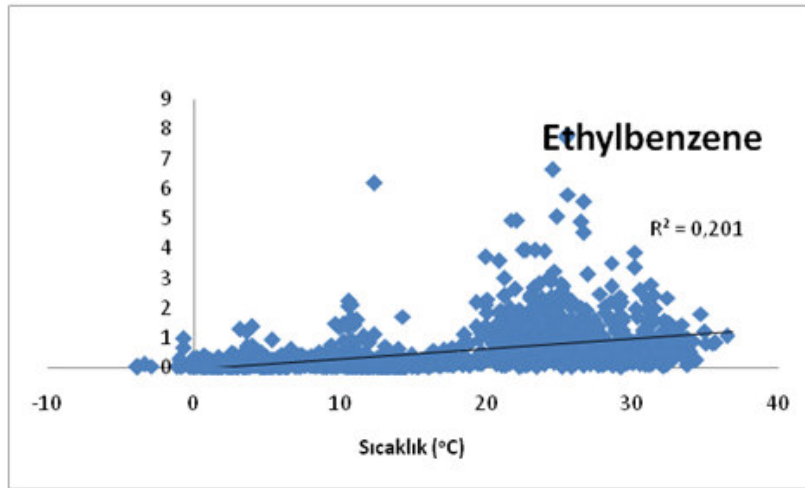
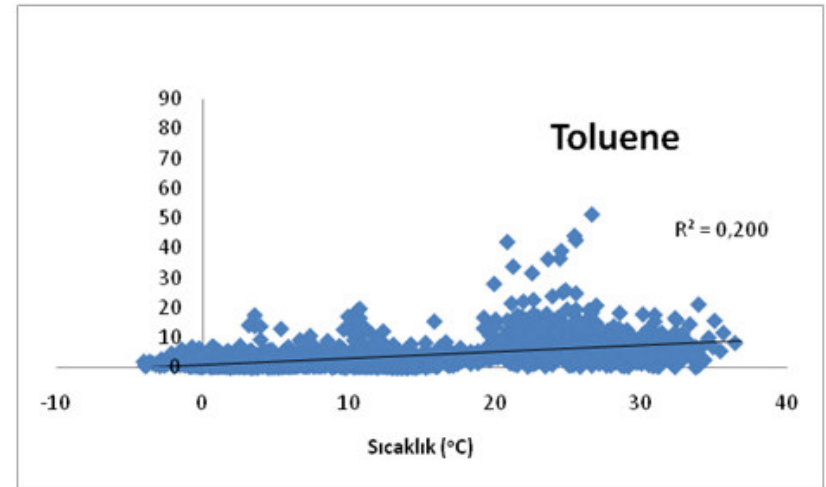
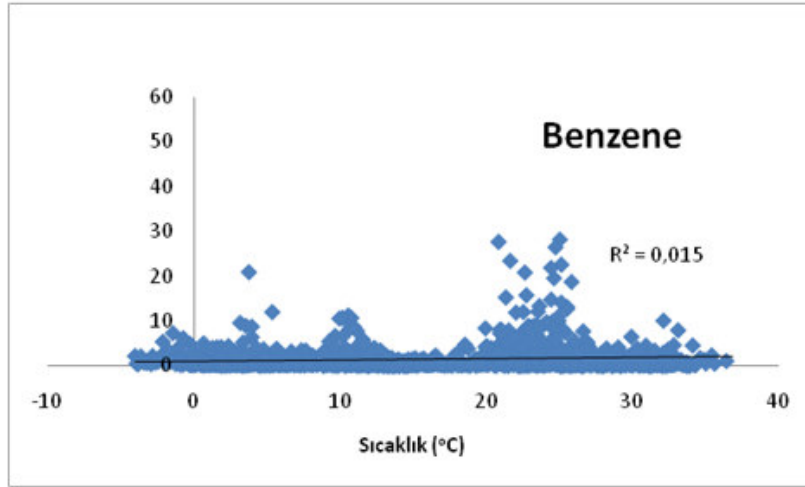
Aliağa istasyonunda gözlenen NO konsantrasyonu sıcaklıkla artış eğilimi gösterirken, Horozgediği istasyonundaki NO değerleri sıcaklıkla istatistik olarak anlamlı bir değişim göstermemiştir. Normal koşullar altında, hem ısınma amacıyla yanmanın yazın kesilmesi, hem de karışım yüksekliği ve ventilasyon sabitinin yazın yüksek olması nedeniyle bunun tersi bir değişimin görülmesi beklenirdi. Horozgediği istasyonunda NO konsantrasyonunun sıcaklıkla belirgin bir değişim göstermemesi, Aliağa da ise konsantrasyonun sıcaklıkla artması, büyük bir olasılık ile bölgede yazın yoğunlaşan turizm kökenli trafik aktivitesinden kaynaklanmaktadır.

PM<sub>10</sub> kütlesi her iki istasyonda da sıcaklıkla önemli bir fark göstermemiştir. Bunun nedenleri ileride eser element konsantrasyonlarının sıcaklıkla değişiminin tartışıldığı bölümde anlatılmıştır.

Ozon üretiminin güneş akısına dolayısıyla sıcaklığa bağlı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle ozon seviyesinin sıcaklık ile artması beklenmiştir. Şekilden de görüleceği gibi Aliağa istasyonunda sıcaklıkla herhangi bir ilişki göstermeyen O<sub>3</sub> konsantrasyonu, Horozgediği istasyonunda, beklendiği gibi, sıcaklıkla artmaktadır. Aliağa istasyonunda ozon konsantrasyonunun sıcaklıkla artmaması büyük bir olasılık ile, O<sub>3</sub>'un NO tarafından parçalandığı reaksiyonunda yaz aylarında güneş akısının artması nedeniyle hızlanmasıdır.

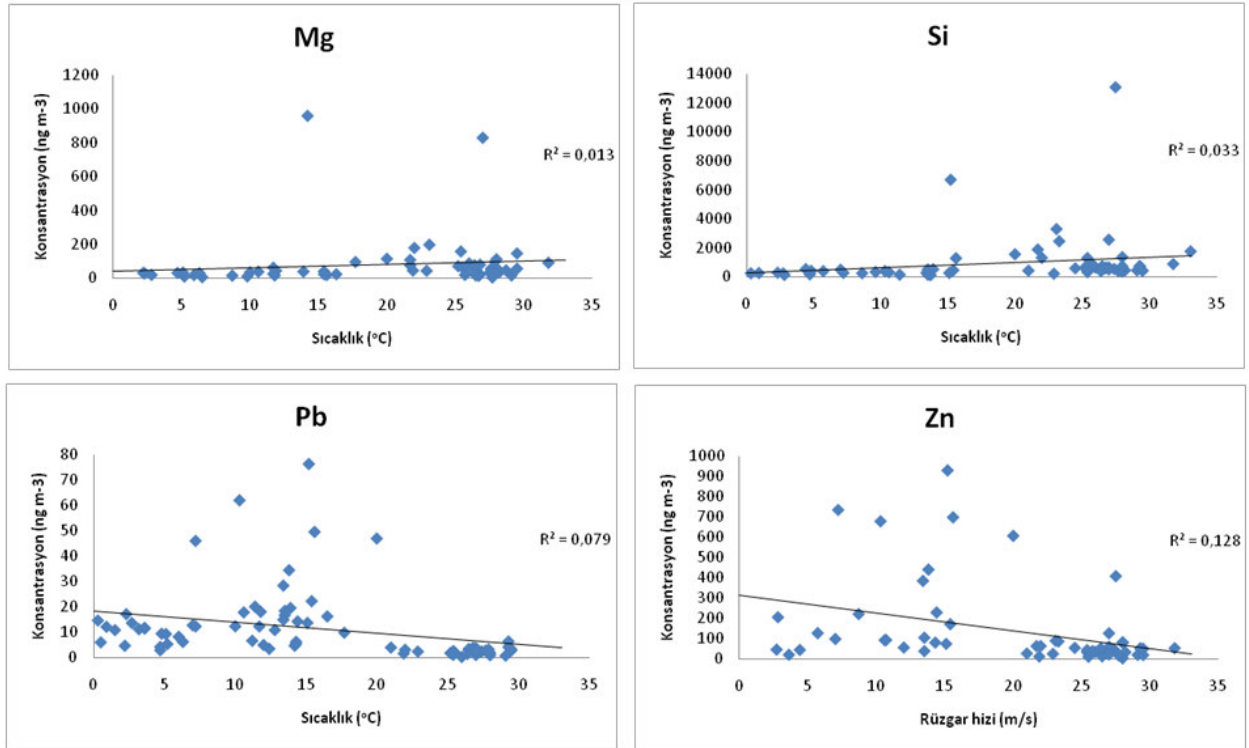
Seçilmiş bazı UOBlerin sıcaklıkla değişimi Şekil 3.26'de verilmiştir. İnorganik kirleticilerin aksine UOB'lerin sıcaklıkla arttığı görülmüştür. Korelasyon sabiti değeri çok yüksek olmasa da veri sayısının çok olması nedeniyle UOBlerin konsantrasyonunun sıcaklıkla değişimi % 95 güvenirlilik sınırı içerisinde olduğundan istatistik olarak anlamlıdır.

UOB'lerin sıcaklıkla ne şekilde değişeceğinin kestirilmesi, atmosferde girdikleri karmaşık reaksiyonlar nedeniyle, diğer kirleticilere göre daha zordur. UOB'lerin bileşiklerin büyük bir bölümü atmosferdeki kimyasal reaksiyonlarla hem üretilirler hem de parçalanırlar. Gerek oluşum ve gerekse parçalanma reaksiyonlarının hızlarının sıcaklıkla arttığı bilinmektedir. Dolayısı ise UOB'lerde gözlenen değişim bu tür reaksiyon hızlarındaki değişimden kaynaklanıyor olabilir. Ancak daha önceki bölümlerde tartışıldığı gibi, özellikle Aliağa istasyonunda, UOB konsantrasyonlarının yaz mevsiminde arttığı görülmüş ve bu artış turistik aktivitelerden (özellikle trafik) kaynaklanan emisyon artışından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Şekilde görülen UOBlerin sıcaklıkla artması bu artıştan kaynaklanması da mümkündür.



**Şekil 3.26** Sıcaklık ile seçilmiş bazı UOB ler arasındaki ilişki

Seçilmiş dört eser elementin sıcaklıkla değişimi Şekil 3.27’de görülmektedir. Toprak kökenli silika ve magnezyum konsantrasyonlarının sıcaklıkla arttığı görülmüştür. Bu elementlerin sıcaklığın yüksek olduğu yaz mevsiminde toprağın kuru olması nedeniyle havaya emisyonları daha çok olmaktadır, bunun sonucu olarak sıcaklık arttıkça, ölçülen toprak kaynaklı eser element düzeylerinde bir artış görülmektedir.



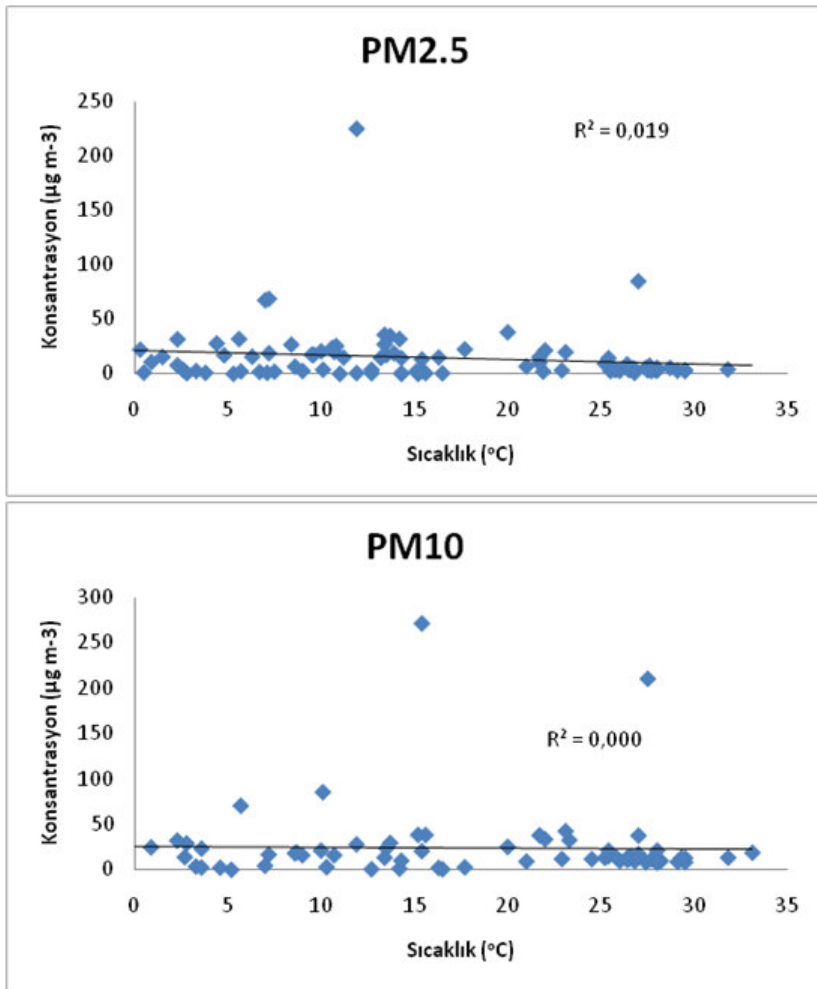
**Şekil 3.27** Sıcaklık ile seçilmiş eser elementler arasındaki ilişki (günlük ortalama sıcaklık kullanılmıştır)

Şekil 3.27’de gösterilen kurşun ve çinko elementleri antropojenik kökenli kirleticilerdir. Bu elementlerin sıcaklıkla değişimlerinin toprak kökenli elementlerde görülen değişimin tam tersi olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle, insan kaynaklı her iki elementin konsantrasyonlarının sıcaklıkla düştüğü gözlenmiştir. Bu elementler Aliağa’da önemli ölçüde evsel ısınmadan kaynaklanmaktadır. Yazın evsel ısınma olmadığından sıcaklığın yüksek olduğu



dönemlerde özellikle yaz mevsiminde konsantrasyonlar genellikle düşük olmaktadır.

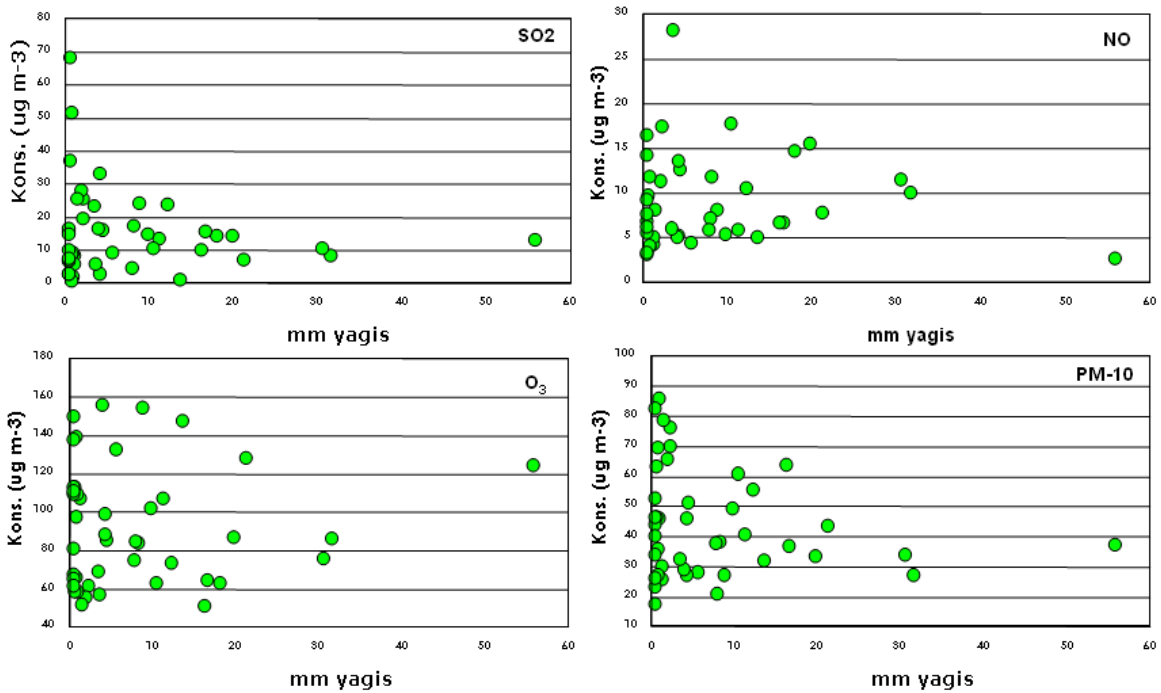
PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> kütlelerinin sıcaklıkla değişimi Şekil 3.28’de sunulmuştur. Her iki parametrede de sıcaklık ile önemli bir değişim görülmemiştir. PM<sub>2.5</sub> fraksiyonu daha ziyade antropojenik elementleri içerdiğinden, Şekil 3.27’de insan kaynaklı elementlerde gösterildiği gibi PM<sub>2.5</sub> kütlesinin sıcaklık arttıkça azalması beklenmektedir. Fakat PM<sub>2.5</sub> fraksiyonun sıcaklıkla çok az azaldığı Şekil 3.28’de görülmektedir.



**Şekil 3.28** Sıcaklık ile PM-10 ve PM-2.5 kütleleri arasındaki ilişki (günlük ortalama sıcaklık kullanılmıştır)

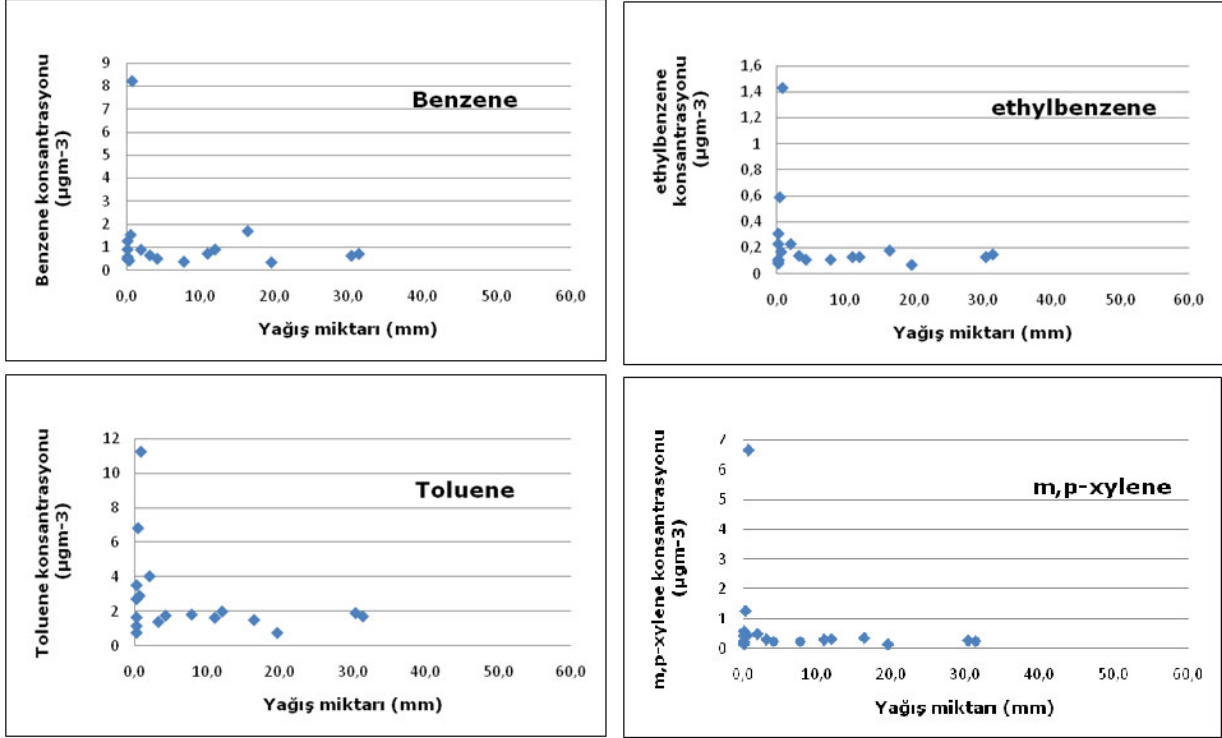
### 3.2.5.4 Yağışın etkisi (atmosferin re-loading süresinin hesaplanması)

Yağış miktarı ile inorganik kirleticilerin, UOB'lerin ve eser elementlerin arasındaki ilişki sırasıyla Şekil 3.29, 3.30 ve 3.31'de verilmiştir. SO<sub>2</sub> yağış miktarı arttıkça azalırken NO ve NO<sub>2</sub> yağış miktarıyla bir değişim göstermemiştir. Yağmurun gazları atmosferden yıkaması, gazların yağmurda veya bulut damlasında ne kadar çözündüğüne bağlıdır. SO<sub>2</sub>'nin 298 K'de Henry's sabiti 1.23 M atm<sup>-1</sup> iken NO ve NO<sub>2</sub>'nin Henry's sabiti sırasıyla 0.002 ve 0.01 M atm<sup>-1</sup> dir (Seinfeld ve Pandis,2006). Bu da yüksek Henry's sabiti olan SO<sub>2</sub>'nin çözünürlüğünün yüksek olduğunu, bunun sonucu olarak da SO<sub>2</sub>'nin yağmur damlasında veya bulut damlasında kolayca çözünebildiğini göstermektedir. Sonuç olarak yağmurla birlikte ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında bir düşüş olmaktadır. Buna karşılık NO ve NO<sub>2</sub> nin Henry's sabiti oldukça düşüktür ve NO ve NO<sub>2</sub> çözünürlükleri az olan gazlar olarak tanımlanır. Az miktarda NO ve NO<sub>2</sub> yağmur damlasında ve/veya bulut damlasında çözünür, bu nedenle ölçülen NO ve NO<sub>2</sub> düzeyleri ile yağış miktarı arasında bir ilişki görülmemiştir. O<sub>3</sub> 'nun çözünürlüğü çok küçük (298 K sıcaklıkta 0.011 M atm<sup>-1</sup> ) olduğundan, O<sub>3</sub> genelde gaz fazında bulunmakta ve yağmura bağlı bir değişim göstermemektedir.



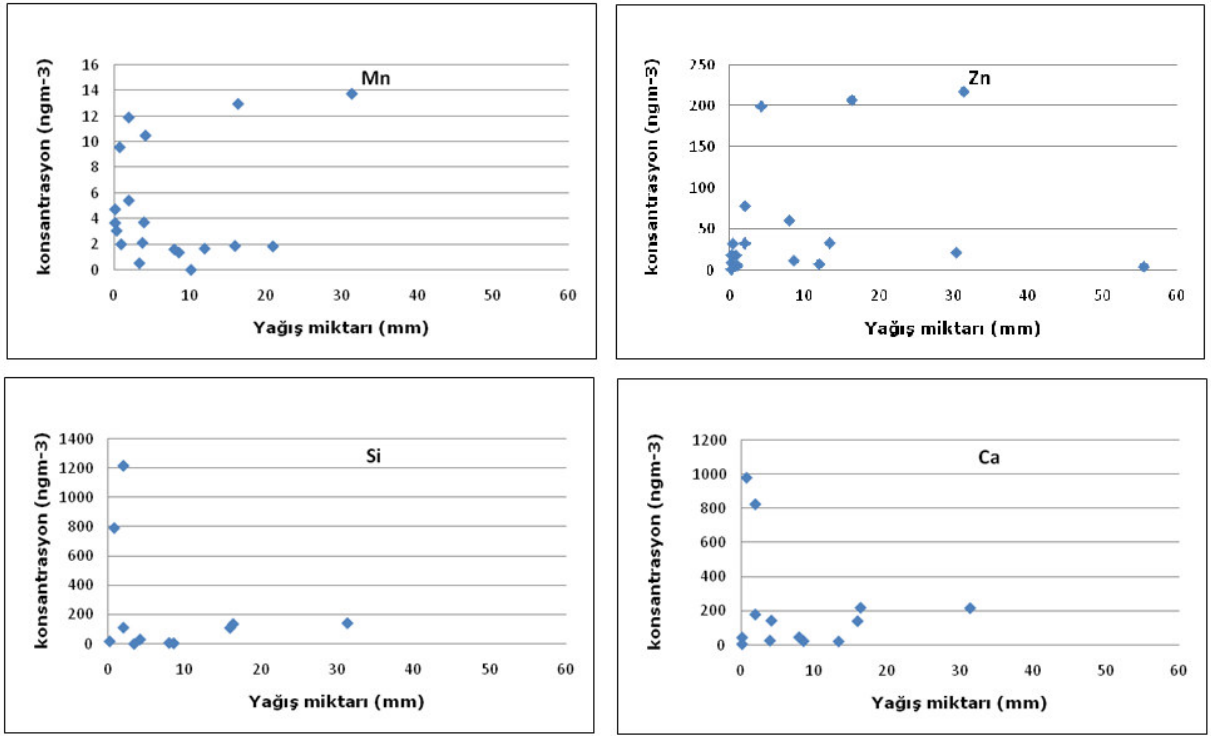
**Şekil 3.29** Yağış miktarı ile inorganik gaz fazı kirleticiler arasındaki ilişki

UOB'ler ile yağış arasındaki ilişki, partiküler madde ile yağış arasındaki ilişkiye benzemektedir. Yağmurun başlangıcında UOB'ler yıkanmış ve ondan sonra da oldukça düşük konsantrasyonlar ölçülmüştür. Ölçülen bütün UOB'lerle yağmur miktarı arasında benzer bir ilişki görüldüğünden, Şekilde sadece az sayıda UOB ile yağmur ilişkisi gösterilmiştir.



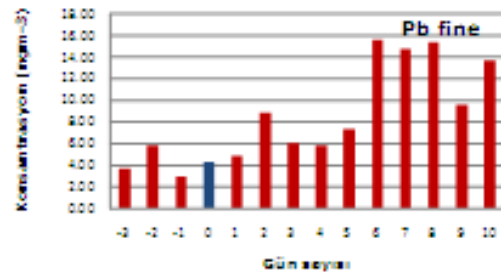
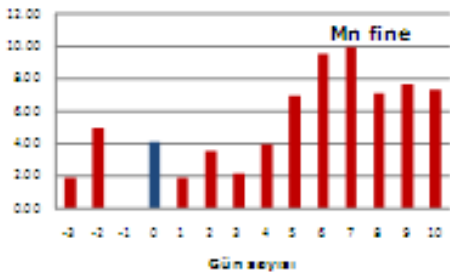
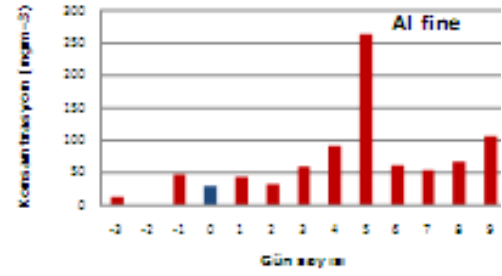
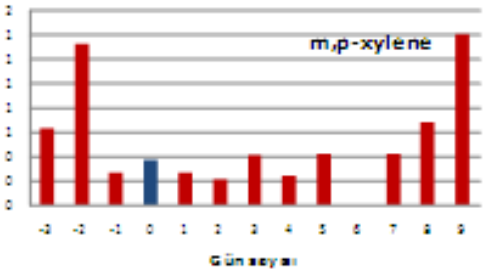
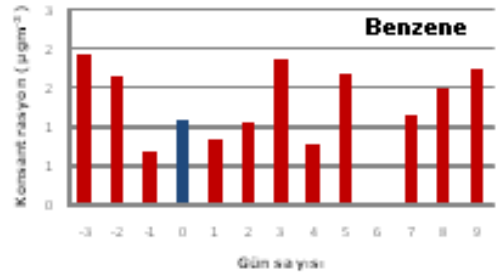
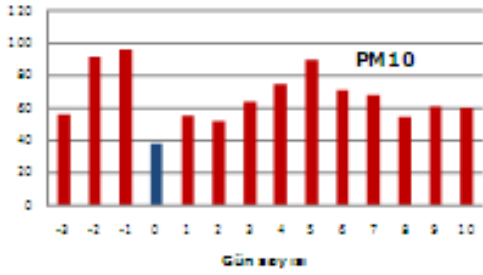
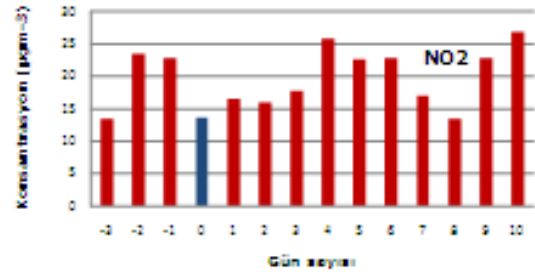
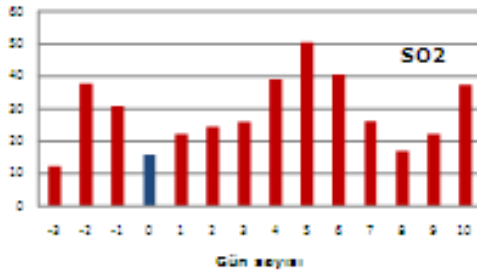
**Şekil 3.30** Yağış miktarı ile seçilmiş UOB'ler arasındaki ilişki

Eser elementler partiküllere bağlı olduğundan, partikül kütlelerinin ve eser elementlerin yağmurla ilişkisi birbirine benzemektedir. Partikül kütleleri ve eser elementler yağmurun başlangıcında hızla yıkanmakta ve atmosferdeki konsantrasyonları düşmektedir ancak bu yıkanma işlemi yağmurun hemen başlangıcında olmakta ve yağışın ilerleyen zamanlarında atmosferdeki konsantrasyonları çok değişmemektedir.



**Şekil 3.31** Yağış miktarı ile seçilmiş eser elementler arasındaki ilişki

Yağmurdan hemen sonra atmosferik kirleticilerin tekrar yağmurdan önceki düzeylerine gelmelerine kadar geçen süreye atmosferin yeniden yüklenme zamanı (atmospheric reloading time) denilmektedir. Bu çalışmada ölçülen bazı kirleticilerin atmosferik yeniden yüklenme zamanı Şekil 3.32'de gösterilmiştir. Ölçülen bütün kirleticiler için hemen hemen benzer bir görünüm elde edilmiştir. Bu görünüme göre konsantrasyonlar yağmurdan önce yüksek iken yağmurun yağmasıyla aniden düşmekte ve yağmurdan sonra artmaya başlamakta ve atmosfer tamamen eski haline dönünce de sabit bir düzeye ulaşmaktadır. Yalnız, burada dikkat edilmesi gereken bir nokta, konsantrasyonların sabitlendiği konsantrasyon değerinin mutlaka yağmurdan önceki konsantrasyona eşit olması gerekmiyor olmasıdır. Zaman ve meteorolojik koşulların farklı olması nedeniyle yağmurdan sonra ulaşılan konsantrasyon yağmurdan önce ölçülen konsantrasyondan farklı olabilmektedir.



**Şekil 3.32** Değişik kirleticilerin yağmurdan 3 gün önce ve 10 gün sonraki ortanca konsantrasyonları

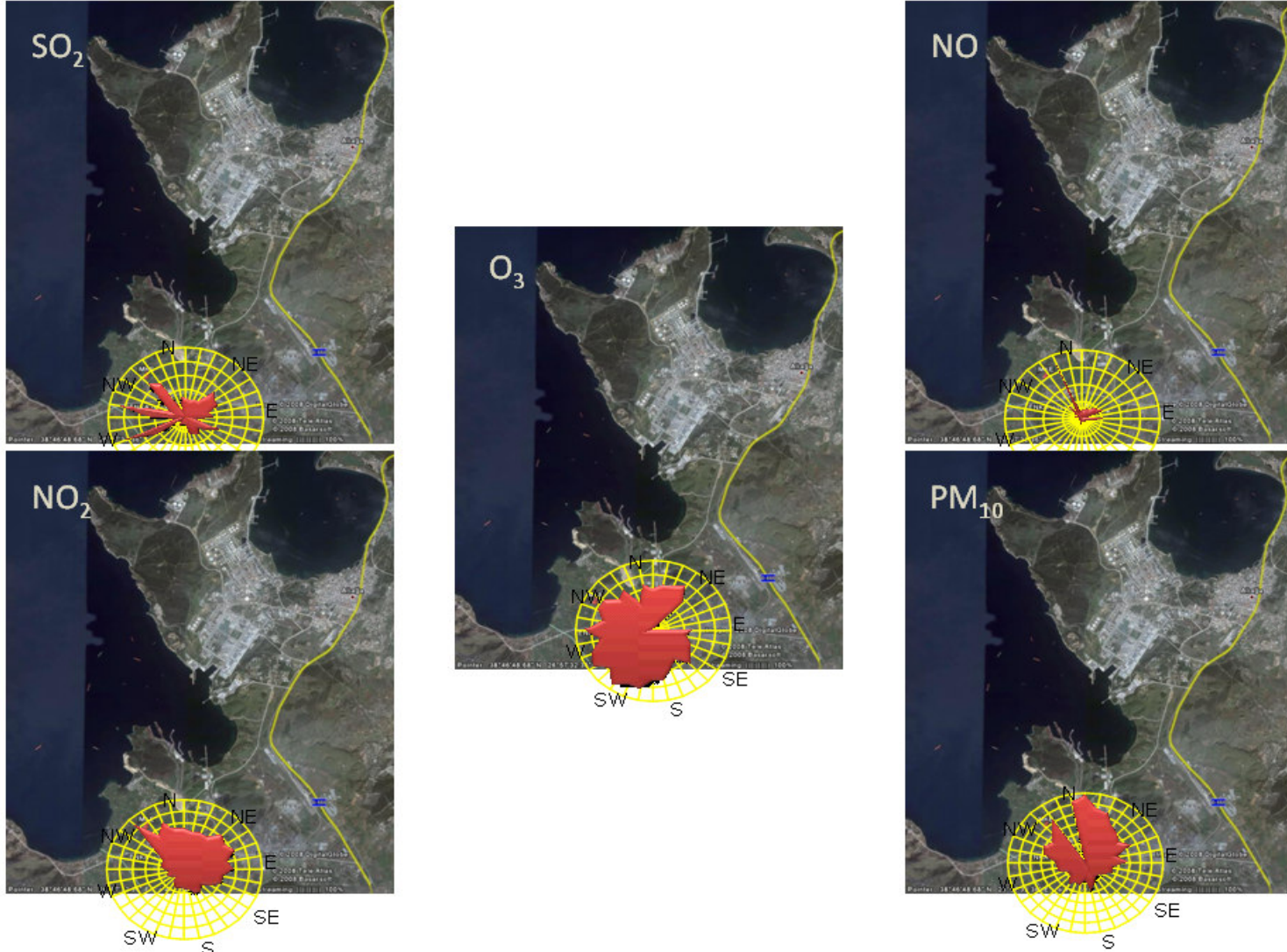
Hesaplanan atmosferik yüklenme süreleri partiküler madde, metaller ve SO<sub>2</sub> gibi inorganik gaz fazı kirleticiler için hemen hemen aynı bulunmuştur. Yağan yağmurun etkisi bu kirleticiler üzerinde yaklaşık 4 - 6 gün içerisinde tamamen geçmektedir. Ancak UOB'lerde durum biraz farklı bulunmuştur. UOB'lerin yağmurdan sonraki konsantrasyon artışı yağmurdan 10 gün sonra bile sürmüştür.

### 3.2.5.5 Kirlilik gülleri

Kirlilik gülü herhangi bir noktada kirleticilerin ölçülen konsantrasyonlarını belirleyen kaynaklar hakkında bilgi edinmekte kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Kirlilik gülü her rüzgar yönüne karşılık gelen konsantrasyonların ortalamasının rüzgar gülü şeklinde çizilmesinden ibarettir. Yöntem, belli bir kirleticinin reseptör noktasına hangi sektörden geldiğini ve hangi sektörden daha az etkilendiğini göstermektedir. Belirlenen sektörler göre de o kirleticinin kaynakları hakkında bir fikir edinilebilmektedir.

SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, PM-10 ve O<sub>3</sub> için Horozgediği istasyonunda ölçülen veriler kullanılarak hazırlanan kirlilik gülleri Şekil 3.33'de verilmiştir. KKB (kuzey-kuzey-batı), KB (kuzey-batı) ve BGB (batı-güney-batı) sektörlerinde yüksek SO<sub>2</sub> konsantrasyonları görülmektedir. KKB sektörü kaynak olarak gemi söküm tesislerini işaret ederken, KB sektörü büyük bir olasılıkla Horozgediği köyündeki emisyonları ve BGB sektörü de bölgedeki başka bir küçük yerleşim biriminin emisyonlarını işaret etmektedir. KB (kuzey-batı) ve GGB (güney-güney-batı) sektörleri arasında kalan bölgede konsantrasyonlar çok yüksek olmasa da bu alan içinde yine de geçerli bir kaynak olabileceği görülmektedir. Bu kaynak endüstriyel emisyonlardan atılan SO<sub>2</sub> olabileceği gibi İzmir yolundan geçen dizel yakıtlı ağır araçların SO<sub>2</sub> emisyonları de olabileceği sonunca varılmıştır.

Aynı şekildeki NO kirlilik gülüne bakıldığında KKB sektöründe çok baskın bir kaynağın olduğu görülmektedir. Yukarıda da bahsedildiği gibi bu yön doğrudan doğruya gemi söküm tesislerini işaret etmektedir. Benzinli araçların NO'nun esas kaynağı olduğu bilinmektedir (Stanners and Bourdeau, 1995; Fenger,1999; WHO, 2003). Bu bilgi ışığı altında KKB sektörü daha dikkatli incelendiğinde Yenifoça yolunun ölçüm istasyonunun hemen hemen 500 m ilerisinde olduğu ve bu nedenle gerek SO<sub>2</sub> gerekse NO konsantrasyonlarının KKB sektöründe yüksek olduğu görülmüştür.



**Şekil 3.33**  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$  ve  $PM_{10}$  kütlesi için Horozgediği istasyonunda hazırlanmış kirletici gülleri (Konsantrasyonlar  $\mu g m^{-3}$ )

Yeni Foça yolunun Horozgediği istasyonunda ölçülen NO ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarını açıklıyor olması gemi söküm tesislerinin aynı istasyon için kaynak olamayacağı gibi bir anlam taşımamaktadır. Doğal olarak, reseptör noktasına göre, bir birinin arkasında olan iki kaynağın etkilerini, kalitatif olarak da olsa, rüzgar gülleri marifetiyle bir birinden ayırmak mümkün değildir. Bu konu ileriki bölümlerde çok daha geniş olarak tartışılmıştır.

Şekle bakıldığında NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> ve O<sub>3</sub> kaynaklarının SO<sub>2</sub> ve NO'den farklı olduğu açıkça görülmektedir. Bu üç parametre de belirli yönlerde yüksek konsantrasyonlar göstermiştir. Gerek PM<sub>10</sub> ve gerekse O<sub>3</sub> konsantrasyonları istasyon çevresinde oldukça homojen bir dağılım göstermektedir. Aynı homojenite NO<sub>2</sub>'de de görülmekte, ancak GB (güney-batı) ve KB sektörlerinde oldukça yüksek NO<sub>2</sub> konsantrasyonları olduğu görülmektedir. SO<sub>2</sub> ve NO birincil kirleticilerdir yani kaynaktan doğrudan atılırlar. Bu nedenle SO<sub>2</sub> ve NO'nun yüksek olduğu sektörler doğrudan bunların kaynağını işaret eder. Fakat NO<sub>2</sub>, NO'nun atmosferde oksitlenmesi sonucu oluşan ikincil bir kirletici olduğundan, doğrudan kaynaktan atılmamaktadır (WHO, 2003). Ayrıca, NO'nun NO<sub>2</sub>'ye oksitlenmesi için belirli bir zaman geçmesi gerekir (yaklaşık 2 saat). Bu süre zarfında NO ve oluşan NO<sub>2</sub> ortam havasındaki difüzyon ve rüzgar ile dağılır. Şekilde onun için geniş bir sektörde yüksek NO<sub>2</sub> konsantrasyonları görülmektedir. Fakat yine de yüksek konsantrasyonların görüldüğü sektöre bakıldığında Yenifoça yolunun veya o yönde kalan diğer endüstrilerin NO<sub>2</sub> oluşumuna neden olduğu söylenebilir. İleriki bölümlerde geniş olarak tartışılacak olan pasif örnekleme ve ölçümlerde NO<sub>2</sub>'in endüstrilerden ziyade araçlardan atmosfere atıldığı sonucuna varılmıştır. Dolayısı ile, K ve GD sektörleri arasında ölçülen yüksek NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının nedeni endüstri tesislerinden ziyade Yeni Foça ve İzmir yollarıdır.

Ozon da ikincil bir kirleticidir, doğrudan kaynaktan atılmayıp atmosferdeki fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşur. Ozonun kirlilik gülünde görülen homojen dağılım bunun sonucudur.

PM-10 kirlilik gülünde NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> kirlilik güllerinde olduğu gibi homojen bir dağılım görülmektedir. Ancak bu dağılımın nedeni ikincil kirleticilerden farklıdır. PM-10 konsantrasyonlarının hemen hemen her yönde benzer olmasının nedeni Horozgediği istasyonunun önemli partikül madde kaynağı olan demir çelik tesislerinin ortasında yer alıyor olmasıdır.

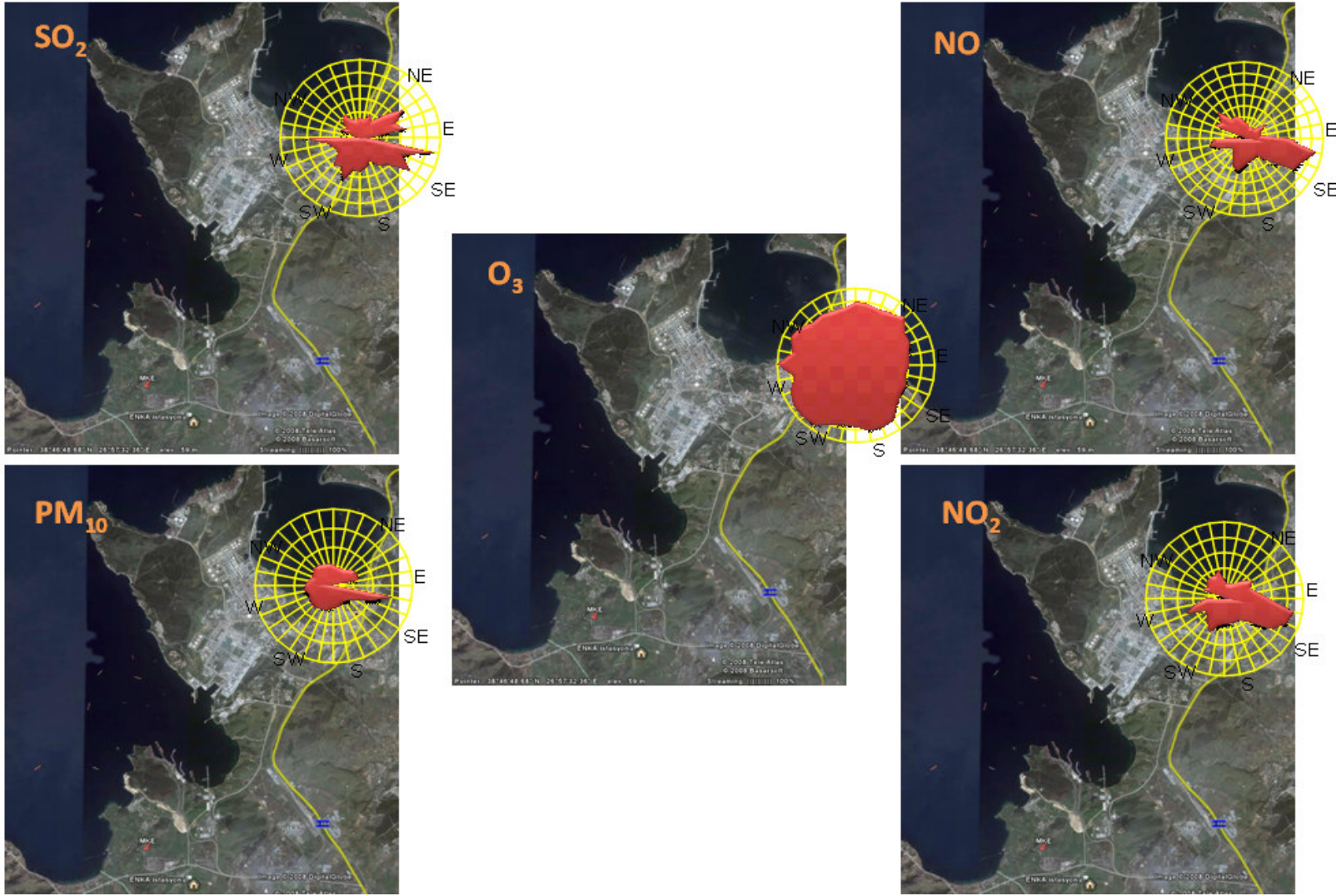


Bu istasyonda dikkati çeken önemli bir nokta da kirliliğin kaynakları arasında bu bölgedeki en büyük emisyon kaynakları olan TÜPRAŞ ve PETKİM'in olmamasıdır. Çalışmanın çeşitli veri değerlendirme aşamalarında ortaya çıkan sonuç Horozgediği istasyonun yaklaşık olarak 7 km mesafede olan çok önemli iki emisyon kaynağının, istasyon noktasına etkisinin, çalışmanın başlangıcında beklediğimiz çok altında olmasıdır. Horozgediği bölgesindeki en önemli partiküler madde kaynakları demir çelik tesisleri, en önemli SO<sub>2</sub> kaynakları küçük yerleşim birimleri en önemli NO kaynakları ise trafik gibi görünmektedir. PETKİM ve TÜPRAŞ'ın bulunduğu yarım adadan, Horozgediği bölgesine taşınan tek kirletici gurubu UOB'ler gibi görünmektedir.

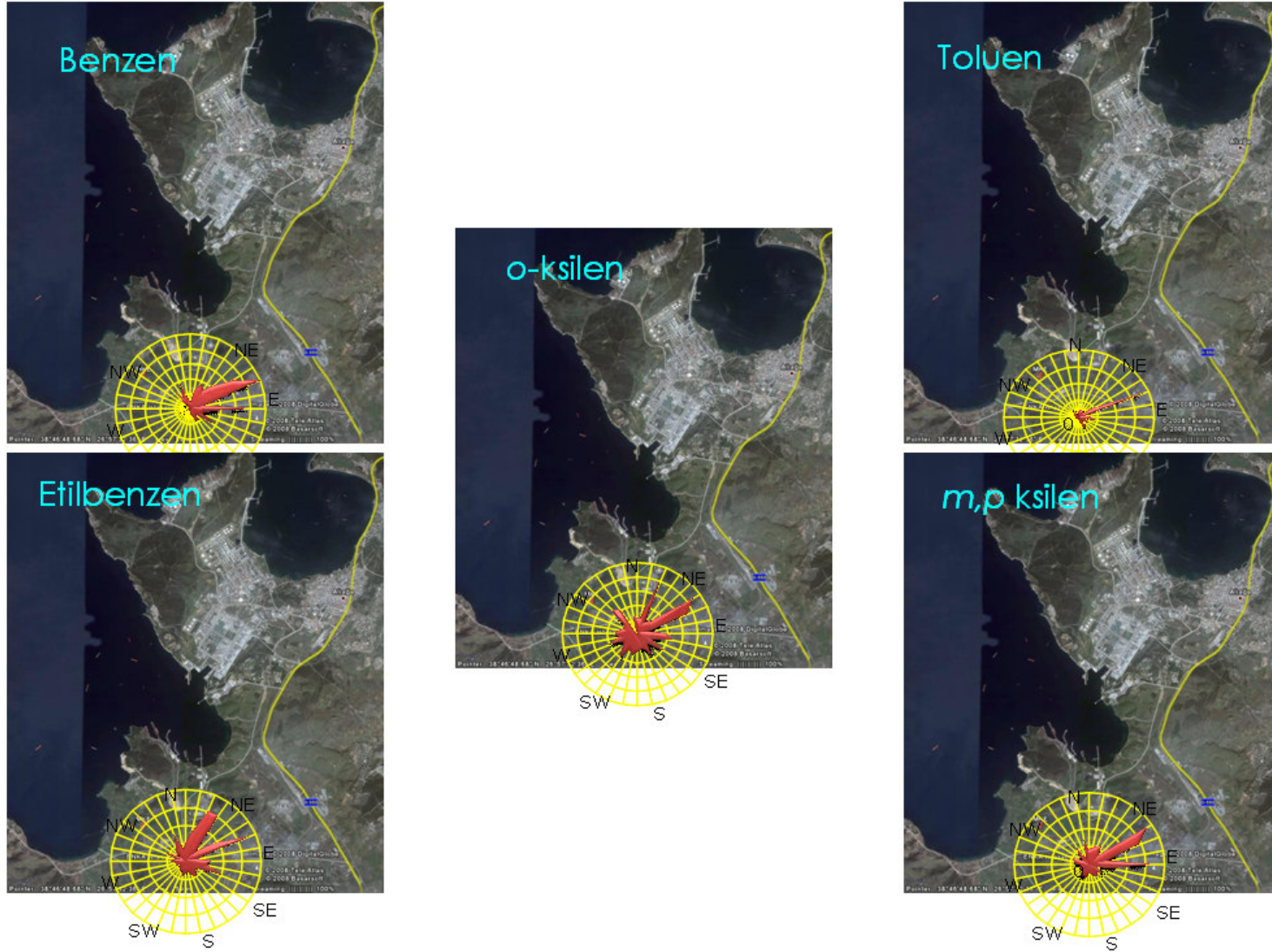
Aliağa istasyonundaki SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, PM-10 ve O<sub>3</sub> verileri kullanılarak hazırlanan kirlilik gülleri Şekil 3.34'de gösterilmektedir. Ozon ikincil bir kirletici olduğundan Horozgediği istasyonundaki gibi homojen bir dağılım göstermiş ve belirgin bir sektörü işaret etmemiştir. NO, NO<sub>2</sub> ve PM-10 konsantrasyonları sektörlere göre benzer bir dağılım göstermiştir. Bu kirleticilerin BGB (batı-güney-batı) sektöründe yüksek olması büyük olasılıkla İzmir-Çanakkale yoluna yaklaşık 330 m mesafede olan istasyonun bu yol üzerindeki trafikten kaynaklanan emisyonlardan etkilendiğini göstermektedir.

SO<sub>2</sub> 'nin kirlilik gülü incelendiğinde, SO<sub>2</sub>'nin birincil bir kirletici olmasına rağmen ikincil kirleticilerde görülen homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Horozgediği istasyonunda SO<sub>2</sub> 'nin belirgin sektörlerden geldiğini hatırlayınız. SO<sub>2</sub> 'nin Aliağa istasyonunda belirgin bir sektörü işaret etmemesi, ilçe genelinde homojen bir şekilde dağılmış SO<sub>2</sub> emisyonlarının olmasından kaynaklanmaktadır. Ama yine de kirlilik gülünde TÜPRAŞ ve PETKİM yönünde ve İzmir yolu yönünde, SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının diğer sektörlerden daha yüksek olduğu da görülmektedir.

Benzen,toluen ve mp-ksilen bileşiklerinin (BTX) Horozgediği istasyonundaki kirlilik gülleri Şekil 3.35'de verilmiştir.Bu bileşiklerdeki yüksek konsantrasyonlar çok bariz bir şekilde İzmir yolunu işaret etmektedir. Motorlu araçların UOBlerin en önemli kaynağı olduğu düşünülürse bu sonuç şaşırtıcı olmamıştır. İzmir yolu etilbenzen ve o-ksilen için de belirgin bir kaynak olarak görülürken, TÜPRAŞ ve PETKİM yönünde de etilbenzen ve o-ksilen konsantrasyonlarının yüksek olduğu dolayısı ile TÜPRAŞ ve PETKİM'in de bu kirleticilere kaynak olabileceği görülmektedir.



**Şekil 3.34** SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ve PM-10 kütlesi için Belediye istasyonunda hazırlanmış kirletici gülleri (Konsantrasyonlar  $\mu\text{g m}^{-3}$ )



**Şekil 3.35** Seçilmiş bazı UOBler için ENKA istasyonunda hazırlanmış kirlilik gülleri

Horozgediği istasyonunda ölçülen bütün UOB'ler için çizilen kirlilik güllerinde gemi söküm tesisleri (veya aynı doğrultuda olan Yenifoça yolu) yönünde kirlletici konsantrasyonlarının nispeten yüksek olduğu görülmüştür.

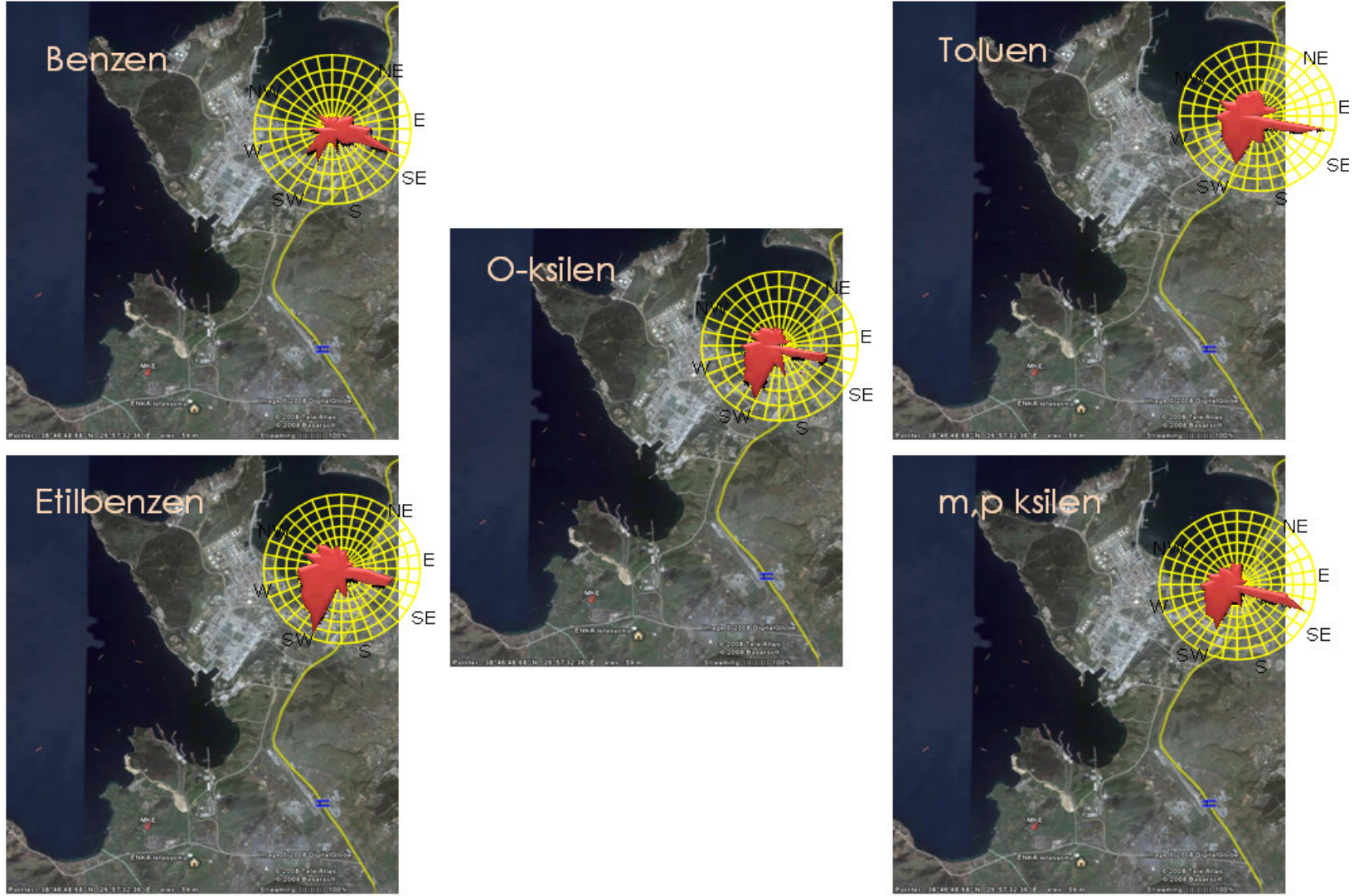
Aliağa istasyonu için hazırlanan UOB'lere ait kirlilik gülleri Şekil 3.36'de gösterilmektedir. PETKİM ve TÜPRAŞ tesislerinin şekilde verilen UOB'lerin konsantrasyonlarına önemli bir etkisi olduğu şekilde açıkça görülmektedir. Aliağa istasyonunda ölçülen bütün UOB 'ler benzer bir dağılım göstermiş ve PETKİM ve TÜPRAŞ tesisleri yönünde yüksek konsantrasyonlar görülmüştür. Horozgediği istasyonunda olduğu gibi, Aliağa istasyonunda ölçülen BTX'ler de İzmir yolu yani BGB (batı-güney-batı) yönünde de oldukça yüksek konsantrasyonlar göstermiştir.

Sonuç olarak Horozgediği istasyonunda, bölgedeki en büyük tesisler olan TÜPRAŞ ve PETKİM'in etkisi çok sınırlı olarak görülmüştür. Bu tesislerin ölçüm istasyonuna oldukça uzak olmasından dolayı (yaklaşık 5-7 km) atmosfere atılan kirleticilerin rüzgar yönündeki ve hızındaki değişimler nedeniyle sadece 2-3 saat süre ile ölçüm noktasına ulaşabilmesi, bu iki tesisin etkisinin beklenenden az olması sonucunu doğurmuştur. Horozgediği bölgesinde ölçülen inorganik gaz fazı kirleticiler için en önemli kaynakların İzmir - Çanakkale yolu, gemi söküm tesisleri ve/veya Yeni Foça yolu olduğu görülmüştür. Bu bölgedeki partiküler maddenin ise beklendiği gibi demir çelik tesislerinden geldiği tespit edilmiştir.

Aliağa istasyonunun ise, hem inorganik gazlar hem de BTX bileşikleri için büyük ölçüde İzmir yolu trafiğinden etkilendiği görülmüştür. Ancak Aliağa istasyonunda ölçülen BTX bileşiklerini, İzmir yolundaki motorlu taşıtların emisyonları yanısıra TÜPRAŞ ve PETKİM tesislerindeki emisyonların da önemli bir şekilde etkilediği görülmüştür.

#### 3.2.5.6 Ventilasyon sabiti ve atmosferin asimilasyon kapasitesi

Atmosferin "asimilasyon kapasitesi" bir bölgedeki ortam havasının kalitesini düşürmeden, kirlletici kaynaklarından atmosfere salınabilecek en yüksek kirlilik miktarı olarak tanımlanabilir. Atmosferin asimilasyon kapasitesi kirlleticilerin yatay ve dikey yönlerde dağılımlarını belirleyen rüzgar hızı ve karışım yüksekliğine bağlıdır. Bu nedenle, asimilasyon kapasitesi karışım yüksekliği ile ortalama rüzgar hızının çarpılmasıyla elde edilen ventilasyon sabiti (VS) ile belirlenmektedir (Manju v.d,2002).

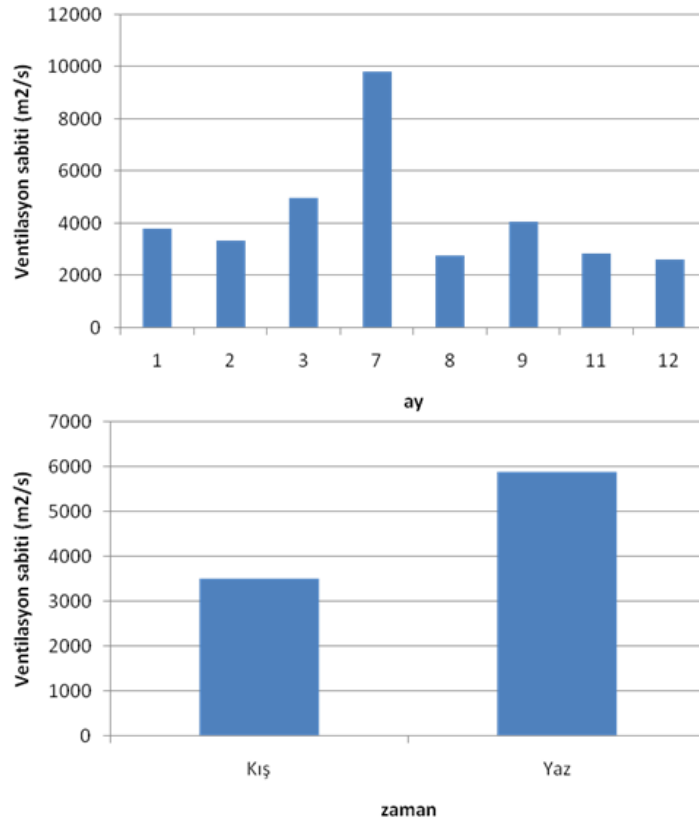


**Şekil 3.36** Seçilmiş bazı UOBler için Belediye istasyonunda hazırlanmış kirlilik gülleri (konsantrasyonlar  $\mu\text{g m}^{-3}$ )

Bu bölümde Aliğa bölgesindeki atmosferik kirleticilerin dağılımı VS hesaplanarak değerlendirilmiştir. VS hesaplarında EPA'nın PCRAMMET programı kullanılarak hesaplanan saatlik karışım yükseklikleri ile Aliğa meteoroloji istasyonundan alınan saatlik rüzgar hızı verileri kullanılmıştır.

Ventilasyon sabiti değeri ile belirlenen "hava kirliliği dispersiyon kategorileri", ventilasyon endeksi ile belirlenmektedir. Eagleman (1991)'ın geliştirdiği kriterlere göre ventilasyon endeksi, ventilasyon sabiti değerine göre dört farklı kategoriye ayrılmaktadır. Ventilasyon sabiti 0-2000 arasında ise dispersiyon "zayıf", 2001-4000 arasında ise "orta", 4001-6000 arasında ise "iyi" ve 6001'den büyük ise "çok iyi" olarak kabul edilir.

Şekil 3.37'da Aliğa bölgesi için hesaplanan ventilasyon sabitlerinin aylık ve mevsimsel dağılımı verilmiştir. Aylık ventilasyon sabiti değerlerine bakıldığında en yüksek değer (yaklaşık 9000 m<sup>2</sup>/s) temmuz ayında olduğu görülmektedir.

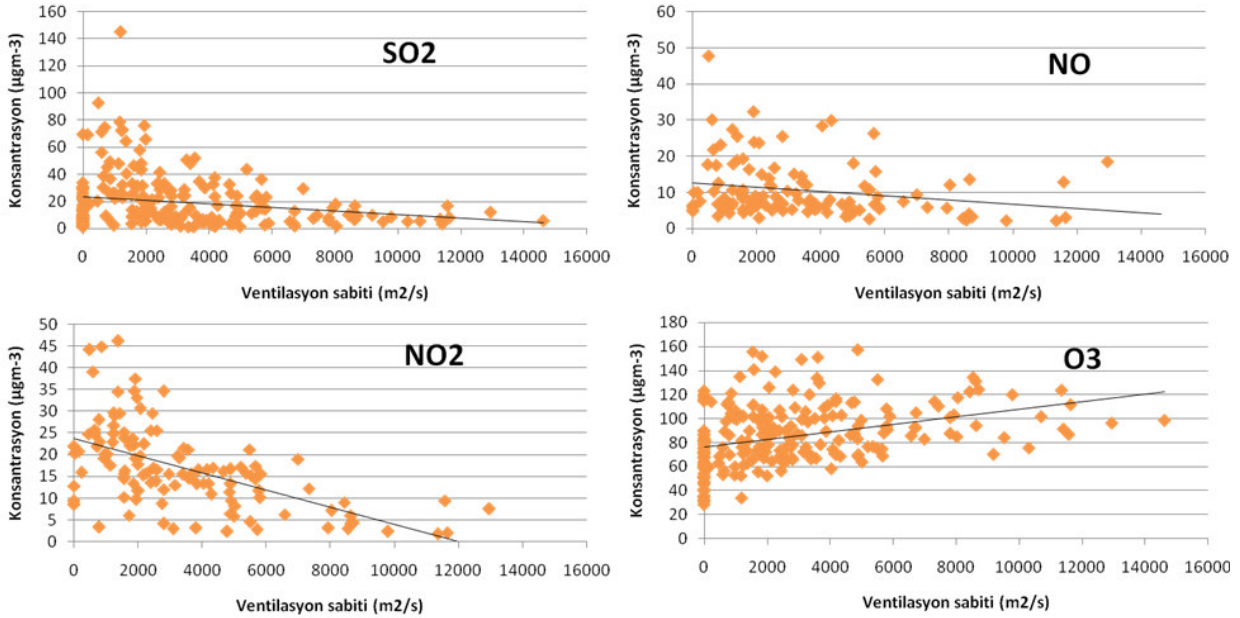


**Şekil 3.37** Aliğa bölgesi için hesaplanan VS değerlerinin zaman içerisindeki değişimi

Bu ayda hava kalitesi "çok iyi" olarak sınıflandırılabilir. Aylık dağılıma bir bütün olarak bakıldığında Aliğa bölgesinde hesaplanan ventilasyon sabitlerinin genel olarak "orta" ve "iyi" dispersiyon kategorileri arasında dağıldığı görülmektedir. Mevsimsel dağılımda da aynı kategorilerin dominant olduğu görülmektedir. Aliğa bölgesinde atmosferin asimilasyon kapasitesi kış mevsiminde "orta" tanımlanırken yaz mevsiminde "iyi" olarak sınıflandırılmıştır.

Atmosferin asimilasyon kapasitesi hesaplanırken dispersiyon kategorisinin yanısıra atmosfere salınan kirleticilerin miktarının da çok önemli olduğu unutulmamalıdır. Çünkü bir bölgede ventilasyon sabiti çok yüksek olsa bile emisyonlar çok fazla ise o bölgedeki hava kalitesi düşük olabilir.

Belediye istasyonunda ölçülen inorganik gaz fazı kirleticilerin konsantrasyonları ile ventilasyon sabiti arasındaki ilişki Şekil 3.38'de verilmiştir.



**Şekil 3.38** Hesaplanan VS değerlerinin inorganik gaz fazı kirletici konsantrasyonları ile karşılaştırılması

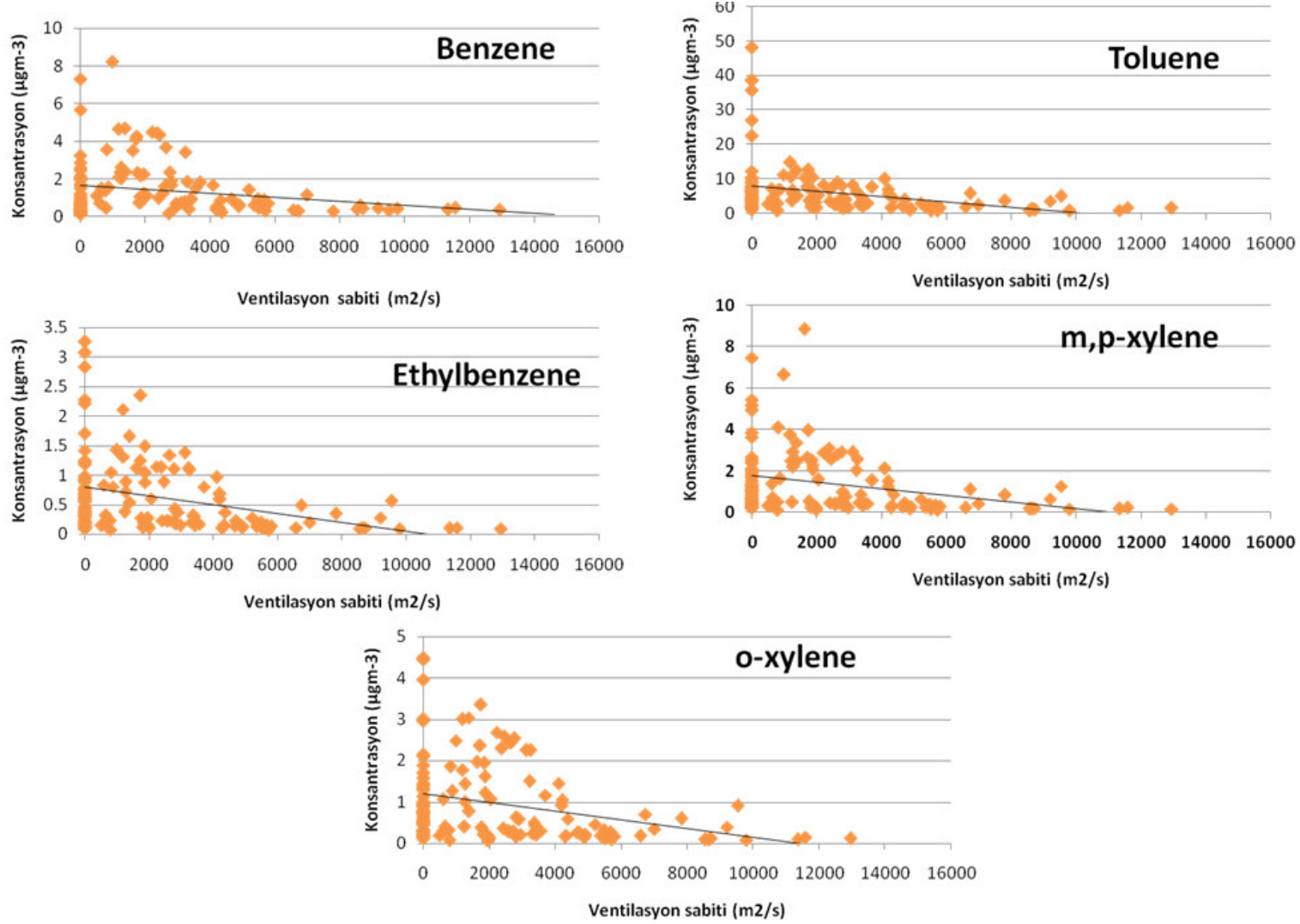
SO<sub>2</sub>, NO ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının beklendiği gibi ventilasyon sabiti arttıkça düştüğü görülmektedir. Bunun aksine ozon konsantrasyonunun ventilasyon sabiti ile arttığı görülmüştür. Bunun nedeni ventilasyon sabitinin güneş akısı ile ilişkili olmasıdır. Yüksek güneş akısı ile ventilasyon sabitinin arttığı bir çok çalışmada görülmüştür (Viswanadham and Anil Kumar, 1989; Genç, 2005). Ozon üretimi güneş akısı ile artar çünkü ozon fotokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşur. Dolayısıyla ventilasyon sabiti arttıkça ozon konsantrasyonunun artması doğal bir sonuçtur.

Şekil 3.39'de Aliğa istasyonunda ölçülen bazı UOB'ler ile ventilasyon sabitinin karşılaştırılması verilmiştir. Seçilmiş UOB konsantrasyonlarının ventilasyon sabiti ile ters bir korelasyon gösterdiği şekilde görülmektedir. Bu ilişki ölçülen diğer UOB'ler için de aynı çıkmıştır. Daha önceki bölümlerde UOB'lerin sıcaklıkla arttığı fakat karışım yüksekliği ve rüzgar hızı ile azaldığını gösterilmiştir. UOB'lerin sıcaklıkla artışı yaz mevsiminde turistik aktivitelerin artışı ve bunun sonucu olarak da motorlu taşıt emisyonlarının artışı açıklanmıştı. Bu gösteriyor ki sıcaklıkla birlikte UOB'lerin kirlilik yükü artış gösterse de, sıcaklıkla birlikte ventilasyon sabitinde görülen artış atmosferin asimilasyon kapasitesini artırmakta yani UOB'lerin kirlilik yükünün hava kalitesini düşürmesine engel olmaktadır.

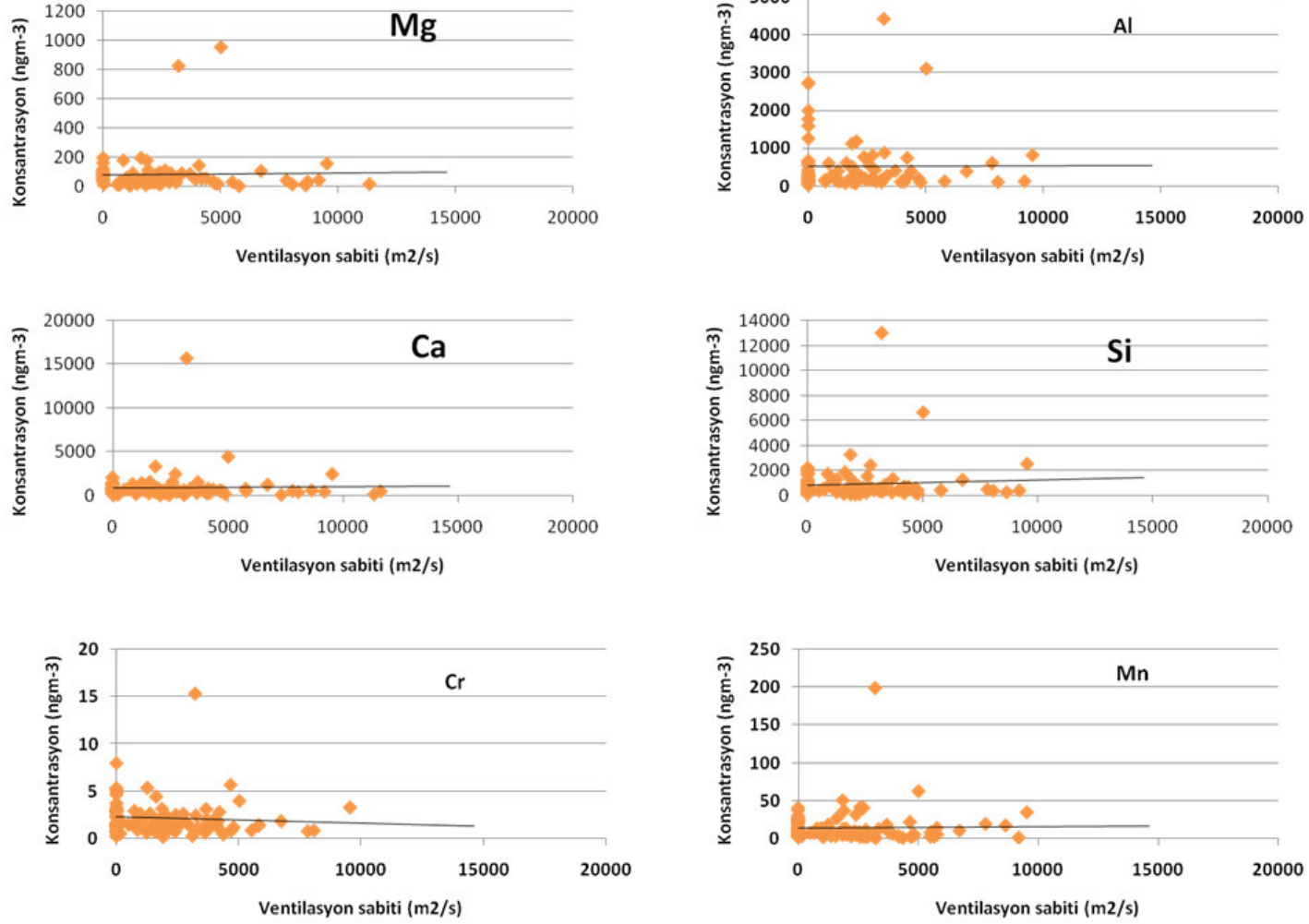
Toprak kökenli alüminyum, silika,mağnesyum, kalsiyum ve mangan konsantrasyonlarının VS ile ilişkisi Şekil 3.40'da verilmiştir. Toprak kökenli elementlerin konsantrasyonlarının ventilasyon sabitindeki değişimlere bağlı olmadığı görülmektedir. Bunun nedeni, VS nin yüksek olduğu yaz mevsiminde toprak kökenli partiküllerin füğitif emisyonların da yüksek olmasıdır

VS ile antropojenik kaynaklı kirleticiler arasındaki ilişki Şekil 3.41'de görülmektedir. Antropojenik elementlerle VS arasındaki ilişki, toprak kaynaklı kirleticilerle VS arasındaki ilişkiye benzemektedir. Yüzey toprağının çok kirli olmasından dolayı antropojenik kaynaklı bu elementler toprakta oldukça zenginleşmiş ve sonuç olarak ventilasyonun yüksek olduğu yaz mevsiminde topraktan emisyonları artmıştır. Bu nedenle atmosferin dispersiyon kapasitesinin yüksek olmasına karşın antropojenik elementlerin düzeylerinde belirgin bir değişim (azalma) olmamıştır.

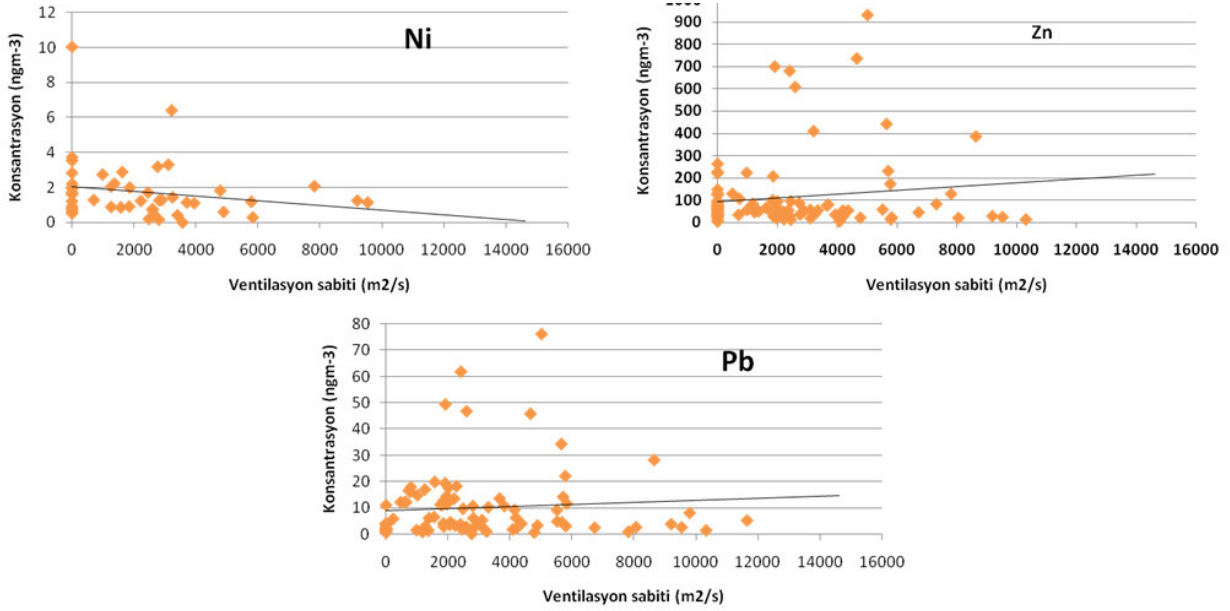




**Şekil 3.39** Hesaplanan VS değerlerinin seçilmiş UOB konsantrasyonları ile karşılaştırılması



**Şekil 3.40** Hesaplanan VS değerlerinin seçilmiş metal konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması



**Şekil 3.41** Hesaplanan VS değerlerinin antropojenik element konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması

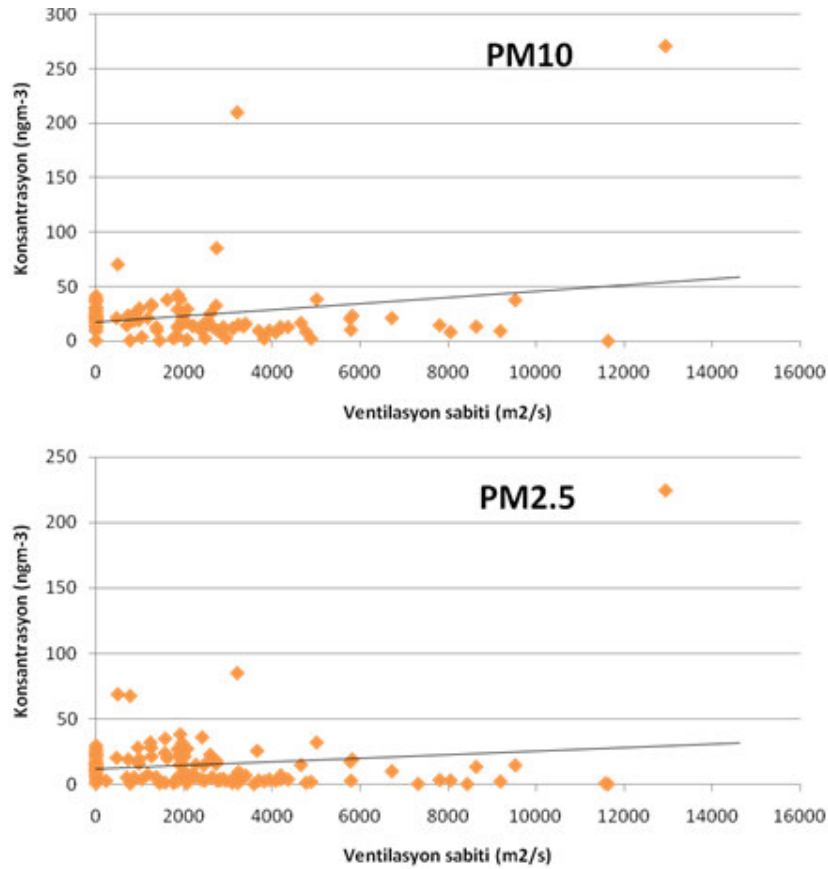
PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> kütleleri de ventilasyon sabiti arasındaki ilişki Şekil 3.42’de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> kütleleri arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

### 3.2.6 Kaynak katkılarının reseptör modellemesi tekniği ile belirlenmesi

#### 3.2.6.1 Reseptör modellemesinin genel tartışması

Kaynak emisyonları ve çevre izleme verilerini kullanarak kaynak katkıları değerlendirmek için iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan birincisi kaynak bazlı yaklaşımlar diğeri ise reseptör (alıcı ortama) bazlı yaklaşımlardır. Kaynağı baz alana yaklaşımlar, nümerik modelleme olarak tanımladığımız teknikler içermektedir. Bu yaklaşımda yakılan yakıt miktarı, baca yükseklikleri gibi kaynaklarla ilgili verilerden hareketle kirleticilerin atmosferdeki dağılımı hesaplanarak belirli noktalarda oluşacak kirletici konsantrasyonları bulunur. Bu tür kaynak bazlı teknikler nisbeten kolay ve hızlı olmaları, istenen sıklıkla tekrar edilebilmeleri, çok fazla kalifiye eleman

gerektirmemeleri ve ucuz olmaları gibi nedenlerle çok sık kullanılmaktadır. Kaynak bazlı yaklaşımlardaki tek dezavantaj, elde edilen sonuçlardaki belirsizliklerin fazla olmasıdır. Atmosfer çok karmaşık bir ortam olduğundan, böyle bir ortamdaki taşınım olayını simüle etmek pek kolay bir işlem değildir.



**Şekil 3.42** Ventilasyon sabiti ile PM-10 ve PM-2.5 kütleleri arasındaki ilişki

Reseptör bazlı model yaklaşımları ise geleneksel kaynak bazlı modellerden oldukça farklı bir yaklaşımdır. Reseptör modellemesi, bir veya daha fazla reseptörde yapılan ölçümlere amaca uyan istatistik tekniklerin uygulanması ile kaynakların ve kaynak katkı paylarının bulunmasından oluşmaktadır. Bu tekniğin de kendine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Reseptör modellemesi uygulamalarında, her şeyden önce uzun süreli bir ölçüm programı gerekmektedir. Bu pahalı, yetişmiş insan gücü gerektiren bir iştir. Bu tür reseptör bazlı yaklaşımların en önemli avantajı; doğru bir şekilde

yapıldığında sonuçlardaki belirsizliklerin %5'lere kadar düşebilmesidir (Gordon 1980; Ölmez vd., 1994; Watson vd., 2002).

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

### 3.2.6.2 Zenginleşme Faktörleri

Aerosollar ve gazlar çeşitli kaynaklardan atmosfere salınmaktadırlar. Zenginleştirme faktörü, ölçülen parametrelerin doğal (toprak ve deniz) ya da antropojenik kaynaklı olup olmadığını belirlemede kullanılan yararlı bir araçtır. Zenginleştirme faktörü hem toprak kaynaklı elementler için hem de deniz kaynaklı elementler için ayrı ayrı hesaplanabilmektedir. Bir elementin toprak zenginleştirme faktörü (EF<sub>c</sub>) aşağıdaki ilişki ile hesaplanmaktadır:

$$EF_c = \frac{\left( \frac{C_x}{C_{ref}} \right)_{örnek}}{\left( \frac{C_x}{C_{ref}} \right)_{toprak}}$$

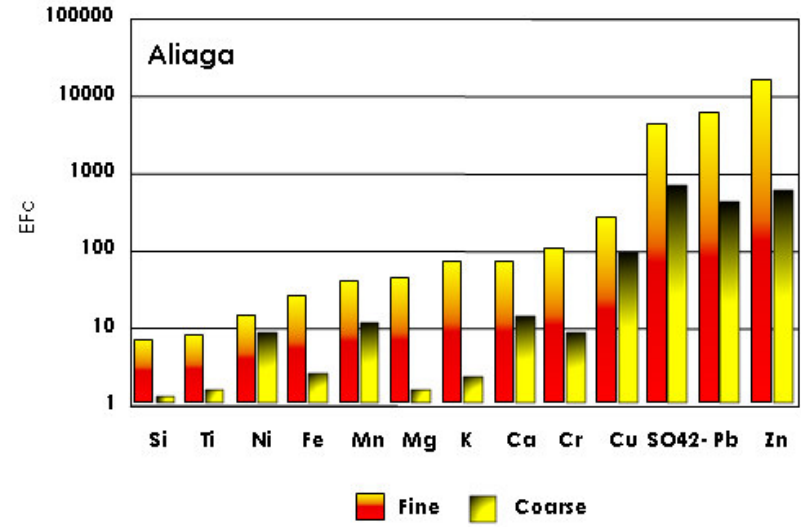
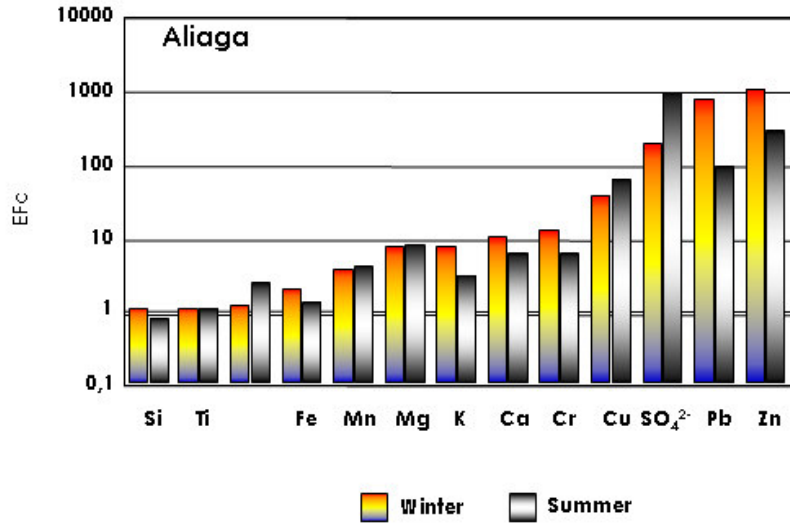
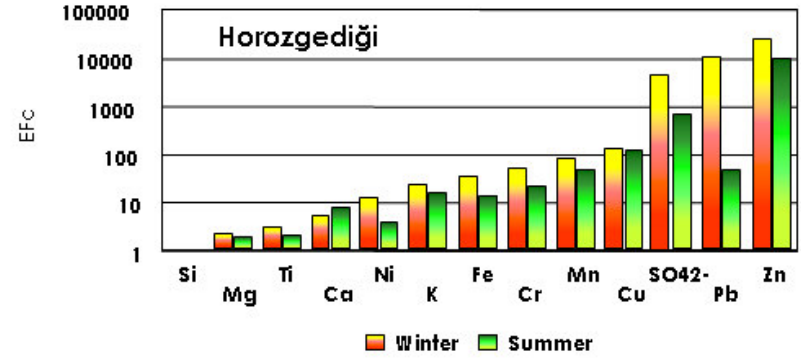
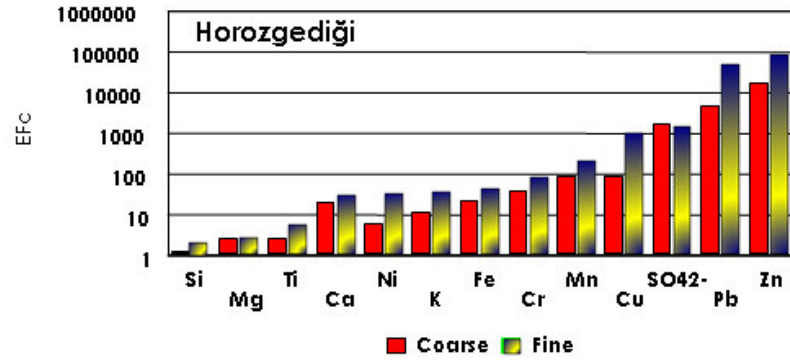
Bu denklemde  $(C_x/C_{ref})_{örnek}$  oranı örnekteki X elementinin konsantrasyonunun seçilen bir referans elemente oranını göstermektedir.  $(C_x/C_{ref})_{toprak}$  ifadesi ise aynı X elementinin topraktaki konsantrasyonunun yine aynı referans elemente olan oranını göstermektedir. Her hava çalışmasında toprak örnekleme yapılamayacağından dolayı, EF<sub>c</sub> hesaplamalarında genel bir toprak kompozisyonu esas alınmaktadır. Literatürde bu amaçla kullanılabilir toprak kompozisyonuna ait tablo bulunmaktadır (Taylor, 1972; Wedephol, 1969; Vinogradov, 1996; Mason, 1966). Bu çalışmada Mason (1966) tarafından derlenen toprak kompozisyonu referans toprak kompozisyonu olarak kullanılmıştır. Bu hesaplamada referans element seçimi çok önemlidir. Referans elementin asıl kaynağının toprak olması, analitik yöntemlerle doğru bir biçimde belirlenebilmesi, uçucu olmaması ve diğer kaynaklardan çok az miktarda gelmesi gerekmektedir. Bu çalışmada literatürde sıkça kullanılan alüminyum elementi referans element olarak kullanılmıştır.

Element ve iyonların tek kaynağının toprak olması durumunda  $EF_c$  değerlerinin 1.0 civarında olması gerekmektedir. Ancak bölgesel olarak toprak kompozisyonlarındaki farklılıkları göz önüne almak üzere  $EF_c$  değerleri 0.1 ile 10 arasında kalan element ve iyonlar da toprak kaynaklı olarak değerlendirilmektedir. Zenginleştirme faktörü 10'un üstünde olan element ve iyonların ise topraktan başka bir kaynağı olduğu sonucuna varılmaktadır. Yalnız bu toprak-dışı kaynak mutlaka antropojenik olmak zorunda değildir. Örneğin deniz kaynaklı Na gibi elementlerin de zenginleşme faktörleri >10 olmaktadır.

Bu çalışmada Horozgediği ve Aliğa istasyonlarında dichotomous örnekleyiciler kullanılarak ölçülen küçük ( $PM_{2.5}$ ) ve büyük ( $PM_{2.5-10}$ ) partiküllere bağlı eser element konsantrasyonları için  $EF_c$  hesaplamaları yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Şekil 3.43'de verilmiştir.

Şekilden de görülebileceği gibi, elementlerin küçük ve büyük partikül fraksiyonlarındaki  $EF_c$  değerleri karşılaştırıldığında, gerek Horozgediği ve gerekse Aliğa istasyonlarında elementlerin küçük partikül fraksiyonlarında daha zenginleşmiş oldukları görülmektedir. Bunun nedeni toprak kökenli partiküllerin ortalama boylarının (mass median diameter) 3 – 4  $\mu m$  dolayında olması ve dolayısı ile toprak partiküllerinin ve bunlara bağlı olarak, başta Al olmak üzere, toprak kökenli elementlerin örnekleyicinin büyük (>2.5  $\mu m$ ) partikül filtresinde tutulmalarıdır. Diğer bir deyişle toprak partikülleri için referans element olarak kullanılan Al'un %70 kadarı büyük partikül fraksiyonunda olması sonucu, küçük partikül fraksiyonunda ölçülen elementler daha zenginleşmiş gibi görünmektedir. Bu literatürde çok sık rapor edilen bir özelliktir.

Toprak zenginleştirme faktörleri, Horozgediği istasyonunda hem iri hem de ince modda Si, Mg ve Ti elementleri için 10'un altında olduğu için bu elementlerin kaynaklarının toprak olduğu sonucuna varılmıştır. Bu elementlerden başka Ni ve K elementleri de büyük partikül fraksiyonundaki  $EF_c$  değerleri <10 olduğu için bu elementlerin büyük partikül fraksiyonundaki konsantrasyonlarının topraktan geldiği sonucuna varılmıştır. Ancak küçük partikül fraksiyonundaki  $EF_c$  değerlerinin yüksek olması bu elementlerin toprak bileşenlerinin yanında bir de antropojenik bileşenlerinin bulunduğunu göstermektedir.



**Şekil 3.43** Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen elementlerin toprağa göre zenginleşme faktörleri

Gerçektende, literatürde K'un büyük partikül fraksiyonunda toprak kökenli, küçük partikül fraksiyonunda ise biyojenik kökenli olduğu pek çok çalışmada gösterilmiştir. Aynı şekilde Ni konsantrasyonlarının da büyük partikül fraksiyonunda toprak katkısı ile açıklanırken, küçük partikül fraksiyonu konsantrasyonlarının fuel oil yakılması, izabe tesisleri, demir çelik endüstrisi gibi antropojenik kaynaklarla açıklanmıştır. Horozgediği istasyonunda ölçülen diğer parametrelerden Ca, Cr, Fe, Mn ve Cu elementlerinin orta derecede  $EF_c$  değerlerine; sülfat ile Pb ve Zn elementlerinin yüksek miktarda zenginleşmiş olduğu belirlenmiştir. Bu elementler arasında Ca ve Fe de görülen zenginleşmeler ilginçtir. Her iki element de toprak kökenli olup  $EF_c$  değerlerinin 1.0 dolayında olması beklenir. Kalsiyumun zenginleşmiş olmasının nedeni  $EF_c$  hesaplarında kullanılan Mason tablosundaki Ca konsantrasyonu ile Aliağa bölgesindeki toprakta bulunan Ca konsantrasyonu arasındaki farktır. Türkiye'de toprak çok kalkerli olduğundan yapılan bütün çalışmalarda Ca zenginleşmiş gibi görünmektedir. Ancak Fe'de durum aynı değildir. Bu güne kadar Türkiye'nin pek çok bölgesinde yaptığımız hiçbir  $EF_c$  hesabında Fe'in zenginleşmiş olduğu görülmemiştir. Demirin ancak demir çelik tesisleri etrafında zenginleştiği bilinmektedir. Dolayısı ile gözlenen Fe zenginleşmesi demir çelik tesislerinin emisyonlarındaki Fe zenginleşmesinden kaynaklanmaktadır.

Aliağa istasyonunda elementlerin büyük ve küçük partikül fraksiyonlarındaki konsantrasyonlarının oranı, Horozgediğinde gözlenen orandan farklıdır. Veri değerlendirmesinin pek çok aşamasında Aliağa ve Horozgediği istasyonlarının çok farklı kaynaklardan etkilendiği tekrar tekrar ortaya çıkmıştır. Horozgediği gaha ziyade o bölgedeki endüstriyel kaynakların etkisinde olan bir yerdir. Buna karşılık Aliağa istasyonu ise tipik bir kent istasyonu gibi endüstriyel kaynaklardan ziyade Aliağa ilçesinin içindeki emisyonlardan ve İzmir yolundaki trafikten kaynaklanan emisyonların etkisi altındadır. Elementlerin büyük ve küçük partikül fraksiyonlarındaki konsantrasyon oranlarının her iki istasyonda farklı olmasının nedeni, bu istasyonları etkileyen kaynak türlerinin farklı olmasıdır. Elementlerin  $EF_c$  değerlerine bakıldığında Aliağa istasyonunda da Si, Ti, Ni, Fe, Mn, Mg, K, Ca ve Cr gibi elementlerin kaynaklarının toprak olduğu sonucuna varılmaktadır. Aynı şekilde Cu,  $SO_4^{2-}$ , Pb ve Zn'un hem küçük hem de büyük partikül fraksiyonlarında zenginleşmiş olması bu elementlerin Aliağa'daki konsantrasyonlarının antropojenik kaynaklar tarafından belirlendiğini göstermektedir. Horozgediği istasyonunda gözlenenin aksine olarak Aliağa istasyonunda Fe zenginleşmemiştir. Bu da



bölgedeki en önemli partikül kaynağı olan demir çelik tesislerinin etkisinin mesafe ve dominant rüzgar yönünden dolayı Aliağa'ya ulaşmadığını göstermektedir.

Toprak zenginleştirme faktör sonuçlarının mevsimsel değişimi incelendiğinde, yaz aylarında toprak partikül konsantrasyonu ve buna bağlı olarak Al konsantrasyonu daha yüksek olduğundan, özellikle antropojenik kirleticilerin yaz aylarında belirlenen  $EF_c$  değerlerinin, kış mevsimi için hesaplanan  $EF_c$ 'lerden daha düşük olması beklenir. Bu bilgiler ışığında Aliağa ve Horozgediği mevsimsel grafikleri incelendiğinde, her iki istasyonda da bakır elementi ve sülfat iyonu dışındaki tüm maddelerin yaz aylarında daha düşük  $EF_c$  değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bakırın her iki istasyonda da yaz mevsimi  $EF_c$  değerlerinin neden kış mevsimi  $EF_c$  değerlerinden yüksek olduğu bilinmemektedir. Ancak  $SO_4^{2-}$ 'ın yaz mevsimi konsantrasyonunun, yazın artan fotokimyasal aktivite sonucu, kış mevsimi konsantrasyonlarından çok yüksek olduğu daha önce tartışılmış idi.  $SO_4^{2-}$  iyonunda görülen yüksek yaz mevsimi  $EF_c$  değerlerinin nedeni bu yüksek yaz konsantrasyonlarıdır.

### 3.2.6.3 Pozitif matris faktörizasyonu (PMF)

Pozitif Matris faktörlemesi (PMF); faktör analiz problemlerinin en küçük kareler yöntemiyle çözümünü için yeni tür bir faktör analiz metodu olarak düşünülmüştür. Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis-PCA) gibi birçok konvansiyonel faktör analiz metodunun aksine PMF sadece pozitif değerlerden oluşan faktörler üretmektedir. Bu da oluşan faktörlerin anlaşılabilmesini kolaylaştırmaktadır

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

$$X = GF + E \text{ olmaktadır}$$

$F$  matrisinin satır sayısı ve  $G$  matrisinin sütun sayısı  $p$  faktör (kaynak) sayısını verir.  $F$  deki her satır bir kaynak profilini temsil eder ve  $G$  deki her bir sütun ise örneklemeler sırasında kaynağın her bir gözleme etki derecesini ifade eder.  $G$  boyutsuz bir matristir buna karşın  $F$  matris elemanları  $X$  matrisindeki verilerle aynı konsantrasyon birimindedir.  $E$ ;  $G$  ve  $F$  matrislerinin bir fonksiyonu olarak ölçülen veri matrisi ( $X$ ) ve modelleme sonucunda elde

edilen matris (GF=Y) arasındaki fark olarak tanımlanır. E (e<sub>ij</sub>) 'nin öğeleri aşağıdaki formülle hesaplanır.

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

(i = 1, ... , n ; j = 1, ... , m ; k = 1, ... , p)

PMF'in amacı; veri sayılarının hata tahminleri ile ağırlıklı artıkların (residual) oranının karelerinin toplamının minimize edilmesidir. Bunun yanında PMF tüm G ve F elemanlarını negatif olmayacak şekilde sınırlar ki bunun anlamı PMF uygulamasında kaynaklar negatif türdeki konsantrasyonları (f<sub>kj</sub> ≥ 0) içeremez ve örneklere negatif kaynakların katkıları (g<sub>ik</sub> ≥ 0) olamaz şeklindedir. Böylece PMF analizinin Q değerinin minimizasyonu olarak tanımlanabilir. Q değeri;

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

f<sub>kj</sub> ≥ 0, g<sub>ik</sub> ≥ 0 ve s<sub>ij</sub> x<sub>ij</sub> için hata tahminidir. G ve F matrislerinin bir ardışık yaklaştırma adımı ayarlanmasıyla PMF'in algoritmasından elde edilir. Bu ardışık yaklaştırma sürecine uyum noktasına kadar devam edilir. Uygulanabilecek seed değerleri herhangi bir pozitif tamsayı olabilmektedir.

PMF her parametrenin, her ölçümü için hesaplanan standart sapma değerlerini kullanarak her veri noktasına özgün hata tahminlerinde bulunur. PMF'in bu özelliği sayesinde ölçülemediği ya da belirleme sınırının altında kalmış olan değerlerde modellemeye dahil edilebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan hata tahminleri, programın algoritması kullanılarak elde edilmiştir. Bu algoritmaya göre ölçülen konsantrasyon değerinin belirli bir oranı o parametrenin ölçüm değeriyle toplanmaktadır. Bu oran değeri 0.01 ile 0.1 arasında herhangi bir sayı olabilmektedir.

Aykırı değerlerin bulunduğu veri setlerinde, modelin sonucunda hesaplanan Q değerinin normal mi ya da çok mu büyük olduğunu belirlemek zor olabilmektedir. Bu durumun üstesinden gelmek için standartlaştırılmış hata matrisini (e<sub>ij</sub>/s<sub>ij</sub>) incelemek gerekir. İdeal bir standartlaştırılmış hata dağılımı -2.0 ile 2.0 arasında olmalı ve artı değerler ile eksi değerler arasında gelişigüzel dağılım sergilemelidir (Paatero,2000).

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

Özetle PMF;

- Veri sayıları ve onların analitik belirsizliklerini içeren bir modeldir. Böylece PMF modeli ile eksik ve belirleme limitinin altındaki veriler değerlendirmeye alınabilmektedir.
- Faktör yüklerini ve faktör skorlarını negatif olmayan değerlere göre sınırlandırmakta ve bu sayede faktör dönüşümleriyle belirsizlikleri küçülebilmektedir. Bu özellik çevresel uygulamalarda fiziksel olarak anlamlı sonuçların elde edilmesini beraberinde getirmektedir.
- PMF uygulamalarında sonuçlar doğrudan konsantrasyon olarak verilmektedir.

PMF'in daha önceleri kullanılan faktör analizi gibi yöntemlere göre önemli birkaç avantajı bulunmaktadır. Bunlardan birisi kantitatif olmasıdır. Diğeri ise büyük boşluklar olan veri setlerinin bile kullanılabilmesidir. PMF veri seti ile birlikte bir belirsizlik veri setini de kullanmaktadır. Belirsizlik veri setinde, her veriye karşı gelen bir belirsizlik değeri bulunmaktadır. Veri setindeki her verinin modeldeki ağırlığı, o veriye karşı gelen belirsizlik değerine bağlıdır. Belirsizliği yüksek olan verilere modellemede çok önem verilmemektedir.

Bu çalışmada, veri seti hazırlanırken, belirleme sınırının altındaki değerler, o parametrenin belirleme sınırının yarısı ile değiştirilmiştir. Ölçülemeyen değerlerin yerine ise o parametrenin geometrik ortalama değeri yazılmıştır.

Herhangi bir sebepten dolayı ölçülememiş olan veri noktaları için yüksek belirsizlik değerleri atanmaktadır. Bu çalışmada ölçülememiş verilerin belirsizlik değerleri parametrelerin geometrik ortalamasının dört katı olarak alınmıştır. Belirleme sınırının altında kalan değerlerin belirsizlikleri belirleme sınırının altıda beşi olarak hesaplamaya dahil edilmiştir. Belirleme sınırının üstündeki veri noktalarının belirsizlikleri hesaplanırken ölçülen değerlerin yüzde beşi ile belirleme sınırı toplanmıştır.

Modellemeler sırasında aykırı eşik mesafe değeri,  $\alpha$ , olarak modelin standart ayarı olan 4.0 alınmıştır. Her bir veri seti modellenirken 10 kadar seed denenmiş ve minimum Q değeri elde edilmeye çalışılmıştır. Minimum Q değeri elde edilen seed değeri sabitleştirildikten sonra çeşitli F-PEAK değerleri denenmiş ve her bir model çalışması sonrasında faktörlerin G-skor değerleri arasındaki korelasyona ve Q değerinin ne kadar arttığına bakılmıştır.

Ancak modellemeler sonucunda standartlaştırılmış hata dağılımı 2.0 ile -2.0 arasında bulunmayan parametrelerin belirsizlikleri 4 katına kadar arttırılmıştır. Eğer hala uygun bir dağılım göstermediyse modellemeden çıkarılmıştır. PMF girdileri literatürden temin edilmiş (Liu vd., 2003; Liu vd., 2003a) ancak daha sonra literatür değerleri, bir nevi duyarlılık testi çerçevesinde modifiye edilmiştir.

Faktörlerin ile fiziksel kaynaklar arasındaki ilişki oluşturulurken her parametrenin, her faktör tarafından açıklanan varyansına ve oluşan faktörlerin profillerine (kompozisyonlarına) bakılmıştır. Ayrıca, UOBlere uygulanan PMF çalışmasında, G-skorlardan oluşturulan kirlilik gülleri, metallere yapılan uygulamada ise faktör profillerinden hazırlanan zenginleşme faktörleri de faktörlerin hangi fiziksel kaynağa karşı geldiğini değerlendirmede kullanılmıştır

G-Skorlara bakılarak mevsimsel ve saatlik faktör değişimleri incelenmiş ve bu inceleme kaynakların belirlenmesinde de etkili olmuştur.

Horozgediği istasyonunda üretilen UOB ve diğer gaz fazı kiletici verileri ana prensipleri yukarıda özetlenmiş olan positif matis faktörlemesi (PMF) tekniği kullanılarak faktörlere ayrılmıştır. Uygulanan PMF dört aşamalı bir çalışmayı içermektedir. Bunlardan birincisi girdi verilerinin oluşturularak UOB ve inorganik gazları kaynaklara bağlı faktörlere ayrılmasıdır. İkinci aşama üretilen sonuçların doğruluğunun gösterilmesidir. Bu genellikle ölçülen sonuçlar ile modelleme sonucu elde edilen sonuçların karşılaştırılması ile yapılmaktadır. Üçüncü olarak, faktörlerin fiziksel kaynaklarla ilişkilendirilmesinin yapılması gerekmekte ve son olarak da, her kaynağın ölçüm noktasında elde edilen konsantrasyonlara olan katkısı hesaplanmaktadır.

PMF uygulamalarında yukarıda sıralanan aşamalardan en önemlisi oluşan faktörlerle kaynaklar arasındaki ilişkinin kurulması olmaktadır. PMF bir tanesi

kaynak profillerini içeren diğeri ise g-skor matrisi olarak bilinen ve her faktörün, her örnekteki ağırlığını içeren iki matris oluşturulmaktadır. Herhangi bir parametrenin, faktörlerden birisindeki konsantrasyon değeri ile herhangi bir örnekteki G-skor değeri çarpıldığında, o faktörün, söz konusu parametrenin o örnekteki konsantrasyonuna katkısı bulunmaktadır. Dikkat edilmesi gereken nokta, PMF kaynak türleri hakkında herhangi bir bilgi vermemektedir. Faktörlerin fiziksel kaynaklarla ilişkilendirilmesi, faktör profillerine ve üretilebilecek diğer parametrelere bakarak yapılan, deneyime dayalı bir aşamadır.

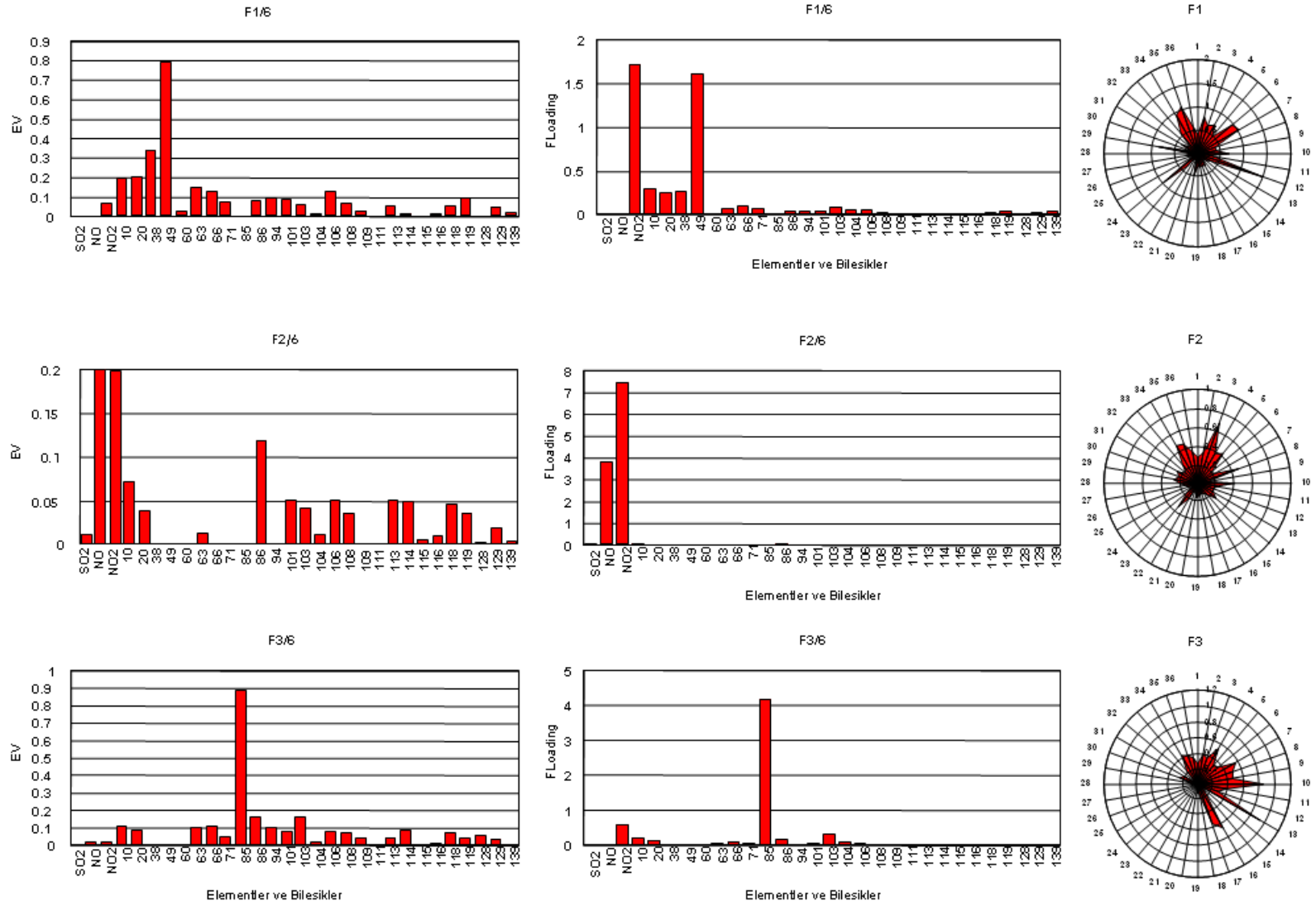
#### 3.2.6.4 PMF'in Horozgediği istasyonunda ölçülen UOB konsantrasyonlarına uygulanması

Bu çalışmada üç farklı PMF çalışması yapılmıştır. Birinci olarak Horozgediği istasyonunda üretilen UOB verileri ile yine aynı istasyonda üretilen inorganik gaz fazı kirletici verilerinin ( $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NO$ ) kullanılmasıyla bu istasyon noktasındaki gaz fazı kirleticilere katkıda bulunan kaynaklar çalışılmıştır.

PMF tekniği ikinci olarak yine Horozgediği istasyonuna üretilen eser element verilerine uygulanmıştır. Gaz fazı ve eser elementlerin aynı PMF uygulamasında kullanılmamasının nedeni, eser elementlerin partiküler maddeye bağlı olması ve atmosferdeki taşınımı ve çökmesinin gazlardan farklı olabilmesidir. Çalışma sırasında gazlar ve eser elementler, deneme amacıyla, bileştirilerek bir PMF uygulanmış ancak sağlıklı bir sonuç anlamamıştır. PMF üçüncü olarak da Aliağa istasyonunda üretilen verilere uygulanmıştır. Üç PMF uygulaması için faktörlerle kaynaklar arasındaki ilişkinin nelere dayanarak kurulduğu, kaynak katkı payları ve ölçülen ile modellenen konsantrasyonların karşılaştırılması detaylı olarak tartışılmıştır.

Ozon, hem birincil bir kirletici olmadığından hem de bölgedeki konsantrasyonları güneş akısı, ozon destilasyonu gibi karmaşık bir dizi parametreye bağlı olduğundan hiçbir PMF çalışmasına dahil edilmemiştir.

Horozgediği'ndeki gaz fazı kirleticilere katkıda bulunan kaynakların belirlenmesine yönelik olarak yapılan PMF çalışmasında altı faktör elde edilmiştir. Her faktör için (1) parametrelerin varyanslarının bu faktör tarafından açıklanan fraksiyonu, (2) faktör profilleri ve (3) G-skorlar kullanılarak hazırlanan kirlilik gülleri hazırlanmış ve Şekil 3.44'da gösterilmiştir.



**Şekil 3.44** Horozgediği istasyonunda yapılan PMF çalışmasında elde edilen faktörlerin özellikleri

Şekilden de görülebileceği gibi, Factor 1 Hafif HC'ların varyanslarının bir bölümünü açıklamaktadır. Profilde (F-loading) en yüksek konsantrasyonların NO<sub>2</sub> ve Hexan (49), biraz da Asetilen (10), n-pentan (20) ve 3-m-pentan (38) olduğu görülmektedir. Kirlilik gülüne bakıldığında bu kaynağın en yoğun olarak kuzeybatı ile kuzeydoğu sektörleri arasında kalan bölgeden istasyona ulaştığı görülmektedir.

Birinci faktörü tanımlarken dikkat edilecek birkaç nokta vardır. Her şeyden önce, asetilen bir yanma ürünü olup doğal olarak benzin ve petrolün içerisinde bulunmayan bir bileşiktir. TÜPRAŞ'da esas emisyonların dolum tesislerinden ve fügitif kaçaklardan olduğu, bacalarda ölçülen UOB konsantrasyonlarının çok düşük olduğu bilindiğine göre TÜPRAŞ emisyonlarında asetilen bulunması beklenmemelidir. Buna karşılık araç emisyonlarının eksoz bölümünde asetilen emisyonu olduğu pek çok çalışmada rapor edilmiştir. Dolayısı ile yönü ve kompozisyonu göz önüne alındığında Faktör 1, ya PETKIM emisyonlarını ya da aynı yönde olan Yeni Foça yolundan kaynaklanan emisyonları temsil etmektedir. Faktör 1 için hesaplanan toluen - benzen oranı 0.05'dir. T/B oranı literatürde araç emisyonlarını, endüstriyel ve diğer tür emisyonlarından ayırmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Her ne kadar T/B oranında trafik ve trafik dışı emisyonları birbirinden ayıracak çok kesin bir rakam olmasa da bu oranın düşük değerlerinin (1 - 2 gibi) araç emisyonlarını, yüksek değerlerinin (>9 - 10) araç dışı emisyonları gösterdiği pek çok çalışmada gösterilmiştir. Dolayısı ile Faktör 1 için hesaplanan 0.05 gibi bir T/B oranı bu faktörün trafik ağırlıklı bir faktör olduğunu göstermektedir. Eksoz emisyonlarının bir göstergesi olan asetilenin de bu faktörde bulunması Faktör 1'in araç kökenli bir faktör olduğunu teyit etmektedir. Yönüne da bakarak, Faktör 1 ağırlıklı olarak Yeni Foça yolu trafiğini gösteren bir faktör olarak tanımlanmıştır.

Faktör 2, NO varyansının önemli bir bölümünü açıklamaktadır. NO dışında faktör ağır hidrokarbonlardan bir bölümünün de varyanslarının bir bölümünü açıkladığı ve bu ağır UOB'lerin faktör profilinde de nisbeten yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu görülmektedir. Kirleticiliğe bakıldığında, Bu faktörün istasyon noktasına yine kuzeybatı ile kuzeydoğu arasındaki bir yönden ulaştığı görülmektedir. T/B oranının yaklaşık olarak 9 civarında olması bu faktörün araçtan ziyade endüstri kaynaklı olduğunu göstermektedir. Bütün bu gözlemlerle Faktör 2 PETKIM - TÜPRAŞ tan kaynaklanan bir faktör olarak tanımlanmıştır

Faktör 3 toluenin varyansının büyük bir bölümünü açıklamaktadır. Yine aynı şekilde, faktör profilinde de toluen konsantrasyonunun çok yüksek olduğu görülmektedir. Toluenin 3. faktörde çok dominant olması bu faktörün kaynağının endüstriyel olmasını düşündürmektedir. Bu güne kadar yapılan çalışmalar Trafik kaynaklı emisyonlarda benzenin yüksek toluenin düşük olduğunu göstermiştir. Buna karşılık endüstriyel emisyonlarda toluenin daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle üçüncü faktörde toluenin dominant bileşik olması bunun PETKİM ve TÜPRAŞ tan kaynaklanan emisyonları temsil ettiğini göstermektedir.

PETKİM ve TÜPRAŞ emisyonları göz önüne alındığında, Tüpraş emisyonlarının yanma ürünü içermediği, değişik petrol fraksiyonlarını içerdiği, tek bir bileşenin dominant olacağı bir emisyonun TÜPRAŞ'tan yapılmasının çok olası olmadığı ve bu nedenlerle de üçüncü faktörün daha ziyade PETKİM emisyonlarını temsil ettiğini söylemek çok yanlış olmayacaktır. Ayrıca bu faktörün içeriğinde asetilen gibi ancak yanma sonucu ortaya çıkan bir bileşenin olması da üçüncü faktörün TÜPRAŞ'tan ziyade, PETKİM'e ait emisyonları temsil eden bir faktör olduğunu teyit etmektedir.

Faktöre ait kirletici gücü de yön olarak varılan sonuca uyumludur. Toluenin bu kadar dominant olduğu bir faktörde T/B oranı doğal olarak çok yüksektir. Bu da faktörün trafik emisyonlarından ziyade endüstriyel emisyonları temsil ettiğini göstermektedir. Sonuç olarak, üçüncü faktör PETKİM emisyonları olarak tanımlanmıştır.

Dördüncü faktör ağır hidrokarbonların varyanslarının önemli bölümünü açıklamaktadır. Literatürde ağır hidrokarbonların dizel emisyonlarından kaynaklandığı defalarca gösterilmiştir. Çalışma alanında ve çevrede ağır vasıtaların çokça bulunması, bu dizel emisyonlarının önemli bir bileşen olduğunu göstermektedir. Yalnız, bir noktaya dikkat çekmemiz gerekmektedir. Kent atmosferlerinde dizel emisyonu otobüs, kamyon gibi ağır vasıtalara, bir de, az da olsa, dizel yakıt ile çalışan otomobillere özgün bir emisyon türüdür. Ancak kırsal bölgelerde ağır vasıtalar yine en önemli kaynak olmakla birlikte, traktör, jeneratör vs gibi mazotla çalışan diğer kaynaklar da önemli olabilmektedir.

Faktör katsayılarından hazırlanan kirlilik gücüne bakıldığında dördüncü faktörün bütün sektörlerden istasyona ulaştığı, hatta güney sektörlerinin ölçülen konsantrasyona katkısının daha fazla olduğunu görülmektedir. Sonuç



olarak dördüncü faktör, bölgedeki ağır trafik ve tarım kaynaklı bütün dizel emisyonların temsil eden bir dizel faktörü olarak tanımlanmıştır.

Faktör 5 oldukça ilginç bir faktör olarak görülmektedir. Bu faktör SO<sub>2</sub>'in varyansının çok önemli bir bölümünü açıklamaktadır. Ayrıca ağırlıklı olarak hafif hidrokarbonlar olmak üzere bazı UOB'lerin varyanslarının %10 kadarı açıklanmaktadır. Pasif örnekleme ile ilgili ileriki bölümlerde etraflıca tartışılacağı gibi, SO<sub>2</sub> dağılım haritaları diğer kirleticiler için hazırlanan dağılım haritalarından biraz farklıdır. SO<sub>2</sub> dağılım haritasında, PETKİM ve TÜPRAŞ'ın önemli bir SO<sub>2</sub> kaynağı olduğu kolayca görülmektedir. Ancak, endüstriyel kaynağın dışında, SO<sub>2</sub> nin bütün yerleşim birimlerinden atmosfere atıldığı ve bu alçak seviyedeki emisyonların yerleşim birimlerini çevresinde yüksek SO<sub>2</sub> adacıkları oluşturduğu, ve bölgedeki SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının PETKİM - TÜPRAŞ emisyonlarının dağılımından ziyade, bu lokal emisyonların dağılımı ile oluştuğu görülmektedir. Beşinci faktör ağırlıklı olarak SO<sub>2</sub> içerdiğinden bu faktöre yukarıdaki bölgesel tartışma çerçevesinde bakmak gerekmektedir. Zaten beşinci faktör skorları kullanılarak hazırlanan kirlilik gülleri de yukarıdaki tartışmayı desteklemektedir. Kirlilik gülünde üç çok belirgin ve çok dar yön görülmektedir. Kirleticilerin bu kadar dar bir sektörden gelmesi ancak kaynakların çok yakın olmasıyla mümkündür. Bu çok belirgin yönlerden birincisi kuzeybatı yönünde (veya 320 derece), diğeri batı-kuzeybatı yönünde (veya 280 - 290 derece), diğeri de güney-güneybatı yönündedir (veya 210 - 220 derece). Bu kirlilik gülü harita üzerine konmuş haliyle Şekil 3.45 de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi bu üç yön Çakmaklı, Horozgediği ve Kozbeyli köylerini işaret etmektedir. Bu üç köy istasyon noktasına en fazla 3.4 km mesafededir. Bütün bu tartışmaların sonunda beşinci faktörün yerleşim birimlerinden (özellikle, Çakmaklı, Horozgediği ve Kozbeyli) kaynaklanan emisyonları temsil ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Altıncı faktör tipik bir eksoz emisyon faktörüdür. En önemli bileşenin benzen olduğu görülmektedir. Ancak benzen dışındaki asetilenin de varyansının %20 kadarını açıklamaktadır. Bu faktör profilindeki önemli konsantrasyonu yüksek olduğu için önemli bileşenler NO<sub>2</sub>, asetilen, benzen ve stiren'dir. Faktör skorları kullanılarak hazırlanan kirlilik altıncı faktörün kaynaklarının kuzeydoğu ile güneydoğu arasında değiştiği görülmektedir. Bu yönde İzmir - Çanakkale yolundan başka önemli bir kaynak yoktur. Ayrıca

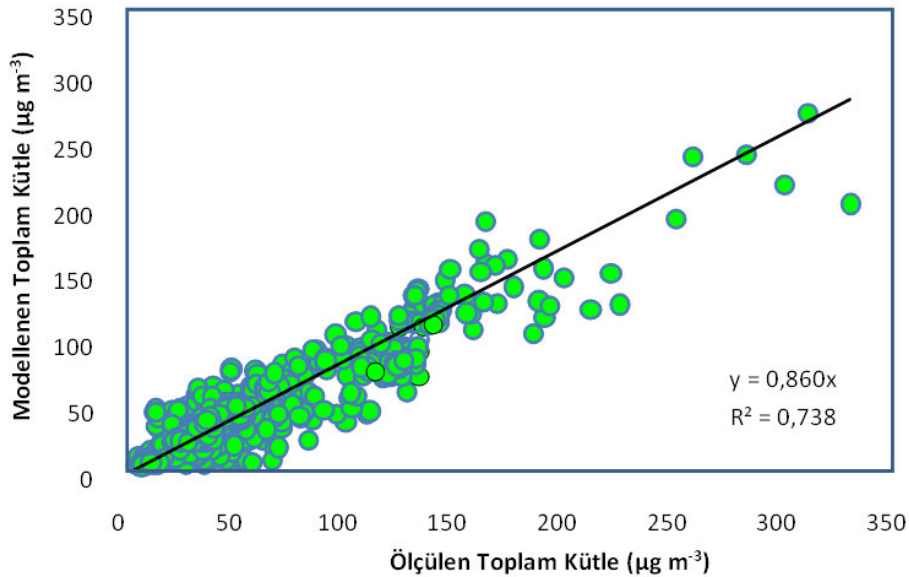
çok düşük olan T/B oranı da bu faktörün trafik kökenli olması gerektiğini teyit etmektedir.



**Şekil 3.45** Horozgediği istasyonunda beşinci faktör için hazırlanan kirlilik gülünde gözlenen yönlerdeki kaynaklar

Bu PMF çalışmasında dikkat çeken bir nokta, istasyonun bulunduğu noktaya bölgedeki demir-çelik ve gemi söküm tesislerin etkisini gösteren bir faktörün görülmemiş olmasıdır. Bunun nedeni söz konusu tesislerin önemli bir gaz emisyonları olmamasıdır. Bölgedeki demir-çelik tesisleri eritme işlemlerinde elektrik enerjisi kullandıklarından önemli bir yanma ürünü emisyonları olmamaktadır. Ancak söz konusu tesisler bölgedeki partiküler madde kirliliğinin en önemli kaynaklarıdır. Bu konu önümüzdeki bölümlerde daha detaylı olarak tartışılacaktır.

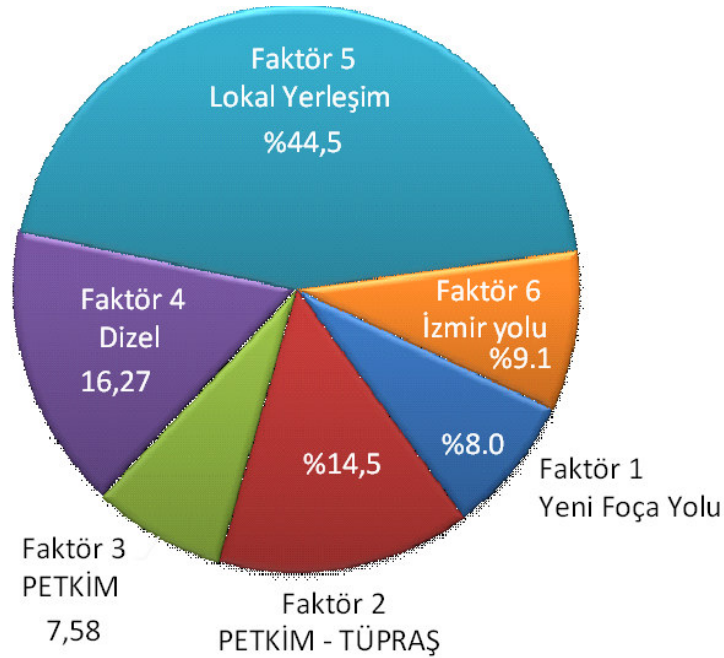
PMF çalışmasını ne kadar doğru yaptığımızı düşünürsek düşünelim sonuçların doğrulanması çok önemlidir. PMF sonuçlarının doğrulanması ölçülen değerlerle, PMF sonucu hesaplanan konsantrasyonların karşılaştırılmasıyla yapılır. Bu çalışmadaki doğruluğun belirlenmesi amacıyla ölçülen ve modellenen toplam gaz konsantrasyonları arasındaki regresyon eğrisi Şekil 3.46'da gösterilmiştir. Görsel olarak hesaplanan ve ölçülen toplam gaz konsantrasyonları arasında çok iyi bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Şekilde görülen ilişkinin  $R^2$  değeri 0.74'dür bu  $r = 0.85$  gibi bir korelasyon sabitine tekabül etmektedir. Veri sayısı çok olduğundan t-test yapıldığında bu değer 0.99 gibi bir güvenilirlik aralığına tekabül etmektedir. Literatürde bulunan değerlerle de karşılaştırıldığında gaz kirleticiler için böyle bir korelasyonun oldukça iyi olduğu söylenebilir. İleride de görülebileceği gibi partiküler madde kompozisyonuna yapılan PMF çalışmalarında daha iyi korelasyonlar elde edilebilmektedir.



**Şekil 3.46** Horozgediği PMF çalışmasında ölçülen ve modellenen UOB konsantrasyonları arasındaki regresyon eğrisi

Belirlenen 6 faktörün toplam gaz konsantrasyonlarına katkısı Şekil 3.47'da görülmektedir. Toplam gaz konsantrasyonuna en önemli katkı lokal yerleşimler olarak tanımlanan beşinci faktör tarafından yapılmaktadır. Bu

tamamen bu yerleşim birimlerinin istasyon noktasına çok yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Horozgediği köyü örnekleme noktamıza yaklaşık 400 m, Çakmaklı köyü 2 km mesafededir. Bu kaynaklar küçük olsa bile istasyonun çok yakında olduğundan etkileri büyük olmaktadır. İleriki bölümlerde dağılım haritaları tartışılırken de benzer bir sonuca ulaşılabacaktır. Bu kaynaklar bölgesel ölçekte çok önemli olmadığından, diğer kaynakları, beşinci faktörü göz önüne almadan değerlendirmek yararlı olacaktır.



**Şekil 3.47** Horozgediği istasyonunda ölçülen UOB konsantrasyonlarına PMF ile bulunan faktörlerin katkıları

Hesaplar beşinci faktör göz önüne alınmadan yapıldığında, en önemli katkının %28 ile dizel emisyonlarına ait olduğu görülmektedir. Daha sonra %25 katkı ile PETKİM-TÜPRAŞ bölgesinden ulaşan emisyonlar (faktör 2) gelmektedir. PETKİM'in izole edilebilen emisyonlarının (Faktör 3) katkısı da göz önüne alındığında PETKİM ve TÜPRAŞ'ın üzerinde yer aldığı yarımadanın toplam Horozgediği yöresindeki toplam gaz konsantrasyonlarına katkısı % 33 mertebesinde olmaktadır. Yeni Foça ve İzmir yollarındaki trafiğin katkısı ise sırasıyla %14 ve %16 kadar olmaktadır.

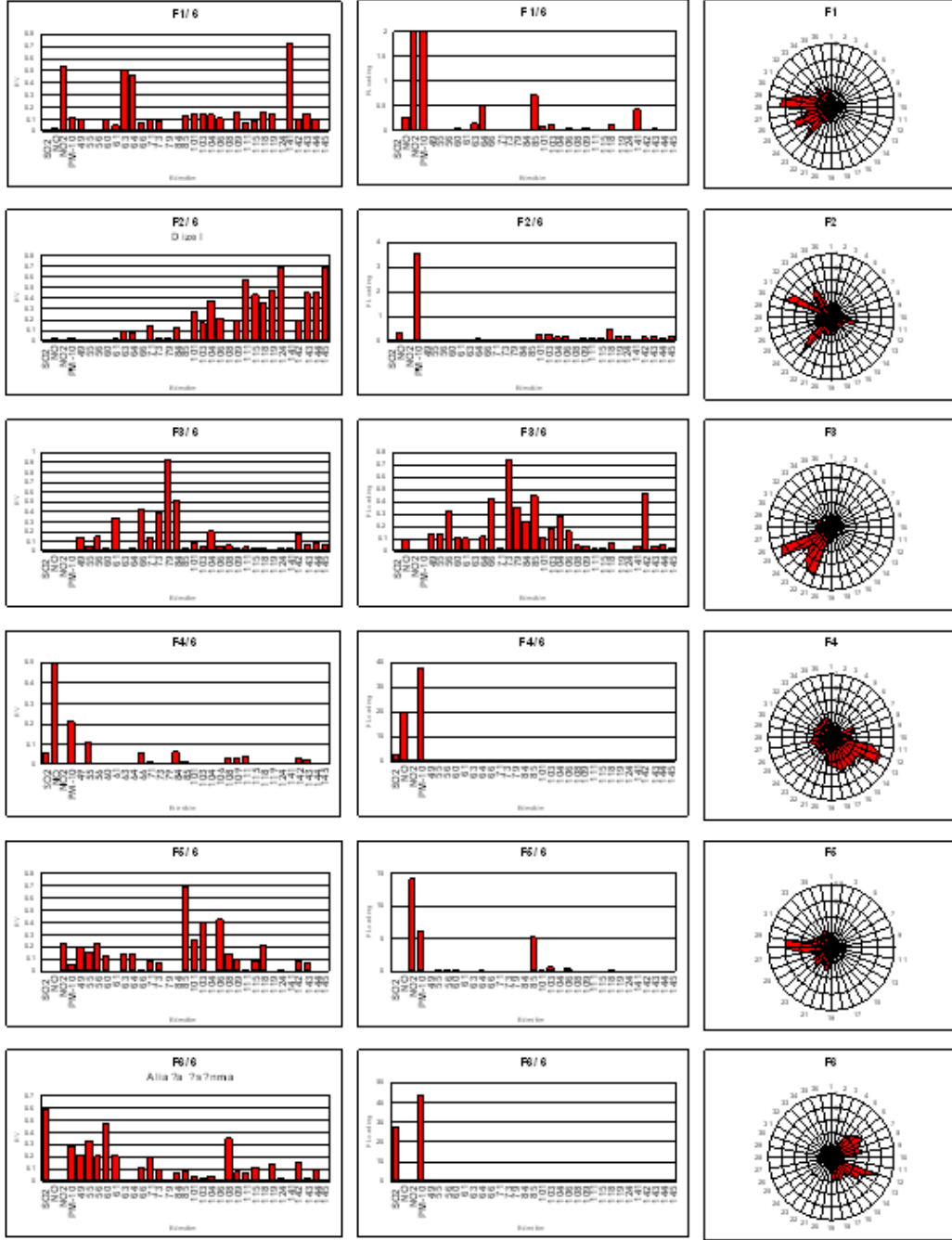
### 3.2.6.5 PMF'in Aliğa istasyonunda ölçülen UOB konsantrasyonlarına uygulanması

Raporun çeşitli aşamalarında ifade edildiği gibi, Aliğa istasyonunda elde edilen ölçüm sonuçlarıyla, Horozgediği istasyonunda elde edilen sonuçlar arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Horozgediği istasyonu, verilerin niteliği itibarıyla, endüstrilerin yoğun etkisi altında kalmış bir kırsal istasyon özelliği gösterirken, Aliğa istasyonunda elde edilen veriler daha ziyade kendi kaynaklarının etkisi altında olan bir kentsel istasyon özelliği göstermektedir. Bu nedenle de Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında yapılacak kaynak belirleme çalışmaları, kaçınılmaz olarak, farklı kaynakların ortaya çıkmasına yol açabilecektir.

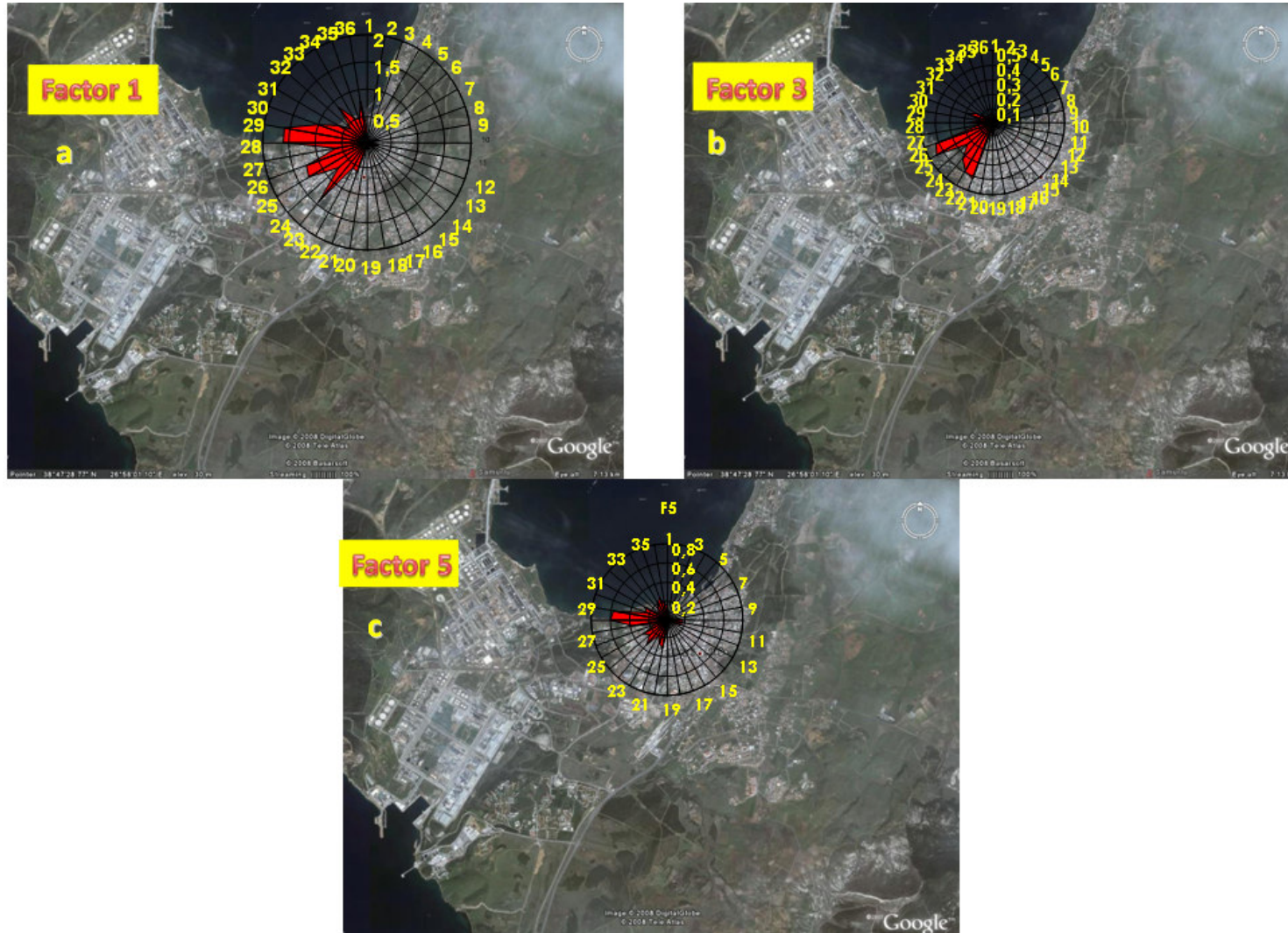
Aliğa istasyonunda elde edilen UOB ve inorganik gaz konsantrasyonlarının kullanılmasıyla yapılan PMF çalışmasının sonuçları Şekil 3.48'de verilmiştir. Şekilde, PMF'de yer alan her parametrenin varyanslarının ne kadarının açıklandığı, faktör profilleri ve G skorlarla hesaplanan kirlilik gülleri gösterilmektedir.

Aliğa PMF çalışmasında elde edilen birinci faktör  $\text{NO}_2$ , m-1-penten, 2m-hexan, 2-3-dim-pentan varyanslarının önemli bölümünü açıklamaktadır. Faktör profiline bakıldığında (F-loading), bu bileşiklerin yanında toluen konsantrasyonunun da yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, Faktör 1 toluen varyansının ancak %10 kadarını açıkladığından toluenin profilde yüksek bir konsantrasyonda olması, bu faktörün toluen tarafından belirlenen bir faktör olmadığını göstermektedir. Bir parametrenin faktör üzerindeki etkisi F-loading değerinden çok varyansının ne kadarının bu faktör tarafından açıklandığına bağlıdır.

Faktör 1 G-skorları kullanılarak oluşturulan kirlilik gülüne bakıldığında, doğrudan doğruya TÜPRAŞ-PETKİM bölgesini işaret ettiği görülmektedir. Aynı kirlilik gülünün harita üzerine konmuş hali Şekil 3.49a'da gösterilmiştir. Şekilden de faktörün temsil ettiği emisyonların TÜPRAŞ ve PETKİM yönünden geldiği açıkça görülmektedir. Dolayısı ile Faktör 1'in PETKİM- TÜPRAŞ emisyonlarını temsil ettiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca birinci faktör için hesaplanan T/B oranının 11 dolayında olması bu faktörün trafikten kaynaklanan emisyonlardan ziyade, endüstri kökenli emisyonları temsil ettiğini teyit etmektedir.



**Şekil 3.48** Aliağa UOB verilerine uygulanan PMF’de faktörlerle fiziksel kaynakları ilişkilendirmekte kullanılan şekiller



**Şekil 3.49** Aliğa istasyonunda PETKİM ve/veya PETKİM kaynaklı emisyonları temsil ettiği düşünülen faktörlerin kirlilik haritaları

Aliağa istasyonu PMF çalışmasında görülen ikinci faktör ağır hidrokarbonların varyanslarını açıklayan bir faktördür. Faktör profili de önemli ölçüde NO ve yine ağır hidrokarbonların yüksek konsantrasyonlarda görüldüğü bir profildir. G-skorla kullanılarak hazırlanan kirlilik gülü değişik yönleri göstermektedir. Horozgediği istasyonuna uygulanan PMF tartışılırken, dar ve farklı yönleri gösteren kirlilik güllerinin daha ziyade yakın kaynaklardan oluştuğu ifade edilmişti. Burada da benzer bir durum söz konusudur. Aliağa istasyonunda elde edilen faktör 2, Horozgediği istasyonundaki PMF çalışmasında elde edilen dördüncü faktörü andırmaktadır. Her iki istasyonda kullanılan kalibrasyon gazları farklı olduğundan, istasyonlarda elde edilen faktörlerin bire bir karşılaştırılması mümkün olmasa da, her iki faktörde de ağır hidrokarbonların ağırlıkta olması, faktörlerin birbirine benzemesine neden olmuştur. Horozgediği istasyonundaki dördüncü faktör gibi Aliağa istasyonundaki ikinci faktörün de dizel emisyonlarını temsil ettiği sonucuna varılmıştır. Faktör 2 için hesaplanan T/B oranının çok düşük olması (<1) bu faktörün trafik ile ilgili bir faktör olduğunu teyit etmektedir.

Üçüncü faktör aşağı yukarı hidrokarbonlardan oluşmuş bir faktördür. Metilsikloheksan, 3-Metilheksan, heptan ve 2,3,4-Trimetilpentan gibi uçucu organik bileşiklerin varyanslarının önemli bölümlerini (%40 - %90) kadarını açıklamaktadır. Faktör 3 G-skorları ile hazırlanan kirlilik gülü, PETKİM - TÜPRAŞ bölgesinden ziyade bu bölgenin biraz doğusunu işaret etmektedir. Yukarıda belirtilen kirlilik gülünün harita üzerine yerleştirilmiş hali Şekil 3.49b'de gösterilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi kirlilik bu faktöre neden olan emisyonların PETKİM ve TÜPRAŞ'ın bulunduğu bölgenin biraz doğusundan geldiğini göstermektedir. Gerek hidrokarbon ağırlıklı profil olması nedeniyle ve gerekse kirlilik gülünü gösterdiği yörede başka önemli kaynak olmadığından, Faktör 3 Doğal gaz çevirim santrali olarak tanımlanmıştır.

Aliağa'daki dördüncü faktör çok tipik bir trafik faktörüdür. NO varyansının aşağı yukarı tamamını ve hafifler başta olmak üzere diğer bazı organik bileşiklerinde varyanslarının ufak bölümlerini açıklamaktadır. Faktör 4 G-skorlar endüstrilere ters yönde olan Aliağa yerleşim bölgesini ve arkasındaki İzmir - Çanakkale yolunu göstermektedir. Dolayısı ile bu faktör lokal benzinli araç trafiği olarak tanımlanmıştır.

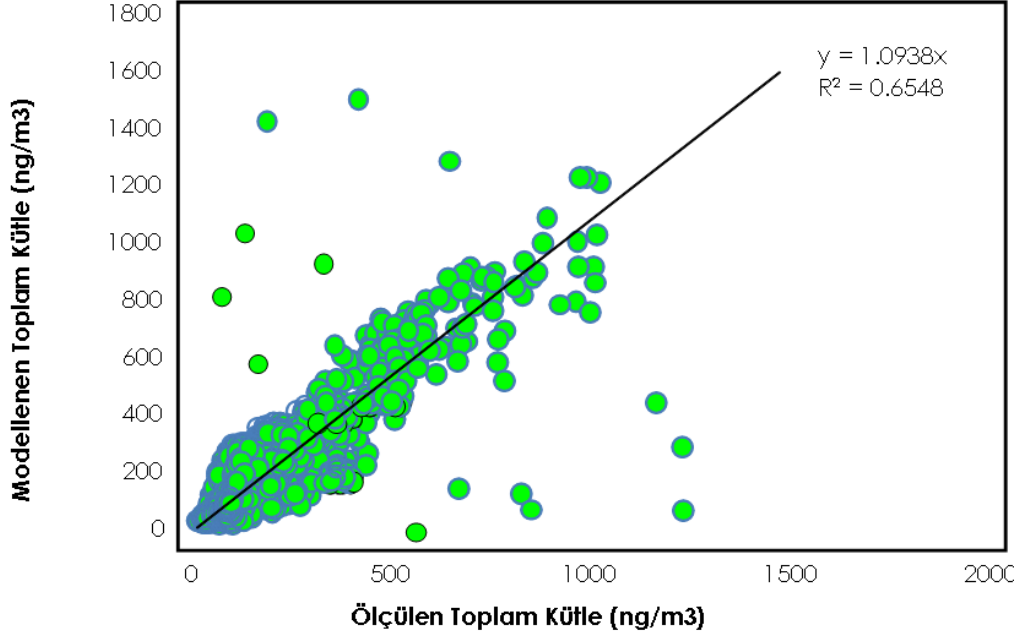
Faktör 5, Toluene ağırlıklı bir faktördür ve kompozisyon olarak Horozgediği istasyonuna uygulanan PMF de elde edilen üçüncü faktöre benzemektedir.



G-skorlardan hazırlanan kirlilik gülü de doğrudan doğruya PETKİM'i işaret etmektedir. Aynı kirletici gülü, harita üzerinde, Şekil 3.49c'de gösterilmiştir. Zaten bu faktör için T/B oranınının 28 olması da faktörün, trafikten ziyade, endüstri kökenli olduğunu teyit etmektedir. Bütün bu gözlemler göz önüne alınarak beşinci faktör Horozgediği istasyonundaki üçüncü faktörde olduğu gibi, PETKİM faktörü olarak tanımlanmıştır.

Altıncı faktör SO<sub>2</sub> tarafından domine edilen bir faktördür. SO<sub>2</sub> nin varyansının %60 kadarı bu faktör tarafından açıklanmaktadır. Kaynak profilinde konsantrasyonu en yüksek olan parametre de SO<sub>2</sub>'dir. İleride tartışılacak olan pasif örnekleme ile ilgili olarak hazırlanan dağılım haritalarında SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının PETKİM ve TÜPRAŞ'ın olduğu yarımada da yüksek olmakla birlikte, her yerleşim birimi çevresinde de yüksek olduğu ve bölgedeki SO<sub>2</sub> seviyelerini PETKİM ve TÜPRAŞ'dan salınan emisyonların değil, bu yüksek konsantrasyon adacıklarının belirlediği sonucuna varılmıştır. Bu çerçevede Aliağa gibi bölgedeki nüfusu en yüksek olan ilçede Yüksek SO<sub>2</sub> endüstriyel katkıyı değil, ilçenin kendisinden kaynaklanan SO<sub>2</sub> emisyonlarını göstermektedir. Yalnız faktörde yüksek benzen katkısı, bu emisyonlara trafik kaynaklı emisyonların da katkıda bulunduğu izlenimini vermektedir. Dolayısı ile Faktör 6'nın Aliağa'daki yerel trafik ve fosil yakıt kullanımından kaynaklanan emisyonları temsil ettiği sonucuna varılmıştır. Altıncı faktör için hesaplanan G-skorlardan hazırlanan kirletici gülü de, yerleşimin, istasyona göre, yoğun olduğu Doğu sektörünü, daha doğrusu kuzey - kuzeydoğu sektörü ile Güney sektörü arasında kalan geniş bir bölgeden geldiğini göstermektedir. İstasyon Belediye Meydanında kurulduğundan, yerleşim istasyona göre Kirletici gülünde gösterilen bölgede kalmaktadır.

Aliağa istasyonunda PMF ile hesaplanan toplam organik kütlesi ile aynı istasyonda ölçülen toplam organik kütlesi Şekil 3.50'de karşılaştırılmıştır. Şekilden de görülebileceği gibi, ölçülen ve hesaplanan UOB kütleleri arasındaki ilişkinin R<sup>2</sup> değeri 0.65'dir ki bu 0.81 gibi bir korelasyon sabitine denk gelmektedir. Bu da iki parametre arasındaki ilişkisinin >%99 güvenirlilik sınırında istatistik olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Elde edilen R<sup>2</sup> değeri yaklaşık olarak Horozgediği istasyonunda elde edilen R<sup>2</sup> değerine yakındır ve uygulanan modelin oluşturduğu faktörlerin istatistik güvenirliliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

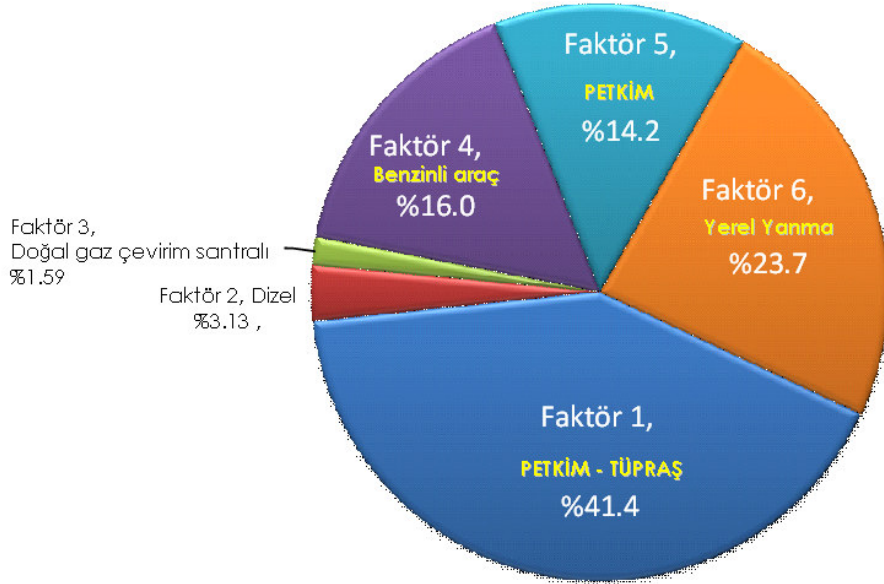


**Şekil 3.50** Aliğa istasyonu için uygulanan PMF sonucu hesaplanan toplam organik kütlesi ile aynı istasyonda ölçülen UOB kütlesinin karşılaştırılması

PMF ile belirlenen altı faktörün Alaiğa'da ölçülen toplam UOB kütlesine katkıları Şekil 3.51'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi Alaiğa'daki toplam UOB kütlesine en büyük katkı PETKİM - TÜPRAŞ faktörü olarak tanımlanan birinci faktör tarafından yapılmaktadır. Bu faktörün katkısı %41 dolayındadır. PETKİM faktörü olarak tanımlanan beşinci faktörün %14'lük katkısı ile Doğal gaz çevirim santrali olarak tanımlanan üçüncü faktörün yaklaşık %2 kadar olan katkısı da göz önüne alınırsa Alaiğa ilçesinde ölçülen toplam UOB konsantrasyonlarına bölgedeki endüstrilerin katkısının %58 kadar olduğu görülmektedir. Endüstrilerin katkısının bu denli yüksek olmasının, bölgede dominant rüzgarın kuzey ve kuzeydoğu yönünden estiği düşünülürse bu kadar yüksek endüstri etkisi şaşırtıcı olabilir. Esasında yüksek etkinin nedeni, PETKİM ve TÜPRAŞ endüstriyelerinin Alaiğa'ya çok yakın olmasıdır. İstasyonun bulunduğu noktadan TÜPRAŞ'ın en yakın noktası 2.0 km mesafedir. PETKİM'in en uzak noktası ise 4.2 km'dir (buna kuruluşların sahildeki tesisleri dahil edilmemiştir).

Katkılarda kaynaklara olan mesafenin çok önemli olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. Rüzgar ne kadar az eserse essin, PETKİM ve TÜPRAŞ tarafında

estiğinde emisyonlar seyrelme şansı bulmadan ilçeye ulaştıklarından ölçülen konsatrasyonlara olan katkıları yüksek olmaktadır.



**Şekil 3.51** Aliğa'da toplam organik kütle sine katkıda bulunan kaynakların katkı payları

Aliğa'daki toplam UOB kütle sine endüstrilerden sonra en yüksek katkıyı "yerel yanma emisyonları" olarak tanımlanan altıncı faktör yapmaktadır. Bu faktörün katkısı %23 kadardır. Aliğa milyonlarca nüfusu olan çok büyük bir kent değildir, yanma faktörünün bu kadar yüksek katkıda bulunmasının nedeni de kaynakların istasyona çok yakın olmasıdır.

Katkı açısından üçüncü sırada bulunan kaynak benzinli araç trafiği (%16)'dir. Bu hem Aliğa içersindeki trafiği hem de Çok yakındaki İzmir - Çanakkale yolundaki trafiği içermektedir. Dizel trafiğinin payının Horozgediği istasyonundakinden az olduğu görülmektedir. Horozgediği istasyonu çevresindeki trafiğin büyük ölçüde demir çelik ve gemi söküm endüstrilerinden kaynaklanan ağır vasıta trafiği olduğu düşünülürse, Aliğa istasyonunda dizel katkısının daha az olması şaşırıcı olmamalıdır.

### 3.2.6.6 PMF'in Horozgediği istasyonunda küçük partikül fraksiyonunda ölçülen eser element konsantrasyonlarına uygulanması

Buraya kadar yapılan PMF'leri tamamen gaz fazı kirleticiler ile ilgili kaynakları bulmaya yönelik olmuştur. Bu bölümde ise PMF bölgedeki partikül maddenin kaynaklarını bulmak üzere kullanılmıştır.

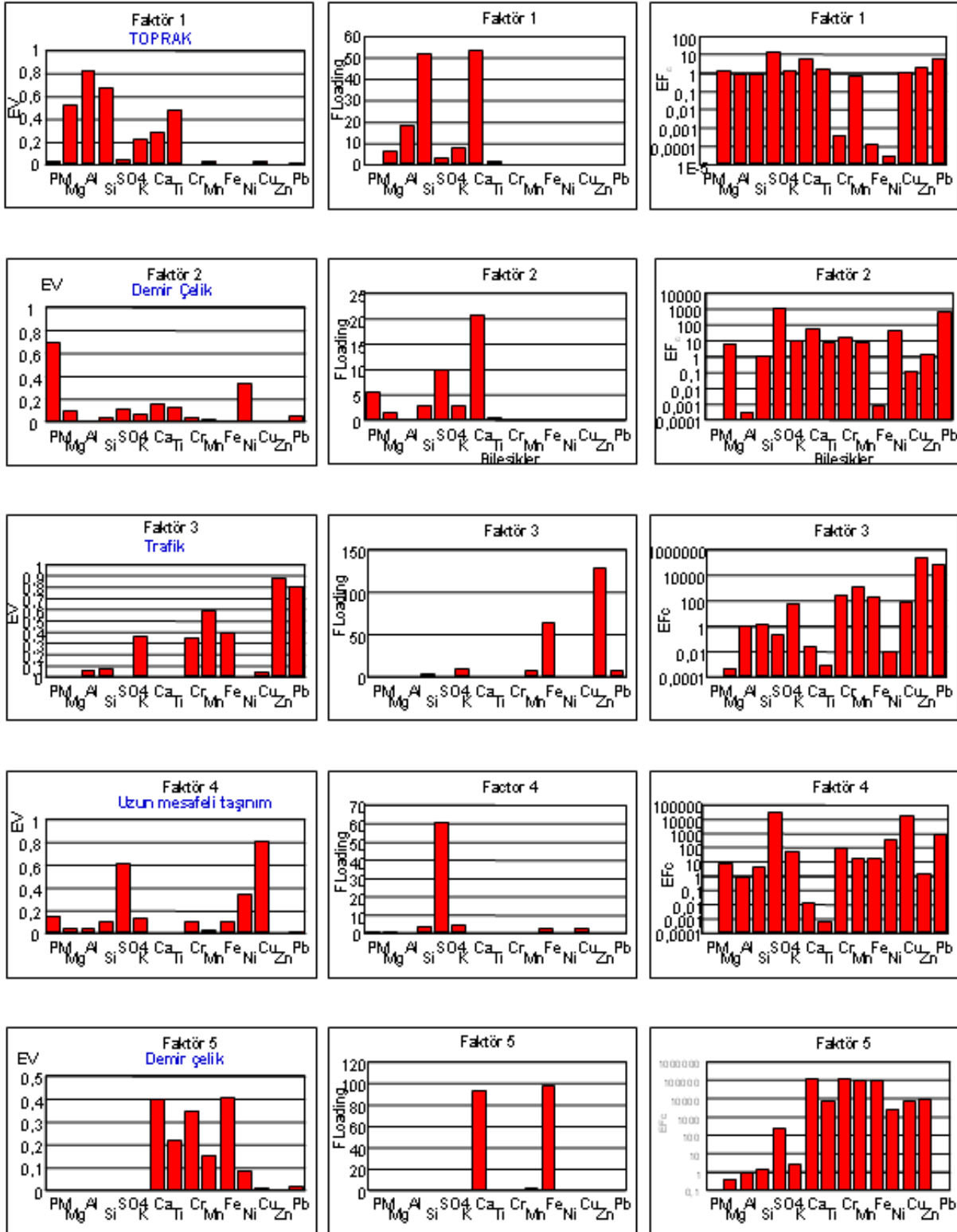
Bundan önceki bölümlerde yapılan tartışmalardan da anlaşılacağı gibi, Aliğa endüstri bölgesi farklı türde endüstrilerin yer aldığı iki bölgeden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi PETKİM ve TÜPRAŞ tesislerinin bulunduğu bölgedir. Bu iki tesis bölgedeki UOB kirliliğinin en önemli kaynaklarıdır. Gerek pasif örneklemelerde ve gerekse bölgede daha önce yapılan çalışmalarda görüldüğü gibi söz konusu iki tesisin bulunduğu yarımada ölçülen UOB konsantrasyonları çok yüksektir ve tesislerden uzaklaştıkça azalmaktadır.

İkinci kaynak bölgesi ise demir-çelik tesislerinin bulunduğu, gerçekte Horozgediği istasyonunda bulunduğu, bölgedir. Bu bölgede gaz fazı kirleticiler açısından çok önemli bir kaynağın mevcut olmadığı PMF çalışmasından anlaşılmaktadır. Demir çelik endüstrilerinin zaten önemli bir organik ve inorganik gaz emisyonu mevcut değildir. Bu tesisler eritilerde Elektrik enerjisi kullandığından fosil yakıtlar ancak tali işlemler için kullanılmakta ve bunların da emisyonları da çok fazla olmamaktadır.

Bütün bunlara karşılık Bölgedeki en önemli partiküler madde kaynağı demir çelik tesisleridir. İleride, bölgedeki emisyonların tartışıldığı bölümlerde de görülebileceği gibi, PETKİM ve TÜPRAŞ'tan partiküler madde emisyonu çok azdır.

Bu nedenle, Horozgediği bölgesindeki  $PM_{2.5}$  ve  $PM_{10}$  kütlelerine katkıda bulunan kaynakları belirleyebilmek için ölçülen küçük (fine) ve büyük ( $PM_{2.5-10}$ ) partiküllere bağlı eser element konsantrasyonlarına PMF uygulanmıştır.

Her iki PMF çalışmasında da 5 faktör içeren çözümler benimsenmiştir.  $PM_{2.5}$  fraksiyonuna uygulanan PMF sonuçları Şekil 3.52'de verilmiştir. Faktörler ile fiziksel kaynaklar arasındaki ilişkiyi kurabilmek için gaz fazı kirletici parametrelere uygulanan PMF çalışmalarında da kullanılan araçlar olan, her



**Şekil 3.52** Horozgediği istasyonunda ölçülen eser elementlerin PM<sub>2.5</sub> fraksiyonuna uygulanan PMF sonuçları.

elementin varyansının ne kadarının hangi faktör tarafından açıklandığını gösteren diyagramlar ile faktör profilleri (F-loading) kullanılmıştır. Ancak eser elementlerde, gaz fazı kirleticiler için hesaplanması mümkün olmayan üçüncü bir araç olarak elementlerin zenginleşme faktörleri (EF<sub>c</sub>) hesaplanarak şekilde verilmiştir. EF<sub>c</sub> değerleri her elementin kalitatif olarak ne kadarının toprak kaynağı ile açıklanabileceğini gösteren, daha önceki bölümlerde de tartışılmış olan bir parametredir. Daha önce yaptığımız PMF uygulamalarında EF<sub>c</sub> değerlerinin faktörleri tanımlamakta çok işe yaradığı görüldüğünden, zenginleşme faktörleri bu çalışmada da kullanılmıştır. Buna karşılık UOB'lerde kullanılan kirletici güllerinin eser elementlerde faktörlerin hangi kaynaklara karşı geldiğinin değerlendirilmesi için kullanılması mümkün olmamıştır, bunun nedeni rüzgar yönü verilerinin saatlik, eser element verilerinin ise günlük olmasıdır. Bu güne kadarki deneyimlerimiz, rüzgar yönü gibi saatlik olarak ölçülen vektör nitelikli parametrelerin günlük ortalamalara çevrilerek kirlilik gücü hazırlanmasının iyi sonuç vermediğini göstermiştir.

Horozgediği istasyonundaki PM<sub>2.5</sub> fraksiyonuna uygulanan PMF den elde edilen sonuçlarda birinci faktör Mg, Al, Si gibi toprak kökenli elementlerin varyanslarının önemli bir bölümünü açıklamaktadır. Aynı faktör K, Ca, Ti gibi toprak kökenli diğer elementlerin de varyanslarının %10 - 20 kadarını açıklamıştır.

Birinci faktörde yer alan element ve iyonların hiçbirisi önemli boyutlarda zenginleşmemiştir. Bütün EF<sub>c</sub> değerlerinin 1.0'e yakın olması bu faktörün tipik bir toprak faktörü olduğunu göstermektedir. Hem bu faktöre bağlı olan elementlerin toprak kökenli elementler olması hem de zenginleşme faktörü değerlerinin bütün element ve iyonlar için 1.0 dolayında olması nedeniyle birinci faktör toprak faktörü olarak tanımlanmıştır.

İkinci faktörün oldukça karmaşık bir faktör olduğu görülmektedir. PM<sub>2.5</sub> kütlesinin varyansının %70'ini açıklıyor olması, bu faktörü önemli kılmaktadır. İkinci faktör PM<sub>2.5</sub> kütlesi dışında Ni'in varyansının %30'unu SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ca, Ti Pb gibi element ve iyonların da varyanslarının %10 kadarını açıklamaktadır. Faktör profilindeki en yüksek konsantrasyonlar PM<sub>2.5</sub> kütlesi, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ve Ca'dur. Zenginleşme faktörleri SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ni ve Pb dışında kalan elementlerin hiçbirisinin çok zenginleşmediğini göstermektedir. Bu faktörün karmaşık olmasının nedeni, toprak ağırlıklı bir faktör olarak görünmesine

rağmen içersinde topraktaki konsantrasyonlarına nazaran zenginleşmiş elementleri de barındırmasıdır.

Bu faktörü değerlendirirken dikkat edilmesi gereken bir nokta, PMF'in küçük partikül fraksiyonuna uygulanmış olmasıdır. Topraktan kaynaklanan atmosferik parçacıklarının boyutlarının büyük olduğu (MMD 3-4  $\mu\text{m}$ ) bu güne kadar pek çok çalışmada gösterilmiştir. Dolayısı ile PM<sub>2.5</sub> fraksiyonunda çok fazla toprak faktörünün olması hatta toprak kütlelerinin, PM<sub>2.5</sub> kütlelerini domine etmesi mümkün değildir. Dolayısı ile bu faktörün havalanan toprak parçacıklarından ziyade bir emisyonu gösterdiği düşünülmüştür. Bölgede dominant PM emisyon kaynağı Demir Çelik tesisleridir, bunların değişik türde emisyonları olmaktadır. Hurdanın eritilmesi sırasında çıkan büyük tozun bir bölümü hurdalarda birikmiş olan toz toprak olmaktadır. Dolayısı ile, ikinci faktörün demir-çelik tesislerinin emisyonlarından bir bölümünü temsil ettiği sonucuna varılmıştır.

Faktör 3 antropojenik kökenli bir faktördür. Zn ve Pb varyansının çok büyük bir bölümünü (%80 - %90) Cr, Mn ve Fe'in varyanslarının da yaklaşık yarısını açıklamaktadır. Kaynak profilindeki en yüksek konsantrasyondaki elementler Fe ve Zn'dur. Zenginleşme faktörleri, Cr, Mn, Fe'in biraz, Zn ve Pb'un da çok zenginleşmiş olduğunu göstermiştir. Bu faktörün de, ikinci faktörde olduğu gibi, demir-çelik tesislerinden kaynaklanan emisyonları temsil ettiği düşünülmektedir. Bunun nedeni Cr, Mn, Fe, Zn gibi elementlerin demir çelik emisyonlarında zenginleşmiş olmasıdır. Bu elementler ancak demir çelik tesisleri çevresinde antropojenik davranış sergilemekte (toprağa göre zenginleşmede) bu tür bir kaynağın olmadığı durumlarda ise toprak elementi gibi davranmaktadır. Söz konusu elementlerin üçüncü faktörde zenginleşmiş olması bu faktörün demir çelik emisyonlarını temsil ettiği sonucunu doğrulamaktadır. Krom, Mn, Fe, Zn gibi elementlerin diğer bir potansiyel antropojenik kaynağı da trafik emisyonlarıdır. Araç motorlarındaki aşınmadan dolayı bu gibi elementler eksoz emisyonlarına karışarak atmosfere atılmaktadır. Ancak trafik (eksoz emisyonları) yere çok yakın seviyelerde atmosfere atıldığından, atmosferde kalış süreleri çok kısa olmaktadır. Yapılan çalışmalar, yolların 150 - 200 m uzaklarında trafik kaynaklı partiküler madde konsantrasyonlarının çok azaldığını göstermiştir. Bu nedenle yollara en az 500 m uzaklıktaki istasyonda trafiğin söz konusu elementler üzerindeki etkisinin, çok güçlü bir kaynak olan demir çelik tesislerinden daha fazla olması pek mümkün görülmemiş ve kompozisyon

olarak üçüncü faktöre benzeyen ancak istasyonda ölçülen element konsantrasyonlarına etkisi daha az olan beşinci faktör trafik faktörü olarak, üçüncü faktör ise Demir Çelik-2 faktörü olarak tanımlanmıştır.

Dördüncü faktör  $SO_4^{2-}$  e Cu ağırlıklı bir faktördür. Sülfat varyansının %60'ı, Cu varyansının ise %80'i söz konusu faktör tarafından açıklanmaktadır. Profilde dominant parametre  $SO_4^{2-}$ 'dir. Zenginleşme faktörleri,  $SO_4^{2-}$  ve bakırın bu faktör tarafından temsil edilen emisyonlarda çok zenginleşmiş olduğunu göstermektedir. Bu iki elementin yanında K, Cr, Ni ve Pb'un orta derecede zenginleşmiş olduğu da görülmektedir. Faktör 4 çok tipik bir uzun mesafeli taşınım faktörüdür ve bölgeye uzaklardan gelen emisyonları temsil etmektedir. Sülfat atmosferde  $SO_2$  in oksitlenmesiyle oluşan bir parametredir, bu oksitlenme hızı 1 - 10% saat<sup>-1</sup> olduğundan bir bacadan atılan  $SO_2$ 'in tamamının sülfata dönüşmesi yaklaşık 4 gün sürmektedir. Böyle olunca PM örneklerinde sülfat genellikle uzun mesafeli taşınımı gösteren bir indikatör olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle yüksek sülfat içeren dördüncü faktörün uzun mesafeli taşınım ile bölgeye taşınan kirleticileri temsil ettiği sonucuna varılmıştır.

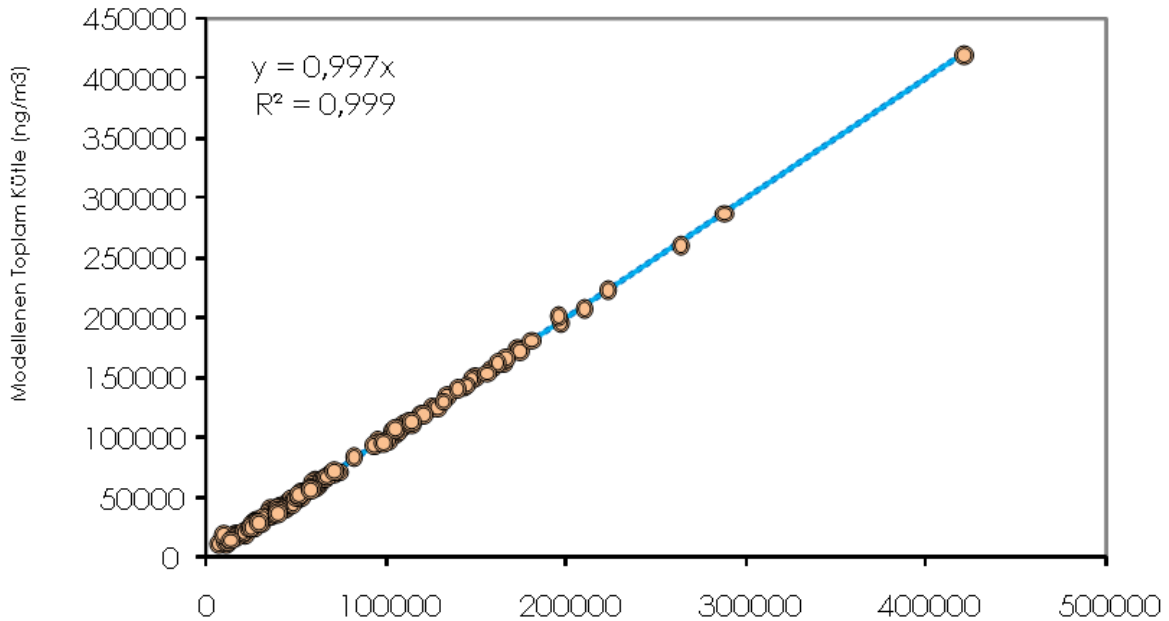
Türkiye'nin değişik bölgelerinde kırsal istasyonlar çalıştırdığımız için, uzun mesafeli taşınan kirliliğin kompozisyonu konusunda grubumuzda önemli bir bilgi birikimi oluşmuştur. Dördüncü faktörün kompozisyonu, elementlerin zenginleşme faktörleri diğer bölgelerde gözlediğimiz taşınım faktörlerinden çok farklı değildir. Bu tür faktörler, hava kütleleri taşınım sırasında pek çok yerden geçerek emisyonları topladığından, tek bir kaynak ile ilişkilendirilemeyecek karışık faktörler olmaktadır. Dördüncü faktörün kompozisyonuna bakıldığında aynı izlenim edinilmektedir. Bu faktörün sülfat ile birlikte en önemli bileşeni olan bakır, antropojenik emisyonların olduğu kadar, biyojenik emisyonların da indikatörüdür. Faktör de beklenenin üzerinde zenginleşmiş olan potasyum toplam partiküler madde ölçüldüğünde veya büyük parçacıklar ölçüldüğünde, toprak kökenli bir elementtir. Ancak, bu çalışmada ölçüldüğü gibi küçük parçacıklarda gözlenen K zenginleşmesinin nedeni, biyojenik emisyonlardır, bu faktörde hem potasyumun hem bakırın zenginleşmiş olması bir biyojenik bileşenin varlığını işaret etmektedir. Ancak aynı faktörde, biyojenik emisyonlarla açıklanması mümkün olmayan Pb, Ni, Cr zenginleşmeleri de görülmektedir. Dolayısı ile dördüncü faktör karışık bir faktördür ve buda onun uzun mesafeli taşınan emisyonları temsil ettiği



görüşünü desteklemektedir. Sonuç olarak dördüncü faktör uzun mesafeli taşınım faktörü olarak tanımlanmıştır.

Beşinci faktör kompozisyon olarak üçüncü faktöre benzemektedir üçüncü faktörü demir-çelik 2 olarak tanımlamakta kullanılan elementler olan Ti, Cr, Mn, Fe ve Ni'in varyanslarının daha küçük bölümleri burada açıklanmıştır. Ölçülen bütün antropojenik kökenli elementler bu faktörde zenginleşmiştir. Faktör 5'in üçüncü faktörden tek farkı istasyon noktasını daha az etkiliyor olması gibi görünmektedir. Daha önce de tartışıldığı gibi Ti, Cr, Mn, Fe, Ni gibi element demir çelik tesislerinin indikatörleri olduğu gibi araç emisyonlarının da indikatörüdür. Yine daha önce tartışıldığı gibi trafik emisyonları yola yakın olduğundan, yaklaşık 500 m uzaktaki istasyona olan etkisinin bölgedeki çok güçlü kaynaklar olan demir çelik tesisleri kadar olması beklenmemektedir. Üçüncü ve beşinci faktörler karşılaştırıldığında, beşinci faktör istasyonu daha az etkilediğinden bu faktör trafik faktörü olarak tanımlanmıştır.

Ölçülen ve PMF ile hesaplanan PM<sub>2.5</sub> arasındaki ilişki Şekil 3.53'de verilmiştir.



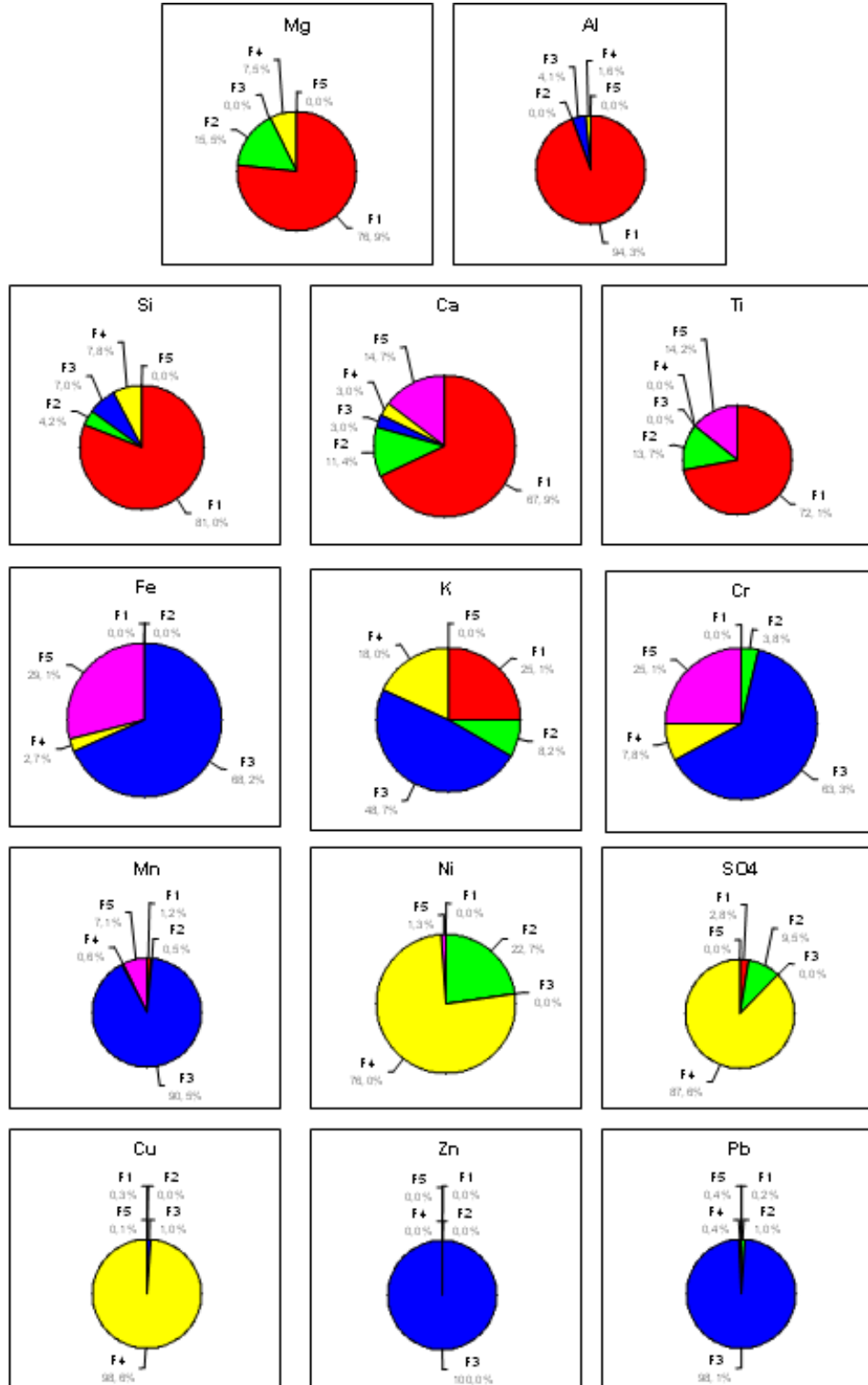
**Şekil 3.53** Horozgediği istasyonunda PMF ile hesaplanan ve ölçülen PM<sub>2.5</sub> kütlesi arasındaki ilişki

Şekilden de görülebileceği gibi ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki ilişki gaz fazı kirleticilerde görülenlerden çok daha iyidir. 1.0'a yakın bir korelasyon, uygulanan modelin başarılı olduğunu ve elde edilen faktörlerin kompozisyonlarındaki belirsizliğin oldukça az olduğunu göstermektedir.

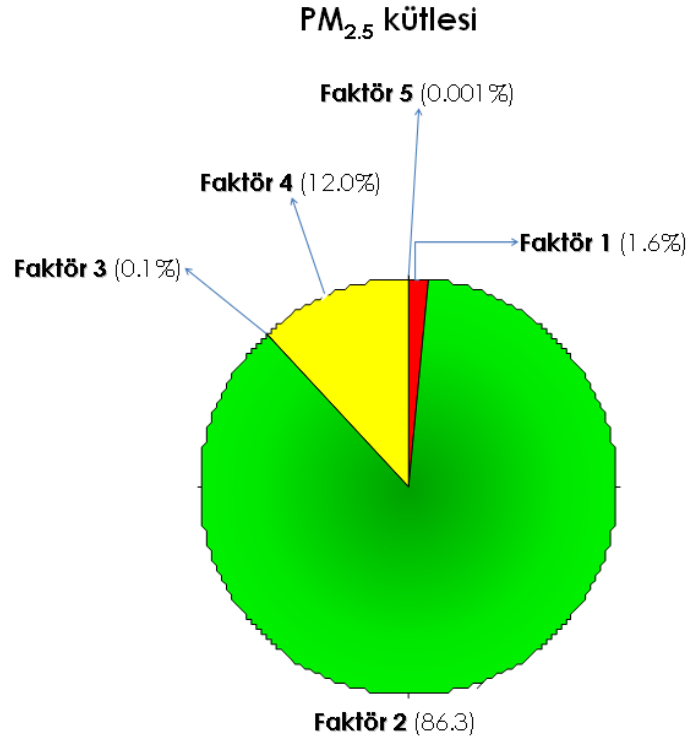
PMF çalışmasına dahil edilen elementlerin her birisine faktörlerin katkısı Şekil 3.54'de gösterilmiştir. Toprak faktörü olarak tanımlanan birinci faktör toprak kökenli elementlerin konsantrasyonlarının, beklendiği gibi, tamamına yakını açıklamaktadır. Demir-çelik olarak tanımlanan ikinci faktörün, Mg, Ca, Ti, K, Ni ve  $SO_4^{2-}$  konsantrasyonlarının %8 - %20 kadarını açıklamaktadır

Şekilde dikkat çekici olan demir-çelik emisyonları olarak tanımlanan üçüncü faktörün bazı elementlerin konsantrasyonlarının çok büyük bölümlerini açıklamasıdır. Üçüncü faktör Mn, Zn ve Pb konsantrasyonlarının aşağı yukarı tamamını, Demir ve Cr'un ise %60'ını açıklamaktadır. Uzun mesafeli taşınım faktörü olarak tanımlanan dördüncü faktör Ni,  $SO_4^{2-}$  ve Cu konsantrasyonlarının %75 - %98 kadarını açıklamaktadır. Konsantrasyonları üçüncü faktörden çok etkilenen Fe, Cr, Mn, gibi elementlerin ölçülen konsantrasyonlarına beşinci faktörün de önemli katkıda bulunduğu görülmektedir. Ancak, daha önce de tartışıldığı gibi bu elementlere beşinci faktörün katkısı üçüncü faktörünki kadar yüksek değildir. Örneğin Cr konsantrasyonuna demir-çelik 2 (faktör 3) faktörünün etkisi %63 iken trafik emisyonlarının katkısı %25'dir. Benzer farklılıklar diğer elementlerde görülmektedir.

Faktörlerin her elemente katkısı önemli olmakla birlikte, hava kirliliği açısından değerlendirildiğinde en önemli parametre faktörlerin toplam partikül madde yüküne ( $PM_{2.5}$  kütlesi) etkisidir. Her kaynağın, bölgede ölçülen  $PM_{2.5}$  kütlesine yaptığı katkı Şekil 3.55'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, Horozgediği bölgesindeki  $PM_{2.5}$  kütlesine katkı yapan en büyük kaynak demir-çelik tesislerinin emisyonlarıdır. (Faktör 2). Şekil çarpıcı şekilde Horozgediği bölgesindeki  $PM_{2.5}$  yükünün %90 kadarının demir-çelik emisyonlarından oluştuğunu göstermektedir. Uzun mesafeli taşınım ile bölgeye ulaşan emisyonlar ise geri kalan %15'lik bölümün %12'sini oluşturmaktadır. Geri kalan faktörlerin toplam katkısının <%2 olduğu görülmektedir.



**Şekil 3.54** Horozgediği istasyonunda ölçülen elementlerin gözlenen konsantrasyonlarına PMF ile belirlenen kaynakların katkısı



**Şekil 3.55** Horozgediği istasyonunda PM<sub>2.5</sub> kütlesine katkıda bulunan kaynaklar

Küçük parçacıklara uygulanan PMF çalışmasından ortaya çıkan en önemli nokta Horozgediği bölgesindeki PM<sub>2.5</sub> kütlesinin iki temel bileşenden oluştuğudur. Bunlardan birisi ve en önemlisi bölgedeki demir-çelik tesislerinin emisyonlarının bir bölümüdür, diğeri ise bölgesel kirlilik olarak tanımlanabilecek uzun mesafeli taşınım ile bölgeye ulaşan emisyonlardır. Diğer kaynakların (demir çelik tesislerinden kaynaklanan metal emisyonları, trafik emisyonları ve rüzgarla havalanan toprak) toplam PM<sub>2.5</sub> kütlesine önemli bir katkıları bulunmamaktadır.

### 3.2.6.7 PMF'in Horozgediği istasyonunda büyük partikül fraksiyonunda ölçülen eser element konsantrasyonlarına uygulanması

Bu tür çalışmalarda büyük partikül fraksiyona PMF pek uygulanmaz. Bunun nedeni büyük partikül fraksiyonun kompozisyonunun iyi bilinmesi ve pek ilginç olmamasıdır. PM<sub>2.5</sub> ile daha büyük parçacıkların ayrıldığı örnekleme

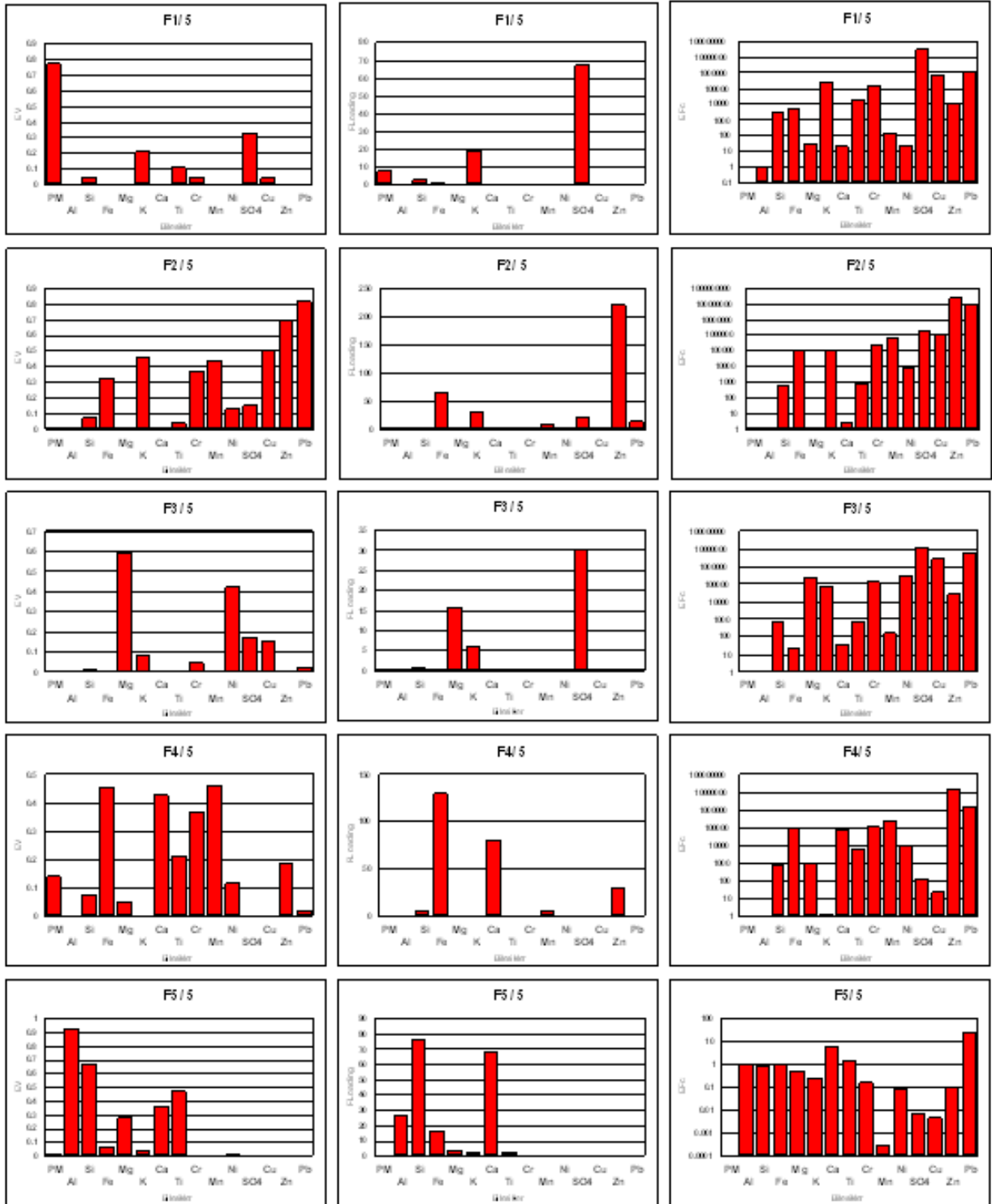
sitemlerinde büyük partikül fraksiyonu büyük ölçüde toprak aerosollarından ve eğer örnekleme noktası denize yakınsa biraz da denizden oluşan parçacıklardan ibarettir. Bazen bunların üzerine tutunan veya atmosferdeki reaksiyonlarla büyük parçacıklar üzerinde görülen  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  gibi bazı parametreler ilginç olabilmektedir. Genel olarak büyük partikül fraksiyonuna PMF, faktör analizi gibi teknikler uygulandığında, hiç bir parametrenin çok zenginleşmediği birkaç faktör ortaya çıkmakta, başka da bir şey görülmemektedir.

Ancak Horozgediği istasyonuna büyük partikül fraksiyonuna PMF uygulandığında karşımıza bambaşka bir tablo çıkmıştır.

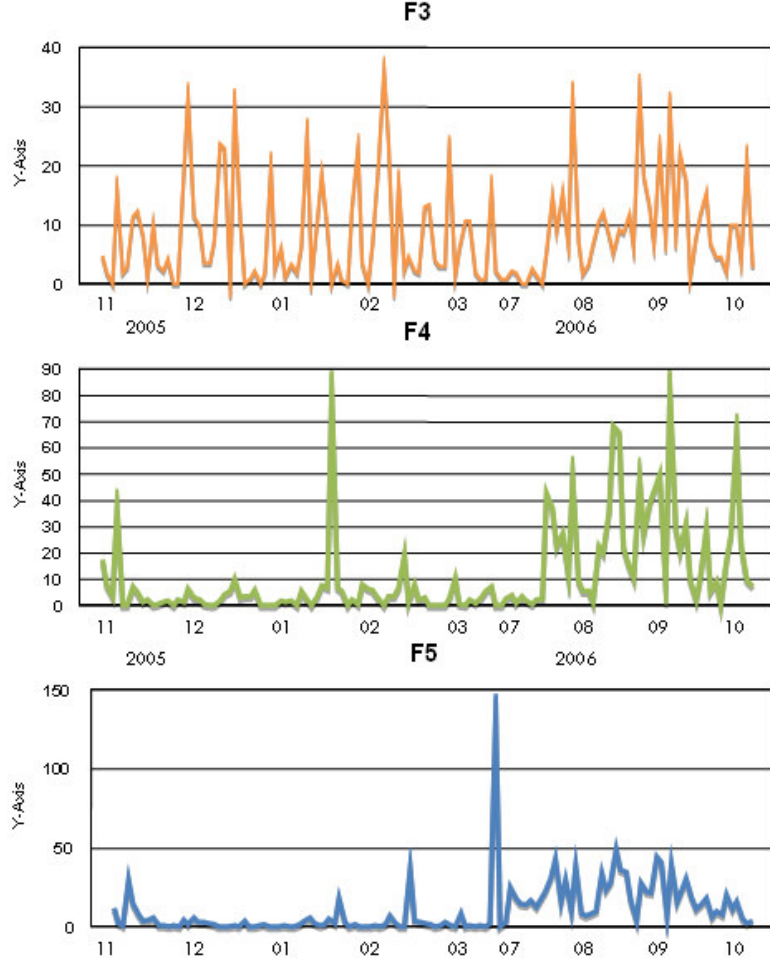
Horozgediği'nde ölçülen büyük partikül fraksiyonuna bağlı eser element verileri kullanılarak yapılan PMF çalışmasında da beş faktörlü bir model benimsenmiştir. Beş faktörün elementlerin varyanslarının ne kadarını açıkladığı, faktör profilleri ve zenginleşme faktörleri Şekil 3.56'de verilmiştir.

Faktör 1 ve faktör 2, antropojenik kökenli iki faktördür. Antropojenik aktiviteler genellikle küçük parçacıklar ürettiğinden, büyük partikül fraksiyonunda bu tür faktörleri görmek çok olağan değildir. Ancak buraya kadar pek çok defa ifade edildiği gibi, çalışmanın yapıldığı bölgedeki demir çelik tesislerinin çok da normal olmayan emisyonları bulunmaktadır. İlk, iki faktörün bu tür emisyonlar olduğu görüşü ağır basmaktadır. Özellikle ikinci faktör demir çelik emisyonlarında zenginleşmesi beklenen Fe, Mn, Cr gibi emisyonların önemli bölümlerin açıklaması bu faktörün demir çelik tesislerinden yapılan büyük partikül emisyonlarının bir türünü temsil ettiği görüşünü güçlendirmektedir.

Son üç faktör ilginç üç faktördür. Bu üç faktörün G-skorlarının zaman serisi eğrileri Şekil 3.57'de gösterilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi faktörlerin üçü de yaz mevsiminde yüksektir. Beşinci faktör Al, Si toprak kökenli elementlerin varyanslarını açıklamaktadır. Ayrıca beşinci faktörün zenginleşme faktörlerine bakınca, bu faktörde hiç bir elementin zenginleşmemiş olduğu görülmektedir. Faktör 5 tipik bir toprak faktörüdür. G-skorların zaman serisi eğrilerinde, beşinci faktörün yaz aylarında yüksek olmasının nedeni, daha önce de belirtildiği gibi, yazın toprağın kuru olması ve rüzgarla toprak aerosolu oluşumunun artmasıdır.



**Şekil 3.56** Aliğa büyük partikül fraksiyonuna uygulanan PMF sonucu ortaya çıkan 5 faktörün EV, F-loading ve EFC değerleri



**Şekil 3.57** Aliğa büyük partikül fraksiyonuna uygulanan PMF’de üçüncü, dördüncü ve beşinci faktörlerin g-skorları

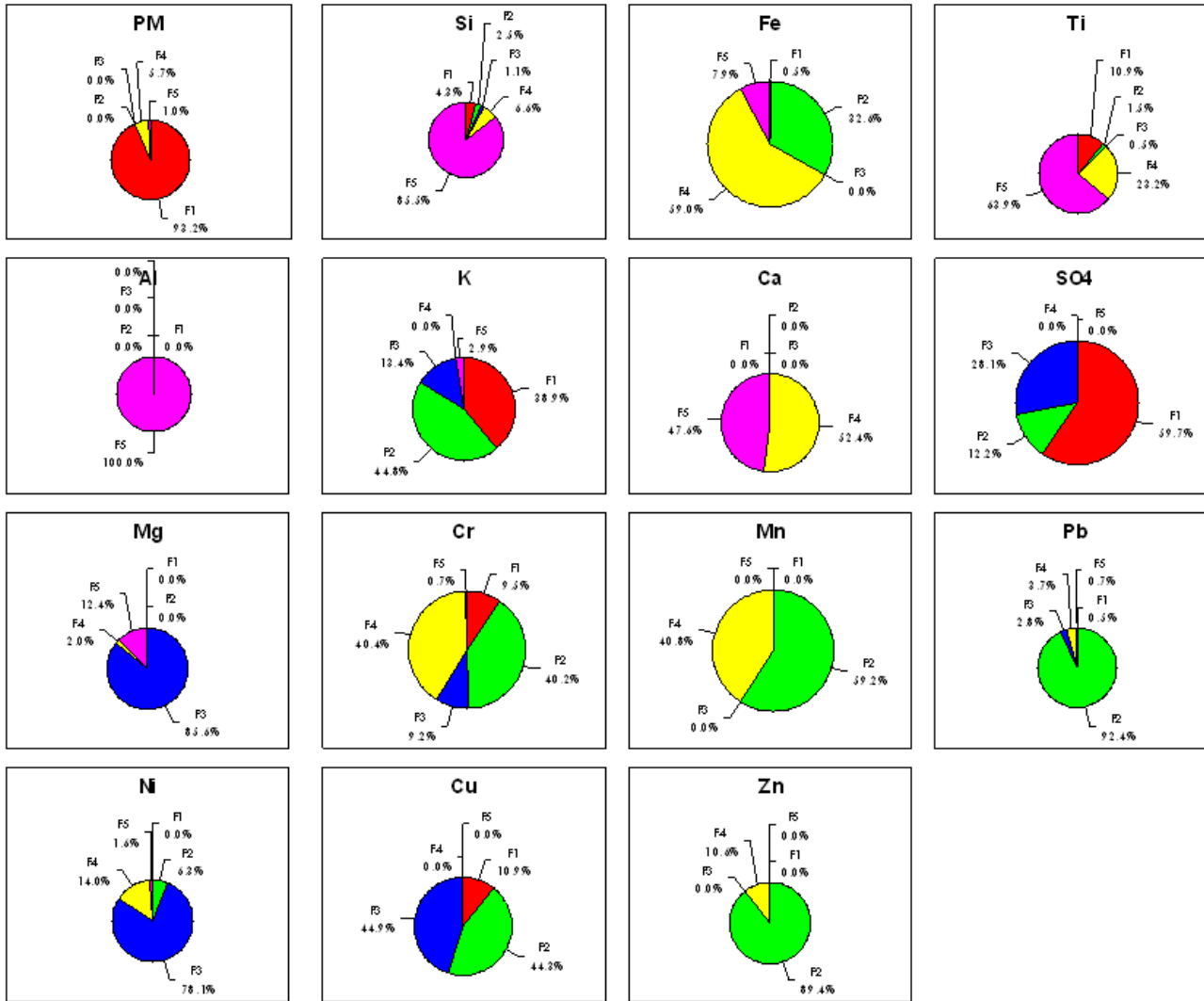
Üçüncü ve dördüncü faktörlerin G-skorlarının zaman serilerine bakıldığında bu faktörün temsil ettiği parçacıkların da toprakta olduğu gibi yazın yüksek olduğu, diğer bir deyişle bu parçacıkların da rüzgarla havalandığı sonucu çıkmaktadır. Ancak üçüncü ve dördüncü faktörlerin zenginleşme faktörlerine bakıldığında antropojenik kökenli parametrelerin çok zenginleştiği görülmektedir. Özellikle dördüncü faktörde Ti, Cr, Mn, Ni, Fe gibi elementlerin zenginleşme faktörlerinin çok yüksek olması, bu faktörün demir-çelik tesisleri ile ilişkisini göstermektedir. Her iki faktörün de antropojenik elementlerce zenginleşmiş olması ve yine her iki faktörün temsil ettiği parçacıkların da toprakta olduğu gibi yaz aylarında yükselmesi sonucu, bu iki faktörün bölgede yere serildiği bilinen demir çelik tesisleri cürufunun rüzgarla

havalanması ile oluşan partiküler maddeyi temsil ettikleri düşünülmektedir. Rüzgarla havalanan bu cüruf partikülleri örnekleyicinin büyük partikül filtresinde toplanmıştır. İki faktörün benzer bir şekilde davranması iki farklı kompozisyonda ve/veya iki farklı yerde yapılmış olan benzer uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu iki faktörün varlığı, bölgede önemli bir toprak kirliliğinin de mümkün olabileceğini göstermektedir. Zaten, Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından bölgede yapılan toprak kirliliği çalışmalarında da böyle bir toprak kirliliğinin varlığı gözlenmiştir (Bayram, basılmamış veriler).

Faktörlerin element konsantrasyonlarına katkıları Şekil 3.58'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, Horozgediği istasyonunda ölçülen büyük partikül kütlesinin %93 kadarı Demir-çelik emisyonu olarak tanımlanan birinci faktörden oluşmaktadır. Bu Aliağa bölgesinde demir çelik endüstrilerinin emisyonlarından kaynaklanan garip bir partikül kompozisyonu olduğunun açık göstergesidir. Başka yerlerde büyük partikül kütlesine en büyük katkı toprak ve ya deniz tuzu parçacıklarından gelirken burada en büyük katkı büyük antropojenik parçacıklardan gelmektedir. Toprağın katkısı ise %1 mertebesinde kalmaktadır.

Diğer faktörlerin belirli elementlere katkıları önemli boyutladadır. Örneğin toprak faktörü olarak tanımlanan beşinci faktör Al, Si, Ti, Ca gibi elementlerin ölçülen konsantrasyonlarının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. İlgi çekici bir gözlem de, demir çelik tesisleri tarafından yere serilen cüruf olarak tanımlanan dördüncü faktör de Cr, Fe, Ca, Mn'ın ölçülen konsantrasyonlarının yarısını açıklamaktadır. Bu faktör aynı zamanda, Ti, Ni gibi demir çelik tesisi atıklarında yüksek konsantrasyonlarda olması beklenen Ti, Ni gibi elementlerin konsantrasyonlarına %10 - %25 arasında katkıda bulunmaktadır. Yerden rüzgarla kalkan atıkların atmosferdeki elementlerin konsantrasyonlarına bu kadar yüksek katkıda bulunması, Demir çelik tesislerinin bulunduğu bölgede oluşan toprak kirliliğinin sonuçlarından bir tanesidir.





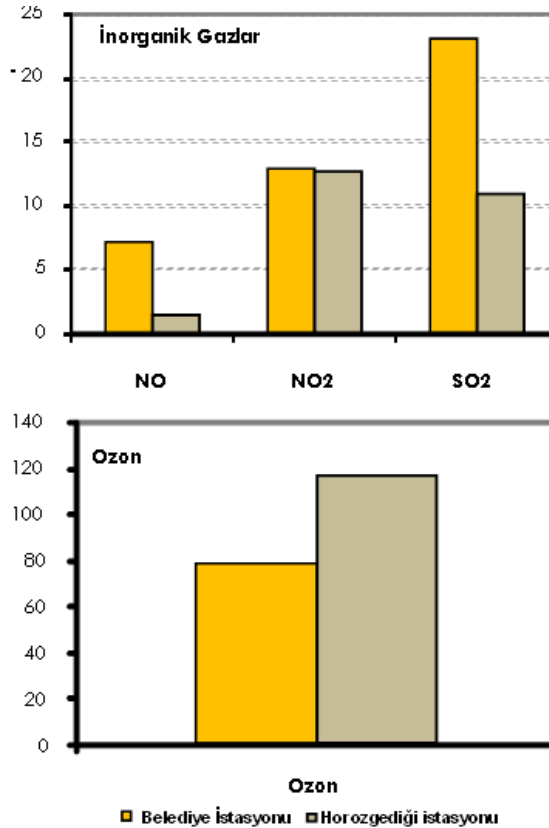
**Şekil 3.58** Horozgediği büyük partikül fraksiyonuna uygulanan PMF çalışmasında elementlerin faktörler tarafından açıklanan miktarları

### 3.3 Kirletici konsantrasyonlarının bölgesel dağılımı

#### 3.3.1 İki istasyonda ölçülen parametrelerin benzerlik ve farklılıkları

Bölgesel dağılım temel olarak pasif örnekleme ve ölçümleri de içerse de, iki istasyonda elde edilen sonuçların karşılaştırılması da bu kapsamda değerlendirilebileceğinden bu yöndeki tartışmanın başlangıç noktası olarak düşünülmüştür. Dolayısı ile bu bölümde iki aktif istasyonda elde edilen sonuçların benzerlik ve farklılıkları değerlendirilmiştir.

Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen inorganik gaz fazı kirleticilerin ortalama konsantrasyonları Şekil 3.59'da verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, NO ve SO<sub>2</sub>'in Aliağa istasyonunda ölçülen ortalama konsantrasyonları Horozgediği istasyonunda ölçülen ortalama konsantrasyonlardan daha yüksektir.



**Şekil 3.59** Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında ölçülen inorganik gaz fazı kirleticilerin ortalama konsantrasyonlarının karşılaştırılması

Aradaki fark da oldukça fazladır. SO<sub>2</sub> konsantrasyonu Aliğa istasyonunda 23 µg m<sup>-3</sup> iken Horozgediği istasyonunda aynı kirleticinin ölçülen ortalama konsantrasyonu 11 µg m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde NO'in Aliğa istasyonunda ölçülen ortalama konsantrasyonu 7 µg m<sup>-3</sup> iken, Horozgediği istasyonunda ölçülen ortalama konsantrasyonu 2 µg m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Raporun çeşitli bölümlerinde değinildiği gibi, demir çelik tesislerinin olduğu bölgede ölçülen inorganik gaz fazı kirleticilerin önemli bir kaynağı yoktur. Daha önce tartışılan PMF çalışması ve ileride tartışılacak olan pasif örnekleme çalışmaları Horozgediği istasyonunun bulunduğu endüstri bölgesinde ölçülen SO<sub>2</sub> ve NO'in ya trafikten yada çevredeki yerleşimden kaynaklandığını, bu konsantrasyonlara çevredeki demir çelik tesislerini çok az katkıda bulunduğunu göstermiştir. Eskiden PETKİM ve TÜPRAŞ tesislerinden atmosfere atılan SO<sub>2</sub> bölgeye taşınarak, Horozgediği yöresinde önemli bir oluştururdu. Ancak son yıllarda PETKİM ve TÜPRAŞ'ın yakıt olarak doğal gaz kullanmaya başlamasıyla, bu bölgede önemli bir SO<sub>2</sub> kaynağı olmaktan çıkmıştır.

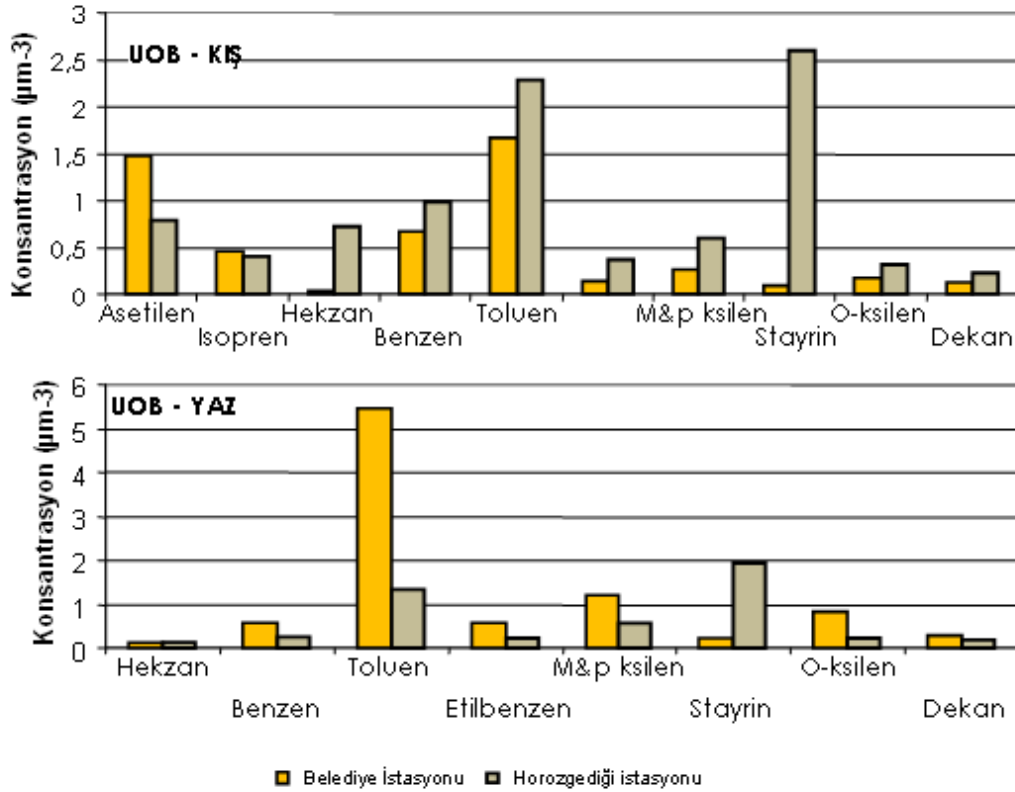
Aliğa istasyonunda ise SO<sub>2</sub> ve NO'in kaynağı ilçedeki ısınma trafik kaynaklı emisyonlardır. Aliğa istasyonunun yerleşim birimlerinin ve ilçedeki trafik faaliyetinin ortasında olması nedeniyle her iki parametrenin ortalama konsantrasyonları oldukça yüksek olmaktadır.

SO<sub>2</sub> ve NO'in aksine Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonları arasında bir fark bulunmamaktadır. Bunun nedeni NO<sub>2</sub>'nin ikincil bir parametre olmasıdır. NO<sub>2</sub>'nin NO'in oksitlenmesiyle oluşması için bir süre geçmesi gerekmektedir. Bu süre zarfında NO<sub>2</sub> bölgede dağılarak tam anlamıyla homojen olmasa da, nokta kaynaklardan atmosfere atılan NO'e ve SO<sub>2</sub>'e nazaran homojen bir dağılım oluşturmaktadır.

Ozon konsantrasyonları Horozgediği istasyonunda daha yüksektir. Bu yine ozon destilasyonu nedeniyle olmaktadır. Aliğa'da NO daha yüksek olduğundan, burada ozonun NO tarafından daha fazla parçalanması ve konsantrasyonunun düşmesi beklenen bir durumdur.

Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen UOB'ler Şekil 3.60'da gösterilmektedir. Şekilden, UOB'lerin iki istasyonlar arasındaki farklılıklarının yaz ve kış mevsiminde değişiklik gösterdiği görülmektedir. Kış mevsiminde

Horozgediği istasyonunda asetilen dışındaki bütün UOB'lerin ortalama konsantrasyonları daha yüksektir. Yaz mevsiminde ise Aliğa istasyonunda Starin dışındaki UOB'lerin ölçülen konsantrasyonları, Horozgediği istasyonunda ölçülen değerlerden daha yüksektir.



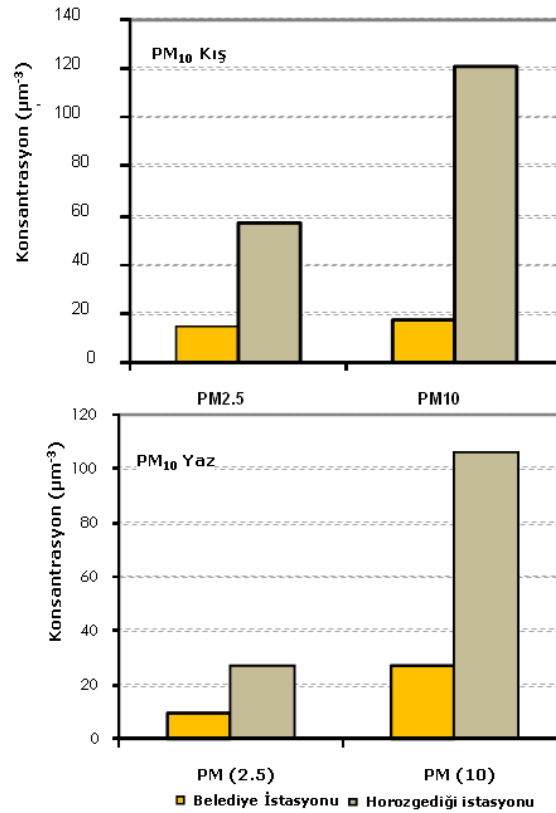
**Şekil 3.60** Horozgediği ve Aliğa istasyonlarında ölçülen UOB konsantrasyonlarının karşılaştırılması

Yaz ve kış profillerindeki bu farklılığın bölgedeki trafikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Bölgede iki tür trafik vardır. Bunlardan birincisi endüstrilerden kaynaklanan trafik aktivitesi olup daha ziyade Yeni Foça yolunda yoğunudur. Bölgede ikinci olarak da turizmin getirdiği bir trafik mevcuttur. Turistik faaliyetlerden kaynaklanan trafik daha ziyade Aliğa ilçesinin içerisinde ve İzmir - Çanakkale yolu üzerinde yoğunlaşmaktadır. Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan trafik yoğunluğunun herhangi bir mevsimsel değişim göstermesi beklenmemektedir. Buna karşılık turistik

faaliyetlerden kaynaklanan trafik yoğunluğu ve emisyonları kış mevsiminde yok denecek kadar az iken yaz mevsiminde çok artmaktadır. Dolayısı ile Kış mevsiminde Aliağa'nın içerisinde ve çevresindeki turizm trafiği durmakta, buna karşılık Yeni Foça yolu üzerindeki endüstri trafiği ise sürmektedir. Daha önceki bölümlerde tartışılan kirlilik gülleri de trafiğin ölçülen konsantrasyonlara olan etkisini göstermiştir. Yukarıda anlatılan değişim şekliyle Horozgediği istasyonundaki konsantrasyonların daha yüksek olması şaşırtıcı olmamaktadır.

Yazın ise turistik faaliyetlerden kaynaklanan trafik aktivitesi ve bunun sonucu olarak emisyonlar hızla artmaktadır. Turistik faaliyetlerden kaynaklanan trafik daha ziyade Aliağa ilçesinin içersinde ve ilçenin neredeyse içersinden geçen İzmir - Çanakkale yolunda yoğunlaştığından Aliağa'da ölçülen UOB konsantrasyonları Horozgediği'nde ölçülen değerleri geçmektedir.

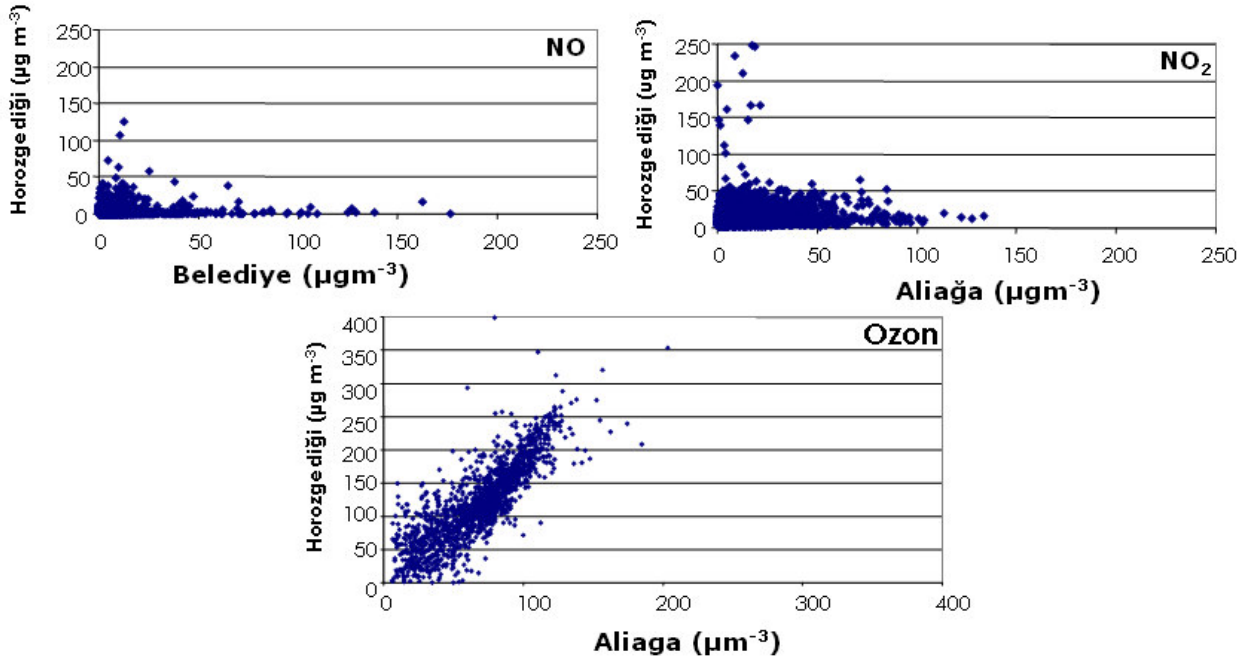
Aliağa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen  $PM_{2.5}$  ve  $PM_{10}$  kütleleri Şekil 3.61'de gösterilmiştir.



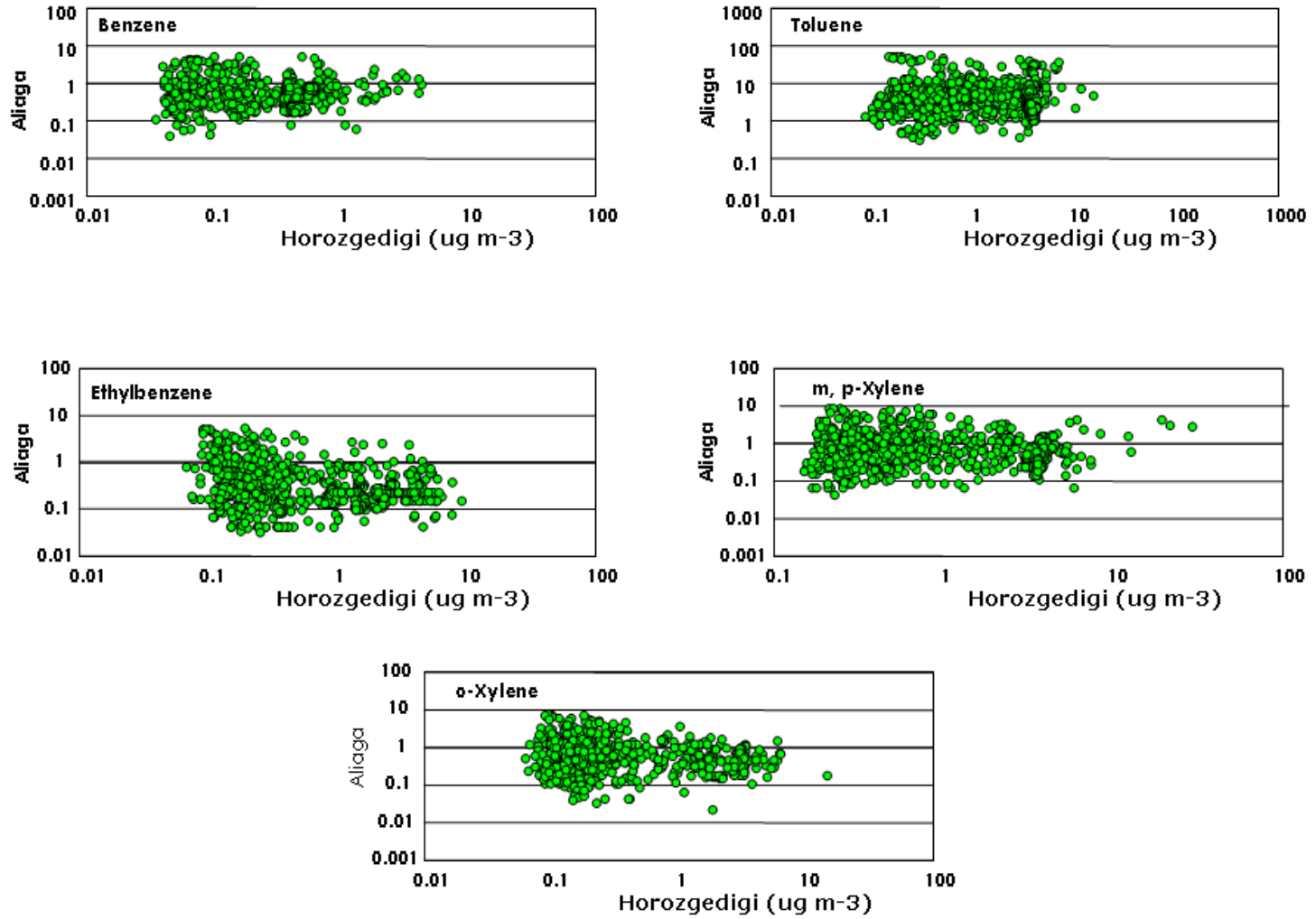
**Şekil 3.61** Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında ölçülen  $PM_{10}$  kütlesinin karşılaştırılması

Şekilden de görülebileceği gibi hem  $PM_{2.5}$  hem de  $PM_{10}$  fraksiyonunda Horozgediği'nde ölçülen partiküller madde konsantrasyonları Aliğa'da ölçülen konsantrasyonlardan belirgin derecede yüksektir. Bu fark yaz ve kış mevsimlerinde değişmemektedir. Daha önce de tartışıldığı gibi Horozgediği istasyonunun bulunduğu yöredeki demir-çelik tesisleri Aliğa bölgesindeki en önemli partiküler madde kaynaklarıdır. Söz konusu tesislerin Aliğa ilçesine uzak olması ve bölgedeki rüzgar yönü göz önüne alındığında taşınımın çoğunlukla, Aliğa yerleşim biriminin yer aldığı kuzeye doğru olmayıp bunun ters yönünde olması nedeniyle Aliğa istasyonunda ölçülen  $PM_{2.5}$  ve  $PM_{10}$  konsantrasyonları, Horozgediği istasyonunda ölçülen konsantrasyonlardan düşüktür.

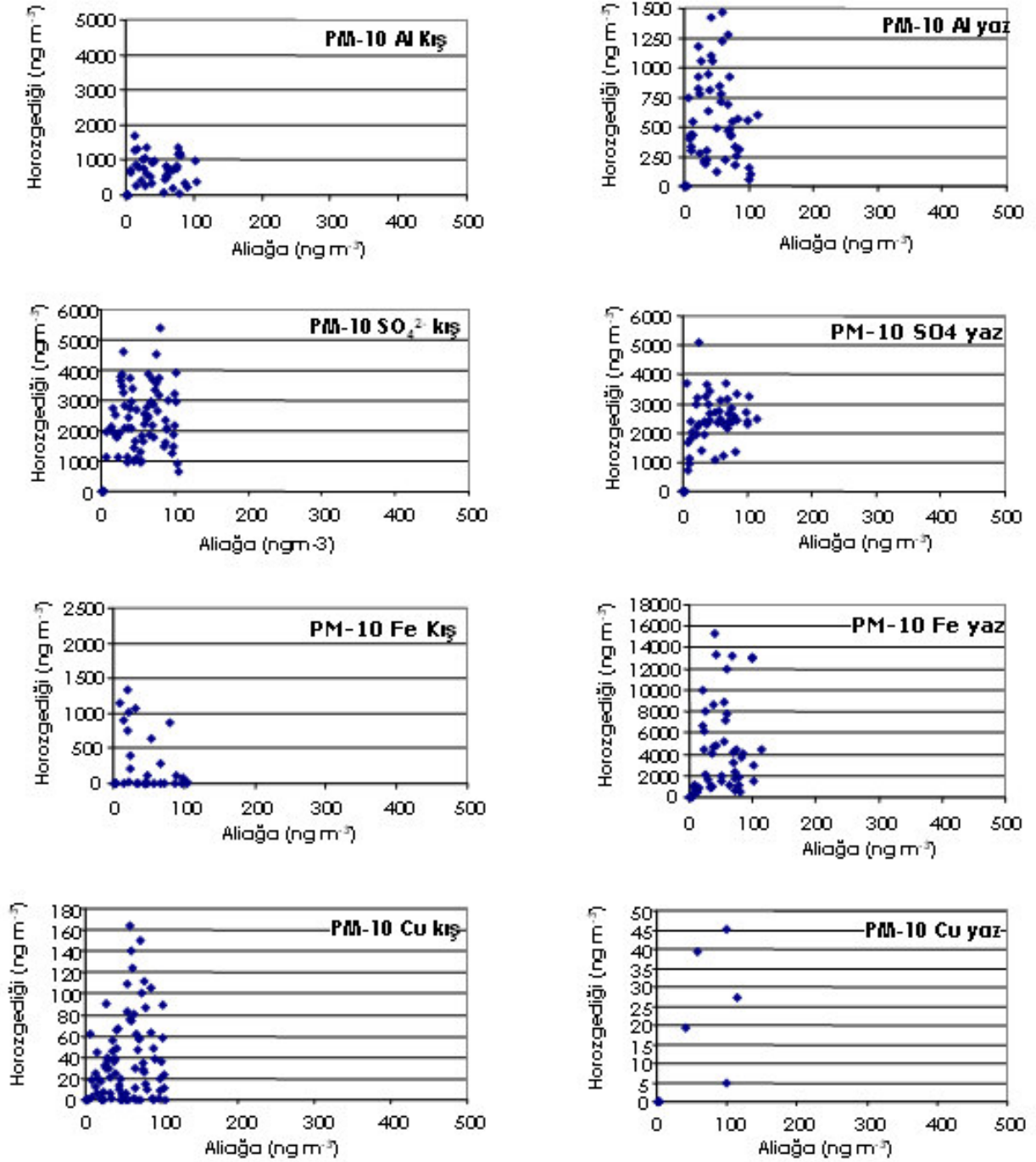
Her iki istasyonda ölçülen kirleticiler arasında bir ilişkinin olup olmadığını anlaşılması için hazırlanan regresyon grafikleri, inorganik gaz fazı kirleticiler, UOB'ler ve eser elementler için Şekil 3.62, 3.63 ve 3.64'de verilmiştir.



**Şekil 3.62** Gaz fazındaki inorganik kirleticilerden bazılarının Horozgediği ve Aliğa istasyonlarında ölçülen konsantrasyonları arasındaki ilişkileri



**Şekil 3.63** Seçilmiş UOB lerin Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında ölçülen konsantrasyonları arasındaki ilişki



Şekil 3.64 Seçilen bazı eser elementlerin Aliğa ve Horozgediği istasyonlarında elde ölçülen konsantrasyonları arasındaki ilişki



Şekillerden de görülebileceği gibi, iki istasyonda ölçülen ozon dışında hiç bir parametrenin konsantrasyonları arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Çalışmanın başlangıcında, bölgede dominant bir endüstriyel kaynak olduğu ve endüstriyel emisyonların bölgedeki her yeri etkilediği var sayımından harekete edilmiştir. Ancak çalışma ilerledikçe, durumun tam da öngörülen şekilde olmadığı, Aliağa ve Horozgediği bölgelerinde ölçülen değişik kirletici konsantrasyonlarını etkileyen farklı kaynakların olduğu ortaya çıkmıştır. İki istasyon arasında, ozon dışındaki parametreler için, herhangi bir korelasyon ilişkisinin bulunamaması, bu yöndeki indikatörlerden birisidir. İki istasyon arasında bir ilişkinin mevcut olmaması, Horozgediği ve Aliağa istasyonlarında ölçülen konsantrasyonların farklı kaynaklardan etkileniyor olmasındandır. Horozgediği istasyonunda ölçülen kirletici konsantrasyonları, bölgedeki endüstriyel emisyonlar ve endüstri kökenli trafik aktivitesinden etkilenirken, Aliağa istasyonunda ölçülen kirletici konsantrasyonları ise daha ziyade Aliağa ilçesindeki yanma kökenli emisyonlardan ve Aliağa ilçesinin içersindeki ve ilçenin hemen yanından geçen İzmir – Çanakkale yolundaki trafik emisyonlarından etkilenmektedir. Dolayısı ile iki istasyonda ölçülen parametrelerin konsantrasyonları arasında bir korelasyon beklemek pek doğru olmayacaktır.

Ozon konsantrasyonlar ise her iki istasyonda birlikte artmaktadır. Ozon bölgesel olarak üretilen bir ikincil kirletici olduğundan ve oluşumu her iki istasyonda da, başta güneş akısı olmak üzere benzer etmenlere bağlı olduğundan, iki istasyonda aynı şekilde artıp azalmaktadır.

### 3.3.2 Pasif örnekleme sonuçlarının değerlendirilmesi

#### 3.3.2.1 Pasif ölçüm çalışmasının kısa tanımlanması

Aktif örnekleme çalışmaları kirletici konsantrasyonlarının ne şekilde değiştiği, bu değişimi belirleyen mekanizmalar ve kaynaklar konusunda çok önemli bilgiler vermektedir. Bu tür istasyonlarda kısa süreli ölçümler ile pek çok sorunun yanıtını bulmak mümkün olmakla beraber. Aktif örnekleme ve ölçüm yöntemlerinin tek dezavantajı yapılan değerlendirmelerin tak bir nokta için geçerli olmasıdır. Tek bir noktada yapılan ölçümlerin bölge için ne kadar temsil edici olduğu istasyon yer seçiminden başlayıp, bölgenin meteorolojisine kadar uzanan bir dizi faktöre bağlıdır ve bu güne kadarki deneyimlerimiz, yeri ne kadar iyi seçilirse seçilsin, bir bölgeyi tek bir istasyonla temsile etmenin mümkün olmadığını göstermiştir. Dolayısı ile

herhangi bir bölgede yapılacak çalışmalar için mümkün olduğunca çok istasyon kurulması sonuçların temsil etme yeteneğini arttıracaktır. Ancak aktif ölçüm istasyonları oldukça pahalı otomatik ölçüm cihazları gerektirdiğinden çok fazla istasyonun kurulması mali açıdan mümkün değildir.

Son yıllarda aktif ölçümlerin, yukarıda değinilen, dezavantajlarından kurtulabilmek için pasif örnekleme teknikleri geliştirilmiş ve kullanılmaktadır. Pasif örnekleme cihazları çok ucuz olduğundan pek çok noktada bu tür ölçümler yapmak mümkün olmakta ve kirleticilerin dağılımları hakkında fikir edinilmesi mümkün olmaktadır. Pasif örnekleme cihazlarının iki temel dezavantajı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, pasif örnekleme tekniği ile kısa süreli ölçüm yapılmasının mümkün olmamasıdır. Bu teknik ile genellikle kirleticilerin bir haftalık ortalama konsantrasyonları ölçülmektedir. İkinci dezavantaj ise her kirletici parametre için pasif örneklemenin mümkün olmamasıdır. Örneğin partikül madde, NO, metaller gibi parametrelerin, bu gün için, pasif örnekleme tekniği kullanılarak ölçülmesi mümkün değildir.

Bu çalışmada Aliğa bölgesindeki 55 noktaya yerleştirilen pasif örnekleme cihazları ile SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ve UOB konsantrasyonlarının bölgedeki dağılımı belirlenmiştir. Pasif ölçümler 2 defa yaz ve 3 defa kış mevsiminde olmak üzere toplam 5 kere tekrarlanmıştır. Pasif örnekleme ve ölçüm çalışmalarından elde edilen sonuçlar aşağıdaki bölümlerde tartışılmıştır.

### 3.3.2.2 UOB ler için adsorbsiyon sabitlerinin (Uptake rates) belirlenmesi.

Pasif (difüzyon) örnekleme havadaki UOB'lerin difüzyon ile adsorbent üzerine toplanmasıdır. Bu çalışmada pasif örnekleme yöntemi aktif örnekleme ve ölçümlere alternatif bir teknik olarak değil aktif ölçümleri destekleyen bir teknik olarak düşünülmüştür. Çünkü, pasif örnekleme tekniği, aktif yöntemlerle belirlenmesi mümkün olmayan, kirleticilerin bölgesel dağılımını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Pasif örnekleme yöntemi ile atmosferdeki UOB konsantrasyonları aşağıda belirtilen Fiks' in birinci yasası formülü ile hesaplanmaktadır.

$$C = \frac{m}{(TS \times t)} \quad (1)$$

Burada;

C: UOB havadaki konsantrasyonu ( $\text{ng L}^{-1}$ )

M: UOB in pasif tüp üzerinde toplanan ve GK cihazı ile analiz edilen kütle miktarı (ng)

t: Maruz kalma süresi (dakika)

TS: Tutma sabiti ( $\text{L dak}^{-1}$ )

Yukarıdaki eşitliğe göre UOBlerin havadaki konsantrasyonunu hesaplanması sırasında tek belirsizliğe sebep olan parametre tutma sabitidir. TS teorik ve deneysel olarak hesaplanabilir. Tutma sabiti, ideal olarak difüzyon katsayısı ve tüpün geometrisinden hesaplanan sabit bir değerdir ve koşullara göre değişmez. Ideal tutma sabiti aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:

$$I.T.S = D \times A \times L^{-1}$$

Burada;

I.T.S: İdeal Tutma Sabiti ( $\text{L dakika}^{-1}$ )

D: Difüzyon Katsayısı ( $\text{sm}^2\text{sn}^{-1}$ )

A: Adsorbentin kesit alanı ( $\text{sm}^2$ )

L: Tüpün difüzyon uzunluğu (sm)

Tablo 3.21'de projede kullanılan, yüzey alanı  $0.18 \text{ cm}^2$ , difüzyon derinliği 1.5 cm ve iç çapı 4.8 mm olan paslanmaz çelik pasif örnekleme tüpleri için hesaplanan ideal tutma sabiti değerleri gösterilmiştir. İdeal tutma sabiti hesabında kullanılan difüzyon katsayısı Lugg (1968) makalesinden alınmıştır.

Yapılan çalışmalar, teorik ve deneysel olarak hesaplanan tutma sabiti arasındaki yüksek farklar olduğunu göstermiştir. Bu sebeple seçilen tutma sabitine göre UOB'lerin havada ölçülen konsantrasyonları farklı olmaktadır. Örneğin benzen için literatürde yapılan çalışmalarda tutma sabiti arasındaki farklar %300 lere ulaşmaktadır. Bunun en önemli nedeni tutma sabitinin, kullanılan adsorbente, UOB in havadaki konsantrasyon seviyesine, meteorolojik koşullara, tüpün maruz kalma süresine bağlı olmasıdır. Ayrıca kontrollü sistem olan maruz kalma çemberi kullanılarak hesaplanan tutma

sabiti gerçek zamanlı arazide hesaplanan tutma sabitinden farklıdır. Çünkü maruz kalma çemberi yapay bir ortam yarattığı için gerçek koşulları tam anlamıyla sağlayamamaktır. Tutma sabitini etkileyen parametreleri bulmak için literatürde bazı çalışmalar yapılmıştır. Ancak yapılan çalışmalarda meteorolojik ve diğer parametrelerin tutma sabitine etkisi farklı oranlarda bulunmuştur.

**Tablo 3.21** Ideal tutma sabiti ile deneysel olarak hesaplanan tutma sabitinin Karşılaştırılması

Uçucu organik Bileşikler	İdeal Tutma Sabiti (L dakika <sup>-1</sup> )	Deneysel Tutma Sabiti (L dakika <sup>-1</sup> )	Standart Sapma (L dakika <sup>-1</sup> )
Benzen	$5,84 \times 10^{-4}$	$2,76 \times 10^{-4}$	$2,17 \times 10^{-4}$
Toluen	$4,78 \times 10^{-4}$	$2,67 \times 10^{-4}$	$1,49 \times 10^{-4}$
Etilbenzen	$4,34 \times 10^{-4}$	$3,76 \times 10^{-4}$	$0,41 \times 10^{-4}$
O Ksilen	$4,32 \times 10^{-4}$	$2,99 \times 10^{-4}$	$0,94 \times 10^{-4}$

Bu projede tutma sabiti her pasif örnekleme süresinde ve her UOB için ayrı ayrı, deneysel bir yaklaşım ile, belirlenmiştir. Deneysel tutma sabitinin hesaplanması için her pasif örnekleme döneminde Horozgediği istasyonunda saatlik ölçüm yapan gaz kromatografisi ile aynı noktaya yerleştirilen pasif örnekleme tüpleri bir hafta boyunca eş zamanlı olarak yan yana çalıştırılmıştır. Bu amaçla, her pasif örnekleme döneminde, 7 adet pasif örnekleme tüpü, saatlik aktif ölçüm yapan gaz kromatografisinin örnekleme havası girişinin yanına yerleştirilmiştir. Bir hafta sonunda örnekleme tüplerinin tamamlanmasıyla, pasif tüpler GK cihazında analiz edilerek adsorbent üzerinde toplanan UOB kütleleri elde edilmiştir. Buna paralel olarak, aktif ölçümler ile elde edilen saatlik UOB konsantrasyonlarının bir haftalık ortalaması alınarak iki veri aynı zaman tabanına getirilmiştir. Daha sonra aşağıdaki Fiksin 1. yasası eşitliği kullanılarak tutma sabiti her UOB için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$T.S = \frac{\text{kütle}(ng)}{C \times t} \quad (2)$$

Burada:

C: Aktif örnekleme sonucu atmosferde bulunan UOB konsantrasyonu (ngL-1)

t: Pasif örnekleme tüplerinin örnekleme süresi (dakika)

Kütle: Pasif örnekleme tüplerinin GK cihazında ölçülen UOB kütlesi (ng)

Bu şekilde 70 dolayında UOB için hesaplanan tutma sabitleri Tablo 3. 22'de verilmiştir. Literatür'de buna benzer bilgiler genellikle BTX bileşikleri için verilmekte, diğer UOB'ler için yapılmış pek fazla bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle tablodaki veriler, bu konuda çalışma yapacak araştırmacılar için oldukça önemli verilerdir.

Tablo 3.21'de ideal ve deneysel tutma sabitleri karşılaştırılmıştır. Hesaplar ölçülen bütün UOB'ler için yapılmakla birlikte, tabloda örnek olarak BTX bileşikleri gösterilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi için hesaplanan tutma sabitleri arasındaki fark %16 (benzen) ile %50 (o-ksilen) arasında değişmektedir. Bunun sebebi ideal tutma sabitinin sadece tüpün geometrisini göz önüne alarak hesaplanması, deneysel tutma sabitinin ise adsorbent özelliğine, örnekleme süresine, meteorolojik koşullara ve UOB ve diğer kirleticilerin ortamdaki konsantrasyonu gibi bütün parametrelere bağlı olarak hesaplanmasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışma deneysel tutma sabitinin hesaplanmasının gerekliliğini ortaya koymuştur.

Tablo 3.23'de seçilen 13 pasif istasyonda ideal ve deneysel tutma sabitlerinin kullanılmasıyla hesaplanan UOB konsantrasyonları gösterilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi, çalışmada çok daha kolay bir yöntem olan ideal TS kullanılmış olsaydı %50'lere varan miktarlarda daha yüksek UOB konsantrasyonları ölçülmüş olacaktı. Bu bileşiklerin pasif örnekleme ile ölçülen konsantrasyonları sağlık riski hesaplarına baz teşkil edeceğinden gerçek dışı yüksek konsantrasyonların kullanılması sağlık riski modellenmesinde kabul edilemeyecek farklı sonuçların oluşmasına neden olacaktır.

**Tablo 3.22** Hesaplanan Uçucu Organik Bileşiklerin Tutma Sabiti

Uçucu Organik Bileşikler	Tutma Sabiti (L dak <sup>-1</sup> )	Uçucu Organik Bileşikler	Tutma Sabiti (L dak <sup>-1</sup> )
Benzen	2.76×10 <sup>-4</sup>	Oktan	1.53×10 <sup>-4</sup>
Toluen	2.67×10 <sup>-4</sup>	t-1,2-Di-M-Sykloheksan	2.74×10 <sup>-4</sup>
m+p ksilen	4.18×10 <sup>-4</sup>	c-1.2-Di-M-Csykloheksan	8.33×10 <sup>-5</sup>
Etilbenzen	3.76×10 <sup>-4</sup>	2,2,5-Tri-M-Hekzan+1,2,4-Tri-M-Sykloheksan	6.30×10 <sup>-5</sup>
o-ksilen	2.99×10 <sup>-4</sup>	TetraKloroEtilen	7.08×10 <sup>-5</sup>
1,2,4-Tri-M-benzen	2.71×10 <sup>-4</sup>	Klorobenzen	1.13×10 <sup>-4</sup>
1,3,5-Tri-M-Benzen	2.85×10 <sup>-4</sup>	Bromoform	2.67×10 <sup>-3</sup>
2-Methylheksan	1.59×10 <sup>-4</sup>	1-Nonen	4.68×10 <sup>-5</sup>
3-M-Hekzan	9.46×10 <sup>-5</sup>	3-Ethiltoluene	2.05×10 <sup>-4</sup>
2,2,4-Tri-M-Pentan	3.77×10 <sup>-4</sup>	4-Ethiltoluene	2.14×10 <sup>-4</sup>
Methylcycloheksan	4.05×10 <sup>-4</sup>	2-Ethiltoluene	2.81×10 <sup>-4</sup>
Styren	6.18×10 <sup>-5</sup>	1-Deken	1.30×10 <sup>-4</sup>
n-Nonan	1.63×10 <sup>-4</sup>	1,2,4-Tri-Cl-Benzen	6.58×10 <sup>-5</sup>
Isopropilbenzen	6.56×10 <sup>-5</sup>	1,3-Di-Cl-Benzen+Benzylkloride	9.61×10 <sup>-5</sup>
n-Propilbenzen	1.90×10 <sup>-4</sup>	1,4-Di-Cl-Benzen	1.01×10 <sup>-4</sup>
n-Dekan	9.82×10 <sup>-5</sup>	iso-butilbenzen	1.06×10 <sup>-4</sup>
1,2,3-Tri-M-benzene+p-Cymene	2.22×10 <sup>-5</sup>	sec-Butilbenzen	1.64×10 <sup>-4</sup>
n-Hekzan	4.63×10 <sup>-5</sup>	1,2,3-Tri-M-benzen+p-Cymene	1.17×10 <sup>-4</sup>
Metilsyklopentan+2,4-Dimetilpentan	3.85×10 <sup>-4</sup>	1,2-Di-Cl-Benzen	1.74×10 <sup>-4</sup>
2,2,3-Trimetilbutan+2,3-Dimetilpentan	2.95×10 <sup>-4</sup>	Indan	5.11×10 <sup>-5</sup>
1-Hepten	1.34×10 <sup>-4</sup>	1,3-Di-E-Benzen	1.23×10 <sup>-4</sup>
n-Heptan+cis-3-Hepten	3.95×10 <sup>-4</sup>	1,4-Di-E-Benzen	1.21×10 <sup>-4</sup>
c+t-1,3-Dikloropropen	1.69×10 <sup>-4</sup>	n-Butilbenzen	9.98×10 <sup>-5</sup>
2,2-Di-M-Hekzan+2,5-Di-M-Hekzan	2.27×10 <sup>-4</sup>	1,2-Di-E-Benzen	8.41×10 <sup>-5</sup>
2,4-Di-M-Hekzan+1,1,2-Tri-Kl-Ethan	1.42×10 <sup>-4</sup>	1-Undecen	5.01×10 <sup>-5</sup>
2-M-Heptan	1.44×10 <sup>-4</sup>	Undecen	8.45×10 <sup>-5</sup>
m+p-Klorotoluen	1.84×10 <sup>-4</sup>	1,2,3,5-Tetra-M-Benzen	9.49×10 <sup>-5</sup>
4+3-M-Heptan	3.16×10 <sup>-4</sup>	1,2,4,5-Tetra-M-Benzen	1.92×10 <sup>-4</sup>
t+c-1,3-Di-M-Cycloheksan	1.05×10 <sup>-4</sup>	Naftelin	1.61×10 <sup>-4</sup>
t+c-1,4-Di-M-Cycloheksan	6.46×10 <sup>-5</sup>	Dodecen	6.17×10 <sup>-5</sup>
1-Okten	1.02×10 <sup>-4</sup>	Hekzilbenzen	6.75×10 <sup>-5</sup>

**Tablo 3.23** İdeal ve deneysel tutma sabitleri kullanılarak hesaplanan BTEX konsantrasyonları

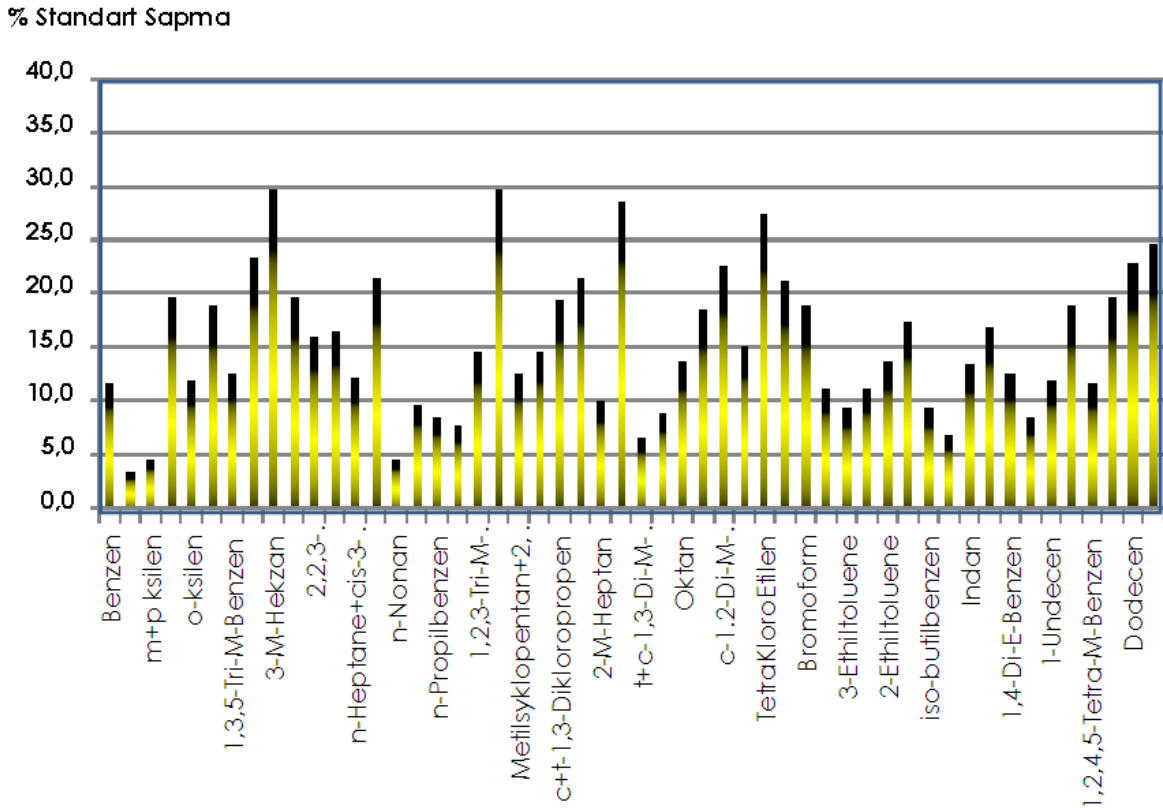
Yer	Benzen ( $\mu\text{gm}^{-3}$ )		Toluen ( $\mu\text{gm}^{-3}$ )		Etilbenzen ( $\mu\text{gm}^{-3}$ )		o-Ksilen ( $\mu\text{gm}^{-3}$ )	
	İdeal T.S.	Den. T.S.	İdeal T.S.	Den. T.S.	İdeal T.S.	Den. T.S.	İdeal T.S.	Den. T.S.
3	0,56	0,45	1,66	1,21	0,46	0,21	0,10	0,06
4	1,32	1,05	4,01	2,92	1,02	0,48	0,29	0,17
5	0,97	0,78	2,31	1,68	0,91	0,43	0,14	0,08
6	0,80	0,64	3,70	2,70	0,83	0,39	0,32	0,19
7	0,77	0,62	3,01	2,19	0,82	0,38	0,25	0,15
9	0,70	0,56	2,15	1,56	0,57	0,27	0,11	0,06
10	0,62	0,49	5,69	4,14	1,28	0,60	0,16	0,10
11	19,26	15,34	15,03	10,94	8,88	4,16	4,05	2,38
12	1,12	0,89	6,67	4,86	1,09	0,51	0,38	0,22
13	1,69	1,35	5,00	3,65	1,35	0,63	0,57	0,34
14	0,82	0,65	2,06	1,49	0,50	0,23	0,14	0,08
16	37,61	29,96	22,32	16,25	7,83	3,67	7,04	4,14
35	1,77	1,40	3,30	2,39	1,01	0,47	0,28	0,16

Burada pasif tüplerin bilinçli kullanılması gereği ortaya çıkmaktadır. Pasif tüp ile ölçümler, b,r ölçüde model çalışmalarına benzemektedir. Eğer ideal TS kullanılacaksa bunun sonuçlarda yüksek belirsizliklere neden olduğunun bilincinde olunması gerekmektedir. Bu tür bir hesap sonunda sağlık riski hesaplanması veya verilerin kaynak belirleme çalışmalarında kullanılması mümkün değildir. Eğer kullanılsa bile mantıklı, kullanılabilir bir sonuç elde edilmesi mümkün olmayacaktır. Ancak bu sonuçların hiç bir anlamı olmadığı manasını da taşımaktadır. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın elde edilen sonuçlar örnekleme noktasındaki bir haftalık ortalama konsantrasyonlar hakkında bir fikir vermektedir ve pasif örnekleme sonuçlarının bu bilinç ile kullanılması yararlı olacaktır. Modeller de sonuçlarındaki belirsizliklerin yüksek olduğu araçlardır. Ancak model sonuçları içerdikleri belirsizlikler göz önüne alınarak kullanıldığında çok yararlı olmaktadır.

Eğer pasif ölçüm çalışmalarında sonuçlar kaynak belirleme çalışmaları gibi, sağlık riski hesapları gibi daha detaylı çalışmalarda kullanılacak ise, bu çalışmada yapıldığı gibi biraz emek verip tutma sabitlerinin, örnekleme süresince deneysel olarak belirlenmesinde yarar vardır.

Tutma sabitlerinin genellikle kendi içerisinde çok tutarlı olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle, her seferinde konulan 7 tüpten elde edilen konsantrasyonlar kendi içinde çok tutarlıdır. Ancak bir seferden diğerine de önemli değişimler de gözlenmiştir. Bu da tutma sabitinin meteorolojik koşullara çok bağlı bir parametre olduğunu göstermektedir. Bu gözlem üzerine, projenin tamamlanmasından sonra tutma sabitleri ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiyi ortaya koyacak bir çalışma oluşturulmasının ülkemizde yapılmakta olan pasif örnekleme çalışmalarına önemli katkılarda bulunabileceği sonucuna varılmıştır.

Tutma sabitlerinin tekrarlanabilirliği Şekil 3.65'de gösterilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, UOB'lerin göreceli standart sapmaları %3 (m,p ksilen) ile %30 (3-metil-hekzan) arasında değişmektedir. Bu şeklin hazırlanmasında toplanan bütün paralel örnekler birlikte kullanılmıştır. Eğer her setin kendi içerisinde tekrarlanabilirliği hesaplanırsa, ki o daha doğru gibi görünüyor, göreceli standart sapmalar çok daha küçük olacaktır.



**Şekil 3.65** UOB ler için hesaplanan adsorbsiyon sabitlerinin tekrarlanabilirliği



### 3.3.2.3 Kirleticilerin Aliğa bölgesindeki dağılımları

Her pasif örnekleme çalışmasında ölçülen NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> ve BTX bileşiklerinin konsantrasyonları Tablo 3.24'de verilmiştir. Ölçülen bütün organik bileşiklerin konması tabloyu çok büyük hale getireceğinden tabloda sadece sadece BTX bileşikleri olan benzen, toluen, etilbenzen, m,p ksilen ve o-ksilen bileşikleri gösterilmiştir.

Tablodan da görülebileceği gibi bütün kirleticilerin konsantrasyonları oldukça büyük aralıklarda değişmektedir. Ölçümler çok farklı nitelikteki istasyonlarda yapılmıştır. Bu yüzden ölçülen konsantrasyonların büyük değişimler göstermesi şaşırtıcı değildir. Aksine bu kadar farklı nitelikteki istasyonlarda konsantrasyonların birbirine yakın çıkması çok şaşırtıcı olurdu. İstasyonlar arasındaki değişimler ileride dağılım haritalarının anlatıldığı bölümlerde detaylı olarak tartışılacaktır.

Kirleticilerin bütün istasyonlardaki konsantrasyonlarının ortalamalarının alınmasıyla elde edilen Aliğa bölgesi ortalama konsantrasyonları Tablo 3.25'de gösterilmiştir. Kirletici konsantrasyonları bir istasyondan diğerine büyük farklılıklar gösterse de, konsantrasyonların 55 istasyondaki ortalamalarından oluşan bölgesel ortalama değerlerin bir örnekleme kampanyasından diğerine önemli farklılıklar göstermesi beklenmemektedir. Zaten tablodan da görülebileceği gibi O<sub>3</sub> dışında kalan kirleticilerin bölgesel konsantrasyonları oldukça sabit değerlerde olup, bir örnekleme döneminden diğerine çok büyük değişimlerde göstermemiştir. Yine tabloda dikkat çeken bir nokta kirleticilerin ortalama konsantrasyonlarının oldukça düşük değerler olmasıdır. Bunun nedeni, 55 pasif istasyondan önemli bir bölümünün kaynaklardan uzak kırsal alanlarda yer almasıdır. Zaten bölgesel ortalamaların düşük olması gerekir.

Benzen, etilbenzen, m,p-ksilen, o-ksilen, toluen, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, ve Ozon konsantrasyonlarının bölgedeki dağılımları, çubuk grafikleri ve haritalar olarak hazırlanmış ve yukarıdaki kirleticiler için sırasıyla Şekil 3.66, 3.67, 3.68, 3.69, 3.70, 3.71, 3.72, 3.73, 3.74, 3.75, 3.76, 3.77, 3.78, 3.79, 3.80 ve 3.81'de verilmiştir. Şekillerde her parametre için, her birisi 5 pasif örnekleme karşı gelecek şekilde 5 çubuk dağılım grafiği ve 5 de interpolasyon tekniği ile oluşturulan dağılım haritası yerleştirilmiştir.

**Tablo 3.24** Seçilmiş kirleticilerin her örnekleme döneminde pasif istasyonlarda ölçülen konsantrasyonları

	<b>NO<sub>2</sub></b> (µg m <sup>-3</sup> )	<b>O<sub>3</sub></b> (µg m <sup>-3</sup> )	<b>SO<sub>2</sub></b> (µg m <sup>-3</sup> )	<b>60</b> <b>benzene</b> (µg m <sup>-3</sup> )	<b>85</b> <b>toluene</b> (µg m <sup>-3</sup> )	<b>101</b> <b>ethylbenzene</b> (µg m <sup>-3</sup> )	<b>103</b> <b>m&amp;p-</b> <b>xylene</b> (µg m <sup>-3</sup> )	<b>106</b> <b>o-xylene</b> (µg m <sup>-3</sup> )
<b>PERYOT 1 Aralık 2005</b>								
1	6,36	62,31	6,56	0,361	0,904	0,108	0,186	0,035
2	4,32	58,84	40,09	1,184	0,399	0,449	0,142	
3	4,54	51,88	5,83	0,516	1,268		0,182	
4	16,8	58,78	35,68	2,583	3,083	0,745	1,799	0,406
5	5,9	51,83	3,64					
6	10,9	44,96	28,41	0,154	0,611		0,035	
7				0,318	3,526	0,22	0,164	0,083
9	4,99	51,84	2,18					
10	5,68	34,57	6,55	0,467	1,168	0,298	0,259	
11	26,34	41,49	72,83	0,159	0,911		0,049	
12	12,95	48,42	14,57					
13	20,69	34,62	27,71	0,165	0,989		0,064	
14	6,32	44,67	6,51	0,509			0,381	
15	3,84	54,97	3,62	0,331	2,137	0,081	1,472	
16	30,67	55,35	124,59	37,045	3,561	2,137	8,969	1,372
17	14,75	38,02	11,65	0,455	1,122	0,189	0,177	0,055
18	17,72	51,91	16,03					
19	30,67	27,47	5,79					
20			13,09	0,982	1,13	0,172	0,446	0,059
22	5,19	48,15	5,79					
23	4,06	51,55	5,79	0,54	0,261	0,017	0,157	0,086
24	21,4	41,16	15,89	0,579	1,599	0,249	0,192	0,093
25	42,23	27,36	15,13	0,485	1,697	0,281	0,217	
26	8,84	44,89	16,73	0,549	0,27	0,219	0,362	0,151
29	21,12	41,06	21,62	0,129	1,135		0,218	
30	16,01	51,52	7,23	0,595	3,115		0,311	
32	14,64	44,6	15,9					
33	17,23	51,78	20,36	0,467	1,745	0,194	0,386	0,081
34	23,95	37,84	8,69	0,539	2,412	0,331	0,556	
35	11,95	58,38	27,48					
36	16	48,05	10,12	0,312	0,25	0,226	0,238	
37	10,56	51,32		0,365	0,85	0,246	0,133	0,052
39	15,55	48,04	14,45	0,255	0,071	0,148	0,16	
42	25,71	27,47	5,06					
43	14,37	20,52	18,73	0,806	1,222	0,491	0,314	
44	19,99	30,79	28,82	2,047	2,82	0,496	0,951	
45	15,89	48,41	8,01	0,897	3,009	0,345	0,403	0,175
46								
47	14,98	48,38	6,55	0,237	1,073	0,226	0,179	0,027
48	12,93	34,55	10,92					
49	26,5	51,29	10,8	0,565	1,694	0,236	0,364	0,076
50	17,93	48,4	8,74					
53	37,26	10,25	7,2	0,832	2,446		0,625	

	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>60 benzene</b>	<b>85 toluene</b>	<b>101 ethylbenzene</b>	<b>103 m&amp;p- xylene</b>	<b>106 o-xylene</b>
	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )
54	15,04	37,61	12,24	0,989	1,43	0,475	0,39	0,095
55	12,79	44,43	15,84	0,426	0,701	0,112	0,196	
i1	12,49		5,39	0,565	0,358	0,348	0,219	
i2	7,04		6,85	0,21	0,486	0,053	0,411	0,006
A1	24,02		37,03	2,432	1,76	0,228	0,305	0,148
AB				2,442	0,74	4,44	0,343	
<b>Peryod 2 Mart 2006</b>								
1	9,89	55,48	6,94		0,048	0,138	0,053	0,012
2	5,65	52,01	4,02	0,403	1,298	0,221	0,239	0,07
3	5,42	45,1	115,81	0,447	1,208	0,214	0,215	0,061
4	21,67	52,04	73,43	1,049	2,92	0,477	0,652	0,172
5	5,89	45,08	5,48	0,776	1,681	0,425	0,351	0,082
6	1,41	38,16	8,4	0,637	2,697	0,388	0,671	0,188
7	28,02	38,15	12,78	0,616	2,192	0,383	0,552	0,145
9	7,06	45,03	6,2	0,555	1,562	0,268	0,306	0,064
10	6,35	27,73	2,56	0,49	4,144	0,599	0,476	0,097
11	29,22	34,71	115,14	15,34	10,94	4,164	11,507	2,383
12	17,67	41,65	33,99	0,89	4,855	0,509	0,869	0,221
13	30,14	27,75	18,63	1,348	3,646	0,633	1,105	0,336
14	9,86	38,06	27,32	0,648	1,488	0,231	0,332	0,08
15	6,11	48,46	4,01	45,663	92,831	21,085	15,765	3,452
16	31,32	48,57	120,93	29,961	16,252	3,673	18,996	4,141
17	18,4	31,28	12,08	2,983	4,426	0,794	3,382	0,612
18	19,85	45,26	34,1					
19	46,6	20,08	17,16	0,963	2,383	0,381	0,609	0,22
20	9,62	55,3	16,38	1,239	1,848	0,236	0,369	0,096
22	7,76	41,57	13,5	0,624	1,438	0,214	0,329	0,099
23	6,35	45,02	33,92	0,447	1,12	0,156	0,214	0,065
24	20,06	34,76	25,25	0,927	0,06			
25	44,84	20,86	14,28	0,907	2,563	0,447	0,699	0,191
26	11,27	38,05	14,93	0,681	1,454	0,211	0,287	0,08
29	22,71	69,21	12,03					
30	34,95	62,19	11,28	0,571	1,87	0,239	0,451	0,103
32	19,34	79,92	29,64					
33	18,64	79,96	23,06					
34	21	83,43	15,01	0,797	2,25	0,41	0,519	0,135
35	21,49	73,05	15,02	1,401	2,385	0,468	0,568	0,163
36	21,46	69,48	27,44	0,659	1,78	0,245	0,347	0,089
37	16,42	89,82	6,91	0,538	1,456	0,191	0,34	0,065
39	17,94	76,48	28,19	0,841	1,792	0,448	0,551	0,155
42	31,65	52,18	9,89	0,652	1,731	0,297	0,384	0,1
43	18,76	76,13	13,46	0,827	1,847	0,409	0,419	0,12
44	20,16	79,44	40,37	1,247	2,897	0,458	0,842	0,237
45	17,5	88,62	23,85	0,9	1,968	0,277	0,508	0,126
46	20,34	80,12	15,04	0,942	1,832	0,262	0,427	0,11
47	166,17	76,55	23,82	0,817	1,937	0,27	0,347	0,081
48	17,49	66,13	34,82	0,871	1,79	0,366	0,352	0,092
49	42,58	37,91	11,25	0,876	1,976	0,372	0,453	0,131

	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>60 benzene</b>	<b>85 toluene</b>	<b>101 ethylbenzene</b>	<b>103 m&amp;p- xylene</b>	<b>106 o-xylene</b>
	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g m}^{-3}$ )
50	23,39	69,62	31,98	0,826	1,695	0,307	0,346	0,091
53	48,09	38,01	10,55	0,708	0,011			
54	18,99	37,99	20	1,1	1,651	0,367	0,463	0,102
55	17,36	73,26	20,68	0,506	1,425	0,196	0,259	0,062
A1	38,45	97,4	37,46	0,904	1,452	0,404	0,318	0,087
AB	23,57	87,2	10,57	0,698	1,621	0,621	0,4	0,118
i1	18,12	70,01	8,39					
i2	13,16	83,75	25,15	0,702	2,255	0,303	0,469	0,113
<b>Peryot 3 Haziran 2006</b>								
1	7,35	137,28	4,24	0,178	0,833	0,077	0,047	0,02
2	5,28	126,89	6,25	0,003	0,178	0,008	0,019	0,014
3	9,27	114,02	7,57	0,217	0,526	0,112	0,061	0,045
4	7,59	130,42	13,25	0,213	0,791	0,101	0,064	0,036
5	6,94	106,89	8,08	0,027	0,191	0,012	0,031	0,019
6	6,49	110,53	5,51	0,105	0,537	0,088	0,085	0,063
7	24,11	88,78	9,5	0,18	0,643	0,151	0,256	0,097
9	6,25	106,93	3,39	0,038	0,284	0,035	0,038	0,028
10	6,02	120,94	4,64	0,115	0,549	0,159	0,111	0,003
11	35,88	95,84	152,41	0,599	4,125	0,825	1,4	1,134
12	14,93	119,97	37,81	0,275	1,724	0,272	0,382	0,298
13	16,54	99,21	10,52	0,409	1,31	0,326	0,417	0,358
14	6,88	126,73	12,69	0,14	0,403	0,06	0,066	0,045
15	5,51	116,45	4,16	0,178	0,453	0,109	0,079	0,054
16	15,29	131,4	35,83	0,484	3,302	0,771	1,905	1,596
17	16,92	110,53	50,26	0,347	1,614	0,368	0,314	0,291
18	42,22	107,14	109,57	2,199	6,06	0,449	1,3	1,646
19	34,76	110,53	23,16	0,234	0,995	0,162	0,248	0,164
20	11,01	102,53	27,3	0,303	0,824	0,188	0,192	0,147
22	7,58	137,19	9,8	0,241	0,541	0,148	0,101	0,069
23	5,28	123,37	5,41	0,065	0,173	0,042	0,031	0,018
24	22,34	2,31	44,25	0,876	1,698	0,199	0,334	0,302
25	33,42	99,51	29,5	0,2	0,684	0,121	0,247	0,219
26	10,56	130,22	29,52	0,174	0,458	0,062	0,11	0,078
29	17,38	129,71	11,58	0,098	0,83	0,096	0,102	0,08
30	21,33	119,78	4,37	0,26	0,678	0,111	0,105	0,064
32	12,91	61,35	19,81	0,433	1,127	0,117	0,14	0,126
33								
34	20,04	116,8	18,64	0,222	1,128	0,112	0,11	0,055
35	18,39	120,02	11,61	0,265	0,597	0,062	0,083	0,051
36	15,85	119,97	9,68	0,128	0,416	0,021	0,044	0,017
37	8,26	43,75	7,93	0,167	0,735	0,072	0,052	0,03
39	17,29	120,39	23,46	0,238	0,84	0,085	0,165	0,144
42	34,98	113,22	7,53	0,163	0,504	0,059	0,076	0,055
43	13,75	140,34	12,56	0,255	0,513	0,129	0,11	0,053
44	11,92	147,31	12,49	0,156	0,564	0,137	0,127	0,089
45	17,63	147,13	30,29	0,432	0,966	0,157	0,15	0,137
46	14,19	105,74	10,26	0,313	0,723	0,094	0,091	0,055
47	12,58	136,63	11,85	0,172	0,361	0,02	0,04	0,025

	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>60 benzene</b>	<b>85 toluene</b>	<b>101 ethylbenzene</b>	<b>103 m&amp;p- xylene</b>	<b>106 o-xylene</b>
	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )
48	11,89	133,16	8,66	0,135	0,366	0,039	0,052	0,032
49	34,34	102,31	15,62	0,125	0,509	0,078	0,091	0,065
50	20,83	136,76	9,21	0,202	0,386	0,12	0,159	0,065
53	62,61	57,36	17,66	0,152	1,325	0,171	0,246	0,198
54	16	146,92	7,56	0,25	0,462	0,06	0,073	0,049
55	14,4	140	7,18	0,235	0,343	0,078	0,039	0,015
A1		137	13,04	0,476	2,062	0,311	0,391	0,391
AB								
i1	8,26	144,05	7,89	0,126	0,426	0,039	0,078	0,048
i2	6,2	130,22	26,83	0,084	0,266	0,028	0,023	0,024
<b>Peryot 4 Eylül 2006</b>								
1	6,86	100,67	7,11	0,025	0,123		0,023	0,006
2	4,34	104,1	8,8	0,031	0,094		0,015	
3	5,99	101,51	7,47	0,002	0,023			
4	14,5	125,84	45,23	0,353	0,976	0,093	0,292	0,171
5	17,74	94,48	6,45	0,027	0,106			
6	7,14	115,41	7,73	0,057	0,256	0,03	0,065	0,021
7	26,76	118,1	27,19	0,06	0,241	0,017	0,073	0,036
9	6,21	97,85	5,49	0,03	0,174		0,005	
10	6,68	118,91	4,53	0,005	0,46			
11	36,34	83,84	121,12	1,732	3,73	0,725	2,21	1,101
12	12,67	136,47	20,68	0,127	1,19	0,116	0,333	0,154
13	18,75	79,87	10,49	0,041	0,441	0,05	0,132	0,079
14	2,53	111,86	6,41	0,048	0,144	0,015	0,013	
15	4,83	125,84	9,17	0,007	0,122	0,009	0,001	
16	16,82	84	74,17	4,112	3,965	0,672	2,307	1,371
17	0,69	90,98	62,06	0,197	1,062	0,079	0,112	0,061
18	16,84	108,62	49,51	0,218	1,529	0,134	0,312	0,241
19	38,73	80,52	26,28	0,653	0,497	0,043	0,132	0,082
20	8,28	101,29	13,71	0,054	0,15	0,014	0,037	0,012
22	5,99	108,4	6,44	0,029	0,177	0,008	0,026	0,001
23	5,06	90,9	8,17	0,045	0,104	0,011	0,012	0,009
24	20,2	90,63	25,31	0,293	0,684	0,087	0,219	0,137
25	38,74	69,63	27,18	0,139	0,643	0,037	0,1	0,058
26	8,05	101,33	15,31	0,038	0,268	0,019	0,042	0,02
29	15,66	101,587	23,54	0,063	0,635	0,08	0,075	0,051
30	24,73	90,4	20,47	0,046	0,325	0,017	0,061	0,027
32	14,24	104,65	19,22	0,172	0,248	0,014	0,065	0,033
33	14,7	118,6	22,74	0,075	0,344	0,015	0,044	0,014
34	22,05	97,67	25,43	0,072	0,48	0,018	0,038	0,015
35	15,38	101,12	9,82	0,176	0,375	0,015	0,043	0,012
36	16,53	97,63	15,68	0,052	0,29	0,007	0,023	
37	10,97	104,12	7,18	0,03	0,205		0,015	
39	13,78	97,63	32,05	0,166	0,347	0,027	0,08	0,057
42	29,39	101,12	22,87	0,123	0,334	0,001	0,025	0,003
43	13,94	114,5	10,08	0,06	0,223	0,014	0,034	0,006
44	12,8	117,98	11,76	0,078	0,392	0,054	0,136	0,115
45	15,3	114,41	27,21	0,133	0,249	0,034	0,094	0,04

	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>60 benzene</b>	<b>85 toluene</b>	<b>101 ethylbenzene</b>	<b>103 m&amp;p- xylene</b>	<b>106 o-xylene</b>
	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )
46								
47	14,39	111,03	12,27	0,091	0,145	0,008	0,021	
48	10,05	79,79	6,14	0,026	0,128		0,016	0,001
49	36,54	58,96	19,14	0,041	0,227	0,029	0,051	0,031
50	13,48	100,64	9,6	0,093	0,176	0,018	0,027	0,008
53	47,25	79,73	16,98	0,064	0,585	0,017	0,071	0,039
54	13,02	121,37	9,31	0,074	0,188	0,009	0,031	0,011
55	9,36	104,03	9,68	0,05	0,153	0,018	0,025	0,004
A1	27,02	109,065	12,285					
AB								
i1	9,36	104,05	5,12	0,022	0,16	0,002	0,03	0,015
i2	1,83	103,99	17,12	0,045	0,096		0,011	
<b>Peryot 5 OCAK 2007</b>								
1	8,085	151,008	4,664	0,2	0,371			
2	5,808	139,579	6,875	0,304	0,464	0,024	0,003	0,031
3	10,197	125,422	8,327	0,231	0,46			
4	8,349	143,462	14,575	3,752	7,795	0,559	1,281	0,899
5	7,634	117,579	8,888	0,428	0,695	0,038	0,018	0,003
6	7,139	121,583	6,061	1,518	2,979	0,111	0,212	0,142
7	26,521	97,658	10,45	0,595	1,064	0,05	0,086	0,061
9	6,875	117,623	3,729	0,327	0,601	0,005	0,012	0,004
10	6,622	133,034	5,104	0,2	4,493	0,01	0,029	
11	39,468	105,424	167,651	7,518	15,798	0,512	1,361	0,739
12	16,423	131,967	41,591	0,808	2,604	0,088	0,154	0,069
13	18,194	109,131	11,572	1,298	1,875	0,103	0,204	0,15
14	7,568	139,403	13,959	0,418	0,659	0,004	0,021	0,003
15	6,061	128,095	4,576	0,224	0,374			
16	16,819	144,54	39,413	33,653	10,06	0,655	3,577	1,761
17	18,612	121,583	55,286	0,488	1,761	0,01	0,05	0,022
18	46,442	117,854	120,527	0,751	1,763	0,052	0,135	0,076
19	38,236	121,583	25,476	0,517	1,009	0,029	0,077	0,044
20	12,111	112,783	30,03	0,609	0,651	0,006	0,032	0,013
22	8,338	150,909	10,78	0,378	0,446		0,005	
23	5,808	135,707	5,951	0,284	0,373	0,008	0,049	0,018
24	24,574	2,541	48,675	0,383	0,816	0,007	0,065	0,021
25	36,762	109,461	32,45	0,416	0,974	0,022	0,063	0,02
26	11,616	143,242	32,472	0,491	0,668	0,003	0,026	0,01
29	42,614	76,593	29,898	0,395	0,89	0,025	0,073	0,023
30	8,855	111,463	16,841	0,046	0,142			
32	17,226	111,7457	25,894	0,75	2,481	0,015	0,118	0,026
33	27,203	99,44	22,517	0,549	0,987	0,017	0,063	0,011
34	15,664	115,115	21,142	0,586	0,986	0,023	0,064	0,015
35	16,17	130,46	25,014	1,044	1,125	0,03	0,061	0,016
36	24,255	107,437	27,973	0,37	0,613	0,022	0,038	0,021
37	16,918	111,232	10,802	0,293	0,332			
39	18,183	107,393	17,248	0,561	1,32	0,008	0,093	0,014
42	12,067	114,532	7,898	0,35	0,727	0,012	0,04	0,019
43	15,158	107,393	35,255	0,844	0,816	0,02	0,038	0,01

	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>60 benzene</b>	<b>85 toluene</b>	<b>101 ethylbenzene</b>	<b>103 m&amp;p- xylene</b>	<b>106 o-xylene</b>
	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )	(µg m <sup>-3</sup> )
44	6,996	68,541	7,216	1,457	1,649	0,108	0,181	0,13
45	4,752	64,724	44,099	0,866	1,568		0,069	0,023
46	4,994	57,068	6,413	0,554	1,107	0,04	0,112	0,049
47	18,48	64,658	39,248	0,449	0,701	0,011	0,046	0,011
48	6,49	57,013	4,004	0,552	0,861	0,04	0,088	0,042
49	11,99	49,456	31,251	0,315	0,796	0,03	0,06	0,032
50				0,48	0,88		0,033	0,002
53	5,489	57,024	2,398	0,649	1,487		0,006	
54	6,248	38,027	7,205	0,614	0,578		0,021	0,007
55	28,974	45,639	80,113	0,447	0,697	0,004	0,027	0,008
A1	14,245	53,262	16,027					
AB	22,759	38,082	30,481					
i1	6,952	49,137	7,161					
i2	4,224	60,467	3,982	0,775	0,566		0,047	0,013

**Tablo 3.25** Pasif istasyonlarda ölçülen kirleticilerin her örnekleme döneminde bütün istasyonları içeren ortalama değerleri

		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	Dönem 4	Dönem 5
NO <sub>2</sub>	(µg m <sup>-3</sup> )	14,98	18,99	14,30	13,94	14,98
O <sub>3</sub>	(µg m <sup>-3</sup> )	48,05	52,04	119,97	101,51	48,05
SO <sub>2</sub>	(µg m <sup>-3</sup> )	11,65	16,38	11,61	13,71	11,65
49 hexane	(µg m <sup>-3</sup> )	1,03	1,80	0,69		0,11
57 mcyclopentane/2,4dmpentane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,04	0,12			
60 benzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,52	0,83	0,20	0,06	0,50
63 2mhexane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,28	0,66	0,16	1,76	0,37
65 2,3dmpentane/2,2,3-trimethylbutane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,22	0,17			
66 3mhexane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,59	0,85	0,20	0,12	0,64
70 ERR	(µg m <sup>-3</sup> )	0,23	1,02			
71 2,2,4-mpentane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,02	0,02	0,09	0,01	0,03
74 n-heptane/c3heptene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,11	0,17			
78 cis/trans1,3-dichloropropene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,35	0,31			
79 methylcyclohexane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,05	0,07	0,04	0,01	0,12
80 2,2dmhexane/2,5dmhexane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,19	0,24			
81 2,4dmhexane/1,1,2trichloroethane	(µg m <sup>-3</sup> )		0,25			
85 toluen	(µg m <sup>-3</sup> )	1,15	1,84	0,60	0,25	0,87
86 2mhheptane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,38	0,39	0,06	0,06	0,43
88 m&p-chlorotoluene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,39	0,26			
91 trans/cis-1,3dmcylohexane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,49	5,13			
92 trans/cis-1,4dmcylohexane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,34	0,30			
93 1-octene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,15	0,08			
94 n-octane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,29	0,25	0,07	0,09	0,35
96 t1,2dmcylohexane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,17	0,16			
97 c1,2dmcylohexane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,57	1,09			
98 2,2,5-tmhexane/1,2,4-tmcylohexane	(µg m <sup>-3</sup> )	2,13	0,28			
99 tetrachloroethylene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,35	0,16			
100 chlorobenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,28	0,17			
101 ethylbenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,24	0,37	0,11	0,02	0,22
102 bromoform	(µg m <sup>-3</sup> )	0,04				
103 m&p-xylene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,26	0,44	0,10	0,04	0,26
104 styrene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,86	1,28	6,29	0,61	1,29
105 1-nonene	(µg m <sup>-3</sup> )	5,86	ERR			
106 o-xylene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,08	0,11	0,06	0,03	0,08
108 n-nonane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,14	0,13	0,08	0,04	0,13
109 iso-propylbenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,52	0,73	0,67	0,10	0,61
111 n-propylbenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,24	0,10	0,02	0,03	0,12
113 3-ethyl-toluene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,20	0,17	0,08	0,03	0,02
114 4-ethyl-toluene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,10	0,13	0,06	0,06	0,04
115 1,3,5-tmbenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,18	0,06	0,02	0,01	0,02
116 2-ethyl-toluene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01
117 1-decene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,51	0,05			
118 1,2,4-tmbenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,16	0,54	0,11	0,16	0,02
119 n-decane	(µg m <sup>-3</sup> )	0,31	0,20	0,18	0,07	0,09
120 1,3-dichlorobenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,25	0,76			
122 iso-butylbenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,11	0,02			
123 sec-butylbenzene	(µg m <sup>-3</sup> )	0,02	0,14			



		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	Dönem 4	Dönem 5
125	1,2,3-trimethylbenzene/p-cymene	(µg m-3)	0,37	0,28		
127	indan	(µg m-3)	0,19	0,06		
128	1,3-di-e-benzene	(µg m-3)	0,07	0,07	0,03	0,03
129	1,4-di-e-benzene	(µg m-3)	0,12	0,08	0,13	0,10
130	1,2-di-e-benzene	(µg m-3)	0,18	0,34		
131	n-butylbenzene	(µg m-3)	0,10	0,07		
132	1-undecene	(µg m-3)	0,98	2,15		
133	undecane	(µg m-3)	0,16		0,16	0,13
135	1,2,3,5-tetramethylbenzene	(µg m-3)	0,11	0,13		
136	1,2,4,5-tetramethylbenzene	(µg m-3)	0,14	0,23		
137	1,2,4-trichlorobenzene	(µg m-3)	3,75	10,87		
138	naphthalene	(µg m-3)	0,07	0,11		
139	dodecane	(µg m-3)	1,93	3,05	0,14	0,18
140	hexylbenzene	(µg m-3)	0,97	0,98		

İnterpolasyon ve çubuk grafik haritaları CBS olan Mapinfo 7,5 modeli ile çizilmiştir. Haritaları çizmeden önce, programa, örnekleme noktalarının koordinat bilgileri girilerek noktaların harita üzerinde yerlerinin belirlenmesi sağlanmış, daha sonra koordinatları belli olan noktaların konsantrasyon değerleri yazılıma girilmiştir. İnterpolasyon tekniğinde, önce en yakın üç örnekleme noktasından üçgenler oluşturulmakta, bu üçgenlerin birbiri ile birleşmesi ile bütün örnekleme alanı üzerinde bir ağ yaratılmaktadır. Her bir üçgen içerisinde, uç noktaların konsantrasyon değerlerine göre bir skala oluşturularak örnekleme alanı üzerinde konsantrasyonu belli olan noktalar referans alınıp, her yerin konsantrasyonu hesaplanmaktadır. Hesaplanan konsantrasyon aralıklarının renklendirilmesi kullanıcı tarafından da yapılabilmektedir. Bu çalışmada renk ayarları tarafımızdan yapılmış ve bütün pasif örnekleme dönemde aynı skala kullanılarak haritaların görsel olarak birbirleriyle karşılaştırılması mümkün hale getirilmiştir.

Çubuk haritaları ise her nokta üzerinde konsantrasyon değerlerini çubuk olarak göstermektedir. Bu haritalar da MAPINFO yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. Çubuk haritalarında belli bir değere karşılık gelen konsantrasyon için santimetre olarak çubuk boyu kullanılmaktadır.

Çubuk grafikler dağılım haritalarının irdelenmesi için çok yararlı olmuştur. İnterpolasyon tekniği ile oluşturulan haritalar hangi bölgelerin kirli olduğunu kolayca görebilmek açısından çok yararlı olmakla birlikte, interpolasyon tekniğinin doğasından olarak, her hangi bir veya iki noktada yüksek konsantrasyonların ölçülmesi o noktalar etrafında kirli bölgelerin oluşmasına neden olmaktadır. Dolayısı ile interpolasyon sonuçlarını kullanmaya başlamadan önce her noktada ölçülmüş olan konsantrasyonları incelemek hangi kirli bölgelerin gerçek hangilerinin de interpolasyon tekniğinden kaynaklandığını anlamakta yararlı olmaktadır.

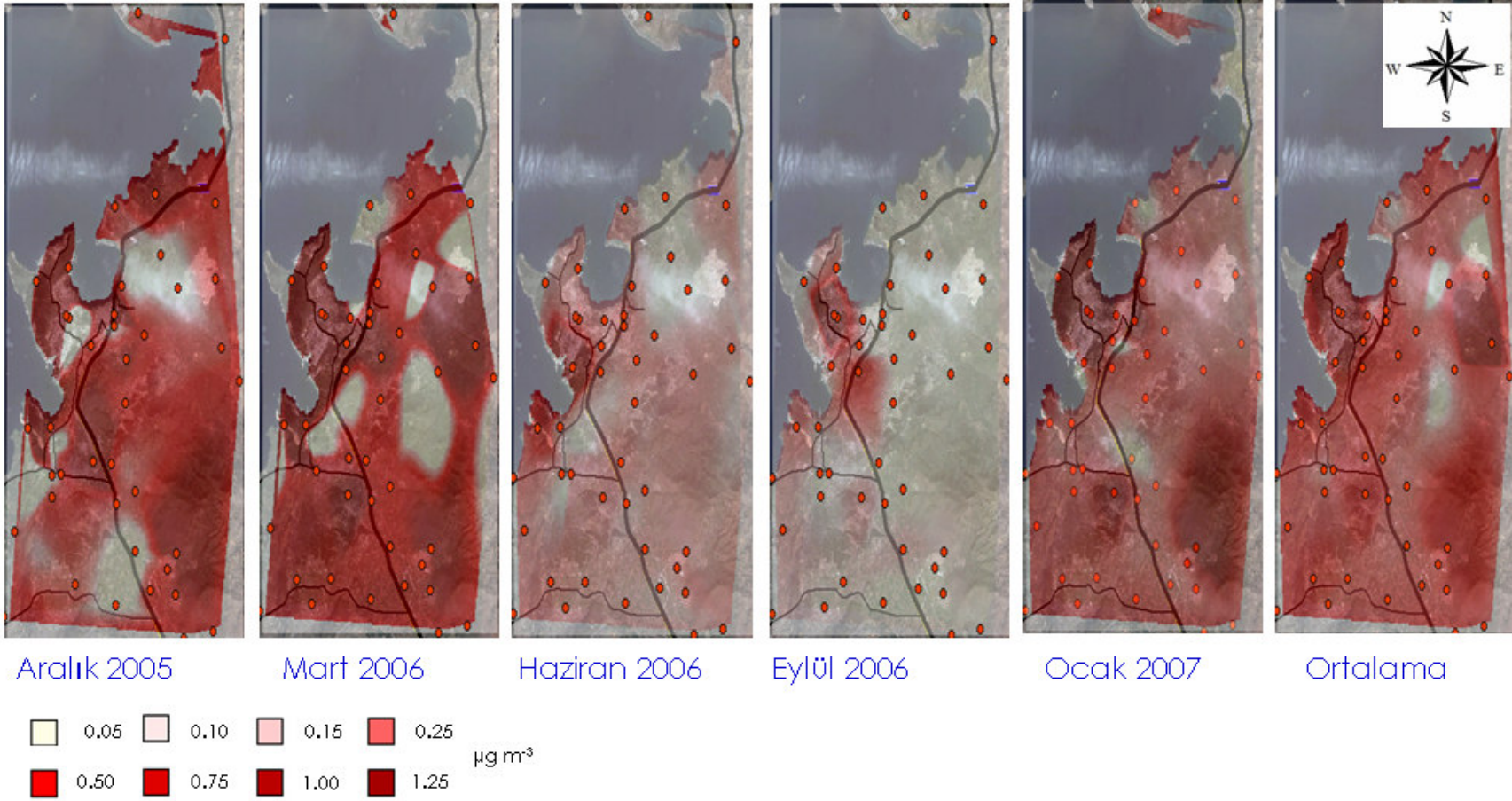
Benzen dağılım haritasına bakıldığında bölgedeki benzen düzeylerinin  $0.05 \mu\text{g m}^{-3}$  ile  $1.25 \mu\text{g m}^{-3}$  arasında değiştiği görülmektedir. Beş pasif örnekleme hepsinde de en yüksek konsantrasyonların TÜPRAŞ ve PETKİM tesislerinin bulunduğu yarımada da yer alan istasyonlarda ölçülmüştür. Bu da benzen'in en önemli kaynağının, beklendiği gibi PETKİM ve TÜPRAŞ tesisleri olduğunu göstermektedir.

Benzen dağılım haritalarına bakıldığında yüksek konsantrasyonların ölçüldüğü iki bölge daha olduğu görülmektedir. Bunlardan birincisi, Aliağa ilçesinin

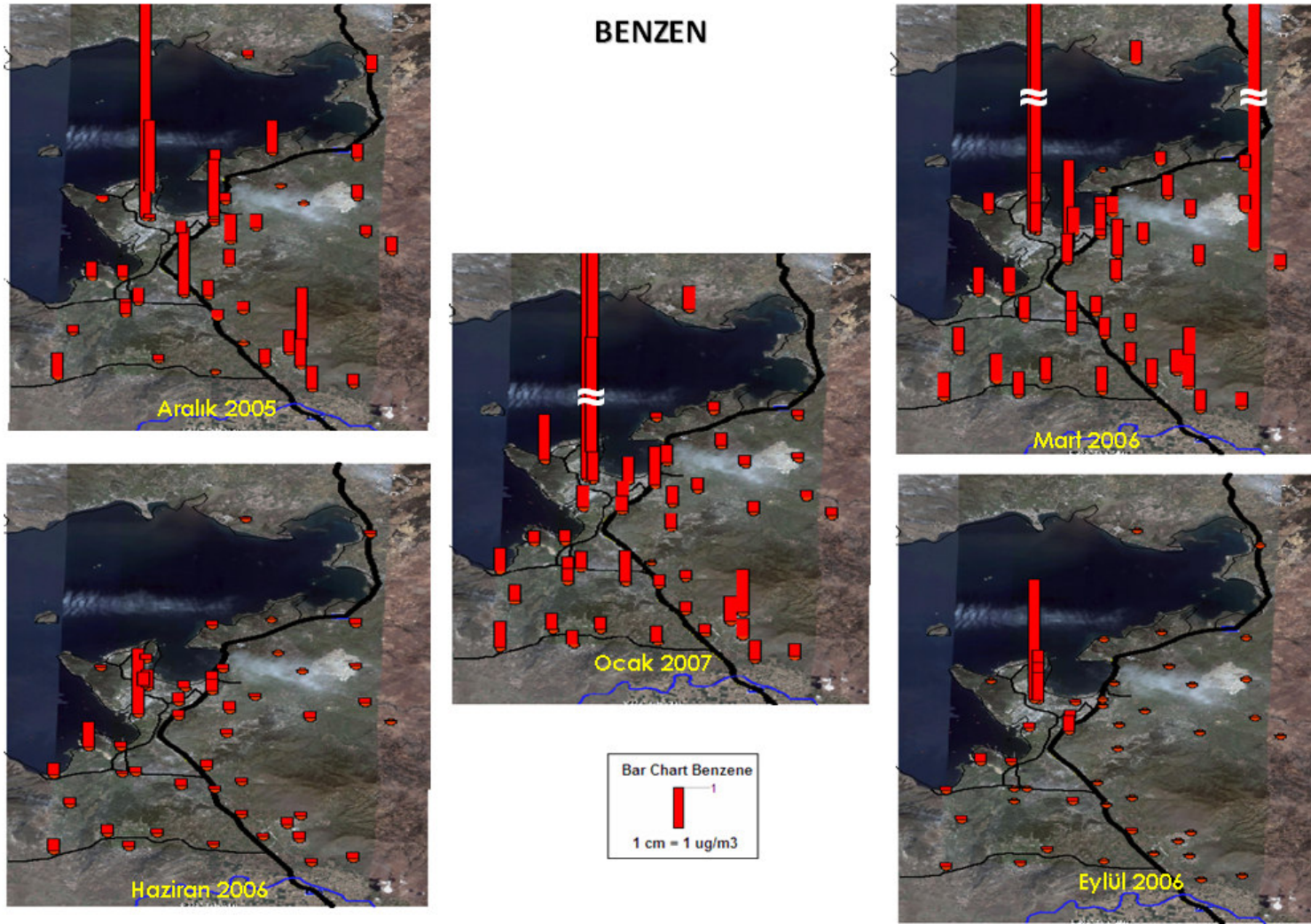
kuzeydoğusunda yer alan 10 numaralı istasyonun çevresidir. Söz konusu 10 numaralı istasyonda sadece ikinci pasif örnekleme kampanyasında çok yüksek bir benzen konsantrasyonu ölçülmüş ve bu verinin interpolasyonu burada kirli bir bölge oluşmasına neden olmuştur. Sadece bir pasif çalışmada gözlenen bu durumun bütün bölgeyi temsil eden karakteristik bir özellik olmadığı düşünülmektedir. 10 numaralı istasyon Organize Sanayi bölgesinin içersindedir. Belli ki oradaki tesislerden birisinin önemli bir UOB emisyonu yapması bu durumu oluşturmuştur. Ancak geri kalan dört örneklemin hiç birisinde böyle bir durum oluşmadığından dolayı ikinci pasif örneklemede gözlenen bu kirli bölgenin sadece o döneme ait olduğu ve bu bölgenin oluşmasına neden olan emisyonların da sürekli olmadığı sonucuna varılmıştır. İkinci pasif örneklemede görülen bu bölge sadece benzene özgü olmayıp, diğer BTX bileşiklerinde de görülmektedir. Diğer BTX bileşikleri için de bu bölge sadece ikinci pasif örnekleme sırasında oluşmuş, diğer pasif örnekleme çalışmalarında görülmemiştir.

Benzen haritalarında görülen ikinci kirli bölge, endüstri bölgesine göre güneydoğu yönündeki Helvacılar köyü çevresindedir. Bu bölgedeki 49-43 ve 44 numaralı istasyonlarda 1. (Aralık 2005), 2. (Mart 2006) ve 5. (Ocak 2007) pasif çalışmalarında nispeten yüksek konsantrasyonlar ölçülmüştür. Dikkat çeken nokta, yüksek konsantrasyonların bütün kış pasif örnekleme çalışmalarında görülmesi ancak, yaz mevsiminde yapılan iki pasif örnekleme çalışmasının (Haziran 2006 ve Eylül 2006) hiç birisinde bu bölgenin kirli olarak görülmemesidir. Böyle bir mevsimsel değişim, bu bölgenin Helvacılar ve çevresindeki diğer beldelerde yakılan fosil yakıtlardan kaynaklandığı sonucuna varılmaktadır. Ancak diğer bir olasılık da Helvacılar köyünün arkasındaki tepenin, kuzeydeki endüstri bölgesinden gelen baca gazlarının çarpıp çökeldiği bir nokta olmasıdır. Her halükarda, bu bölge benzen haritasında kirli bir bölge olarak görülmekte ve bu kirliliğin, özellikle kış aylarında, bölge ortalamalarına göre yüksek değerlere ulaştığı dikkat çekmektedir.

Benzen haritasında dikkati çeken diğer bir nokta yaz mevsiminde yapılan pasif örnekleme çalışmalarında ölçülen konsantrasyonların aynı noktalarda kış mevsiminde ölçülen konsantrasyonlardan düşük olmasıdır.



**Şekil 3.66** Pasif örneklemeyle ölçülen Benzen konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı

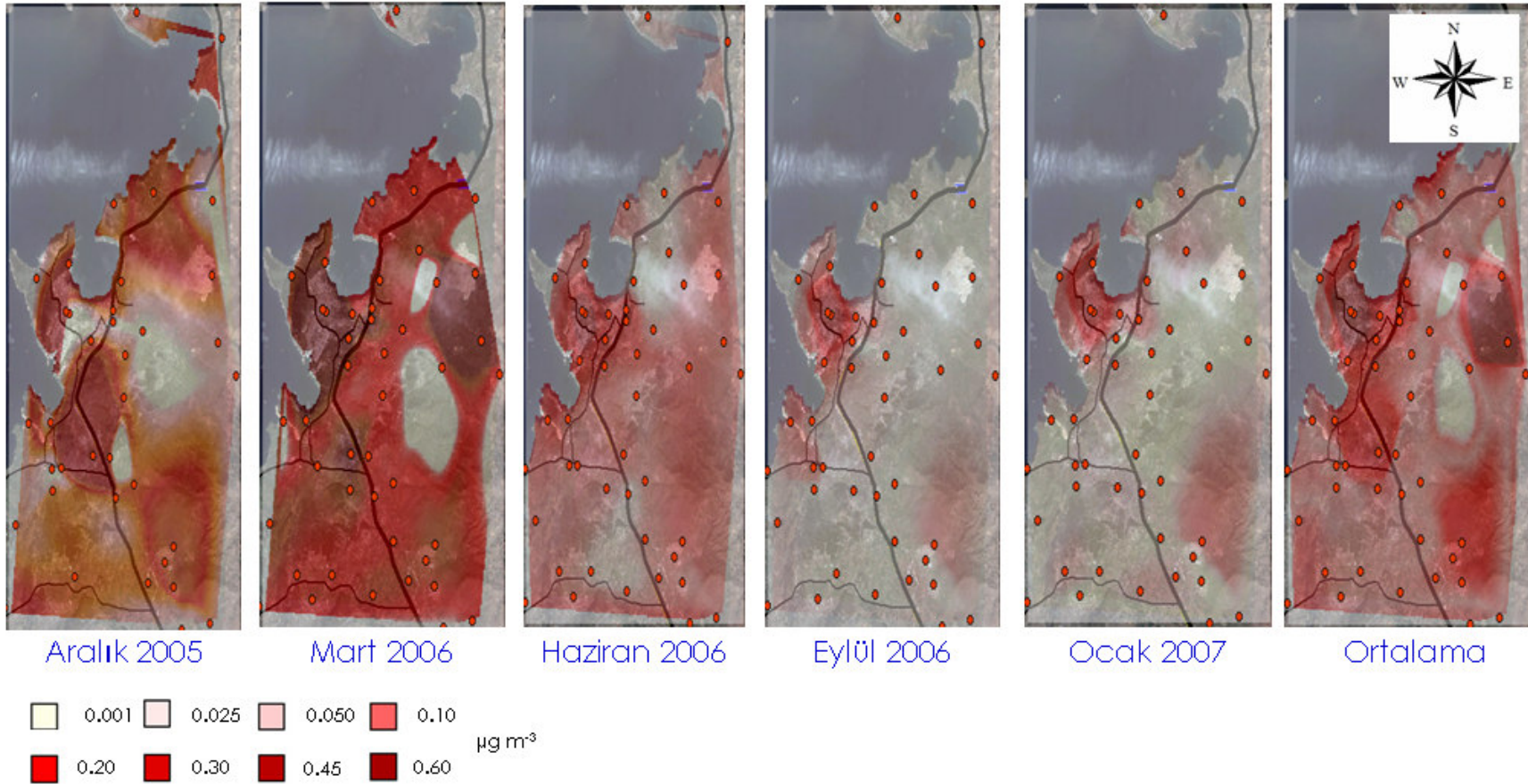


**Şekil 3.67** Benzen çubuk dağılım haritası

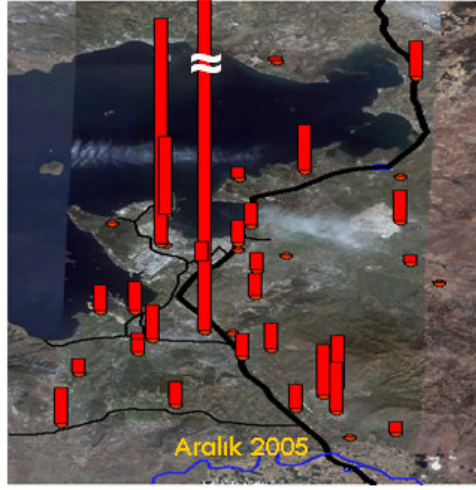
Bütün bölgede ve bütün kirleticilerde görülen bu konsantrasyon azalmasının nedeni, yaz mevsiminde karışım yüksekliğinin artması ve atılan kirleticilerin daha derin bir atmosfer katmanında karışması sonucu seyrelmeleridir. Aliğa bölgesinde karışım yüksekliğinin ne şekilde değiştiği daha önceki bölümlerde tartışılmıştır. Bölgede karışım yüksekliğinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 3.4 de gösterilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi kış aylarında 600 m'ye kadar düşen karışım yüksekliği yaz aylarında 1300 m'yi geçmektedir. Şekilde verilen değerler aylık ortalama karışım yükseklikleri olduğundan saatlik verilerin daha uç değerler arasında gidip geldiği kabul edilebilir. Saatlik verilere bakıldığında karışım yüksekliğinin kış mevsiminde 350 m ye kadar düştüğü, yaz mevsimine ise 2500 m'ye kadar çıktığı görülmektedir. Bu kadar büyük değişimlerin yaz mevsiminde önemli bir seyrelme oluşturması şaşırtıcı olmayacaktır. Bu sürede farklı kaynaklardan atmosfere atılan he türlü kirleticinin aynı eğilimi göstermesi bu öngörüü desteklemektedir.

Benzen dışında kalan BTX bileşikleri için hazırlanan konsantrasyon dağılım haritaları ve çubuk dağılım diyagramları genel hatlarıyla benzen dağılımına benzemekle beraber, farklı UOB'lerde ufak tefek farklılıklar da gözlenmiştir. Genellikle bütün BTX bileşiklerinde ölçülen konsantrasyonların her dönemde TÜPRAŞ ve PETKİM'in bulunduğu yarımada da diğer bölgelere nazaran çok yüksek olduğu görülmüştür. Bu da TÜPRAŞ ve PETKİM tesislerinin bütün BTX bileşikleri için bölgedeki en önemli kaynak olduğunu göstermektedir. Ancak ölçülmüş olan bütün UOB bileşiklerine bakıldığında, TÜPRAŞ ve PETKİM tesislerinin bütün UOB'lerin bölgedeki en önemli kaynağı olduğunu söylemenin çok doğru bir ifade olmayacağı görülmektedir. Bu konu ileride daha geniş olarak tartışılacaktır.

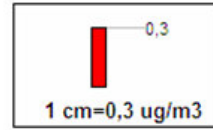
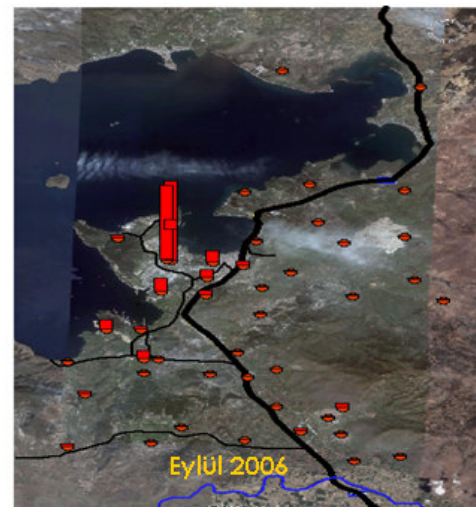
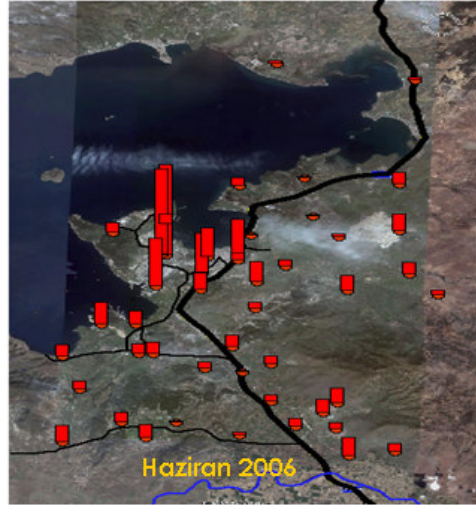
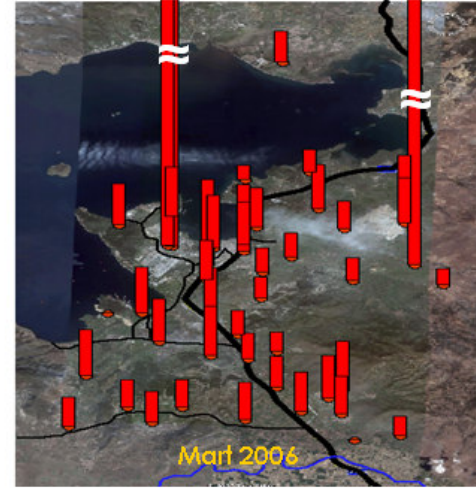
Benzen dağılım haritalarında ikinci pasif periyodunda gözlenen organize sanayi bölgesi (10 nolu istasyon) civarındaki yüksek konsantrasyon bölgesi diğer BTX bileşiklerinin dağılım haritalarında da görülmektedir. Aynı şekilde Helvacılar köyü çevresinde gözlenen yüksek konsantrasyon bölgesi de diğer bileşiklere ait dağılım haritalarında da mevcuttur. Benzen konsantrasyonlarında olduğu gibi, diğer bütün BTX bileşiklerinde de yaz mevsimi konsantrasyonlarının, karışım yüksekliğindeki değişim nedeniyle, kış mevsiminde gözlenen konsantrasyonlara nazaran daha düşük olduğu görülmektedir.



**Şekil 3.68** Pasif örneklemeyle ölçülen Etilbenzen konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı

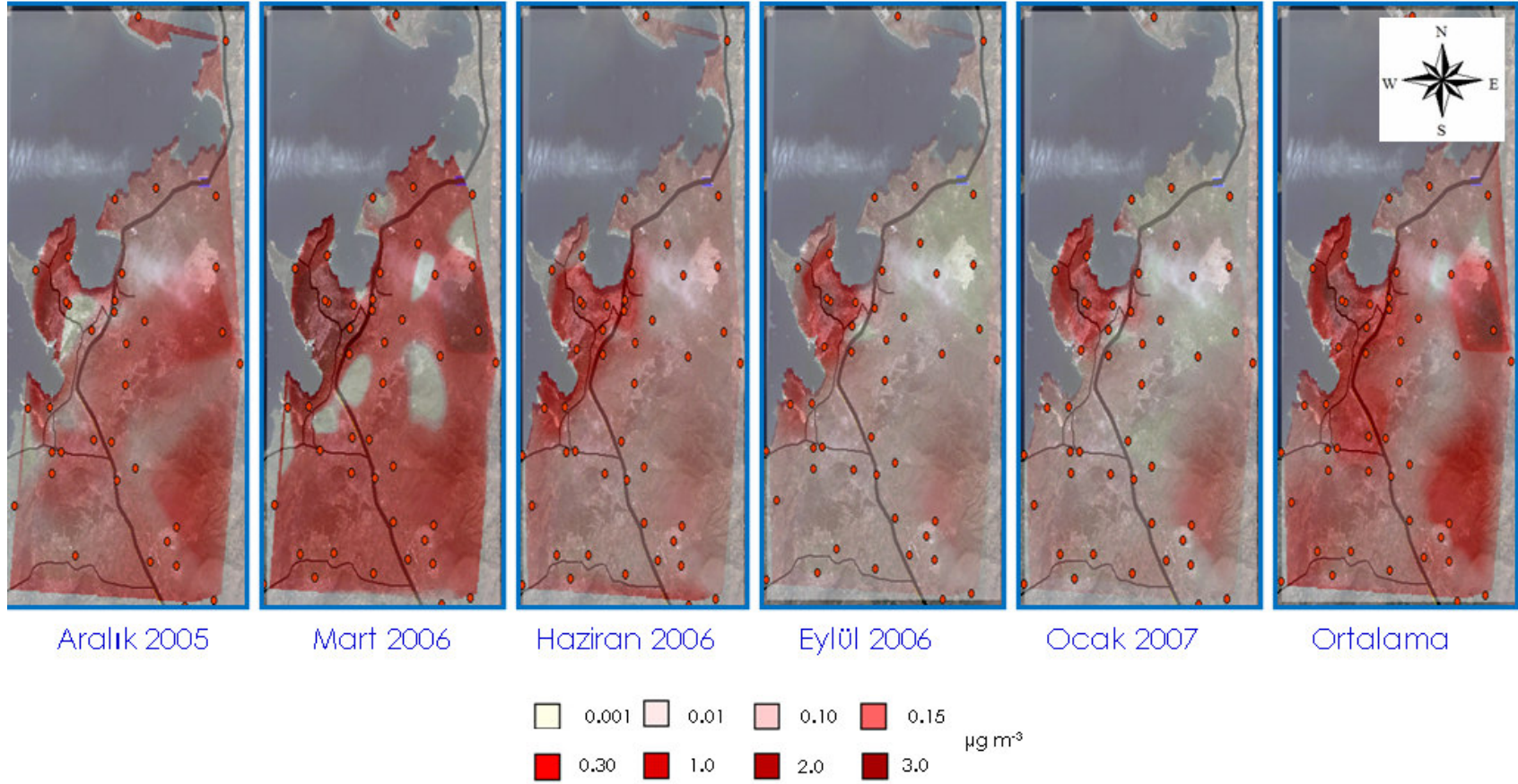


## ETİLBENZEN

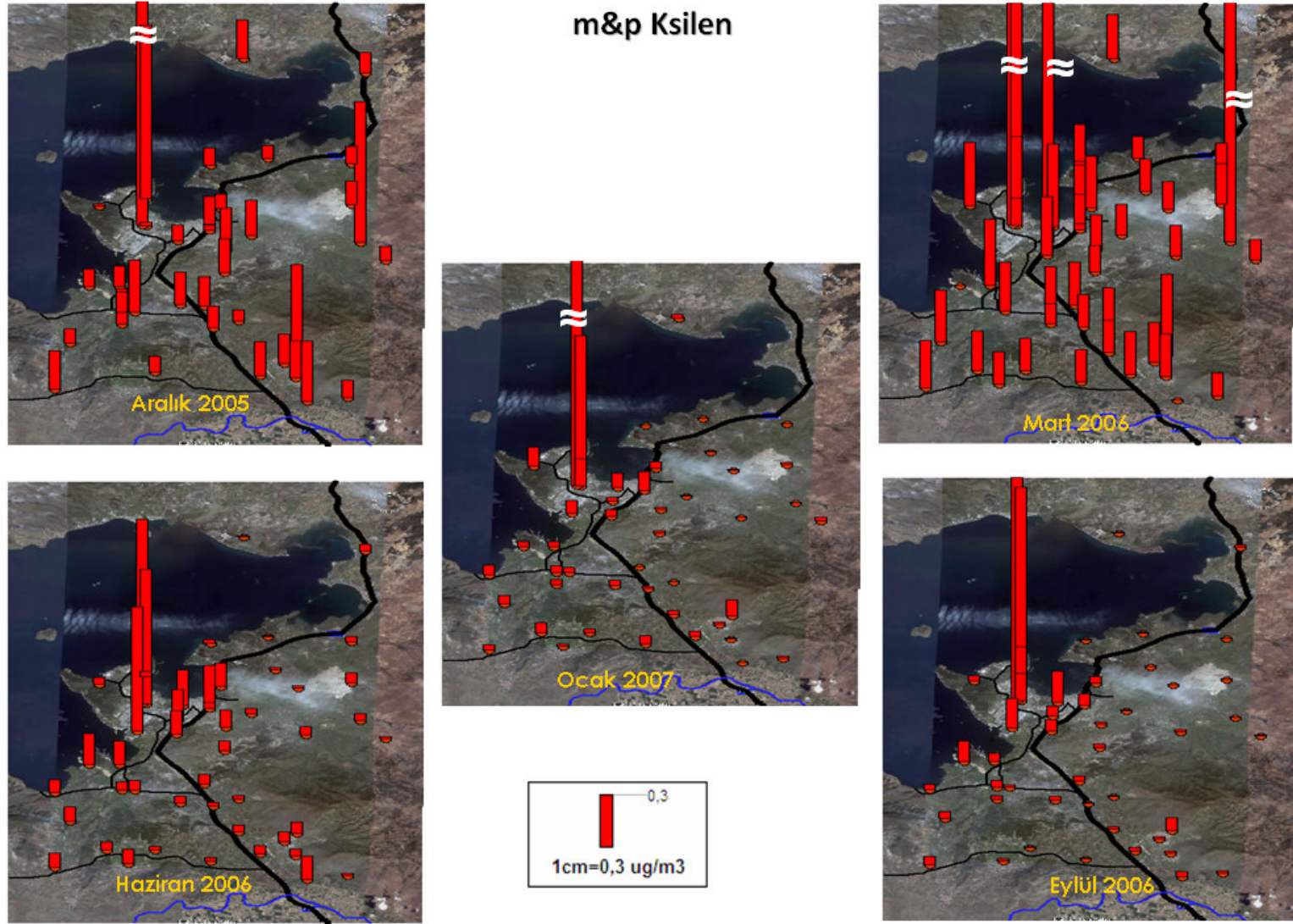


Şekil 3.69 Etilbenzen çubuk dağılım haritası

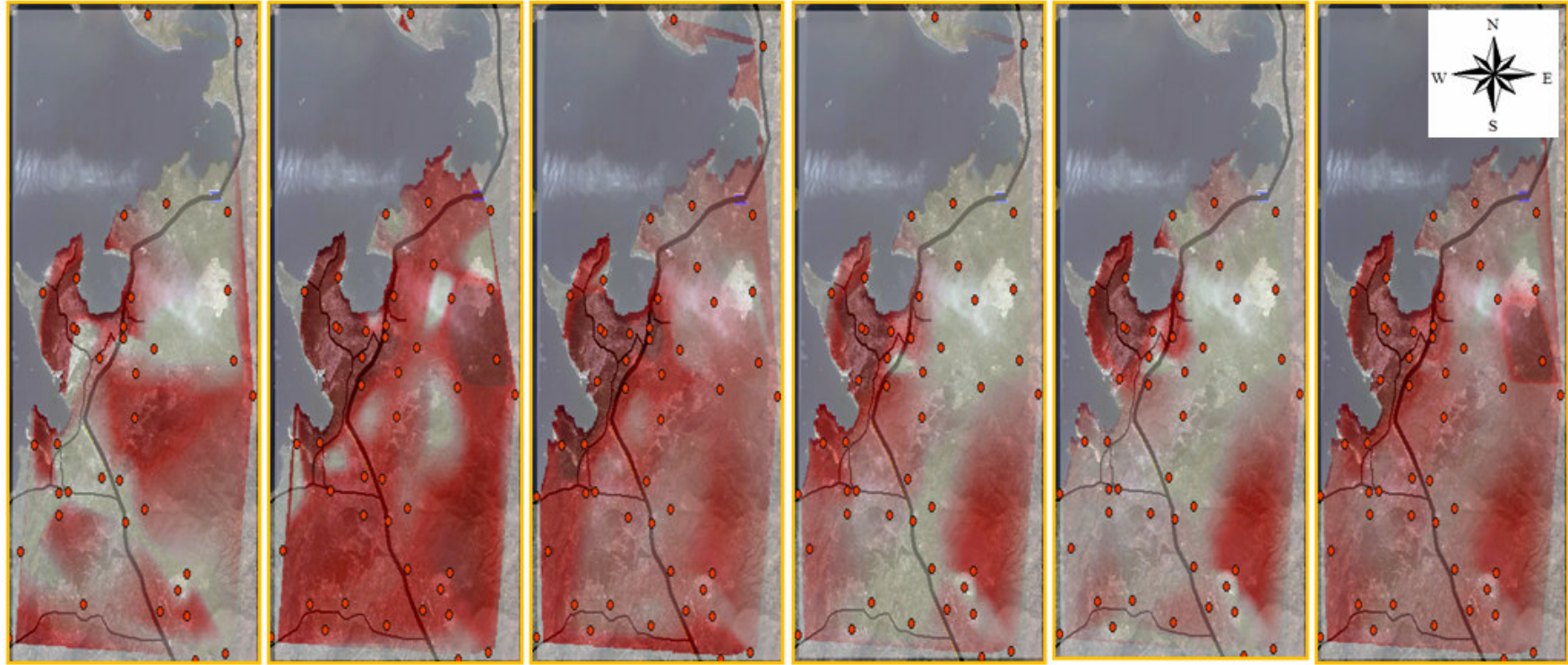




**Şekil 3.70** Pasif örneklemeyle ölçülen m, p xylene konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı



**Şekil 3.71** m&p Ksilen çubuk dağılım haritası



Aralık 2005

Mart 2006

Haziran 2006

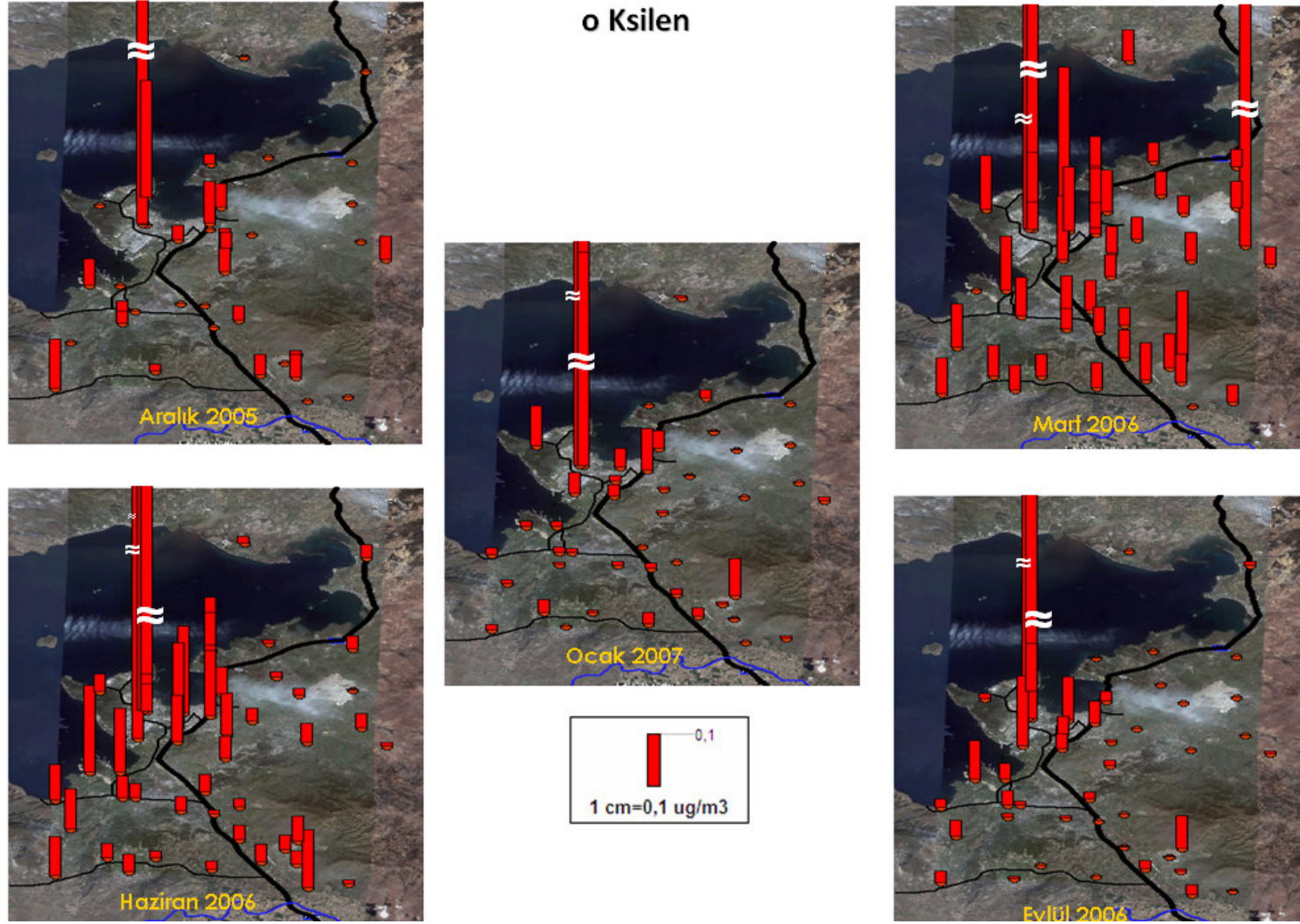
Eylül 2006

Ocak 2007

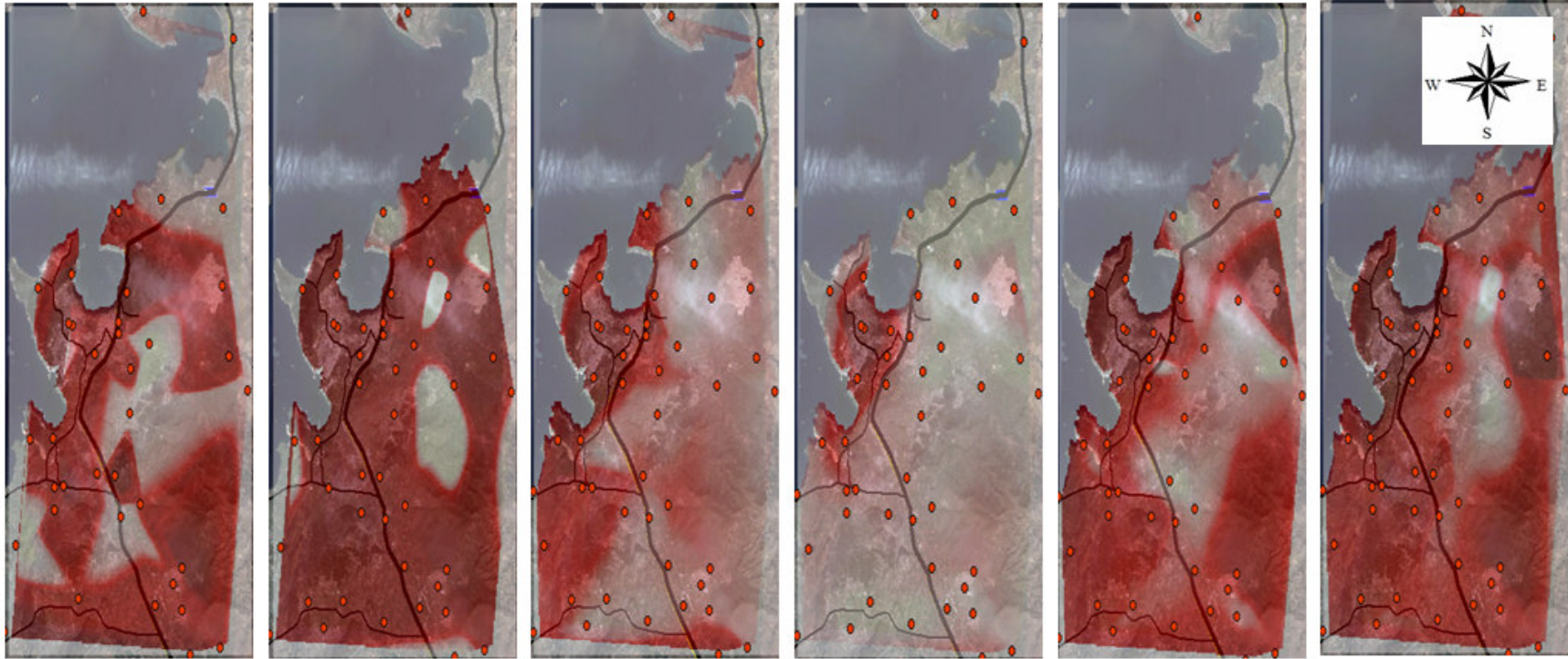
Ortalama



**Şekil 3.72** Pasif örneklemeyle ölçülen o-xylene konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı



**Şekil 3.73** o Ksilen çubuk dağılım haritası



Aralık 2005

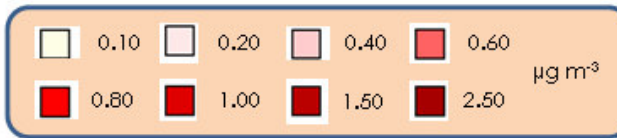
Mart 2006

Haziran 2006

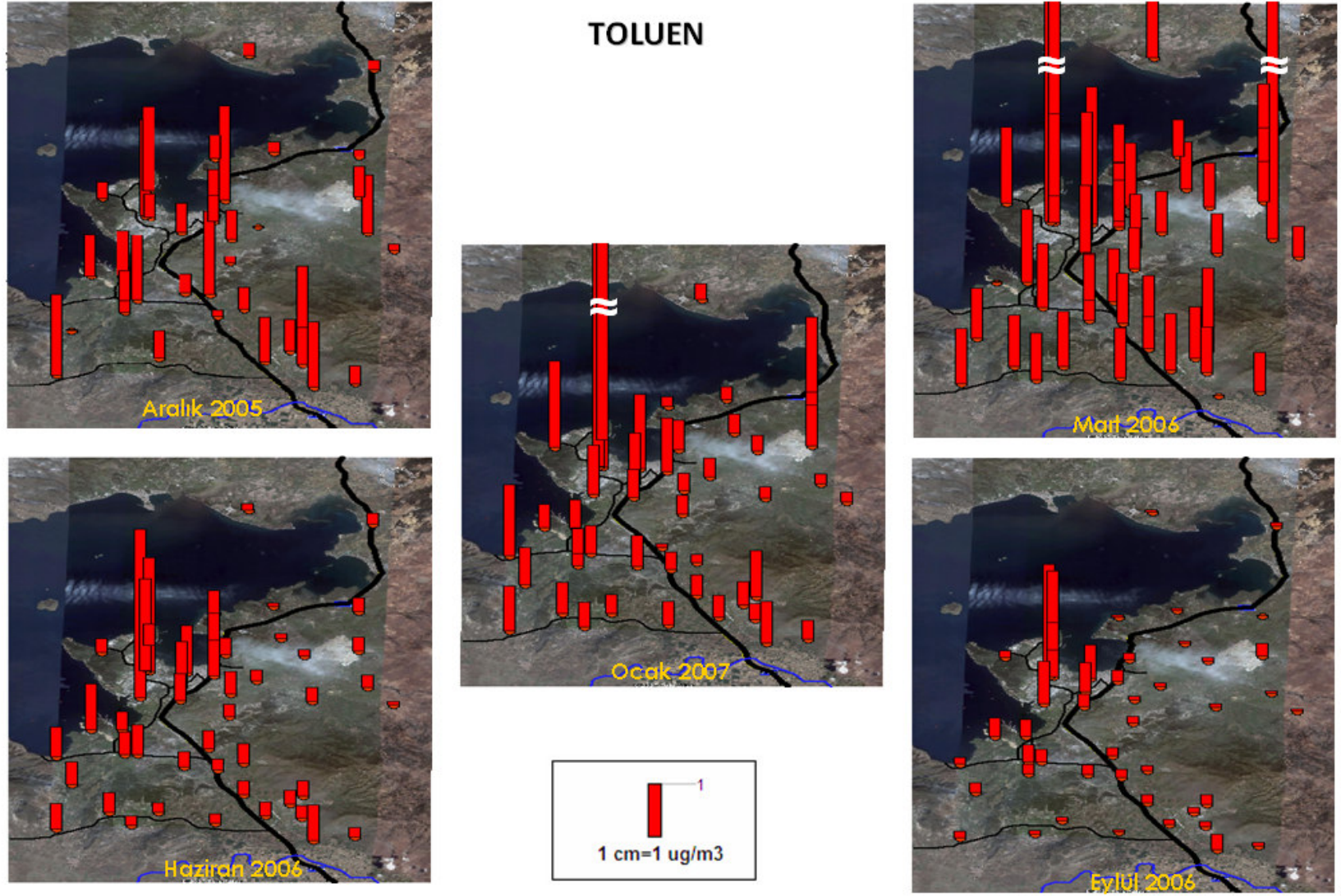
Eylül 2006

Ocak 2007

Ortalama



**Şekil 3.74** Pasif örneklemeyle ölçülen Toluene konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı



**Şekil 3.75** Toluen çubuk dağılım haritası

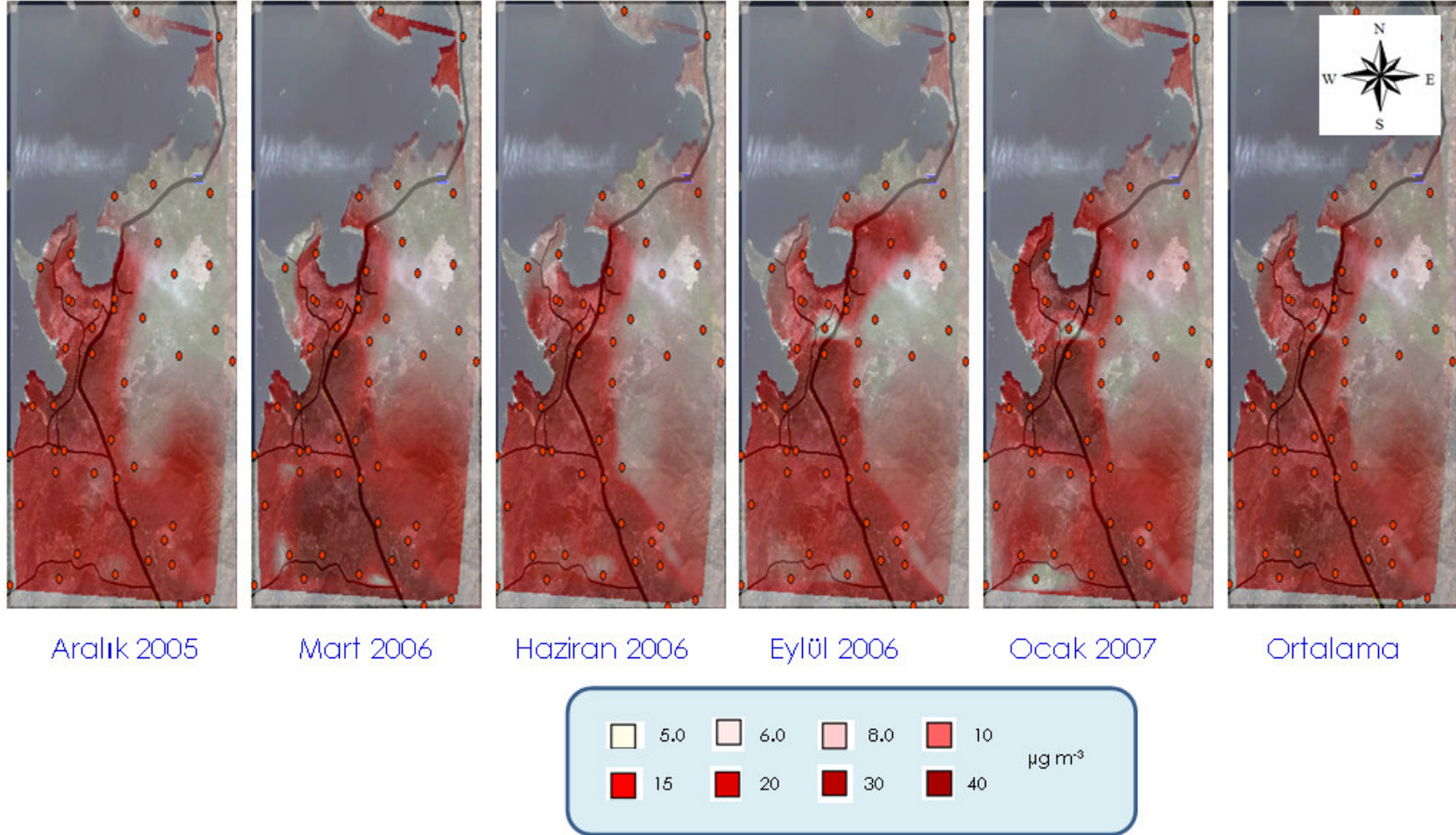
BTX bileşiklerinin aksine, inorganik kirleticiler arasında bu çalışmada ölçülen SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının çalışma alanındaki dağılımları arasında belirgin farklar olduğu görülmektedir. Bölgedeki SO<sub>2</sub> dağılımı BTX bileşiklerinde görülen dağılıma benzemekle birlikte bazı farklılıklar da göze çarpmaktadır. SO<sub>2</sub> harita ve çubuk diyagramlarında en önemli kaynağın, BTX'lerde olduğu gibi PETKİM – TÜPRAŞ olduğu görülmektedir. Bu bölgede ölçülen konsantrasyonlar çalışma alanının diğer yerlerinde ölçülen konsantrasyonlardan çok daha yüksektir.

Çalışma alanının diğer bölgelerinde ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonları, ya endüstri bölgesinde atmosfere atılan SO<sub>2</sub>'in taşınımından, ya da bölgedeki köylerde yakılan fosil yakıtlardan kaynaklandığını söylemek çok yanlış olmayacaktır. Yüksek konsantrasyonların çalışma alanın güneyinde yer alması dominant rüzgar yönünün kuzeyden güneye doğru olmasından kaynaklanmaktadır. Yalnız, Helvacılar köyü, Aliğa ilçesi gibi yerleşim bölgelerinde de yüksek konsantrasyonların ölçülmüş olması, bölgedeki dağılımın sadece endüstri bölgesindeki emisyonlarla açıklanmasının doğru olmadığını, yerleşim bölgelerinde ısınma veya pişirme amacıyla yakılan fosil yakıtların da o yerleşim birimi etrafında nispeten yüksek SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına neden olabileceğini göstermektedir.

BTX bileşiklerinde olduğu gibi, SO<sub>2</sub>'in yaz mevsimindeki iki pasif çalışmasında ölçülen konsantrasyonları kış mevsiminde ölçülenlerden düşüktür. Daha önce belirtildiği gibi bu azalmanın nedeni yaz mevsiminde karışım yüksekliğinin artmasıyla açıklanmıştır.

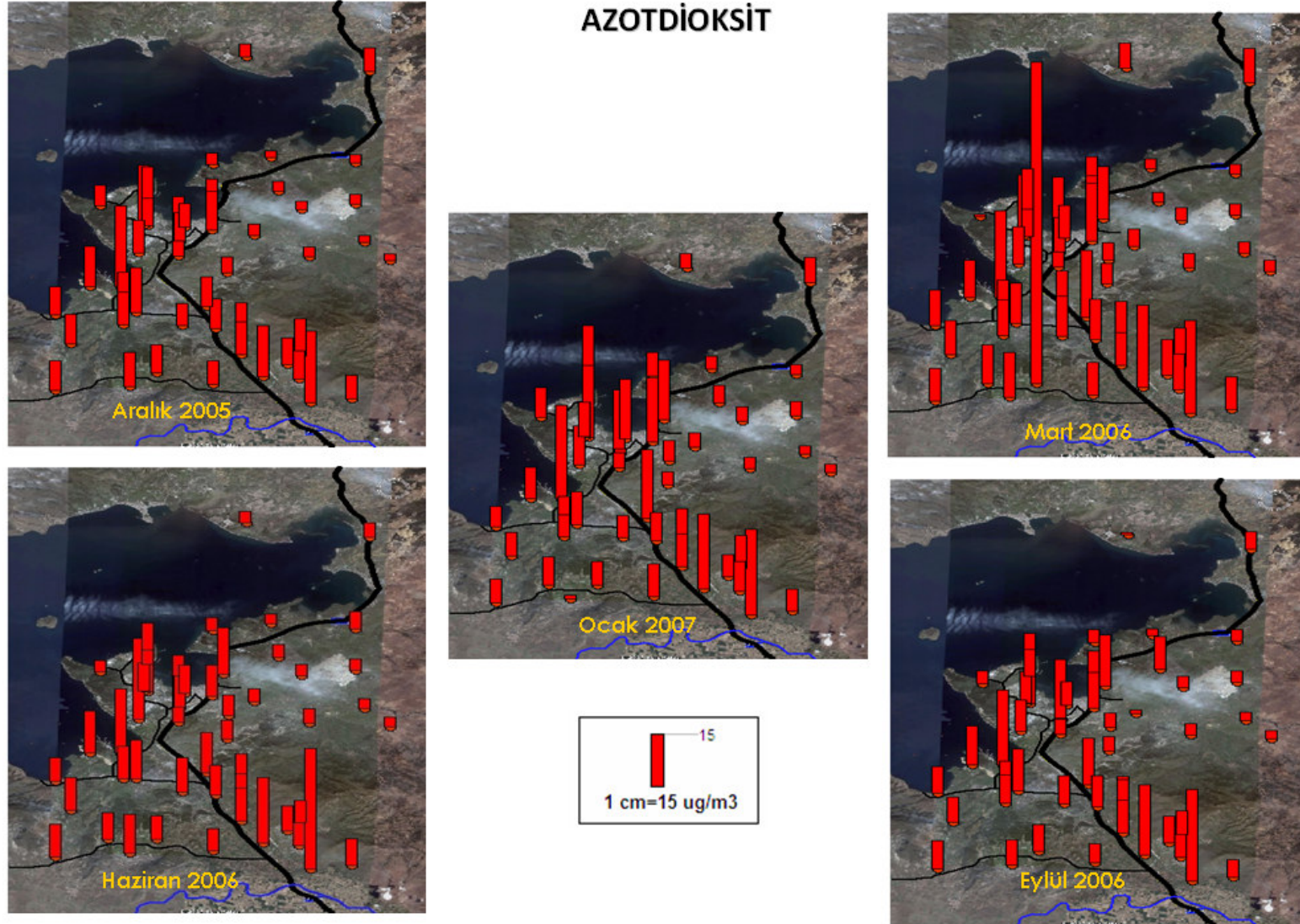
NO<sub>2</sub> dağılımlarına bakıldığında, SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının dağılımından biraz farklı olduğu görülmektedir. PETKİM – TÜPRAŞ emisyonlarının diğer gaz fazı kirleticilerde olduğu gibi önemli bir kaynak olduğu görülmektedir.

Ancak bu bölgede ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonları ile çalışma alanının diğer bölgelerinde ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aradaki farkın, SO<sub>2</sub> veya hidrokarbonlarda görüldüğü kadar büyük olmadığı anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle PETKİM ve TÜPRAŞ emisyonlarının bölgedeki NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına katkısı SO<sub>2</sub> ve hidrokarbon konsantrasyonlarına olan katkılarından çok daha az olduğu görülmektedir.

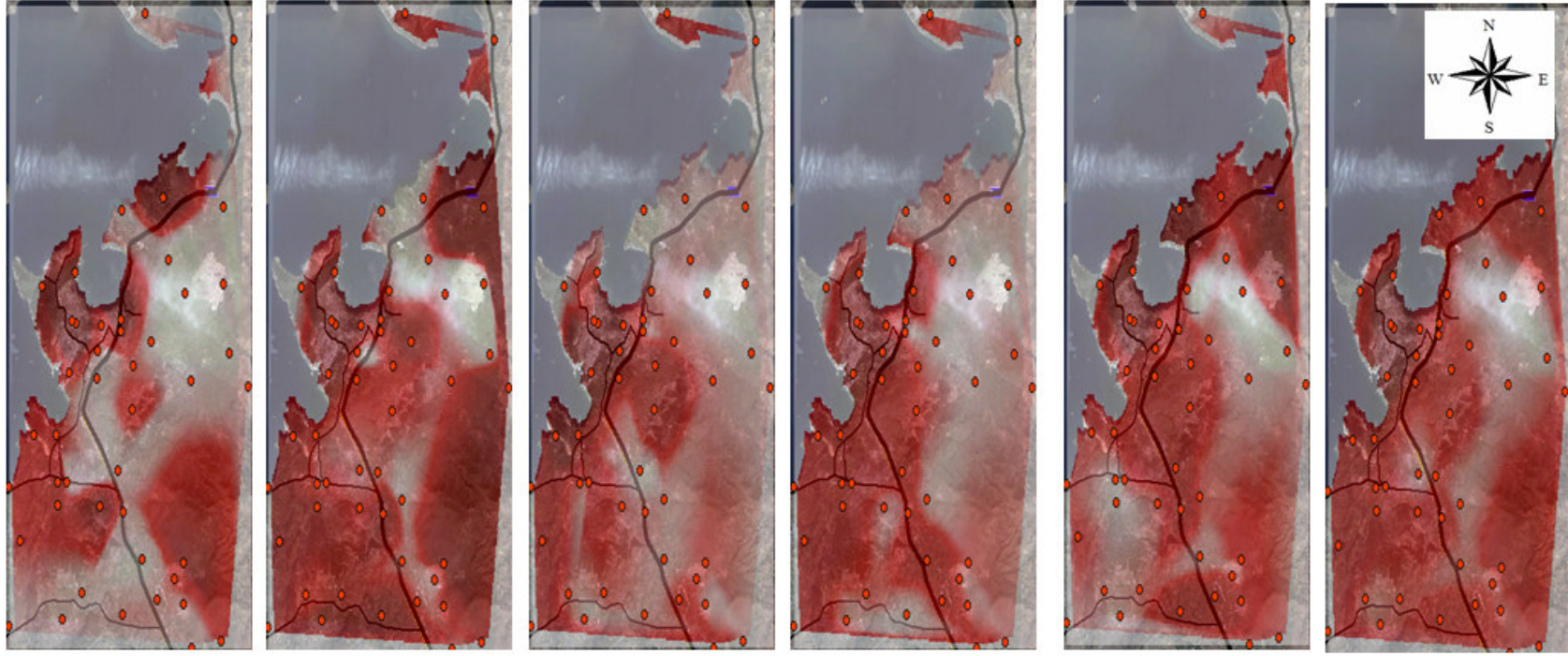


**Şekil 3.76** Pasif örneklemeyle ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı





**Şekil 3.77** Azotdioksit çubuk dağılım haritası



Aralık 2005

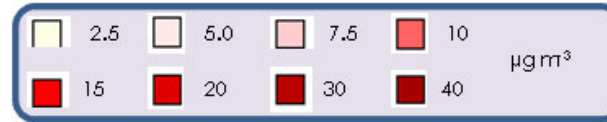
Mart 2006

Haziran 2006

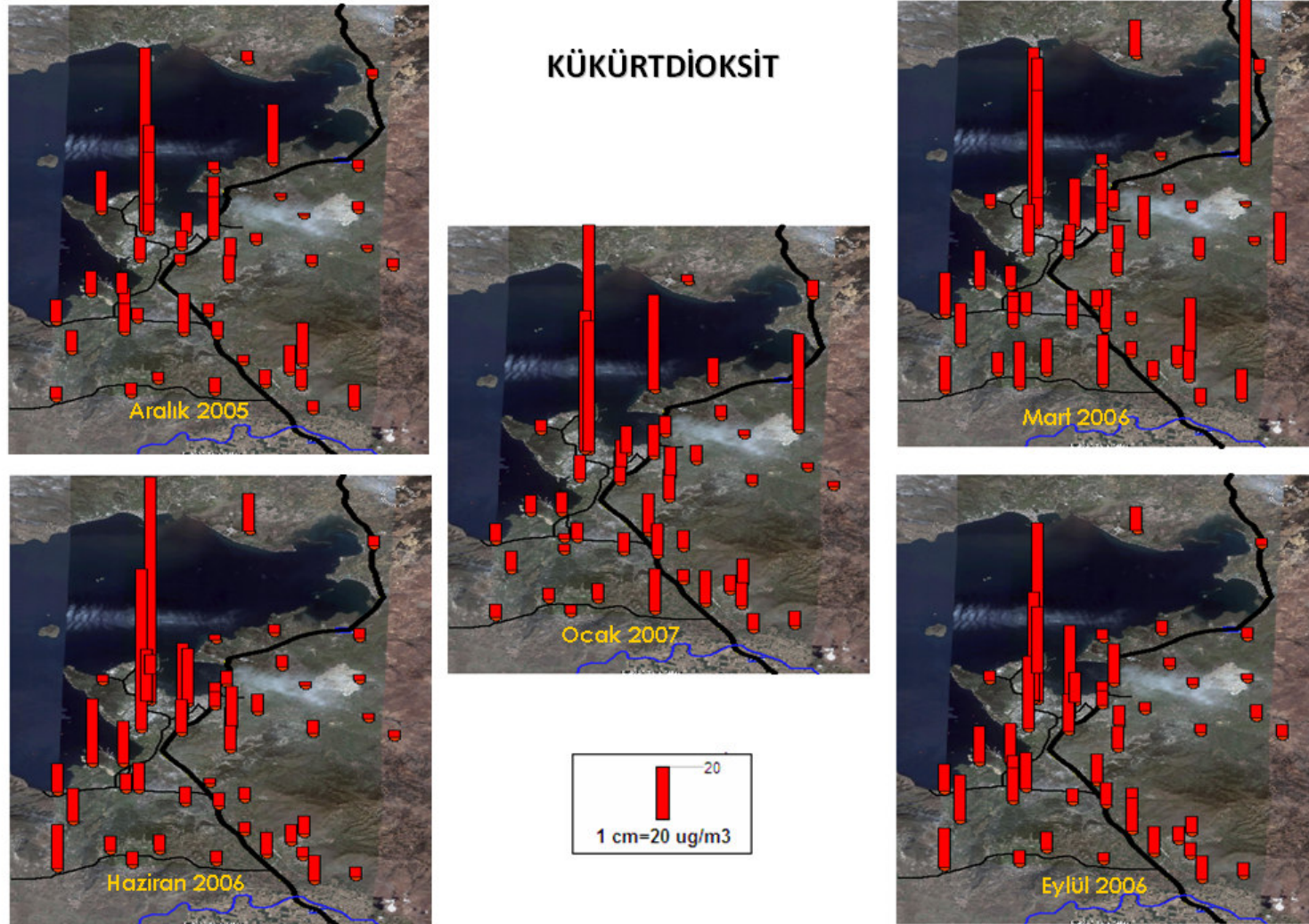
Eylül 2006

Ocak 2007

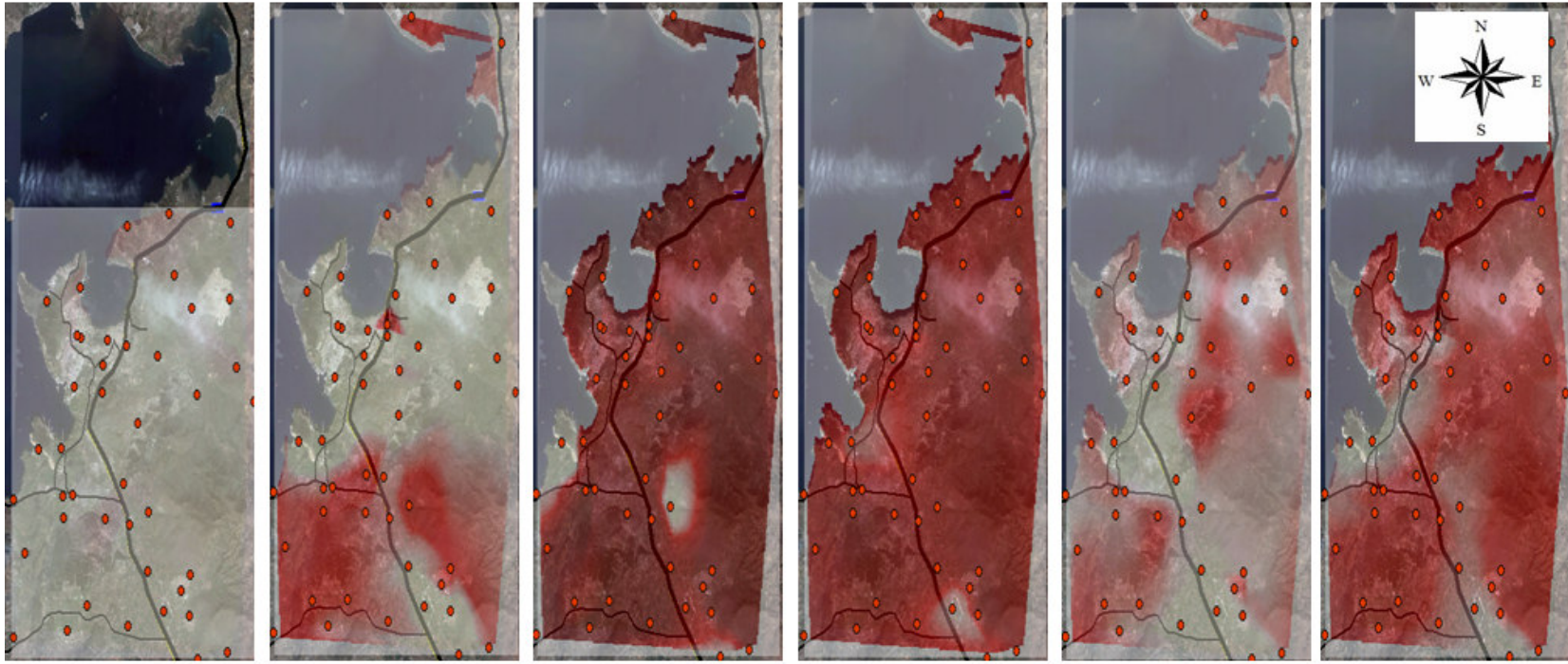
Ortalama



**Şekil 3.78** Pasif örnekleme yöntemiyle ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı



**Şekil 3.79** Kükürtdioksit çubuk dağılım haritası



Aralık 2005

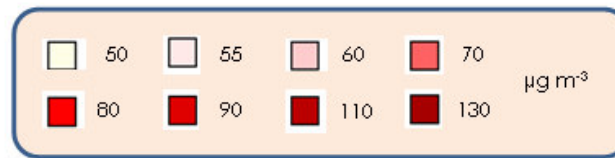
Mart 2006

Haziran 2006

Eylül 2006

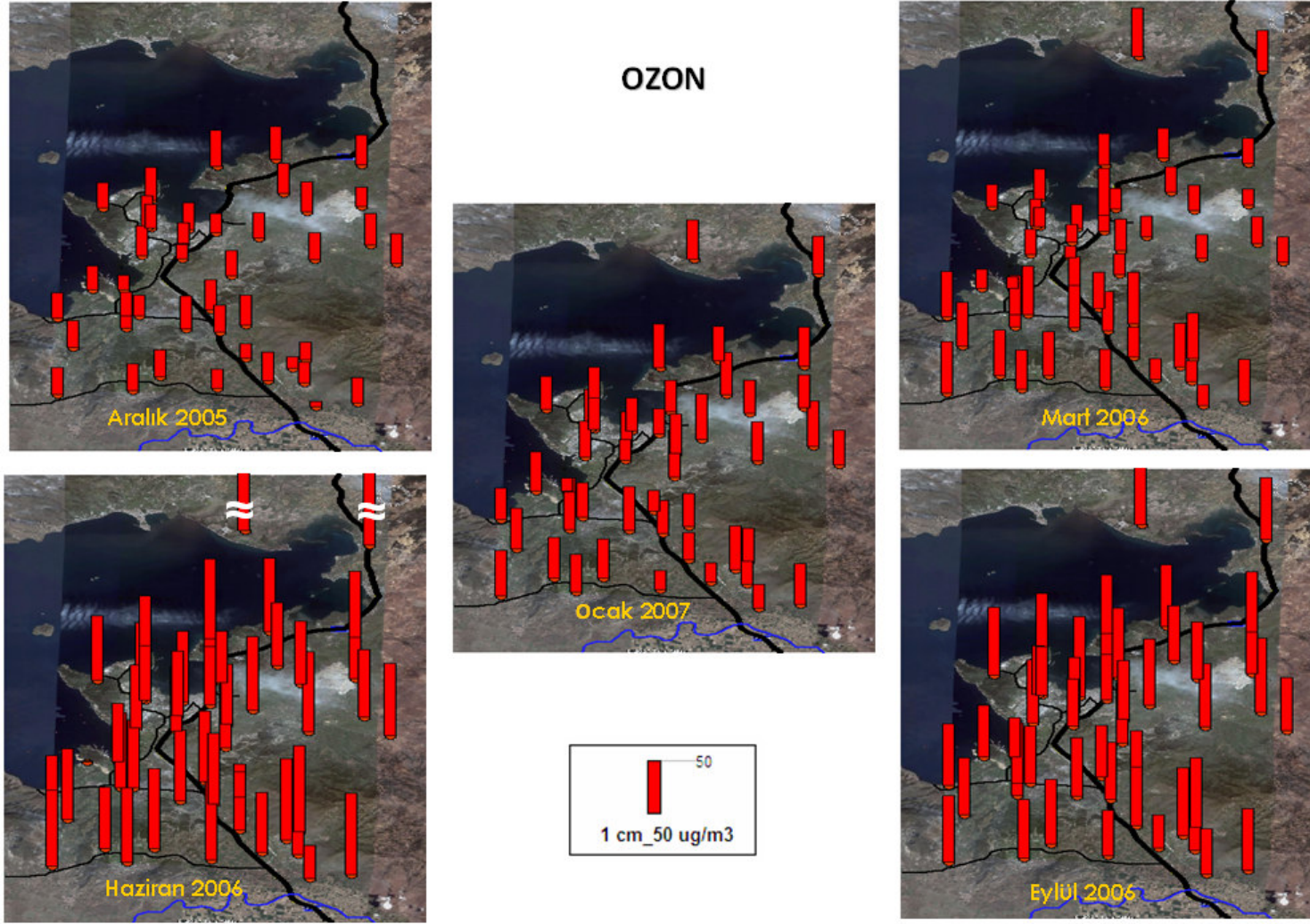
Ocak 2007

Ortalama



**Şekil 3.80**

Pasif örnekleme yöntemiyle ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki dağılımı



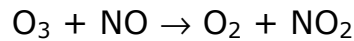
**Şekil 3.81** Ozon çubuk dağılım haritası

Gerek dağılım haritalarına gerekse çubuk diyagramlarına bakıldığında, NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının yollar kenarında yüksek olduğu, yollardan uzaklaştıkça azaldığı görülmektedir. Böyle bir dağılım trafik emisyonlarının bölgede ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına önemli bir katkısının olduğunu göstermektedir. Daha önce hidrokarbonlar için kirlilikten nispeten uzak kırsal istasyonlarda ölçülen konsantrasyonların PETKİM – TÜPRAŞ emisyonlarının dağılımından kaynaklandığı sonucuna varılmıştı. Ancak aynı bölgelerde ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının çevredeki yollardaki trafik emisyonlarından kaynaklandığını söylemek çok yanlış olmayacaktır.

Azotdioksit dağılım haritalarında da, yaz mevsiminde yapılan Haziran ve Eylül 2006 pasif ölçümlerinde elde edilen konsantrasyonların, kış mevsiminde yapılan diğer üç örneklemede elde edilen konsantrasyonlardan düşük olduğu görülmektedir.

Aliağa bölgesindeki ozon dağılımı, diğer bütün kirleticilerden daha farklıdır. Ozon için hazırlanan çubuk dağılım diyagramlarına ve dağılım haritalarına bakıldığında ilk göze çarpan şey, diğer kirleticilere ait dağılım haritalarında görülen aksine yaz mevsiminde yapılan ölçümlerde elde edilen konsantrasyonların çok daha yüksek olduğudur. Yaz süresince bölgedeki yüksek fotokimyasal aktivitenin 130 µg m<sup>-3</sup> düzeyine varan O<sub>3</sub> üretimine neden olmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta, pasif örnekleme ile elde edilen O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının birer haftalık ortalama konsantrasyonlar olduğudur. Bunun anlamı saatlik bazda öğlen saatlerinde çok daha yüksek O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının oluşacak olmasıdır.

Dağılım haritalarında kolayca görülebilen diğer bir nokta, en yüksek ozon konsantrasyonlarının endüstri bölgelerinde değil, emisyonlardan nispeten uzak, endüstri bölgesinin güneyinde, Menemen'e yakın bölgelerde oluştuğudur. Böyle bir dağılım, pek çok yerde görülen ve "ozon destilasyonu" olarak bilinen ozonun NO tarafından aşağıda verilen reaksiyon ile parçalanmasının sonucudur.



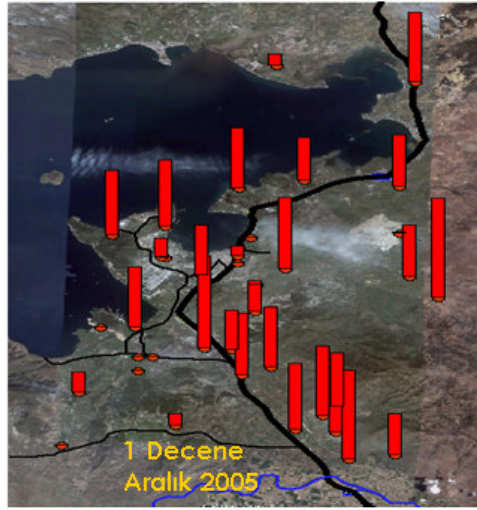
Söz konusu reaksiyon en fazla NO konsantrasyonunun en yüksek olduğu yerlerde olduğundan, endüstri bölgesinde, Aliağa ilçesinde ve yolların yakınlarında O<sub>3</sub> konsantrasyonları düşük olmaktadır. O<sub>3</sub> dağılım haritasına dikkatlice bakıldığında yolların kenarlarında O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının nispeten

düşük olduğu görülebilir. Gözle görülmesi bile yol kenarlarındaki istasyonlarda daha düşük ozon konsantrasyonları ölçüldüğünü rakamlar göstermektedir.

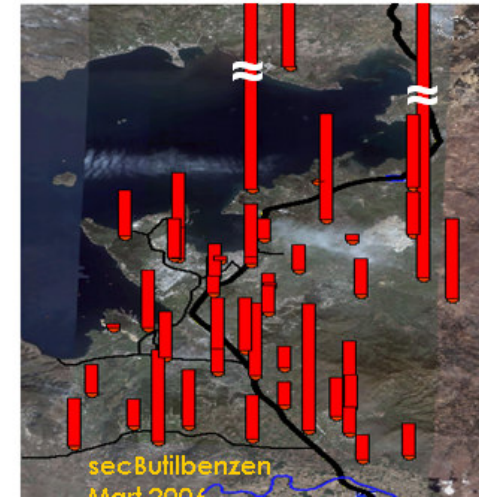
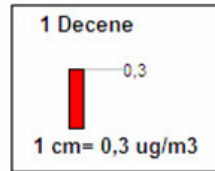
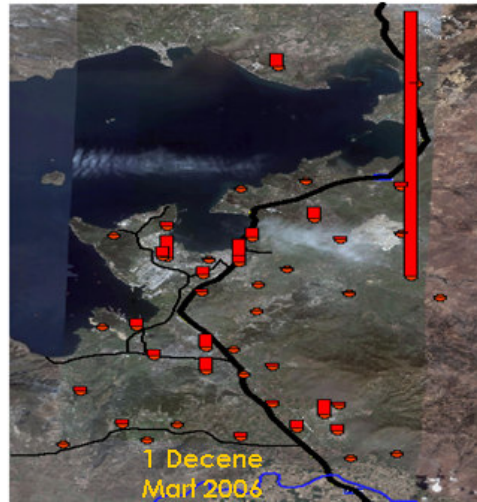
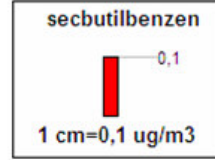
Buraya kadar yapılan değerlendirmelerde değişik organik ve inorganik kirleticilerin çalışma alanında ne şekilde dağıldığı tartışılmıştır. Bütün gözlenen ve yukarıda tartışılan konuları birleştirip bir genelleme yapmak bölgeyi tanımlamak açısından önemli olabilir.

Dağılım haritaları Aliağa bölgesinde birkaç farklı türde kirletici parametreleri olduğunu ortaya koymaktadır. Bunlardan birincisi bölgedeki en önemli kaynakları PETKİM ve/veya TÜPRAŞ olan kirleticilerdir. UOB'lerin önemli bir bölümü ve SO<sub>2</sub> bu guruba girmektedir. Yukarıda hidrokarbonlarla ilgili tartışmadan UOB lerin hepsinin bu gurupta olduğuna dair bir izlenim ortaya çıkmıştır. Ancak, bu tartışılan organik bileşiklerin hepsinin BTX bileşikleri olmasından kaynaklanmaktadır. BTX'lerin hepsinin bölgedeki ana kaynakları PETKİM ve TÜPRAŞ emisyonlarıdır. Ancak bütün UOB'ler incelendiğinde bunun genellenemeyeceği, bazı UOBlerin dağılım haritalarından veya çubuk diyagramlarından, bunların bölgedeki en önemli kaynaklarının PETKİM ve TÜPRAŞ emisyonları olmadığı sonunca varılmıştır. Bu tür dağılım gösteren UOB'lere örnek olarak 1-decene ve secondarybütilbenzen çubuk diyagramları Şekil 3.82'de gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi bu iki parametre PETKİM ve TÜPRAŞ'ın bulunduğu yarımada da yüksek değildir. Ayrıca diğer dikkat çeken bir nokta konsantrasyonların yol yakınlarında yüksek olduğu ve yoldan uzaklaştıkça azaldığıdır. Dolayısı ile bu tür UOB'lerin bir bölümünün bölgedeki en önemli kaynağının endüstriler değil, trafik emisyonları olduğunu söylemek çok yanlış olmayacaktır.

Pasif örnekleme çalışmasında, her ne kadar hepsi beş pasif örnekleme çalışmasının hepsinde gözlenmemiş de olsa 65 kadar UOB ölçülmüştür. Bu 65 UOB'den 26 tanesi birinci guruba giren (en önemli kaynağın PETKİM – TÜPRAŞ olduğu) dağılım sergilemiştir. 26 UOB'den oluşan bu grup: Hexane, mcylopentane/2,4dmpentane, 1,1,1trichloroethane, benzene, 2mhexane, 3mhexane, 1-heptene, 2,2,4-tmpentane, t3heptene, methylcyclohexane, 2,2dmhexane/2,5dmhexane, toluene, trans/cis-1,4dmcyclohexane, 1-octene, n-octane, t1,2dmcyclohexane, tetrachloroethylene, chlorobenzene, ethylbenzene, bromoform, m&p-xylene, 4-ethyltoluene, t-butylbenzene, 2-ethyltoluene, 1,4-diethylbenzene, undecane'den oluşmaktadır.



### 1 DEKEN VE s-BUTILBENZEN



**Şekil 3.82** 1 Decene ve secbutilbenzen çubuk dağılım haritası



İkinci grupta (en önemli kaynağın PETKİM ve TÜPRAŞ olması) ise 16 UOB bulunmaktadır. Bunlar; cis/trans1,3-dichloropropene, m&p-chlorotoluene, styrene, 1,4dichlorobutane /1,1,2,2tetrachloroethane, isopropylbenzene, 1-decene, sec-butylbenzene, iso-butylbenzene, 1,2-dichlorobenzene, 1,2-diethylbenzene, 1-undecene, 1,2,4,5-tetramethylbenzene, 1,2,4-trichlorobenzene, naphthalene, dodecane, hexylbenzene'dir

Geri kalan 23 UOB hakkında kesin karar vermek mümkün olmamıştır. Bu ya UOB'lerin bütün pasif ölçümlerinde gözlenememiş olmasından, yada UOB'lerin farklı ölçüm dönemlerinde farklı davranış göstermesinden kaynaklanmıştır.

İstasyonların oluşturulması sırasında yapılan ön çalışmalarında pasif örnekleme istasyonlarının (a) yerleşim birimlerine, (b) endüstri bölgelerinde (c) yol çevrelerinde ve (d) emisyon kaynaklarından uzak kırsal noktalarda olmasına özen gösterilmiştir. Daha sonra sonuçlar yukarıdaki sektörler bazında gruplanarak sektör ortalama konsantrasyonları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3.26'da verilmiştir.

Tabloda ortalama konsantrasyonlar Kentsel, kırsal, endüstri ve yol olarak gruplandırılmıştır. Yalnız Endüstri bölgesi, PETKİM – TÜPRAŞ ve Demir çelik tesisleri olarak, kırsal istasyonlar ise endüstrilerin rüzgar üstü ve altı olarak ikişer alt grupta değerlendirmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi, kirleticilerin sektörel konsantrasyonlarında bazı sistematik farklılıklar mevcuttur. Tabloda yer alan UOB'lerin hepsinin ortalama konsantrasyonlarının en yüksek olduğu bölgeler endüstri bölgeleridir. Ancak PETKİM ve TÜPRAŞ'ın bulunduğu yarımada'daki ortalama UOB konsantrasyonları yüksek iken, demir-çelik tesislerinin bulunduğu bölgedeki ortalama UOB konsantrasyonları oldukça düşüktür. Örneğin PETKİM – TÜPRAŞ bölgesinde ortalama benzen konsantrasyonu  $4.7 \mu\text{g m}^{-3}$  iken demir-çelik tesislerinin bulunduğu bölgedeki ortalama benzen konsantrasyonu  $0.42 \mu\text{g m}^{-3}$  mertebesindedir.

Tabloda yer alan parametrelerden  $\text{NO}_2$  ve  $\text{O}_3$  dışında kalanların hepsi yukarıdaki eğilime uymaktadır. Ancak  $\text{NO}_2$  ve  $\text{O}_3$  ortalama konsantrasyonları endüstri bölgesinde en yüksek değildir. Bu, daha önce tartışılan  $\text{NO}_2$  ve  $\text{O}_3$  dağılım haritalarıyla uyum içersindedir.

**Tablo 3.26** Kirleticilerin Aliağa bölgesinde değişik istasyon guruplarındaki ortalama konsantrasyonları.  
Bütün konsantrasyonlar  $\mu\text{g m}^{-3}$  türündendir

	ENDÜSTRİ		YOL	KENTSEL	KIRSAL	
	PETKİM- TÜPRAŞ	DEMİR ÇELİK			Rüzgar Altı (downwind)	upwind
<b>Benzen</b>	4.71 (±9.912)	0.42(±0.277)	0.53 (±0.510)	0.68(±0.678)	1.85(±8.430)	0.36(±0.228)
<b>Toluen</b>	3.91 (±4.093)	1.16(±0.711)	1.13(±0.935)	1.63(±1.058)	3.93(±16.826)	0.74(±0.552)
<b>Etilbenzen</b>	0.99 (±0.982)	0.13(±0.134)	0.39(±0.601)	0.25(±0.174)	0.66(±4.282)	0.12(±0.124)
<b>M&amp;p Ksilen</b>	2.03 (±3.986)	0.20(±0.180)	1.99(±3.275)	0.31(±0.280)	0.77(±3.012)	0.15(±0.151)
<b>O Ksilen</b>	0.76 (±0.918)	0.08(±0.079)	0.06(±0.061)	0.16(±0.125)	0.20(±0.728)	0.06(±0.056)
<b>2-Metil Heptan</b>	1.07 (±1.465)	0.15(±0.149)	0.24(±0.241)	0.20(±0.234)	1.44(±5.214)	0.14(±0.132)
<b>Oktan</b>	2.09 (±2.743)	0.20(±0.204)	0.28(±0.356)	0.21(±0.208)	0.84(±2.807)	0.15(±0.089)
<b>Propilbenze n</b>	0.128 (±0.118)	0.06(±0.063)	0.48(±2.093)	0.17(±0.187)	0.32(±0.959)	0.07(±0.057)
<b>Dekan</b>	1.31 (±1.706)	0.29(± 0.171)	0.47(±0.342)	0.44(±0.320)	0.66(±1.521)	0.13(±0.086)
<b>Kükürt Dioksit</b>	54.04(±44.512)	18.84(±8.305)	15.96(±10.425)	29.35(±10.015)	13.88(±14.587)	14.58(±8.157)
<b>Azot Dioksit</b>	20.012(±11.052)	21.00(±9.865)	20.64(±16.824)	26.52(±6.212 )	6.94(±2.547)	11.71(±4.438)
<b>Ozon</b>	75.26 (±32.998)	67.14(±32.069)	74.77(±33.994)	77.41(±36.516)	81.81(±33.612)	83.49(±32.849)

Tabloda görülen parametrelerden SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> dışında kalanların kentlerdeki ve yolların çevresindeki ortalama konsantrasyonları, bölgenin kuzeyindeki kırsal istasyonlardan, diğer bir deyişle bölgedeki doğal düzeylerden yüksektir. Bu da söz konusu parametrelerin emisyonlarının yollarda ve köy gibi küçük yerleşim birimlerinde nispeten yüksek olduğunu göstermektedir. Örneğin, yollar çevresinde, kentlerde ve bölgenin kuzeyindeki kırsal istasyonlarda ölçülen ortalama m<sub>p</sub> ksilen konsantrasyonları sırasıyla, 1.99, 0.31 ve 0.15 µg m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır. Benzer konsantrasyon değişim eğilimleri sadece bu tabloda yer alan parametreler için değil ölçülen parametrelerin önemli bir bölümü için de geçerlidir.

Yollar çevresindeki istasyonlarda ölçülen ortalama kükürt dioksit konsantrasyonu 15 µg m<sup>-3</sup>, yerleşim birimlerinde ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonu 29 µg m<sup>-3</sup>, çalışma alanının kuzeyindeki kırsal istasyonlarda ölçülen ortalama SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ise 15 µg m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu rakamlardan görüldüğü gibi, SO<sub>2</sub> konsantrasyonları yerleşim birimlerinde yüksek ancak yollarda oldukça düşüktür. Trafik emisyonlarının önemli bir SO<sub>2</sub> kaynağı olmadığı ancak yerleşim birimlerinde çeşitli nedenlerle yakılan yakıtların bölgesel olarak önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta, her ne kadar yerleşim birimlerinden yapılan SO<sub>2</sub> emisyonları bu birimler çevresinde yüksek SO<sub>2</sub> adacıkları oluştursa da, SO<sub>2</sub>'in bölgedeki en önemli kaynağı yine de PETKİM – TÜPRAŞ tesisleridir. Bu tesisler çevresinde ölçülen ortalama SO<sub>2</sub> konsantrasyonları 54 µg m<sup>-3</sup> mertebesindedir.

Tablo 3.26' da ortalama NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının endüstri bölgelerinde, yollarda ve yerleşim birimlerinde birbirlerine çok yakın olduğu görülmektedir. Bu bölgelerde ölçülen NO<sub>2</sub> konsantrasyonları kırsal alanlarda ölçülen değerlerden iki kat kadar yüksektir. Dolayısı ile NO<sub>2</sub>'in çok dominant bir kaynağı olmadığı ancak endüstrilerden, trafikten ve yerleşim birimlerinden kaynaklanan NO emisyonlarının bölgede ortalama bir NO<sub>2</sub> düzeyi oluşturduğu bununda 6 – 11 µg m<sup>-3</sup> mertebesinde olduğu anlaşılmaktadır. Yalnız tabii yerleşim birimlerinde ölçülen yüksek NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının kaynağı da yine trafik olmaktadır.

Sektörel ortalamalar hesaplanırken bir sektör veya bölge de kırsal alanlar olmuştur. Bu şekilde bütün kirletici kaynaklarından nispeten uzak pasif örnekleme istasyonlarından elde edilen veriler bir grupta toplanmış ve bunlardan ölçülen parametreler için "kırsal bölge" ortalama konsantrasyonları

hesaplanmıştır. Ancak bu guruba giren istasyonlar da, endüstri bölgesinin kuzeyindekiler (rüzgar üstü - upwind-), ve güneyindekiler (rüzgar altı - downwind-) olarak ikiye ayrılmış ve her iki kırsal gurup için de parametrelerin ortalama konsantrasyonları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Böyle bir yaklaşım uygulanmasının gerekçesi, bölgede dominant rüzgar yönünün kuzeydoğu olması nedeniyle endüstri bölgelerindeki emisyonların çalışma alanın güneyine taşınacağı ve bu bölgedeki kırsal olarak tanımlanan istasyonlarda ölçülen ortalama konsantrasyonların, bölgenin kuzeyinde yer alan benzer istasyonlarda ölçülen ortalama konsantrasyonlardan yüksek olacağı varsayımıdır. Yapılan hesaplardan elde edilen sonuçlar bu öngörünün doğru olduğunu göstermiştir.

Ölçülen bütün UOB'lerin kuzeyde kalan (rüzgar üstü) kırsal pasif istasyonlarda ölçülen ortalama konsantrasyonları, endüstri bölgesinin güneyinde (rüzgar altı) yer alan aynı fiziksel özelliklere sahip istasyonlarda ölçülen ortalama konsantrasyonlardan daha düşüktür. Aradaki fark 2-m-heptan için 10 misli, diğer UOB'ler için 5 mislidir.

Rüzgar-altı ve rüzgar-üstü kırsal bölgelerde ölçülmüş SO<sub>2</sub> ortalama konsantrasyonları arasında herhangi bir fark görülmemektedir. Bu da Aliağa yöresinde, endüstriyel bölgelerin dışında kalan kırsal alanlarda ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonları, endüstri bölgelerinden taşınan SO<sub>2</sub> olmayıp, yerleşim birimleri çevresinde oluşan lokal konsantrasyonlardan oluşmaktadır.

NO<sub>2</sub> ortalama konsantrasyonlarına bakıldığında, bütün parametrelerde görünen eğilimin tersine olarak, ortalama NO<sub>2</sub> konsantrasyonunun endüstrilerin kuzeyinde (rüzgar-üstü), güneye nazaran 2 misli yüksek olduğu görülmektedir. Daha önceki bölümlerde NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının daha ziyade trafik emisyonlarından kaynaklandığı, endüstrilerin buna çok bir katkısı olmadığı gösterilmişti. Bu nedenle, bölgenin kuzeyinde ölçülen NO<sub>2</sub> ortalama konsantrasyonunun yüksek olması bu bölgede yolların kırsal olarak tanımlanan istasyonlara daha yakın olmasından başka bir anlam ifade etmemektedir.

Ozon ortalamaları, beklendiği gibi, diğer parametrelerden oldukça farklıdır. Ortalama O<sub>3</sub> konsantrasyonları endüstri bölgelerinde 75 ve 67 µg m<sup>-3</sup>, yollarda 74 µg m<sup>-3</sup>, yerleşim birimlerinde 77 µg m<sup>-3</sup>, kırsal bölgelerde ise 81 ve 83 µg m<sup>-3</sup> olduğu görülmektedir. Ozon ortalama konsantrasyonlarının endüstri, yollar ve yerleşim birimlerinde aynı olmasının nedeni O<sub>3</sub>'ün bölgesel

nitelikli ikincil bir kirletici olmasıdır. Ortalama ozon konsantrasyonlarının kuzeyde ve güneyde kalan kırsal bölgelerde diğer istasyon guruplarından daha yüksek olmasının nedeni Yüksek ozon konsantrasyonlarının, daha önce de tartışıldığı gibi, endüstri bölgeleri çevresinde değil, ozon destilasyonu sonucu, Menemen taraflarında görülmesidir. Yol, kent ve endüstriyel bölge olarak tanımlanan istasyon gurupları endüstri bölgesine yakın olduğundan, bu bölgelerde ozon konsantrasyonu yüksek değildir.

### **3.4 Sağlık Riski Modellemesi**

Bu çalışmada, sağlık riski değerlendirmesi çerçevesinde Aliağa merkez ve köylerinde yaşayan toplam 50 kişiye zaman-aktivite bütçelerini belirlemek üzere anket uygulaması yapılmış, elde edilen bilgiler ölçülen hava kirletici konsantrasyonları ile birlikte kullanılarak bireysel ve kitlesel maruziyet ve sağlık riski değerlendirmesi yapılmıştır. Risk değerlendirmesi kanser ve kanser harici sağlık etkileri için yapılmıştır. Kanser harici risk değerlendirmesi ise iki ayrı kirletici grubu için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu gruplar toksik (zehirli) ve yaygın kirleticilerdir. Bir bütün olarak ele alındığında sağlık riski değerlendirilen kirleticiler şunlardır: benzene, bromoform, cyclohexan, toluene, styrene, o-ksilen, isopropylbenzen, ethylbenzen, m,p-ksilen, 1,3-butadien, 1,1,1-trichloroethan, naftalin, PM<sub>2.5</sub> içinde krom, mangan ve nikel, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, ve O<sub>3</sub>.

#### **3.4.1 Anket Sonuçları**

##### **3.4.1.1 Katılımcı Özellikleri**

İzmir ili nüfus bilgilerine göre (İzmir Valiliği, 2006) Aliağa nüfusunun yaklaşık %67'si merkezde kalanı (%33) ise köylerde ikamet etmektedir (bkz. Tablo 3.27). Bu oran esas alınarak, şehirden 34 ve köylerden 16 kişi olmak üzere toplam 50 kişi gönüllü olarak anket çalışmasına katılacaklarını beyan etmişlerdir. Ancak, %66 geri dönüşüm oranı ile 20 kişi şehirden ve 13 kişi köylerden olmak üzere toplam 33 kişi anketleri bizzat doldurup geri teslim etmiştir. Yüzde 66 gibi yüksek bir geri dönüşüm oranı oluşmuş ancak katılımcıların ikamet yerine göre oranlarında, Aliağa'nın mevcut şehir-köy oranından %7'lik bir sapma ile karşılaşmıştır. İkametgahı köyde olup şehirde okula giden ve işyeri şehirde olanların bulunduğu ve tersine şehirde ikamet edip köylerde çalışan öğretmenler, veterinerler, vs. gibi insanların da

bulunduğu göz önüne alınırsa mevcut katılımcı oranlarının yansıtıcı olduğuna karar verilmiştir.

<b>Tablo 3.27</b> Aliğa Nufusunun Dağılımı			
	Şehir	Köy	Toplam
Aliğa Nüfusu	38.225 (%67)	18.967 (%33)	57.192
Katılımcı Sayısı	20 (%60)	13 (%40)	33

Katılımcıların yaklaşık %60'ı bay, %40'ı bayan iken çoğunluk (48%) ilkokul mezunudur. Sürekli değişken olan katılımcı özellikleri için tanımlayıcı istatistikler (sürekli değişkenler) Tablo 3.28'de sunulmuştur. Dört değişken için de normal dağılım gösterdikleri kabulü yapılabilir. Bu değişkenlerden Günde Evde Geçirilen Zaman ve Günde İş/Okulda Geçirilen Zaman değişkenleri ölçülmüş bir veri olmayıp katılımcının bir günde ne kadar zamanını evde ve iş/okulda geçirdiği konusunda tahminidir. Bu değişkenlerin değerleri ayrıca Zaman-Aktivite anketinde rapor edilmiş dolayısıyla bunlar ölçülmüş veriler olarak alınmıştır. Her bir değişkene uyan normal dağılımın parametre ve yüzdelik değerleri Tablo 3.29'da gösterilmiştir. Kesikli değişkenler içinse sıklık dağılımları hesaplanmıştır (Tablo 3. 30).

#### 3.4.1.2 Zaman Aktivite Dağılımları

Aktivite anketlerini doldurmuş olan 33 katılımcı arasından üçünün beyanları eksik kalmış ya da geçersiz sayılmıştır. Yedi gün için rapor edilen zamanların ortalaması hesaplanmış ve günlük ortalama değer olarak bu raporda sunulmaktadır. Otuz kişilik katılımcı grubundan elde edilen veriler Tablo 3.31'de sunulmaktadır. Elde edilen verilere göre, katılımcılar günde ortalama zamanlarının yaklaşık %79'unu bina-içi ortamlarda kalan %21'i ise dışarıda geçirmektedirler. Zamanının tamamını içeride geçiren katılımcı mevcut iken dışarıda en çok zaman geçiren katılımcı zamanının %42'sini dışarıda geçirmiştir. Skewness istatistiklerinden görüleceği üzere (istatistik / standart hata <2) hem içeride hem de dışarıda geçirilen zaman için normal dağılım kabulü yapılabilir.

**Tablo 3.28** Sürekli Değişken Katılımcı Özellikleri için Tanımlayıcı İstatistikler

	N	Ortalama	Ortanca	Std. Sap.	Skewness	Normalite	Aralık
Yaş	32	29.9	29.5	14.0	0.015 (0.414)	Normal	51
Vücut Ağırlığı (kg)	33	64.5	66	20.4	-0.173 0.409)	Normal	70
Evde Geçirilen Zaman (saat/gün)	31	12.6	12	3.5	-0.146 (0.421)	Normal	16
İş/Okulda Geçirilen Zaman (saat/gün)	33	7.7	8	2.9	-0.093 (0.409)	Normal	16

	Yüzdelik									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Yaş	10	10.6	21.9	26.2	29.5	35.6	39.1	42	47.7	
Vücut Ağırlığı (kg)	36	43.6	50	62.2	66	73.2	80	82.2	92.4	
Evde Geçirilen Zaman (saat/gün)	8	10	10	12	12	14	15	16	17	
İş/Okulda Geçirilen Zaman (saat/gün)	4.8	6	6	8	8	8	8.8	9.2	11.2	

*Std Sap: Standart Sapma, Std. Hata: Standart Hata*

**Tablo 3.29** Sürekli Değişkenlere Uyan Normal Dağılım Parametreleri ve Yüzdeler Değerleri

	Ortalama	Std. Sap.	Yüzdeler								
			10	20	30	40	50	60	70	80	90
Yaş	29.9	14.0	48.4	42.0	37.5	33.5	29.9	26.3	22.3	17.8	11.4
Vücut Ağırlığı (kg)	64.6	20.4	90.7	81.7	75.2	69.7	64.6	59.4	53.9	47.4	38.4
Evde Geçirilen Zaman (saat/gün)	12.3	3.55	16.8	15.3	14.2	13.2	12.3	11.4	10.4	9.3	7.8
İş/Okulda Geçirilen Zaman (saat/gün)	7.7	2.90	11.4	10.1	9.2	8.4	7.7	7.0	6.2	5.3	4.0

*Std Sap: Standart Sapma*



**Tablo 3.30** Kesikli Değişken Katılımcı Sınıfları ve Yüzdeleri

Cinsiyet	%	Yaş	%	Öğrenim	%	Aylık Gelir (YTL)	%	Memleket	%
Bayan	64	9	1	İlkokul	49	0-300	6	Ege	55
Bay	36	10-19	7	Lise	21	300-600	28	Marmara	6
		20-29	8	MYO	12	600-1000	18	Batı Karadeniz	3
		30-39	7	Üniversite	15	1000-2000	24	Doğu Karadeniz	12
		40-49	7	Cevap Yok	3	>2000	3	Doğu Anadolu	15
		50-60	2			Cevap Yok	21	Güneydoğu Anadolu	3
							İç Anadolu	3	
							Yabancı	3	

*MYO: Meslek Yüksek Okulu*

**Tablo 3.31** Bina İçinde ve Dışarıda Geçirilen Zaman İstatistikleri

	N	Ortalama	Ortanca	Std. Sap.	Skewness	Normalite	Min	Maks
Bina-İçi (saat/gün)	30	19.4 (0.48)	19.3	2.6	-0.314 (0.427)	Normal	13.9	24.0
Açık Hava (saat/gün)	30	4.4 (0.47)	4.0	2.6	0.479 (0.427)	Normal	0.0	10.0

	Yüzdellik									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Bina-İçi (saat/gün)	15.5	17.2	18.4	18.9	19.3	19.9	21.6	22.1	22.8	
Açık Hava (saat/gün)	1.2	1.9	2.7	2.9	4.0	4.9	5.5	6.8	8.5	

*Std Sap: Standart Sapma, Std. Hata: Standart Hata*

Bu verilere uyan normal dağılımın parametreleri, içerisi için ortalama= 19.44 saat/gün, standart sapma= 2.92 saat/gün, dışarı için ortalama= 4.36 saat/gün, standart sapma= 2.58 saat/gün değerlerini almıştır. Yukarıda açık hava için verilen zamanlara ulaşımında geçirilen zaman dahil değildir. Ulaşımında geçirilen zaman için katılımcılara ayrı bir soru sorulmuştur. Yalnız, bu soru ulaşımında geçen zamanı araç-içi ve açık hava olarak ayırt etmemektedir. İster araç-içi ister açık hava olsun ulaşımında geçirilen zaman, daha fazlasına değilse bile, en azından açık hava derişimlerine maruz kalınan bir zaman dilimi olarak kabul edilebilir. Çalışmamız katılımcıları günde ortalama 38 dakikayı ulaşımında geçirmişlerdir. Bu ve diğer ulaşımında geçirilen zaman istatistikleri Tablo 3.22’de sunulmuştur. Ulaşımında geçirilen süre normal dağılım göstermemektedir. Bu verilere en iyi uyan dağılım lognormal dağılım olup parametre değerleri şöyledir: ortalama = 40 dk/gün and standart sapma = 36 dk/gün.

Bina-içi ortamlar için özel olarak kahvehane/bar/restoranda, sigara içilen bir bina-içi ortamda ve sigara içilen bir ulaşım aracında geçirilen zaman verileri elde edilmiştir. Buna göre katılımcılar günde ortalama 0.6 saat kahvehane gibi ortamlarda geçirirken sigara içilen bina-içi ve araç-içi ortamlarda, sırasıyla, 63 dk ve 5 dk geçirmişlerdir. Bu üç değişken için tanımlayıcı istatistikler Tablo 3.33’de verilemektedir. Her üç değişken için de normal dağılım kabulü yapılamamaktadır, bunun ana sebebi bu ortamlarda hiç zaman geçirmemiş olanların sayısının fazlalığıdır. Bu değişkenlere en iyi uyan dağılımlar ve parametre değerleri Tablo 3.34’de sunulmuştur.

Gün içinde yapılan aktiviteler insanların nefes alıp verme hızlarını belirlemektedir. Bu aktiviteler ve süreleri hafif egzersiz, ağır egzersiz, dinlenmek amacıyla oturarak atıl, ve uzanarak atıl olmaz üzere dört soruda belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre katılımcılar günde ortalama en çok oturur şekilde (134 dk/gün), daha sonra ise uzanır şekilde (117 dk/gün) vakit geçirmektedirler. Toprak kazmak vb. ağır işler koşu, bisiklete binmek, aerobik, basketbol, futbol vb. spor ile ağır egzersiz yaparak günde ortalama geçirilen süre 17 dakika iken yürüyüş, bahçede çalışmak, ayakta iş yapmak, golf oynamak vb. hafif egzersiz yaparak günde ortalama geçirilen süre tam bir saattir. Bu verilere ait istatistikler Tablo 3.35’de sunulmuştur.

Son olarak, pencere/kapı açılarak iç ortamın dış hava ile havalandırıldığı sürenin belirlenmesi katılımcılardan talep edilmişti. Buna göre katılımcılar yaklaşık günde ortalama iki saat bu işlemi yapmaktadırlar (bkz. Tablo 3.36).

**Tablo 3.32** Ulaşımında Geçirilen Zaman İstatistikleri

	N	Ortalama	Ortanca	Std. Sap.	Skewness	Normalite	Min	Maks
Ulaşım (dk/gün)	32	38.1 (6.2)	26.3	34.8	2.548(0.414)	Normal değil	0.0	180.0

	Yüzdeler									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Ulaşım (dk/gün)	7.4	17.1	21.4	22.9	26.3	33.7	44.4	54.9	71.5	

Std Sap: Standart Sapma, ( ): Standart Hata

**Tablo 3.33** Bina İçinde ve Dışarıda Geçirilen Zaman İstatistikleri

	N	Ortalama	Ortanca	Std. Sap.	Skewness	Normalite	Min	Maks
KBR (saat/gün)	30	0.59 (0.20)	0.00	1.12	3.03 (0.43)	Normal değil	0.00	5.29
ETS Bina-İçi (dk/gün)	32	63.0 (15.1)	14.3	85.5	1.16 (0.40)	Normal değil	0.0	268.0
ETS Araç-İçi (dk /gün)	32	5.10 (1.81)	0.00	10.3	3.31 (0.41)	Normal değil	0.0	51.4

	Yüzdeler									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
KBR (saat/gün)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.57	1.20	1.56	
ETS Bina-İçi (dk/gün)	0.0	1.7	2.5	4.9	14.3	24.9	85.3	164.9	214.1	
ETS Araç-İçi (dk /gün)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	5.5	10.1	14.6	15.7	

Std Sap: Standart Sapma, Std. Hata: Standart Hata, KBR: Kahvehane,Bar,Restaurant,ETS: Çevresel Tütün Dumanı

**Tablo 3.34** Üç Değişken için En İyi Uyan Dağılımlar ve Parametre Değerleri

	Dağılım	Location	Scale	Shape
KBR (saat/gün)	Weibull	0.00	0.36	0.565
ETS Bina-İçi (dk/gün)	Weibull	0.00	54.1	0.757
ETS Araç-İçi (dk /gün)	Weibull	0.01	2.96	0.543

*KBR: Kahvehane,Bar,Restaurant, ETS: Çevresel Tütün Dumanı*

**Tablo 3.35** Soluma Hızını Belirleyici Aktiviteler ile Geçen Süre İstatistikleri

	N	Ortalama	Ortanca	Std. Sap.	Skewness	Normalite	Min	Maks
Oturarak (dk /gün)	32	134 (16)	111	93	1.98 (0.41)	Normal Değil	36	489
Uzanarak (dk/gün)	32	117 (22)	87	122	2.08 (0.41)	Normal Değil	0	506
Hafif Egzersiz (dk /gün)	32	60 (13)	28	74	1.87 (0.41)	Normal Değil	0	317
Ağır Egzersiz (dk /gün)	32	17 (4)	6	23	1.48 (0.41)	Normal Değil	0	79

	Yüzdeler									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Oturarak (dk /gün)	41	56	80	95	111	135	163	183	247	
Uzanarak (dk/gün)	19	40	60	72	87	94	106	136	375	
Hafif Egzersiz (dk /gün)	2	9	13	17	28	41	74	117	175	
Ağır Egzersiz (dk /gün)	0	0	0	0	6	13	20	36	59	

*Std Sap: Standart Sapma, Std. Hata: Standart Hata*

**Tablo 3.36** Pencere/Kapı Açılarak Havalandırma Süresi İstatistikleri

	N	Ortalama	Ortanca	Std. Sap.	Normalite	Min	Maks			
Havalandırma (dk/gün)	32	176 (17)	218	98	Normal	3.6	300			
	Yüzdeler									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Havalandırma (dk/gün)	35	47	115	168	218	231	252	262	280	

Havalandırma süresinin normal dağılım gösterdiği hipotezi reddedilememiştir. Ancak, verilere beta dağılımı en iyi uyan dağılımdır, havalandırma süreleri normal dağılımın tersine her iki kuyrukta değer alma ihtimali daha yüksektir. Beta dağılımını parametre değerleri şöyledir: alfa = 0.74, beta = 0.52, scale = 300.

*Zaman Aktivite Dağılımlarında Konumun Etkisi:* Hayat tarzları ve gündelik işlerdeki farklılıklar vb. sosyo-ekonomik faktörler sebebiyle Aliağa şehir merkezinde ve köylerinde yaşayan insanların zaman aktivite dağılımlarının farklı olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla, elde edilen veriler, katılımcıların konumuna (şehir – köy) göre sınıflandırılarak istatistiksel olarak günlük ortalama geçirilen sürelerde bir fark olup olmadığı test edilmiştir. Normal dağılıma uyan değişkenler için One-Way ANOVA, uymayanlar içinse Kolmogorov-Smirnov Z testi uygulanmıştır. p-değeri  $\leq 0.05$  ise fark istatistiksel olarak kabul edilmiştir. Her değişken için katılımcının konumuna göre ortalama ve ortanca değerleri Tablo 3.37’de sunulmuştur. İstatistiksel farkın ortaya çıktığı tek değişken vücut ağırlığı olmuştur.

**Tablo 3.37** Katılımcının Konumuna Göre Günlük Ortalama Zamanlar

Değişken	Dağılım	Ortalama			Ortanca		
		Şehir	Köy	p-değeri	Şehir	Köy	p-değeri
Yaş	N	33.5	24.6	0.08	34.0	11.0	
Vücut Ağırlığı (kg)	N	70.0	55.6	<b>0.04</b>	70.0	45.0	
Evde (saat/gün)	N	12.1	13.6	0.23	12.0	14.5	
İş/Okulda (saat/gün)	N	8.1	7.2	0.47	8.0	6.0	
Bina-İçi (saat/gün)	N	19.0	20.2	0.11	18.9	20.3	
Açık Hava (saat/gün)	N	4.7	3.7	0.17	4.5	3.8	
Ulaşım (dk/gün)	ND	29	55		24	45	0.21
KBR (dk/gün)	ND	31	38		2	0	0.99
ETS Bina-İçi (dk/gün)	ND	47	58		14	6	0.91
ETS Araç-İçi (dk /gün)	ND	5	2		0	0	0.64
Oturarak (dk /gün)	ND	141	109		116	88	0.72
Uzanarak (dk/gün)	ND	113	134		74	94	0.97
Hafif Egzersiz (dk /gün)	ND	61	64		23	28	0.77
Ağır Egzersiz (dk /gün)	ND	8	31		0	24	0.16
Havalandırma (dk/gün)	ND	179	177		220	226	0.87

### 3.4.2 Bireysel Maruziyet Değerlendirmesi

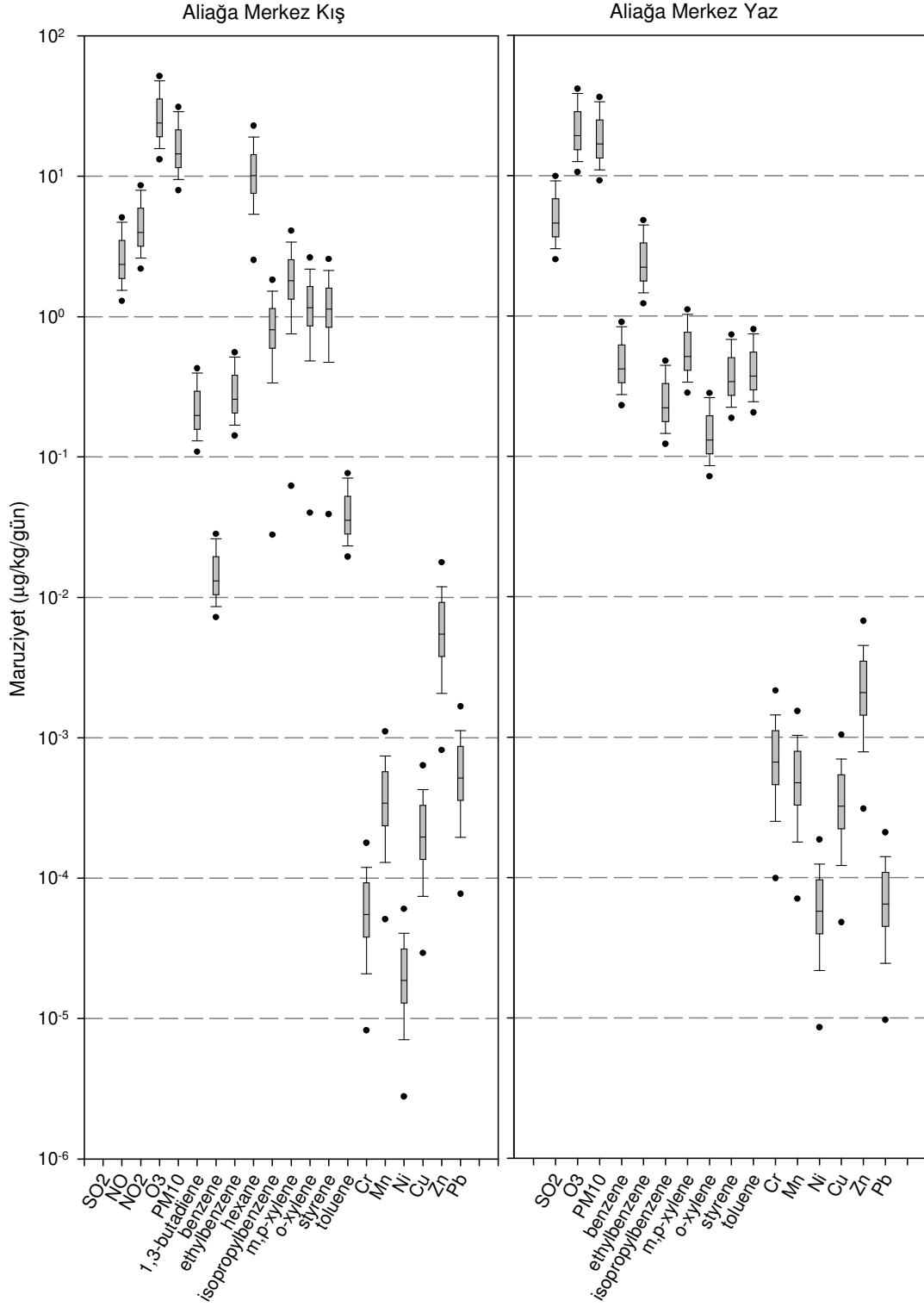
Anket çalışmasına katılan 33 kişinin (20 kişi Aliğa Merkez'den, 13 kişi köylerden) her birisi için belirlenmiş olan bina-içi ve açık hava ortamlarında hafif egzersiz, ağır egzersiz, oturarak, ve uzanarak geçirdikleri sürelerde Maruziyet Faktörleri Elkitabında yayınlamış olduğu soluk alıp-verme hızları (USEPA, 1997) kullanılarak hem Aliğa Merkez istasyonunda ölçülen kirletici derişim verileri hem de Horozgediği istasyonunda ölçülen kirletici derişim verileri için maruziyet seviyeleri hesaplanmıştır. Burada kurulan iki senaryo bulunmaktadır; buna göre tüm katılımcıların Merkez'de ve Horozgediği'nde ölçülen derişimlere maruz kalmaları durumunda oluşan maruziyet seviyeleri belirlenmiştir. Açık hava ve bina-içi kirletici derişimlerinin aynı olduğu kabulü yapılmıştır. Tablo 3.38'de maruziyet hesaplarında kullanılan soluk alıp-verme hızları sunulmuştur. Her bir katılımcı için yapılan bireysel maruziyet hesabında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$Maruziyet = \sum_i \frac{C \times IR_i \times ED_i}{BW}$$

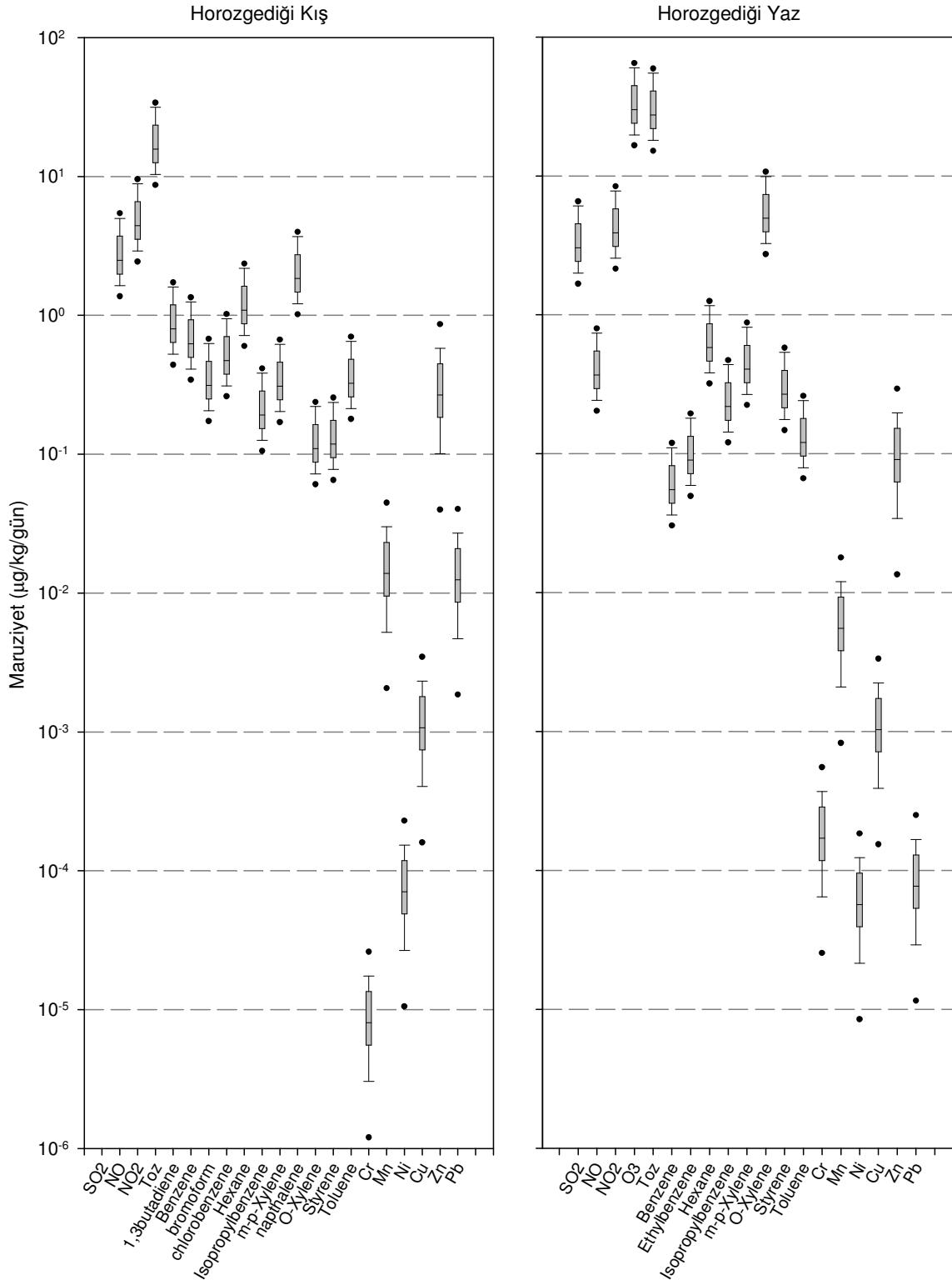
Burada,  $C$  kirletici derişimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $IR$  soluk alıp-verme hızı ( $\text{m}^3/\text{sa}$ ),  $ED$  maruziyet süresi (sa),  $BW$  vücut ağırlığı (kg),  $i$  ise farklı soluk alıp-verme hızlarının olduğu aktivitelerdir. Buna göre hesaplanan maruziyet seviyelerinin kutu grafik şeklinde gösterimi Aliğa Merkez ve Horozgediği için sırasıyla Şekil 3.83 ve 3.84'de sunulmuştur (uç noktalar 5 ve 95. yüzdellikleri temsil etmektedir).

**Tablo 3.38** Maruziyet Hesaplarında Kullanılan Soluk Alıp-Verme Hızları

Aktivite	Soluk Alıp-Verme Hızı ( $\text{m}^3/\text{sa}$ )	
	Yetişkin	Çocuk
Uzanarak	0,4	0,3
Oturarak	0,5	0,4
Hafif Egzersiz	1	1
Ağır Egzersiz	3,2	1,9
Diğer	0.83	0.63



**Şekil 3.83** Aliğa Merkez Maruziyet Seviyeleri Kutu Grafik Gösterimi



**Şekil 3.84** Horozgediği Maruziyet Seviyeleri Kutu Grafik Gösterimi



### 3.4.3 Bireysel Risk Değerlendirmesi

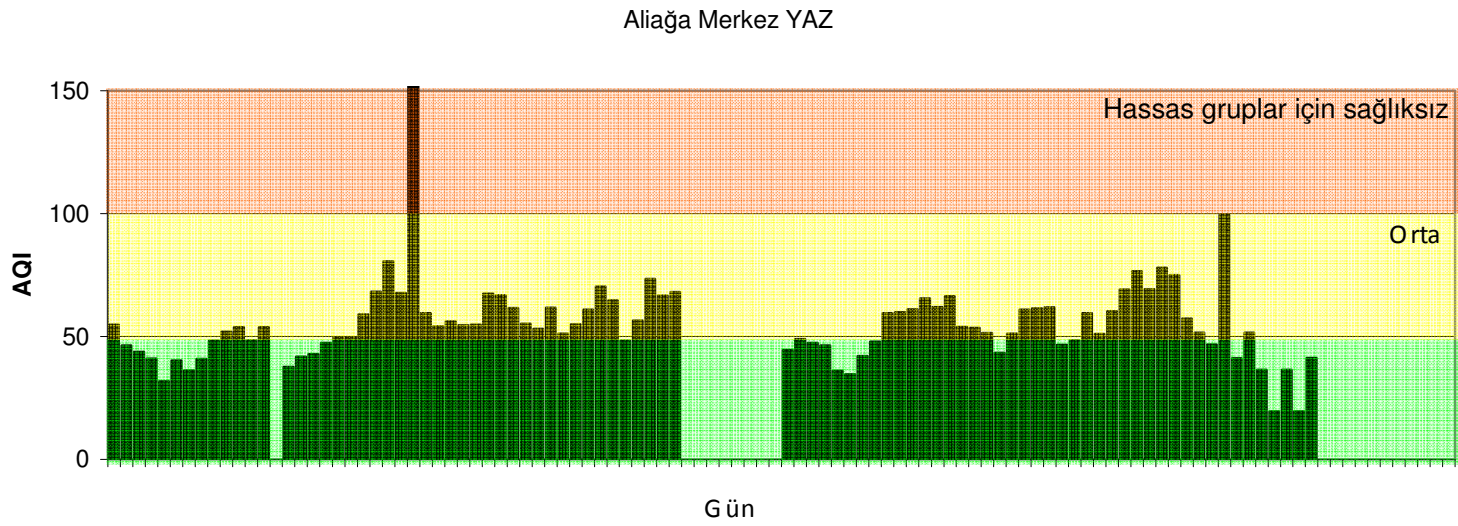
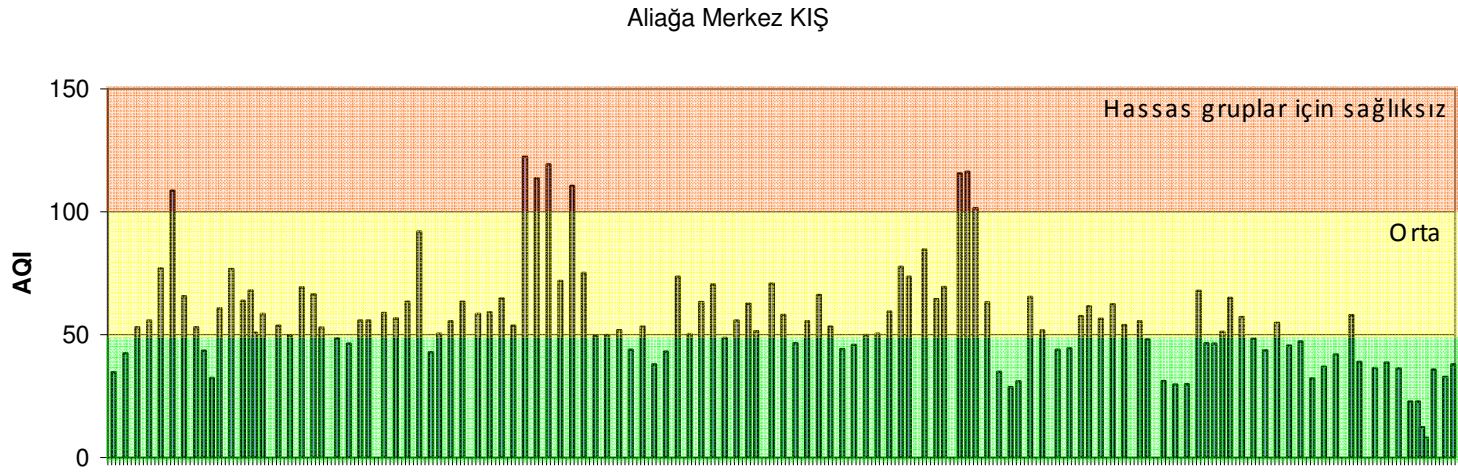
#### 3.4.3.1 Yaygın Kirleticiler

Bu çalışmada Aliğa merkezde belediye meydanına Horozgediği Köyü yakınında kurulan sürekli izleme/örnekleme istasyonlarında ölçülen yaygın kirleticiler arasında SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> bulunmaktadır. Amerikan Çevre Bakanlığının geliştirdiği (Thom ve Ott, 1976; Hunt vd., 1976; USEPA, 1999) Air Quality Index (AQI), ABD’de halka ve ilgililere hava kalitesi hakkında günlük bilgiyi sağlık etkileri ile ilişkilendirerek vermekte kullanılmaktadır. Bu index aynı zamanda ülkemizde de Çevre Bakanlığı tarafından da kullanılmakta ve internette halkın ve ilgililerin bilgisine sunulmaktadır. Bu kısımda Aliğa Merkez’de ve Horozgediği’nde ölçülen derişimler için hesaplanan indeks değerleri, yani hava kalitesi, ve ilişkili oldukları sağlık etki sınıflandırması sunulmaktadır. Buna göre sağlık açısından yeşil renk İYİ, sarı renk ORTA, turuncu HASSAS TOPLUM GRUPLARI İÇİN SAĞLIKSIZ, kırmızı SAĞLIKSIZ, mor ÇOK SAĞLIKSIZ, ve son olarak da kahverengi TEHLİKELİ kirletici seviyelerini göstermektedir.

##### 3.4.3.1.1 *Aliğa Merkez.*

Aliğa Merkez sürekli ölçüm istasyonunda ölçülen kirletici derişimleri kullanılarak, örnekleme kampanyasının her bir günü için indeks değerleri hesaplanmış ve ilgili sağlık etkisi sınıflaması renkleri kullanılarak Şekil 3.85’de gösterilmiştir. Kış ayları için derişim belirlenmiş olan toplam gün sayısı içinde çoğunluk İYİ (%42) ve ORTA (%51) hava kalitesine işaret etmektedir. HASSAS GRUPLAR İÇİN SAĞLIKSIZ sınıfına sadece %7 gün düşmektedir. İndeksin hesaplanan ve şekilde gösterilen değeri almasına toplam gün sayısı içinde %53 PM<sub>10</sub>, %45 ozon, ve %2 SO<sub>2</sub> sebep olmuştur. Sadece HASSAS GRUPLAR İÇİN SAĞLIKSIZ sınıfında bu oranı belirlediğimizde ise bu gruba giren toplam sekiz günün beşi ozon, üçü de PM<sub>10</sub> sebebiyledir. Ortalama indeks değeri 56 olurken, 8 ilâ 122 arasında değerler almıştır (Standart Sapma=21). AQI için betimleyici istatistikler Tablo 3.39’da sunulmuştur.

Yaz aylarında ise bütün indeks değerleri (sadece maksimum değer, 334, hariç) 20 ilâ 100 arasında değişmiştir (Ortalama=57, Standard Sapma=32). Yaz ayları için betimleyici istatistikler Tablo 3.26’de sıralanmıştır. İndeks değeri hesaplanmış olan 88 günün %59’u ORTA, %40’ı İYİ sınıfına girmiştir.



**Şekil 3.85** Aliğa Merkez için Günlük Hava Kalitesi İndeks Değerleri ve Sağlık Etkisi Sınıflaması  
(a) Kış, (b) Yaz

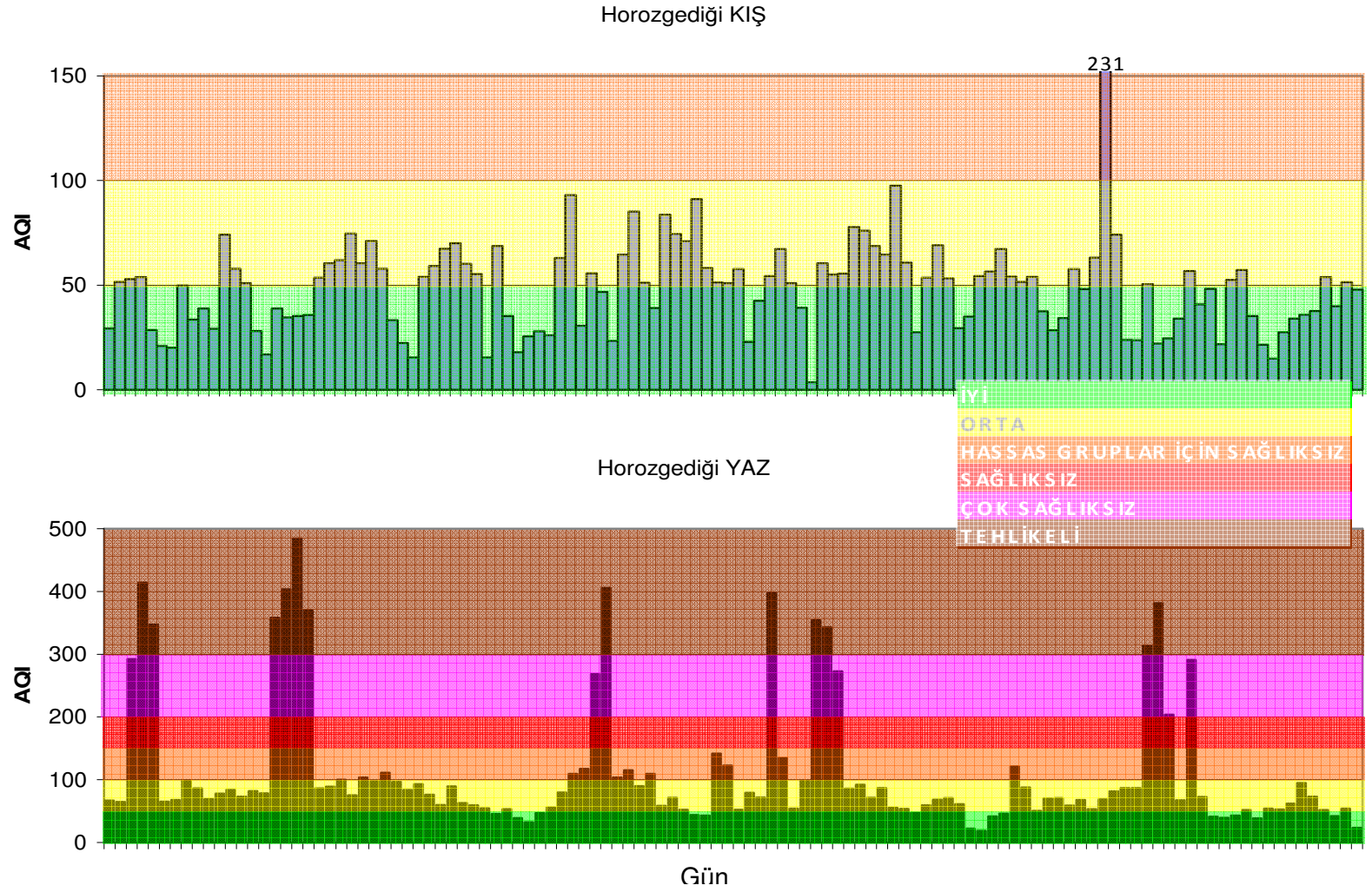
**Tablo 3.39** Aliğa Merkez AQI Betimleyici İstatistikleri

<b>İstatistik</b>	<b>KIŞ</b>	<b>YAZ</b>
Ortalama	56	57
Standart Hata	2	3
Ortanca	54	54
Kip	55	36
Standart		
Sapma	21	32
Minimum	8	20
Maximum	122	334

Bu günlerin tamamında AQI'in verilen değeri almasının sebebi PM<sub>10</sub> derişimleridir, yani bu günlerin tamamında PM<sub>10</sub> alt-indeks değeri diğer kirleticiler ile karşılaştırıldığında en yüksek değeri almıştır..

#### *3.4.3.1.2 Horozgediği.*

Horozgediği sürekli ölçüm istasyonunda ölçülen kirletici derişimleri kullanılarak, örnekleme kampanyasının her bir günü için indeks değerleri hesaplanmış ve ilgili sağlık etkisi sınıflaması renkleri kullanılarak Şekil 3.86'de gösterilmiştir. Kış aylarında indeks değerleri yaz aylarındakine göre çok daha düşük kalmıştır. Kışın, indeks değeri hesaplanan 120 günün neredeyse yarısı İYİ yarısı da ORTA sınıf hava kalitesine işaret ederken, yaz aylarında durum daha ciddidir. Yazın, indeks değeri hesaplanan 114 günün çoğunluğu (%60) ORTA ve %15 İYİ sınıf hava kalitesine işaret ederken kalan günlerde ÇOK SAĞLIKSIZ (%4) ve TEHLİKELİ (%10) hava kalitesi koşulları oluşmuştur. Her iki örnekleme dönemi için de yaygın kirleticiler içinde bu indeks değerlerine sebep olan kirletici PM<sub>10</sub> olmuştur. İki dönem arasındaki fark betimleyici istatistikler incelendiğinde (Tablo 3.40) daha net görülmektedir. Ortalama ve maksimum indeks değerleri arasındaki oran (hem yaz hem kış) >2.0 iken, ortancalar arasındaki oran 1.4 seviyesindedir. Yaz aylarında, zamanın yaklaşık %25'inde oluşan sağlıksız hava kalitesi koşulları önemli bir soruna işaret etmektedir.



**Şekil 3.86** Horozgediği için Günlük Hava Kalitesi İndeks Değerleri ve Sağlık Etkisi Sınıflaması  
(a) Kış, (b) Yaz

**Tablo 3.40** Horozgediği AQI Betimleyici İstatistikleri

<b>İstatistik</b>	<b>KIŞ</b>	<b>YAZ</b>
Ortalama	49	113
Standart Hata	2	10
Ortanca	51	74
Kip	54	-
Standart		
Sapma	25	104
Minimum	4	19
Maximum	231	485

Çandarlı ve Helvacı noktalarında yapılan  $PM_{2,5}$  örnekleme (yaz + kış) sonucunda elde edilen derişimler Helvacı'da ölçüm yapılan 157 günün 26'sında (%17) sağlıklı hava koşulları oluştuğunu ( $AQI > 100$ ) gösterirken Çandarlı'da bu oranın sadece %3 seviyesinde kaldığı görülmüştür.  $PM_{10}$  içinse her iki nokta için de bu oran %1'den daha küçük kalmıştır. Çandarlı ve Helvacı'da yaz ve kış aylarında ölçülen  $PM_{2,5}$  derişimlerinden hesaplanan alt indeks ( $I_{2,5}$ ) değerlerine ait betimleyici istatistikler Tablo 3.41'de sunulmuştur.

**Tablo 3.41** Çandarlı ve Helvacı  $I_{PM_{2,5}}$  Betimleyici İstatistikleri

<b>İstatistik</b>	<b>Çandarlı</b>	<b>Helvacı</b>
Ortalama	52	74
Standart Hata	2	3
Ortanca	51	64
Kip	60	67
Standart		
Sapma	21	35
Minimum	12	12
Maximum	150	184

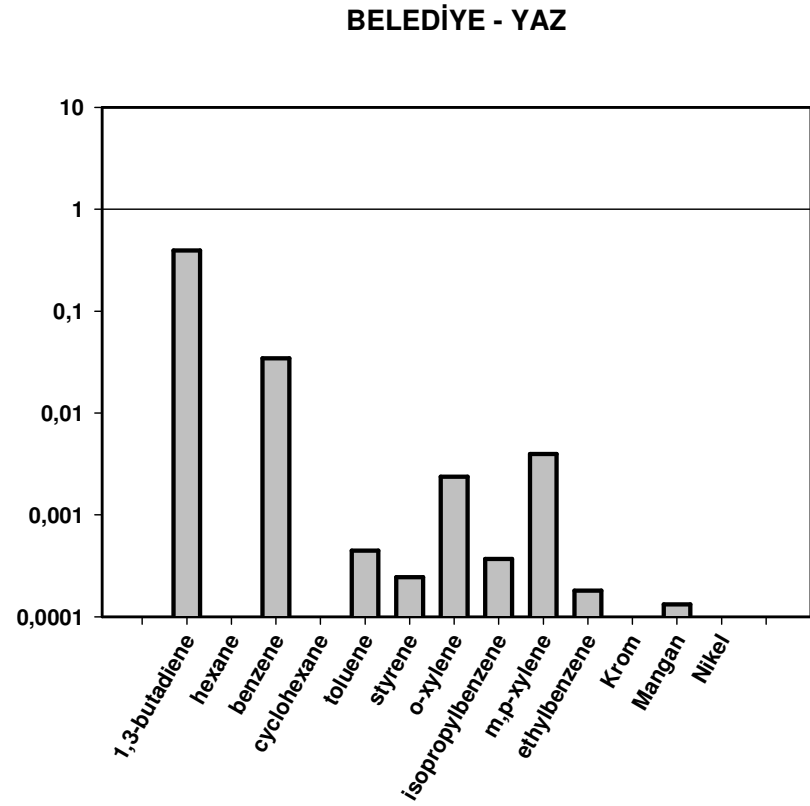
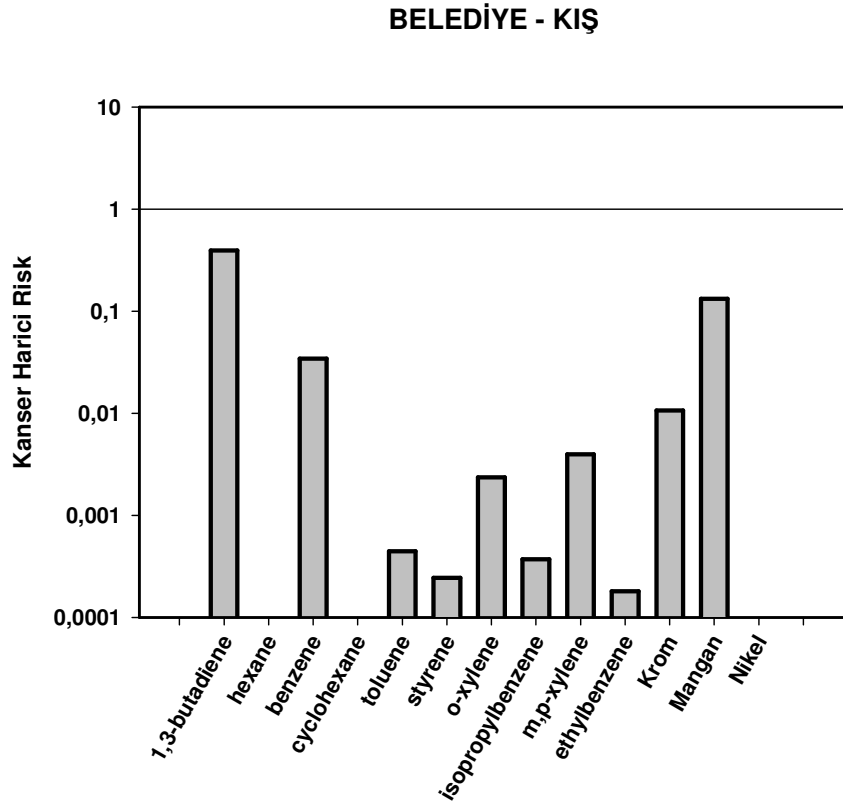
### 3.4.3.2 Tehlikeli Kirleticiler

#### 3.4.3.2.1 *Kanser Harici Risk Değerlendirmesi*

Analizi yapılan 150'den fazla kirleticiden risk faktörü USEPA tarafından IRIS veritabanında yayınlanmış olan 15 adedine kanser harici risk değerlendirme yapılmıştır. Bunların 12 adedi uçucu organik bileşik olup kanser harici risk seviyeleri genel itibarıyla önemli düzeyde değildir. Sırasıyla aktif ve pasif örnekleme sonucu elde edilen derişimlerden hareketle hesaplanan risk seviyeleri incelenecektir.

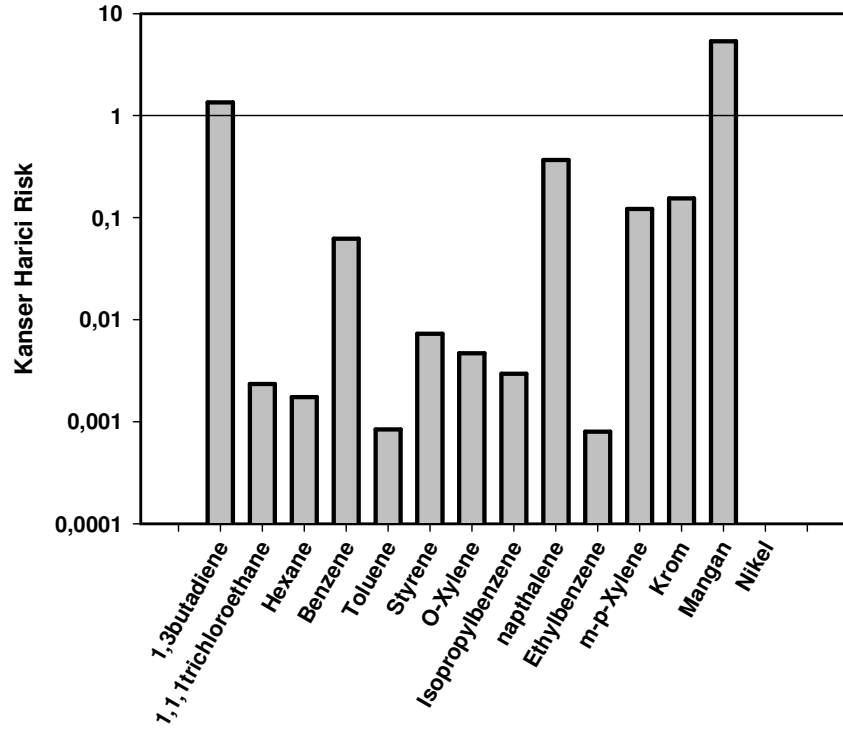
**Aktif Örnekleme.** Şekil 3.87 ve 3.88'de sırasıyla Aliğa Merkez ve Horozgediği'nde yaz ve kış ayları için belirlenen kanser harici risk seviyeleri çizilmiştir. Çizimden de görüldüğü üzere kirleticilerin hiçbirisi için risk değerleri her iki dönemde de ayırım seviyesi olan  $HQ=1$  değerini aşmamıştır. Tablo 3.42 Aliğa Merkez kanser harici risk seviyeleri betimleyici istatistiklerini listelemektedir. Aliğa Merkez'den farklı olarak Horozgediği'nde kış aylarında iki kirleticinin (1,3-butadiene ve mangan) ortalama kanser harici risk seviyeleri ayırım değerinin üzerinde bir seviyede bulunmuştur. Yaz aylarında ise sadece mangan için ortalama değer ayırım seviyesinin üzerinde bulunmuştur. Horozgediği için kanser harici risk betimleyici istatistikleri Tablo 3.43'de sunulmuştur.

Çalışmamıza zaman-aktivite bütçesi anketini doldurmak suretiyle katılan 30 katılımcı için Merkez'de ve Horozgediği'nde yaz aylarında ölçülen ortalama kirletici derişimlerine maruz kalmaları durumunda oluşacak olan ortalama kanser harici risk değerleri karşılaştırıldığında her iki istasyonda da ölçülmüş tüm UOB'ler (benzene, cyclohexane, toluene, ethylbenzene, isopropylbenzene, m-p-xylene, o-xylene, styrene) için farkların istatistiksel olduğu ( $p<0.001$ ) ve styrene hariç ortalama risk seviyelerinin Merkez'de daha yüksek olduğu görülmüştür. Aynı karşılaştırma kış aylarında yapıldığında ise ethylbenzene hariç her iki istasyonda da belirlenmiş tüm UOB'ler için (1,3-butadiene, hexane, benzene, toluene, styrene, o-xylene, m-p-xylene, isopropylbenzene) Horozgediği'nde daha yüksek olan derişimler arasındaki farkların tamamının istatistiksel ( $p<0.001$ ) olduğu görülmüştür. Yaz ve kış dönemlerinde ölçülen metaller (Cr,Mn) için belirlenen kanser harici riskler karşılaştırıldığında ise farkların Horozgediği'nde istatistiksel ( $p<0.001$ ) iken Aliğa Merkez'de istatistiksel olmadığı görülmüştür ( $p>0.25$ ).

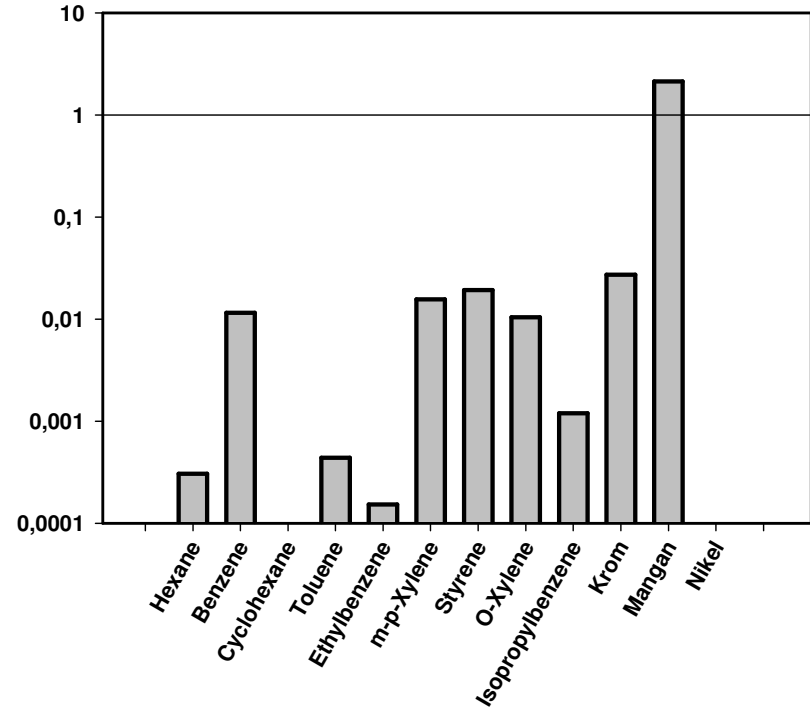


**Şekil 3.87** Alağa Merkez için Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri (a) Kış, (b) Yaz

HOROZGEDİĞİ - KIŞ



HOROZGEDİĞİ - YAZ



**Şekil 3.88** Horozgediği için Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri (a) Kış, (b) Yaz



**Tablo 3.42** Aliğa Merkez Kanser Harici Risk Betimleyici İstatistikleri

<b>KIŞ</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std. Hata</b>	<b>Ortanca</b>	<b>Kip</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>
1,3-butadiene	3,94E-01	2,56E-03	3,97E-01	3,93E-01	1,40E-02	3,48E-01	4,21E-01
benzene	3,44E-02	2,35E-04	3,46E-02	3,42E-02	1,29E-03	3,04E-02	3,71E-02
cyclohexane	9,88E-06	6,00E-08	9,97E-06	9,97E-06	3,29E-07	8,78E-06	1,04E-05
ethylbenzene	1,81E-04	1,76E-06	1,82E-04	1,75E-04	9,64E-06	1,58E-04	2,02E-04
hexane	7,93E-05	8,39E-07	8,00E-05	7,64E-05	4,59E-06	6,89E-05	8,95E-05
isopropylbenzene	3,70E-04	3,58E-06	3,74E-04	3,59E-04	1,96E-05	3,23E-04	4,14E-04
m,p-xylene	3,96E-03	3,26E-05	3,99E-03	3,88E-03	1,79E-04	3,47E-03	4,36E-03
o-xylene	2,37E-03	1,44E-05	2,39E-03	2,39E-03	7,88E-05	2,10E-03	2,49E-03
styrene	2,44E-04	1,50E-06	2,46E-04	2,45E-04	8,21E-06	2,16E-04	2,58E-04
toluene	4,46E-04	3,84E-06	4,49E-04	4,36E-04	2,10E-05	3,90E-04	4,92E-04
krom	1.07E-02	1.20E-03	8.84E-03	-	9.18E-03	6.07E-05	4.91E-02
mangan	1.33E-01	2.00E-02	8.88E-02	-	1.66E-01	4.15E-03	1.02E+00

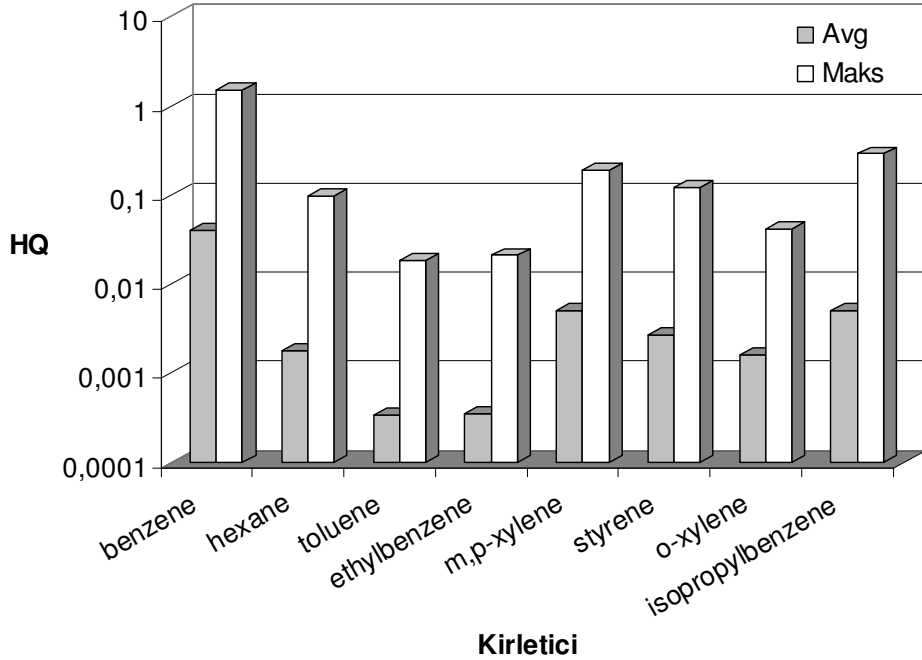
<b>YAZ</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std. Hata</b>	<b>Ortanca</b>	<b>Kip</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>
benzene	5,42E-02	3,30E-04	5,46E-02	5,49E-02	1,81E-03	4,82E-02	5,71E-02
cyclohexane	4,07E-05	2,49E-07	4,11E-05	4,13E-05	1,36E-06	3,63E-05	4,30E-05
ethylbenzene	8,94E-04	6,22E-06	8,98E-04	8,87E-04	3,40E-05	7,88E-04	9,65E-04
isopropylbenzene	3,54E-03	2,36E-05	3,57E-03	3,63E-03	1,29E-04	3,17E-03	3,76E-03
m,p-xylene	2,00E-02	1,22E-04	2,01E-02	2,02E-02	6,66E-04	1,78E-02	2,10E-02
o-xylene	1,35E-02	8,70E-05	1,36E-02	1,35E-02	4,77E-04	1,20E-02	1,45E-02
styrene	5,84E-04	8,84E-06	5,84E-04	5,47E-04	4,84E-05	5,01E-04	6,88E-04
toluene	1,49E-03	2,92E-05	1,48E-03	1,48E-03	1,60E-04	1,14E-03	1,76E-03
Krom	1,29E-02	1,76E-03	8,62E-03	-	1,46E-02	8,85E-04	8,76E-02
Mangan	1,83E-01	4,01E-02	1,08E-01	-	2,86E-01	2,20E-03	1,97E+00

**Tablo 3.43** Horozgediği Kanser Harici Risk Betimleyici İstatistikleri

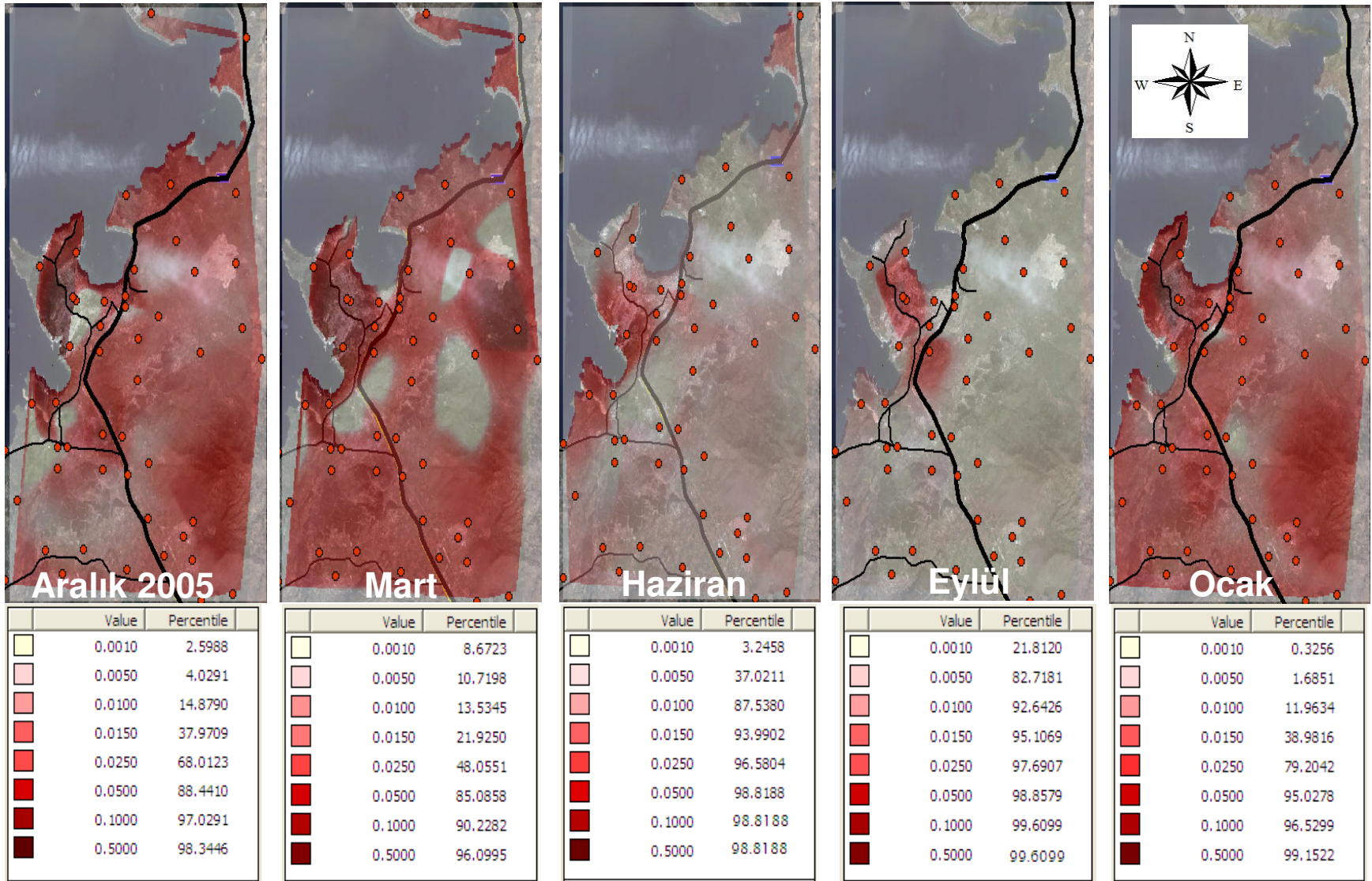
<b>KİŞ</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std. Hata</b>	<b>Ortanca</b>	<b>Kip</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>
1,1,1trichloroethane	2,35E-03	5,78E-05	2,33E-03	2,33E-03	3,17E-04	1,67E-03	2,90E-03
1,3butadiene	1,34E+00	2,46E-02	1,34E+00	1,48E+00	1,35E-01	1,06E+00	1,58E+00
benzene	6,24E-02	3,93E-04	6,30E-02	6,25E-02	2,15E-03	5,53E-02	6,64E-02
ethylbenzene	8,00E-04	7,81E-06	8,03E-04	8,41E-04	4,28E-05	7,23E-04	8,66E-04
hexane	1,74E-03	1,06E-05	1,75E-03	1,76E-03	5,79E-05	1,55E-03	1,83E-03
isopropylbenzene	1,10E-03	8,49E-06	1,11E-03	1,14E-03	4,65E-05	9,93E-04	1,18E-03
m-p-xylene	1,22E-01	7,54E-04	1,23E-01	1,22E-01	4,13E-03	1,08E-01	1,29E-01
naphthalene	3,67E-01	6,29E-03	3,66E-01	4,03E-01	3,45E-02	2,96E-01	4,27E-01
o-xylene	4,68E-03	5,12E-05	4,73E-03	4,50E-03	2,81E-04	4,06E-03	5,30E-03
styrene	7,30E-03	4,61E-05	7,37E-03	7,31E-03	2,52E-04	6,47E-03	7,77E-03
toluene	8,41E-04	5,20E-06	8,49E-04	8,55E-04	2,85E-05	7,50E-04	8,89E-04
krom	1,56E-01	1,82E-02	1,35E-01	-	1,51E-01	2,30E-03	6,88E-01
mangan	5.35E+00	6.02E-01	4.60E+00		5.03E+00	5.22E-02	2.19E+01

<b>YAZ</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std. Hata</b>	<b>Ortanca</b>	<b>Kip</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>
benzene	1,15E-02	7,26E-05	1,16E-02	1,17E-02	3,98E-04	1,03E-02	1,22E-02
cyclohexane	3,96E-05	2,45E-07	4,00E-05	4,03E-05	1,34E-06	3,54E-05	4,19E-05
ethylbenzene	1,53E-04	1,65E-05	1,42E-04	6,63E-05	9,04E-05	1,49E-06	3,51E-04
hexane	3,06E-04	1,86E-06	3,09E-04	3,10E-04	1,02E-05	2,72E-04	3,22E-04
isopropylbenzene	1,19E-03	7,54E-06	1,20E-03	1,19E-03	4,13E-05	1,06E-03	1,27E-03
m-p-xylene	1,56E-02	9,78E-05	1,58E-02	1,59E-02	5,36E-04	1,39E-02	1,65E-02
o-xylene	1,04E-02	6,32E-05	1,05E-02	1,05E-02	3,46E-04	9,26E-03	1,10E-02
styrene	1,92E-02	1,17E-04	1,94E-02	1,95E-02	6,40E-04	1,71E-02	2,03E-02
toluene	4,39E-04	3,03E-06	4,43E-04	4,52E-04	1,66E-05	3,94E-04	4,68E-04
krom	2.72E-02	4.17E-03	2.12E-02	-	2.73E-02	9.04E-04	1.42E-01
mangan	2.14E+00	4.66E-01	8.08E-01		3.02E+00	5.92E-03	1.22E+01

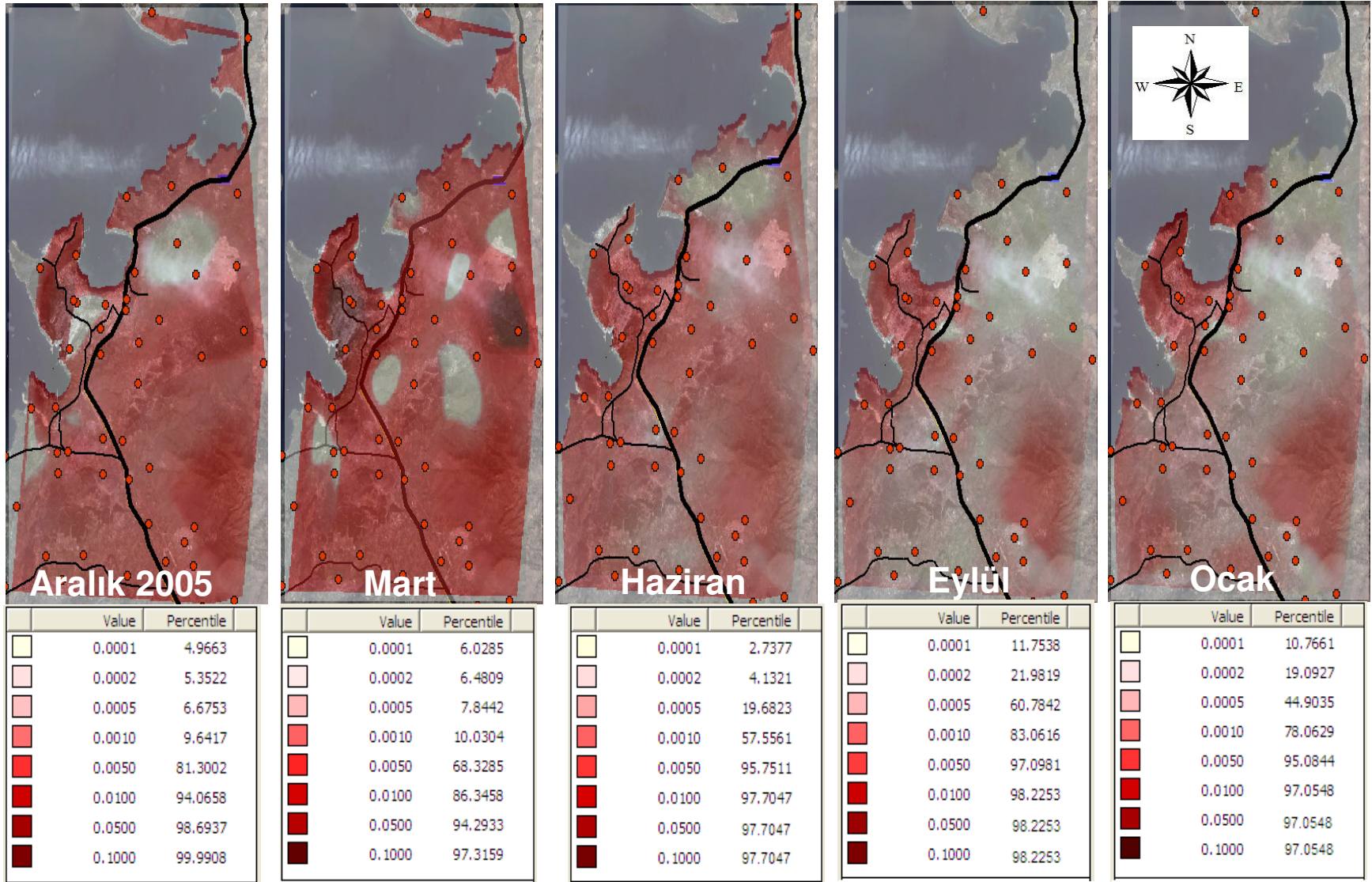
**Pasif Örnekleme.** Bu çalışma çerçevesinde birer aylık beş periyot halinde 59 noktada pasif örnekleyiciler ile aylık ortalama UOB derişimleri belirlenmiştir. Her noktada bu derişimlerden kaynaklanan kanser harici risk değerleri hesaplanmıştır. Her örnekleme noktası için beş dönemin ortalama derişimi ve bunlar üzerinden genel (59 noktanın) ortalaması hesaplanmıştır. Genel ortalama ve 59 nokta içerisinde en yüksek değer Şekil 3.89’da çizilerek gösterilmiştir. Buna göre, benzene için en yüksek ortalama değer hariç risk düzeyleri ayırım değerinden küçüktür. Hiç bir ortalama alınmadan hesaplanan tüm risk değerleri incelendiğinde ise 59 nokta içinde bir noktada bir defa, bir noktada da iki defa benzene risk değerinin ayırım düzeyini bir buçuk katından fazla olmamak üzere geçtiği, görülmektedir. Dolayısıyla, aktif örneklemeden hareketle hesaplanan risk düzeyleri ile uyumlu olmak üzere kanser harici risk seviyelerinin yüksek olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Beş ayrı dönem için hesaplanan kanser harici risk seviyeleri Şekil 3.90-3.92’de (a) benzene, (b) m,p-xylyene, ve (c) o-xylyene için coğrafi dağılım olarak gösterilmiştir.



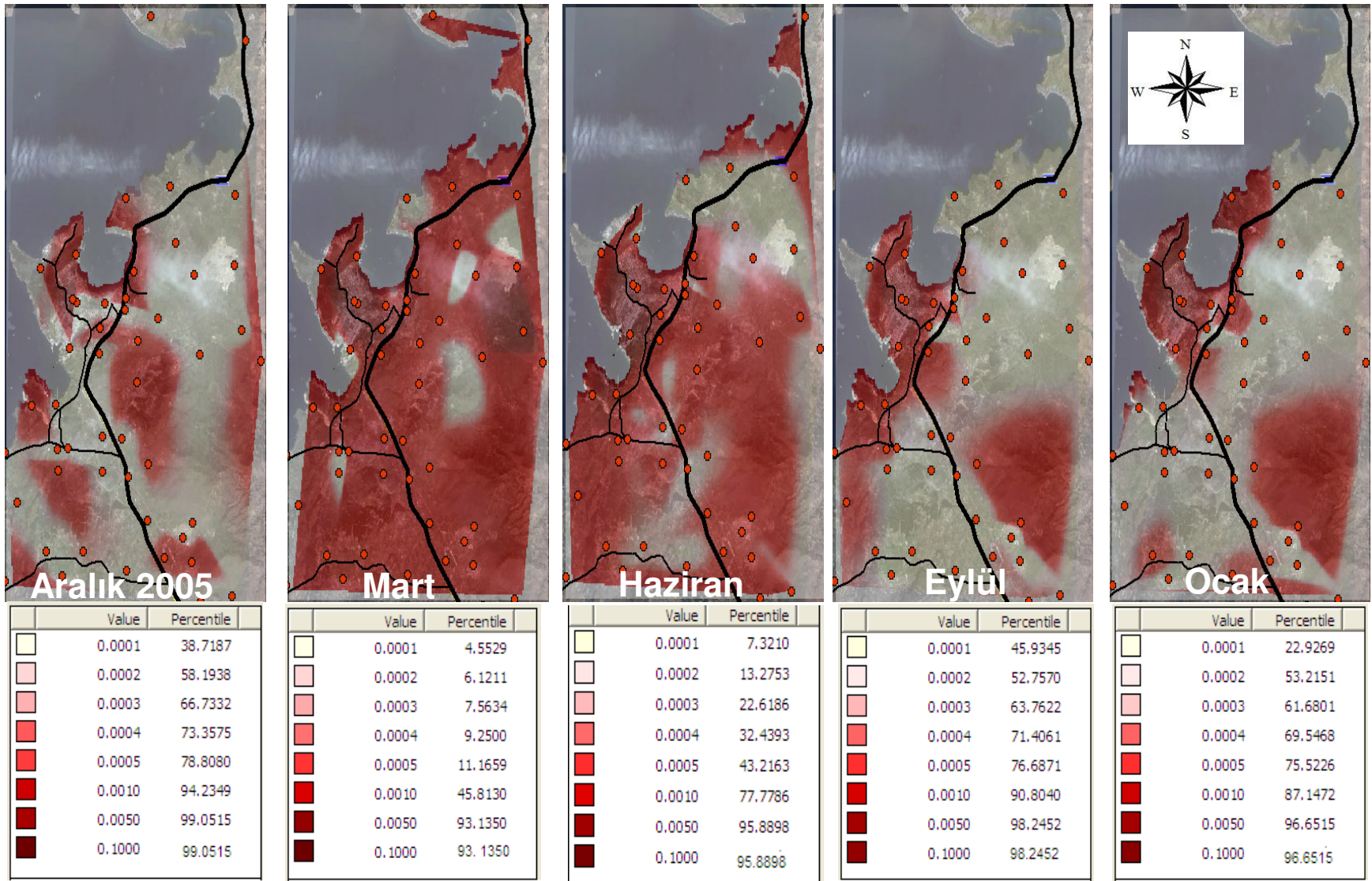
**Şekil 3.89** Pasif Örnekleme Noktaları için Ortalama ve Maksimum Kanser Harici Risk Seviyeleri



**Şekil 3.90** Benzene Ortalama Kansere Harici Risk Seviyeleri Dağılımı



**Şekil 3.91** m,p-Xylene Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri Dağılımı



**Şekil 3.92** o-Xylene Ortalama Kanser Harici Risk Seviyeleri Dağılımı

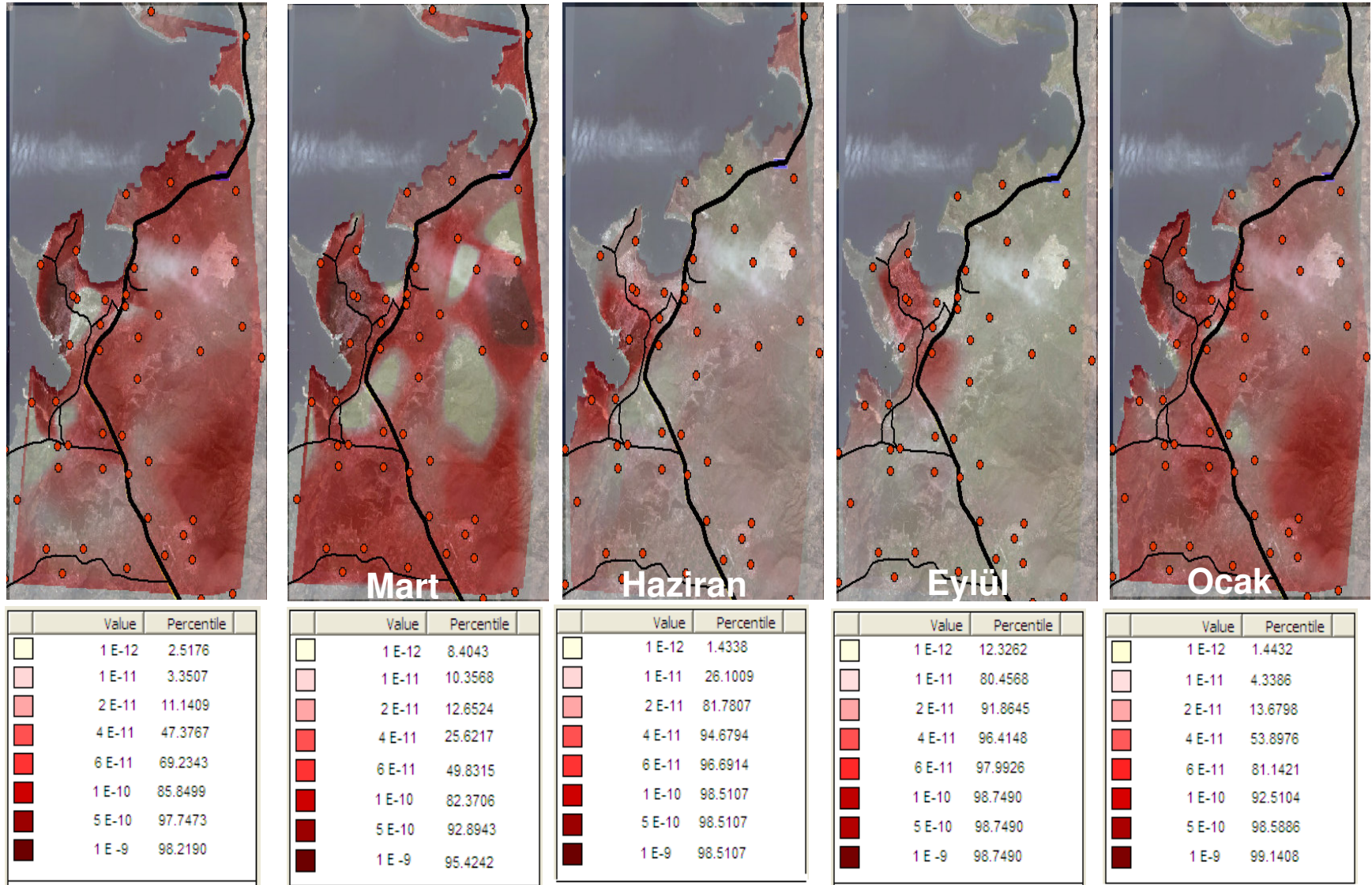
### 3.4.3.2.2 Kanser Riski Değerlendirmesi.

Kanserojenik olup, sürekli ölçüm yapılan iki istasyonda tespit edilmiş olan iki adet UOB bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi, bromoform, sürekli ölçüm istasyonlarından Horozgediği'nde sadece kış örneklemesinde tespit edilirken, diğeri, benzene, her iki istasyonda en sık tespit edilen UOB'ler arasında yer almıştır. Aliağa Merkez ve Horozgediği için kanserojenik risk seviyeleri betimleyici istatistikleri Tablo 3.44'de sunulmuştur. Hesaplanan değerlere göre her iki derişim seti için de kanser riski seviyelerinin kabul edilebilir seviye olan  $10^{-6}$ 'dan en az 100 kat daha küçük olduğu görülmektedir. Her iki istasyon içinde yaz ve kış benzene kanser riski seviyeleri ve her iki dönem için ayrı ayrı iki istasyonun verileri karşılaştırıldığında tüm farkların istatistiksel olduğu görülmüştür ( $p < 0.001$ ).

Pasif örnekleme yöntemiyle ölçüm yapılan 59 noktada da benzen sıklıkla tespit edilmiş olup hesaplanan kanser riski seviyeleri beş örnekleme döneminin ortalamasına incelendiğinde  $< 1 \times 10^{-8}$  iken üç noktada en az bir dönemde  $> 1 \times 10^{-7}$  olan değerler almıştır (maksimum  $3,6 \times 10^{-7}$ ). Pasif örneklemeden hesaplanan kanser riski değerlerinin coğrafi dağılımı Şekil 3.93'de sunulmaktadır.

**Tablo 3.44** Uçucu Organik Bileşikler için Kanser Riski Betimleyici İstatistikleri

İstatistik	Aliağa Merkez		Horozgediği		
	Kış Benzene	Yaz Benzene	Kış Bromoform	Kış Benzene	Yaz Benzene
Ortalama	8,06E-09	1,27E-08	2,61E-09	1,46E-08	2,69E-09
Standart Hata	5,49E-11	7,72E-11	1,72E-11	9,20E-11	1,70E-11
Ortanca	8,1E-09	1,28E-08	2,64E-09	1,47E-08	2,72E-09
Kip	8,01E-09	1,28E-08	2,68E-09	1,46E-08	2,74E-09
Standart Sapma	3,01E-10	4,23E-10	9,41E-11	5,04E-10	9,31E-11
Minimum	7,11E-09	1,13E-08	2,34E-09	1,29E-08	2,40E-09
Maksimum	8,68E-09	1,34E-08	2,78E-09	1,55E-08	2,85E-09



**Şekil 3.93** Ortalama Benzene Kanser Riski Seviyeleri Dağılımı



Horozgediği'nde nikel yaz örneklemede sıklıkla ölçülmediğinden kanser riski seviyeleri hesaplanmazken, bu noktada ve Aliğa Merkez'de kışın ölçülen derişimlerden hesaplanan risk seviyeleri sırasıyla ortalama  $10^{-10}$  -  $10^{-11}$  düzeyinde bulunmuştur. Diğer yandan, Aliğa Merkez'de yaz örneklemede ölçülen  $PM_{2,5}$  nikel derişimlerinin yarattığı kanser riski seviyeleri ortalama  $2,2 \times 10^{-7}$  iken en yüksek seviye  $8,6 \times 10^{-7}$  olmuştur (Tablo 3.45). Aliğa Merkez'de yaz-kış, ve Aliğa Merkez ile Horozgediği arasında kış için nikel kanser riski seviyeleri karşılaştırıldığında tüm farkların istatistiksel olduğu görülmüştür ( $p < 0.001$ ).

**Tablo 3.45**  $PM_{2,5}$ -Nikel için Kanser Riski Betimleyici İstatistikleri

İstatistik	Aliğa Merkez		Horozgediği	
	Kış	Yaz	Kış	Yaz*
Ortalama	6,86E-11	2,22E-07	2,79E-10	-
Ortanca	6,44E-11	1,91E-07	2,51E-10	-
Standart Sapma	5,20E-11	1,81E-07	1,88E-10	-
Minimum	2,05E-13	1,74E-09	6,70E-12	-
Maksimum	1,93E-10	8,55E-07	9,08E-10	-

\*Veri yetersizliği sebebiyle hesaplanamadı

### 3.5 Dağılım Modellemesi

#### 3.5.1 Çalışma Bölgesindeki Hava Kirletici Kaynakları

##### 3.5.1.1 Yakıtlar

Aliğa ilçesinde demir-çelik, rafineri, petrokimya gibi ağır sanayi tesislerinin bulunması bölgeyi ülkemizin en önemli yakıt tüketim merkezlerinden birisi haline getirmiştir. Bölgede kullanılan yakıtlar aşağıda özetlenmiştir:

**Doğal Gaz:** Sanayi tesislerinde enerji maliyetlerinin azaltılması için bölgeye doğal gaz getirilmiş ve tesislerin büyük çoğunluğu doğal gaza geçmiştir. BOTAŞ tarafından boru hattıyla getirilen doğal gazın yanı sıra denizden sıvılaştırılmış doğal gaz da getirilmekte ve boru hattıyla ulusal şebekeye bağlanmaktadır. Doğal gazın bölgeye gelmesiyle büyük ve küçük kapasiteli çok sayıda doğal gaza dayalı elektrik santrali da kurularak çalışmaya başlamıştır. Önceki yıllarda çok büyük oranlarda fuel oil tüketen TÜPRAŞ ve

PETKİM de kükürt dioksit emisyonlarının azaltılması amacıyla doğal gaz kullanmaya başlamışlardır. Doğal gazın konutlarda kullanımı çalışmaları ise sürdürülmektedir.

**Fuel oil:** Doğal gaz gelinceye kadar en önemli enerji kaynağı olan fuel oil, hem doğal gazın gelmesiyle hem de yüksek kükürt içeriği nedeniyle tercih edilmeyen bir yakıt konumuna gelmiştir. Önceki yıllarda TÜPRAŞ ve PETKİM’de 6 numara fuel-oil olarak adlandırılan ve yüksek oranda kükürt içeren sıvı yakıtın yerini daha az kükürt içeren 4 numara fuel oil almıştır. PETKİM ve TÜPRAŞ’ın bazı ünitelerinde halen fuel oil kullanımı sürmektedir.

**LPG:** Bölgedeki belirli küçük işletmeler ile gaz dolun ve depolama tesislerinde doğal gaz yerine kendi ürünleri olan sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kullanılmaktadır. TÜPRAŞ ve PETKİM’de bazı ünitelerinde ise kendi ünitelerinde üretilen bazı gaz ürünler yakıt olarak kullanılmaktadır.

**Kömür:** Bölgede sadece belirli sanayi tesislerinde ve konutlarda ısınma amaçlı olarak kömür kullanılmaktadır. Aliağa’nın liman kenti olması nedeniyle önemli oranda kömür ithal edilmekte, bazı özel tesislerde paketlenerek Ege Bölgesi ve diğer bölgelere satış için gönderilmektedir. Demir çelik ve bazı özel tesislerin ihtiyacını karşılamak üzere kömür kurutma tesisleri de Aliağa’da yer almaktadır.

**Pirina:** Zeytinin sıkılarak yağının alınmasından sonra geri kalan katı atık niteliğindeki zeytin posası ve çekirdeğinden oluşan pirina, kurutulduktan sonra yakıt olarak kullanılmaktadır. Bölgenin zeytin üretim bölgesi olması, pirinanın kömürlerin aksine çok düşük kül ve kükürt içermesinin yanısıra fiyatının da düşük olması bölgede pirina kömüre göre tercih edilen bir katı yakıt durumuna gelmiştir. Fırın, mandıra ve kalorifer kazanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bölgede kullanılan yakıtlardan kaynaklanan emisyonlar aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

### 3.5.1.2 Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar

Ülkemizin en önemli sanayi merkezlerinden birisi konumundaki Aliağa’da çok değişik sektörlerde ve farklı kapasitelerde çok sayıda sanayi tesisi bulunmaktadır. Bölgede yer alan sektörler;

- Rafineri
- Petrokimya
- Akaryakıt ve gaz dolun tesisleri
- Enerji üretim tesisleri
- Demir-çelik tesisleri (çelikhane + Haddehane)
- Haddehaneler
- Gübre
- Kağıt
- Atık geri kazanım tesisleri
- Gemi söküm tesisleri

gibi sanayi tesislerinin yanı sıra bunlara parça üretimi yapan yada bu tesislerin yanı sıra mamullerini değerlendiren çok sayıda küçük işletme bölgede yer almaktadır. Bölgedeki sanayi tesislerinin listesi aşağıda Tablo 3.46'da verilmiştir:

Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonların belirlenmesinde iki yöntem belirlenmiştir. Birinci yöntemde, öncelikle tüm tesislere birer anket formu gönderilerek işletmelerin tesis, üretim, yakıt ve baca bilgileri öğrenilmiştir. Kullanılan anket formu **EK 1'de** verilmiştir. Tesislerin proses ve yakıt türlerine göre uygun emisyon faktörleri kullanılarak saatlik bazda bu tesislerden kaynaklanabilecek emisyonlar hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda kullanılan emisyon faktörleri aşağıda Tablo 3. 47-3.49'da verilmiştir.

İkinci yöntem ise, sanayi tesislerinin bacalarında yapılan emisyon ölçüm sonuçlarının kullanılmasıdır. Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Hava Kirliliği Laboratuvarı tarafından tesislerin emisyon izni için gerekli ölçümler kapsamındaki bölgedeki en büyük kirletici kaynaklardan TÜPRAŞ, PETKİM ve demir çelik tesislerinde emisyon ölçümleri gerçekleştirilmiş ve bu emisyon ölçümlerinde belirlenen emisyonların kütleli debileri projedeki emisyon envanterinde doğrudan kullanılmıştır.

**Tablo 3.46** Aliğa'daki sanayi tesisleri

Akdemir Çelik San. Tic. A.Ş.	Ekor Geri Dönüş. Mad. AŞ	Nemrut Liman ve Boru Hat. İşletme.
Akdeniz Kimya San.	ENKA	Odak İnşaat Müh.
Akpet Gaz AŞ	Erşan Gıda	Opet Pet. AŞ
ALOSBİ	Gemi Sök. Derneği	Özkan D.Ç AŞ
ALPET Dolum Tesisi	Habaş	Pegagaz AŞ
Astaş Madencilik	Hitaş Hurdacılık	Petline Pet.Ürünleri tic
Aygaz AŞ	İDÇ Liman İşletmeleri AŞ	Petrol Ofisi AŞ Aliğa Terminal Müd.
Batı Çim AŞ	İmsan AŞ	Petrol Ofisi AŞ LPG Dolum Tes.
BATIÇİM A.Ş.	İpragaz	PETKİM
BP Gaz AŞ	İzmir D.Ç (İDÇ)	Sider ( Erege)
Çebitaş D.Ç AŞ	Karbon Aray En.Mad.Nak.ve Tic.AŞ	Sözer D.Ç AŞ
Damla Petrol Tic.	Karbon Tay	Süper Enerji
Diğeray Çelik End.	Kardemir Had.	Total Oil Türkiye AŞ
Dört Yıldız D.Ç	Kılıçlar Hurdacılık	Totalgaz AŞ
Ege Çelik	Kocaer AŞ	TÜPRAŞ
Ege Gaz AŞ	Liman İşletmeleri ve Nak. AŞ	Turcas Pet. AŞ (Shell-Turcas Petr)
Ege Gübre	Makine ve Kimya End. Kur. Hurda. İşletme.	Turkuaz Petrolleri AŞ
Egelim AŞ	Mega Yağ San. AŞ	Urla Makine A.Ş.
Ekin Ata AŞ	Milangaz AŞ	

**Tablo 3.47** Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonların tahmininde kullanılan emisyon faktörleri (literatür birimlerine göre)

	<b>PM</b> kg/m <sup>3</sup> -kg/ton	<b>SOx</b>	<b>NOx</b> g/GJ	<b>VOC</b>	<b>CO</b>
		20000(S/H)			
Linyit	3,4*A	(1-r)	150	30	16
Fuel oil-6	1,12S+0,37	490,S	180	10	15
Fuel oil-4	0,84	490,S	180	10	15
Motorin	Yok	490,S	180	10	15
LPG	0,07	-	100	3	10
Odun	4.4	-	200	80	30
Pirina	Yok	-	280	4	30

**Not:** A=kül yüzdesi (%), S=kükürt yüzdesi (%), H=ısı değer (MJ/kg)

**Tablo 3.48** Emisyon faktörleri için yapılan kabuller

<b>Yakıtlar</b>	<b>Isıl Değer</b> (MJ/kg)	<b>Kükürt</b> (%)	<b>Kül (%)</b>	<b>Yoğunluk</b> (t/m <sup>3</sup> )
Fuel oil-6	41,00	3,00		0,96
Fuel oil-4	42,50	1,50		0,84
Linyit	12,10	1,50	21,50	
LPG	45,40			0,55
Odun	16,00			
Biomass	9,50			

**Tablo 3.49** Çalışmada kullanılan ton yakıt başına emisyon faktörleri

<b>Yakıt</b>	<b>PM</b>	<b>SOx</b>	<b>NOx</b>	<b>VOC</b>	<b>CO</b>
	Kg emisyon/ton yakıt				
Linyit	73,10	21,00	1,82	0,36	0,19
Fuel oil-6	3,89	60,27	7,38	0,41	0,62
Fuel oil-4	0,88	31,24	7,65	0,43	0,64
Motorin	0,88	31,24	7,65	0,43	0,64
LPG	0,07	X	4,54	0,14	0,45
Odun	4,4	X	3,20	1,28	0,48
Pirina	X	X	2,66	0,29	0,29

Sanayi tesisleri ile ilgili emisyon envanterindeki en büyük eksiklik, tesislerde değişik koşullarda oluşabilecek emisyon kaçaklarının dikkate alınamamasıdır. Örneğin, bir tesiste toz emisyonu kontrolü için bir filtre sistemi varsa, bu filtrenin sürekli ve düzenli olarak çalıştırıldığı kabul edilmiştir. Açık alanlarda depolanan hammadde, ürün yada atıklardan oluşabilecek emisyonların miktarlarının tahmin edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle özellikle partikül madde (toz) emisyonlarının gerçek değerlerin altında olduğunu tahmin etmekteyiz.

Sanayi tesislerinden anket formunda belirtilen bilgilerden emisyon faktörlerine göre hesaplanan yada doğrudan ölçümle belirlenen partikül madde, kükürt dioksit, azot oksitler ve karbon monoksit emisyonları kg/saat olarak aşağıda Tablo 3.50-3.52’de verilmiştir. Anket ve ölçüm çalışmalarında firmalara vermiş olduğumuz gizlilik taahhüdü kapsamında tesis isimleri belirtilmemiştir. Bazı tesislerde birden fazla baca da bulunmakta olup, tüm tesislerdeki bacalar sıralı olarak verilmiştir.

**Tablo 3.50** Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar (kg/saat)

<b>Baca No</b>	<b>PM</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>
Baca 1	11,050	36,050	9,610	96,650
Baca 2	8,040	11,310	24,800	146,070
Baca 3	3,610	49,240	31,720	118,810
Baca 4	20,440	399,000	533,270	4979,210
Baca 5	9,190	36,330	12,910	124,170
Baca 6	0,074	0,000	0,840	0,000
Baca 7	0,004	0,000	0,360	0,100
Baca 8	0,146	0,012	1,923	1,616
Baca 9	0,507	0,040	6,674	5,606
Baca 10	0,808	8,670	7,650	0,320
Baca 11	0,328	0,000	3,110	0,130
Baca 12	0,361	0	3,42	0,143
Baca 13	9,980	0,000	156,600	0,000

**Tablo 3.51** Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar (kg/saat)  
(Devam)

<b>Baca No</b>	<b>PM</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>
Baca 14	0,152	0,012	2,002	1,682
Baca 15	0,030	0,002	0,389	0,327
Baca 16	13,470	3,685	0,774	0,031
Baca 17	0,007	0,001	0,223	0,038
Baca 18	0,003	0,000	0,102	0,017
Baca 19	0,05	0	3,26	0,46
Baca 20	0,130	3,441	0,719	0,076
Baca 21	0,550	12,700	7,970	0,840
Baca 22	0,010	0,410	1,520	0,040
Baca 23	5,360	5,180	23,020	1,250
Baca 24	19,810	202,700	41,460	3,050
Baca 25	2,060	13,150	9,020	0,610
Baca 26	0,010	0,000	0,340	0,250
Baca 27	0,060	0,000	14,140	1,740
Baca 28	0,070	0,000	12,830	0,510
Baca 29	0,080	0,000	0,700	5,240
Baca 30	0,070	0,000	12,780	0,660
Baca 31	0,090	0,000	13,400	2,280
Baca 32	0,060	0,000	14,200	0,610
Baca 33	0,080	0,000	10,830	0,790
Baca 34	0,160	0,000	20,290	2,240
Baca 35	0,050	0,000	13,280	1,310
Baca 36	0,000	0,000	0,15	0,05
Baca 37	23,440	0,000	0,370	0,050
Baca 38	0,000	0,000	0,350	0,080

**Tablo 3.52** Sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar (kg/saat)  
(Devam)

Baca No	PM	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO
Baca 39	0,220	0,000	3,560	0,000
Baca 40	0,73	0	61,75	4,68
Baca 41	0,82	0	49,42	8,25
Baca 42	6,930	0,000	29,800	1,850
Baca 43	0,74	0	63,04	12,79
Baca 44	0,55	0	18,93	11,30
Baca 45	1,340	15,220	15,200	0,000
Baca 46	0,990	15,770	11,780	0,000
Baca 47	1,160	19,890	19,630	0,000
Baca 48	0,250	2,040	2,920	0,000
Baca 49	3,750	56,090	46,870	0,000
Baca 50	0,040	3,890	6,430	0,400

### 3.5.1.3 Evsel ısınmadan kaynaklanan emisyonlar

Şimdi kadar bölgede evsel ısınmadan kaynaklanan emisyonlara yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Ne Aliğa Belediyesi'nde ne de Kaymakamlıkta bu emisyonların hesaplanmasına yönelik yeterli kalitede veri bulunmamaktadır. Bunun nedeni de ilçede sanayiden kaynaklanan emisyonların çok baskın konumda olmasıdır.

Proje kapsamında yapılan araştırmalarda, belediyenin su abone kayıtlarından 2008 yılı itibariyle ilçede 12844 konut, 1726 ticari işletme/ofis, 173 inşaat, 18 resmi daire ve 14 okul bulunmaktadır. İlçede satılan yıllık toplam odun miktarı 875 ton, toplam kömür satışı ise 4800 ton'dur. Bu satışlarda ilçeye bağlı köylerin ihtiyaçlarının da bulunduğu dikkate alınırsa bu değerler sanayi emisyonlarına göre çok düşük kalmaktadır. Büyük kapasiteli sanayi tesislerine bağlı lojmanların dışında fazla sayıda merkezi ısıtma sistemi bulunmamaktadır. Bölgede kış sezonunun kısa ve ılık geçmesi nedeniyle konutlarda ısınma ihtiyacının yazın soğutma amaçlı kullanılan klimalar ile



karşılanmasının yaygınlaştığı görülmektedir. Yapılan kişisel görüşmelerde çoğu motorinli olan kat kaloriferlerinin bile çalıştırılmadığı ve klimanın tercih edildiği belirtilmiştir.

Hem evsel ısınma amaçlı yakıt miktarının düşük olması hem de yerleşim alanlarında kat yoğunluğunun çok fazla olmaması nedeniyle evsel ısınmadan kaynaklanabilecek emisyonlar dağılım modeli çalışmasında ihmal edilmiştir.

#### *3.5.1.4 Trafikten kaynaklanan emisyonlar*

Aliağa İlçesindeki büyük sanayi tesislerinin merkezlerini İstanbul'da olması, bölgedeki trafiğin yerel araçlardan çok sanayi tesislerine gidip gelen ticari araçlardan kaynaklanması nedenleriyle araç sayısı ve bu araçlardan kaynaklanan emisyonlara yönelik çalışma şimdiye kadar yapılmamıştır. Ancak genel olarak incelendiğinde trafiğin ağırlıklı olarak üç bölgede yoğunlaştığı görülmektedir:

- İzmir-Çanakkale Karayolu: İzmir'i kuzeye bağlayan bu karayolunda hem şehirlerarası seyahat eden araçlar; hem Çandarlı, Dikili, Ayvalık gibi yazlıklara gidip-gelen araçlar hem de ilçedeki sanayi tesislerine gidip-gelen araçlar bulunmaktadır. Günün saatlerine göre bu karayolundaki araç profilleri binek/ticari/ağır vasıta değişmektedir.
- Aliağa-Foça Karayolu: Aliağa'nın ve İzmir'in Yeni Foça ve Eski Foça ilçelerine ulaşımını sağlayan bu yol Nemrut Sanayi bölgesinden geçtiği için çok yoğun bir ağır vasıta trafiğine sahiptir. Bölgedeki beş adet çelikhanenin limanlardan hammadde nakliyesini sağlayan araç trafiğinin yoğun olması nedeniyle demir çelik tesislerini limana bağlayan yol ayrılarak ağırlıklı olarak ağır vasıta araçlarına tahsis edilmiş bir konuma gelmiştir. Günün tüm saatlerinde yoğun olan ağır vasıta trafiğine büyük tesislerin vardiya değişimlerinde servis otobüsleri de eklendiğinde oldukça önemli bir trafik oluşmaktadır. Bu bölgede trafikteki araçların eksozlarından çıkan emisyonlardan belki de daha önemlisi ağır vasıta trafiği ve yüksek tonaj nedenlerine bağlı olarak yol kaplamalarının bozulması ve bu yollardan çok aşırı toz emisyonunun oluşmasıdır.
- Aliağa-Gemi Söküm Bölgesi Karayolu: İzmir-Çanakkale yolundan TÜPRAŞ, PETKİM ve gemi söküm bölgesindeki tesislere ulaşımı sağlayan bu karayolu da neredeyse tamamen ağır vasıta araçlarının yer

aldığı bir yol olup bunların çoğunluğunu da akaryakıt taşıma tankerleri oluşturmaktadır.

Bölgede trafikten kaynaklanan emisyonların tam olarak belirlenebilmesi için çok kapsamlı bir araç sayım çalışması yapılması gerekmektedir. Bu araç türlerinin ve güzergahlarının belirlenmesi ile trafik kaynaklı emisyonların katkısının hesaplanması mümkündür. Buradaki hata payının azaltılması için de karayollarının bakımlarının yapılması ve bu yolların çok önemli bir toz kaynağı konumunun giderilmesi gerekir.

### 3.5.2 Kullanılan Dağılım Modeli

Kirletici kaynakların yayınladığı emisyonların bölge atmosferinde oluşturacağı kirletici konsantrasyonlarının hesabında USEPA (United States - Environmental Protection Agency)'nın ISC-ST3 (Industrial Source Complex - Short Term3) modeli kullanılmıştır.

ISC-ST3 modeli , çok sayıda ve farklı türde kirletici kaynaktan atmosfere bırakılan kirletici gaz ve tozların, farklı mesafelerdeki yer seviyesi konsantrasyonlarını ve çökme miktarlarını hesaplayabilen Gauss tipi bir modeldir. Model ile kirleticilerin kısa süreli ortalama (1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 ve 24 saatlik) konsantrasyon ve çökme değerlerini hesaplamak mümkündür. ISC-ST3 modeli üç tip kirletici kaynak türü ile çalışabilir : noktasal, alansal ve hacimsel.

Noktasal kaynaklar (bacalar) için ISC-ST3 modeli, yer seviyesinden yüksekte bulunan ve sürekli emisyon yayan kaynaklar için geliştirilmiş hareket etmeyen (sabit) Gauss dağılım eşitliğini kullanmaktadır. Her bir kaynak ve saat için, kaynağa ait koordinat sisteminin orijini, yer seviyesinde kaynağın bulunduğu noktadır. Pozitif X eksenini rüzgarın esme yönünü, y eksenini buna dik olan yönü ve z eksenini ise düşey yönde ilerleyen eksenini göstermektedir. Sabit alıcı ortam noktalarının (tepe noktalarının) yerleri her bir kirletici kaynağın koordinat sistemine göre tanımlanır. Bir alıcı noktadaki toplam konsantrasyon, her bir kaynağın bu noktadaki konsantrasyonlarının toplamıdır.

Hareket etmeyen (sabit) Gauss duman dağılımı için saatlik konsantrasyon belli bir x ve y mesafelerinde aşağıdaki gibi bulunur.

$$X = \frac{Q.K.V.D}{2.\pi.u_s.\sigma_y.\sigma_z} \exp\left[-0.5\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

Burada;

Q : emisyon

K : birim dönüştürücü faktör (Q : g/s ve C : µg/m<sup>3</sup> olursa K=1x10<sup>6</sup> olmalıdır)

V : düşey terim

D : bozunma terimi

$\sigma_y.\sigma_z$  : konsantrasyon dağılımının yatay ve düşey yöndeki standart sapmaları (m)

$u_s$  : baca yüksekliğinde rüzgar hızı

Düşey terim; kaynak rakımının, alıcı ortam rakımını, duman yükselmesinin, karışma yüksekliğinin ve partiküllerin ağırlıklarından dolayı çökmesinin etkilerini içeren ifadedir.

### 3.5.2.1 Kirletici kaynakların bölge hava kalitesine katkıları

Bu çalışmada, Aliağa Ağır Sanayi Bölgesi'ndeki sanayi tesislerinden atmosfere verilen kükürt dioksit, partikül madde ve azot dioksit emisyonlarının çevre havasında oluşturduğu yer seviyesi konsantrasyonları hesaplanmıştır. Çalışmada incelenen sanayi tesisleri ve emisyonları Tablo 3.50-3.52'de verilen emisyonlardır.

Hesaplamalarda, Aliağa kent merkezinde bulunan ve T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı 17787 istasyon numaralı otomatik meteoroloji istasyonuna ait saatlik veriler (rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık, bulutluluk, vb.) kullanılmıştır.

Modelleme çalışmaları eş zamanlı olması açısından projede gerçekleştirilen 5 pasif örnekleme dönemi için ayrı ayrı yapılmıştır. Pasif örnekleme ile hava kalitesi ölçümlerinde örnekleme süresinde (7-8 gün) tek bir ortalama değer elde edildiğinden örnekleme periyodunda hesaplanan saatlik değerlerin örnekleme sürelerine göre ortalama değerleri hesaplanmıştır. Model

çalışmalarının yapıldığı aynı zamanda pasif örnekleme dönemlerini gösteren tarihler aşağıdaki gibidir :

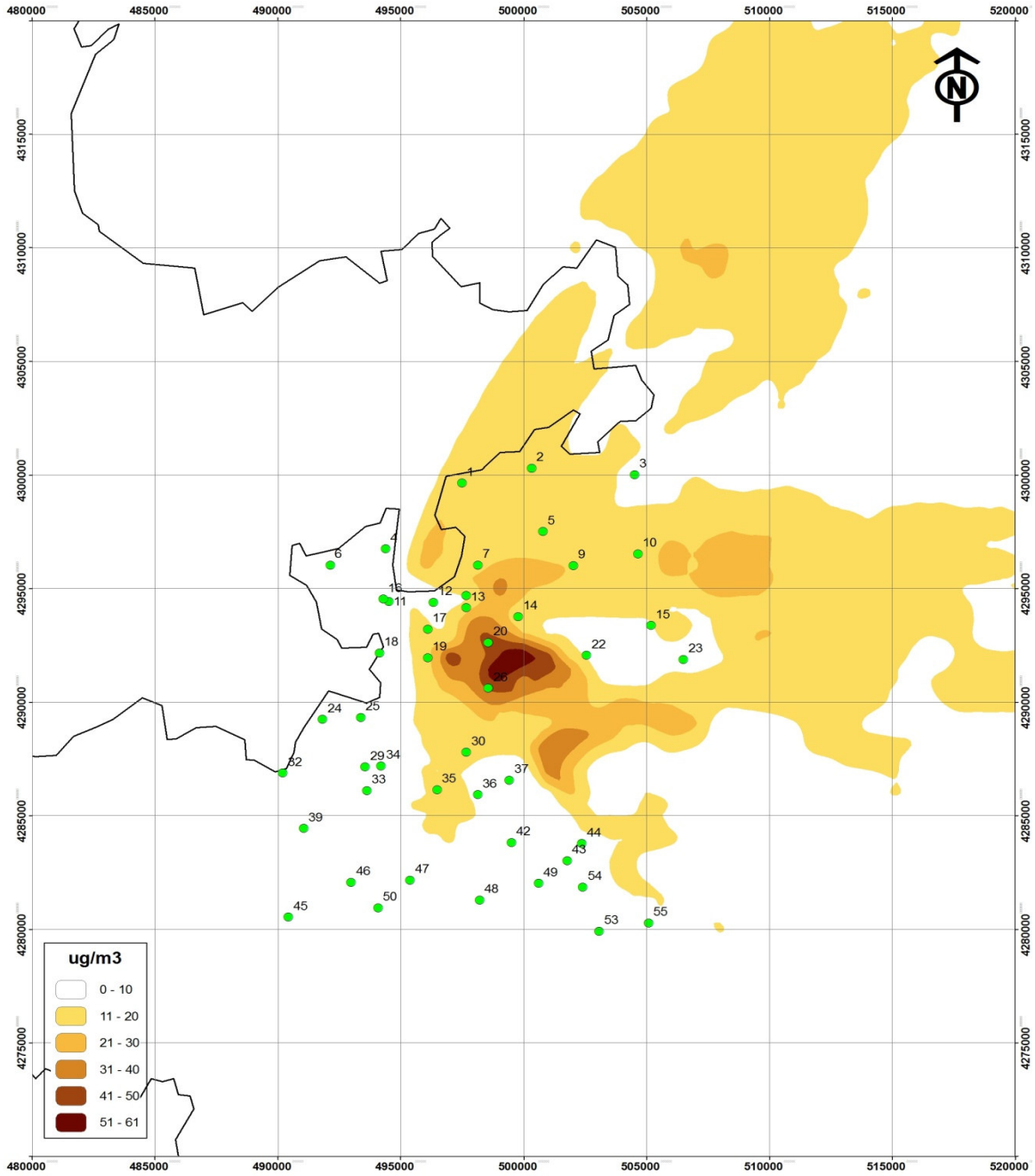
- 1.Pasif Örnekleme Dönemi : 19 – 27 Aralık 2005
- 2.Pasif Örnekleme Dönemi : 21 – 28 Mart 2006
- 3.Pasif Örnekleme Dönemi : 19 – 26 Haziran 2006
- 4.Pasif Örnekleme Dönemi : 29 Ağustos – 5 Eylül 2006
- 5.Pasif Örnekleme Dönemi : 9 – 16 Şubat 2007

Saatlik meteorolojik veriler, bölgenin topografik koşulları ve tesis bilgileri kullanılarak model çalışması, 40 km x 50 km 'lik bir grid sistemi için yapılmıştır. Bu inceleme alanı 1 km'lik gridlere değil, daha detaylı bir çalışma yapabilmek için 500 m'lik gridlere bölünmüştür.

Yapılan model çalışmaları sonucunda saatlik meteoroloji verileri kullanılarak pasif örnekleme haftalarında bütün saatler için hesap yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen ortalama dönemlik değerler SO<sub>2</sub> için Şekil 3.94, 3.95, 3.96, 3.97 ve 3.98'de PM<sub>10</sub> kütlesi için Şekil 3. 99, 3.100, 3.101, 3.102 ve 3.103', NO<sub>2</sub> için ise 3.104, 3.105, 3.106, 3. 107 ve 3. 108'de ayrı ayrı harita olarak verilmiştir.

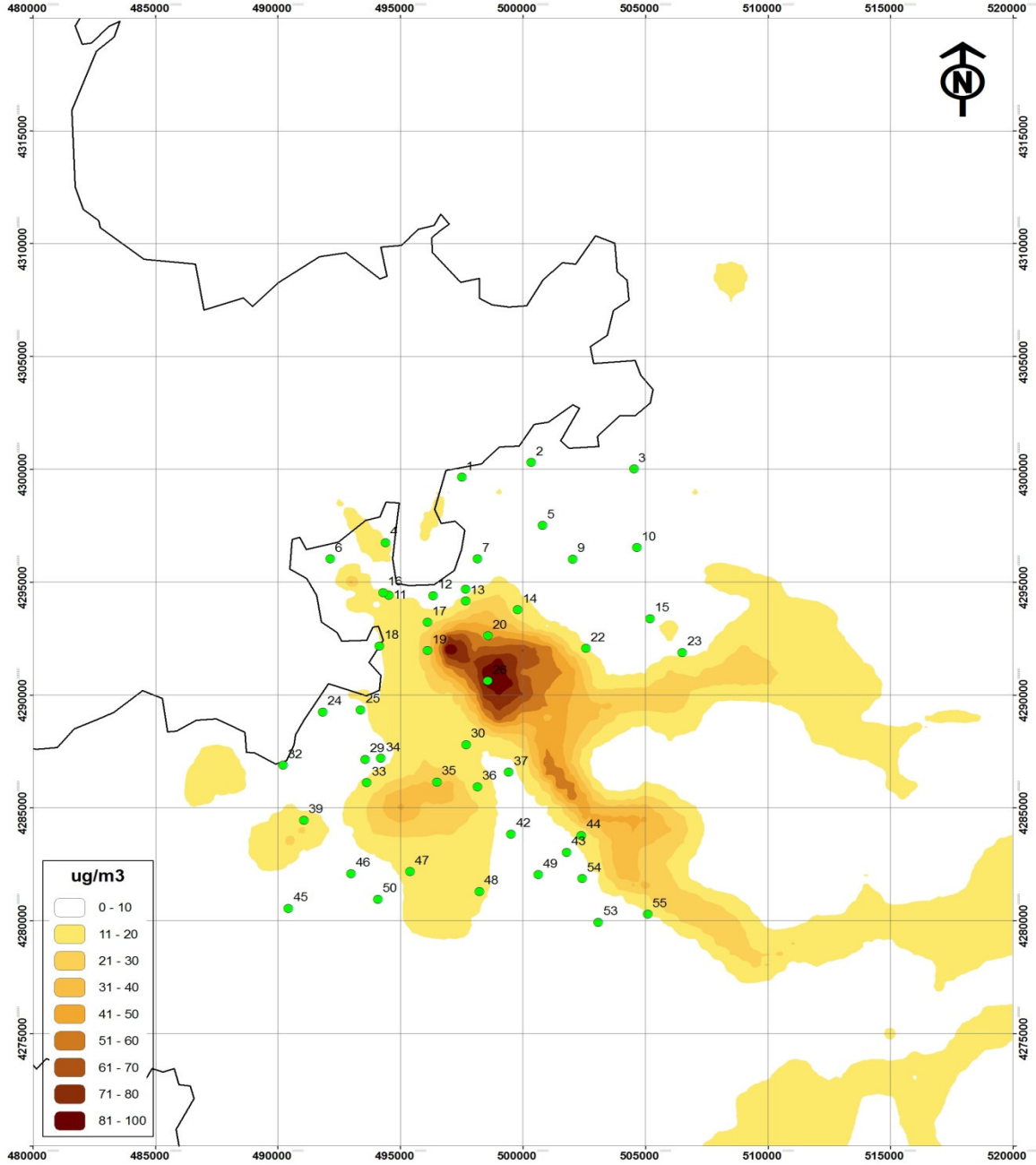
Model çalışmaları ile elde edilen dönemlik (haftalık) ortalama konsantrasyonlar aynı haftalarda pasif örnekleme yöntemiyle çalışma alanı içinde 46 ayrı noktada ölçülmüş ölçüm değerleriyle tek tek kıyaslanmıştır. Daha detaylı bir kıyaslama, Horozgediği köyünde kurulu bulunan ve İzmir Elektrik Üretim A.Ş.'ye ait olan sürekli ölçüm istasyonunda ölçülen günlük ortalama değerlerle de yapılmıştır.

## SO<sub>2</sub> DAĞILIMI (1. DÖNEM)



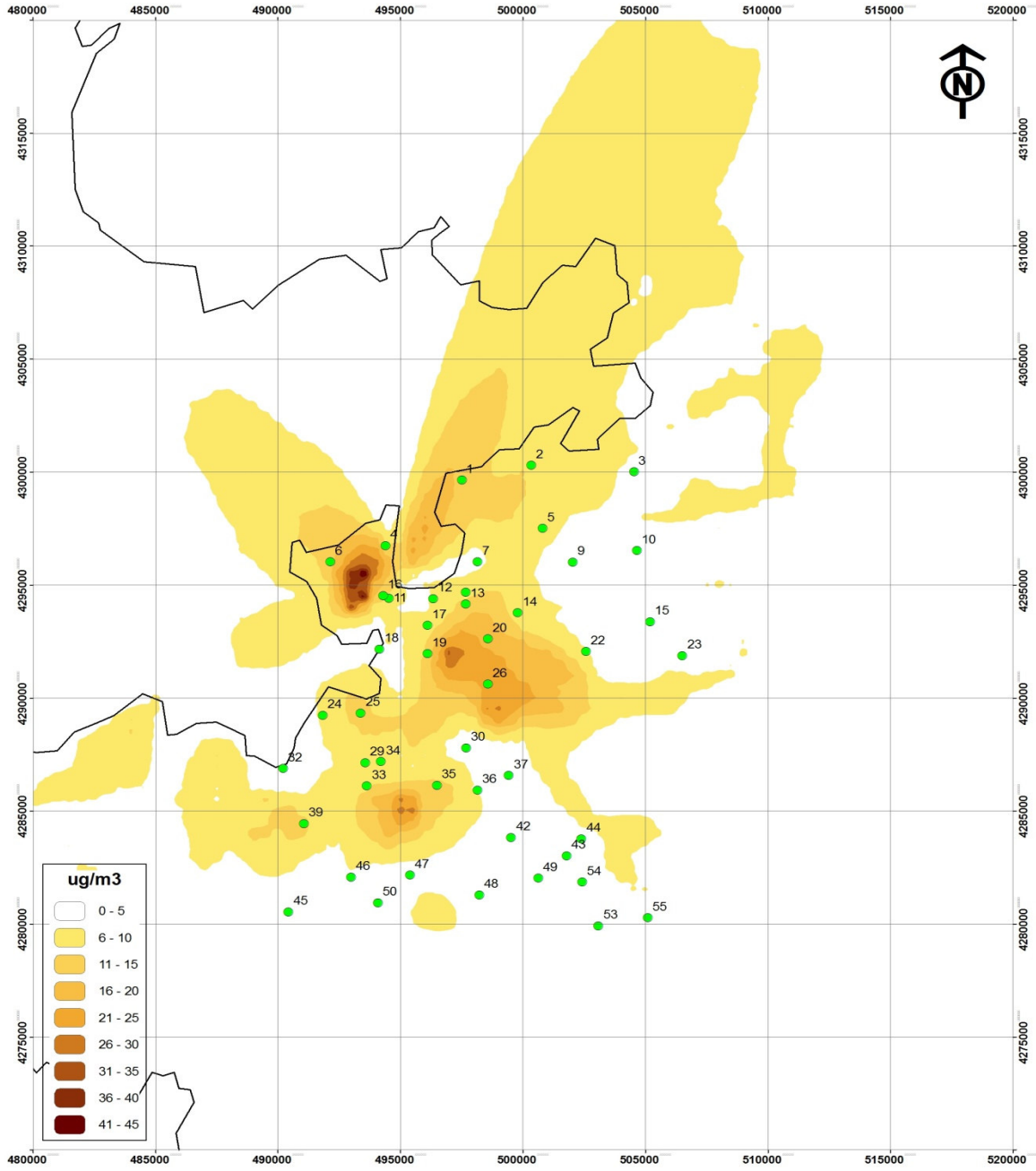
**Şekil 3.94** Birinci ölçüm döneminde SO<sub>2</sub> dağılım modeli sonuçları

## SO<sub>2</sub> DAĞILIMI (2. DÖNEM)



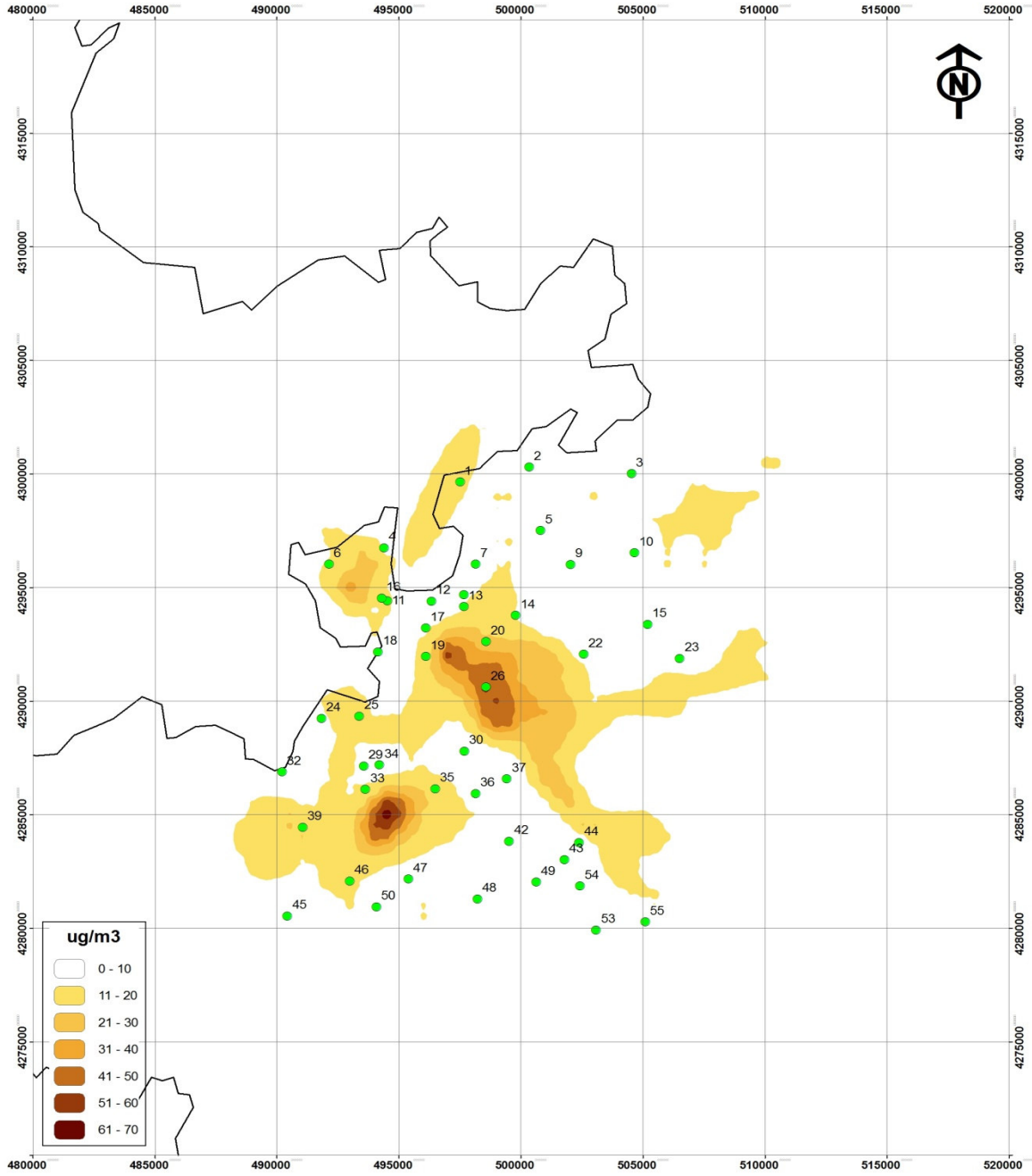
**Şekil 3.95** İkinci ölçüm döneminde SO<sub>2</sub> dağılım modeli sonuçları

## SO<sub>2</sub> DAĞILIMI (3. DÖNEM)



Şekil 3.96 Üçüncü ölçüm döneminde SO<sub>2</sub> dağılım modeli sonuçları

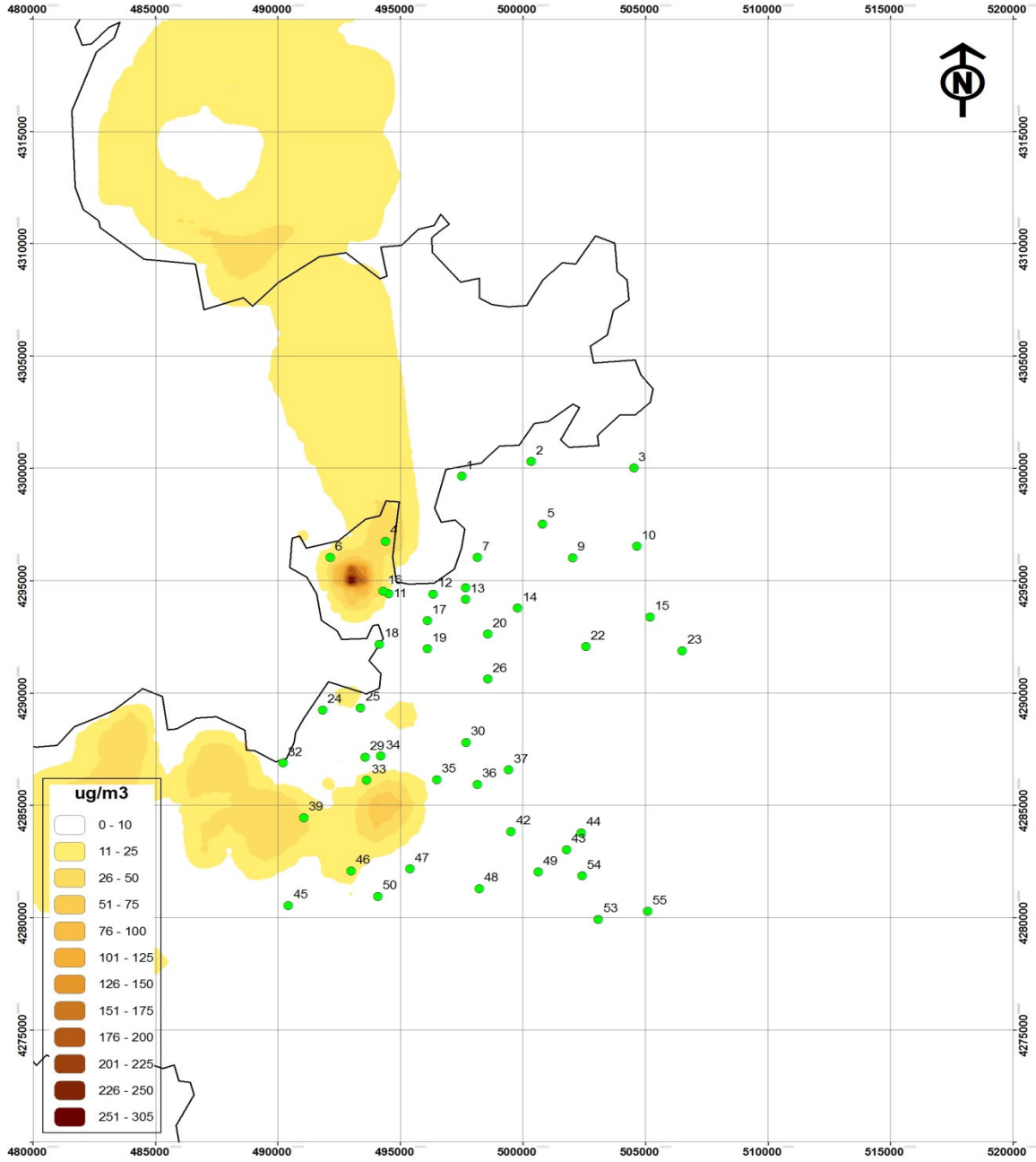
## SO<sub>2</sub> DAĞILIMI (4. DÖNEM)



**Şekil 3.97** Dördüncü ölçüm döneminde SO<sub>2</sub> dağılım modeli sonuçları

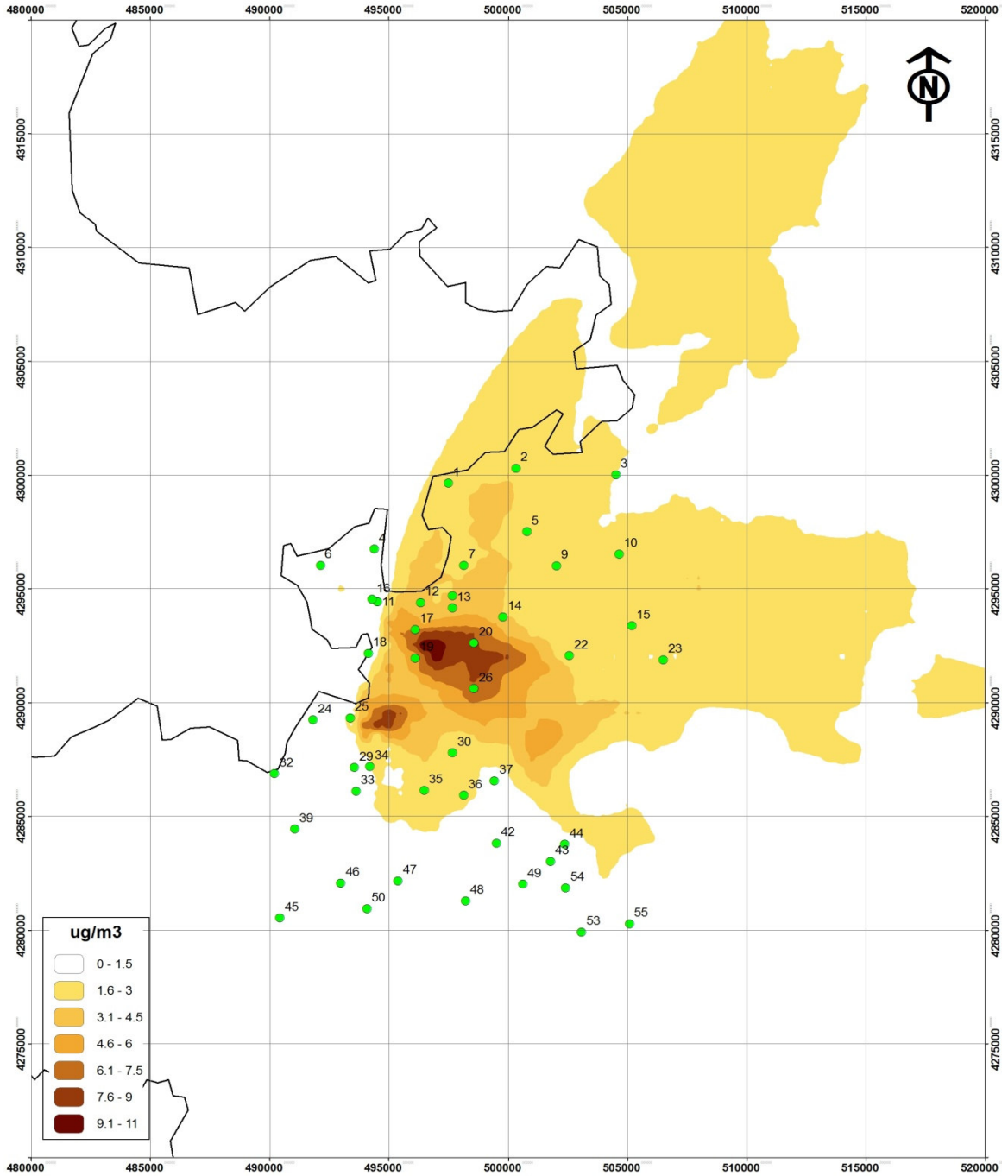


## SO<sub>2</sub> DAĞILIMI (5. DÖNEM)



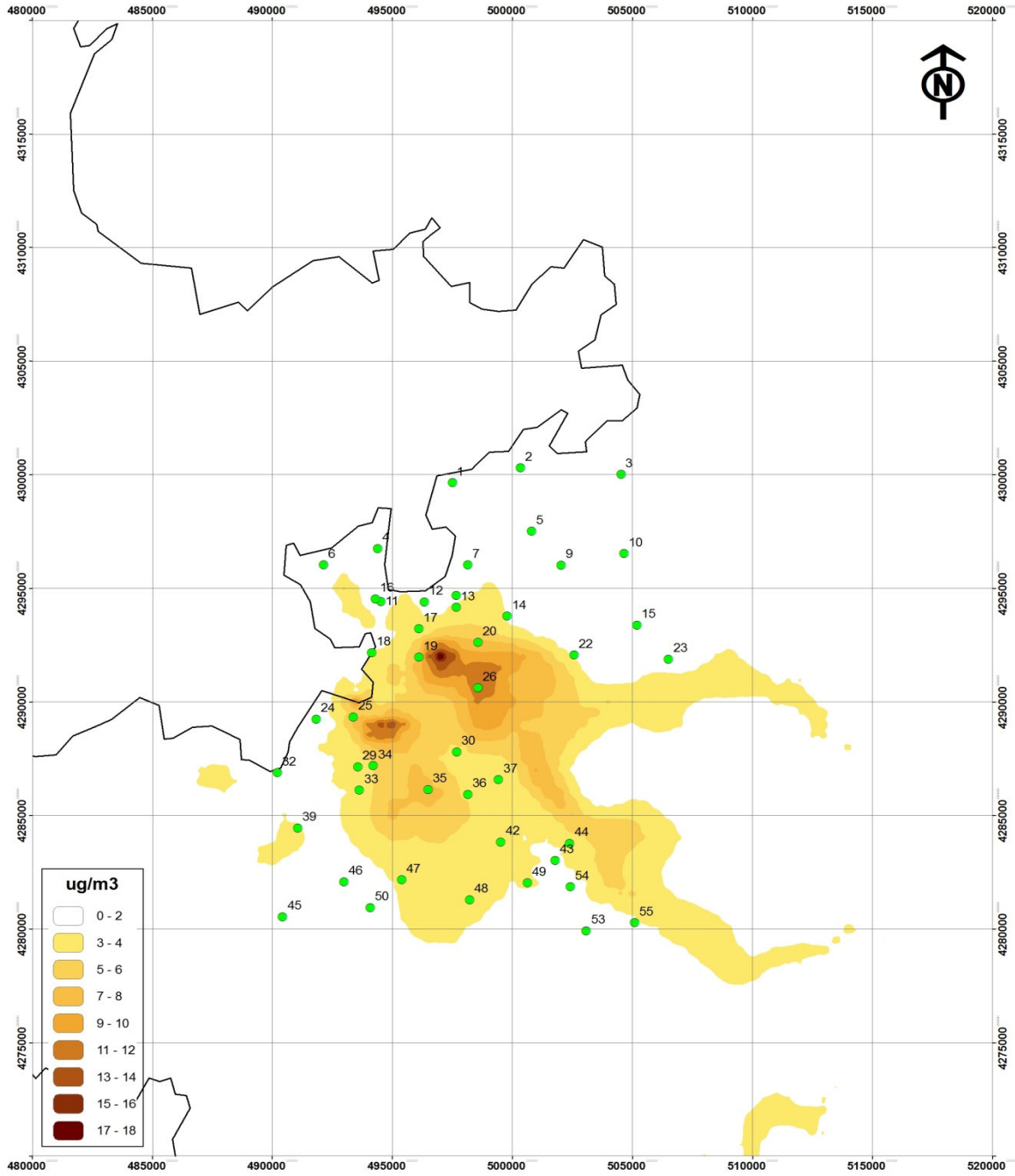
**Şekil 3.98** Beşinci ölçüm döneminde SO<sub>2</sub> dağılım modeli sonuçları

## PM10 DAĞILIMI (1. DÖNEM)



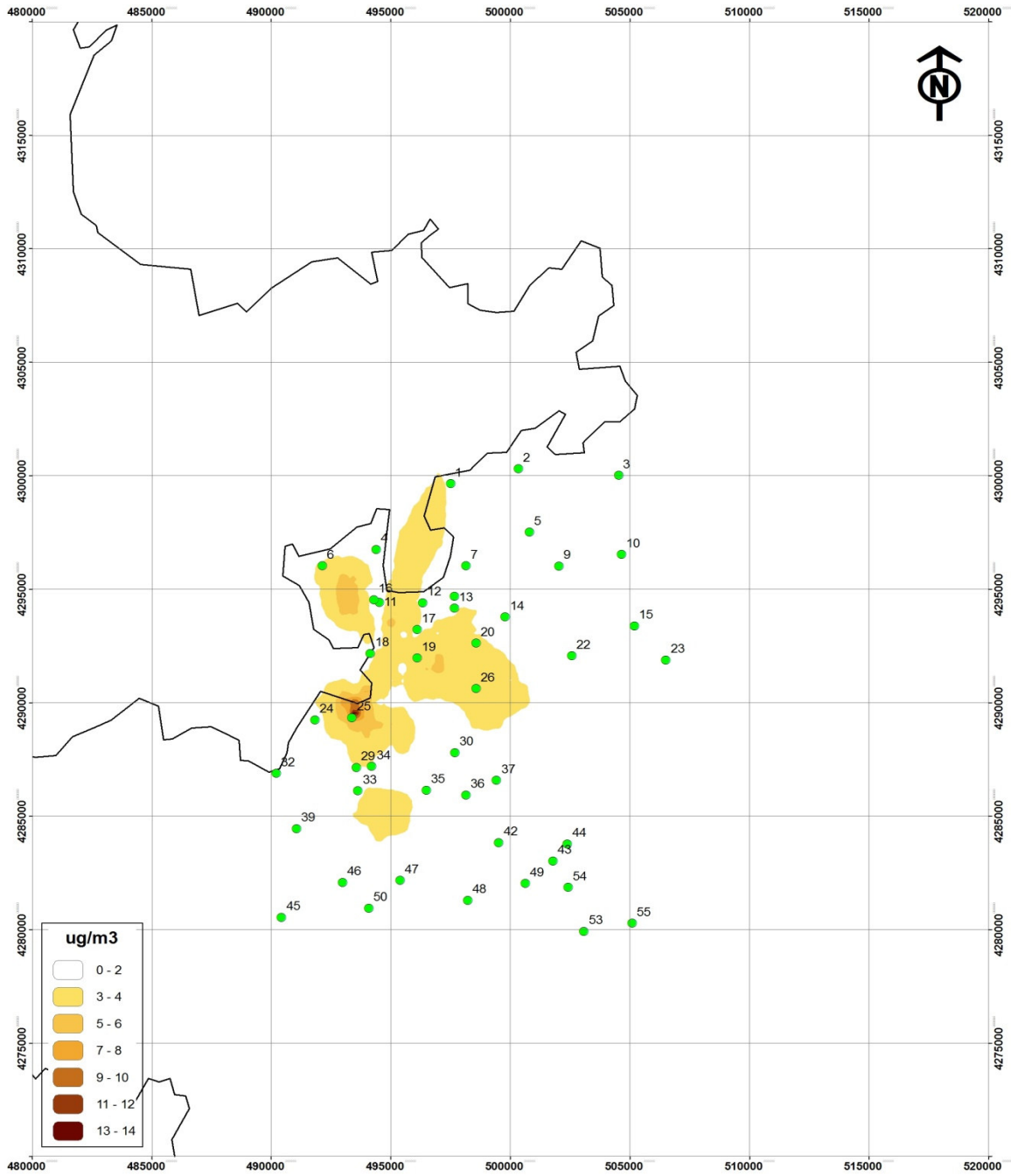
**Şekil 3.99** Birinci ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları

## PM10 DAĞILIMI (2. DÖNEM)



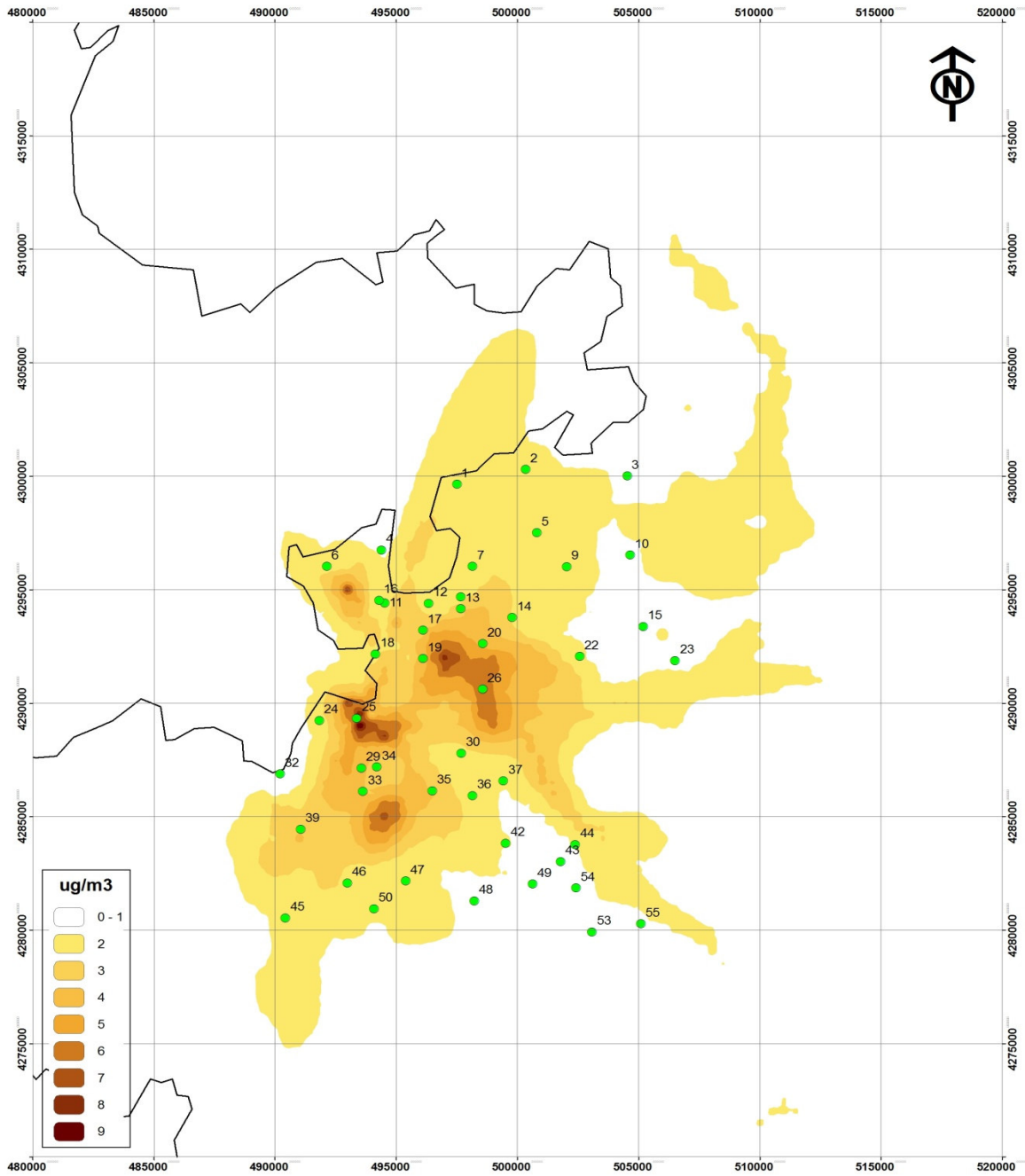
**Şekil 3.100** İkinci ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları

## PM10 DAĞILIMI (3. DÖNEM)



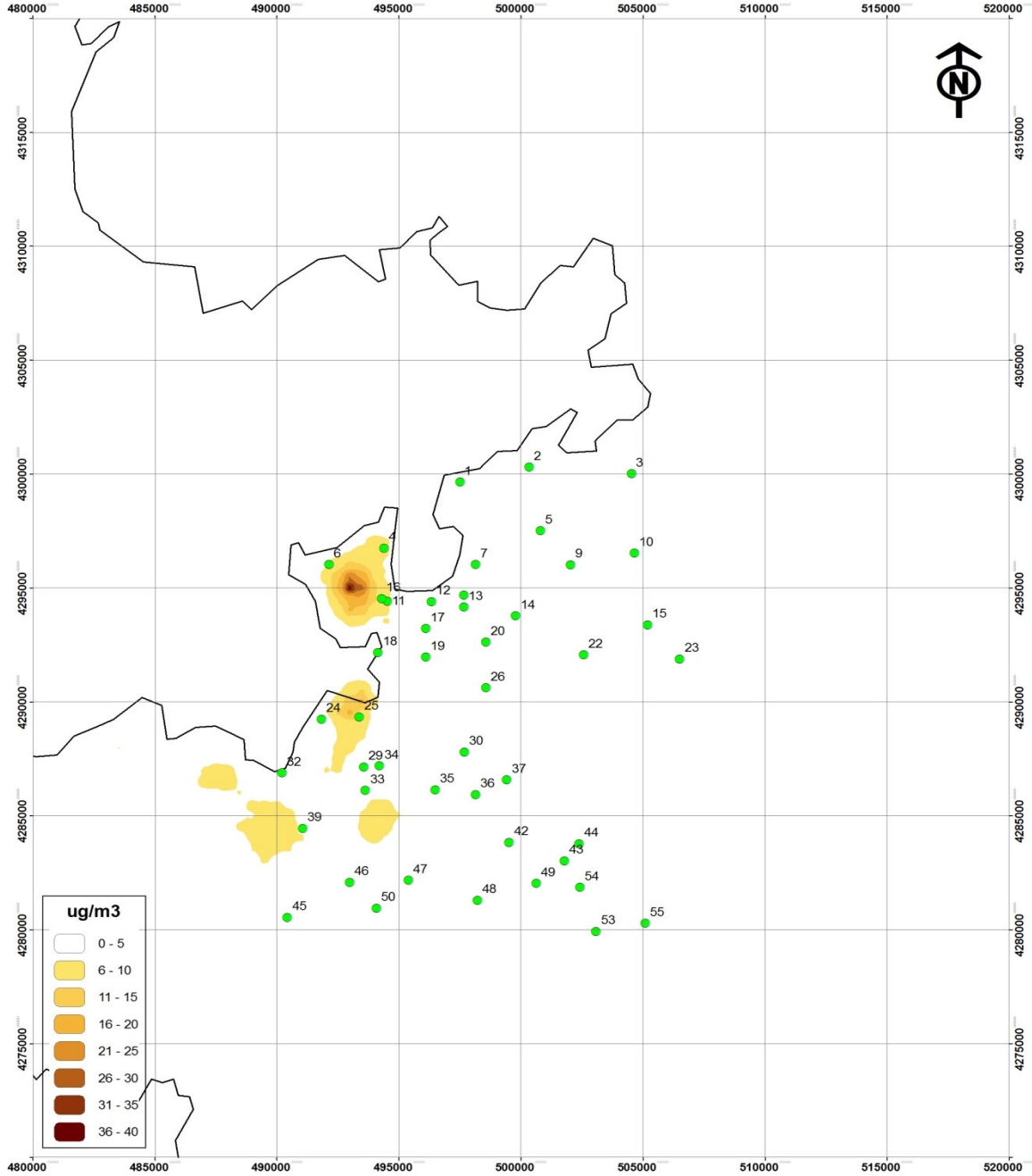
**Şekil 3.101** Üçüncü ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları

## PM10 DAĞILIMI (4. DÖNEM)



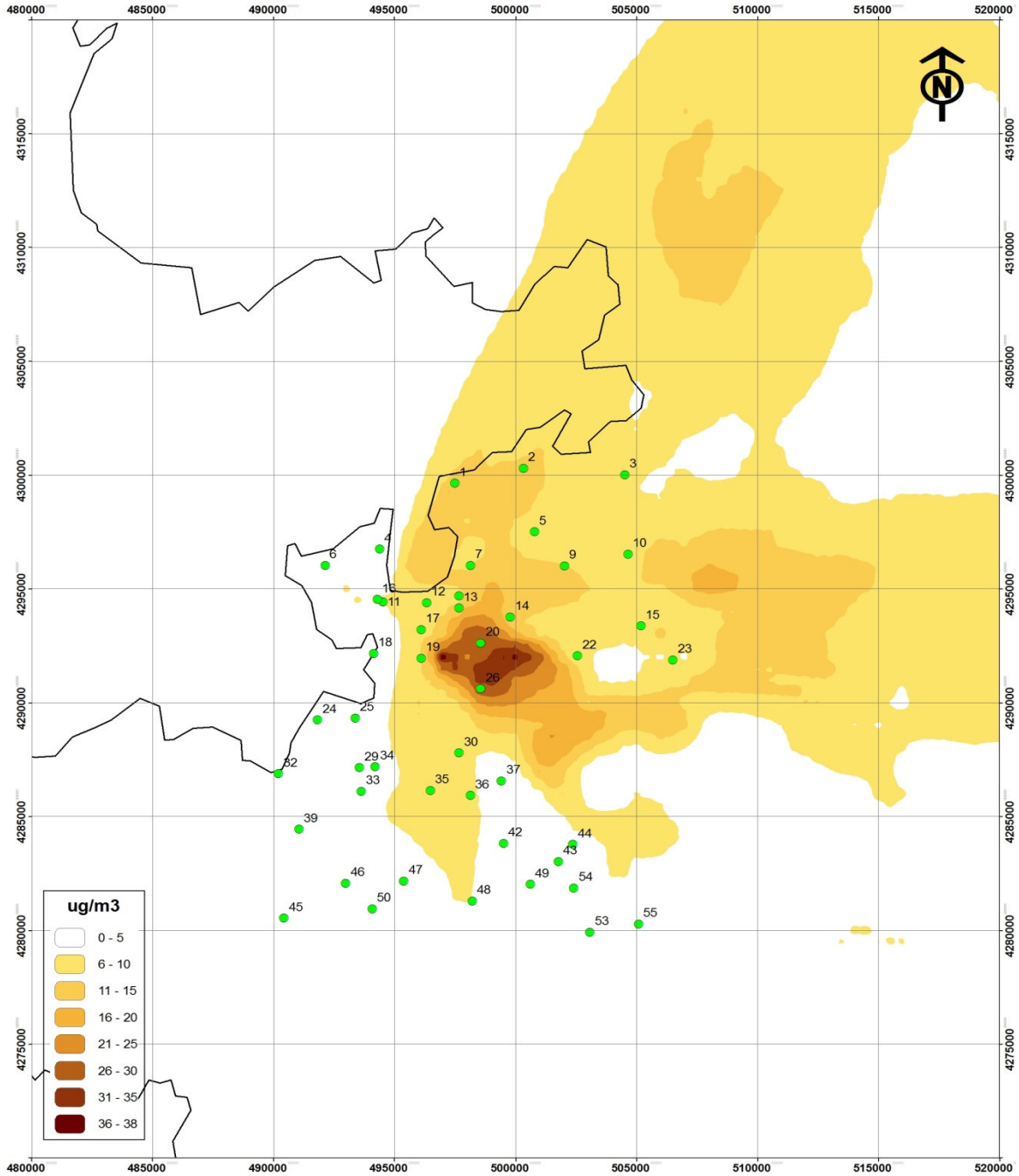
**Şekil 3.102** Dördüncü ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları

## PM10 DAĞILIMI (5. DÖNEM)



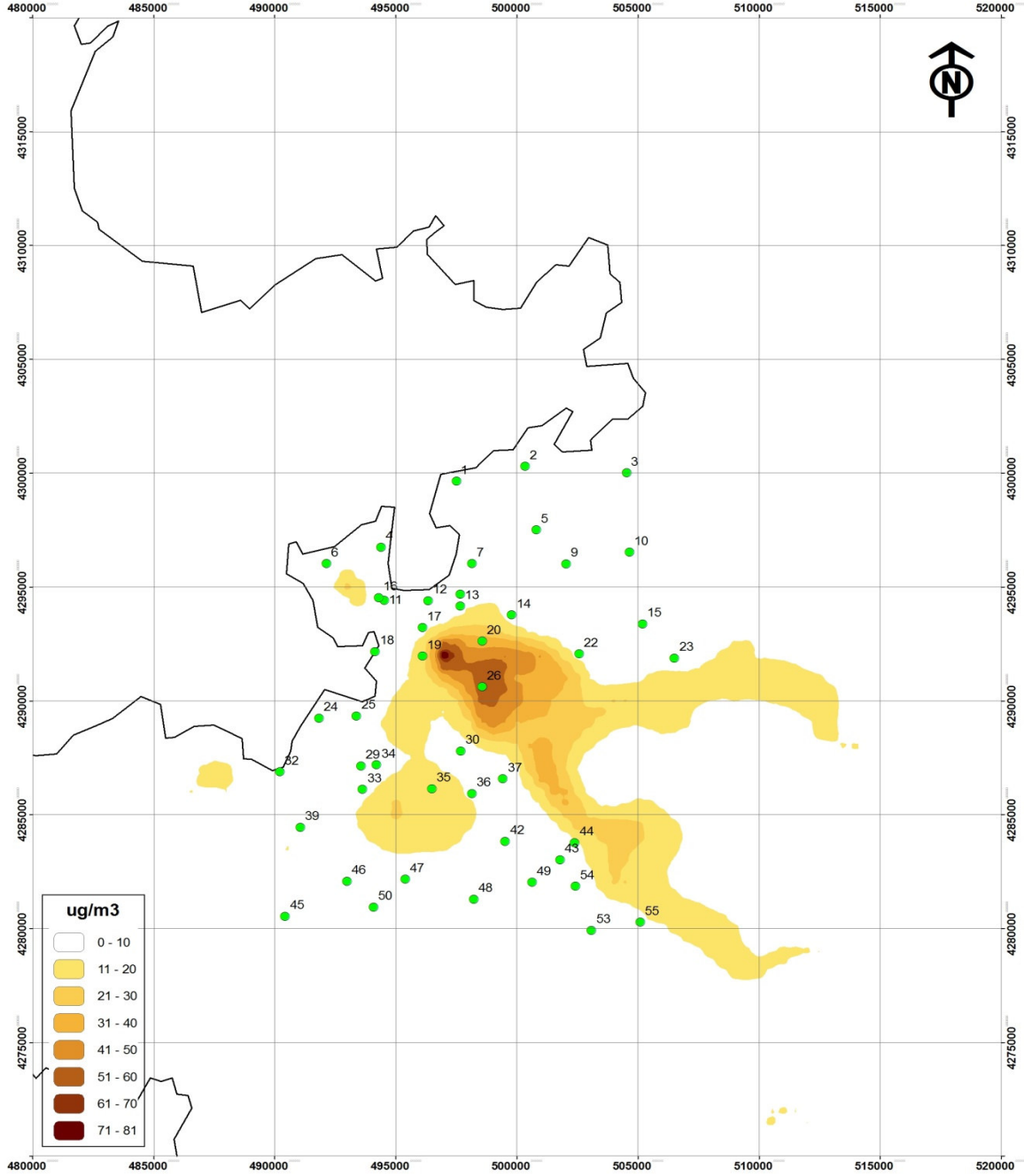
**Şekil 3.103** Beşinci ölçüm döneminde partikül madde dağılım modeli sonuçları

## NO<sub>2</sub> DAĞILIMI (1. DÖNEM)



**Şekil 3.104** Birinci ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO<sub>2</sub>) dağılım modeli sonuçları

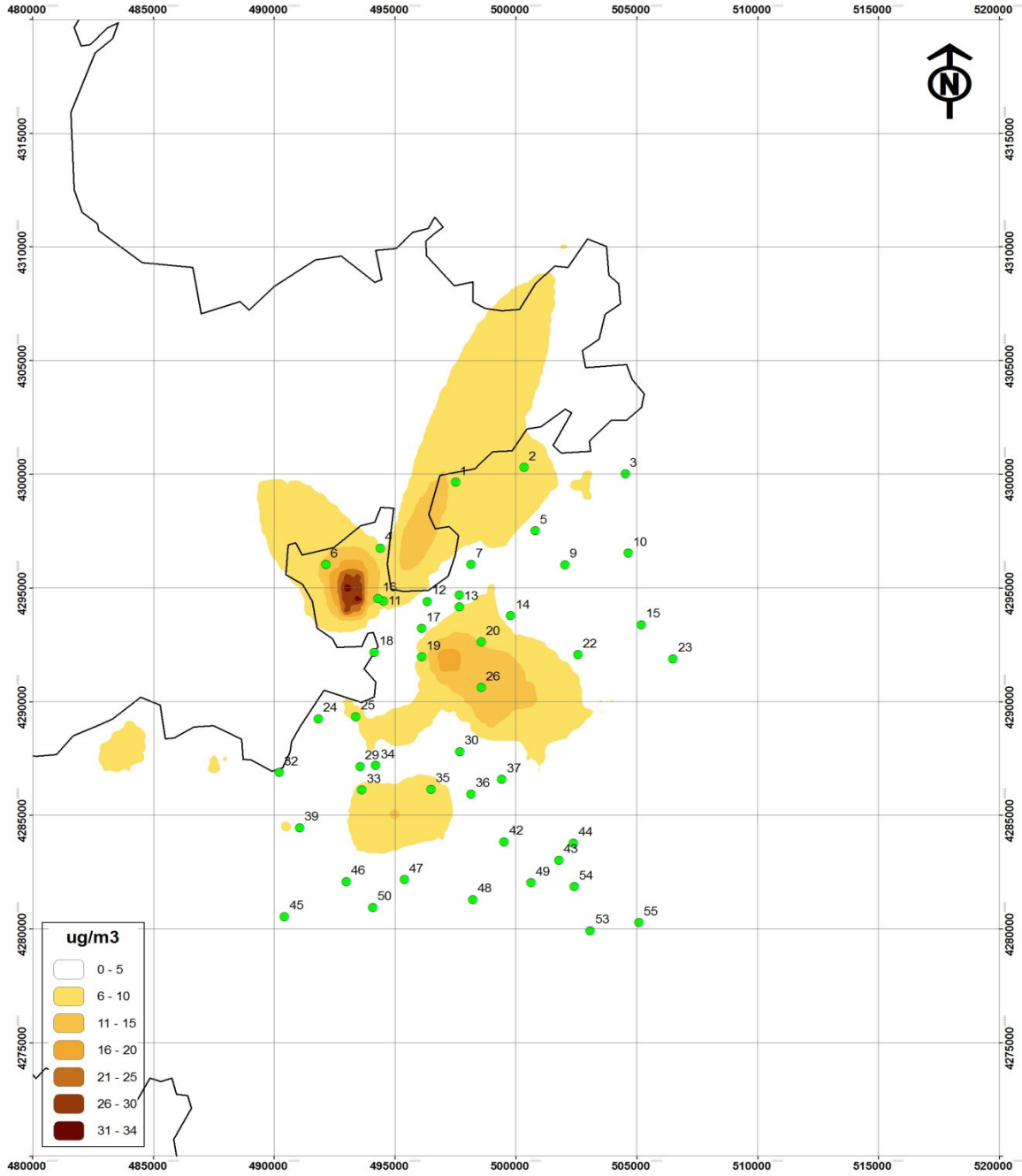
## NO<sub>2</sub> DAĞILIMI (2. DÖNEM)



**Şekil 3.105** İkinci ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO<sub>2</sub>) dağılım modeli sonuçları

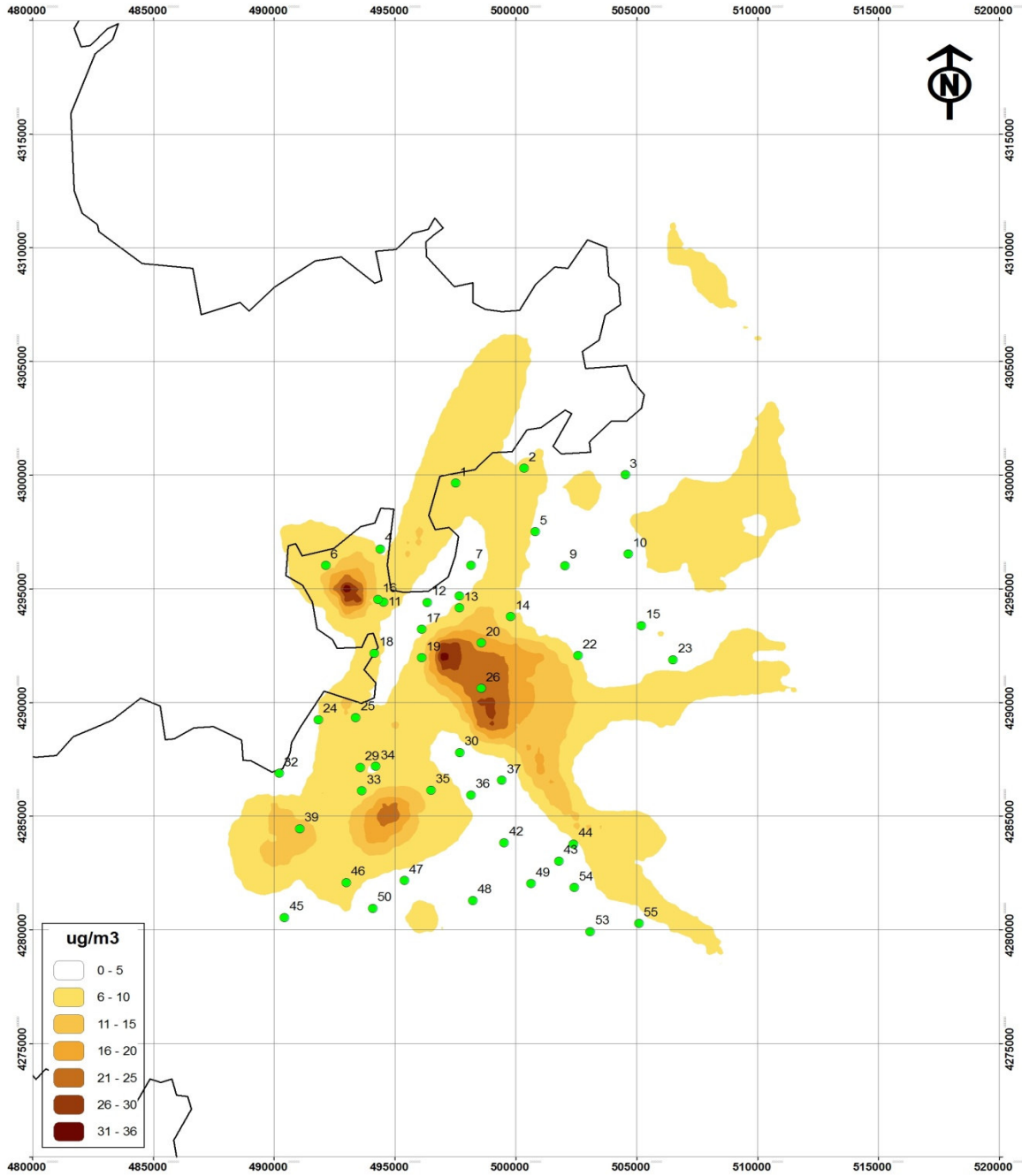


## NO<sub>2</sub> DAĞILIMI (3. DÖNEM)



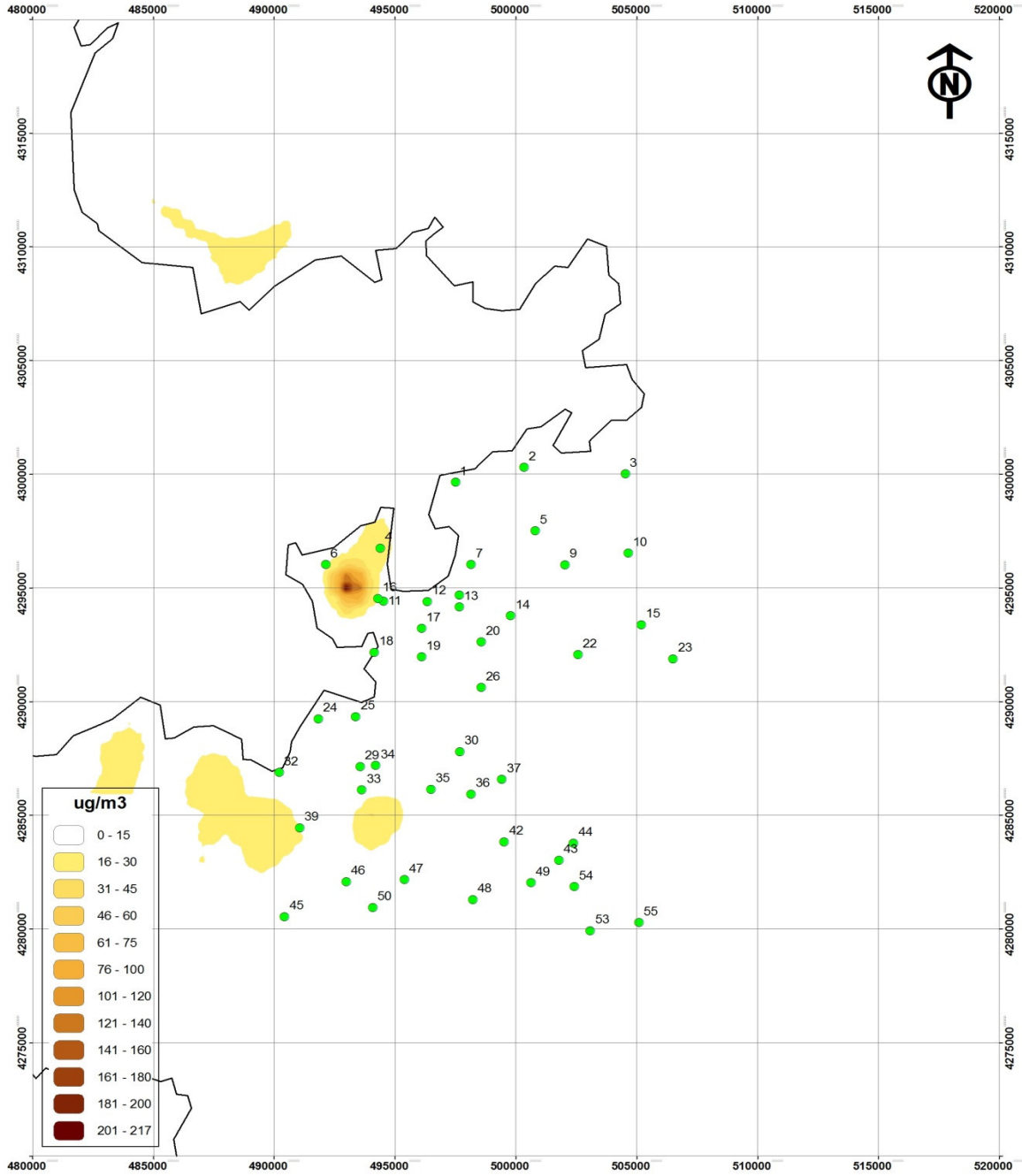
**Şekil 3.106** Üçüncü ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO<sub>2</sub>) dağılım modeli sonuçları

## NO<sub>2</sub> DAĞILIMI (4. DÖNEM)



**Şekil 3.107** Dördüncü ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO<sub>2</sub>) dağılım modeli sonuçları

## NO<sub>2</sub> DAĞILIMI (5. DÖNEM)



**Şekil 3.108** Beşinci ölçüm döneminde azot oksitlerin (NO<sub>2</sub>) dağılım modeli sonuçları

### 3.5.2.2 Model sonuçlarının ölçümler ile karşılaştırılması

Pasif örnekleme yöntemiyle yaklaşık 7-8 günlük örnekleme sürelerine karşılık dağılım modeli ile hesaplanan ortalama değerler karşılaştırıldığında anlamlı bir ilişki görülmemektedir. Tablo 3.53-3.55 SO<sub>2</sub> ve Tablo 3.56-3.57'de NO<sub>2</sub> için dağılım modeli sonuçları ile ölçüm sonuçları verilmiştir. Bunların grafikleri de Şekil 3.109'da verilmiştir. Bu grafiklere ait r<sup>2</sup> değerleri çok düşük çıktığı için ayrıca bir istatistiki değerlendirme çok anlamlı değildir.

Bunun nedenlerinden birisi emisyon envanterine ilişkin eksiklikler, ikincisi ise Aliağa Meteoroloji ölçüm istasyonunda ölçülen meteorolojik koşulların bölge genelini temsil etmemesidir. TÜPRAŞ yolu üzerindeki ölçüm istasyonuna ait rüzgar gülü ile Horozgediği ölçüm istasyonuna ait rüzgar gülleri birbirinden farklı çıkmaktadır. Oysa kullanılan ISC dağılım modelinde bölge genelinde aynı rüzgarın estiği kabul edilmektedir.

Emisyon envanteri bölümünde de belirtildiği gibi, kaçak emisyonların envantere dahil edilememesi ölçüm değerleri ile model sonuçları arasındaki farkı büyütüştür. Evsel ısınma kaynaklı emisyonların dahil edilememesi nedeniyle de yerleşim alanları bölgesinde model sonuçları diğer noktalara göre daha düşük kalmıştır.

**Tablo 3.53** Pasif Örnekleme dönemlerinde yapılan haftalık SO<sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması

Nokta No	Nokta Adı	1.DÖNEM		2.DÖNEM		3.DÖNEM		4.DÖNEM		5.DÖNEM	
		Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model
1	Güzelhisar Çayı	6,6	17,5	6,9	8,8	4,2	13,9	7,1	11,7	65,3	2,6
2	Orman İçi	40,1	15,5	4,0	8,3	6,3	9,3	8,8	8,3	17,8	0,8
3	Asfalt Tesisi Karşısı	5,8	8,5	115,8	4,8	7,6	3,8	7,5	5,1	38,1	0,2
4	TÜPRAŞ (6 Nolu Güvenlik)	35,7	0,2	73,4	11,1	13,3	12,0	45,2	9,0	135,9	39,1
5	Aliağa O.S.B. Yolu Üzeri	3,6	13,3	5,5	6,3	8,1	5,8	6,5	8,4	8,3	0,2
6	PETKİM (Yasak Bölge)	28,4	1,2	8,4	3,9	5,5	12,4	7,7	9,6	8,3	12,7
7	Aliağa Sahil		15,0	12,8	3,3	9,5	4,0	27,2	5,0	13,1	0,5
9	Aliağa OSB. Yolu (Zeytinlik)	2,2	19,3	6,2	4,4	3,4	3,5	5,5	6,1	4,3	0,3
10	Aliağa O.S.B. İçi	6,6	14,2	2,6	3,4	4,6	2,5	4,5	4,8	47,3	0,2
11	TÜPRAŞ (Petkim Kapısı)	72,8	6,7	115,1	11,2	152,4	7,3	121,1	12,1	89,8	9,6
12	TÜPRAŞ (Ana Giriş Kulübe)	14,6	8,1	34,0	5,7	37,8	5,3	20,7	3,0	19,0	3,4
13	Aliağa Otogar Girişi	27,7	15,1	18,6	13,4	10,5	11,6	10,5	11,2	21,8	1,5
14	Aliağa D. Hast. Yolu Üzeri	6,5	14,3	27,3	14,2	12,7	7,6	6,4	9,2	11,6	0,9
15	Karaköy Girişi	3,6	9,8	4,0	6,2	4,2	3,1	9,2	5,2	3,9	0,3
16	Petkim Çitleri	124,6	7,3	121,0	12,6	35,8	13,6	74,2	12,7	96,1	11,3
17	PETKİM Lojmanları Girişi	11,7	12,6	12,1	15,5	50,3	6,7	62,1	8,7	18,6	4,9

**Tablo 3.54** Pasif Örneklemeye dönemlerinde yapılan haftalık SO<sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması (Devam)

Nokta No	Nokta Adı	1.DÖNEM		2.DÖNEM		3.DÖNEM		4.DÖNEM		5.DÖNEM	
		Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model
18	PETKİM (P.O. Limanı Girişi)	16,0	1,0	34,1	9,9	109,6	4,9	49,5	8,1	16,7	6,4
19	Petrol Ofisi Girişi (Direk)	5,8	17,5	17,2	19,1	23,2	9,9	26,3	11,3	21,7	3,3
20	Aliağa D. Hast. Yokuşu	13,1	42,3	16,4	46,8	27,3	17,9	13,7	21,9	19,9	4,4
22	Güzelhisar Girişi (Düzlük)	5,8	8,5	13,5	9,1	9,8	4,7	6,4	5,4	6,6	0,1
23	Tarla İçi	5,8	6,6	33,9	9,1	5,4	2,4	8,2	5,3	4,2	0,3
24	Çakmaklı	15,9	0,7	25,3	4,3	44,3	5,7	25,3	8,4	13,1	4,4
25	İDÇ Limanı Girişi	15,1	0,8	14,3	9,3	29,5	10,5	27,2	12,9	14,8	8,0
26	Yalak (Köy Girişi)	16,7	41,1	14,9	86,6	29,5	20,4	15,3	52,5	20,8	8,3
29	Horozgediği İstasyonu	21,6	0,2	12,0	6,6	11,6	5,7	23,5	8,4	4,5	6,2
30	Trafo (Ana Yol Üzeri)	7,2	13,7	11,3	11,2	4,4	3,9	20,5	6,6	27,8	0,1
32	Yeni Foça Yolu (Çıkmaz Sk.)	15,9	0,5	29,6	2,4	19,8	1,7	19,2	3,9	12,8	2,4
33	Koyun Ağılları	20,4	1,1	23,1	11,2		9,2	22,7	10,4	5,2	12,9
34	BetonSA Yakını	8,7	1,2	15,0	8,3	18,6	6,0	25,4	5,6	11,9	4,8
35	Bozköy	27,5	13,1	15,0	28,7	11,6	12,2	9,8	15,8	13,3	5,5
36	Bozköy Girişi	10,1	8,6	27,4	12,6	9,7	4,8	15,7	5,3	22,1	1,3
37	Şehit Kemal Girişi		5,6	6,9	9,1	7,9	3,3	7,2	4,7	12,5	0,6
39	Kozbeyli Yolu Üzeri (Villa)	14,5	3,6	28,2	14,4	23,5	11,3	32,1	18,4	14,0	23,8
42	Ana Yol Üzeri (Egepen)	5,1	5,2	9,9	8,7	7,5	2,9	22,9	4,0	8,2	1,0

43	Hatundere	18,7	3,5	13,5	8,4	12,6	2,3	10,1	3,3	11,5	0,9
----	-----------	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----

**Tablo 3.55** Pasif Örneklemeye dönemlerinde yapılan haftalık SO<sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması (Devam)

Nokta No	Nokta Adı	1.DÖNEM		2.DÖNEM		3.DÖNEM		4.DÖNEM		5.DÖNEM	
		Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model
44	Helvacı (Helvacı İstasyonu)	28,8	3,5	40,4	12,0	12,5	3,0	11,8	5,3	16,6	0,8
45	Eski Foça Yolu (Mutlu Akü)	8,0	0,4	23,9	3,5	30,3	1,7	27,2	4,4	9,5	3,3
46	Eski Foça Yolu (Ilıpınar İlk.)		0,5	15,0	7,9	10,3	4,8		12,5	8,7	11,8
47	Eski Foça Yolu (Devekuşu Ç.)	6,6	4,1	23,8	11,7	11,9	3,9	12,3	6,6	11,5	3,7
48	Eski Foça Yolu (Ev)	10,9	7,4	34,8	10,1	8,7	3,1	6,1	4,5	29,9	0,2
49	Hatundere Yol Ayrımı	10,8	4,1	11,3	8,2	15,6	2,1	19,1	3,7	23,6	0,8
50	Eski Foça Yolu (Foça Sunta)	8,7	0,9	32,0	6,3	9,2	2,9	9,6	5,1	6,8	3,7
53	Buruncuk	7,2	2,7	10,6	7,5	17,7	2,0	17,0	3,1	11,1	0,7
54	Türkelli	12,2	3,1	20,0	7,9	7,6	2,2	9,3	3,2	16,7	1,0
55	Buruncuk (Toprak Yol)	15,8	2,0	20,7	8,9	7,2	1,9	9,7	3,9	11,0	1,6
A	Aliağa İstasyonu	37,0	11,1	37,5	5,5	13,0	8,9	12,3	7,1		1,9

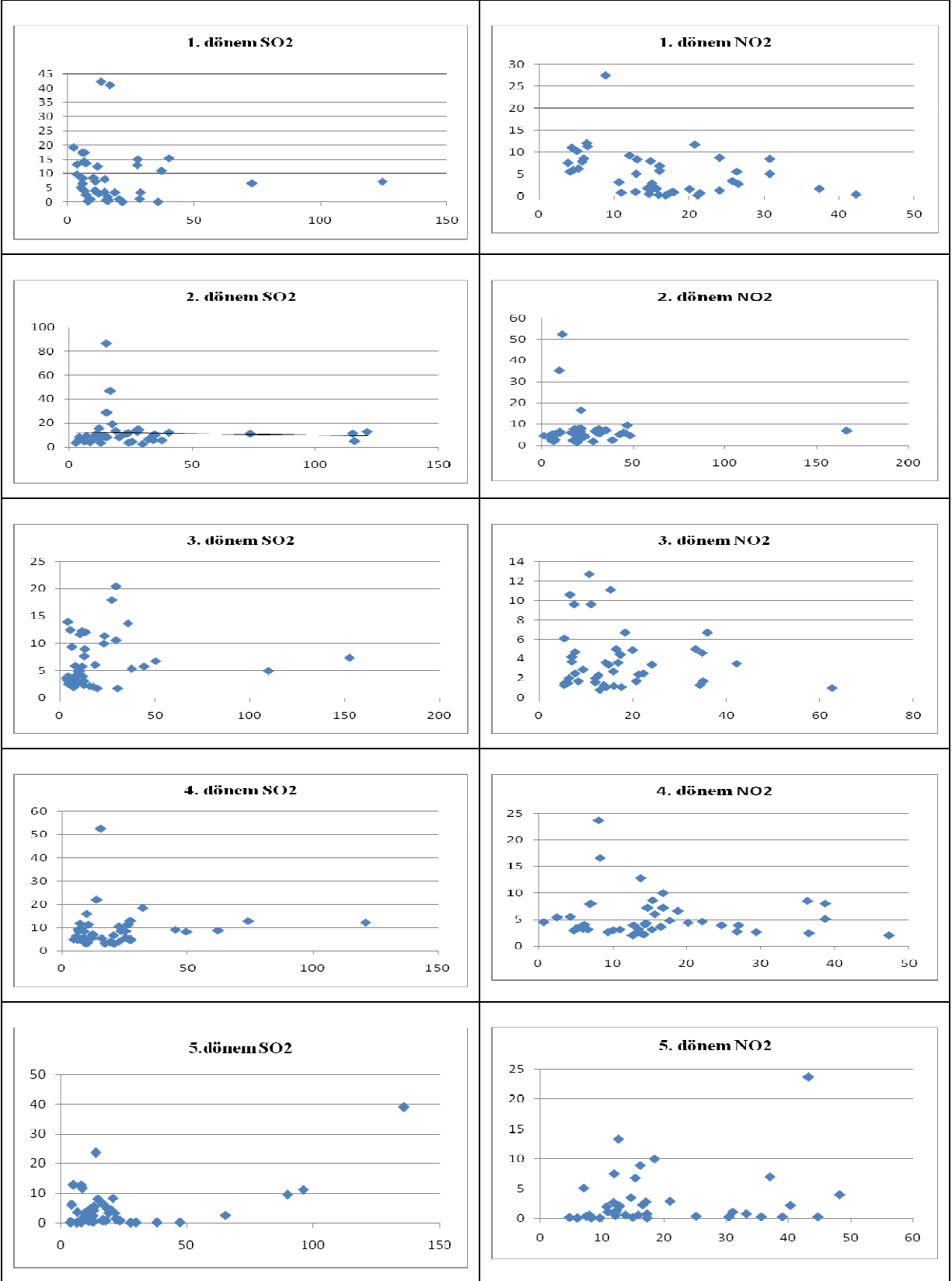
**Tablo 3.56** Pasif Örnekleme dönemlerinde yapılan haftalık NO<sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması

Nokta No	Nokta Adı	1.DÖNEM		2.DÖNEM		3.DÖNEM		4.DÖNEM		5.DÖNEM	
		Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model
1	Güzelhisar Çayı	6,4	11,3	9,9	6,0	7,4	9,6	6,9	7,9	12,3	1,4
2	Orman İçi	4,3	11,0	5,7	5,5	5,3	6,1	4,3	5,5	7,4	0,4
3	Asfalt Tesisi Karşısı	4,5	5,9	5,4	2,9	9,3	2,9	6,0	3,2	5,9	0,1
4	TÜPRAŞ (6 Nolu Güvenlik)	16,8	0,1	21,7	3,7	7,6	4,7	14,5	4,3	43,1	23,7
5	Aliağa O.S.B. Yolu Üzeri	5,9	8,5	5,9	3,8	6,9	4,2	17,7	4,8	9,6	0,1
6	PETKİM (Yasak Bölge)	10,9	0,7	1,4	4,7	6,5	10,6	7,1	8,0	16,1	8,9
7	Aliağa Sahil		9,2	28,0	2,0	24,1	3,4	26,8	2,7	30,4	0,3
9	Aliağa OSB. Yolu (Zeytinlik)	5,0	10,2	7,1	2,8	6,3	2,0	6,2	4,0	8,2	0,2
10	Aliağa O.S.B. İçi	5,7	7,8	6,4	2,1	6,0	1,5	6,7	3,1	8,2	0,1
11	TÜPRAŞ (Petkim Kapısı)	26,3	5,5	29,2	7,0	35,9	6,7	36,3	8,5	37,0	7,0
12	TÜPRAŞ (Ana Giriş Kulübe)	13,0	8,3	17,7	2,8	14,9	3,4	12,7	2,0	31,0	1,1
13	Aliağa Otogar Girişi	20,7	11,7	30,1	6,2	16,5	5,0	18,8	6,6	33,2	0,8
14	Aliağa D. Hast. Yolu Üzeri	6,3	12,0	9,9	6,7	6,9	3,7	2,5	5,4	7,9	0,6
15	Karaköy Girişi	3,8	7,5	6,1	3,4	5,5	1,5	4,8	2,9	4,7	0,2
16	Petkim Çitleri	30,7	5,0	31,3	7,9	15,3	11,1	16,8	10,0	18,4	10,0
17	PETKİM Lojmanları Girişi	14,8	7,9	18,4	6,8	16,9	3,6	0,7	4,5		2,0
18	PETKİM (P.O. Limanı Girişi)	17,7	0,9	19,9	7,1	42,2	3,5	16,8	7,2	20,9	2,9
19	Petrol Ofisi Girişi (Direk)	30,7	8,4	46,6	9,6	34,8	4,6	38,7	5,1	40,3	2,2
20	Aliağa D. Hast. Yokuşu		27,4	9,6	35,4	11,0	9,6	8,3	16,6	10,7	2,0
22	Güzelhisar Girişi (Düzlük)	5,2	6,2	7,8	5,8	7,6	2,5	6,0	3,9	6,0	0,1
23	Tarla İçi	4,1	5,5	6,4	5,4	5,3	1,3	5,1	3,3	4,7	0,2
24	Çakmaklı	21,4	0,6	20,1	2,8	22,3	2,5	20,2	4,4	16,5	2,3
25	İDÇ Limanı Girişi	42,2	0,3	44,8	6,3	33,4	5,0	38,7	8,0	48,1	4,0



**Tablo 3.57** Pasif Örnekleme dönemlerinde yapılan haftalık NO<sub>2</sub> modelleme çalışmaları sonuçları ile ölçüm sonuçlarının kıyaslanması (Devam)

Nokta No	Nokta Adı	1.DÖNEM		2.DÖNEM		3.DÖNEM		4.DÖNEM		5.DÖNEM	
		Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model	Ölçüm	Model
26	Yalak (Köy Girişi)	8,8	27,5	11,3	52,4	10,6	12,7	8,1	23,7	7,0	5,1
29	Horozgediği İstasyonu	21,1	0,1	22,7	5,1	17,4	4,4	15,7	6,0	14,6	3,5
30	Trafo (Ana Yol Üzeri)	16,0	6,8	35,0	7,3	21,3	2,4	24,7	3,9	35,6	0,3
32	Yeni Foça Yolu (Çıkmaz Sk.)	14,6	0,4	19,3	1,6	12,9	0,8	14,2	2,2	10,9	1,1
33	Koyun Ağılları	17,2	0,4	18,6	7,3		5,6	14,7	7,2	11,9	7,5
34	BetonSA Yakını	24,0	1,2	21,0	6,9	20,0	4,9	22,1	4,6	17,0	2,8
35	Bozköy	12,0	9,2	21,5	16,7	18,4	6,7	15,4	8,6	11,8	2,7
36	Bozköy Girişi	16,0	5,7	21,5	8,1	15,9	2,7	16,5	3,6	14,9	0,2
37	Şehit Kemal Girişi	10,6	3,1	16,4	6,2	8,3	1,7	11,0	3,1	13,7	0,6
39	Kozbeyli Yolu Üzeri (Villa)	15,6	1,6	17,9	7,9	17,3	4,5	13,8	12,8	12,6	13,3
42	Ana Yol Üzeri (Egepen)	25,7	3,4	31,7	5,8	35,0	1,7	29,4	2,6	25,1	0,4
43	Hatundere	14,4	1,7	18,8	5,5	13,8	1,3	13,9	2,4	12,1	0,5
44	Helvacı (Helvacı İstasyonu)	20,0	1,5	20,2	8,0	11,9	1,6	12,8	3,9	17,2	0,8
45	Eski Foça Yolu (Mutlu Akü)	15,9	0,2	17,5	2,4	17,6	1,1	15,3	3,1	12,8	2,1
46	Eski Foça Yolu (Ilıpınar İlk.)		0,2	20,3	5,1	14,2	3,6		6,2	15,3	6,8
47	Eski Foça Yolu (Devekuşu Ç.)	15,0	2,8	166,2	7,1	12,6	2,3	14,4	4,1	12,3	2,3
48	Eski Foça Yolu (Ev)	12,9	5,0	17,5	6,8	11,9	2,0	10,1	3,0	17,2	0,1
49	Hatundere Yol Ayrımı	26,5	2,7	42,6	5,3	34,3	1,3	36,5	2,4	39,0	0,3
50	Eski Foça Yolu (Foça Sunta)	17,9	0,8	23,4	4,2	20,8	1,7	13,5	3,2		2,4
53	Buruncuk	37,3	1,6	48,1	4,8	62,6	1,0	47,3	2,0	44,6	0,3
54	Türkelli	15,0	1,5	19,0	5,1	16,0	1,2	13,0	2,3	15,8	0,6
55	Buruncuk (Toprak Yol)	12,8	0,9	17,4	5,8	14,4	1,1	9,4	2,6	12,1	1,0
A	Aliağa İstasyonu	24,0	8,7	38,5	2,7		3,7	27,0	3,9		0,9



**Şekil 3.109** Dağılım modelleri sonuçları ile pasif örnekleme yöntemiyle ölçülen değerlerin karşılaştırması.

### 3.6 HAVA KALİTESİ YÖNETİMİ

Hava kalitesi yönetimi, insan yaşam ve refahının korunmasını ve geliştirilmesini amaçlar. Bu amaca ulaşabilmek üzere çeşitli araçlar ve yöntemler bulunmaktadır. Bilimsel ilerleme ve yaşanan deneyimler hava kalitesi yönetim planlamasının evrimlenmesini sağlamaktadır. Dolayısı ile 10 yıl öncesinin hava kalitesi yönetim anlayışı ile günümüzdeki çağdaş hava kalitesi yönetim anlayışı oldukça farklılaşmıştır.

Günümüzde hava kalitesi yönetimi en başta gelen hedef olarak insan sağlığını ve toplumsal refahın yükseltilmesini seçmiştir. Ayrıca bu refaha katkıda bulunmak üzere ekosistemlerin güvenliğinin korunmasını amaçlamaktadır. Toplumsal refah kavramı içerisinde tarımsal etkilerin minimum düzeyde tutulması ve ekosistem güvenliğinin sağlanması, bina ve tarihi-kültürel yapıların olumsuz etkilenmemesi ve toplumun huzurunu bozan atmosfer bulanıklığının ve kirlilik görüntülerinin ortadan kalkmış olması gibi hususlar yer almaktadır.

Çağdaş hava kalitesi yönetim modellerinde uzun vadeli performansa dayalı değerlendirmeler esas alınmaktadır. Bu amaçla yerel ve ulusal hava kalitesi ölçüm şebekeleri kurularak uygulanan yönetim faaliyetlerinin ve projelerin başarısını değerlendirmek mümkün olmaktadır. Bütün bu çalışmalarda bir yandan da hızla gelişmekte olan bilimsel bilgilerin gözönünde tutulması, teknolojik ilerlemelerin izlenmesi gerekmektedir ki, bu da konuyu oldukça fazla ayrıntılı ve karmaşık hale getirmektedir. Bu yüzden de belli aralarla gözden geçirilerek geliştirilmek kaydıyla çeşitli yönetmelikler, standartlar, teknik araçlar ve ölçüm-izleme şebekeleri geliştirilerek hedefe ulaşma çabalarının sürekliliği sağlanmak zorundadır.

Hava kalitesi yönetimindeki diğer önemli gelişmeler ise hava kirleticilerin etkilerinin değerlendirilmesi konusunda yaşanmaktadır. Bu gelişmelerin hızlı bir şekilde uygulama alanına aktarılarak hava kalitesi verilerinin izin verilebilecek etkilerle karşılaştırılmasını yapmak gerekmektedir. Bu etkiler insan sağlığı başta olmak üzere; ekosistemlerin dengesi, atmosferdeki görüş mesafeleri ve kirlenmenin malzemeler üzerine olan etkileridir. Bilimsel literatürden izlenen veriler biriktikçe, planda yer alan kirletici etkilerinin değerlendirilme yöntemlerinin de gözden geçirilmesi gerekir. Bu izleme çalışmaları bir yandan da alınan önlem ve uygulanan hava kalitesi yönetim sisteminin başarı oranlarını da gösterdiği için önem taşır.

### 3.6.1 Hava Kirliliği Bilimindeki Gelişmeler

Dođal haliyle atmosfer çeşitli gazların ve partikül maddelerin karışımıdır. Hava kirletici, havada belli bir derişimi ařan miktarda bulunduğunda insan sağlığına, ekosisteme (bu arada hayvanları ve bitkileri), inşaat malzemesine ve tarihi yapılara olumsuz etkiler yapan, görüş mesafesi kaybına yol ačan maddelerdir. Bu maddelerin doğal olarak havada bulunduğu durumlarda da kirlenme ortaya çıkar, ancak hava kalitesi yönetimi bakımından üzerinde durulan hava kirleticiler, insan etkinlikleri ile havaya eklenen maddelerdir.

Hava kirleticilerin yer seviyesine yakın yükseklikte bulunanları, etkileri oluşturan maruziyetler için önem taşır. Bunun dışında yerden yaklaşık 16 km yüksekteki (stratosferdeki) ozonca zengin katmanın durumu veya küresel iklim değişimine yol ačan sera gazları gibi maddelerin kirlilik ile ilgilendirilmeleri yönetim planlamasında yer seviyesindeki etkiler bağlamında değerlendirilmektedir.

Çağdaş hava kirliliği bilimi en çok havadaki maddelerin yer seviyesindeki derişimlerinin kaynaklarının nereler olabileceğini belirleme konusunda sonuçlar üretmektedir. Ayrıca havadan başka su yüzeyi, toprak, bitkiler gibi çevresel ortamların üstüne çökerek ulaşan kirleticilerin toprak ve su ortamında birikimi ve bunun aksine bu ortamlardan atmosfere geçiş mekanizması şu sıralar en çok üzerinde çalışılan konular arasında baş sıralardadır. Bu mekanizmaların açıklanabilmesi ve kirletici dolanımının niceliksel olarak değerlendirilebilmesi için arazide ve laboratuvar ortamında yoğun çalışmalar sürmektedir. Bunlara paralel olarak atmosferdeki fiziksel ve kimyasal proseslerle ilgili bilgilerden yola çıkarak, kirlilik kaynaklarından atılan kirleticilerin ortamda dağılıp seyrelmeleri de modellenerek hesaplama yoluyla maruziyete esas hava kalitesi düzeyi belirlenebilmektedir. Bu modellerin gelişimi ayrıca kirleticilerin seyrelme sırasında atmosferde dahil oldukları fiziksel mekanizmalar ile uğradıkları kimyasal reaksiyonlar da modellenmektedir.

Belli bir noktadaki kirleticilerin konsantrasyonu ve bunun zamana karşı değişimi, kirliliğin salınma özelliklerinin, kaynağa olan mesafenin veya atmosferde sonradan oluşan kirleticiler söz konusu ise, bu kirleticilerin oluşmasına yol ačan diğer etkenlerin fonksiyonudur. Bunun yanısıra atmosferdeki kimyasal reaksiyonların kolaylık veya güçlükleri ile atmosferik

karışımlar, seyrelmeler ve çökelme yoluyla ya da başka mekanizmalarla ortamdan uzaklaşmaları hava kirlenmesi modellerinde önemli etkenlerdir.

Hava kirlenmesi bilimi ile hava kalitesi yönetimi arasında tam bir paralellik olmalıdır; çünkü bilim insanlarının ve mühendislerin ortaya koydukları araçların ve bilgilerin yöneticiler tarafından mutlaka bilinmesi ve uygun şekilde kullanılması gerekir ki, başarılı bir hava kirliliği kontrolü yapılabilsin. Örnek olarak bilim dünyasında geliştirilen ve güvenilirlikleri ile birlikte değerlendirilebilen ölçme, maruziyet ve risk hesaplama yöntemlerinin, uyum koşullarının ve hava kalitesinin gelişme eğiliminin yönetimden sorumlu birimlerce izlenmesi ve kullanılması şarttır. Benzer şekilde bilim insanlarının geliştirdiği modellerin de yerel olarak değerlendirilerek başarılı hava kirliliği ile mücadele araçları olarak kullanılması gerekmektedir.

Hava kalitesinin oluşması, kirlilik kaynaklarının devreye girmesiyle başlar; bu kaynaklardan atmosfere kirletici bırakılmasına emisyon adı verilir. Emisyonlar bina içinde veya dışında yapılmış olabilir; taşıt araçları, sanayideki prosesler, ısınma, buhar üretimi ya da elektrik üretimi amaçlı yakıt yakılması, kaplamasız yollar, orman yangınları, anız yakma, rüzgârla havaya savrulan özensizce yerleştirilmiş tozlu malzeme yığınları, hatta bahar aylarında havaya karışan çiçek tozları, ya da sahil bölgelerinde havaya dalgalarla savrulan su damlalarının kurumasiyla kristalleşen deniz tuzları bile hava kirletici kaynaklar sınıflamasına girebilir. Bu ve benzeri kaynaklardan havaya atılan emisyonların şiddeti çoğu kez değişkendir ve zamana göre farklı davranışlar gösterebilir. Örneğin, bir sanayi kuruluşunda kaza hallerinde, ya da bir arıza olduğunda normal emisyonun çok üstündeki miktarlarda kirleticiler kısa süre içinde havaya karışabilir, ya da şiddetli rüzgâr dolayısı ile tozlar havaya daha fazla savrulur.

Hava kirletici emisyonların havada fiziksel davranışlarına bağlı olarak üç temel grupta inceleme yapılır;

- a) Kısa mesafede; uzaklarda kirleticiler seyrelerek derişimlerini düşürürler ise de, kaynak yakınlarında önemli sorunlar meydana gelir.
- b) Yaklaşık 1000 km mesafelerde kirleticilerin daha uzak mesafeli etkileri gözlenebilir ki, bu ayrı bir çalışma tarzı gerektiren düşük derişimli hava kalitesi etkileri yaratır.

- c) Bir de uzun mesafeli taşınım adı verilen ve genelde 1000 km'den uzak menzillerde, örneğin kıtalararası veya ülkeler arası hava kirliliği taşınımları vardır ve bunlarda daha da düşük derişimler söz konusu olduğu için daha farklı yöntemler ve çalışma şekilleri kullanılmaktadır.

Atmosferdeki kimyasal reaksiyonlar, bazı kirleticilerin (karbon monoksit, bazı toksik organikler gibi) başka formlara dönüşerek yokolmasına, doğrudan emisyonlardan kaynaklanmayan ikincil bazı kirleticilerin havada belirmesine (ozon veya bazı partikül madde bileşenleri gibi) ve diğer bazılarının bir kimyasal şekilden diğerine dönüşmesine yol açabilir. Atmosferdeki reaksiyonların bazıları dakika mertebesinde kısa sürelerde tamamlanırken, diğer bazıları aylarca sürebilmektedir. Yönetim planının bu bilgiyi de göz önünde bulundurması gerekmektedir.

Kirlilik unsuru olarak hava kirliliğinde en çok üzerinde durulan maddeler; kükürt dioksit, azot dioksit, partikül maddeler (PM10 ve PM2.5), ozon ve ozonu oluşturan NO<sub>x</sub> (NO ve NO<sub>2</sub>), bazı metan dışı uçucu organik maddeler (VOC) ile karbon monoksit ve kurşun vd. ağır metallerdir. Örneğin ABD Çevre Koruma Ajansı EPA tarafından yerel yönetimlerce denetlenmesi amacıyla 188 toksik organik maddenin sağlık riskleri açısından önemli kirleticiler olduğunu belirleyerek listelemiştir. Ülkemizde de bazı hava kirleticiler için benzeri listeler halen mevcut olduğu gibi, 1 Ocak 2007 itibariyle Avrupa Birliği mevzuatı ile uyumlu olarak devreye girecek yeni liste ve kısıtlamalar da mevzuatımıza girmiştir. Ayrıca 2010 Ocak ayından başlayarak Avrupa Birliğinin kullandığı asıl standart ve sınır değerler tam liste halinde devreye girecek, bu arada halen kullanılmakta olan ve oldukça gevşek olarak seçilmiş sınır değerler de ortadan kaldırılmış olacaktır.

Ayrıca atmosferdeki ozon tabakasını olumsuz etkilediği için yasaklanmış olan bazı maddeler (en başta kloroflorokarbonlar olmak üzere metilen klorür, bromlu organikler, kloroform, karbon tetraklorür gibi hava kirleticiler ile civa, çinko, bakır, kadmiyum, krom gibi çok çeşitli ağır metallere ve önemli ise çeşitli radyoizotoplar) yönetim planlarında yer almak zorundadır. Bunların dışında da normalde bütün yönetim planlarında yer almamakla birlikte, bazı yerel çalışmalarda dikkate alınması doğal sayılan amonyak, aminler, çeşitli toksik organik hava kirleticiler ile sera gazı özellikleri taşıyan metan, vb. maddeler hava kirletici sınıflamasında bulunur.

Yönetim planlarında insan sağlığının korunması hedeflendiğinden, insanların bu maddelere maruziyetinin de bilimsel olarak hesaplanabilir olması ve bunun dikkate alınması gerekir. İnsanlar aynı hava kirleticilere dış ve iç (ev, işyeri, okul, taşıt araçlarının içi gibi) ortam havasından soluma yoluyla veya diğer ortamlardan (su, gıda vb.) gelen maddenin vücuda girmesi yoluyla maruz kalır. Bu nedenle kirleticiye maruziyet, solunum sistemi, cilt, sindirim sistemi gibi yollardan giriş şeklindedir. Bazen de kirliliğinin etkisi göz iritasyonu, koku şikâyeti veya görsel yoldan meydana gelen psikolojik huzursuzluk hissi ile kendini gösterir. Tüm bu etkiler maruziyetin kısa veya uzun süreli olmasına bağlı olarak akut veya kronik etkiler şeklinde gelişebilmektedir. Ekosistem üzerindeki etkiler ise toprağa, suya ve bitki örtüsüne çökme, asit etkisi veya kimyasal etkiler gibi mekanizmalar ile belirmektedir. Bunların da bir kısmı geri dönüşü olabilen bir kısmı geri dönüşü pek olmayan etkiler olabilir. Görüş mesafesi kayıpları, inşaat malzemelerine olan aşındırıcı ve boyaların bozulması gibi yıprandırıcı etkiler de hava kirliliğinin olumsuz etkileridir ve hava kalitesi yönetim planlarında bunların da ekonomik sonuçları dolayısı ile dikkate alınması gerekmektedir.

Hava kalitesi yönetim planları kirletici unsunların tür ve emisyon miktarları kadar, yöredeki meteorolojik koşulları da dikkate almak durumundadır. Bilindiği gibi durgun ve kararlı havalarda kirleticiler daha az seyrelme şansına sahiptir, türbülanslı havalar ise kirleticileri daha çabuk ve etkili seyreltebilir. Bu nedenle yöresel meteorolojide kararlı havaların sıklığı ve zamanı iyi bilinmelidir. Ayrıca kirletici emisyonların kaynağı ile inceleme bölgesi arasındaki bağlantı ekseninin, yöredeki rüzgârın geldiği yön ile karşılaştırılması ve bu yönden gelen rüzgârların inceleme süresindeki sıklığı ve esme hızı son derece önemlidir. Diğer taraftan belli kritik rüzgâr sektörlerinden gelen rüzgârların hız ve yönlerinin ardışıklığının da dikkate alınması önemlidir. Bütün bu bilgilerin mevsimsel salınımları incelenerek yönetim planında dikkate alınması gereklidir. Çalışılan yöredeki yağış durumu mevsimsel olasılıklar ve süre/şiddet ilişkisi yönlerinden önem taşır. Atmosferik reaksiyonlar açısından güneşlenme şiddet ve süreleri ile nem durumunun da bilinerek değerlendirmeye alınması gereklidir. Bu nedenlerle çalışma yöresinde güvenilir bir meteoroloji istasyonunun yöreyi temsil edecek eş zamanlı meteorolojik verileri üretmesi hava kalitesi yönetimi için büyük önem taşımaktadır.

Genelde hava kalitesi planlama yaklaşımı, her bir kirleticiyi emisyon/giderim, seyrelme ve maruziyet hesapları esnasında tek tek incelemeyi gerektirir. Ama unutulmamalıdır ki hava kirleticiler hemen her zaman havada birlikte bulunurlar. Bu nedenle de etkiler bu birlikteliğin eklenik özellikleri dikkate alınarak değerlendirilmek zorundadır. Hele ağır metaller (Fe, Cu, Cd, Pb, Zn, vb.), uçucu organik maddeler (VOC), poliaromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), poliklorlanmış bifeniller (PCB'ler), kloroflorokarbonlar (CFC'ler) gibi kendi aralarında yakın özellikler taşıyan madde grupları halinde listelenen kirleticilerin birlikte havada bulunduğu durumlarda, kirleticilerin tekil olarak kendi başına değerlendirilmesi çok da anlamlı olmayabilmektedir.

Aliağa yöresi için bu projede çalışılan kirleticilerin neler olduğu daha önceki bölümlerde verilmiştir. Bu maddelerin tam bir listesi projede verilmektedir. Bunlardan "birincil" olanlar, yani doğrudan kaynaklar tarafından havaya salındıkları halde havada bulunanlar ve "ikincil" yani havaya atılan başka maddelerden türeyenler şöyle sayılabilir. PM<sub>10</sub> birincil, PM<sub>2.5</sub> birincil ve ikincil nitelikler taşımaktadır. NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, VOC'lerin bir kısmı birincil ama ozon ikincil kirletici sınıfındadır.

### 3.6.2 Hava Kalitesi Yönetiminde Kirlilik Kontrol Planları

22 Temmuz 2006 tarih ve 26236 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan Endüstri Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde yer alan ve Aliağa'daki sanayi profiline bağlı olarak önem taşıyan kirleticiler ve bazı temel tanımlara bu raporun **EK 2 ve EK 3** bölümünde yer verilmektedir. Bu tesislerle ilgili teknik sınırlamalar ve dış havada aşılması gereken kirletici seviyeleri kirletici maddeler için ayrı ayrı belirlenmiş bulunmaktadır. Sınırlamalar 1 Ocak 2010 tarihine kadar olan süre içerisinde eski yönetmeliklerden belli bir geçiş dönemini kapsamaktadır. Bu nedenle anılan tarihten itibaren çok daha sıkı bir takım sınırlamalar devreye girecektir. Aliağa için hazırlanacak olan Hava Kalitesi Yönetim Planının bu geçişi mutlaka göz önüne alması gerekmektedir.

Ortam havasında birikim gösteren kirlilik unsurları eğer doğrudan emisyon ile atmosfere katılan birincil kirleticiler ise, bunların dış havada riskli seviyelere ulaşmasını engellemek için bu emisyonları kısıtlamak gerekir. Çünkü emisyon miktarlarındaki artış veya azalma ile dış hava konsantrasyonları arasında bire bir olmasa bile önemli bir pozitif bağıntı olduğu bilinmektedir.



Diğer taraftan eğer kirleticiler atmosferde sonradan oluşan ikincil kirleticiler ise, bunların kontrolü için en mantıklı yöntem, oluşumu sağlayan ya da tetikleyen maddelerin emisyonunu engellemektir. Ancak bu her zaman o kadar kolay olmayabilir; çünkü örneğin ozon konusunda olduğu gibi oluşumu sağlayan maddenin emisyonu ile oluşan ozon seviyesi arasında bire bir ilişki bulmak bile bazen kolay olmayabilir. Ozon oluşumu bazen tek başına bazı VOC türlerinin veya NO<sub>x</sub> emisyonlarının kontrolü ile yapılabilirken, bazı durumlarda başarılı sonuç almak için her ikisini birden kontrol etmek gerekli olmaktadır. Benzer bir durum havadaki partikül maddelerin azaltım stratejileri ile ilgili olarak meydana gelmektedir; partiküller yakıt yakılması veya kimyasal proseslerden havaya doğrudan salınabildiği gibi, havada gazların reaksiyona girmesi (örneğin SO<sub>2</sub>'den oluşan sülfat zerrecikleri gibi) veya çok ince parçacıkların kondanase olup irileşmesi ile (yani atmosferdeki reaksiyonlar sonunda) de oluşabilmektedir. Bu nedenle hava kirliliğini azaltıcı yönetim çalışmasında öngörülen partikül madde azaltım stratejisinin sadece toz emisyonlarını engeleyerek yapılması her zaman bire bir başarılı olmayabilir. Bu nedenle başarılı bir partikül madde kontrolü için partiküllerin kaynak, nitelik ve havaya karışma mekanizmalarını iyi bilmek şarttır.

Aslında hava kalitesi yönetiminde geçerli bir kontrol stratejisi hazırlanırken kirleticilerin kaynaklarına bakarak her birinin kontrol stratejisinin tekil olarak çıkartılması gerekmektedir. Böylece her bir kaynağın yöneticisine düşen uyum sağlama mecburiyetinin derecesi ortaya çıkartılmış olur. Bu amaçla yöredeki emisyon envanterine bakılarak çalışılır. Aliağa yöresinde bu proje dolayısı ile güncellenen emisyon envanteri daha önceki bölümde verilmişti. Bu tabloyu daha önceki yıllarda yörede yapılmış envanterler ile karşılaştırsak, yörede önemli oranda doğal gaz kullanılmaya başlanması ile özellikle SO<sub>2</sub> emisyonlarında önemli bir azalma olduğu görürüz. Bu, dış havada da geçmiş yıllara göre önemli bir SO<sub>2</sub> azalmasını sağlamış görünmektedir. Kaldı ki, yaklaşık bir kaç yıldan beri İzmir'deki hava kalitesi ölçüm istasyonlarında bile buna bağlı olduğunu düşündüğümüz daha düşük kirlilik seviyeleri bulunmaya başlanmıştır. Buna karşılık kirletici kaynak sayısı arttığı için ve doğal gaz kullanımına bağlı olarak NO<sub>x</sub> başta olmak üzere başka bazı kirleticilerin emisyonlarında artışlar olduğu görülmektedir.

Her ne kadar hava kalitesi yönetiminde envanterlerle yola çıkmanın en garantili yol olduğu ortada ise de, bazen bunun mümkün olmadığı durumlar da söz konusudur. Örnek olarak Aliağa'da, sahada yığıntı halinde bırakılan

hurda, tufal, cüruf ve baca tozlarının miktarındaki artış dolayısı ile havaya karışan partikül madde varlığında geçmişte yapılmış olan çalışmalara göre bir miktar artış görülmektedir. Ancak bu gibi yaygın veya kaçak (fugitive) kaynaklardan gelen emisyonların envanterlere doğru bir şekilde yansıtılması söz konusu değildir. Aynı şekilde yollardaki trafik artışlarının envanterlere yansıtılması ve dolayısı ile geçmişle bir mukayesesinin yapılması da mümkün olmamıştır. Envanterlerde hesaplanamadığı için kaynak hesapları ve dağılım model çıktılarında görülemeyen, ancak bu projede havada ayrıntılı ölçümü yapılan kirleticilerin daha önceki çalışmalara göre sayıca ve ölçüm tekniği olarak daha üstün olması dolayısı ile bu projenin çıktıları kullanılarak daha çok sayıda kirletici için kontrol teknikleri ve stratejileri geliştirilebilmesi mümkün hale gelmiştir.

Halen Aliağa bölgesinde kontrol teknolojisi uygulanması gerekli olan en çok bilinen hava kirletici NOx gibi görünmektedir. Trafik, yörede sayısı çok olan çeşitli yüksek temperatür prosesleri ve yanma (özellikle doğal gaz yakılması) çıkışlı olan NOx, bölgedeki ozon oluşturuucu etmenlerin başında olduğu gibi, kendi asidik ve doğrudan toksik etkileriyle de önem kazanmaktadır.

Organik madde emisyonları ve bunların dış hava konsantrasyonları ise Aliağa'daki proses kaynaklarının niteliği (petrol, petrokimya ve gemi söküm-hurda prosesleri) ile trafik yoğunluğu dolayısı ile kontrol planlaması gerektiren ikinci hedef gruptur. Bu kirleticilerin bir bölümü kanser yapıcı veya kanser yaptığından şüphelenilen maddelerdir ve toprak, su ve bitki ortamlarına da geçerek etki düzeylerini arttırabilmektedirler. Özellikle gemi söküm ve hurda kalitesinin bu kirleticiler bakımından (sakıncalı yağ atıklarının durumu ve PCB'ler en başta olmak üzere) ciddiyetle izlenmesi ve yüksek PCB içeren hammadde ve sökülecek gemi ithalinin hemen durdurulması şarttır. Gemi sökümündeki yaşanmış krizlerin tesadüf sonucu gündeme gelebilen bireysel vakalar (Clemenceau veya Otapan olayları gibi) değil, sistemli bir şekilde belirlenmesi, Aliağa'daki bir hava kalitesi yönetim planının yaşamsal hedefi olmalıdır.

Üçüncü bir grup kirlenme türü ise partikül madde (PM) ve onun içeriğindeki ağır metal varlığı ile ilgilidir. Bu kirlenme türünü yöre insanları öteden beri tanımaktadır. PM toplumsal tepkinin asıl nedenlerinden biri olarak değerlendirmek zorundadır. Yörede düzensiz bir şekilde depolanarak saklanmakta olan cüruf, hurda ve filtre tozlarından (ki bunlardan özellikle baca tozları yasalarımıza göre tehlikeli ve zararlı atık niteliğindedir) özellikle

kurak geçen rüzgârlı yaz günlerinde tekrar tekrar havaya karışan oldukça iri partiküllerin etkilerinin önemli olduğu bilinmektedir. Bu düzensiz depolama şeklini daha tekniğe uygun hale getirerek havaya karışan tozları engellemek şarttır. Ayrıca hurdanın ark ocağına atılması ve ilerleyen işlemler sırasında havaya katılan metal buharları ile ince tozların ise daha ince tozların oluşmasına, hatta ikincil partiküllerin oluşumuna yol açtığı düşünülmektedir. Bu toz oluşumlarının engellenebilmesi için ark ocaklarının kapak açıldığında etrafa boşalttığı çıkış gazlarının tam olarak toplanıp filtre edilmesi gereklidir. Bu amaçla başarılı torba filtre yatırımları yapan firmalar vardır. Bunu yapmayan, ya da yaptığı halde filtre sarf malzemesi, işçilik ve elektrik masraflarından kaçınmak için kullanmayan firmalara acilen ağır yaptırımlar getirilmesi gerekmektedir. Bunun için teknolojik olarak ocakların gözden geçirilerek gerekli değişikliklerin yapılmasına kadar yörede yeni ark ocağı kapasitesi artımına izin verilmemelidir. Mevcut ocakların da en kısa zamanda bu yatırımı yapmaları için zorlanmaları söz konusudur.

### 3.6.3 Hava Kirliliğinin Etkileri ve Riskler

Hava kirliliği standartlarının temel hedefi ülkede yaşayanların sağlığını güvence altına almaktır. İnsanlar dış ve bina/taşıt içi mekanlar gibi iç ortamlarda çeşitli hava kirleticilerin etkisine maruz kalırlar. Bunların insan sağlığı bakımından etki düzeylerinin solunan konsantrasyon ve maruz kalınan süre çarpımı olan "doz" hesabı yapılması ve dozun zararlı seviyenin altında kalması için önlem getirilmesi şarttır. Bu ülkemizdeki hava kalitesi yönetiminin de ana hedefi olması gereken hedef ve yöntemdir. Ancak ülke çapında her noktadaki insanları korumaya yönelik planlar, Aliağa gibi bazı "sıcak kirlilik" bölgelerinde yetersiz kalabilir. Diğer bir ifade ile söylemek gerekirse pratikte bazı kirlilik alanlarında öncelik planları değişik olabilir ve zaman kaybetmeden özel önlemler, hatta birçok kirleticinin birlikte bulunduğu durumlarda hepsini birlikte düşünerek, özel standartlar gerekli olur.

Aliağa ülkemizdeki bu "sıcak kirlilik"alanlarından biridir. Bölgedeki meteorolojik ve mevsimsel koşullar altında, yoğun hava kirletici emisyonları yapan kirlilik kaynakları vardır. Bu proje çalışmasındaki inceleme noktalarında kısa süreli ama yoğun konsantrasyonlara neden olduğu bu projenin çıktıları ile de görülmüştür. Bazı ölçüm noktalarında rüzgâr hız ve yönü aniden değiştiğinde, bu kirlilik birden seyrelip uzaklaşarak yok olduğundan dolayı, uzunca (örneğin 24 saat süreli) ortalamalar kirlenmeyi

olduğundan daha önemsiz göstermekte ise de bu sorunun önemsiz olduğu anlamına gelmez. Bu bilgi ülkemizde daha çok 24 saat süreli ele alınan ulusal hava kirliliği standartlarının uygulanmasının, Aliğa'da pek başarılı olamayacağını göstermektedir. Çünkü insanlar kısa süre ile aldıkları yüksek konsantrasyondaki kirlilik ile zaten dozlanmış olduklarından biraz sonra havanın temizlenmesinin önemi azalmaktadır. Buna karşılık rüzgâr yüksek seviyeli kirliliği getirdiğinde insanların içinde yaşadığı mekânlar kapılardan ve pencerelerden sızan kirlenme ile daha uzun süre ile bulaşmaktadır. Oda havasının temizlenme sıklığı ve zamanı iyi ayarlanmadıkça bu kirlenme önemli bir sağlık sorunu halinde kendini gösterir.

Ekosistemdeki etkiler ise daha kalıcıdır; Aliğa çevresindeki seçilmiş 50'den fazla noktada yapılan uzun vadeli pasif kirlilik tayinleri, iki haftalık dilimler içinde ortalama hava kirliliğinin oldukça yüksek olduğu bazı yerlerin varlığına işaret etmektedir. Bu kirlilik özellikle o noktalarda topraktan alınan örneklerde bu kirleticilerin biriktiğini göstermiştir. Bu da ekosistemin önemli bir birikim yükü ile yüklendiği sonucunu göstermektedir. Özellikle ağır ve toksik organikler ile ağır metallerin davranışı bu şekildedir. Daha sonra bu kirlenmiş toprak ortamının kendisinin de bir tür kaynak haline geldiği ve özellikle sıcak yaz günlerinde havaya daha önceden birikmiş kirlilik unsurlarını bırakmaya başladığı ortaya çıkmaktadır. Bu topraklarda yaşayan, hayvanlarını otlatan veya gıda üretimi yapanların da hem kendi sağlıkları, hem de tarım ürünleri aracılığıyla toplumu önemli ölçüde kirlenmeye maruz bıraktıkları göz önüne alınmalıdır. Hava kalitesi yönetim planında bu tür ikincil kaynak oluşumunun ortadan kaldırılması için önlemler getirmesi ve en baştan itibaren toksik hava kirletici emisyonlarının engellenmesi ve kontrol edilmesi konusuna yer vermesi gereklidir.

Çağdaş bir hava kalitesi yönetim sistemi bu projenin içeriğinde bir araştırma mahiyetinde de olsa büyük ölçüde yer almış olan şu bileşenleri içermelidir:

1. *Emisyon bilgileri.* Emisyon kaynaklarına ve sektörlere göre yapılmış envanter hesapları, bunların gelecekteki alacağı değerler, emisyon trendleri planda başlangıç verileri olmalıdır. Böylece uzun vadede alınan önlemlerin başarı ölçüsü de ortaya çıkmaya başlayacaktır.
2. *Dış hava ölçümleri ve izlemeler.* Kentsel alanda, sanayi bölgelerinde ve ulaşım hatları yakınlarında kurulacak ayrı ayrı istasyonlar yardımı ile çok sayıda bilgi ortaya çıkacaktır. Özellikle halkın maruz kaldığı hava

kirliliği düzeyleri bu şekilde ölçümlerle belirlenmek zorundadır. Alınan önlemlerin başarı ölçüsü ise ölçüm ve izleme çalışmasıyla saptanır.

3. *Modelleme çalışması.* Dünyada hava kalitesi hesaplama modelleri bilimsel anlamda yüksek başarı seviyesine ulaşmıştır. Ancak yerel koşullarda bu modellerin hava kalitesi tahminlerinde gösterecekleri başarının inceleme yerinde belirlenmesi zorunluğu vardır. Başarı düzeyi yüksek modeller kurulur ve çalıştırılabilirse karar vericilerin daha rahat ve ekonomik kararlar almaları mümkün hale gelir.
4. *Maruziyet hesaplaması.* Yöredeki yaşayan toplumun ve ekosistemin kirleticilere maruziyet miktarları hesaplanmalıdır.
5. *Maruziyete bağlı olarak insan sağlığı ve refahına ait risklerin belirlenmesi.* Maruziyet, doz (=süre x kirlilik derişimi) ile buna bağlı sağlık ve denge risk hesapları yapılmalı, kabul edilebilir risk seviyeleri belirlendikten sonra bunlar esas alınarak geri hesaplama yoluyla yöresel hava kalite kriterleri ortaya konmalıdır.
6. *Uygulamaların ekonomisi.* Hava kalitesi yönetim planının uygulanması ile meydana gelecek olan ekonomik sonuçlar sistemli olarak izlenmelidir. Ayrıca bu ekonominin kullanılan teknoloji olan ilgisi net bir şekilde ortada olduğundan teknoloji profiline de izlenerek çağdaştırılması şarttır.

Diğer taraftan geleceğe yönelik hiç bir hava kalitesi yönetim planında iklim değişimi göz ardı edilemez. Bu yüzden de hazırlanacak planda fosil yakıtların yakılmasına ve diğer insan etkinliklerine bağlı olan iklim değişim unsurları da yer almalıdır. Örneğin, doğal gaz ve diğer metan kaçakları, karbon dioksit, is niteliğindeki partikül maddelerin derişimleri ile sülfat partiküllerinin ve ozonun da izlenerek değerlendirilmesi şarttır.

#### 3.6.4 Hava Kalitesi Yönetim Sorumlulukları ve Mediasyon Uygulaması

Aliağa'da ihtiyaçlar ve hava kirliliği olgusunun dinamiği bu şekilde ortaya çıkmışken, sorunun bütün bu sayılanları gerekli özende ve ayrıntıda gözetebilecek nitelikte bir kurumsal sahibi ortada görünmemektedir. Belediyeler bu kadar önemli bilimsel ve teknik detayları olan ve karmaşık hale gelmiş olan Aliağa hava kalitesi sorununu, ne kadar iyi niyetli olsalar da, kendi başlarına çözemezler. Bu konuları tartışarak çözüm arama amaçlı

olarak yörede 13 Şubat 2008 günü bir mediasyon çalışması başlatılmıştır. Bu çalışma bu projede öngörülen yönetim modelinin bir parçasıdır. Mediasyon çalışmaları sosyal sorunlarda tarafların farklı düşünceler içinde buldukları durumlarda kullanılan bir sorun çözme mekanizmasıdır. Gerekli olduğu hallerde uzun zaman dilimine yayılabilir veya uzunca bir süre ile aktif bir hal alabilir.

Yapılan çalışmada toplantıya davetli olarak gelen yetkili temsilciler alınmıştır. Katılımcıların listesi ve toplantı gündemi bu raporun **EK 4** bölümünde verilmiştir. Toplantı gündemine bakıldığında ilk yarıda bilim insanları tarafından TÜBİTAK tarafından desteklenmiş olan bu projenin getirdiği bilgilerin ve yöredeki daha başka ek bilimsel çalışmaların ortaya konduğu görülür. İkinci yarı denebilecek kısım ise katılımcıların söz alarak kendi görüşlerini ve yapılması gerekenleri dile getirdikleri bir bölüm halinde düzenlenmiştir. Toplantı Prof.Dr.Aysen Müezzinoğlu tarafından yönetilmiş, konuşulanlar tutanak halinde kayda geçilmiştir. Daha sonra bu kayıtlardan faydalanılarak bir mediasyon bildirgesi hazırlanmış, e-posta aracılığı ile katılanların onayına sunulmuş, yapılan değişikliklerden sonra basın aracılığı ile halka duyurulmuştur. Mediasyon metni hava kalitesi yönetim modelinin ana hatlarını içerdiği için önem taşımakta, bundan böyle yörede yapılması gereken acil işlerin ve daha kapsamlı önlem önerilerinin tümünü içermektedir. 13 Şubat günü yapılan mediasyon çalışmasının sonuç bildirgesi aynen şu şekildedir:

20 Şubat 2008

## ALİAĞA'DA HAVA KALİTESİNİN DÜZENLENMESİ KONUSUNDA

### İLGİLİ TARAFLARIN TEMSİLCİLERİNİN YAPTIĞI

### 13 Şubat 2008 TARİHLİ MEDIASYON TOPLANTISI

### SONUÇ BİLDİRGESİ

Tanım: "Mediasyon" uzun süre devam etmiş, çözümü zora girmiş ve taraflarının sayısı çok fazla olan toplumsal sorunlar için yargı yoluna gitmeden önce başvuru olan bir sorun çözme metodudur.

Yöntem: Mediasyon toplantısı ilgili tüm tarafları temsilen tam yetkili temsilcilerin davetli olarak katılmasıyla yapılır. Süresi ihtiyaca göre uzun sürebilir ama her toplantısının sonunda kamuoyuna bu bildirmede olduğu gibi kararlar hakkında bilgi verilmesi esastır. Bu toplantıda halkı temsilen seçilmiş yerel yöneticilerle temsilcileri, sanayici kesimi ve üniversite ile merkezi yönetimin temsilcileri topluca çalışma imkanı bulmuşlardır.

Alınan kararlar:

1. Yörede planlama kavramlarının geliştirilmesi, planların hazırlanması ve uygulamalar,

a. Aliğa 1/5000 ve 1/1000 ölçekli İmar Planlarının eksik kısımlarının Belediye tarafından bir an önce tamamlanması, İBŞB tarafından verilecek onaylarının yapılması ve uygulanmaya başlaması acil çözüm beklemekte olan bir sorundur. Bu sorun çözüldüğünde buna bağlı olarak yolların düzenlenmesi ve asfalt ve beton kaplamaların tamamlanması öncelikli olarak yapılmalıdır.

b. Çevre kalitesinin toprak ve deniz suyu kalitesi de dikkate alınarak düzenlenebilmesi için, insan sağlığını ve refahını en önde tutan bir hava kalitesi yönetim planının yapılması gereklidir. Günümüzde zaten

geç kalmış olan böyle bir planın olayların hızlı gelişmesi ve planlamanın dinamik niteliği göz önünde tutularak yetkili ve sorumlu kurumlar tarafından özenle izlenmesi gerekmektedir.

- c. Toprak kalitesinde görülen önemli bozulmanın izlenerek, düzeltilmesi yönünde plan ve projeler hazırlanması, özellikle yakın çevredeki tarım alanlarında yapılan üretimde görülmesi muhtemel risklerin değerlendirilmesi yerinde olacaktır.
2. Hava kalitesi yönetim planındaki kirletici unsurların ve yöreye yeni gelecek kirletici kaynakların çevre koruma bakımından özenli çalışmalar içinde olması için eğitim ve takip sistemlerinin sanayicilerin oto-kontrolünde olmak kaydıyla geliştirilmesi yerinde olacaktır. Ancak bunun yetmediği yerlerde toplum adına denetim ve cezai yaptırımları uygulamaya yetkili kurum ve kuruluşların tutarlı ve kararlı bir biçimde yasal görevlerini harfiyen yerine getirmesi şarttır.
3. Öncelikli olarak yörede faaliyet gösteren ve emisyon iznini almamış tesislerin emisyon izinlerini alması yetkili kurum ve kuruluşlarca sağlanmalıdır. Yörede kapasite artımı veya yeni bir tesis kurulması gibi yeni yapılacak yatırımlar için gerekli yapı izinlerinin, emisyon izninin ve GSM ruhsatlarının verilmesinde ön koşul halen mevcut kuruluşların ilgili izinlerinin ve ruhsatlarının tamamlanmış olmasıdır. Bu noktaya yerel yönetimlerce özen gösterilmelidir. Örnek olarak kapasite artırımına gidecek olan ama henüz mevcut tesisleri için emisyon iznini alamamış tesisler ile emisyon izni alma süresi dolanlara yaptırım uygulanması, henüz süre verilememiş olanlara da makul süreler içinde emisyon iznine başvurma mecburiyeti getirilmesi gibi uygulamalar gösterilebilir.
4. Yörede acil durum sinyali veren tehlikeli ve zararlı niteliğine sahip katı atıkların (baca filtresi külü veya baca külü + cüruf + tufal karışımı, vb.) en kısa zamanda yer ve teknolojisi belirlenmesi gereken bir tehlikeli ve zararlı atık depolama alanına en kısa zamanda nakli için çalışmalar hızlandırılmalıdır. Bu bir teknik gerekliliktir ve tüm taraflar bu konuda sorumluluklarını tam olarak yerine getirmelidir. Bu teknik gereklerden çevreye ilişkin olanlar, gidilecek yerdeki zemin durumu, nakil yöntemi, yükleme boşaltma uygulamaları, örtü ve yeşillendirme uygulamaları, vb. çevresel bakımlardan mutabık kalınacak bir proje ile tartışmaya açılmalıdır.



5. Yöredeki ekonomik faaliyetlerin ve kalkınma hızının sürdürülebilir olarak devam etmesi için mevcut tesislerin çevre ile olan ilişkilerinin ve yeni faaliyetlerin yapacakları yatırımların ÇED çalışmalarının müstakil olarak düşünülmeden bir arada ele alınabilme imkânı sağlanmalıdır. Bu tesisler arası etkileşimi böylesine küçük bir coğrafi alana sığdırılmak istenen tesisler açısından inceleyebilmek için yörenin hassas kirlenme bölgesi gibi düşünülerek "Stratejik ÇED Çalışması" uygulanması şarttır.
6. Yöredeki üretim faaliyetlerinin kullandığı teknolojilerinin güncellenmesi ve güncel çevre teknolojileriyle bağdaştırılması için ilave çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda mümkün olduğu ölçüde sanayi atıklarının tesis içi ve tesis dışı girdi devir yapmasına olanak sağlanmalıdır. Bu kapsamda sanayicinin üretim hedefleri arasında bulunmamasına rağmen proses gereği çıkan ve pazarda ekonomik değeri olan yan ürünlerin ve para karşılığı bertaraf edilmesi söz konusu olan tehlikeli atıkların tanımlarının AB yaklaşımı ile yeniden yorumlanmasına ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bunun için ilgili kurumların girişimde bulunması yerinde olur.
7. Yöredeki ağır taşıt trafiği başta olmak üzere ulaşım sektörünün hava kalitesine etkileri özenle izlenmeli ve gerekli tedbirler aldırılmalıdır. Karayoluyla akaryakıt taşımacılığında alttan dolum sistemlerine geçiş için gerekli yönetmelik çıkarılmalıdır.
8. Düzenli çalışma içine girmesi ve denetimi daha kolay olan belli başlı sanayi kuruluşları kadar, hatta bazı durumlarda onlardan daha önemli olmak üzere; rastgele hurda ayıklama, ayırma, eleme, kablo sıyırma, yakma ve gemi sökümü yapan tesislerin de dikkatle izlenmesi şarttır. Örneğin, PCB, asbest, metaller ve yağlı, paslı, boya içeren malzemelerin hurda olarak bulundurulması, ayıklanması, satılması ve demir-çelik tesislerinde depo edilip ergitilmeleri gibi acilen yasaklanmalıdır. Bu amaçla bu konuda ihtisaslaşmış bir çevre kolluk ve denetim birimine ihtiyaç vardır.
9. Demir-çelik tesislerinin yurt dışı kaynaklı hurda hammaddesi içinden çıkabilen radyoaktif kaynakların ilgili Yasa gereği TAEK vasıtasıyla imhasında gösterilen hassasiyetin sürdürülmesine devam edilmelidir. Buna paralel olarak gelen hurdalar içerisinde bulunan tehlikeli/zararlı organik maddelerin ve sakıncalı ağır metallerin düzenli olarak izlenmesi, kaydının tutulması ve denetiminin titizlikle yapılması uygun olacaktır.

10. Bu sayılan kararların uygulanmasının izlenmesi, teknik çalışmaların tartışılması ve ÇED çalışmalarının birbirleriyle ilişkilendirilmesi için bu mediasyon grubunun çalışmalarının Aliğa'da hava ve çevre kalitesi insan sağlığı bakımından kabul edilebilir bir hal alıncaya kadar devam etmelidir. Bu, periyodik toplantılarla sağlanabileceği gibi, gündem hazırlıkları yapıldıktan sonra grubun ihtiyaca göre davet edilmesi yoluyla da yapılabilir. Mediasyon yöntemi bu amaçlara bir an önce ulaşmak için kullanılacak uygun bir yöntem olarak ortaya çıkmış bulunmaktadır.

KAMUOYUNA VE İLGİLİ TARAFLARA SAYGI İLE DUYURULUR.

---

KATILAN KURULUŞLAR

---

TÜPRAŞ-Türkiye Petrol Rafinerileri  
A.Ş.

Ege Gübre San.A.Ş.

PETKİM –Petrokimya Holding A.Ş.

Er Ege Metal (Sider Dış Ticaret)  
A.Ş.

İzmir Büyük Şehir Belediyesi  
Çevre Sağlığı Müdürlüğü

DEU- Dokuz Eylül Üniversitesi

Aliğa Belediyesi

ODTÜ-Ortadoğu Teknik  
Üniversitesi

ENKA-İzmir Elektrik Üretim A.Ş.

IYTE-İzmir Yüksek Teknoloji  
Enstitüsü

ÇEBİTAŞ-Demir Çelik End. A.Ş.

İzmir İl Çevre ve Orman  
Müdürlüğü

---

Mediasyon çalışmasının kendi amaçları doğrultusunda başarılı olduğu anlaşılmış bulunmaktadır. Bu yöntemin başarısını gören yerel yönetimler bu ve benzeri tartışmalı konularda bu uygulamayı sürdürmek istemektedir. Zaten bildirge metninde de bahsedildiği gibi mediasyon grubu hava kirlenmesi ile ilgili kararlarda bir tür danışman meclisi olmayı kendisi de önermiştir. Dolayısı ile çalışmanın Aliağa yerel yönetimi düzeyinde süreceği düşünülmektedir.

Diğer taraftan konunun yasal yetkilisi olan İzmir Büyük Şehir Belediyesi de mediasyondaki gündemin İzmir'deki karar verme mercilerine, örneğin Encümen üyelerine de tekrarlanmasını istemişlerdir. Böylece alınacak kararlarda İzmir'deki yetkililerin de bilgi sahibi olarak karar sürecine girişmeleri sağlanacaktır.

Mediasyonun yapıldığı 13 Şubat 2008 günü toplantının hemen ardından Aliağa'daki kamuoyu bir konferans sunumu ile aydınlatılmaya çalışılmıştır. Böylece hem mediasyondaki alınan kararların, hem de TÜBİTAK destekli ve herkesin merakla sonucunu beklediği projenin en azından ön çıktılarının halka doğrudan ulaştırılması sağlanmıştır. Basının da özenle izlediği ve sonuçlarını ertesi günkü sayılarında halka ayrıca duyurduğu başarılı bir halk konferansı, TÜBİTAK projesinin son saha çalışmasını oluşturmuş bulunmaktadır.

### 3.6.5 Hava Kalitesi Yönetimi Bölümünün Sonuç Değerlendirmesi

İster bölgesel, ister havza bazlı, ya da ulusal ölçekte olsun, tüm hava kalitesi yönetim modellerinin öncelikli olarak risklerin hesabına odaklanması ve bu risk hesaplarının çok sayıdaki kirleticinin birlikte bulunduğu ortamlara göre yapılıyor olması gerekir.

Günümüzdeki teknolojik gelişmelerin, insanlarımızın anayasal hakkı olan temiz hava soluma hakkını sağlayabilme potansiyeli yüksektir. Bu bakımdan Aliağa'da temiz havanın bir doğal kaynak olduğu ilkesinden hareket edilerek, bu amaca göre çağdaş sanayi teknolojileri kullanılarak hava kirliliğinin üstesinden gelmek mümkündür. Aliağa yöresindeki halk talepleri doğrultusunda en iyi mevcut tekniklerin (best available techniques-BAT) kullanılması, hava kalitesinin en ileri kontrol teknikleri ve en olumlu hava kalitesi yönetim planı kullanılarak düzenlenmesi gereklidir. Ancak bu yapılırken yöredeki sanayi tesislerinin işlerliği ve yerel/ulusal ekonomiye olan katkıları da bütünüyle gözardı edilmemelidir. Bu nedenle hava kalitesi

yönetim planlarının tarafların ortak onayı ile hazırlanması, uygulanması ve sürekli gündemde tutulması şarttır.

Sorunların çözümü yeni mühendislik önlemleri kullanılarak ve çağdaş teknolojilere geçiş ile olacaktır. Hava Kalitesi Yönetim Planının bu hususu ve yöredeki hava kirliliği göstergelerini özenle dikkate alması gerekmektedir. Aliağa hava kalitesi yönetim projesinde, kritik sorun odaklarını belirleyip, bunların çözümünün bilimsel ve teknik yollarını ortaya çıkarmak, sorunları çözecek önlemleri planlayıp ortadan kaldıracak sistemleri tasarımılamak ve başarıyı izleme yöntemleri ayrıntılı olarak yer almalıdır. Böyle bir plan öncelikle hava kitlelerinin hareketleri dikkate alınarak belirlenecek havza bazlı bir çalışma olmak zorundadır. Aliağa'da havza çalışması bu projenin seçtiği coğrafi kapsamda yapılmalıdır. Bu coğrafyada tespiti yapılmış olan başlıca kirleticilerin maruziyetler, riskler, belirsizlikler gözönüne alınarak ve çok sayıda kirleticinin aynı anda havada bulunduğu dikkate alınarak değerlendirilmesi şarttır. Başarının ölçüm için ise performansa dayalı bir ölçme değerlendirme yapmak gereklidir.

Performansa dayalı başarı ölçme ve değerlendirmenin ana unsuru periyodik raporlamadır. Raporların hazırlanmasından sonra mutlaka ilgili taraflarca tartışılması, başarılı olunan noktaların açıklanması, daha fazla başarı ihtiyacı olan noktaların ortaya konması ve gerekli modifikasyonların yapılarak yeni hareket tarzı planlarının hazırlanması şarttır. Bu yöntemle modeller yardımıyla yapılan tahminlerin gerçekleşme oranları sınanmalı; emisyonların azalması için öngörülen planların başarı ölçüsü belirlenmeli; sanayilerin, idarenin veya halkın eksik uygulamaları varsa onlar ortaya konmalıdır. Diğer taraftan hazırlanmış ve uygulamaya konmuş olan hava kalitesi yönetim modelinin, zaman içinde hedeflerine ulaşma başarısı da bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Eğer eksik konmuş hedefler ortaya çıkmış ise planın kendisi de gözden geçirilmeli ve tamamlanmalıdır.

Aliağa'da halkın sağlık ve refahını gözeterek hazırlanacak bir hava kalitesi yönetim planında atılacak spesifik adımlar şunlar olmalıdır:

- Geniş bir ekosistem izleme programı ve seçilecek başlıca göstergeleri değerlendirmeye imkân verecek bir ölçme şebekesi kurulmalıdır. Bu şebeke, kirleticiler her ne kadar hava yoluyla geliyor ve dağılıyor olsalar da toprak, deniz su ve gıda güvenliği açısından halkın ve ekosistemin güvencede olmasını sağlamayı amaçlamalıdır.

- Bu yüzden de yörede doğal ve yapay ekosistemlerin kabul edebileceği maruziyet seviyeleri yerel koşullar dikkate alınarak belirlenmelidir. Bu maruziyet limitleri belli aralarla örneğin 10 yılda bir yenilenmelidir.
- Yörede çok sayıdaki kirliliğin birlikte bulunması, aynı zamanda tüm tesisler emisyon limitlerine uysa dahi ortaya çıkacak hava kalitesinin kabul edilebilir olmayacağı öngörüsü dikkate alınarak ikincil standart uygulaması yapılmalıdır.
- Dar bir coğrafi havza olan Aliğa yöresinde hava yoluyla ekolojik dolanım giren bu miktarda kükürt, azot, organik maddeler ve toksik ağır metaller varken, bunların her birinin bir tesisteki emisyon sınırlarıyla hatta dış havadaki konsantrasyonlarla denetlenmeye çalışılması yetersiz kalmaktadır. Bunların toprağa, yeraltı sularına, kıyı ekosistemine, yüzeysel sulara, bitki örtüsüne, ormanlara çökme miktarları çok daha önemle izlenmeli ve denetlenmelidir. Bu tür ikincil standartlar, ulusal yasa ve yönetmeliklerin esas aldığı (emisyon ve dış hava) konsantrasyon sınırlamalarına ek olarak kütleli emisyon ve depozisyon (çökme) bazlı olmalıdır.
- Alınacak kontrol önlemleri ve uygulanacak projelerin tasarım ve denetimleri özel olarak Aliğa havzasını iyi bilen, ayrıca bu hava kirliliğinin kontrolü konusunda özel bilgi ve beceri sahibi olan bir ofis tarafından yapılmalıdır.

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma Aktif ölçümler, pasif ölçümler, dağılım modellemesi, sağlık riski modellemesi ve bütün çalışmaların ışığında, sonuçların kullanılmasıyla, Aliğa bölgesinde hava kalitesinin iyileştirilmesi veya mevcut durumunun korunması için yapılacak işleri, yerel kurumlarla birlikte oluşturup, onların kullanımına sunmayı içeren bir hava kalitesi yönetim planı oluşturmayı içermiştir.

Aktif ölçümler Aliğa bölgesinde, birisi Horozgediği köyünün, yaklaşık 400 m doğusunda, diğeri Aliğa Belediye alanında kurulan iki istasyonda yürütülmüştür. Bu istasyonlarda, inorganik gaz fazı kirleticiler, uçucu organik bileşikler, Küçük partikül fraksiyonu (PM<sub>2.5</sub>) kütlesi ve bu fraksiyona bağlı eser elementler, büyük partikül fraksiyonu ve bu fraksiyona bağlı eser elementler ölçülmüştür.

İnorganik gaz fazı kirleticiler SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ve PM<sub>10</sub> kütlesinden oluşmaktadır. Tabii gerçekte PM-10 kütlesi gaz fazında değildir, ancak bu kirleticiler kentlerde rutin olarak birlikte ölçülülüğünden, ifadenin tam doğru olmayacağını bilerek, raporda PM10 de dahil olmak üzere, bu kirleticiler inorganik gaz fazı kirleticiler olarak ifade edilmiştir.

Uçucu organik bileşikler her iki istasyonda da otomatik gaz kromatograflar kullanılarak ölçülmüştür. GC'lerin niteliklerinden dolayı farklı kalibrasyon gazları kullanılmış ve Horozgediği istasyonunda 70 dolayında, Aliğa istasyonunda da 50 dolayında UOB ölçülmüştür.

Küçük ve büyük partikül kütleleri her iki istasyonda da dichotomous örnekleyicilerle toplanmış ve XRF tekniği ile analiz edilmiştir. Bu şekilde 15 dolayında elementin büyük ve küçük partikül fraksiyonlarında ölçülmesi mümkün olmuştur.

Aliğa yöresi çok kirli bir endüstri bölgesi olarak bilinmektedir. Çalışmanın başlangıcında proje gurubunun da beklentisi aynı yönde olmuş ve ölçüm sonuçlarının bu öngörüyü teyit etmesi beklenmiştir. Ölçümler yapıp sonuçlar ortaya çıkmaya başladıkça, bölgedeki kirliliğin, bu kadar basit olarak tarif edilemeyeceği, oldukça karmaşık mekanizmaların sonucunda, kirletici yüklerinin bazı yerlerde yüksek iken bazı yerlerde de beklenenin altında olduğu görülmüştür. Raporda bu mekanizmalar etraflıca tartışılmış, bu bölümde ise kısaca özetlenmiştir.

Sonuçlarda ilk dikkat çeken nokta, kurulan aktif ölçüm istasyonlarında ölçülen kirletici konsantrasyonlarının beklentinin altında olması olmuştur. Daha sonra pasif ölçüm sonuçları da, belirli bölgeler dışında, bu gözlemi teyit edince düşük konsantrasyonların nedenleri araştırılmış ve raporun değişik bölümlerinde tartışılmış olan, istasyonların kaynaklara uzaklıkları, farklı kaynaklardan yapılan farklı emisyonlar, bölgedeki trafik yoğunluğunun turizm aktivitelerine bağlı olarak değişmesi, ısınma kaynaklı emisyonların değişimi, güneş akısındaki değişimler, rüzgara hızına bağlı değişimler, bölgedeki atmosferin asimilasyon potansiyeli gibi pek çok faktörün konsantrasyonları etkilediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Ancak bunca parametre arasında bir tanesi bölgedeki kirletici düzeylerinin, çalışmanın başlangıcında beklenenin altında olmasını açıklaması açısından çok önemlidir. Bu parametre rüzgar yönüdür. Hazırlanan rüzgar güllerinde bölgede dominant rüzgar yönünün Kuzey-kuzeydoğu yönünde olduğu görülmektedir. Bölgenin coğrafyası düşünüldüğünde, bu yönden esen rüzgarın endüstri bölgesindeki emisyonları Ege denizine taşınması beklendiğinden bölgede sürekli kirlilik altında olarak tanımlanacak bir alan yoktur. Ancak, rüzgar gülüne bakıldığında güney-güneydoğu yönünde, kuzey-kuzeydoğu yönünden esen rüzgardan çok küçük bir rüzgar katkısının olduğu görülmektedir. Bu küçük bileşen bölgedeki deniz-kara etkileşiminden kaynaklanan dinamik bir rüzgarı göstermektedir. Saatlik rüzgar gülleri, kuzey-kuzeydoğu yönündeki dominant rüzgarın 24-saat süreyle değişmediğini ancak güneyden esen küçük rüzgar bileşenin 24-saat süre ile sürekli yön değiştirdiğini göstermiştir. Bu bileşenin sabah saat 7:00 dolayında güneşin doğması ile başlayan hareketi akşam saat 19:00 dolayında güneşin batmasıyla sona ermektedir. Bu süre zarfında rüzgar bir – iki saat bir yönde kaldıktan sonra yön değiştirmekte farklı bir yönde emekte, 1 – 2 saat sonra tekrar yön değiştirip yine farklı bir yönde esmeye başlamaktadır. Bu şekilde yaklaşık bütün yönlerde saat yönünün tersi bir hareketle esmiş olmaktadır.

Rüzgar yönünün bu hareketinin bölgedeki kirletici konsantrasyonları açısından belirleyici bir önemi bulunmaktadır. Eğer rüzgar tek yönden eserse, rüzgar altında kalan bölgelerde çok yüksek konsantrasyonların ölçülmesi, diğer bölgelerde ise daha düşük konsantrasyonların görülmesi beklenirdi. Aliağa bölgesinde sürekli esen kuzey-kuzeydoğu rüzgarının kirleticileri denize doğru taşınması nedeniyle, endüstrilerin sürekli etkisi altında

kalan bölge çok sınırlıdır. Diğer yandan, gün boyunca her noktada rüzgarın sadece birkaç saat boyunca endüstrilerden esmesi nedeniyle, bu birkaç saat boyunca yüksek konsantrasyonlar ölçülmekte ancak 24-saatlik veya daha uzun süreli ortalamalar alındığında konsantrasyonlar düşük olmaktadır. Bu bölgenin çok önemli Meteorolojik bir özelliğidir.

Çalışmalardan ortaya çıkan diğer bir sonuç, Aliğa yöresinde farklı noktaların farklı kirletici kaynakların etkisi altında olduğu ve farklı kirletici kompozisyonlarına sahip olduğudur. Çalışmanın yapıldığı bölgede farklı kaynakların etkisi altında olan dört bölge tanımlanmıştır. Bunlardan birincisi, PETKİM ve TÜPRAŞ tesislerinin bulunduğu yarımadadır. Burası TÜPRAŞ ve PETKİM emisyonlarının, Özellikle UOB ve SO<sub>2</sub> açısından çok kirli bir yarımadadır. Bu bölgeye aktif ölçüm yapan bir istasyon kurmamamıza rağmen, gerek söz konusu yarımadadaki 5 pasif örnekleme istasyonunda yapılan ölçümlerden ve gerekse DEU tarafından daha önce yapılan çalışmalardan bu açıkça görülmektedir. Dikkat edilmesi gereken bir nokta, bur yarımada da lojmanlar dışında yerleşim yoktur ve bu nedenle ölçülen yüksek konsantrasyonlar, sağlık riskinden ziyade, çalışma sağlığı açısından değerlendirilmelidir. Burada aktif ölçüm yapan bir istasyonumuz olmadığından, partiküler madde kirliliği açısından durumu değerlendirmemiz mümkün olmamıştır. Ancak PETKİM ve TÜPRAŞ tesislerinde doğal kullanıldığından, ve bölgedeki asıl partikül madde kaynakları olan demir-çelik tesislerinden buraya dominant rüzgar yönü nedeniyle pek bir taşınım olamayacağı da düşünülürse bu yarımada önemli yüksek partiküler madde konsantrasyonları beklenmemektedir.

İkinci bölge, Horozgediği köyünün çevresindeki demir çelik tesislerini konuşlandığı yöredir. Bu bölgede, Horozgediği istasyonunda yapılan ölçümlerden görülen en önemli nokta, çok yüksek PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonlarıdır. Ölçtüğümüz parametreleri dünyanın başka yerlerinde ölçülen değerlerle karşılaştırırken, gaz fazındaki kirletici konsantrasyonlarının başka yerlerde düşük olmasına rağmen, PM<sub>10</sub> kütlesinin ve antropojenik kökenli eser elementlerin, başka yerlerde ölçülen düzeylerin çok üzerinde olduğu görülmüştür. Demir çelik tesislerinin PM emisyonları çok ciddi bir sorun olarak gündemdeki yerini korumaktadır.

Yapılan PMF çalışmasında büyük partikül fraksiyonunda antropojenik kökenli elementlerin zenginleşmiş olduğu görülmüştür. Bu çok olağandışı bir durumdur. Genellikle atmosferdeki büyük parçacıklar toprak ve deniz



tuzundan oluştuğundan, bunlarda antropojenik elementlerin zenginleşmesi beklenen bir Şey değildir. Ancak bu çalışmada elementlerin büyük partikül fraksiyonunda çok yüksek zenginleşme faktörlerine sahip oldukları görülmüştür. Bu hem demir elik tesislerinde atmosfere atılan metallerle zenginleşmiş partiküllerin istasyona ulaşmasından, hem bu tür parçacıkların uzun yıllar boyunca okelmesi sonucu yüzey toprağının antropojenik elementlerce zenginleşmiş olmasından, hem de, demir elik tesislerini atığı olan cürufların, özellikle yollarda toprağa serilmesinden kaynaklanmaktadır. PM<sub>10</sub> kütlesinin gece ölçülen konsantrasyonlarının, gündüz ölçülenlerden yüksek olması, bu tesislerin PM kontrol sistemlerinin gece devre dışı bırakılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak ikinci endüstri bölgesi olarak tanımladığımız Horozgediği bölgesinin partiküler madde ve eser elementler açısından çok ciddi bir kirlilik altında olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Ancak bu bölgede gaz fazı inorganik kirleticilerin ve UOB'lerin düzeyleri çok yüksek değildir. Bunun nedeni bölgedeki önemli kirletici kaynakları olan demir-elik tesislerinin üretimlerinde esas olarak elektrik enerjisi kullanmaları, fosil yakıtın çok az kullanılmasıdır. Bu kirleticilerin Horozgediği köyü çevresindeki kaynakları trafik veya PETKİM ve TÜPRAŞ'tan taşınım olmaktadır. Mesafenin uzaklığı nedeniyle PETKİM ve TÜPRAŞ'tan taşınan kirleticiler seyrelmekte ve konsantrasyonlar düşmektedir.

nc bölge Aliağa yerleşim bölgesinin kendisidir. Doğal olarak, ilçe endüstri tesislerinin yakınlarında insanların yaşadığı bir yer olarak en önemle üzerinde durduğumuz bölge olmuştur. Ölçülen kirleticilerin konsantrasyonları çok yüksek değildir ve bütün değerlendirmelerimizde Aliağa ilçesi içersindeki kaynakların, ki bunlar büyük ölçüde trafik ve evsel ısınma amacıyla yakılan fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonlardır, hava kirliliğine katkısının endüstrilerden daha önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Trafik emisyonları üzerinde önemle durulması gereken emisyonlardır. PMF alışmasında, Aliağa ilçesinde ölçülen uçucu organik bileşiklere PETKİM ve TÜPRAŞ'nın da etki ettiği görülmektedir. Ancak bu tesislerde yakıt olarak doğal gaz kullanıldığından artık Aliağa ilçesindeki SO<sub>2</sub> düzeylerini belirleyen kaynaklar bu iki endüstri tesisi olmaktan çıkmış, ısınma amaçlı fosil yakıt kullanılması haline gelmiştir. Endüstrilerin katkısı, yazın ısınmadan kaynaklanan emisyonların ortadan kalmasında sonra görülmeye başlamaktadır. Demir-elik tesislerinin Aliağa ilçesine herhangi bir etkisi tespit edilememiştir. Gerek mesafenin uzak oluşu

ve gerekse rüzgarın ters yönde esmesi sonucu ilçe demir çelik tesislerinin etkisi altında değildir.

Yöredeki dördüncü bölge, kaynakların doğrudan etkisinden uzak kırsal alandır. Pasif örnekleme çalışması, bu bölgelerde konsantrasyonların oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Ancak yine pasif örnekleme çalışmasında kirletici konsantrasyonlarının Aliağa'nın, daha doğrusu endüstri bölgesinin, güneyinde kalan kırsal bölgede, Aliağa'nın kuzeyinde kalan bölgeye nazaran daha yüksek olduğunu göstermiştir. Böyle bir dağılım endüstri emisyonlarının hakim rüzgarlarla bölgenin güneyine taşındığını göstermektedir.

Bölgede ölçülen konsantrasyonların nedeni olan emisyonlardan sorumlu sekiz farklı kanyanın olduğu gözlenmiş ve PMF çalışmasıyla bu kaynakların katkıları hesaplanmıştır. Bu kaynaklar, PETKİM, TÜPRAŞ, Demir çelik tesisleri, Yenifoça yolundaki trafik, İzmir - Çanakkale yolundaki trafik, Aliağa ilçesindeki lokal trafik, Aliağa ilçesindeki ısınma kaynaklı emisyonlar, bölgedeki Aliağa dışındaki ısınma amaçlı emisyonlar ve çevirim santrali. Çalışmanın başlangıcında, gemi söküm tesislerinin de önemli bir kaynak olduğu düşünülmüştür. Ancak yapılan çalışmalarda bu tesislerin ölçüm yapılan noktalarda, ölçülen kirletici parametrelere önemli bir katkısı olduğunu gösteren bir sonuca rastlanmamıştır. Yukarıdaki kaynaklar, PMF çalışmasında elde edilen faktörler baz alınarak tanımlanmıştır. PMF çalışması aynı zamanda bu kaynakların katkılarını da hesaplamamıza olanak vermiştir.

Bölgedeki en önemli UOB kaynağı PETKİM ve TÜPRAŞ tesisleridir. Bu iki büyük endüstri kuruluşu kendi buldukları yarımada üzerinde çok yüksek UOB konsantrasyonlarının oluşmasına neden oldukları gibi, 7 km mesafedeki Horozgediği köyü yöresindeki UOB bileşiklerine katkıda da bulunmaktadır. Ancak mesafenin uzak olması nedeniyle, PETKİM ve TÜPRAŞ'ın Horozgediği istasyonundaki toplam VOC yüküne katkısı %20 civarında olmaktadır. Ancak mesafe oldukça yakın olduğundan bu iki kaynağın Aliağa istasyonuna katkısı %55 dolayındadır. Bu aşamada PETKİM ve TÜPRAŞ emisyonlarını kimyasal olarak ayırmak mümkün olmamıştır. Bunun temel nedeni tesislerin birbirine çok yakın olması ve emisyonlarının birbirine çok benzemesidir. Yaptığımız PMF çalışmasında yanma ürünü içeren ve rüzgarla bu yarımadadan taşındığı görülen bazı faktörlerin PETKİM kökenli olduğunu söylemek mümkün olmuştur. Ancak tersi, faktörlerin sadece TÜPRAŞ emisyonlarını gösterdiğini söylemek mümkün olamamıştır.

Projenin sonlanmasından sonra PMF dışında bazı teknikler kullanılarak söz konusu iki tesisin katkılarını ayrı, ayrı hesaplama çalışmaları yapılması planlanmıştır. Yalnız bu amaçla daha kapsamlı, hem emisyon hem imisyon ölçümlerini içeren bir çalışmanın yapılması yararlı olacaktır.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar, bundan 17 yıl önce aynı bölgede yapılan daha sınırlı bir çalışmayla karşılaştırıldığında SO<sub>2</sub> düzeylerinin yarı yarıya düştüğü sonucuna varılmış ve bu da TÜPRAŞ ve PETKİM'in proseslerinde yakıt olarak fuel-oil yerine doğal gaz kullanmasına bağlanmıştır. Esasında bu değişimin bütün çalışma alanında önemli bir değişime neden olduğu görülmektedir. 1991 yılında yapılan çalışmada yedi noktada ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının bu gün ölçülenlerin iki katı olduğu ve bölgedeki SO<sub>2</sub> konsantrasyon dağılımının PETKİM ve TÜPRAŞ'tan yapılan SO<sub>2</sub> emisyonlarınca belirlendiği sonucuna varılmıştır. Ancak bu çalışmada TÜPRAŞ ve PETKİ SO<sub>2</sub> emisyonlarının ve bu emisyonların neden olduğu konsantrasyonların hala önemli olmakla birlikte, artık bölgedeki SO<sub>2</sub> konsantrasyon dağılımlarının PETKİM ve TÜPRAŞ tarafından belirlenmediği bu kaynakların diğer kaynaklarca bastırıldığı görülmektedir. Örneğin, Aliğa istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının sıcaklıkla ilişkisi incelenirken (bknz Şekil 2.23), düşük hava sıcaklıklarında SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının sıcaklıkla azaldığı, ancak hava sıcaklığı 15°C'nin üzerine çıktıktan sonra SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ile sıcaklık arasında bir ilişkinin olmadığı görülmektedir. Bu hava soğuk iken SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının ısınma kaynaklı emisyonlarca belirlendiğini, ancak yazın, yanma emisyonları ortadan kalkınca sabit kaynakların etkilerinin görülmeye başladığının açık bir ifadesidir. Pasif ölçümlerde yerleşim birimlerinin çevresinde gözlenen yüksek SO<sub>2</sub> konsantrasyon adacıkları da artık TÜPRAŞ ve PETKİM'in bütün bölgedeki SO<sub>2</sub> düzeylerini belirleyen kaynaklar olmaktan çıktığını göstermektedir.

Dikkati çekmemiz gereken bir nokta TÜPRAŞ ve PETKİM'in ölçülen partiküler madde ve NO konsantrasyonlarına katkısı gözlenmemiştir.

Çalışma alanındaki diğer önemli kaynak Demir-Çelik tesisleridir. Proseslerine bakıldığında demir-çelik tesislerinin gaz fazı inorganik kirletici emisyonlarının ve UOB emisyonlarının minimum düzeyde olduğu görülmektedir. Yapılan kaynak belirleme çalışmalarında da bu tesislerin çalışma alanında ölçülen SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, UOB konsantrasyonlarına katkıları, beklendiği gibi, görülmemiştir.

Ancak bu tesisler çok önemli partiküler madde kaynaklarıdır. Horozgediği istasyonunda yapılan PMF çalışmasında, şimdiye kadar görmediğimiz tür ve kimyasal kompozisyonlarda emisyonlar olduğu görülmektedir. Demir-çelik tesislerinden yapılan emisyonlar Horozgediği istasyonunda ölçülen PM<sub>2.5</sub> kütlesinin %87'sini, PM<sub>2.5-10</sub> kütlesinin ise %90 kadarını açıklamaktadır.

Çalışmada ulaşılan önemli noktalardan bir tanesi bölgede yollara ve toprağa serilen demir-çelik atıklarının oluşturduğu problemdir. Bu atıkların toprak partikülleri gibi rüzgar etkisiyle havalanarak örnekleyicilerimize ulaşması sonucu, bu partikülerin kimyasal kompozisyonlarını belirlemek mümkün olmuştur. Her ne kadar, bu kaynak havadaki partiküler madde yüküne katkısı çok değilse de, toksik etkisi bilinen metallerce çok zenginleşmiş olduğu görülmüştür.

Ayrıca, Aliağa bölgesi bir tarım bölgesi olduğundan metallerce bu denli zenginleşmiş materyalin toprağa serilmesi sonucu bu metallerin ne ölçüde yetişen besinlere geçtiği ve ne ölçüde insanlara geçtiği bilinmemektedir. Dolayısı ile Aliağa bölgesinde toprak ve bitkilerdeki, hatta belki insanlardaki metal konsantrasyonlarına yönelik bir çalışmanın yapılmasının gerektiği düşünülmektedir.

Henüz partiküler maddeyi analiz edecek bir pasif örnekleyici geliştirilemediğinden, PM konsantrasyonunun bölgesel dağılımı bu çalışmada belirlenememiştir. Ancak Demir-Çelik tesislerinin güneyinde kalan bölgede yüksek PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> düzeylerinin gözlenmesi şaşırtıcı olmayacaktır.

İleride sadece PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> kütleleri ile bunların kimyasal kompozisyonlarını bulmaya yönelik birkaç istasyonda yapılacak bir çalışma, demir çelik tesislerinin bölgesel etkisini bulmak açısından yararlı olacaktır.

PMF çalışmasında üç farklı trafik kaynağı belirlenmiştir. Bunlardan birincisi Horozgediği istasyonunda tanımlanan Yenifoça yolundaki trafiktir. Diğer birisi Aliağa istasyonunda tanımlanan İzmir – Çanakkale yolundaki trafik emisyonları olmuştur. Üçüncüsü ise Aliağa'nın içerisindeki trafikten kaynaklanan emisyonlardır. PETKİM ve TÜPRAŞ'da SO<sub>2</sub> ve NO emisyonlarının azalmasıyla yoldan kaynaklanan trafik emisyonları daha rahat görülmeye başlanmıştır. Hatta Aliağa ilçesinde yaz mevsiminde SO<sub>2</sub> konsantrasyonları dizel emisyonlarından kaynaklanan, sabah ve akşam maksimumları göstermiştir.

Horozgediği istasyonunda belirlenen dizel emisyonları, kirlilik gl haline getirildiğinde yolları işaret etmediği, dizel emisyonlarının daha bölgesel bir nitelik taşıdığı gözlenmiştir. Bu Horozgediği istasyonunda dizel kaynaklarının yollardan geçen ağır vasıtalarla sınırlı olmadığı, bölgedeki tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan dizel emisyonlarının da ölçülen UOB konsantrasyonlarında önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Ancak partiküler maddeye uygulanan PMF'de bir dizel kaynağı görülememiştir. Bunun nedeni, en önemli partiküler dizel emisyonu olan elementel karbon ölçümünün bu çalışmada yapılmamış olmasıdır. İleride dizel emisyonlarının ölçülen partiküler madde konsantrasyonlarına etkisini bulabilmek için elementel karbon konsantrasyonlarının da ölçülmesi mutlaka gereklidir.

Aliağa istasyonunda belirlenen dizel faktörü, Horozgediği istasyonunda olduğu gibi bölgesel bir nitelik arz etmemektedir. Bu faktör için hazırlanan kirlletici gülleri Beklendiği gibi İzmir – Çanakkale yolunu göstermiştir.

Çalışma alanı içerisinde kalan yörede PMF çalışması ve pasif ölçümlerle belirlenen diğeri bir kaynak ısınma amacıyla fosil yakıt kullanılmasıdır. Bu kaynak hem Aliağa hem de Horozgediği istasyonlarında yapılan PMF çalışmalarında karakterize edilmiştir. Ayrıca, pasif ölçümlerde yerleşim birimlerini çevrelerinde gözlenen yüksek konsantrasyonları olarak görülmektedir. Bu durum, bölgedeki endüstri tesislerinin zaman içerisinde, yavaş, yavaş doğal gaz kullanmaya başlamasından kaynaklanmıştır.

Sağlık riski hesapları, benzen, bromoform, cyclohexan, toluene, styrene, o-ksilen, isopropylbenzen, ethylbenzen, m,p-ksilen, 1,3-butadien, 1,1,1-trichloroethan, naftalin, PM<sub>2.5</sub> içinde krom, mangan ve nikel, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, ve O<sub>3</sub> konsantrasyonları baz alınarak, kanserojen ve toksik etkiler olarak iki grupta değerlendirilmiştir.

Aliağa Merkez sürekli ölçüm istasyonunda ölçülen kirlletici derişimleri kullanılarak, örnekleme kampanyasının her bir günü için hava kalitesi indeks değerleri hesaplanmıştır. Kış ayları için derişim belirlenmiş olan toplam gün sayısı içinde çoğunluk İYİ (%42) ve ORTA (%51) hava kalitesine işaret etmektedir. HASSAS GRUPLAR İÇİN SAĞLIKSIZ sınıfına sadece %7 gün düşmektedir. Yaz aylarında ise indeks bütün günlerde "İYİ" olmuştur.

Horozgediği istasyonunda ise Kışın, indeks değeri hesaplanan 120 günün neredeyse yarısı İYİ yarısı da ORTA sınıf hava kalitesine işaret ederken, yaz aylarında durum daha ciddidir. Yazın, indeks değeri hesaplanan 114 günün çoğunluğu (%60) ORTA ve %15 İYİ sınıf hava kalitesine işaret ederken kalan günlerde ÇOK SAĞLIKSIZ (%4) ve TEHLİKELİ (%10) hava kalitesi koşulları oluşmuştur. Her iki örnekleme dönemi için de yaygın kirleticiler içinde bu indeks değerlerine sebep olan kirletici PM<sub>10</sub> olmuştur.

Çalışmanın başlangıcında model çalışmalarının hem ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde yardımcı olması hem de ölçümlerle ulaşılamayan noktalara, özellikle de endüstri bölgesinin güneyindeki partiküler madde konsantrasyonları, hakkında fikir edinmek için çok yararlı olacağı düşünülmüştür. Ancak çalışma sonunda Aliağa bölgesinin model çalışması için çok karmaşık olduğu görülmüştür. Yapılan model çalışmasında modelin konsantrasyonların coğrafik dağılımını nispeten doğru göstermesine rağmen pasif ve aktif istasyonlarda model ile hesaplanan sonuçların ölçülen değerlerden üç kat düşük olduğu görülmüştür. Çalışmanın başlangıcında d başlangıçta ölçüm ve model arasında bir fark olacağı ancak model parametreleri ile oynayarak bu farkı minimize edebileceğimizi ve bu şekilde kalibre edilmiş bir modelin bölge için önemli bir kazanç olacağını düşünmüştük. Ancak model ve ölçüm sonuçları arasındaki fark incelenince bunların emisyon envanterine evsel ısınmadan ve trafikten kaynaklanan emisyonların dahil edilmemesinden, bölgedeki karmaşık meteorolojinin iyi simule edilememesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Ölçümlerle ilgili bölümlerde de tartışıldığı gibi, bölgedeki tesislerin fuel-oil yerine doğal gaz kullanmaya başlamaları ile çalışma alanında endüstri kaynaklı SO<sub>2</sub>'nin rolü azalmış, buna karşılık trafik ve ısınma kaynaklı SO<sub>2</sub>'nin rolü artmıştır. Dolayısı ile modelin hesaplamalarındaki hata da artmıştır. Model çalışmasında projenin başlangıcındaki öngörülerimiz tutmamıştır.

Tabii kalibre edilmiş bir modelin bölgedeki çalışmalara katkısı çok olurdu ancak model sonuçlarının çok küçük bir çaba ile ölçümlerle uyumlu hale getirilmesi mümkün görülmemektedir.

Bundan sonra yapılması gereken önemli işlerden bir tanesi, bölgede kısa süreli bir ölçüm yapmayı gerektirse de, modelin verifikasyon çalışması olmalıdır. Birkaç meteoroloji istasyonunun kurulması ve modelin değişik bölgeler için farklı met verilerini kullanacak şekilde değiştirilmesi

gerekecektir. Ayrıca, böyle bir verifikasyon çalışmasından önce emisyon envanterindeki eksikliklerin giderilmesi de gereklidir.

## KAYNAKLAR

Alp, E. , G. Tuncel, S. Soyupak, K. B. Özsoy, B. Kılıç, B. Arpacioğlu, Termik Santrallerin Hava Kalitesine Etkileri: Aliğa Pilot Çalışması, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu, İstanbul, Eylül, (1991).

Arpacioğlu, G. Tuncel, C. Yurteri, E. Alp, Long-Term Air quality Modelling Studies of the Aliğa Thermal Power Plant. Proceedings, International Conference on Environmental Pollution, eds. B. Nath, L. Candela, L. Hens, J. P. Robinson, Barcelona, September, (1993) pp. 407-414.

Bayram, A., Yılmaz, Z., Odabaşı, M., Müezzinoğlu, A., Levels of Some Heavy Metals in Suspended Particulates Matter in and Around Aliğa Industrial Region, Regional Conf. of IUAPPA, Air Quality Management ed: S. İncecik, E.Ekinci, F.Yardıı, A.Bayram, Environmental Research Forum, Trans Tech. Publications Zürich, Switzerland, Sept. (1997), 7-8, pp. 280-285.

Blanchard, C.L., Lurmann, F.W., Roth, P.M., Jeffries, H.E. and Korc, M., The use of ambient data to corroborate analyses of ozone control strategies. Atmospheric Environment, 33, 369-381, (1999).

Bolla , K. Neuropsychological assessment for detecting adverse effects of volatile organic compounds on the central nervous system. Environ Health Perspect, 95, 93-98, (1991).

Brunekreef, B., Dockery, D.W. and Krzyzanowski, M., Epidemiologic studies of short-term effects of major ambient air pollution components. Environmental Health Perspectives, 103 (2), 3-13, (1995).

Cardelino, C.A. and Chameides, W.L., An observation-based model for analyzing ozone precursor relationships in the urban atmosphere. Journal of Air and Waste Management Association, 45, pp. 161-180, (1995).

Cavit Işık Yavuz, Dış ortam hava kirliliği ve mevzuat çerçevesi, Türk Toraks derneği Batı Karadeniz Şubesi, Dış ortam hava kirliliği sempozyumu, (2007).

Chou CCK, Lee CT, Chen WN, Lidar observations of the diurnal variations in the depth of urban mixing layer: A case study on the air quality deterioration in Taipei, Taiwan , Science of the Total Environment, 374, 1,16-166, (2007).



Çetin, E., Mustafa Odabaşı, Seyfioglu R. Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery, *The Science of The Total Environment* , 312 (1-3), 103-112, (2003).

Çetin B., Yatkın, S., Bayram A., Odabaşı, M., Ambient concentrations and source apportionment of PCBs and trace elements around an industrial area in Izmir, Turkey, *Chemosphere*, 69 (8), 1267-1277, (2007).

Davies F, Middleton DR, Bozier KE, Urban air pollution modelling and measurements of boundary layer height, *Atmospheric Environment*, 41,19,4040-4049, (2007).

Dincer, F., Müezzinoğlu, A., Chemical characterization of odors due to some industrial and urban facilities in Izmir, Turkey, *Atmospheric Environment*, 40(22), 4210-4219, (2006).

Dincer, F., Müezzinoğlu, A., Elbir, T., 2003. SO<sub>2</sub> levels at forested mountains around Izmir, Turkey and their possible sources, *Water, Air and Soil Pollution*, 147: 331-341, (2003).

Edwards, J., Walters, S. and Griffiths, R.K., Hospital admissions for asthma in pre-school children: relationship to major roads in Birmingham. United Kingdom. *Archives of Environmental Health*, 49, 223–227, (1994).

Elbir, T. ve A. Muezzinoglu, Estimation of Emission Strengths of Primary Air Pollutants in the City of Izmir, Turkey, *Atmospheric Environment*, 38, 1851–1857, (2004).

Elbir, T., A GIS Based Decision Support System for Estimation, Visualization and Analysis of Air Pollution for Large Turkish Cities, *Atmospheric Environment*, 38, 4509-4517, (2004).

Elbir, T., Müezzinoğlu, A., Bayram, A., Evaluation of Some Air Pollution Indicators in Turkey, *Environment International*, 26:1-2, 5-10, (2000).

Environment SA, O<sub>3</sub> Analyzer, Instructional Manual, O<sub>3</sub> 41 M, January (1990).

Environment SA, SO<sub>2</sub> Analyzer, Instructional Manual, AF 21 M, June, (1989).

EPAQS. Expert Panel on Air Quality Standards: 1,3-Butadiene; HMSO: London, (1994).

Fujita, E.M., W.R. Stockwell, D.E. Campbell, and R.E. Keislar, Evolution of the Magnitude and Spatial Extent of the Weekend Ozone Effect in California's South Coast Air Basin from 1981 to 2000. *J. Air and Waste Manage. Assoc.* 53, 802-815,(2003).

Gordon, G.E., Receptor models, *Environmental Science and Technology*, 14, 972, (1980).

Gordon, G.E., Rheingrover, S.W., Wind trajectory method for determining compositions of particles from major air pollutant sources, *Abstracts of papers of the American Chemical Society*, pp.193, (1981).

Goyal SK, Rao CVC, Assessment of atmospheric assimilation potential for industrial development in an urban environment: Kochi (India), *Science of the Total Environment*, 376,1-3, 27-39, (2007).

Heuss, J.M., Kahlbaum, D.F., Wolff, G.T., Weekday/ weekend ozone differences: what can we learn from them? *Journal of the Air and Waste Management Association* 53, 772–788, (2003).

Hoque R.R., et. Al., Spatial and temporal variation of BTEX in the urban atmosphere of Delhi, India, *Science of the Total Environment*, in press.

Hunt,W.F. Jr,Ott, W.R., Moran,J.,Smith, R.,Thom, G., Berg,N. and Korb, B. (1976) Guideline for Public Reporting of Daily Air Quality-Pollutant Standards Index (PSI), Publication No. EPA-450/2-76-013, Research Triangle Park, NC, Environmental Protection Agency.

Karandinos A. N., Saitanis C., Comparative assessment of ambient air quality in two typical Mediterranean cities in Greece, *Chemosphere*;59, 1125-1136, (2005).

Kinney P. ve H. Ozkaynak , Associations of daily mortality and air pollution in Los Angeles country. *Environ Res*, 54, 99–120, (1991).

Lauridsen, F.S., and Danish EPA, Impressions from a visit to Aliaga, Note to the Danish EPA: Shipbreaking in Aliğa, Turkey, (2006).

Limpert E., Stahel A. W. Et al., Log-normal distributions across the sciences: Keys and clues, *BioScience*; 51:5, (2001).

Liu W, Hopke PK, VanCuren RA, Origins of fine aerosol mass in the western United States using positive matrix factorization, *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 108, 4716, (2003).

Lugg, G.A., Diffusion Coefficients of Some Organic and Other Vapors in Air, *Analytical Chemistry*, 40,7, 1072-1076, (1968).

Manju,N., Balakrishnan, R., Mani,N., Assimilative capacity and pollutant dispersion studies for the industrial zone of Manali, *Atmospheric Environment*, 36, 3461-3471, (2002).

MARKES International Limited, Thermal Desorption Technical Support, GC 6890 Manual

Mason, B., Principles of geochemistry., Wiley,3rd Edition, New York (1966).

Miller, S.L., Anderson, M.J., Daly, E.P. ve Milford, J.B., Source apportionment of exposures to volatile organic compounds I, Evaluation of receptor models using simulated exposure data, *Atmospheric Environment*, Volume 36, Issue 22, 3629-3641,( 2002).

Müezzinoğlu, A., Bayram, A., Yıldızhan, A., Emission inventory of Izmir and surroundings for use in air quality modelling studies, 10<sup>th</sup> Regional IUAPPA Conference, Istanbul-Turkey, (1997).

Müezzinoğlu, A., Tırıs, M., Bayram, A., Elbir, T., Emission Inventory of major pollutant categories in Turkey, Transport and Chemical Transformation of Pollutants in the Troposphere, Vol.7, Tropospheric Modelling and Emission Estimation, EUROTRAC-ISS, Garmisch-Partenkirchen, Germany, (1997).

Müezzinoğlu, A., Elbir, T., Bayram, A., 2001, Air Quality Planning in Izmir, Proceedings of Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scale, 25-28 September, İstanbul-Turkey, (2001) pp: 350-357.

Müezzinoğlu, A., A mediation case for resolving the energy and environment dispute at Aliğa-Turkey, *Environmental Management*, 26, 47-57, (2000).

Müezzinoğlu, A., Elbir, T., Bayram, A., Air quality management in Izmir region of Turkey as required by clean air plans, *Water, Air and Soil Pollution: Focus* 3, pp.307–323, (2003).

Oosterlee, A., Drijver, M., Lebret, E. and Brunekreef, B., Chronic respiratory symptoms in children and adults living along streets with high traffic density. *Occupational and Environmental Medicine*, 53, 241–247, (1996).

Ölmez, İ., Beal, J.W. ve Villaume, J.F., A new approach to understanding multiple-source groundwater contamination: Factor analysis and chemical mass balances, *Water Research*, 28, 1095-1101, (1994).

Paatero, P., User's guide for positive matrix factorization programs PMF2 and PMF3, Part 1: tutorial, (2000).

Parra M.A. et. Al., Spatial and temporal trends of volatile organic compounds (VOC) in a rural area of northern Spain, *Science of the Total Environment*; 370, 157-167, (2006).

Rao, S.T. and Zurbenko, I.G., Detecting and tracking changes in ozone air quality. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 44, 1089–1092, (1994).

Romieu, F. Meneses, J. Sierna-Monge, J. Huerta, S. Ruiz, M. White, R. Etzel and M. Hernandez , Effects of urban air pollutants on emergency visits for childhood asthma in Mexico City. *Am J Epidemiol.*, 141 (6), 546-553, (1995).

Romieu, I., F. Meneses and S. Ruiz , Effects of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in Mexico City. *Am J Resp Crit Care Med.*, 154, 300-307, (1996).

SIERRA INSTRUMENTS INC., Dichotomous Sampler Manual

Sillman, S., Logan, J.A. and Wofsy, S.C., The sensitivity of ozone to nitrogen oxides and hydrocarbons in regional ozone episodes. *Journal of Geophysical Research*, 95 D2, 1837–1851, (1993).

SYNTECH spectras Analyser, Gas Chromatographic Principles of the GC955, Standard Operation Procedure for the Syntech Spectras GC955, Version 1, February, (2005).

Taylor, R., Abundance of chemical elements in the continental crust: A new table, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 28, 1273, (1972).

Thermo Electron Cooperation Environmental Instruments, Continuous Ambient Particulate Monitor, SERIES FH62C14, USAEPA Automated Equivalent PM10 Method: EQPM-1102-150 CARB Approved CAS for PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, Instructional Manual, P/N 100230-00, 22 April, (2004).

Thermo Electron Cooperation Environmental Instruments, NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub> Analyzer, Model 42 C, Instructional Manual, P/N 100174-00, 24 May, (2004).

Thermo Electron Cooperation Environmental Instruments, O<sub>3</sub> Analyzer, Instructional Manual, Model 49C, P/N 9999, 26 April, (2004).

Thom, G.C. and Ott, W.R. (1976) A proposed uniform air pollution index, *Atmos. Environ.*, 10, 261–264.

Ulu, Y., Güllü G. H., Tuncel S. G., Köse C., Yazar M., Tuncel G., Measurements of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and SPM in an industrial area at the Egean coast of Turkey. *Intern. J. Environmental Monitoring and Assessment.*, 33, 215–235, (1994).

USEPA, Exposure Factors Handbook, Office of Research and Development National Center for Environmental Assessment, Washington, DC EPA/600/P-95/002Fa., (1997).

USEPA, Guideline for Reporting of Daily Air Quality—Air Quality Index(AQI), EPA-454/R-99-010, (1999).

URL: <http://www.epa.gov/airnow/publications.html>

Viswanadham, D.V. and Anil Kumar, K.G., Diurnal, Monthly and Yearly Variation of Mixing Heights and Ventilation Coefficient for Cochin, *Indian Journal of Environmental Protection* 9, 38–47, (1989).

Vinogradova, A.A., Elemental composition of atmospheric aerosol of the Eastern Arctic regions, *Izvestiya Akademii Nauk Fizika Atmosfery* I, 32, 4, 479-486, (1996).

Wang X., Lu Weizhen et al., A study of ozone variation trend within area affecting human health in Hong Kong, *Chemosphere*, 52, 1405-1410, (2003).

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

Wedephol, K.H., *Handbook of geochemistry*, Springer-Verlag, Berlin, (1969).

Wei Liu, Philip K. Hopke, Young-ji Han, Seung-Muk Yi, Thomas M. Holsen, Scott Cybart, Kimberly Kozlowski ve Michael Milligan, Application of receptor modeling to atmospheric constituents at Potsdam and Stockton, NY, *Atmospheric Environment*, 37, 36 , 4997-5007, (2003).

Weiland, S.K., Mundt, K.A., Ruckmann, A. and Keil, U.,. Self reported wheezing and allergic rhinitis in children and traffic density on street of residence. *Annals of Epidemiology*, 4, 243–247, (1994).

WHO, Air quality guidelines for Europe. World Health Organisation Regional Publications, European Series No. 23, Copenhagen, Denmark (1987)

Wjst, M., Reitmeir, P., Dold, S., Wulff, A., Nicolai, T., von Loeffelholz Colberg, E. and von, Mutius, E., Road traffic and adverse effects on respiratory health in children. *British Medical Journal*, 307, 596–600, (1993).

[www.aliagam.net](http://www.aliagam.net)

**EK 1**

**SANAYİ ADI :**

**ADRES :**

**PARSEL NO:**

**TELEFON :**

**FAX :**

**E-MAIL :**

**SORUMLU KİŞİ :**

### **ÜRETİM BİLGİLERİ**

Tesisin Kuruluş Tarihi :

Tesisin Üretim Türü :

Kuruluş Kapasitesi :

Mevcut Çalışma Kapasitesi :

Kullanılan Hammaddeler ve Tüketim Miktarları :

Ürünler ve Miktarları :

### **TESİSİN ÇALIŞMA SÜRELERİ**

Günlük (saat/gün) :

Haftalık (gün/hafta) :

Yıllık (gün/yıl) :

### **TESİSTE ÇALIŞAN PERSONEL SAYISI**



Vardiyesiz personel sayısı :

1.vardiye ..... saatlerinde ..... kişi

2.vardiye ..... saatlerinde ..... kişi

3.vardiye ..... saatlerinde ..... kişi

### KULLANILAN ENERJİ BİLGİLERİ

Tesiste Kullanılan Elektrik Miktarı			
Günlük	Aylık	Yıllık	Birim ürün başına

### KULLANILAN YAKMA TESİSİNE AİT BİLGİLER

*Kullanılan Yakıt Türleri :*

€Kömür    €Fuel oil    €LPG    €Doğal Gaz    €Odun    €Diğer .....

*Yakma tesisi adedi : .....*

*Tipleri :* €Kalorifer    €Sıcaksu    €Buhar kazanı    €Pota    €Diğer  
.....

*Her bir yakma tesisinin gücü :* ..... MW    ..... kcal/saat    ..... m<sup>2</sup>

Buhar kapasiteleri (ton buhar/saat) :

Yakma tesisinin yanma süreleri (saat/gün) :  
(gün/hafta) :

### YAKIT BİLGİLERİ

**Yakıt cinsi ve temin edildiği yer :**

Yakıt Analizi			
Isıl değer (kcal/kg)	Kül (%)	Nem (%)	Kükürt (%)

Yakıt Tüketimi		
Günlük (ton)	Aylık (ton)	Yıllık (ton)

### BACA ÖZELLİKLERİ

Baca sayısı : .....

Baca No	Baca yüksekliği (m)	Baca iç çapı (m)	Fan kapasitesi (m <sup>3</sup> /saat)	Atık Gaz debisi (Nm <sup>3</sup> /saat)	Gaz çıkış hızı (m/s)	Gaz çıkış sıcaklığı (°C)	Bağlı Olduğu Proses
1							
2							
3							
4							

**BACA GAZI İÇİN KONTROL TEKNOLOJİSİ :**

€Siklon    €Torba filtre    €Islak tutucu    €Diğer .....

***EMİSYONLARLA İLGİLİ BİLGİLER :***

<i>Baca adı</i>	<i>CO (Kg/saat)</i>	<i>SO2 (Kg/saat)</i>	<i>Nox (Kg/saat)</i>	<i>Toz (Kg/saat)</i>

# **EK 2**

---

**EPA'ya göre belirlenmiş 188 tehlikeli ve zararlı hava kirleticilerin listesi (HAPs)**

---

- |                                 |                        |                                 |  |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|--|
| ○ Asetofenon                    | ○ 1,3-Butadien         | ○ <i>m</i> -Kresol              | ○ 1,1-Dimetil hidrazin                           |
| ○ 4-Aminobifenil                | ○ Kateşol              | ○ 1,4-Diklorobenzen(p)          | ○ 1,2-Difenilhidrazin                            |
| ○ <i>o</i> -Anisidin            | ○ Klordan              | ○ Dikloroetil eter              | ○ 1,2-Epoksibutan                                |
| ○ Propionaldehid                | ○ Kinolin              | ○ Kinon ( <i>p</i> -benzokinon) | ○ 1,2-Propilenimin                               |
| ○ Alil klorür                   | ○ Karbonil sülfür      | ○ Dibutilftalat                 | ○ 1,4-Dioksan                                    |
| ○ Akrilik asit                  | ○ Karbon sülfür        | ○ Dibenzofuranlar               | ○ 2,4-Dinitrofenol                               |
| ○ Akrilonitril                  | ○ Karbon tetraklorür   | ○ 1,2-Dibromo-3-kloropropan     | ○ 2,4-Dinitrotoluen                              |
| ○ Asetaldehid                   | ○ Bis(klorometil) eter | ○ Kloroprene                    | ○ 3,3'-Dimetil benzidin                          |
| ○ Ksilenler (karışık izomerler) | ○ Metil iyodür         | ○ Antimuan bileşikleri          | ○ 4,4'-Metilen-bis(2-kloroanilin)                |
| ○ Akrilamid                     | ○ Karbaril             | ○ Diazometan                    | ○ 4,6-Dinitro- <i>o</i> -kresol (tuzları dahil), |
-

---

**EPA'ya göre belirlenmiş 188 tehlikeli ve zararlı hava kirleticilerin listesi (HAPs) (Devam)**

---

- |                            |                                    |   |                            |
|----------------------------|------------------------------------|---|----------------------------|
| ○ 2-Asetilaminofluoren     | ○ Kalsium siyanamid                | ○ <i>p</i> -Kresol  | ○ Dimetil ftalat           |
| ○ Asetamid                 | ○ 1,1-Bis(4-klorofenil) etan (DDE) | ○ Kresoller/kresilik asit   | ○ Dimetil karbamoil klorür |
| ○ Akrolein                 | ○ Kaptan                           | ○ Kumen, 2,4-Diklorofenoksiasetik asit (tuz ve esterleri dahil) (2,4-D) | ○ Dimetil sülfat           |
| ○ Anilin                   | ○ Kloramben                        | ○ 3,3'-Diklorobenzidin  | ○ Epiklorohidrin           |
| ○ Asbest                   | ○ Klor                             | ○ 1,3-Dikloropropen   | ○ Etil akrilat             |
| ○ Benzen                   | ○ Kloroasetik asit                 | ○ Diklorvos   | ○ Etil benzen              |
| ○ Benzidin                 | ○ 2-Kloroasetofenon                | ○ Dietanolamin  | ○ Etil karbamat            |
| ○ Benzotriklorür           | ○ Klorobenzen                      | ○ Dietil sülfat   | ○ Etil klorür              |
| ○ Benzil klorür            | ○ Klorobenzilat                    | ○ 3,3'-Dimetoksi benzidin   | ○ Etilen dibromür          |
| ○ Bifenil                  | ○ Kloroform                        | ○ <i>p</i> -Dimetil amino azobenzen                                     | ○ Etilen diklorür          |
| ○ Bis(2-etilhegzil) ftalat | ○ Klorometil metil eter            | ○ <i>N,N</i> -Dimetil anilin  | ○ Etilen glikol            |
-

---

**EPA'ya göre belirlenmiş 188 tehlikeli ve zararlı hava kirleticilerin listesi (HAPs) (Devam)**

---

- |                                     |   |   |                                 |
|-------------------------------------|---|---|---------------------------------|
| ○ Civa bileşikleri                  | ○ <i>N</i> -Nitrosomorfolin                     | ○ <i>N</i> -Nitroso- <i>N</i> -metilüre | ○ Fosgen                        |
| ○ Etilen imin                       | ○ Stiren  | ○ Heptaklor                             | ○ Hegzametilen-1,6-diisosiyanat |
| ○ 2,4-Toluen diamin                 | ○ Titanyum tetraklorür                          | ○ Heptaklor                             | ○ Hegzametilen-1,6-diisosiyanat |
| ○ Etilen oksit                      | ○ Stiren oksit                                  | ○ Hegzaklorobenzen                      | ○ Hegzametilfosforamid          |
| ○ Etilen tioüre                     | ○ 2,3,7,8-Tetrakloro-dibenzo- <i>p</i> -dioksin | ○ Hegzaklorobutadien                    | ○ Hegzan                        |
| ○ Etiliden diklorür                 | ○ 1,1,2,2-Tetrakloroetan                        | ○ Hegzaklorosiklopentadien              | ○ Hidrazin                      |
| ○ Formaldehid                       | ○ Tetrakloroetilen                              | ○ Hegzakloroetan                        | ○ Hidroklorik asit              |
| ○ 4,4'-Metilen difenil diisosiyanat | ○ Metil isosiyanat                              | ○ Berilyum bileşikleri                  | ○ Kadmium bileşikleri           |
| ○ 4, Naftalin                       | ○ Glikol eterleri                               | ○ 4-Nitrobifenil                        | ○ Kobalt bileşikleri            |
| ○ Manganez bileşikleri              | ○ Kurşun bileşikleri                            | ○ 4-Nitrofenol,2-Nitropropan            | ○ Kok fırını emisyonları        |
| ○ 4'-Metilen dianilin               | ○ Siyanür bileşikleri                           | ○ Nitrobenzen                           | ○ Krom bileşikleri              |
-

---

**EPA'ya göre belirlenmiş 188 tehlikeli ve zararlı hava kirleticilerin listesi (HAPs) (Devam)**

---

- |                        |                                |                                   |                                 |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| ○ 1,2,4-Triklorobenzen | ○ Hidrojen fluorür             | ○ 2,4,6-Trichlorophenol           | ○ Metanol                       |
| ○ Trikloroetilen       | ○ Isoforon                     | ○ Trifluralin                     | ○ Metil bromür                  |
| ○ Vinil bromür         | ○ Maleik anhidrür              | ○ Vinil asetat                    | ○ Metil kloroform               |
| ○ 2,4,5-Triklorofenol  | ○ Lindan (tüm izomerleri)      | ○ 2,2,4-Trimethylpentane          | ○ Metil klorür                  |
| ○ Vinil klorür         | ○ Metil etil keton             | ○ <i>m</i> -Ksilenler             | ○ Metil metakrilat              |
| ○ Viniliden klorür     | ○ Metil hidrazin               | ○ <i>p</i> -Ksilenler             | ○ Metil <i>tert</i> -butil eter |
| ○ <i>o</i> -Ksilenler  | ○ Metil isobutil keton         | ○ Arsenik bileşikleri (anorganic) | ○ Metilen klorür                |
| ○ 1,1,2-Trikloroethan  | ○ Hidrokinon                   | ○ Triethylamine                   | ○ Metoksiklor                   |
| ○ Asetonitril          | ○ Bromoform                    | ○ <i>o</i> -Kresol                | ○ <i>N,N</i> -Dimetil formamid  |
| ○ Nikel bileşikleri    | ○ Radyonüklidler (radon dahil) | ○ Fosfor                          | ○ Paration                      |
| ○ Pentaklorofenol      | ○ Ftalik anhidrit              | ○ <i>N</i> -Nitrosodimetilamin    | ○ Pentakloronitrobenzen         |
-

---

**EPA'ya göre belirlenmiş 188 tehlikeli ve zararlı hava kirleticilerin listesi (HAPs) (Devam)**

- Fenol
  - $\beta$ -Propiolakton
  - İnce mineral elyafı
  - 2,4-Toluen diisosiyanat
  - Polisiklik organik maddeleri
  - Propoksür (Baygon)
  - Poliklorlu bifeniller
  - Toluen
  - 1,3-Propan sulfon
  - Propilen diklorür
  - Fosfin
  - *o*-Toluidin
  - *p*-Fenilendiamin
  - Propilen oksit
  - Selenyum bileşikleri
  - Toksafen
-



**EK 3**

# **ENDÜSTRİ TESİSLERİNDEN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİNİN (22/07/2006-26236) ALIĞA'DA HAVA KALİTESİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ MADDELERİ ve BAZI TEMEL TANIMLAR**

## **Temel tanımlar**

d) Hava Kalitesi Değerleri:

Uzun Vadeli Değer (UVD): Yapılan bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerdir.

Kısa Vadeli Değer (KVD): Bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre düzenlendiğinde ölçüm sayısının % 95'ine tekabül eden değerdir.

2) Toz Emisyonların Sürekli Ölçümü:

Isıl kapasitesi 100 GJ/saat (27778 kW) ve üstünde olan katı yakıt ve fuel-oil ile çalışan yakma sistemleri ile 15 kg/saat ve üstünde toz emisyonu yayan (bu emisyonu yanıcı partiküller de dahildir.) tesisler toz emisyonu konsantrasyonunu sürekli ölçen yazıcı bir ölçüm cihazı ile donatılmalıdır. Tesisten kaynaklanan kütleli debinin belirlenebilmesi için hacimsel debinin de sürekli ölçülmesi gereklidir.

Ek-1'in (h) bendinde belirtilen toz emisyonuna neden olan tesisler ve 1 inci sınıfa dahil olup da 2 kg/saat'in üzerinde 2 inci sınıfa dahil olup da 5 kg/saat'in üzerinde toz emisyonu yayan tesislerde bu maddelerin günlük emisyonları tespit edilmelidir.

Bir tesisin işletme şartlarının değişmesi, atık gaz temizleme tesislerindeki arızalar ve benzeri nedenlerden kaynaklanan emisyonun belirlenen sınır değerlerini kısa süreler için bile aşmamasını sağlamak amacı ile 1. paragraf da verilen yakma sistemi ısı kapasiteleri ve 2. paragraf da verilen emisyon kütle debileri altında da sürekli toz emisyon ölçümleri yapılması yetkili merci tarafından istenebilir.

Ölçüm değerleri en az 5 (beş) yıl muhafaza edilir.

Birden fazla yakma sisteminin bir bacaya bağlanması durumunda baca başına düşen toplam ısı kapasite kullanılacaktır.

### 3) Gaz Emisyonlarının Sürekli Ölçümü:

Bir tesisten, aşağıda verilen maddelerin herhangi birisi karşısında belirtilen miktarın üzerinde emisyon yayılıyorsa, bu sınırları aşan maddeler, yazıcıllı ölçüm aletleri ile sürekli olarak ölçülmeli veya otomatik bilgisayar sistemi ile kontrol edilmeli ve ölçüm sonuçları kaydedilmelidir. Tesisten kaynaklanan kütlelel debinin belirlenebilmesi için hacimsel debinin de sürekli ölçülmesi gereklidir.

---

Kükürt dioksit	60 kg/saat
Klor	1 kg/saat
Organik bileşikler (Karbon olarak verilmiştir.)	10 kg/saat
Azot oksit (NO olarak verilmiştir.)	20 kg/saat
İnorganik gaz biçimindeki klorür bileşikleri (Cl <sup>-</sup> olarak verilmiştir.)	1 kg/saat
Hidrojen sülfür	1 kg/saat
İnorganik gaz biçiminde florür bileşikleri (F <sup>-</sup> olarak verilmiştir.)	2 kg/saat
Karbon monoksit ( Yakma Tesisleri İçin )	5 kg/saat
Karbon monoksit ( Diğer Tesisler İçin )	50 kg/saat

---

2) İşletmelerde tozlu maddelerin üretimi, işlenmesi, taşınması, doldurulması, boşaltılması ve tasnifi

2.1) Çapı 5 milimetre ve daha büyük tane boyutlu maddelerin Doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma ve öğütme işlemleri; sabit tesislerde ve kapalı alanlarda (Kamyonların malzeme boşalttığı ilk kırma ünitesi hariç) gerçekleştiriliyorsa, baca ile atılan toz emisyonları, aşağıda verilen sınır değerleri sağlamak zorundadır. Bu işlemler sırasında çıkan toz, özel toz ise aşağıda belirtilen sınır değerlerin aşılması şartıyla Ek-1'in (h) bendinde

yer alan hükümlere tabidir. Aynı ünite de çok sayıda baca varsa, bacaların atık gazlarının kütle sel debileri toplanarak değerlendirilir.

Doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma ve öğütme işlemleri sabit tesislerde ve kapalı alanlarda gerçekleştirilmesi halinde ortaya çıkan gazlarla (baca ile) atılan toz emisyonları sınır değerleri:

---

Toz emisyonları (1,5kg/saat veya altındaki emisyon debileri için)	200 mg/Nm <sup>3</sup>
Toz emisyonları (1,5kg/saat -2,5 kg/saat arası emisyon debileri için)	150 mg/Nm <sup>3</sup>
Toz emisyonları (2,5 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	100 mg/Nm <sup>3</sup>

---

Çapı 5 milimetreden daha büyük tane boyutlu maddelerin doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma ve öğütme işlemleri; sabit tesislerde ve açık alanlarda gerçekleştiriliyorsa; Baca dışındaki yerlerden toz emisyonlarının kaynaklandığı tesisler için emisyon faktörü kullanılarak kütle sel debi hesaplanır, bu değerin Ek-2'de belirtilen sınırları aşması halinde bu işletmeler etrafında hakim rüzgar yönü de dikkate alınarak ölçülen çöken toz miktarı 450 mg/m<sup>2</sup> -gün değerini aşamaz.

Bu amaçla, basınçlı pülverize su veya kimyasal toz bastırma sistemleri kurulması gibi gerekli tedbirler alınmalı ve üretim süresince alınan tedbirlerin sürekliliği sağlanmalıdır. Toz emisyonu su kullanılarak önlenecek ise toz kaynağı olan ünitenin faaliyete geçmesi ile birlikte su püskürtme sistemi eş zamanlı olarak devreye girmeli ve üretim süresince çalışmalıdır. Kimyasal toz bastırma sisteminde kullanılacak maddeler insan ve çevre sağlığına toksik etki göstermemelidir

Çöken toz emisyonu tespiti Ek-2'nin (g) bendi çerçevesinde yapılır. Tesisin bulunduğu bölgede toz emisyonuna neden olan diğer tesisler var ise bu tesislerin katkı değerleri de aynı ölçüm metodu ile belirlenir.

Kurulduğu yerde bir yıldan az süreli faaliyet gösteren tesislerde hava kalitesini sağlamaya yönelik tedbirler (Basıncılı pülverize su veya kimyasal toz bastırma sistemleri kurulması) alınmalıdır.

2.2) Tane boyutu  $1\text{mm} \leq \text{çap} < 5\text{mm}$  olan maddelerin doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinin yapıldığı tesislerden kaynaklanan toz emisyonunun önlenmesi; kimyasal toz bastırma sistemi veya basıncılı pülverize su kullanılması ile de gerçekleştirilebilir. Bu durumda hakim rüzgar yönü de dikkate alınarak toz kaynağından 3 metre uzaklıkta toz konsantrasyonu (PM 10) en fazla  $3 \text{ mg/Nm}^3$  değerini aşmamalıdır. Bu ölçümler Ek-3 de belirtildiği şekilde yapılmalıdır. Baca dışındaki yerlerden toz emisyonlarının kaynaklandığı tesisler için emisyon faktörü kullanılarak kütleli debi hesaplanır, bu değer Ek-2'de belirtilen sınırları aşması halinde bu işletmeler etrafında hakim rüzgar yönü de dikkate alınarak ölçülen çöken toz miktarı  $450 \text{ mg/m}^2$  -gün değerini aşamaz.

Üretim süresince alınan tedbirlerin sürekliliği sağlanmalıdır. Toz emisyonu su kullanılarak önlenecek ise toz kaynağı olan ünitenin faaliyete geçmesi ile birlikte su püskürtme sistemi eş zamanlı olarak devreye girmeli ve üretim süresince çalışmalıdır. Kimyasal toz bastırma sisteminde kullanılacak maddeler insan ve çevre sağlığına toksik etki göstermemelidir

Çöken toz emisyonu tespiti Ek-2'nin (g) bendi çerçevesinde yapılır. Tesisin bulunduğu bölgede toz emisyonuna neden olan diğer tesisler var ise bu tesislerin katkı değerleri de aynı ölçüm metodu ile belirlenir .

Kurulduğu yerde bir yıldan az süreli faaliyet gösteren tesislerde hava kalitesini sağlamaya yönelik tedbirler (Basıncılı pülverize su veya kimyasal toz bastırma sistemleri kurulması) alınmalıdır.

Tane boyutu  $1\text{mm} \leq \text{çap} < 5\text{mm}$  olan maddelerin doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinin kapalı alanlarda yapıldığı tesislerden kaynaklanan ve baca ile atılan toz emisyonları  $75 \text{ mg/Nm}^3$  sınır değerini geçemez

2.3) apı 1 (bir) milimetreden küçük tane boyutlu maddelerle üretim yapan (doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemleri) makineler kapalı mekânlarda çalıştırılır. Bu tesislerden kaynaklanan tozlar toplanıp, toz ayırma sisteminden geçirilir. Bu tesislerden baca ile atılan toz emisyonu 75 mg/Nm<sup>3</sup> sınır değerini geçemez. Bu boyutta toz emisyonu yapan maddelerin şayet üst yüzeydeki nem oranı en az %10 olacak şekilde tesis donatılmamışsa, çapı 1 (bir) milimetreden küçük öğütülmüş, tozlu maddelerin taşınması, kapalı sistemlerle yapılır ve kapalı alanlarda depolanır. Boşaltma ve paketleme tesislerinde toz emisyonlarına karşı tedbir alınır.

d) Açıkta depolanan yığma malzeme:

Açıkta depolanan yığma malzeme, hava kalitesi standartlarını sağlamak şartıyla açıkta depolanabilir. Bu amaçla aşağıda bazı örnekleri verilen tedbirler alınır.

- Araziye rüzgarı kesici levhalar yerleştirir, duvar örülür veya rüzgarı kesici ağaçlar dikilir,
- Konveyörler ve diğer taşıyıcıların ve bunların birbiri üzerine malzeme boşalttığı bağlantı kısımlarının üstü kapatılır,
- Savurma yapılmadan boşaltma ve doldurma yapılır,
- Malzeme üstü naylon branda veya tane büyüklüğü 10 mm'den fazla olan maddelerle kapatılır,
- Üst tabakalar %10 nemde muhafaza edilir. Bu durumu sağlamak için gerekli donanım kurulur.

e) Toz yapıcı yanma ve üretim artıklarının taşınması ve depolanması:

Toz yapan yanma ve üretim artıklarının taşınmasında taşınan malzemenin tozumayı önleyecek derecede nemli olmaması halinde kapalı taşıma sistemleri kullanılır. Bunların açıkta depolanmasında yukarıdaki (d) bendindeki tedbirler alınır. Depolama işlemi tamamlanan sahalar toprakla örtülüp üstü yeşillendirilir.

f) Tesis içi yolların durumu:

Tesis içi yollar hava kalitesini olumsuz yönde etkiliyorsa yolların bitümlü kaplama malzemeleri, beton veya benzeri malzemelerle kaplanması, düzenli olarak temizlenmesi veya toz bağlayan maddelerle muameleye tabi tutulması gereklidir.

g) Filtrelerin boşaltılması:

Toz biçimindeki emisyonu tutan filtrelerin boşaltılmasında toz emisyonunu önlemek için toz, kapalı sistemle boşaltılır veya boşaltma sırasında nemlendirilir.

h) Atık gazlardaki özel tozların emisyonları için sınırlar:

Tesisin üretim prosesine göre, bu emisyonların oluşma ve atmosfere deşarj edilme periyodu dikkate alınarak tesis en yüksek kapasitede çalışırken bu emisyonlar ölçülür. Sınır değerler için 01/01/2007 tarihinden itibaren Ek 7'de verilen sınır değerler ve tablolar geçerli olacaktır.

Toplam emisyonların sınırlanmasının gerekli görüldüğü hallerde; yetkili merci yerleşim bölgelerinde kurulacak olan veya mevcut tesislerde, yörenin; meteorolojik, topografik durumuna ve mevcut kirlilik yüküne bağlı olarak, aşağıda verilen özel toz emisyonları için konsantrasyon ve kütleli debi sınırlarını 1/3 oranında azaltabilir.

Aynı işletmede çok sayıda bacadan atık gaz atılıyorsa, aynı sınıftan olan emisyonlar (kg/saat) toplanarak değerlendirilir. Ancak; bacalar birbirlerinin etki alanları dışında ise her bir baca tek başına değerlendirilir. Etki alanı bu Yönetmeliğin Ek-2'nin (b) bendinin birinci paragrafında tanımlanmıştır.

Tablo 1.1.'de I, II ve III olarak sınıflandırılan özel toz emisyonları, aynı sınıftan birden fazla madde bulunması durumu dahil, bunların toplam konsantrasyonları aşağıdaki değerleri aşamaz.

Tablo 1.1 de I, II ve III olarak sınıflandırılan özel toz emisyonları aşağıdaki sınırlara tabidir.

---

I'inci sınıfa giren toz emisyonları (0.1kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	20 mg/Nm <sup>3</sup>
II'inci sınıfa giren toz emisyonları (1kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	50 mg/Nm <sup>3</sup>
III'üncü sınıfa giren toz emisyonları (3 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	75 mg/Nm <sup>3</sup>

---

Yukarıda her sınıf için ayrı ayrı verilen konsantrasyon sınırları aşılmaması kaydıyla: I inci ve II inci sınıflara giren özel toz emisyonlarının bir arada bulunması durumunda toplam emisyon konsantrasyonu 50 mg/Nm<sup>3</sup>, I inci ve III üncü veya II nci ve III üncü sınıflara giren özel toz emisyonlarının bir arada bulunması durumunda ve I inci, II nci ve III üncü sınıfa giren emisyonların bir arada bulunması durumunda toplam toz emisyon konsantrasyonu 75 mg/Nm<sup>3</sup> sınırını aşamaz.



**Tablo 1.1.** Toz emisyonunda özel maddeler

o I. sınıf	o II. sınıf	o III. sınıf
<ul style="list-style-type: none"><li>o Bakır dumanı</li><li>o Civa ve bileşikleri (Civa Sülfür minerali hariç)</li><li>o Çözünen Flor bileşikleri</li><li>o Fosforpentaoksit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Antimon ve çözünen bileşikleri</li><li>o Baryum bileşikleri (Çözünenler)*</li><li>o Bortriflorür</li><li>o Çinko ve bileşikleri</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Alüminyum karbür</li><li>o Alüminyum nitrür</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>o Kadmiyum ve çözünen bileşikleri (Nefesle alınabilen toz ve aerosoller içindeki kadmiyum klorür hariç)</li><li>o Krom VI bileşikleri (Kanserojen olmayanlar)</li><li>o Kurşun ve çözünen bileşikleri</li><li>o Nikel bileşikleri (Kanserojen olanlar hariç)</li><li>o Selen ve çözünen bileşikleri</li><li>o Talyum ve bileşikleri</li><li>o Tellür ve bileşikleri</li><li>o Uranyum ve bileşikleri</li><li>o Vanadyum bileşikleri</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Florit minerali</li><li>o Gümüş bileşikleri (Gümüş Nitrat gibi kolay çözünenler)</li><li>o İyot bileşikleri</li><li>o Kalsiyum florür</li><li>o Katran (Linyit kömürü katranı hariç)</li><li>o Koyu katran (Linyit kömürü katranı hariç)</li><li>o Kiselgur</li><li>o Kobalt bileşikleri (Kanserojen olmayanlar)</li><li>o Kristobolit (5 mikrondan küçük partiküller)</li><li>o Kurum</li><li>o Kuvarz (Partikül büyüklüğü 5 mikrondan küçük)</li><li>o Kuvars minerali tridimit (5 mikrondan küçük partiküller)</li><li>o Stronsiyum ve bileşikleri</li><li>o Tozlarda organik bileşikler, örneğin antrosen, aminler, 1-4 benzokinon, naftalin)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o Amonyum bileşikleri</li><li>o Bakır ve çözünen bileşikleri</li><li>o Baryum Sülfat</li><li>o Bitümler</li><li>o Bizmut</li><li>o Bor bileşikleri (Çözünenler)</li><li>o Ferrosilisyum</li><li>o Fosfatlar</li><li>o Kalsiyum Siyanamid</li><li>o Kalsiyum hidroksit</li><li>o Kalsiyum Oksit</li><li>o Magnezyum hidroksit</li><li>o Magnezyum oksit</li><li>o Molibden ve çözünen bileşikleri</li><li>o Silisyum karbür</li><li>o Tungsten ve bileşikleri (Tungsten karbür hariç)</li></ul>

Tablo 1.1. ve buna ait sınır değerleri 01/01/2010 tarihine kadar geçerlidir.

Tablo 1.1'de bulunmayan toz emisyonundaki özel maddeler etkilerine en yakın sınıfa dahil edilecektir. Etkilerine göre gruplanması mümkün değilse kimyasal yapısına en yakın gruba dahil edilmelidir.

Mevcut ve yeni kurulacak tesislerin bacalarından veya baca dışından atmosfere verilen emisyonların saatlik kütlesel debileri, mevcut tesisler için bacalarda ölçülerek, baca dışından atmosfere verilen emisyonlar ile yeni kurulacak tesisler için emisyon faktörleri kullanılarak tespit edilir. Saatlik kütlesel debi (kg/saat) değerleri aşağıdaki Tablo 2.1'de verilen değerleri aşması halinde, tesis etki alanında emisyonların Hava Kirlenmesi Katkı Değeri (HKKD) mümkünse saatlik, aksi taktirde, günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanır. Mevcut tesis için aylık olarak hesaplanmış Hava Kirlenmesine Katkı Değeri (HKKD)'nin en yüksek olduğu inceleme alanı içinde iki noktada bir ay süreyle, sürekli hava kalitesi ölçümü yapılır. Kirliliğin aylara bağlı olarak değiştiği ve arttığı bölgelerde yetkili merci ölçüm zamanını belirler. lm sonuçları HKKY'de belirtilen Uzun Vadeli Sınır değer (UVS) değerinin % 60'ından yüksek olması durumunda hava kalitesi ölçümlerinin süresi uzatılır, ölçüm süresi yetkili mercii tarafından belirlenir. Tesis etki alanında Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinin Madde-6'da yer alan Hava Kalitesi sınır değerlerinin sağlanması gerekir.

**Tablo 2.1** Kütlesel Debiler

Emisyonlar	Normal işletme şartlarında ve haftalık iş günlerindeki işletme saatleri için kütlesel debiler (kg/saat)	
	Bacadan	Baca Dışındaki Yerlerden
Toz	15	1.5
Kurşun	0.5	0.05
Kadmiyum	0.01	0.001
Talyum	0.01	0.001
Klor	20	2
Hidrojen klorür ve Gaz Halde İnorganik Klorür Bileşikleri	20	2
Hidrojen florür ve Gaz Halde İnorganik Florür Bileşikleri	2	0.2
Hidrojen Sülfür	4	0.4
Karbon Monoksit	500	50
Kükürt Dioksit	60	6
Azot Dioksit [NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> cinsinden)]	40	4
Toplam Uçucu Organik Bileşikler	30	3

**Not:** Tablodaki emisyonlar tesisin tamamından (bacaların toplamı) yayılan saatlik kütlesel debilerdir.

i) Gaz ve buhar emisyonları:

Tesisin üretim prosesine göre, bu emisyonların oluşma ve atmosfere deşarj edilme periyodu dikkate alınarak tesis en yüksek kapasitede çalışırken bu emisyonlar ölçülecektir.

Toplam emisyonların sınırlanmasının gerekli görüldüğü hallerde; yetkili merci yerleşim bölgelerinde kurulacak olan veya mevcut tesislerde, yörenin; meteorolojik, topografik durumuna ve mevcut kirlilik yüküne bağlı olarak, aşağıda verilen gaz ve buhar emisyonları için konsantrasyon ve kütleli debi sınırlarını 1/3 oranında azaltabilir.

Aynı işletmede çok sayıda bacadan atılan atık gaz akımları varsa, aynı sınıftan olan emisyonlar (kg/saat) toplanarak değerlendirilir. Bacalar birbirlerinin etki alanları dışında ise her bir baca tek başına değerlendirilir. Etki alanı bu Yönetmeliğin Ek-2'nin (b) bendinin birinci paragrafında tanımlanmıştır.

#### 1) İnorganik Klor Emisyonu

Gaz biçimindeki klor ve inorganik klor bileşiklerinin emisyonları 0,3 kg/saat veya üzerinde ise, atık gaz içerisindeki (Cl<sup>-</sup>) konsantrasyonu 30 mg/Nm<sup>3</sup>'ü aşamaz.

#### 2) İnorganik Flor Emisyonu

Gaz biçimindeki flor ve inorganik flor bileşiklerinin emisyonları, 0,15 kg/saat veya üzerinde ise, atık gaz içerisindeki (F<sup>-</sup>) konsantrasyonu 5 mg/Nm<sup>3</sup>'ü aşamaz.

#### 3) İnorganik ve Organik Buhar ve Gaz Emisyonları

Tablo 1.2'de I inci, II nci ve III üncü olarak sınıflandırılan, atık gazlarda bulunan organik bileşiklerin buhar ve gaz biçimindeki emisyonları, aynı sınıftan birden fazla bileşik bulursa dahi bunların toplam emisyonları, aşağıdaki değerleri aşamaz.

---

I'inci sınıfa giren organik bileşikler (0,1 kg/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	20 mg/Nm <sup>3</sup>
II'nci sınıfa giren organik bileşikler (3 kg/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	150 mg/Nm <sup>3</sup>
III'üncü sınıfa giren organik bileşikler (6 kg/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	300 mg/Nm <sup>3</sup>

---

**Tablo 1.2.** Organik buhar ve gazlar

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
○ Akrilaldehit	○ Amilasetat	○ Aseton
○ Akrilikasit	○ Asetaldehit	○ Asetikasit Etilesteri
○ Akrilikasit etilesteri	○ Asetik asit	○ Asetikasit n-butil esteri
○ Akrilikasit metilesteri	○ Asetikasit n-metil esteri	○ n-bütül alkol
○ Anilin	○ Asetik metil esteri	○ n-bütülasetat
○ Butirilasit = Bütanoikasit	○ Vinil Asetat	○ Dietil eter
○ Dietilamin	○ Benzin (Kütle yüzdesi olarak %25 den fazla C <sub>7</sub> ve C <sub>8</sub> aromatik ihtiva eden)	○ 1,2-Dikloretilen
○ 1,2 - Dikloreten	○ Bütadien (1,3)	○ Diklorometan
○ Diklorofenol	○ Diasetonalkol	○ Dimetilsülfoksit
○ Dimetilamin	○ Dietanolamin	○ Diizopropileter
○ Dimetilanilin	○ 1,1-Dibrometan	○ Etanol (Etil alkol)
○ Dimetiletilamin	○ 1, 1 - Dikloreten (Etilenklörür)	○ Etil Klörür
○ Dimetilsülfür	○ p- Diklorbenzen ve o- Diklorbenzen	○ Etilenglikol
○ Dinitrobenzen	○ Dimetilformamid	○ Etilglikol
○ Difenil	○ 1,4-dioksan	○ n-Heptan
○ Etilenoksit	○ Etilbenzen	○ 4-Hidroksi-4- metil-2-pentanon
○ Fenol	○ Etilendiamin	○ n-Hekzan
○ Formaldehit	○ Etilenglikol onometileter (Metilglikol)	○ İzo butil alkol
○ Formik Asit	○ 2-Etil -1-hekzanol	○ İzopropileter
○ Fosgen	○ 2 Klor-1,3bütadien	○ Metanol-Metil alkol
○ Furfurol	○ Kloroform=Triklormetan	○ Metilsikloheksan
○ Hekzametilendiizosiyanat	○ Ksilen	○ Metiletilketon
○ Hekzanoik asit =Kaproik asit	○ Metakrilik asit metil esteri	○ Metilbütülketon
○ Kurşun tetraetil	○ Metilsikloheksanon	○ Metilizobütülketon
○ Karbonsülfür	○ Metilnaftalin	○ n-Pentan
○ Krezol =Hidroksi toluen	○ Morfolin-Dietilen İmidoksit	○ 1-pentanol
○ Keten = Karbometen = Etanon	○ Monoetenolamin	○ i-propanol - İzopropil alkol

**Tablo 1.2.** Organik buhar ve gazlar (Devam)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Kloropropionik asit</li><li>○ Merkaptanlar</li><li>○ Monoklorasetik asit</li><li>○ Metilamin</li><li>○ Metilzosiyanat</li><li>○ Monoetilamin</li><li>○ Nitrobenzen</li><li>○ Nitrokrezol (2 - Nitro p-hidroksitoluen)</li><li>○ Nitrofenol</li><li>○ Poliklorlu Difeniller</li><li>○ Piridin</li><li>○ Tetrakloreten</li><li>○ Tiyoeter</li><li>○ Tiyofenol</li><li>○ Tiyokrezol=Tiyo hidroksitoluen</li><li>○ Toluendizosiyanat</li><li>○ Trietilamin</li><li>○ Trimetilamin</li><li>○ 1, 1, 2-Trikloreten</li><li>○ Triklorfenol</li><li>○ Valerikasit = Pentanoik asit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Monoklorbenzen</li><li>○ Naftalin</li><li>○ Nitrotoluen</li><li>○ Propilen oksit</li><li>○ Propionik asit</li><li>○ Sikloheksanon</li><li>○ Stiren – Feniletilen = Vinil benzen</li><li>○ Tetrahidrofuran</li><li>○ Tetrahidronaftalin</li><li>○ Toluen</li><li>○ Trietanolin</li><li>○ 1,1,1-trikloreten</li><li>○ Trikloroetilen</li><li>○ Trioksan</li><li>metaformaldehit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Sikloheksan</li><li>○ Sikloheksanol</li><li>○ etrakloroetilen</li><li>○ Trietilenglikol</li><li>○ 1, 1, 1-Trikloreten</li></ul>

Tablo 1.2. ve buna ait sınır değerler 01/01/2010 tarihine kadar geçerlidir.

Tablo 1.2’de bulunmayan organik maddeler, buhar ve gaz biçimindeki etkilerine en yakın sınıfa dahil edilecektir. Etkilerine göre gruplanması mümkün değilse kimyasal yapısına en yakın gruba dahil edilmelidir.

Yukarıda verilen konsantrasyon sınırları aşılmaması kaydıyla; I inci ve II nci sınıflara giren organik buhar ve gazların bir arada bulunması durumunda toplam emisyon konsantrasyonu  $150 \text{ mg/Nm}^3$ , I nci ve III üncü veya II nci ve III üncü sınıflara giren organik buhar ve gazların bir arada bulunması durumunda ve I nci, II nci ve III üncü sınıflara giren organik buhar ve

gazların bir arada bulunması durumunda toplam emisyon konsantrasyonu 300 mg/Nm<sup>3</sup> sınırını aşamaz.

j) Kanserojen maddelerin emisyon sınırları:

Tesisin üretim prosesine göre bu emisyonların oluşma ve atmosfere deşarj edilme periyodu dikkate alınarak tesis en yüksek kapasitede çalışırken bu emisyonlar ölçülmelidir.

Toplam emisyonların sınırlanmasının gerekli görüldüğü hallerde; yetkili merci yerleşim bölgelerinde kurulacak olan veya mevcut tesislerde, yörenin; meteorolojik, topografik durumuna ve mevcut kirlilik yüküne bağlı olarak, aşağıda verilen kanserojen madde emisyonları için konsantrasyon ve kütleli debi sınırlarını 1/3 oranında azaltabilir.

Aynı işletmede çok sayıda bacadan atılan atık gaz atılıyorsa, aynı sınıftan emisyonlar (kg/saat) toplanarak değerlendirilir. Bacalar birbirlerinin etki alanları dışında ise her bir baca tek başına değerlendirilir. Etki alanı bu Yönetmeliğin Ek-2'sinde tanımlanmıştır.

Atık gazlarda bulunan kanserojen maddeler prensip olarak en düşük düzeyde tutulur. Bu konuda işyeri atmosferlerinde (açık ortam hariç) İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı da dikkate alınır.

Tablo 1.3'de I, II ve III olarak sınıflandırılan maddelerin, aynı sınıftan birden fazla madde bulunması durumunda bunların toplam konsantrasyonları aşağıdaki değerleri aşamaz.

---

I'inci sınıfa giren maddeler (0,5 g/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	0,1 mg/Nm <sup>3</sup>
II'nci sınıfa giren maddeler (5 g/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	1 mg/Nm <sup>3</sup>
III'üncü sınıfa giren maddeler (25 g/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	5 mg/Nm <sup>3</sup>

---

Yukarıda verilen konsantrasyon sınırları aşılmaması kaydıyla, I inci ve II nci sınıflara giren kanser yapıcı maddelerin bir arada bulunması durumunda toplam emisyon konsantrasyonu 1 mg/Nm<sup>3</sup>, I inci ve III üncü veya II nci ve III üncü sınıflara giren kanser yapıcı maddeler bir arada bulunması durumunda ve I inci, II nci ve III üncü sınıflara giren kanser yapıcı maddeler bir arada bulunması durumunda toplam emisyon konsantrasyonu 5 mg/Nm<sup>3</sup>'ü sınırını aşamaz.



**Tablo 1.3.** Kanser yapıcı maddeler

I.sınıf	II.sınıf	III.sınıf
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Asbest (İnce toz halinde Krisotil, Krosidolit, antopilit, Aksiyonolit, trmolit)</li><li>○ Benzopiren</li><li>○ Berilyum bileşikleri</li><li>○ Dibenzantrasen</li><li>○ 2-Naftilamin tuzları</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Arseniktrioksit ve arsenikpentaoksit arsenik ve tuzları (As olarak verilmiştir.)</li><li>○ 3,3-Diklorbenzidin</li><li>○ Dimetil sülfat</li><li>○ Etilenimin</li><li>○ Krom VI bileşikleri (Kalsiyum kromat, Krom III kromat, Stronsiyum Kromat ve Çinkokromat, Cr olarak verilmiştir.)</li><li>○ Kobalt (Nefesle alınabilir toz ve aerosoller içinde Kobalt metali ve zor çözünen kobalt tuzları, Co olarak verilmiştir.)</li><li>○ Nikel (Nikel metalinin nefesle alınabilentozları ve aerosolleri, Nikel sülfür ve sülfütlü mineralleri, Nikeloksit ve Nikel karbonil; Ni olarak verilmiştir.)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 1,2-Dibrommetan</li><li>○ Hidrazin</li><li>○ 1-Klor-2,3-epoksiopropan (Epiklorhidrin)</li></ul>

Tablo 1.3. ve buna it sınır değerler 01/01/2010 tarihine kadar geçerlidir.

Tablo 1.3'de bulunmayan Kansere yapıcı maddeler etkilerine en yakın sınıfa dahil edilecektir. Etkilerine göre gruplanması mümkün değilse kimyasal yapısına en yakın gruba dahil edilmelidir.

k) Aşırı derece tehlikeli maddeler:

Aşağıda listelenen maddeler, ortamda kalıcı ve birikim etkisi gösterdiğinden, baca gazındaki emisyon konsantrasyonu her bir grup için 0,01 ng/Nm<sup>3</sup> seviyesini geçmeyecek şekilde gerekli her türlü önlem alınmalıdır.

*Polibrom dibenzodioxinler*

*Polibrom dibenzofuran*

*Poliklor bifeniller (PCB)*

*Poliklor dibenzodioxinler (PCDD)*

*Poliklor dibenzofuranlar (PCDF)*

*Polihalojen dibenzodioxinler*

*Polihalojen dibenzofuranlar*

Tehlikeli atıkların yakılarak bertaraf edildiği nihai bertaraf tesislerinde (Yakıt ısıl gücünün % 40 veya daha fazlasını atık yakarak elde eden tesisler) Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde toksite eşdeğerlik faktörleri verilmiş olan dioksin (PCDD) ve furan (PCDF) türevleri için Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ndeki sınır değerler geçerlidir.

Yakıt ısıl gücünün % 40'ından azını atık veya tehlikeli atık yakarak elde eden tesislerde Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde toksite eşdeğerlik faktörleri verilmiş olan dioksin (PCDD) ve furan (PCDF) türevleri için Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ndeki sınır değerler geçerlidir.

## **1 OCAK 2010 TARİHİNDEN İTİBAREN BU SINIRLAMALAR ŞÖYLE OLACAKTIR:**

01/01/2010'dan sonra geçerli olacak İnorganik ve Organik Toz Emisyonları, İnorganik ve organik buhar ve gazlar, kanserojen maddeler ve bunlara ait sınır değerleri:

01/01/2010 tarihinden itibaren geçerli olacak Tablo 7.1.1 ve Tablo 7.1.2. de belirtilen İnorganik ve Organik Toz Emisyonları ve bunlara ait sınır değerler aşağıdadır.

İnorganik toz emisyonları için emisyon sınır değerleri (Tablo 7.1.1)

---

I'inci sınıfa giren inorganik Toz emisyonu (1g/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	0.20 mg/Nm <sup>3</sup>
II'inci sınıfa giren inorganik Toz emisyonu (5g/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	1 mg/Nm <sup>3</sup>
III'üncü sınıfa giren inorganik Toz emisyonu (25g/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	5 mg/Nm <sup>3</sup> Max

---

**Tablo 7.1.1. İnorganik toz emisyonunda özel maddeler**

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
Arsenik ve bileşikleri	Bakır (kokulu gaz)	Antimon ve bileşikleri
Civa ve İnorganik civa bileşikleri	Cam yünü elyaf	Bakır ve bileşikleri
Cüruf yünü elyafı (fiberler)	Kobalt (füme) ve kobalt bileşikleri	Baryum ve bileşikleri
Demir pentakarbonil	Krom III Klorür (CrCl <sub>3</sub> )	Çinko klorür (kokulu gaz)
Gümüş ve bileşikleri	Kurşun ve inorganik kurşun bileşikleri	Floresan
Kadmiyum ve bileşikleri	Kurşun molibdat	Florürler
Kristobolit	Rodyum ve bileşikleri (suda çözünemeyen)	Kalay ve inorganik kalay bileşikleri
Kuvarz, solunabilen	Selenyum ve bileşikleri	Kalsiyum florür
Platin bileşikleri	Taş yünü fiberler	Kalsiyum Oksit
Radyum bileşikleri	Tellür ve bileşikleri	Krom ve bileşikleri (2.3.1'de sözü edilen Cr (VI) bileşikleri dışında)
Seramik fiberler		Mangan (kokulu gaz) ve mangan bileşikleri
Silika elyaflar, özellikle Kristobolit ve tridimit, ve solunabilen kuvarz		Palladyum ve bileşikleri
Talyum ve bileşikleri		Platin ve suda çözünemeyen Platin bileşikleri
Tridimit		Potasyum ferrisiyanür
Vanadyum bileşikleri, özellikle Vanadyum oksitler, halajenürler ve sülfatlar, ve Vanatlar		Potasyum hidroksit
		Siyanürler
		Sodyum hidroksit
		Tantal

**Tablo 7.1.1.** İnorganik toz emisyonunda özel maddeler (Devam)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
		Vanadyum, Vanadyum alaşımları ve Vanadyum Karpit Yitrium Yitrium oksit

---

Organik toz emisyon maddeleri için sınır değerleri (Tablo 7.1.2)

---

I'inci sınıfa giren organik toz emisyonu (0,1kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	10 mg/Nm <sup>3</sup> .
II'inci ve III'üncü sınıfa giren organik toz emisyonu	50 mg/Nm <sup>3</sup>
Atık gaz emisyon debisi 0,5 kg/saat den küçük olanlar için	
Atık gaz emisyon debisi 0,5 kg/saat eşit veya büyük olanlar için (Filtre Çıkışı)	10 mg/Nm <sup>3</sup>

---

**Tablo 7.1.2.** Organik toz emisyonunda özel maddeler

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
Antrasen	Naftalin	Benzoik asit metil ester
Bifenil	Polietilen glikol	Metil benzoat
Difenil	Antrasen aminler, 1-4 benzokinon, naftalin	
Difenil eter		
Difenilmethan-2,4-di-izosiyanat		
MAA (Maleik asit anhidrit)		
Maleik anhidrit		
MDI (Difenil-2-metan)		
Metil-2,4-fenil-diizosiyanat		
Metil-2,6-fenil-diizosiyanat		
Nitro-kresoller		
Nitrofenoller		
Nitrotoluenler		
Ftalik anhidrit		
TDI (2-metil-1,4-fenilen-diizosiyanat)		
Toluen-2,4-diizosiyanat		
Toluen-2,6-diizosiyanat		

Tablo 7.1.1., Tablo7.1.2. ve bu tablolara ait sınır değerleri 01/01/2010 tarihinden itibaren geçerlidir.

Tablo 7.2.1.'de I, II, III ve IV olarak sınıflandırılan, proses, depolama, nakil vb işlemlerden atılan veya kaçan atık gazlarda bulunan organik bileşiklerin buhar ve gaz biçimindeki emisyonları, aynı sınıftan birden fazla bileşik bulursa dahi, bunların toplam emisyonları, aşağıdaki değerleri aşamaz,

İnorganik Buhar ve Gaz Emisyonları sınır değerleri (Tablo 7.2.1)

---

I'inci sınıfa giren inorganik bileşiklerin emisyonu (10g/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	1 mg/Nm <sup>3</sup>
II'inci sınıfa giren inorganik bileşiklerin emisyonu (50g/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	5 mg/Nm <sup>3</sup>
III'üncü sınıfa giren inorganik bileşiklerin emisyonu (300g/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	30 mg/Nm <sup>3</sup>
IV'üncü sınıfa giren inorganik bileşiklerin emisyonu (5 Kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	200 mg/Nm <sup>3</sup>

---

**Tablo 7.2.1.** İnorganik buhar ve gazlar

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf	IV. sınıf
Arsenik trihidrür (Arsin)	Bor triklorür	Klorürler ve bileşikleri (HCl olarak hesaplanır)	Amonyak
Klordioksit	Bor triflorür	Diklorosilisyumdihidrit	NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> olarak hesaplanır)
Siyanojen klorür	Brom ve bileşikleri (HBr olarak hesaplanır)	Nitrik asit (duman)	SO <sub>x</sub> (SO <sub>2</sub> olarak hesaplanır)
Diboran (B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	CI <sub>2</sub> (gaz)	Silisyum tetraklorür	
Fosgen	Flor ve bileşikleri(HF olarak hesaplanır)	Kükürt hekzaflorür	
Fosfin (Fosfor trihidrit)	Germanyum hidrür Hidrojen Siyanür (HCN) Hidrojen İyodür Hidrojen sülfür Azot triflorür Fosforik asit Silisyum tetraflorür Silisyum tetrahidrür Sülfürik asit	Triklorsilan	



Tablo 7.2.1. ve ona ait sınır değerler 01/01/2010 tarihinden itibaren geçerlidir.

01/01/2010 tarihinden itibaren geçerli olan Organik buhar ve gazlar ve bunlara ait sınır değerleri aşağıdadır.

Organik Buhar ve Gaz Emisyonları için sınır değerleri (Tablo 7.2.2)

---

I'inci sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu	20 mg/Nm <sup>3</sup>
(0,1 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	
II'inci sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu	100 mg/Nm <sup>3</sup>
(2 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	
III'üncü sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu	150 mg/Nm <sup>3</sup>
(3 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	

---

**Tablo 7.2.2** Organik buhar ve gazlar

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
Asenaften	Asetik asit	Aseton
Asenaftilen	Asetik metil esteri (Metil asetat)	Asetikasit etilesteri
Akrilikasit	Asetik vinil esteri (Vinil asetat)	Asetikasit n-butil esteri
Akrilikasit etilesteri	Asetonitril	Asetik ester
Akrilikasit metilesteri	Alkoletilen-oksit-fosfat esteri(c12/c14 monomerleri, dimerleri ve trimerlerinin karışımı)	Asetilen
Akrolein (propenal)	6-Aminoheksanoik asit (dimer)	Alkilalkoller
Alkillendirilmiş kurşun bileşikleri	6-Aminoheksanoik asit (monomer)	1-Brombütan
Amino benzen	6-Aminoheksanoik asit (trimer)	Bromklormetan
Amino etan (etil amin)	i- Amilasetat	1-Brompropan
Amino metan (metil amin)	n- Amilasetat	Ter-bütanol
sec- amil asetat	Anisol	2-Bütanon
Anilin	Benzaldehit	iso-Bütilasetat
Asetaldehit	Benzilalkol	n-Bütilasetat
Asetik anhidrit	Bisiklo(4,4,0)dekan	Bütilstearat
Aziridin (etilen imin)	Bütanal	Dekametilsiklopentasiloksan (d5)
Benzal klorür	n- bütanol	Diasetonalkol
Benzilbütilftalat	i- bütanol	Dibütil eter
Benzilklorür	2- bütanol	2,2-diklor-1,1,1-trifloretan

**Tablo 7.2.2** Organik buhar ve gazlar (Devam)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
Benzo(g,h,i)perilen	sec- bütanol	1,2-diklor-1,1,2-trifloretan
Benzotriklorür	bütildiglikol	1,2-Dikloretilen
Bisfenol A	bütiglikol	Diklormetan
2,2 bis(4- hidroksifenil)propan	bütiglikolasetat	Dodesilmaleat
Bromdiklormetan	bütiglikolat	Dietileter
Bütalakrilat	3-bütoksi-1-propanol	Diizobüten
1,2 diaminmetan	1-bütoksi-2-etilasetat	Diizopropileter
2,4-dibromfenol	1-bütoksi-2-propanol	2,3-dimetilbütan
Dietilamin	2-bütoksietanol	Dimetileter
Di-izobütifftalat	2-(2-bütoksi-etoksi)-etanol	1,2-Etandiol
1,2 diklorbenzen	2-(2-bütoksi-etoksi)-etilasetat	Etanol
1,1 dikloretilen	Bütillaktat	Etanolamin
Diklorofenoller	n-bütilmetakrilat	Etilasetat
Dimetilamin	Bütillalkol	Etilklorür
N,N dimetilanilin	n-bütillaldehit	Etilen
Dimetilizopropilamin	Dekahidronaftalin	Etilenglikol
Dimetilmerkaptan	Dekalin	Etilformiat
Di(2-metilpropil)ftalat	Di(2-etilhekzil)ftalat	Etilmetilketon
1,4-dioksan	1,4- Diklorbenzen	Etilen
Dinonilftalat	1, 1 - Dikloretilen	Gliserol
Distearildimetil- amonyum bisülfat	1,2- diklorpropan	Glikol
Distearildimetil- amonyum metasülfat	Dietanolamin	Hekzafloraetan

**Tablo 7.2.2** Organik buhar ve gazlar (Devam)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
Etanal	Dietilbenzen	-Hekzametilsiklo-trisiloksan (d3)
Etilakrilat	(1,2-;1,3-;1,4- izomerleri)	-Hidrokarbonlar, olefinik
Etilamin	Dietilkarbonat	Hidrokarbonlar, parafinik 4-Hidroksi-4-metil-2-
Etilenimin	Dietilenglikol bütileter	pentanon
Etilpropenoat	Dietilenglikol monoetileter	İzobütanol-2-amin
Fenol	Dietiloksalat	İzobüten
Fenantren	1,1- difLoreten	İzobütülen
Formaldehit	1,3- dihidroksi benzen	İzobütilmetilketon
Formik Asit	Diizobütilketon	İzobütilstearat
Furaldehit	Diizopropilbenzen	İzo-dekanol
Furfurol	N,N- dimetilasetamit	İzo-propanol
Glioksal	Dimetilaminoetanol	İzopropoksipropan
Heksafloropropen	N,N- dimetilformamit	İzopropil asetat
1,6 Hekzandiizosiyanat	2,6- dimetil-heptan-4-on	Karbontetraflorür
Hekzametilendiizosiyanat	Dioktilftalat	Kloroetan
İzopropil-3- klorfenilkarbomat	Dipropilenglikol monometileter	Sıvı parafin
İzopropilfenilkarbamat	DOP	MEK (2-bütanon)
Kaprolaktam	2-Etoksietanol	Metanol
Karbontetraklorür	2-Etoksietilasetat	3-Metil-2-bütanon
Ketilpridinyumklorür	Etoksipropilasetat	4-metil-2-pentanon
Klorasetaldehit	Etil laktat	2-metil-2-propanol

**Tablo 7.2.2** Organik buhar ve gazlar (Devam)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
Klorasetikasit	Etilsilikat	Metilsikloheksan
2-kloretanal	Etil- $\alpha$ -hidroksipropionat	Metilenklorür
Kloroform	Etilbenzen	Metiletilketon
Klormetan (metil klorür)	Etildiglikol	Metilizobütülketon
$\alpha$ -klor toluen	Etilenglikol monoetileter	Metilizopropilketon
Krezoller =hidroksi toluen	Etilenglikol monometileter	2-metilpropen
Merkaptanlar	Fenoksietanol	Metilpropilketon
Metil metakrilat	Fenoksiopropanol	n-Metilprolidon
Metanal	Formik asit metilesteri	MIBK (4-metil-2-pentanon)
Metil-(2-metil)-propinoat	Furfurilalkol	-Alifatik hidrokarbonların karışımı
Metilakrilat	2-Hidroksimetilfuran	Oktaflorpropan
Metilamin	2,2'-İmindietanol	Oktametilsiklo-tetrasiloksan(d4)
2-Metilanilin	İsokumol	Penta-eritrol ve c9-c10 uçucu asit esterleri
2-metilbromür	İzoforon	Pentan
Metilklorür	İzo-oktil/nonil-fenil-polİglükol eter ( 5 etilen oksit kısımları ile)	2-Pentanon
Metiletülketonperoksit	İzopropenilbenzen	3-Pentanon
Metilmetakrilat	İzopropilbenzen	Petrol (benzin)
Metilfenoller	Limonen	Mineral Petrol yağları

**Tablo 7.2.2** Organik buhar ve gazlar (Devam)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
Metilpropenoat	Karbon disülfür	Pinenler
2-Metoksietilasetat	hintyağı etoksilat (15 etilen oksit kısımları ile)	-Potasyum oleat
Nitrobenzen	2-Klor-1,3-bütadien	2-Propanol
Organostannic bileşikler	Klorbenzenler	Propanon
Organik kalay bileşikleri	2-klorpren	n-propenol
Perasetik asit	2-klorpropan	i-Propilasetat
Piperazin	Ksilen	Silikon yağı
Piridin	2,4-Ksenol (2,4- dimetilfenol)	Siklohekzan
Propenal	Kümen	$\alpha$ -Terpinol
Propenoik asit	1-metoksi2-propanol	Tetraflormetan
n-propilamin	1-metoksi-2-propilasetat	Tridekanol (izomerlerin karışımı)
Tehylheksilkrilat	2-metoksietanol	Tridesil alkol
Terfenil	3-metoksietoksietanol	Triflormetan
1,1-dimetiletihidroperoksit	2-metoksipropanol	2,4,4-Trimetil-1-penten
1,2,3,4-tetrabrommetan	2-metoksipropilasetat	Trimetilbromat
1,1,2,2-tetrakloretan	Metoksipropilasetatlar	Beyaz alkol
Tetraklormetan	5-metil-2-hekzanon	
Tiyoalkoller	1-metil-3-etilbenzen	
Tiyobismetan	N-metilasetamit	
Tiyoeterler	Metilasetat	

**Tablo 7.2.2** Organik buhar ve gazlar (Devam)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
o-toluidin	Metilbenzen	
Tribrommetan	Metilkloroform	
2,4,6-tribromfenol	Metilsikloheksanon	
Trietilamin	Metilformat	
Trifenilfosfat	Metilglükol	
1,1,2-Trikloretan	Metilizoamilketon	
Triklorfenoller	$\alpha$ -metilstiren	
Triklormetan(Kloroform)	Metil-tartar-bütileter (MTBE)	
Ksenoller	Aromatik hidrokarbon karışımları	
	Monoetileter asetat	
	1,2- pentadiol	
	Perkloretilen	
	Propanal	
	1,2- propandiol	
	Propanoik asit	
	Propanaldehit	
	Propionik asit	
	n-propilasetat	
	n-propilbenzen	
	Propilenglikol	
	Resorkinol	
	Sikloheksanol	
	Sikloheksanon	
	Sorbitalhekzaoleat,etoksilat	
	Stiren	
	Tetrakloretilen	
	Tetraetil ortasilikat	

**Tablo 7.2.2** Organik buhar ve gazlar (Devam)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
	Tetrahidrofuran	
	1,2,3,4-Tetrahidronaftalin	
	Tetralin	
	1,2,3,4-Tetrametilbenzen	
	1,2,3,5-Tetrametilbenzen	
	1,2,4,5-Tetrametilbenzen	
	Toluen	
	1,1,1-Trikloreten	
	Trikloretilen TRI	
	Trietanolamin	
	Trietilen tetramin	
	Trimetil benzen	
	Bitkisel yağ, sülfatı	
	Vinil asetat	
	Vinil benzen	
	Viniliden florür	



Tablo 7.2.2. ve ona ait sınır değerleri 01/01/2010 tarihinden itibaren geçerlidir.(Petrolkoku kullanarak enerji elde edilen tesislerde Tablo-7.2.2. ve ona ait sınır değerler Yönetmelik yürürlüğe girdiği tarihten itibaren geçerlidir).

01/01/2010 tarihinden itibaren geçerli olacak maddeler ve sınır değerleri:

Kanserojen maddeler ve Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) için sınır değerler (Tablo 7.3.1 ve 7.3.2)

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
0,5 g/saat	5 g/saat	25 g/saat
0,10 mg/Nm <sup>3</sup>	1 mg/Nm <sup>3</sup>	5 mg/Nm <sup>3</sup>

**Tablo 7.3.1.** Kanserojen maddeler

I.sınıf	II.sınıf	III.sınıf
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Benzo(a)antrasen</li><li>○ Benzo(a)piren</li><li>○ Benzo(k)florenten</li><li>○ Benzo(j)florenten</li><li>○ Berilyum ve bileşikleri</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 3,3'-Dikloro-(1,1'-bifenil)</li><li>○ 3,3-Diklorbenzidin (+tuzları)</li><li>○ Dimetil sülfat</li><li>○ Dietil sülfat</li><li>○ 1,2-Epoksietan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Akrilonitril</li><li>○ Benzen</li><li>○ Bütadien</li><li>○ 1,3-bütadien</li><li>○ 1-Klor-2,3-epoksipropan (Epiklorhidrin)</li><li>○ Kloreten</li><li>○ 1,2-Dibrommetan</li><li>○ 1,2-dikloreten</li><li>○ 1,2-Epoksipropan</li><li>○ Hidrazin (+tuzları)</li><li>○ Propen oksit</li><li>○ Propennitril</li><li>○ Propilen oksit</li><li>○ Vinil klorür</li></ul>

Tablo 7.3.2. Polisiklik aromatik hidrkarbonlar (PAH)- I. sınıf  
Kanserojen Maddeler

○ 3,6-dimetil-fenantren	○ Krisen
○ 3-metilklorantren	○ Koronen
○ 5-metilkrisen	○ Dibenzo(a,e)piren
○ 7H-dibenzo-(c,g)karbazol	○ Dibenzo(a,h)antrasen
○ Asenaften	○ Dibenzo(a,h)piren
○ Asenaftilen	○ Dibenzo(a,i)piren
○ Antrasen	○ Dibenzo(a,i)antrasen
○ Benzo(a)antrasen	○ Dibenzo(a,l)piren
○ Benzopiren	○ Dibenzo(a,h)akridin
○ Benzo(b)florenten	○ Florenten
○ Benzo(b)floren	○ Floren
○ Benzo(e)piren	○ İnden(1,2,3-c,d)piren
○ Benzo(g,h,i)perilen	○ Naftalin
○ Benzo(j)florenten	○ Fenantren
○ Benzo(k)florenten	○ Piren

Tablo 7.3.1. ve Tablo 7.3.2. ve ona ait sınır değerler 01/01/2010 tarihinden itibaren geçerlidir.

## YÖREDEKİ ENDÜSTRİ PROFİLLERİNE GÖRE YASAL YÜKÜMLÜLÜKLER

B) İKİNCİ GRUP TESİSLER: Atıkların Ortadan Kaldırıldığı Tesisler

1) Hurda Parçalama Tesisleri:

1.1) Döner tip hurda parçalama tesislerinin baca gazından atılan toz emisyon  $150 \text{ mg/Nm}^3$  sınır değerini aşamaz.

1.2) Ek-1'de belirtilen ilgili hükümlere uyulmalıdır.

2) Atık geri kazanım ve nihai bertaraf tesisleri:

2.1) Tehlikeli atıkların yakılarak bertaraf edildiği nihai bertaraf tesislerinde, 29/08/1995 tarihli ve 22387 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde ve bu Yönetmelikte belirtilen hüküm ve sınır değerleri,

2.2) Katı atıkların yakılarak bertaraf edildiği ve geri kazanıldığı tesislerde, 14/03/1991 tarihli ve 20814 sayılı Resmî Gazetede yayımlanmış Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde ve bu Yönetmelikte belirtilen hüküm ve sınır değerleri,

2.3) Atık geri kazanım tesisleri; 29/08/1995 tarihli ve 22387 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen veya 21/01/2004 tarihli ve 25353 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen ve bu Yönetmelikte belirtilen hüküm ve sınır değerleri,

sağlayarak Lisans İzni de almak zorundadır.

2.4) Atıkların ek yakıt olarak yakma tesisleri, çimento fabrikaları ve diğer endüstri tesislerinde kullanılması halinde atıkların yakılması ile ilgili Bakanlığımız tarafından yayımlanan mevzuata uyulur.

2) Çelik Üretilen Konverterler, Elektrikli Ark Ocakları, İndüksiyonla Ergitme ve Vakumlu Ergitme Tesisleri

Çelik üreten ark ocakları, konverterler, indüksiyonla ergitme ve vakumlu ergitme tesislerinde aşağıdaki esaslara uyulmalıdır.

2.1) Bütün işletme şartlarında (doldurma, boşaltma, karıştırma ve kükürt alma işlemleri ve benzeri) atık gazlar toplanmalı ve bir toz ayırma tesisine gönderilmelidir.

2.2) Atık gazların toz emisyonu  $50 \text{ mg/Nm}^3$  sınır değerini aşmamalıdır. Hammadde olarak cevher kullanan ve entegre demir-çelik tesislerinde bulunan, çelik üreten ünitelerden kaynaklanan toz emisyonu, Ek-1'in (h) bendinde verilen sınır değerleri sağlamak şartı ile  $75 \text{ mg/Nm}^3$  sınır değerini aşmamalıdır.

2.3) Karbon monoksit emisyonu değerlendirilmeli, yakılmalı veya % 90 ve üzerinde bir yanma verimi ile yakılamıyorsa Ek-4'e göre atmosfere atılmalıdır.

2.4) Ek-1'de verilen ilgili esaslara uyulmalıdır.

2.5) Üflelemeli konverterler ve diğer çelik üreten tesisler ile ilgili teknoloji ve toz emisyonların azaltılmasıyla ilgili çalışmalarda yayımlanan ilgili Türk Standartlarına ve mevcut en iyi tekniklere uyulmalıdır.

#### 4) Çeliğin Isıl İşlem Gördüğü Tesisler (Tav Fırınları):

Bu tesislerde aşağıdaki esaslara uyulmalıdır:

4.1) Atık gazlardaki toz biçimindeki emisyonlar  $120 \text{ mg/Nm}^3$  değerini aşmamalıdır.

4.2) Ek-1'de verilen ilgili esaslara uyulmalıdır.

4.3) %3 hacimsel oksijen düzeltmesi yapılarak;

Sıvı yakıt kullanan tesislerde kükürt dioksit emisyonu  $2400 \text{ mg/Nm}^3$  değerini,

Gaz yakıt kullanan tesisler ise  $100 \text{ mg/Nm}^3$  sınır değerini,

Yakıt olarak kokgazı kullanan tesislerde  $200 \text{ mg/Nm}^3$  değerini, geçmemelidir.

Çift yakıt (sıvı+gaz) kullanılan tesislerde ise %3 hacimsel oksijen düzeltmesi yapılarak kükürt dioksit emisyonu 2400 mg/Nm<sup>3</sup> değeri sağlanmalı ve sürekli yazıcı bir baca gazı analiz cihazı ile donatılmalıdır.

4.4) Sıvı yakıt kullanan tesislerde islilik Bacharach skalasına göre 3'ü geçmemelidir.

#### L) ONIKINCI GRUP TESİSLER :

##### 1) Petrol Rafinerileri ve Depolama Tesisleri :

Bu tesislerde aşağıda verilen esaslara uyulmalıdır:

1.1) 20 °C'de buhar basıncı 13 mbar'ın üzerinde olan ham petrol ve ara ürünlerin depolanması için rafineri gaz borusuna bağlantılı, yüzer tavanlı veya sabit tavanlı depolar veya bunlara eş değer tesisler öngörülmelidir. Yüzer tavanlı depolar etkili kenar contaları ile donatılmalıdır. Depolama şartlarında gaz biçiminde olan zehirli maddeler sabit tavanlı depolarda depolanmalı, gaz emisyonları toplama depolarına gönderilmeli ve yakma suretiyle yok edilmelidir. Yakma tesisinde meydana gelen yanma gazları Ek-4'e göre atmosfere atılmalıdır.

1.2) Flanş bağlantıları ancak üretim metodu, emniyet veya bakım ve benzeri yönünden gerekli ise uygulanmalıdır. Zehirli ve keskin kokulu maddelerin taşındığı veya işlendiği boru ve aparatlar da, yüksek kaliteli contalar kullanılmalıdır. Ventil ve vanaların millerinin geçme yerlerinde de özel sızdırmazlık tedbirleri alınmalıdır.

1.3) Basınç düşürme armatürleri ve blöf işlemlerinde açığa çıkan gaz ve buharlar tehlike yaratmayacak biçimde gaz toplama depolarına gönderilmelidir.

1.4) Yüksek tehlike sınıfına dahil olan ve buharlaşma bitişi 200 °C'ye kadar olan maddelerin taşınmasında en az kaçak kaybı olan pompalar kullanılmalıdır.

1.5) Proses tesislerinden, katalizörlerin rejenerasyonu ve bakım ve temizleme işlemlerinden meydana gelen emisyonlar yakılma yoluyla ortadan kaldırılmalı veya aynı etkinlikteki yıkama veya yoğuşurma yoluyla ayrıştırılmalıdır.

1.6) Tesisin işletmeye alınması, durdurulması ve benzeri gibi durumlarda çıkan gazların değerlendirilmesi için tesis, gerekli sistemlerle donatılmalıdır.

1.7) H<sub>2</sub>S ihtiva eden gazlar Ek-4'e göre bacadan atılmadan önce kükürtlü hidrojen emisyonlarına 10 mg/m<sup>3</sup> sınırlarını aşmıyacak biçimde, kimyasal dönüşüm uygulanmalı veya yakılmalıdır. % 0,4 ve üzerinde hacimsel kükürtlü hidrojen ihtiva eden gazlar, kükürtlü hidrojen debisi 2 ton/gün üzerinde ise, Claus tesisi ilaveli amin yıkama ve benzeri metodlarla değerlendirilmelidir.

1.8) 20 °C'de buhar basıncı 13 mbar olan ham, ara ve diğer işlenmiş ürünlerin doldurulup boşaltılmasında çıkan hidrokarbon emisyonları ve düşük buharlaşma basınçlı keskin kokulu maddelerin emisyonları uygun metotlarla önlenmelidir. Yakma durumunda, yanma gazlarının Ek-4'e göre atmosfere atılmasına özen gösterilmelidir.

1.9) Proses suyu, önce gazı alındıktan sonra açık bir sisteme gönderilmelidir. Gazlar yıkama ve yakma yoluyla ortadan kaldırılabilir. Yakma durumunda yanma gazları Ek-4'e göre atmosfere atılmalıdır.

1.10) Paragraf (1.9)'a göre muamele gören kirli atık proses suları, kapalı su tasfiye sistemlerinde temizlenmelidir.

1.11) Örnek almada emisyonların meydana gelmesi önlenmelidir.

1.12) Arıtma tesisinde biriken tortuların yakılmasında oluşan yanma odası çıkış sıcaklığı 900°C meydana gelen gazlar, son yakma bölümünden geçirilerek yakılmalıdır.

1.13) Genelde petrokimyasal işleme proseslerinin bulunmadığı rafinerilerden çıkan organik gaz ve buhar emisyonları, işlenen ham petrolün % 0,04'ünü geçemez.

1.14) Ek-1 ve HKKY'de hava kalitesi sınır değerlerine de uyulmalıdır.

1.15) Sistem teknolojisi ve gaz biçimindeki emisyonların önlenmesiyle ilgili çalışmalarda Türk Standartlarına uyulmalıdır.

## 2) Katalitik Kraking Tesisleri :

2.1) Akışkan yataklı prosedürde; Katalitik Kraking için, kullanılan tesislerden, atık gazındaki emisyonlar kataliz rejenere edildiğinde, aşağıdaki kütle konsantrasyonlarını aşmamalıdır.

Partikül madde, 200 mg/Nm<sup>3</sup>,

NO ve NO<sub>2</sub> (NO<sub>2</sub> cinsinden) 800 mg/Nm<sup>3</sup>,

SO<sub>2</sub> ve SO<sub>3</sub> (SO<sub>2</sub> cinsinden) 1700 mg/Nm<sup>3</sup>,

2.2) Proses teknik tedbirlerini uygulama yoluyla azotoksitleri ve kükürtoksitleri emisyonlarını azaltmak için olanaklar tamamen kullanılır.

2.3) Bu tesisler için; petro kimya tesisleri ve petrol rafinerilerinin sınırları dahilinde uyulması istenilen HKKY'deki hava kalitesi sınır değerlerine ve diğer sınır değerlere uyulmalıdır.

### R) ONYEDİNCİ GRUP TESİSLER: Kimyasal Gübre Üretim Tesisleri:

Bu tesislerde aşağıda verilen esaslara uyulmalıdır:

1) Azot oksitleri emisyonlarında 8 inci grup tesisleri (2) fıkrasındaki esaslara uyulacaktır.

2) Kükürtdioksit, kükürt trioksit emisyonlarında 8 inci grup tesisleri (3) fıkrasındaki esaslara uyulmalıdır.

3) Amonyak ihtiva eden gazlar yıkanır. Yıkama çözeltisi prosese geri döndürülür veya atık su kanalına verilir. Atık su kanalına verildiği alıcı hava ortamdaki amonyak konsantrasyonu 30 mg/Nm<sup>3</sup> değerini aşmamalıdır. Atık gazlardaki NH<sub>3</sub> emisyonu da; 50 mg/Nm<sup>3</sup> değerini aşmamalıdır.

4) Atık gazlardaki F- üzerinden verilen gaz biçimindeki flor bileşikleri konsantrasyonu 10 mg/Nm<sup>3</sup> değerini aşmamalıdır. Bu konuda Ek-1'in (i) bendi uygulanmaz.

5) Atık gazlardaki toz emisyonları 100 mg/Nm<sup>3</sup> değerini aşmamalıdır.

6) Gübre komplekslerindeki yakma ve gazlaştırma tesislerinde bu ekin ilgili gruplarındaki hükümler geçerlidir.



7) Yukarıda belirtilen hususlar dışında Ek-1'in ilgili hükümleri geçerlidir.

Y) YİRMİİKİNCİ GRUP TESİSLER: Petrol ve Sıvı Yakıtların Depolandığı Tesisler:

Bu tesislerde aşağıda verilen esaslara uyulmalıdır

1) 20 °C'de 13 mbar'dan daha fazla buhar basınçlı ürünlerin depolanmasında, hareketli kapağı olan sabit tavanlı veya yüzer tavanlı tanklar veya eşdeğer tedbirler alınmalıdır. Hareketli kapaklı yüzer tavanlı tankların kenarları etkili contalarla teçhiz edilecektir. Eğer depolanan maddelerin içinde Ek-1 kapsamında değerlendirilen maddeler de bulunuyorsa, sabit çatılı tanklar cebri havalandırma ile teçhiz edilecektir. Buradan yayılan gazlar bir gaz toplama sistemine beslenmelidir. Depolama tesislerinden (bağlantı noktaları, dolum boşaltım noktaları) kaynaklanacak kaçak organik gazlar için uluslararası kabul görmüş emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanan organik gazların kütleli debilerinin Ek-2'deki Tablo 2.1'de verilen sınır değerleri aşması durumunda tesis etrafında hava kalitesi ölçümleri yapılmalıdır.

2) Tankların boyası; sabit çatılı tanklar kısa vadede güneşin radyasyon enerjisinin %70'ini yansıtacak, uzun vadede de en azından %50'sini yansıtacak boyalarla kaplanmalıdır.

3) Tesis teknolojileri ve emisyonların önlenmesiyle ilgili çalışmalarda Türk Standartlarına uyulmalıdır.

4) Tanklarda bulunan numune kaplarının ve seviye ölçüm cihazlarının ağızlarının kapalı olması sağlanmalı ve 01.01.2010'e kadar otomatik sisteme geçilmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır.

5) Dolum kollarından kaçak olarak ortama yayılan emisyonlar ilave tedbirler alınarak (tanklara geri besleme vb...) azaltılmalıdır

6) Petrol ve sıvı yakıtların depolama tankları nefesliklerinden, dolum kollarından kaynaklanan emisyonların kütleli debileri uluslararası kabul görmüş emisyon faktörü kullanılarak hesaplanır ve Ek-1'da yer alan kütleli debi sınır değerleri esas alınarak değerlendirilir. Tesiste bulunan tüm depolama tankları nefeslikler ve dolum kollarından kaynaklanan emisyonların kütleli debilerinin toplam değerinin Ek-2'da belirtilen sınır değerleri aşması

halinde tesis etrafında Yönetmeliğin ilgili hükümlerine göre Hava Kalitesi ölçümleri yapılarak HKKY Madde- 6 kapsamında değerlendirilir.

# **EK 4**

## MEDİASYON ÇALIŞMASINA KATILANLARIN LİSTESİ

No	Ad-Soyad	Kurum	Görev	e-mail
1	Tolga ELBİR	DEÜ	Öğretim Üyesi	telbir@deu.edu.tr
2	Sait SOFUOĞLU C.	İYTE	Öğretim Üyesi	cemilsofuoglu@iyte.edu.tr
3	Mustafa ODABAŞI	DEÜ	Öğretim Üyesi	mustafa.odabasi@deu.edu.tr
4	Yetkin DUMANOĞLU	DEÜ	Araş.Gör.	yetkin.sonmez@deu.edu.tr
5	Melik KARA	DEÜ	Araş.Gör	melik.kara@deu.edu.tr
6	Mihriban CİVAN	ODTÜ	Araş.Gör.	mihriban@metu.edu.tr
7	Güray DOĞAN	ODTÜ	Araş.Gör.	gdogan@metu.edu.tr
8	Gürdal TUNCEL	ODTÜ	Öğretim Üyesi	tuncel@metu.edu.tr
9	Aysen MÜEZZİNOĞLU	DEÜ	Öğretim Üyesi	aysen.muezzin@deu.edu.tr
10	Bülent ÇAKIN	Ege Gübre	Gn.Md.	bulent.cakin@egegubre.com.tr
11	Mesut İLTER	TÜPRAŞ	Raf.Md.	mesut.ilter@tupras.com.tr
12	Ali Rıza SAKLICA	PETKİM	Çev. ve Tş.Md	asaklica@petkim.com.tr
13	Abdulkadir TUNCER	PETKİM	Gn.Md.Yrd	atuncer@petkim.com.tr
14	Celal TOPRAKÇI	TÜPRAŞ	Çevre Md.	celal.toprakci@tupras.co

				m.tr
15	Yunus YEŞİLÖZ	Aliağa Bld.	Basın Dnş.	yunusumbir@hotmail.com
16	M.Zeki ATEŞ	Aliağa Bld.	Yönetici	m.zekiates@hotmail.com
17	Tanju ÖGE	Aliağa Bld.	Çevre Koruma	JoyJoytnj@hotmail.com
18	Özgür Aygün ENKUR	ÇEBİTAŞ	Çevre Müh.	ozgur.enkur@cebitas.com.tr
19	Ozan DURAK	ÇEBİTAŞ	Yatırım Şefi	ozan.durak@cebitas.com.tr
20	Serkan DEMİROĞLU	Erege Metal (Sider)	Çev.Müh.	s.demiroglu@erege.com
21	Alpaslan KOPÇACI	Erege Metal	Yrd. Tas M.	a.kopcaci@erege.com
22	Zekai TARAKCIOĞLU	ENKA		z.tarakcioglu@enkapower.com
23	Remzi SEYFİOĞLU	DEÜ	Dr.Müh.	remzi.seyfioglu@deu.edu.tr
24	Türkan Hn.	Aliağa Bld.	Çev.Müh.	turkan_gungelen@hotmail.com
25	Sabriye ARAS	Aliağa Bld.	Merk.Md.	sabriyearas@gmail.com
26	Sedat SARI	Aliağa Bld.	Bşk.Yrd.	sedatsari@hotmail.com
27	Mustafa YILDIRIM	Aliağa Bld.	Basın Dnş.	musduk@hotmail.com
28	İrfan GÜNGÖR	Aliağa Bld.	Bşk.Yrd.	irfan_gungor@hotmail.com

29	Mustafa KARACA	İzm.Çev.v e Orm. Md.	Şb.Md.	mustafakaraca35@gmail .com
4	3 A.Cumhur 0 DURMAZ	İzm.Çev.v e Orm.Md.	Müd.	cumhur.durmaz@yahoo. com
5	3 Özlem KAYIŞ 1	Aliağa Bld.	Gıda Tkn.	bluenight_BO@hotmail.c om
6	3 Murat GEL 2	Aliağa Bld.	Çev.Tkn.	Muratgel1377@hotmail.c om

## **MEDİASYON TOPLANTI DAVET YAZISI**

29 Ocak 2008

..... Genel müdürlüğüne/müdürlüğüne,

Aliağa ve yakın çevresinde hava kalitesi ile ilgili olarak 2005 yılından bu yana bir TÜBİTAK destekli bilimsel proje kapsamında sürdürdüğümüz kapsamlı bir araştırma projesi geçtiğimiz günlerde tamamlanmıştır. Projenin çıktılarını, ayrıca bu yörede eş zamanlı olarak yapmakta olduğumuz daha başka bilimsel çalışma ve hazırlayıp yayınladığımız bilgileri sizlerle paylaşarak, konunun tarafları olarak yapılması gerekenleri sizlerin bilgi ve önerilerinizle birlikte bir çözüm noktasına doğru götürmek amacındayız.

Bu doğrultuda ilgili tarafların yetkili temsilcilerini (merkezi ve yerel yönetim temsilcileri, sanayi kuruluşları ve proje çalışanları) kişisel bilgilerini ve önerilerini dile getirebilecekleri bir mediasyon sürecinde bir araya getirmeyi amaçlamaktayız. Toplantı ile ilgili daha ayrıntılı ön bilgiler ekteki toplantı açıklama yazısında yer almaktadır.

Kuruluşunuzdan yetkili bir temsilcinin görevlendirilerek toplantıya aktif katılımınızın sağlanmasını diler, iyi dilekelerimizi sunarız.

**Prof.Dr. Aysen MÜEZZİNOĞLU**

Dokuz Eylül Üniversitesi

Çevre Mühendisliği Bölümü

Öğretim Üyesi

**Prof.Dr.Gürdal TUNCEL**

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Çevre Mühendisliği Bölümü

Öğretim Üyesi

# HALKA AÇIK PROJE AÇIKLAMA KONFERANSI DUYURUSU VE GÜNDEMİ

13 Şubat 2008

**Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ)**

**Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ)**

**İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE)**

**Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK)**

**İzmir Büyük Şehir Belediyesi**

**Aliağa Belediyesi**

*katkılarıyla gerçekleştirilmiş olan*

**Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)**

**destekli (Tübitak-104Y276)**

**“İzmir Aliağa Endüstri Bölgesinde Hava Kirliliğine Neden Olan Organik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi Projesi”**

sunum toplantısı

***Proje Başlama Tarihi : Temmuz 2005***

***Proje Bitiş Tarihi: Temmuz 2007***

**Proje Yürütücüsü:**

***Prof. Dr. Gürdal Tuncel (ODTÜ)***



**Araştırcılar:**

***Prof. Dr. Aysen Müezzinoğlu DE,***

***Prof. Dr. Semra Tuncel (ODTÜ),***

***Prof. Dr. Abdurrahman Bayram  
(DE),***

***Doç. Dr. Mustafa Odabaşı (DE),***

***Doç.Dr. Dr. Tolga Elbir (DE)***

***Doç. Dr. Sait Sofuoğlu (ÜYTE),***

***Dr. Remzi Seyfioğlu (DE),***

***Y. Doç. Dr. Beyhan Pekey (ODTÜ),***

***Y. Doç. Dr. Hakan Pekey (ODTÜ),***

***Dr. Abdullah Zararsız(TAEK),***

***Güray Doğan (ODTÜ),***

***Mihriban Yılmaz (ODTÜ)***

## **PROGRAM**

14.00-14.15 **Prof. Dr. Gürdal Tuncel (ODTÜ)(Proje yürütücüsü)**

*Projenin teknik olarak ortaya çıkışı ve gerçekleşmesi, özet sunumu*

14.15-14.30 **Prof. Dr. Abdurrahman Bayram (DEÜ) Çalışmanın yerel özellikleri ve emisyonlar**

14.30-14.45 **Güray Doğan ve Mihriban Yılmaz (ODTÜ)**

*Aktif ve pasif metodlarla yapılan hava kirletici ölçümleri ve sonuçları*

14.45-15.00 **Doç. Dr. Tolga Elbir (DEÜ)**

*Hava kirleticilerin davranış modellemesi*

15.00-15.15 **Doç. Dr. Sait Sofuoğlu (İYTE)**

*Hava kirletici ölçüm sonuçlarının sağlık riskleri bakımından değerlendirilmesi*

15.15-15.30 **Prof.Dr. Aysen Müezzinoğlu (DEÜ)**

*Aliğa Hava Kalitesi Yönetim Planı çalışması*

15.30 - 15.45 **Prof. Dr. Gürdal Tuncel (ODTÜ)**

*Son değerlendirme sunumu*

15.45-16.15 Ara

16.15-17.00 *Proje ile ilgili sorular ve yanıtlar*

17.00-17.15 *İzmir Büyükşehir Belediyesi adına konuşma*

17.15-17.30 *Aliğa Belediyesi adına konuşma*

## BÜTÇE RAPOR

Kurulu Adı : 104Y276 zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkile  
Cari Yıl : 2005

HESAP KODU	GEL R HESAP ADI	TUTAR	HESAP KODU	G DER HESAP ADI	TUTAR	KALAN
800.01.1.6.01	Ödül ve kramiyeler	6.300,00	830.01.1.6.01	Ödül ve kramiyeler	0,00	6.300,00
800.03.2.9.90	Di er Tüketim Mal ve Malzemesi Alımları	96.500,00	830.03.2.9.90	Di er Tüketim Mal ve Malzemesi Alımları	95.693,40	806,60
800.03.3.1.01	Yurtiçi Geçici Görev Yollukları	20.000,00	830.03.3.1.01	Yurtiçi Geçici Görev Yollukları	18.256,97	1.743,03
800.03.5.9.90	Di er Hizmet Alımları	13.000,00	830.03.5.9.90	Di er Hizmet Alımları	10.938,74	2.061,26
800.05.4.1.01	Yurtiçi Burslar ve Harçlıklar	71.000,00	830.05.4.1.01	Yurtiçi Burslar ve Harçlıklar	70.750,00	250,00
800.06.1.2.90	Di er Makine Teçhizat Alımları	25.300,00	830.06.1.2.90	Di er Makine Teçhizat Alımları	24.321,11	978,89
800.07.1.5.90	Di er	39.160,00	830.07.1.5.90	Di er	25.895,40	13.264,60
	TOPLAM	271.260,00		TOPLAM	245.855,62	25.404,38

## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi  
 Cari Yıl : 2005  
 Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005  
 Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

800. BÜTÇE GEL R HESAPLARI				13.000,00	284.260,00
800.01. PERSONEL G DERLER				0,00	6.300,00
800.01.1. MEMURLAR				0,00	6.300,00
800.01.1.6. Ödül ve kramiyeler				0,00	6.300,00
800.01.1.6.01. Ödül ve kramiyeler				0,00	6.300,00
F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
376		2007-2-Ek Ödenek Fi i	Onaylı	0,00	6.300,00
800.03. MAL VE H ZMET ALIM G DERLER				13.000,00	142.500,00
800.03.2. TÜKET ME YÖNEL K MAL VE MALZEME ALIMLARI				13.000,00	109.500,00
800.03.2.9. Di er Tüketim Mal ve Malzemesi Alımları				13.000,00	109.500,00
800.03.2.9.90. Di er Tüketim Mal ve Malzemesi Alımları				13.000,00	109.500,00
F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
2		2.donem Fi i	Onaylı	0,00	66.942,00
95		2005-2-Fasıl Aktarım Fi i	Onaylı	10.000,00	0,00
96		2005-2-Fasıl Aktarım Fi i	Onaylı	3.000,00	0,00
124		2006-1.donem Fi i	Onaylı	0,00	24.823,00
254		2006-2.donem Fi i	Onaylı	0,00	17.735,00
800.03.3. YOLLUKLAR				0,00	20.000,00
800.03.3.1. Yurtiçi Geçici Görev Yollukları				0,00	20.000,00
800.03.3.1.01. Yurtiçi Geçici Görev Yollukları				0,00	20.000,00
F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
2		2.donem Fi i	Onaylı	0,00	7.500,00
124		2006-1.donem Fi i	Onaylı	0,00	7.500,00
254		2006-2.donem Fi i	Onaylı	0,00	2.500,00
337		2007-1.donem Fi i	Onaylı	0,00	2.500,00
800.03.5. H ZMET ALIMLARI				0,00	13.000,00
800.03.5.9. Di er Hizmet Alımları				0,00	13.000,00
800.03.5.9.90. Di er Hizmet Alımları				0,00	13.000,00

## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi  
 Cari Yıl : 2005  
 Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005  
 Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
2		2.donem Fi i	Onaylı	0,00	8.000,00
96		2005-2-Fasıl Aktarım Fi i	Onaylı	0,00	3.000,00
337		2007-1.donem Fi i	Onaylı	0,00	2.000,00
<b>800.05.4. HANE HALKINA YAPILAN TRANSFERLER</b>				<b>0,00</b>	<b>71.000,00</b>
<b>800.05.4.1. Burslar ve Harçlıklar</b>				<b>0,00</b>	<b>71.000,00</b>
<b>800.05.4.1.01. Yurtiçi Burslar ve Harçlıklar</b>				<b>0,00</b>	<b>71.000,00</b>
F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
2		2.donem Fi i	Onaylı	0,00	11.700,00
124		2006-1.donem Fi i	Onaylı	0,00	11.700,00
167		2006-1-Ek Ödenek Fi i	Onaylı	0,00	13.400,00
254		2006-2.donem Fi i	Onaylı	0,00	10.400,00
255		2006-2-Ek Ödenek Fi i	Onaylı	0,00	16.600,00
337		2007-1.donem Fi i	Onaylı	0,00	7.200,00
<b>800.06. SERMAYE G DERLER</b>				<b>0,00</b>	<b>25.300,00</b>
<b>800.06.1. MAMUL MAL ALIMLARI</b>				<b>0,00</b>	<b>25.300,00</b>
<b>800.06.1.2. Büro ve yeri Makine Teçhizat Alımları</b>				<b>0,00</b>	<b>25.300,00</b>
<b>800.06.1.2.90. Di er Makine Teçhizat Alımları</b>				<b>0,00</b>	<b>25.300,00</b>
F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
2		2.donem Fi i	Onaylı	0,00	15.300,00
95		2005-2-Fasıl Aktarım Fi i	Onaylı	0,00	10.000,00
<b>800.07. SERMAYE TRANSFERLER</b>				<b>0,00</b>	<b>39.160,00</b>
<b>800.07.1. YURT Ç SERMAYE TRANSFERLER</b>				<b>0,00</b>	<b>39.160,00</b>
<b>800.07.1.5. Di er Sermaye Transferleri</b>				<b>0,00</b>	<b>39.160,00</b>
<b>800.07.1.5.90. Di er</b>				<b>0,00</b>	<b>39.160,00</b>
F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
124		2006-1.donem Fi i	Onaylı	0,00	21.888,00
254		2006-2.donem Fi i	Onaylı	0,00	8.805,00
337		2007-1.donem Fi i	Onaylı	0,00	6.127,00

## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi

Cari Yıl : 2005

Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005

Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

338		2007-2.donem Fi i	Onaylı	0,00	2.340,00
-----	--	-------------------	--------	------	----------

<b>830. BÜTÇE G DER HESAPLARI</b>				<b>245.855,62</b>	<b>0,00</b>
-----------------------------------	--	--	--	-------------------	-------------

<b>830.03. MAL VE H ZMET ALIM G DERLER</b>				<b>124.889,11</b>	<b>0,00</b>
--	--	--	--	-------------------	-------------

<b>830.03.2. TÜKET ME YÖNEL K MAL VE MALZEME ALIMLARI</b>				<b>95.693,40</b>	<b>0,00</b>
---	--	--	--	------------------	-------------

<b>830.03.2.9. Di er Tüketim Mal ve Malzemesi Alımları</b>				<b>95.693,40</b>	<b>0,00</b>
--	--	--	--	------------------	-------------

<b>830.03.2.9.90. Di er Tüketim Mal ve Malzemesi Alımları</b>				<b>95.693,40</b>	<b>0,00</b>
---	--	--	--	------------------	-------------

F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
7		OL SER T C.LTD. T .	Onaylı	224,20	0,00
31		.ANAL T K C HAZLAR PAZ. VE SAN. A. .F LTRE ALIMI	Onaylı	3.186,00	0,00
32		.TETRA TEK. S S. LTD. T . ICP/MS GÜNLÜK STANDART ALIMI	Onaylı	1.911,60	0,00
34		REFERANS K MYA LTD. T .	Onaylı	625,40	0,00
35		ERGÜL MAK NA LTD. T .	Onaylı	1.246,08	0,00
36		TETRA END.VE TEKN K S ST.A. .	Onaylı	5.817,64	0,00
50		GÜRDAL TUNCEL AVANS MAHSUP	Onaylı	5.669,50	0,00
51		BOS M TAN LTD. T .GAZ ALIMI	Onaylı	2.535,04	0,00
77		SARTO ELEK.LTD. T .-ADAPTÖR ALIMI	Onaylı	133,34	0,00
78		SEM LAB.A. .-H DROKARBON TUTUCU ALIMI	Onaylı	6.826,30	0,00
79		NTERLAB LAB.ÜRÜ.A. .-1 KAL.SORBENT ALIMI	Onaylı	1.109,20	0,00
93		KAPLAN ULUS ARA.ELEKT.LTD. T .	Onaylı	5.286,40	0,00
94		SEM LAB. A. .	Onaylı	272,34	0,00
126		AVANS MAHSUP	Onaylı	4.901,30	0,00
128		RAM-MEHMET EMRE ACARLAR KAL BROSYON GAZI ALIMI	Onaylı	236,00	0,00
134		SEM LAB.LTD. T .	Onaylı	389,40	0,00
137		M TAN END.MED.T C.LTD. T .	Onaylı	531,32	0,00
139		DO A TH.LTD. T .	Onaylı	1.003,00	0,00
143		TETRA T C.A. .	Onaylı	3.655,64	0,00
154		KAL BRASYON GAZI ALIMI	Onaylı	2.796,60	0,00
155		AHMET BALMUMCU VE ORT.LTD. T .	Onaylı	178,44	0,00
156		F LTRE TUTUCU VE MEMBRAN F L TRE ALIMI	Onaylı	699,15	0,00
159		LAB.MALZ.ALIMI	Onaylı	1.618,37	0,00

## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi  
 Cari Yıl : 2005  
 Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005  
 Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

166		TETRA ENDS.VE TEKN K S S.DI T C.A. .	Onaylı	8.018,10	0,00
177		GÜRDAL TUNCEL AVANS MAHSUP	Onaylı	13.610,12	0,00
241		YURTDI I A IM MAHSUBU-1400	Onaysız	737,51	0,00
298		SARF ALIMI	Onaylı	676,14	0,00
299		M KRODALGA D GEST ON S STEM Ç N SARF ALIMI	Onaylı	6.301,20	0,00
300		SARF ALIMI	Onaylı	133,69	0,00
315		SARTONET F RMASINDAN SELÜLOZ ASETAT MEMBRAN F LTRE ALIMI	Onaylı	250,40	0,00
318		KAPLAN F RMASINDAN WHATMAN 41F LTRE ALIMI	Onaylı	2.213,68	0,00
330		SARTONET F RMASINDAN SELÜLOZ ASETAT MEMBRAN F LTRE ALIMI	Onaylı	250,40	0,00
335		BOSS F RMASINDAN GAZ ALIMI	Onaylı	2.701,37	0,00
360		GÜRDAL TUNCEL AVANS MAHSUBU(2.000YTL)	Onaylı	2.000,00	0,00
302		AVANS MAHSUBU(6.208,91)	Onaylı	3.629,07	0,00
362		NTERLAB F RMASINDAN SARF ADSORBENT MALZEME ALIMI	Onaysız	578,20	0,00
363		BIOSTAR F RMASINDAN SARF K MYASAL MALZ.ALIMI	Onaylı	560,50	0,00
331		GÜRDAL TUNCEL KRED MAHSUP	Onaylı	3.180,76	0,00

<b>830.03.3. YOLLUKLAR</b>				<b>18.256,97</b>	<b>0,00</b>
<b>830.03.3.1. Yurtiçi Geçici Görev Yollukları</b>				<b>18.256,97</b>	<b>0,00</b>
<b>830.03.3.1.01. Yurtiçi Geçici Görev Yollukları</b>				<b>18.256,97</b>	<b>0,00</b>

F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
5		M HR BAN C VAN 05-26 EYLÜL 2005 TAR HLER ARASI BURSA ARAZ ÇALI MASI	Onaylı	543,00	0,00
8		PROF.DR.GÜRDAL TINCEL 05-11 EYLÜL TAR HLER ARASI BURSA SEYAHAT	Onaylı	729,50	0,00
9		GÜR AY DO AN 05-10 EYLÜL TAR HLER ARASI BURSA SEYAHAT	Onaylı	150,00	0,00
10		DER YA DEN Z GENÇ 06-16 EYLÜL TAR HLER ARASI BURSA SEYAHAT	Onaylı	250,00	0,00
15		M HR BAN C VAN 04-07 EK M TAR HLER ARASI BURSA SEYAHAT	Onaylı	199,00	0,00
16		ÖZNUR O UZ KUNTASAL 06-10 EYLÜL TAR HLER ARASI BURSA SEYAHAT	Onaylı	173,00	0,00
30		BEYHAN PEKEY 18-23 EK M TAR HLER ARASI BURSA SEYAHAT	Onaylı	203,00	0,00
33		M HR BAN C VAN 18-22 EK M TAR HLER ARASI BURSA SEYAHAT	Onaylı	207,00	0,00
46		GÜR AY DO AN 14-20 KASIM BURSA- ZM R-AL A A SEYEHAT	Onaylı	224,00	0,00
47		M HR BAN C VAN 14-20 KASIM BURSA- ZM R-AL A A SEYEHAT	Onaylı	250,00	0,00
48		GÜRDAL TUNCEL 14-20 KASIM BURSA- ZM R-AL A A SEYEHAT	Onaylı	185,00	0,00
49		M HR BAN C VAN 27-08EK M BURSA SEYEHAT	Onaylı	219,00	0,00



## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi  
 Cari Yıl : 2005  
 Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005  
 Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

55	HAKAN PEKEY SEYAHAT ANKARA-BURSA- ZM R(14.11.2005 11:00 VE 20.11.2005 10:00)	Onaylı	1.191,00	0,00
61	ÖZNUR O UZ KUNTASAL 14-20 KASIM BURSA- ZM R-AL A A SEYAHAT	Onaylı	252,00	0,00
62	U UR OLGUN OFÖR HARCIRAH ÖDEMES	Onaylı	85,00	0,00
80	M HR BAN C VAN 12-16 ARALIK ZM R AL A A SEYAHAT	Onaylı	214,00	0,00
87	ÖZNUR O UZ KUNTASAL SEYAHAT	Onaylı	250,00	0,00
110	ÖZNUR O UZ KUNTASAL SEYAHAT	Onaylı	166,00	0,00
111	M HR BAN C VAN SEYAHAT	Onaylı	324,00	0,00
129	ÖZGÜN AND Ç SEYEHAT	Onaylı	254,00	0,00
130	DO AN CANATAN SEYEHAT	Onaylı	75,00	0,00
131	ÖZNUR O UZ KUNTASAL SEYEHAT	Onaylı	85,00	0,00
132	AY E BOZLAKER SEYEHAT	Onaylı	254,00	0,00
133	ÖZNUR O UZ KUNTASAL SEYEHAT	Onaylı	313,00	0,00
160	GÜRDAL TUNCEL SEYEHAT	Onaylı	517,00	0,00
161	M HR BAN C VAN SEYEHAT	Onaylı	75,00	0,00
162	M HR BAN C VAN SEYEHAT	Onaylı	161,00	0,00
177	GÜRDAL TUNCEL AVANS MAHSUP	Onaylı	697,16	0,00
182	AY E BOZLAKER SEYAHAT	Onaylı	195,00	0,00
194	KAD R KALEL SEYAHAT	Onaylı	184,00	0,00
195	GÜRAY DO AN SEYAHAT	Onaylı	799,43	0,00
196	GÖKÇE Y C L SEYAHAT	Onaylı	200,00	0,00
209	GÜRDAL TUNCEL SEYEHAT	Onaylı	280,00	0,00
210	M HR BAN C VAN SEYAHAT	Onaylı	290,00	0,00
211	KAD R KALEL SEYAHAT	Onaylı	436,00	0,00
212	VOLKAN AFACAN SEYAHAT	Onaylı	447,00	0,00
213	EL F BAYINDIR SEYAHAT	Onaylı	422,00	0,00
214	GÜRAY DO AN SEYAHAT	Onaylı	164,00	0,00
215	M HR BAN C VAN SEYAHAT	Onaylı	192,00	0,00
218	M HR BAN C VAN SEYAHAT	Onaylı	265,00	0,00
219	AY E BOZLAKER SEYAHAT	Onaylı	165,00	0,00
220	MEHTAP EVC SEYAHAT	Onaylı	168,00	0,00
222	OTO K RALAMA	Onaylı	788,80	0,00

## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi  
 Cari Yıl : 2005  
 Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005  
 Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

277	M HR BAN C VAN YOLLUK	Onaylı	220,00	0,00
278	GÜRDAL TUNCEL YOLLUK	Onaylı	50,00	0,00
279	M HR BAN C VAN YOLLUK	Onaylı	284,00	0,00
280	MEHTAP EVC YOLLUK	Onaylı	355,00	0,00
281	AY E BOZLAKER YOLLUK	Onaylı	355,00	0,00
282	EL F BAYINDIR YOLLUK	Onaylı	345,00	0,00
283	VOLKAN AFACAN YOLLUK	Onaylı	355,00	0,00
284	BA AK MUNZUR YOLLUK	Onaylı	286,50	0,00
285	MEHTAP EVC YOLLUK	Onaylı	190,50	0,00
286	AY E BOZLAKER YOLLUK	Onaylı	191,00	0,00
309	GÜRDAL TUNCELE SEYAHAT ÖDEMES ( ZM R-AL A A)	Onaylı	100,00	0,00
357	GÜRDAL TUNCEL ZM R SEYAHAT	Onaylı	239,00	0,00
361	GÜRDAL TUNCEL ZM R SEYAHAT	Onaylı	673,00	0,00
302	AVANS MAHSUBU(6.208,91)	Onaylı	1.371,08	0,00

**830.03.5. H ZMET ALIMLARI** **10.938,74** **0,00**

**830.03.5.9. Di er Hizmet Alımları** **10.938,74** **0,00**

**830.03.5.9.90. Di er Hizmet Alımları** **10.938,74** **0,00**

F NO	YEVMIYE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
13		7 GÜN OTO K RALAMA	Onaylı	512,12	0,00
50		GÜRDAL TUNCEL AVANS MAHSUP	Onaylı	4.021,22	0,00
53		ODTÜ YALINCAK S G.LTD. T .	Onaylı	2.609,50	0,00
102		PREFABR K YAPI N AAT LTD. T .	Onaylı	413,00	0,00
103		SARTO ELEK.SAN.LTD. T .	Onaylı	542,09	0,00
104		BUMERANG LTD. T .	Onaylı	438,96	0,00
105		BUMERANG LTD. T .	Onaylı	649,00	0,00
107		RAM ÖLÇÜ VE KONTR.S S.	Onaylı	554,60	0,00
126		AVANS MAHSUP	Onaylı	280,80	0,00
177		GÜRDAL TUNCEL AVANS MAHSUP	Onaylı	519,20	0,00
302		AVANS MAHSUBU(6.208,91)	Onaylı	398,25	0,00

**830.05.4. HANE HALKINA YAPILAN TRANSFERLER** **70.750,00** **0,00**

## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi  
 Cari Yıl : 2005  
 Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005  
 Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

**830.05.4.1. Burslar ve Harçlıklar** **70.750,00** **0,00**

**830.05.4.1.01. Yurtiçi Burslar ve Harçlıklar** **70.750,00** **0,00**

F NO	YEVMIYE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
11		GÜRAY DO AN EYLÜL AYI BURSUSU	Onaylı	1.200,00	0,00
12		DERYA DEN Z GENÇ EYLÜL AYI BURSUSU	Onaylı	1.200,00	0,00
26		DERYA DEN Z GENÇ EK M AYI BURSUSU	Onaylı	400,00	0,00
27		GÜRAY DO AN EK M BURSUSU	Onaylı	400,00	0,00
63		GÜRAY DO AN KASIM AYI BURSUSU	Onaylı	400,00	0,00
64		DERYA DEN Z GENÇ KASIM AYI BURSUSU	Onaylı	400,00	0,00
86		DERYA DEN Z GENÇ ARALIK OCAK	Onaylı	800,00	0,00
88		GÜRAY DO AN ARALIK-OCAK 2006	Onaylı	800,00	0,00
99		GÜRAY DO AN UBAT 2006	Onaylı	400,00	0,00
100		DERYA DEN Z GENÇ UBAT 2006	Onaylı	400,00	0,00
118		DERYA DEN Z GENÇ MART 2006	Onaylı	400,00	0,00
119		GÜRAY DO AN MART 2006	Onaylı	400,00	0,00
140		DERYA DEN Z GENÇ N SAN	Onaylı	400,00	0,00
141		GÜRAY DO AN N SAN	Onaylı	400,00	0,00
148		ÖZGÜN AND Ç MAYIS 2006	Onaylı	1.250,00	0,00
149		AY E BOZLAKER MAYIS 2006	Onaylı	1.500,00	0,00
150		MEHTAP EVC MAYIS 2006	Onaylı	1.250,00	0,00
191		ÖZGÜN AND Ç HAZİRAN-TEMMUZ	Onaylı	2.500,00	0,00
192		AY E BOZLAKER HAZİRAN-TEMMUZ	Onaylı	3.000,00	0,00
193		MEHTAP EVC HAZİRAN-TEMMUZ	Onaylı	2.500,00	0,00
203		AY E BOZLAKER AĞUSTOS	Onaylı	1.500,00	0,00
204		MEHTAP EVC AĞUSTOS	Onaylı	1.250,00	0,00
205		ÇİDEM KILINÇ AĞUSTOS	Onaylı	1.250,00	0,00
223		MEHTAP EVC (EYLÜL AYI BURS ÖDEMESİ)	Onaylı	1.250,00	0,00
224		ÇİDEM KILINÇ (EYLÜL AYI BURS ÖDEMESİ)	Onaylı	1.250,00	0,00
225		AY E BOZLAKER (EYLÜL AYI BURS ÖDEMESİ)	Onaylı	1.500,00	0,00
229		AY E BOZLAKER EKİM	Onaylı	1.500,00	0,00
230		MEHTAP EVC EKİM	Onaylı	1.250,00	0,00

## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi  
 Cari Yıl : 2005  
 Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005  
 Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

231	Ç DEM KILINÇ EK M	Onaylı	1.250,00	0,00
238	Ç DEM KILINÇ KASIM	Onaylı	1.250,00	0,00
239	AY E BOZLAKER KASIM	Onaylı	1.500,00	0,00
240	MEHTAP EVC KASIM	Onaylı	1.250,00	0,00
258	Ç DEM KILINÇ ARALIK	Onaylı	1.250,00	0,00
259	AY E BOZLAKER ARALIK	Onaylı	1.500,00	0,00
260	MEHTAP EVC ARALIK	Onaylı	1.250,00	0,00
265	MEHTAP EVC KASIM-OCAK 2007	Onaylı	2.500,00	0,00
266	Ç DEM KILIÇ KASIM OCAK	Onaylı	2.500,00	0,00
267	AY E BOZLAKER KASIM OCAK	Onaylı	3.000,00	0,00
274	MEHTAP EVC UBAT	Onaylı	1.250,00	0,00
275	Ç DEM KILINÇ UBAT	Onaylı	1.250,00	0,00
276	AY E BOZLAKER UBAT	Onaylı	1.500,00	0,00
303	AY E BOZLAKER MART	Onaylı	1.500,00	0,00
304	Ç DEM KILINÇ MART	Onaylı	1.250,00	0,00
305	MEHTAP EVC MART	Onaylı	1.250,00	0,00
319	Ç DEM KILINÇ(T.C.345 165 908 78)	Onaylı	1.250,00	0,00
320	AY E BOZLAKER(T.C.253 101 144 90)	Onaylı	1.500,00	0,00
321	MEHTAP EVC (T.C.282 442 943 20)	Onaylı	1.250,00	0,00
328	Ç DEM KILINÇ MAYIS AYI BURS ÖDEMES	Onaylı	1.250,00	0,00
329	AY E BOZLAKER MAYIS AYI BURS ÖDEMES	Onaylı	1.500,00	0,00
342	MEHTAP EVC TEMMUZ AYI BURS ÖDEMES (282 442 943 20)	Onaylı	1.250,00	0,00
343	AY E BOZLAKER TEMMUZ AYI BURS ÖDEMES (253 101 144 90)	Onaylı	1.500,00	0,00
344	Ç DEM KILINÇ TEMMUZ AYI BURS ÖDEMES (345 165 908 78)	Onaylı	1.250,00	0,00
348	MEHTAP EVC HAZ RAN AYI BURS ÖDEMES	Onaylı	1.250,00	0,00
349	Ç DEM KILINÇ HAZ RAN AYI BURS ÖDEMES	Onaylı	1.250,00	0,00
350	AY E BOZLAKER HAZ RAN AYI BURS ÖDEMES	Onaylı	1.500,00	0,00

<b>830.06. SERMAYE G DERLER</b>	<b>24.321,11</b>	<b>0,00</b>
<b>830.06.1. MAMUL MAL ALIMLARI</b>	<b>24.321,11</b>	<b>0,00</b>
<b>830.06.1.2. Büro ve yeri Makine Teçhizat Alımları</b>	<b>24.321,11</b>	<b>0,00</b>
<b>830.06.1.2.90. Di er Makine Teçhizat Alımları</b>	<b>24.321,11</b>	<b>0,00</b>

## YARDIMCI DEFTER

Kurulu Adı : zmir Alia a Endüstri Bölgesinde Hava Kirlili ine Neden Olan Organik ve norganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sa lık Etkilerinin Belirlenmesi  
 Cari Yıl : 2005  
 Ba langıç Hesap Kodu : 800 Ba langıç Tarihi : 01.01.2005  
 Biti Hesap Kodu : 9 Biti Tarihi : 23.06.2008

F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
6		HEDEF T C.LTD. T .	Onaylı	4.369,07	0,00
36		TETRA END.VE TEKN K S ST.A. .	Onaylı	5.347,76	0,00
50		GÜRDAL TUNCEL AVANS MAHSUP	Onaylı	828,99	0,00
101		ELITE ELEK.A. .	Onaylı	2.991,30	0,00
102		PREFABR K YAPI N AAT LTD. T .	Onaylı	2.950,00	0,00
106		ENEL ENERJ ELEKT.SAN.VE T C.A. .	Onaylı	5.057,48	0,00
127		SEM FLOWMETRE ALIMI	Onaylı	2.006,00	0,00
302		AVANS MAHSUBU(6.208,91)	Onaylı	770,51	0,00

**830.07. SERMAYE TRANSFERLER** **25.895,40** **0,00**

**830.07.1. YURT Ç SERMAYE TRANSFERLER** **25.895,40** **0,00**

**830.07.1.5. Di er Sermaye Transferleri** **25.895,40** **0,00**

**830.07.1.5.90. Di er** **25.895,40** **0,00**

F NO	YEV M YE NO	F AÇIKLAMA	DURUM	BORÇ	ALACAK
368		AZOTD OKS T KÜKÜRTD OKS T VE OZON ÖRNEKLEMELER Ç N KULLANILACAK D FÜZYON TÜPLER	Onaysız	3.952,82	0,00
369		NORGAN K PAS T ÖRNEKLEME TÜPLER	Onaysız	5.688,93	0,00
370		NORGAN K PAS F ÖRNEKLEME TÜPLER	Onaysız	3.724,40	0,00
371		NORGAN K PAS F ÖRNEKLEME TÜPLER	Onaysız	3.887,50	0,00
372		XRF C HAZININ KAL BRASYONUNDA KULLANILAN STANDART F LTRE ALIMI	Onaysız	1.596,19	0,00
373		STANDART F LTRE ALIMI	Onaysız	914,13	0,00
374		NORGAN K PAS F ÖRNEKLEME TÜPLER	Onaysız	2.731,43	0,00
375		NORGAN K PAS FLEME TÜPLER	Onaysız	3.400,00	0,00

**TÜBİTAK**  
**PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

**Proje No:**104Y276

**Proje Başlığı:** İZMİR ALIAĞA ENDÜSTRİ BÖLGESİNDE HAVA KİRLİLİĞİNE NEDEN OLAN ORGANİK VE İNORGANİK KİRLETİCİLERİN DÜZEYLERİNİN, KAYNAKLARININ VE SAĞLIK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

**Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:**

Prof.Dr.Gürdal Tuncel

Prof. Dr. Aysen Müezzinoğlu

Prof. Dr. Semra Tuncel

Prof. Dr. Abdurrahman Bayram

Doç.Dr. Mustafa Odabaşı

Doç.Dr. Sait Sofuoğlu

Doç.Dr.Tolga Elbir

Y. Doç. Dr. Beyhan Pekey

Y. Doç. Dr. Hakan Pekey

Dr. Remzi Seyfioğlu

Dr. Abdullah Zararsız

Yetkin Dumanoglu

Rıdvan Kırmaz

Shahin Abdulkarim

Güray Doğan

Mihriban Yılmaz

**Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:**

Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Mühendislik Fakültesi Dekanlığı, 06531, Ankara

**Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:**

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dekanlığı, Ege Üniversitesi Kampusu, 35100, Bornova, İzmir

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gülbahçe, Urla, 35437, İzmir

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara Nükleer Araştırma Merkezi, 06100, Beşevler, Ankara

Aliağa Belediyesi, Aliağa Belediye Başkanlığı, Aliağa, İzmir

**Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: Temmuz 2005-Temmuz 2007**

**Öz (en çok 70 kelime)**

Bu alışmada Aliağa bölgesi atmosferinde bulunan eser elementler ve uçucu organik bileşikler 2005 yaz mevsiminde 3 ay ve takip eden kiş mevsiminde 3 ay süre ile incelenmiş ve böylece bölgede bulunan kirletici kaynakları, gösterdikleri değişimler ve dağılımlar ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen verilerden hareketle örnekleme yapılan 50 noktada kirleticilerin neden olduğu sağlık riskleri hesaplanmış ve bütün sonuçların entegrasyonu ile Aliağa bölgesinde hava kalitesinin geliştirilebilmesi için yapılması gerekenleri içeren bir hava kalitesi yönetim planı oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Uçucu organik bileşikler, metaller, hava kirliliği, sağlık etkileri, yönetim planı

**Projeden Yapılan Yayınlar:**