

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE GENELİNDE KÜKÜRT DİOKSİT VE
PARTİKÜLER MADDE KİRLİLİK DAĞILIMLARININ
ANALİZİ**

Çevre Mühendisi Faruk Özdemir

FBE Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Arslan SARAL

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖNSÖZ	xiv
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Atmosferdeki Başlıca Kirlilik Unsurları	3
1.1.1 Kükürt Dioksit (SO ₂)	3
1.1.2 Partiküler Madde (PM)	3
1.1.3 Azot Oksitler (NO _x)	4
1.1.4 Karbon Monoksit (CO)	4
1.1.5 Kurşun (Pb)	5
1.1.6 Ozon (Troposferik - O ₃)	5
1.1.7 Diğer Başlıca Hava Kirleticileri	5
1.2 Kirletici Kaynakları	6
1.2.1 Alansal Kaynaklar	6
1.2.2 Çizgisel Kaynaklar	6
1.2.3 Noktasal Kaynaklar	6
1.3 Kirleticilerin İnsan Yaşamına Etkileri	8
1.4 Meteorolojik Veriler ve Bu verilerin Atmosferdeki Kirleticilerle Genel İlişkileri	11
1.4.1 Meteorolojik Verilerin Tanımları	11
1.4.1.1 Sıcaklık	11
1.4.1.2 Basınç	11
1.4.1.3 Rüzgar	11
1.4.1.4 Yağış	12
1.4.2 Meteorolojik Veriler ve Atmosferdeki Kirlilik Arasındaki ilişkiler	12
1.4.2.1 Dikey hareketler	12
1.4.2.2 Yatay Yöndeki Hareketler (Rüzgarlar)	14
1.5 Hava Kalitesi İndeksi	14
1.5.1 Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) Nedir?	14
1.5.2 HKİ Nasıl Kullanılır?	14
1.5.3 HKİ Değerlerinin Anlamı	14
1.5.4 HKİ Renkleri	16
1.5.5 HKİ Değerleri Nasıl hesaplanır?	17
1.5.6 HKİ Değerleri halka ne zaman ve nasıl rapor edilir?	17
1.5.7 Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) Kükürt dioksit (SO ₂)	17
1.5.7.1 Kükürt dioksit (SO ₂) Nedir?	18
1.5.7.2 Sağlık etkileri ve en riskli gruplar	18

1.5.8	Hava Kalitesi İndeksi (HKİ): Partiküler Madde (PM ₁₀).....	18
1.5.8.1	Partiküler Madde Nedir?	19
1.5.8.2	Sağlık etkileri ve en riskli gruplar	19
1.6	Sosyo-Ekonomik Yapı Kirlilik İlişkisi	20
1.6.1	Sosyo-Ekonomik Yapı, Göstergeleri ve Bileşenleri	20
1.6.1.1	Sosyo-Ekonomik Yapı.....	20
1.6.1.2	Sosyo-Ekonomik Yapının Temel Göstergeleri.....	21
1.6.1.3	Sosyo-Ekonomik Yapının Temel Bileşenleri	25
2.	MATERYAL VE METODLAR	26
2.1	Çalışmanın Kapsamı ve Yapısı.....	26
2.1.1	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları ve Kurulum Süreci	26
2.1.2	Mevcut Hava Kalitesi İzleme Ağı	26
2.1.3	Veri İletişimi.....	28
2.2	Çalışma Bölgesi, Oluşturulan Veri Tabanı ve Analiz Yöntemleri	30
2.2.1	Çalışma Bölgesi ve Veri Tabanı	30
2.2.1.1	Veri Tabanı	30
2.2.1.2	Hava kirliliği verileri ve Veri Kalitesi Ön İncelemesi.....	30
2.2.1.3	Meteoroloji Verileri	31
2.2.2	Analizler ve Analiz Yöntemleri.....	31
2.2.2.1	Veri Kalitesi Ön İncelemesi	31
2.2.2.2	Verilerin Zamana Bağlı Değişiminin Analizi ve Kirlilik Trend Grafikleri.....	32
2.2.2.3	Türkiye Geneline Kirlilik Verilerinin Mekansal Dağılımlarının Gösterimi.....	33
3.	SONUÇ.....	35
3.1	Zamansal Kirlilik Değişim Grafikleri.....	35
3.1.1	Adıyaman.....	35
3.1.2	Afyon	36
3.1.3	Ağrı.....	37
3.1.4	Ankara	38
3.1.5	Batman	40
3.1.6	Çanakkale	42
3.1.7	Çankırı	44
3.1.8	Çorum	45
3.1.9	Denizli	47
3.1.10	Diyarbakır	49
3.1.11	Edirne.....	51
3.1.12	Elazığ	53
3.1.13	Erzurum	55
3.1.14	Gaziantep	57
3.1.15	Gümüşhane	59
3.1.16	İstanbul	60
3.1.17	K.Maraş	63
3.1.18	Karabük	64
3.1.19	Kırşehir	65
3.1.20	Konya.....	66
3.1.21	Kütahya.....	68
3.1.22	Malatya	70
3.1.23	Manisa	71
3.1.24	Samsun.....	74

3.1.25	Sivas.....	75
3.1.26	Tekirdağ.....	77
3.1.27	Uşak.....	79
3.1.28	Van.....	81
3.1.29	Yatağan (Muğla).....	83
3.1.30	Yozgat.....	84
3.1.31	Zonguldak.....	86
3.2	Türkiye Geneli Kirlilik Haritaları.....	88
3.2.1	SO ₂ Haritaları	88
3.2.2	PM Haritaları	98
3.3	Bulgular	107
3.4	Yorumlar ve Öneriler.....	122
KAYNAKLAR.....		125
ÖZGEÇMİŞ.....		130

SİMGE LİSTESİ

CO	Karbon Monoksit
HC	Hidrokarbonlar
NO ₂	Azot dioksit
NO _x	Azot oksit bileşikleri
PM ₁₀	Partiküler Madde
SO ₂	Kükürt Dioksit
SO _x	Kükürt oksit bileşikleri

KISALTMA LİSTESİ

AQI	Air Quality Index
ÇOB	Çevre ve Orman Bakanlığı
HKİ	Hava Kalitesi İndeksi
UNCED	Birleşmiş Milletler Kalkınma Konferansı
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı
USEPA	Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı
EEA	European Environment Agency

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1-1	Kuzey yarım kürede bir siklonda yakınsayan rüzgarların düşük irtifa saat yönü tersindeki spiralleri. Havanın düşey doğrultudaki hareketi sağdaki şekilde gösterilmiştir. 13
Şekil 1-2	Kuzey yarım kürede bir antisiklondan uzaksayan rüzgarların saat yönündeki spiralleri. Havanın düşey doğrultudaki çökelme hareketi sağdaki şekilde gösterilmiştir. 13
Şekil 1-3	Her bir kategori, farklı sağlık seviyesine karşılık gelir. Örneğin, bir kirletici için HKİ 51-100 aralığında olduğunda sağlık seviyesi “Orta” ile ifade edilir (www.cevreorman.gov.tr). 15
Şekil 1-4	HKİ'nin renklerinin anlamları (www.cevreorman.gov.tr). 16
Şekil 1-5	Kükürt Dioksit için hava kalitesi indeksi (www.cevreorman.gov.tr). 17
Şekil 1-6	PM için havakalitesi indeksi 18
Şekil 2-1	Hava Kalitesi ölçüm mekanizması..... 27
Şekil 2-2	Hava kalitesi ölçüm istasyonlarından görünüm 28
Şekil 2-3	Hava kalitesi ölçüm istasyonlarından görünüm 28
Şekil 2-4	Partikül Madde (PM10) Otomatik Analizörü ve Kükürt Dioksit (SO2) Otomatik Analizörü 29
Şekil 2-5	Kükürt Dioksit (SO2) Otomatik Analizörü, Partikül Madde (PM10) Otomatik Analizörü, Gravimetrik PM10 Ölçüm Cihazı, SO2 Kalibrasyon Gaz Tüpü 29
Şekil 2-6	Türkiye de çalışma için kullanılan verilerin ait olduğu iller..... 30
Şekil 3-1	Adıyaman iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 35
Şekil 3-2	Afyon iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 36
Şekil 3-3	Ağrı iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 38
Şekil 3-4	Ankara iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 39
Şekil 3-5	Batman iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 41
Şekil 3-6	Çanakkale iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 43

Şekil 3-7	Çankırı iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	45
Şekil 3-8	Çorum iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46
Şekil 3-9	Denizli iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48
Şekil 3-10	Diyarbakır iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50
Şekil 3-11	Edirne iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	52
Şekil 3-12	Elazığ iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	54
Şekil 3-13	Erzurum iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56
Şekil 3-14	Gaziantep iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	57
Şekil 3-15	Gümüşhane iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	59
Şekil 3-16	İstanbul iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	61
Şekil 3-17	K.Maraş iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63
Şekil 3-18	Karabük iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	64
Şekil 3-19	Kırşehir iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	65
Şekil 3-20	Konya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	67
Şekil 3-21	Kütahya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	69
Şekil 3-22	Malatya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70
Şekil 3-23	Manisa iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	72

Şekil 3-24	Samsun iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	74
Şekil 3-25	Sivas iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	76
Şekil 3-26	Tekirdağ iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	78
Şekil 3-27	Uşak iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	79
Şekil 3-28	Van iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	82
Şekil 3-29	Yatağan'a ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	84
Şekil 3-30	Yozgat iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	85
Şekil 3-31	Zonguldak iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	87
Şekil 3-322	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mayıs 2005	89
Şekil 3-33	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Haziran 2005	90
Şekil 3-34	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Temmuz 2005	90
Şekil 3-35	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ağustos 2005	91
Şekil 3-36	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Eylül 2005	91
Şekil 3-37	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ekim 2005	92
Şekil 3-38	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Kasım 2005	92
Şekil 3-39	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Aralık 2005	93
Şekil 3-40	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ocak 2006	93

Şekil 3-41	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Şubat 2006.....	94
Şekil 3-42	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mart 2006	94
Şekil 3-43	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Nisan 2006.....	95
Şekil 3-44	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mayıs 2006.....	95
Şekil 3-45	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Haziran 2006	96
Şekil 3-46	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Temmuz 2006.....	96
Şekil 3-47	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ağustos 2006.....	97
Şekil 3-48	Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Eylül 2006	97
Şekil 3-49	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Nisan 2005	98
Şekil 3-50	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mayıs 2005.....	99
Şekil 3-51	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Haz. 2005.....	99
Şekil 3-52	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Temmuz 2005	100
Şekil 3-53	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ağu. 2005.....	100
Şekil 3-54	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Eylül 2005.....	101
Şekil 3-55	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ekim 2005.....	101
Şekil 3-56	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Kasım 2005	102
Şekil 3-57	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Aralık 2005	102

Şekil 3-58	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ocak 2006.....	103
Şekil 3-59	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Şubat 2006	103
Şekil 3-60	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mart 2006.....	104
Şekil 3-61	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Nisan 2006	104
Şekil 3-62	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mayıs 2006.....	105
Şekil 3-63	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Haz. 2006.....	105
Şekil 3-64	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Temmuz 2006	106
Şekil 3-65	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ağu. 2006.....	106
Şekil 3-66	Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Eylül 2006.....	107

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1-1 İstanbul'da 1990'daki kirletici emisyonlarının dağılımı (Borat ve diğerleri, 1990)	7
Çizelge 1-2 Amerika'da 1987 yılı için kirletici emisyonları EPA (1989).....	8
Çizelge 1-3 Sosyo-Ekonomik Göstergeler	24
Çizelge 3-1 Ankara iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	40
Çizelge 3-2 Batman iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	42
Çizelge 3-3 Çanakkale iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	44
Çizelge 3-4 Çorum iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	47
Çizelge 3-5 Denizli iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	49
Çizelge 3-6 Diyarbakır iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	51
Çizelge 3-7 Edirne iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	53
Çizelge 3-8 Elazığ iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	55
Çizelge 3-9 Erzurum iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	57
Çizelge 3-10 Gaziantep iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	58
Çizelge 3-11 Gümüşhane iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	60
Çizelge 3-12 İstanbul iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	62
Çizelge 3-13 Kırşehir iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	66
Çizelge 3-14 Konya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi	68

Çizelge 3-15	Malatya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi.....	71
Çizelge 3-16	Manisa iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi.....	73
Çizelge 3-17	Samsun iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi.....	75
Çizelge 3-18	Sivas iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi.....	77
Çizelge 3-19	Tekirdağ iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	78
Çizelge 3-20	Uşak iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi.....	81
Çizelge 3-21	Van iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi.....	83
Çizelge 3-22	Yozgat iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi.....	86
Çizelge 3-23	Zonguldak iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi.....	87
Çizelge 3-24	2005-2006 Kış Dönemi (Ekim-Mart) Ortalama Kirlilik konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	110
Çizelge 3-25	Türkiye'de yüksek oranda hava kirliliği gözlenmiş bazı şehirlerdeki kış dönemi (Ekim-Mart) kükürt dioksit ortalamaları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) , (Bayram, H., 2005).....	111
Çizelge 3-26	Türkiye'de yüksek oranda hava kirliliği gözlenmiş bazı şehirlerdeki kış dönemi (Ekim-Mart) PM ortalamaları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), (Bayram, H., 2005).....	112
Çizelge 3-27	Çorum ilinin yazlık, kışlık ve yıllık kükürt dioksit ve PM ortalamaları.....	113
Çizelge 3-28	2006 Yaz Dönemi (Nisan-Eylül) Ortalama Kirlilik konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	115
Çizelge 3-29	Gümüşhane ilinin yazlık, kışlık ve yıllık kükürt dioksit ve PM ortalamaları.....	116
Çizelge 3-30	Kükürt Dioksit ve PM konsantrasyonları yıllık ortalamaları.....	117
Çizelge 3-31	İllerin kirlilik konsantrasyonları ve çevresel olmayan göstergeler.....	120
Çizelge 3-32	İllerin gelişmişlik endeksi değerleri tablosu.....	121

ÖNSÖZ

Çevresel bozulmaların arttığı günümüzde, hayatımızın her yönüyle bu bozulmaların etkilerine şahit olmaktayız. Bu etkileşimlerin en direkt olarak yaşandığı alanlardan biri olan hava kirliliği, özellikle gelişmiş şehirlerde daha farklı bir mekanizma ile tetiklenmektedir. Günümüzde kirlilik sadece kimyasal reaksiyonlar, döngüler ve taşınımlarla ifade edilemeyecek kadar kökleşmiş ve hayatımıza yerleşmiştir. Lokal kirliliklerden global kirliliklere doğru geçtikçe, bu oluşumların kimyasının yanı sıra birçok sosyal, ekonomik ve hatta siyasal dinamiklerinin de bulunduğu açıkça görülmektedir.

Hava kirliliğine doğrudan etkiyen değişkenlerin yanı sıra dolaylı ama ciddi etkileri bulunan verilerle analizini amaçladığımız bu çalışmada öncelikle, yardımlarını benden esirgemeyen tez danışmanım sayın Yrd.Doç.Dr. Arslan Saral'a, çalışmam hakkındaki önemli değerlendirmeleri ve yönlendirmeleri için sayın hocam Prof.Dr. Ferruh Ertürk'e, teze ilişkin verilerin elde edilmesinde emeği geçen sayın hocam Prof.Dr. Mustafa Öztürk'e, tez çalışmam esnasında benden desteklerini esirgemeyen çok değerli dostlarım İlktan ve Esin Ar, M.Erkan Gündoğdu, Mustafa Omay, Teoman Dikerler'e teşekkürlerimi sunarım.

Faruk Özdemir

Temmuz, 2007

ÖZET

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de yaşam şartları, nüfus ve gelişen teknolojiyle artan enerji talebi çevre için artan kirlilik yükü getirmektedir. Oluşan bu kirliliğin önemli kollarından biri olan hava kirliliği, mevcut tüketim yüküyle birlikte ciddi boyutlara ulaşmaktadır.

Hava kirliliğinin başlıca kaynağı olarak gösterebileceğimiz yanma reaksiyonları sonucu atmosfere birçok çeşitli kirleticiler salınmaktadır. Bu kirleticilerin atmosferdeki değişken durumlarında mevcut ortam şartlarının, bir başka deyişle meteorolojik verilerin önemli etkileri vardır. Bununla birlikte insan yaşamındaki birçok çevresel olmayan faktör doğrudan veya dolaylı olarak hava kirliliğine etkimektedir.

Bu çalışmada hava kirliliğini oluşturan başlıca kirleticilerden SO₂ ve PM konsantrasyonlarının, kirliliğe indikatör ve katalizör etki yapan çeşitli çevresel olmayan verilerle birlikte analizi yapılmıştır. Mevcut kirlilik değerleri, kirliliğe neden olan tüketim ve tüketime yol açan talebi oluşturan verilerle ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak kükürt içeriği yüksek yakıtların tüketimi başta olmak üzere ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminin, hava kirlilik seviyesinin artmasında büyük bir etki yaptığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, Kükürt Dioksit, Partiküler Madde, Isınma kaynaklı hava kirliliği, taşıt emisyonları.

ABSTRACT

Increasing demand of energy by improving life conditions, growing population and increasing technology results in increasing pollution in Turkey same as in world. Air pollution which is important branch of this pollution, reaches to critical values with current consumption load.

Various pollutants are emitted to the atmosphere as a result of combustion which is the major source of air pollution. The meteorological datum has important effects on various situations of this pollutants in atmosphere. Many non-environmental factors that belongs to human life, effects to air pollution directly or indirectly.

In this study, the concentration of mainly air pollutants SO_2 and PM analyzed with various non-environmental datum which effect as indicator and/or catalyzer. The current air pollution datum associated with the consumption that causes pollution and also the demand that creates this consumption. As a result of this study, it was observed that fossil fuel consumption for domestic heating, primarily the fuel that has higher sulfur content ratio, causes negative effect on the increase of air pollution's degree..

Keywords: Air Pollution, SO_2 , PM_{10} , air pollution caused by domestic heating, vehicle emission

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında gelişen teknoloji, üretim ve tüketim şartları ve bunlara bağlı olarak genel yaşam standartları doğrultusunda insanlar, yaşam ortamlarında kirliliğe neden olmaktadır. Bu kirlilik sonucunda yine insanlar dolaylı ve direkt olarak, hastalıklar veya yaşam kaynaklarının tükenmesi veya kalitesinin düşmesi gibi farklı şekillerde etkilenmektedirler. Yenilenebilir kaynaklar da dahil olmak üzere dünyamızdaki hiç bir kaynak sınırsız değildir. Tam tersine, en bol olduğu sanılan havanın bile kirlenmesi bize, kaynaklarımızın kıt olduğu ve bilinçli kullanılmamaları durumunda doğabilecek sorunların geleceğimizi ne ölçüde tehdit edebileceğini gösteren anlamlı bir uyarıdır.

Endüstriyel devrim ile birlikte, dünya çapında şehirlerin büyümesi, araç kullanımının artması, hızlı endüstrileşme ve buna karşılık planlama ve çevresel düzenlemelerdeki eksiklikler sonucu gittikçe artan hava kirliliği pek çok ülkede sağlık ve çevre sorunlarına yol açmıştır. Bugünün Türkiye'si de bu global etkileşimde güncel konumunu almıştır.

Fosil yakıt bağımlılığının yol açtığı emisyonlar, yerel, bölgesel ve küresel çevre sorunlarına yol açıyor; bu sorunları giderek, iklim değişikliği boyutlarına büyütüyor. Dolayısıyla, bu kaynaklardan kademeli olarak uzaklaşarak, daha pahalı, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gerekiyor. (TÜBİTAK, 2003)

1992 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Kalkınma Konferansı (UNCED)'nda; şehirlerdeki çevresel bozunmaya dikkat çekilerek, acil tedbirlerin alınması gerektiği ifade edilmiş ve kentsel hava kirliliğinin önemine işaret edilerek; 21. yüzyıl için sürdürülebilir bir eylem planının oluşturulması, kirletici konsantrasyonları, kaynakları, ve etkilerine yönelik güvenilir ve kabul edilebilir verilerin üretilebilmesi konusunda çaba gösterilmesi gereği vurgulanmıştır. Özellikle nüfusu yoğun olan büyük şehirlerde, geniş kapsamlı hava kalitesi yönetim planları ve etkin kontrol tedbirlerinin geliştirilmesi ihtiyacı bulunmaktadır. Hava kalitesi izleme çalışmaları; kirlilik kaynakları ve dağılımını belirlemek, uygun kontrol stratejilerinin geliştirilmesi ve bu stratejilerin etkinliğini kontrol etmek açısından büyük önem taşımaktadır.

Hava kirliliği, "atmosferde bulunan kirleticilerin insan sağlığı, bitki, yapı ve malzemelerde zararlı etkiler meydana getirecek konsantrasyon ve sürede bulunması" şeklinde tanımlanabilir (Wark ve Warner, 1981). Bu süre ve konsantrasyonun belirleyicisi ise insan hayatının temel faaliyetleridir. Hava kirliliğinin birincil kaynağı yanma reaksiyonlarıdır. Bunların başlıca

kaynakları fabrikalar, motorlu araçlar, ısınma, enerji üretimi olarak sayılabilir. Teorik olarak yanma gerçekleştiğinde yakıt içindeki hidrojen ve karbon havanın oksijeni ile birleşerek ısı, ışık, karbondioksit ve su buharı açığa çıkar. Bununla beraber yakıttaki safsızlıklar, uygun olmayan hava/yakıt oranı ve ya çok yüksek ya da çok düşük yanma sıcaklıkları karbonmonoksit, kükürt oksitleri, azot oksitleri, uçucu kül ve yanmayan hidrokarbonlar gibi hepsi hava kirleticileri olan maddelerin açığa çıkmasına sebep olabilir. En önemli hava kirleticilerinden SO₂, PM, CO ve NO_x öncelikli olarak benzin yanması, araç emisyonları, fosil yakıtların fabrikalarda, termik santrallerde rafinerilerde, ofis binalarında evlerde ve yakma tesislerinde yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır.

Yerel şartlar ve gereklilikler doğrultusunda çeşitli yakıt kaynakları kullanılması sonucu oluşan kirlilik değerleri ve türleri de çeşitlilik göstermektedir. Coğrafi, meteorolojik ve sosyo-ekonomik şartlar, bu yerel değişkenlerin başlıcaları arasında gösterilebilirler. Meteorolojik şartlara baktığımızda, sıcaklık ve basınç gibi ana değerlerin değişimleriyle kirlilik değerleri arasında doğrudan bağlantılar kurmak mümkündür. Zamana bağlı değişimler de yine mevsimsel atmosfer şartları değişimleriyle paralellikler göstermektedirler. Mevcut meteorolojik koşullar ve topoğrafik özellikler; hava kirleticilerinin dağılımını veya ikincil kirleticilerin atmosferdeki oluşumlarını önemli ölçüde etkileyecektir. Coğrafi konumları düşündüğümüzde, ulaşım, ısınma ve üretim gibi güncel aktivitelere doğrudan etkiyen parametreler olmaları noktasında kirlilik değişimlerinde sebep ve sonuç ilişkileri arasında önemli bir yerde bulunmaktadır.

Sosyo-ekonomik çatıya baktığımızda ise; insanların genel yaşam düzenlerinde yaşayış şekillerinin yöresel değişimlerinin kirlilik oluşumlarındaki değişkenliklere etkisinin, genel imkan ve olanaklarla ve satınalabilme güçleriyle orantılı olduğu görülmektedir. Bu noktada yöresel gelişmişlik düzeyi olarak adlandırabileceğimiz bu parametre, insanların yaşam tarzlarının; çalıştıkları işlerin, araç kullanma alışkanlıkları ve gerekliliklerinin, ısınma ve üretimde kullandıkları yakıt türlerinin ve hatta eğitim seviyelerine bağlı olarak çevresel duyarlılık seviyelerinin altında toplanabileceği bir başlıktır.

Sosyo-ekonomik yapıya gelmeden önce kirliliğin izlenmesi mevcut kaynaklarda dağılımının incelenmesi ve olası kirlilik kaynaklarıyla ilişkilerinin birlikte masaya yatırılarak sebep sonuç ilişkilerinin kurulması gerekir.

1.1 Atmosferdeki Başlıca Kirlilik Unsurları

İnsanların yaşam döngüleri içersinde meydana getirdikleri faaliyetler sonucunda, işlenen girdiler, ürünler ve atıklar şeklinde çıktılara dönüşürler. Bu faaliyetlerin başlıcası yukarıda da belirtildiği gibi yanma reaksiyonlarıdır. Bu reaksiyonlarla ortaya çıkan başlıca kirleticiler aşağıda açıklanmıştır.

1.1.1 Kükürt Dioksit (SO₂)

Kükürt dioksit, renksiz, boğucu ve asidik bir gazdır. Atmosferik SO₂' nin yaklaşık yarısı doğal emisyonlardan kaynaklanmaktadır (UNEP,1994). İnsanlar tarafından oluşturulan SO₂; kömür ve fuel-oil'in doğal olarak yapısında bulunan kükürt bileşiklerinin yanması ile açığa çıkmaktadır. Mevcut temel kükürt dioksit üretici faaliyetler, endüstriyel prosesler, ısınma amaçlı kullanılan evsel yakıtlar, termik santraller ve belli bir miktar da dizel yakıtlı taşıtların kullanımındır.

SO₂' nin atmosferik konsantrasyonları, genellikle evsel ısıtma amacıyla kömür kullanımının yaygın olduğu şehirlerde çok yüksektir. Zaman içersinde gelişen teknoloji ve daha az kirlilik oluşturan farklı enerji kaynaklarının kullanılması ile konsantrasyonlarda bir azalma eğilimi gözlenmektedir. SO₂' nin dış ortam konsantrasyonları, genellikle şehrin merkezi bölgelerinde ve endüstriyel alanların çevresinde yüksektir.

1.1.2 Partiküler Madde (PM)

Partiküler maddeler, atmosferdeki ağırlıkları nedeniyle hızla çökebilen büyük partiküllerin dışında, atmosferde yayılan çok küçük tanecikli katı veya sıvı partiküllerdir. Kütle ve bileşimi yönünden; aerodinamik çapı 2.5 µm den büyük kaba partiküller, aerodinamik çapı 2.5 µm den küçük ince partiküller olarak iki gruba ayrılır. İnce partiküller; ikincil olarak oluşan aerosoller (gaz-partikül dönüşümü), yanma sonucunda oluşan partikülleri, yoğunlaşan organik ve metal buharlarını içerir. Büyük partiküller; genelde yer kabuğu materyalleri yol ve endüstrilerden atmosfere verilen tozları içerir. Partiküler maddenin asit komponenti ve onun mutajenik aktivitelerinin çoğu genel olarak ince fraksiyonda bulunur. Asılı partiküler madde çeşitli doğal ve yapay kaynaklardan ortama verilen katı ve sıvılar için kullanılan bir terimdir. SO₂ ile birlikte kentsel alanlarda çok sık ve geniş çapta çalışılan bir kirletici parametredir. Partiküler madde, yakıtların yanması, dizel motorlar, inşaat ve endüstriyel faaliyetler, ikincil aerosoller (amonyak, sülfür ve azot oksitlerinin havada reaksiyonu ile oluşur) bitki polenleri ve yerden kalkan tozlar gibi birçok doğal kaynaktan oluşabilir. Partiküler madde, nitelik ve niceliği bakımından; tanecik boyutları, yoğunluğu, kimyasal bileşimi ve sağlık etkileri

potansiyeline bağılı olarak geniş çapta değişim gösterir.(Çevre Atlası, 2004; Öztürk, 2007; Evyapan, 2006; Ertürk, 2002)

Büyük partiküller, insan vücudunun doğal savunma mekanizması tarafından uzaklaştırılır. 0,1 ile 0,5 μm arasında boyuta sahip daha küçük partiküller akciğerlerin derinliklerine nüfuz ederek tahriş ve tıkaçıcı etkilere sebep olabilirler. (Ertürk, 2002) Dizel dumanı gibi bazı küçük partiküller karsinogenik olabilir.

Partiküler madde konsantrasyonları, kaynakların büyüklükleri ve türlerindeki çeşitlilik de gözönünde bulundurulduğunda şehirden şehire ve hatta aynı şehir içersinde de değişkenlik gösterirler.

1.1.3 Azot Oksitler (NO_x)

Azot oksitleri doğal kaynaklardan ve insan aktiviteleri sonucunda hemen hemen eşit oranda atmosfere atılırlar. Doğal kaynaklar dünya çapında eşit olarak dağılmasına rağmen insan aktiviteleri sonucu oluşan kaynaklar, nüfusun yoğun olduğu alanlarda yoğunlaşmıştır (USEPA, 1991). Kentsel atmosferdeki en önemli azot oksitleri, azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂) dir. NO₂'nin NO ya göre daha anlamlı sağlık ve ekosistem etkileri bulunmaktadır.

Kentsel alanlardaki NO₂' nin ana kaynağı, motorlu taşıtlarda yakıtların yanması, elektrik üretimi, fabrikaların ısıtılması ve endüstriyel proseslerdir. Atmosferdeki NO₂'nin çoğu azot monoksit (NO) emisyonlarının oksidasyonu ile oluşur. Azot dioksit, solunum yollarında tahriş edici bir etkiye sahiptir. Yüksek konsantrasyonlarda toksiktir. Fotokimyasal duman (ozona bakınız), asit yağmurları, ikincil formdaki partiküllerin oluşumunda önemli rolü bulunmaktadır. SO₂ ve ozon ile birlikte, ekinler ve bitki örtüsü üzerinde zararlı etkileri vardır. Kentsel alanlardaki konsantrasyonlar, trafik emisyonlarından kaynaklanıp şehir merkezinde ve ana yollara yakın yerlerde en yüksek konsantrasyonlarda bulunur.

1.1.4 Karbon Monoksit (CO)

Karbon monoksit, fosil yakıt veya organik maddelerin eksik yanması sonucu oluşur. Ana kaynağı motorlu taşıt trafiğidir. Kandaki oksijen taşıyan hemoglobin üzerinde kuvvetli etkisi vardır. Kandaki oksijen, karbon monoksit ile yer değiştirdiğinde oksijen açlığına neden olarak aşırı durumlarda ölümlere yol açabilir.

Kentsel alanlardaki karbon monoksitin mekansal dağılımı trafiğe bağlıdır. Konsantrasyonlar yol kıyısında en yüksek düzeyde olup yoldan uzaklaştıkça hızla azalır.

1.1.5 Kurşun (Pb)

En genel ağır metal kirleticisidir. En büyük kaynağı kurşunlu yakıt kullanan motorlu taşıt emisyonlarıdır. Bazı lokal ölçeklerde endüstriyel aktiviteler de kurşun oluşumuna neden olabilir. Kurşun birikim gösteren bir zehirdir. Vücutta anlamlı ölçüde birikerek sonuçta davranışsal değişikliklere sebep olan merkezi sinir sistemine zarar verebilir. Kurşunsuz benzin kullanılmadığı sürece, trafiğin kaynak olduğu ülkelerde CO ve NO₂ konsantrasyonları ile birlikte yüksek olması beklenmelidir. Ancak günümüzde Türkiye de dahil olmak üzere birçok ülkede normal benzinden kurşunsuz benzin kullanımına geçilmiştir.

1.1.6 Ozon (Troposferik - O₃)

Güneş ışığının varlığında, azot oksitleri ile uçucu organik bileşikler (VOC's) arasındaki atmosferik reaksiyonlar sonucu troposferde oluşan ikincil bir kirleticidir. Ozon, biyolojik materyaller ile reaksiyona girer, bitki örtüsüne zarar verebilir ve göz, burun ve boğaz tahrişine sebep olabilir, solunum yollarında akut etkiler oluşturabilir ve solunum güçlüğüne neden olabilir. Boyalar, elastomerler ve kauçuk üzerine etkileri vardır. Asit yağmurlarının oluşumuna neden olur ve atmosferde sera gazı olarak hareket eder. Ozonun mekansal dağılımı diğer kentsel hava kirleticilerinden farklıdır. Atmosferdeki oluşumu günün saatleri boyunca gelişir. Konsantrasyonlar, VOC ve NO_x emisyonlarından oluşur. NO_x ve CO gibi birincil konsantrasyonların çok yüksek olduğu yerlerdeki kentsel konsantrasyonların düşük olması beklenir. Pratikte, toplumun ozona maruziyeti şehrin merkezinden ziyade hemen dışında ve nüfusu yoğun ve endüstrileşmiş bölgelerin rüzgarın etkisi altında kalan kısımlarında yüksek olacaktır.

1.1.7 Diğer Başlıca Hava Kirleticileri

Daha önce verilen hava kirleticileri, kentsel alanlarda geniş çapta izlenmektedir. Ancak, son zamanlarda Hava Toksikleri ve Asitli Hava konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Hava toksikleri, motorlu taşıtlar, kok üretimi, kömür yakılması, katı atık (evsel, tehlikeli ve tıbbi atıklar) yakılması sonucu oluşan poliaromatik hidrokarbonlar (PAH's) ve petrol yanmasından birincil olarak oluşan benzen (C₆H₆) gibi uçucu organik bileşikler, dioksin ve furanlardır. Asitli havanın ana bileşenleri, nitrik ve sülfürik asittir. (HNO₃ ve H₂SO₄ , NO₂ ve SO₂ den oluşmaktadır).

1.2 Kirletici Kaynakları

Hava kirliliği doğal veya insan kökenli kaynaklardan gaz, toz veya sıvı halde atmosfere atılan maddelerin doğrudan veya dolaylı olarak diğer maddelerle reaksiyona girmesiyle oluşmaktadır.

Doğal yollar; volkanlar, tozlar, orman yangınlar, su yüzeyinden olan atımlardır. İnsan kaynaklı hava kirliliği oluşum sebepleri genel olarak üç grupta toplanmaktadır.

1.2.1 Alansal Kaynaklar

Bu grupta en önemli kaynak konutların ısıtılmasıdır. Türkiye’de son yıllarda büyükşehirlerde doğalgaz kullanımı hızla artmakta ve kükürt değeri az, kalori değeri yüksek olan tamamen ithal veya ithal yerli kömür karışımı yakıt kullanılmaktadır. Isıtmada kullanılan diğer yakıt cinsleri de fuel-oil, motorin, kerosin, gaz ve odundur. Konut ısıtılmasında ve enerji temininde kullanılan fosil yakıtlar içerisinde en büyük pay kömür ve petrole aittir. Kullanılan yakıtın kalitesi bu tür kaynaklardan gelen hava kirliliği üzerine çok fazla etki yapmaktadır.

1.2.2 Çizgisel Kaynaklar

Bu tür hava kirliliği genelde ulaştırma kaynaklı olup aynı zamanda çizgi halindeki nokta kaynakları (körfezler, nehir boyları gibi belli bir doğrultuda sıralanmış kaynaklar) da içermektedir. Yolcu ve yük taşıyan araçların getirdiği kirlilik başlıcalarıdır. Bunlar benzinli, mazotlu ve gaz tribünlü içten yanmalı motorla çalışmaktadırlar. Bu kaynaklardan yanma sonucu karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x), kükürt oksitler (SO_x), hidrokarbonlar (HC) ve partiküller madde (PM) kirletici olarak atmosfere yayılmaktadır (Şen, 1996). Karbon monoksit, hidrokarbon ve azot oksitler bakımından en yüksek emisyonlar araçlar tarafından oluşturulmaktadır.

1.2.3 Noktasal Kaynaklar

Genel olarak noktasal kaynaklar, fabrikalar, sanayi ve enerji santralleridir. Bu işletmelerde üretim için ihtiyaç duyulan enerjinin elde edilmesinde kullanılan yakıtın yanmasıyla atmosfere kirletici çıkmaktadır. Ayrıca noktasal olarak katı atıkların fırınlarda ve açık arazide yanması sonucu kirlenme oluşmaktadır. Yine benzin, boya maddeleri ve kuru temizleme çözeltileri gibi organik maddelerin buharlaşmasından noktasal olarak kirlilik meydana gelmektedir.

Şehirlerde hava kirliliğinin en önemli kaynaklarını, ev ve apartmanlarda kış aylarında ısınma maksadıyla kullanılan yakıtların yakılmasından ileri gelen ve alan kaynak olarak sınıflandırılan kaynaklar teşkil etmektedir. Bunların yanında, hareketli kaynaklar olarak sınıflandırılan motorlu taşıtlar ve nokta kaynaklar kategorisine giren endüstriyel kaynaklar da bölgesel olarak hava kirlenmesine yol açmaktadır. Isıtma ve endüstriyel kaynaklardaki emisyonları sabit kaynaklarda yakıt yanması olarak belirlemek mümkündür.

Bu yakıtların yakılması neticesinde atmosfere verilen belli başlı kirleticiler arasında, partiküler madde (PM), kükürtdioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x), karbonmonoksit (CO), hidrokarbonlar (HC) bulunmaktadır. Bunlardan son üçünün önemli bir kaynağını motorlu taşıtlar oluşturmaktadır. Şehirlerdeki sabit kaynaklar ve taşıtlardan meydana gelen kirletici miktarları, emisyon faktörleri kullanılarak hesaplandığında bu emisyonların relatif dağılımları bulunabilir. Örnek olarak, İstanbul ili için 1990 yılı verileriyle bu faktörler kullanılarak tahmin edilen kirletici emisyonlarının dağılımı Çizelge 1.1’de gösterilmiştir.

Kirletici	Toplam Emisyon	Kaynak Payları (%)	
	İçindeki Payı (%)	Sabit Kaynaklar	Taşıtlar
PM	48.1	47.5	0.65
SO ₂	29.4	29.1	0.26
CO	16.3	9.9	6.64
NO _x	3.1	1.6	1.44
HC	3.1	1.6	1.40
TOPLAM	100	≈90	≈10

Çizelge 1-1 İstanbul'da 1990'daki kirletici emisyonlarının dağılımı (Borat ve diğerleri, 1990)

Çizelge 1.1’den görüldüğü gibi, İstanbul'da hava kirlenmesine büyük ölçüde sabit kaynaklarda (evler, endüstri tesisleri) ısınma ve enerji temini maksadıyla kullanılan yakıtlar sebep olmaktadır. Taşıtların hava kirliliğindeki payı ise %10 mertebesinde. Ancak bu dağılım genellikle kış ayları için geçerlidir. Bilhassa yaz aylarında, sabit kaynaklarda yanma asgari seviyede olduğu için, motorlu taşıtların katkısı daha fazla olabilmektedir. Bununla birlikte, 1995 yılından itibaren İstanbul'da doğalgaz kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu sebeple hava kirliliğinde belirgin bir azalma gözlemlenmiştir (Ertürk ve diğerleri, 1995, Şekil 4.15). Dolayısıyla 1995 yılı ve sonrası yıllar için yapılacak değerlendirmelerde doğalgaz kullanım miktarı değerlendirme için önemli bir girdi parametresini teşkil edecektir. Dolayısıyla 2000 yılı ve sonrasındaki doğalgaz kullanımındaki artış ve yakıt tiplerindeki değişim Çizelge 1-

1'deki oranlara da yansımaktadır. Çizelge 1.2'de (EPA, 1989) bazı kirleticilerin Amerika'da toplam emisyon içindeki payları ve kaynakları verilmektedir.

Kirletici	Taşıma (10 ⁶ ton/yıl)	Yakıt emisyonu (10 ⁶ ton/yıl)	Endüstriyel faaliyetler (10 ⁶ ton/yıl)	Toplam (10 ⁶ ton/yıl)
Partiküller	1,4	1,8	3,8	7,0
SO₂	0,9	16,4	3,1	20,4
CO	40,7	7,2	13,5	61,4
NO_x	8,4	10,3	0,8	19,5
Organik oksitler	6,0	2,3	11,3	19,6
Kurşun	3,0	0,5	4,6	8,1
Toplam Emisyon	60,4	38,5	37,1	136,0

Çizelge 1-2 Amerika'da 1987 yılı için kirletici emisyonları EPA (1989)

1.3 Kirleticilerin İnsan Yaşamına Etkileri

Hava yaşamsal özellikteki bir çevresel ögedir. Yaşamın sürdürülmesi için zorunluluk olan bu çevresel öge, fiziksel bir etken olarak insan yaşamının olmazsa olmazlarından. Günde kişi başına 10 bin ile 20 bin litre arasında hava solumaktayız . Bu yüksek miktar soluduğumuz havanın içinde bulunan maddelerin etkilerini çok küçük konsantrasyonlarda da olsa önemli kılmaktadır (ÇOB-Çevre Atlası, 2004).

Kirli hava, insanlarda solunum yolu hastalıklarının artmasına sebep olmaktadır. Örneğin; kurşunun kan hücrelerinin gelişmesini ve olgunlaşmasını engellediği, kanda ve idrarda birikerek sağlığı olumsuz yönde etkilediği, karbonmonoksit (CO)'in ise, kandaki hemoglobin ile birleşerek oksijen taşınmasını aksattığı bilinmektedir. Bununla birlikte kükürtdioksit (SO₂)'in, üst solunum yollarında keskin, boğucu ve tahriş edici etkileri vardır. Özellikle duman akciğerden alveollere kadar girerek olumsuz etki yapmaktadır. Ayrıca kükürtdioksit ve ozon bitkiler için zararlı olup; özellikle ozon, ürün kayıplarına sebep olmakta ve ormanlara zarar vermektedir.

Sanayi, endüstri ve ısınmada kullanılan fosil yakıtlar ile ormanların tahribi ve arazi değişmesi sonucu, atmosferdeki karbondioksit miktarının %5 oranında arttığı tespit edilmiştir. Bunun ise küresel ısınmaya yol açabileceği öngörülmektedir.

Dünyamız belli bir oksijen ve karbon rezervine sahiptir. Bu rezervler, fotosentez ve yanma süreçleri üzerinden kendi kendilerini sürekli yenilemekte ve böylelikle dünyanın doğal

dengesi korunmaktadır. Fotosentez bitkilerin, biyolojik yanma ise canlıların varlıklarını sürdürmelerinde temel süreçler olup, doğanın yenilenmesi bu iki sürecin karşılıklı etkileşimi ile mümkün olmaktadır.

a. Küresel Etkileri: Hava kirliliğinin başlıca küresel etkileri; atmosferdeki CO₂ ve diğer sera gazları konsantrasyonunun artması ile dünyanın ısınması ve koruyucu ozon tabakasının tahribatı ile dünyamızın aşırı biçimde zararlı mor ötesi ışınların (UV-B) etkisi altına girmesi olarak özetlenebilir. Sera etkisi olarak tanımlanan bu ısınma olgusundaki en büyük pay CO₂'e aittir. Bir yandan aşırı yakıt kullanımı sonucu CO₂ oluşumunun hızlı bir biçimde artması diğer yandan ormanların ve bitki örtüsünün tahribatı ile (yangınlar, tarıma açılma, asit yağmurları vb.) oluşan bu CO₂'in fotosentez süreci ile işlenmemesi, atmosferde CO₂ konsantrasyonunun giderek artmasına yol açmaktadır. Bu sıcaklık artışı, dünya ikliminin değişmesine, kutuplardaki buzulların erimesi sonucu deniz düzeylerinin yükselmesine geniş tarım alanlarının sular altında kalmasına ve diğer birçok çevre sorununun oluşmasına neden olacaktır. Sera etkisinin azalması, fosil yakıt tüketiminin azaltılmasını, enerji tasarrufuna gidilmesini, enerji alt yapısında yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji kullanımının artırılmasını gerektirmektedir. Ozon tabakasının delinmesinde etken olan kloroflorokarbon bileşikler emisyonlarının azaltılması yönünde uluslararası düzeyde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. (ÇOB-Çevre Atlası, 2004)

b. İnsanlar Üzerine Etkisi: Yapılan araştırmalar, hava kirliliğinin kronik bronşit, nefes darlığı, amfizem ve akciğer kanseri gibi solunum yolu hastalıklarına neden olabildiğini göstermiştir. Hava kirliliğinin zararlı etkileri özellikle çocukların gelişimi üzerinde etkili olmaktadır. Bunların dışında hava kirliliği insanlar üzerinde olumsuz psikolojik etkiler oluşturmakta, enfeksiyona karşı vücut direncini azaltmakta ve çeşitli hastalıkların iyileşmesi gecikmektedir. (ÇOB-Çevre Atlası, 2004)

c. Bitkiler Üzerine Etkileri: Hava kirlenmesi bitkiler üzerine genel olarak üç şekilde olumsuz etki yapmaktadır.

- Yaprak dokularının tahrip olması,
- Yaprakların sararması veya başka renklere geçişerek yeşilliğini kaybetmesi,
- Büyümenin yavaşlaması.

Hava kirlenmesinden yem bitkileri, süs bitkileri ve yenebilen sebzeler büyük ölçüde etkilenmektedir. Büyüme yavaşlar, meyveler küçülür ve besin değeri düşer, çiçekler tahrip olur. Bitkiler üzerinde en tehlikeli etki civardaki fabrikalardan atmosfere verilen kükürt dioksit tarafından meydana getirilir. Kükürt dioksit yonca, pamuk, buğday ve elma türlerine çok etki eder. 0.3 ppm konsantrasyonuna 8 saat maruz kalan bitkiler büyük hasar görürler. Çayır ve çam kozalarına, florürler önemli etki yapmaktadır. Ozon 0.15 ppm konsantrasyonunda domates, patates, tütün, benekli fasulye ve ıspanak gibi bitkilere zarar vermektedir. (ÇOB-Çevre Atlası, 2004)

d. Hayvanlar Üzerine Etkileri: Bilindiği gibi hava kirlenmesi insanların yanı sıra hayvanların sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Geçmişte kaza ile meydana gelen büyük hava kirlenmesi vakaları kirleticilerin hayvanları öldürebileceğini doğrulamaktadır. Kronik zehirlenmeler genel olarak yem bitkilerinde absorbe edilen kirleticilerden ileri gelmektedir. Çiftlik hayvanlarına en çok etki eden ve öteden beri bilinen kirletici florürlerdir. Çiftlik hayvanlarından özellikle sığır ve koyunlar florürden çok etkilenmektedir. Bilhassa florüre maruz kalan hayvanlarda diş hastalıkları görülmektedir. (ÇOB-Çevre Atlası, 2004)

e. Eşyalar Üzerine Etkileri: Hava kirlenmesinin eşyalar üzerindeki en çok bilinen etkisi bina cephelerinde, kumaşlar ve diğer eşyalar üzerinde lekeler oluşturmaktır. Yüzeyler üzerine 0.3 mikron büyüklüğündeki smogların birikmesi neticesinde söz konusu bozulma ve lekeler meydana gelmekte ve zamanla bu birikme yüzeyini tahrip ederek, rengini değiştirmesine neden olmaktadır. Hava kirlenmesinin malzemelere olan bir diğer etkisi korozyonu hızlandırmasıdır. Ozon kauçuk ve lastik malzeme üzerine son derece zararlı etki yapmaktadır. Nemli havalarda kurşunla reaksiyona girerek kurşun sülfür oluşturmaktadır. Hava kirleticilerinin diğer bir etkisi de görüş mesafesini azaltmasıdır. Çapları 0.3-0.6 mikron arasında değişen partiküller görüşü son derece güçleştirmektedir. (ÇOB-Çevre Atlası, 2004)

f. Sinerjistik Etkileri: Hava kirlenmesinin etkileri incelenirken kompleks faktörler ile birlikte tesir etmelerinin gözönünde bulundurulması gerekir. Bunun en yaygın örneği "sinerji" olarak bilinen olaydır. Sinerjistik etki, ortamdaki diğer kimyasal maddelerin varlığından etkilenir. İki kirleticinin beraberce meydana getirdikleri tesir, kirleticilerin ayrı ayrı sebep olacakları etkiden çok farklıdır. Mesela yalnız başına bronşlara tesir eden SO₂ ortamda aerosollerin bulunması halinde yüzeyinde absorbe edilerek akciğerlerin pulmonari zarlarına kadar gider ve orada yerleşip hava torbacıklarının tahribine sebep olur. (ÇOB-Çevre Atlası, 2004)

1.4 Meteorolojik Veriler ve Bu verilerin Atmosferdeki Kirleticilerle Genel İlişkileri

Atmosferdeki kirliliğin oluşumuna bir şekilde etkiyen temel unsurlardan biri daha önce de belirtildiği gibi meteorolojik faktörlerdir. Bu faktörlerle, kirliliğe etkiyen diğer parametreler ve konsantrasyonlar arasında bir bağıllık veya bir edilgenlik söz konusudur. Yapılan bir çalışmada özellikle kirlilik verilerinin tahmininde meteorolojik düzeltme katsayılarının kullanımıyla tahminlerin ölçüm sonuçlarına daha çok yaklaştığı gözlemlenmiştir. (Noordijk ve Visser, 2004). Kirlilik parametrelerinin dışında bu meteorolojik veriler de incelenmelidirler.

1.4.1 Meteorolojik Verilerin Tanımları

Meteorolojik etkiyi oluşturan temel parametreler ise, sıcaklık, basınç, rüzgar ve yağıştır. Bu etmenlerin tanımları aşağıda kısaca yapılmaktadır.

1.4.1.1 Sıcaklık

Genelde sıcaklık ile ısı kavramları birbirine karıştırılmaktadır. Sıcaklık, ısı enerjisinin sonucu olan molekül titreşimlerinin etrafa yaptığı etki olarak tanımlanır.

1.4.1.2 Basınç

Atmosferi oluşturan gazların ağırlıklarının atmosfer içinde ve altındaki cisimlere yaptığı etkidir.

A. Yüksek Basınç : Havanın soğuması ile yoğunlaşan havanın yer çekimi etkisi ile yeryüzüne çökmesi sonucunda, bu havanın altındaki yüzeylere yaptığı basınca yüksek basınç denir. 1013 milibarın üzerindeki basınç değerleri için Yüksek Basınç ifadesi kullanılır.

B. Alçak Basınç : Havanın ısınması ile genişleyen havanın altındaki cisimlere yaptığı basıncın azalmasıyla oluşan basınçtır. 1013 milibarın altındaki basınç değerleri için Alçak Basınç ifadesi kullanılır.

1.4.1.3 Rüzgar

Yatay yönde yer değiştiren hava kütlelerinin hareketine rüzgar adı verilir. Rüzgarın; yönü, hızı (şiddeti) ve sıklığı (frekans) olarak üç özelliği vardır.

1.4.1.4 Yağış

Havadaki su buharının çeşitli koşullarda yoğunlaşarak atmosferden düşmesine yağış adı verilir. Yağışlar; yağmur, kar, dolu olarak düşen çiğ, kırağı; sis olarak düşmeyen hidrometeorlar olarak ikiye ayrılır.

1.4.2 Meteorolojik Veriler ve Atmosferdeki Kirlilik Arasındaki ilişkiler

Çeşitli kaynaklardan yayılan bütün hava kirleticileri, meteorolojik şartlara bağlı olarak taşınır, yayılır veya bir bölgede toplanır. Taşınma sırasında kirleticiler seyrelir ya da fotokimyasal reaksiyonlara uğrar.(Myer, 1999) Çevrim, kirleticilerin yağmur ile atmosferden yıkanması vasıtasıyla, sonuçta bitkiler, yüzey suları, toprak ve diğer malzemeler üzerine çökmesi ile ya da bazı faktörler etkisi ile ortamdan uzaklaşması ile tamamlanır. Bazı durumlarda kirleticiler rüzgar sebebiyle tekrar atmosfere girebilirler. Kirleticilerin atmosferdeki hareketleri dikey ve yatay yönde hareketler olmak üzere iki şekildedir.

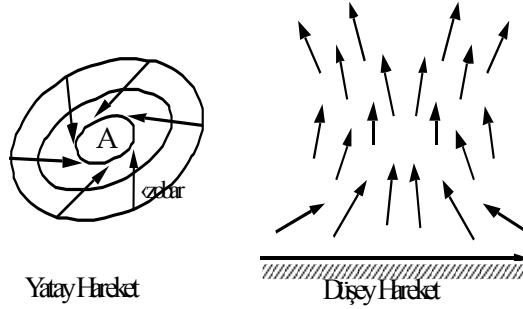
1.4.2.1 Dikey hareketler

Kirleticilerin atmosferde dikey taşınımını sağlayan ve ya engelleyen atmosferik hareketler, meteorolojik ölçeklerine bakılmaksızın, atmosfer kararlılığı, alçak ve yüksek basınç durumlar, atmosferik durgunluk olarak önemli başlıklar altında sıralanabilir.

Atmosfere bırakılan kirleticilerin dağılma derecesini tahmin edebilmek için atmosferin kararlılık durumunun bilinmesi gerekmektedir. Atmosferin kararlılığı, dikey karışım ve ya hareket yapma derecesinin ölçüsüdür. Atmosfer kararlı ise, yani yeterince dikey karışım ve ya hareket göstermiyorsa, kaynaktan bırakılan kirleticiler yer yüzeyine yakın bölgede kalır ve dağılmazlar. Atmosferin kararlılığı doğrudan düşey sıcaklık profiline bağlıdır. Sıcaklığın yükseklikle değişme oranı kararlılığı belirleyen parametredir. Bu sıcaklık profiline bağlı olarak atmosferin kararlılığı genel olarak kararsız, nötr, kararlı ve enversiyon olmak üzere dört tiptir.

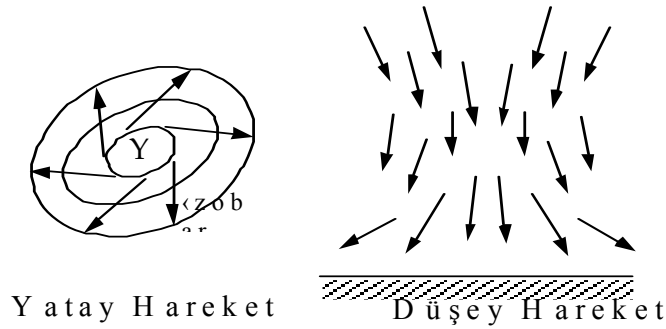
Alçak basınç (Siklon hareketi) : Bir sıcak hava kütesinin soğuk hava kütlesi altına girmesi ile oluşur. Oluşan sıcaklık farkı dolayısıyla altta kalan sıcak hava kütlesi yükselme eğilimi gösterir. Sıcak hava kütlesi yükselirken düşük irtifalarda yerini çevresinden gelen hava doldurur. Oluşan bu içeri doğru hareket, yakınsayan siklonik bir harekettir ve spiral şeklinde yukarı doğru oluşur (Şekil 1.1). Bu spiralin yönü kuzey yarım kürede saat yönünün tersinde, güney yarım kürede ise saat yönünde oluşur. Oluşan bu yukarı doğru hareket alt atmosferdeki

kirleticileri de yukarı doğru taşıyarak dağıtır. Bu bakımdan alçak basınç sistemi kirleticilerin dağıtılması açısından istenen bir durumdur.



Şekil 1-1 Kuzey yarımkürede bir siklonda yakınsayan rüzgarların düşük irtifa saat yönü tersindeki spiralleri. Havanın dikey doğrultudaki hareketi sağdaki şekilde gösterilmiştir.

Yüksek basınç (Antisiklon hareketi) : Yüksek basınç durumu da alçak basınç durumunun tersine bir soğuk hava kütesinin bir sıcak hava kütlesi üzerine çıkması ile oluşur. Yukarıda kalan soğuk hava kütlesi aşağı doğru hareket etme eğilimi gösterir. Aşağı inerken yerini çevresinden gelen hava doldurur. Bu durumda oluşan aşağı doğru hareket dışarı doğru bir spiral şeklini alır (Şekil 1.2). Bu hava hareketine antisiklon hareketi de denilmektedir. Hareket aşağı doğru olduğu için böyle bir basınç sisteminin bulunduğu bölgede atmosfere bırakılan kirleticiler yukarı doğru yükselmez. Bunun için hava kirliliği açısından istenmeyen bir durumdur.



Şekil 1-2 Kuzey yarımkürede bir antisiklondan uzaksayan rüzgarların saat yönündeki spiralleri. Havanın dikey doğrultudaki çökme hareketi sağdaki şekilde gösterilmiştir.

Atmosferik durgunluk (blocking) : Avrupa ve ABD'nin doğusundaki en ciddi hava kirliliği olayları bir antisiklonun doğuya doğru hareketini geçici bir süre için durdurması ve birkaç gün süreyle durgunluk oluşturması ile olmuştur. Durgunluk oluşturan antisiklonlara müsait topografik yapıli bölgeler, hava kirliliği için ciddi potansiyel taşımaktadır.

1.4.2.2 Yatay Yöndeki Hareketler (Rüzgarlar)

Kirleticilerin atmosferde yatay yayılmaları, emisyon kaynağı yüksekliğindeki ortalama rüzgar hızına büyük ölçüde bağlı bir fonksiyondur. Bölgenin topografik yapısı, ağaçların yoğunluğu ve yerleşimi, göllerin, nehirlerin, tepelerin ve yapıların yerleşimi ve boyutları dikey yönde farklı rüzgar hızı profillerini oluşturmaktadır.

1.5 Hava Kalitesi İndeksi

Türkiye’de hava kirliliği ölçüm çalışmaları 2 Kasım 1986 ve 19 269 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğine [2] göre SO₂ ve partikül ölçümleri ile yapılmaktadır.

1.5.1 Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) Nedir?

HKİ, yaşadığımız çevredeki hava kalitesinin günlük olarak rapor edilmesi için kullanılan bir indekstir. Yaşadığımız bölgenin havasının ne kadar temiz veya kirli olduğu ve ne tür sağlık etkilerinin oluşabileceği konusunda bilgiler verir. HKİ, kirli havanın solunmasından bir kaç saat sonra veya bir kaç gün içinde oluşabilecek sağlık etkilerini belirtir [3]. EPA’nın tanımına göre de HKİ (AQI) günlük hava kalitesi için bir indekstir. Ve yukarıda belirtildiği üzere kısa sürede oluşabilecek sağlık etkilerine yönelik bir uyarı mekanizmasıdır. EPA, mevzuatta belirtilen (Clean Air Act) 5 hava kirleticisinin (yer seviyesi ozon, partiküler madde, karbon monoksit, sülfür dioksit ve nitrojen dioksit) AQI değerlerini toplayarak ortak bir değerlendirme yapmaktadır [8].

1.5.2 HKİ Nasıl Kullanılır?

HKİ, 0-500 aralığında düzenlenmiş bir skala olarak düşünülebilir. HKİ değeri yükseldikçe hava kirliliğinin yükseldiği ve dolayısıyla sağlık riskinin de arttığı düşünülmelidir. Örneğin; HKİ değerinin 50 olması, hava kalitesinin iyi olduğunu ve toplum sağlığını etkileyebilecek riskin çok az olduğunu gösterir. Buna karşılık, 300’ün üzerindeki HKİ değeri ise, hava kalitesinin kötü ve dolayısıyla sağlık riskinin yüksek olduğunu gösterir. (www.cevreorman.gov.tr). HKİ değerinin 100 olması, genellikle ulusal hava kalitesi standardına karşılık gelir. 100’ün altındaki indeks değeri, genel olarak iyi bir durumun göstergesidir. HKİ değeri 100’ü aştığında, hava kalitesinin sağlıksız olduğu düşünülür.

1.5.3 HKİ Değerlerinin Anlamı

HKİ’nin amacı, yaşadığımız bölgedeki hava kalitesi ile sağlığımızı ilişkilendirmemiz için yardımcı olmaktır. Hava kalitesinden sorumlu idareler partikül madde için tespit edilen hava

kalitesi indeksinin halk sağığı üzerine etkileri ve alınması gereken önlemler günlük olarak gazete, radyo ve TV’lerde yayınlanarak halka duyurulmalıdır. Meteorolojik veriler (özellikle yüksek basınçlı günler, rüzgarın düşük olduğu günler) dikkate alınarak gelecek günler için hava kalitesi tahmininde bulunmak mümkündür. Hava kalitesi ölçümünü yapan ilgili idareler meteorolojik verileri kullanarak, diğer günlerde meteorolojik tahminlerde bulunmalıdır. İlgili idareler özellikle Ekim-Kasım ile Mart-Nisan aylarında sık aralıklarla görülen inversiyonlu günlere dikkat etmelidirler. İnversiyonlu günler, bacadan atılan kirleticilerin atmosferde birikmesine ve hava kalitesinin kötüleşmesine yardımcı olur. (Öztürk, 2007). HKİ skalası 6 kategoride incelenebilir:

Hava Kalitesi İndeksi (HKİ)	Sağlık Seviyesi	Renkler
HKİ belirtilen aralıkta olduğunda	...Hava kalitesi	... renk ile sembolize edilir
0 – 50	İyi	Yeşil
51 – 100	Orta	Sarı
101 – 150	Hassas gruplar için sağıksız	Turuncu
151 – 200	Sağıksız	Kırmızı
201 – 300	Çok Sağıksız	Pembe
301 – 500	Tehlikeli	Kahverengi

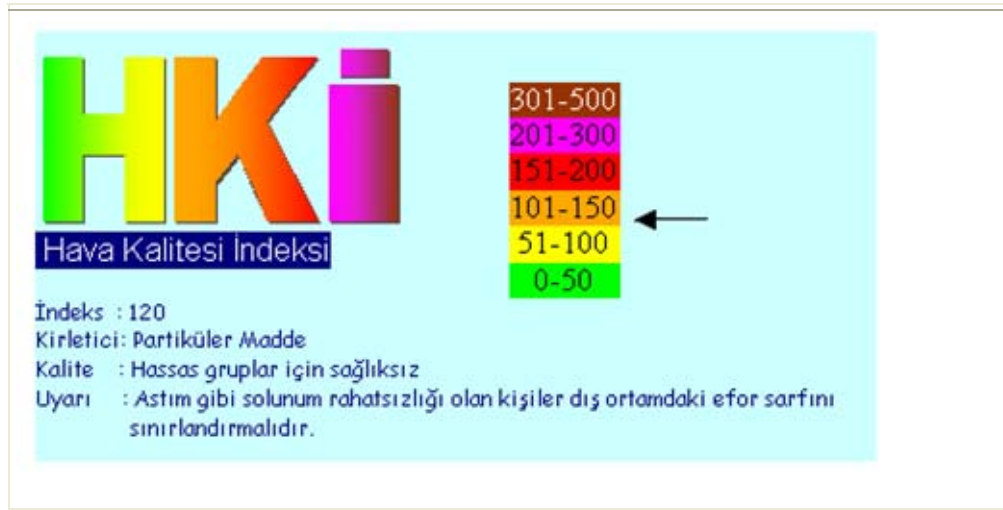
Şekil 1-3 Her bir kategori, farklı sağık seviyesine karşılık gelir. Örneğın, bir kirletici için HKİ 51-100 aralığında olduğunda sağık seviyesi “Orta” ile ifade edilir (www.cevreorman.gov.tr).

- “İyi” HKİ değeri 0-50 aralığındadır. Hava kalitesinin iyi, hava kirliliğinin çok az olduğu veya sağık riski bulunmadığı anlamına gelir.
- “Orta” HKİ değeri 51-100 aralığındadır. Hava kalitesi kabul edilebilir sınırlar içindedir. Ancak bazı kirleticilerin, toplumun küçük bir kesiminde orta düzeyde sağık etkisi olabilir. Örneğın, ozon kirleticisine çok hassas olan kişilerde bazı solunum belirtilerine rastlanabilir.

- “Hassas Gruplar için Sağlıksız” Toplumun belli bir kesimi, özellikle belli kirleticilere karşı hassastır. Bu grubun, genel nüfusa göre daha düşük seviyelerde dahi etkilenmeleri muhtemeldir. Örneğin, dışarıda aktif olan yetişkinler ve çocuklar ile solunum rahatsızlığı olan kişiler, ozon kirleticisine maruziyet sonucu daha fazla risk taşıırken; kalp rahatsızlığı olan kişiler, karbon monoksit’e maruziyet sonucu daha fazla risk taşırlar. Bazı kişiler, birden fazla kirleticiye karşı hassas olabilirler. HKİ değeri, 101-150 aralığında olduğunda, toplumun hassas kesiminde sağlık etkileri oluşabilir. Genel olarak, toplumun büyük kesimi, bu aralıkta etkilenmez.
- “Sağlıksız” HKİ değeri, 151-200 aralığındadır. Toplumun tüm kesimleri sağlık etkileri ile karşılaşmaya başlayabilir. Hassas gruplar, daha ciddi düzeyde etkilenebilir.
- “Çok Sağlıksız” HKİ değeri, 201-300 aralığındadır. Sağlık alarmı için bir dönüm noktasıdır. Toplumun tüm kesimleri, çok ciddi düzeyde etkilenebilir.
- “Tehlikeli” HKİ değeri 300’ün üzerindedir. Acil durum koşullarının dönüm noktasıdır. Toplumun tüm kesimleri, büyük bir ihtimalle etkilenecektir.

1.5.4 HKİ Renkleri

Renkler, yaşadığımız bölgedeki hava kirletici konsantrasyonlarının, sağlıksız seviyelere ulaşıp ulaşmadığı konusunda yardımcı olur.



Şekil 1-4 HKİ'nin renklerinin anlamları (www.cevreorman.gov.tr).

1.5.5 HKİ Değerleri Nasıl hesaplanır?

Hava kalitesi, belli kirletici konsantrasyonlarını kaydeden ölçüm cihazlarından oluşan bir ağ yardımı ile ölçülür. Bu ham ölçüm değerleri, geliştirilen standart formüller kullanılarak HKİ değerlerine dönüştürülmektedir. HKİ değeri, bölgedeki her bir kirletici için ayrı ayrı hesaplanır (yer seviyesindeki ozon, partiküler madde, karbon monoksit, kükürt dioksit ve azot dioksit). Sonuç olarak, her bir kirletici için hesaplanan en yüksek HKİ, o güne ait HKİ değerini oluşturur. Örneğin, 12 Temmuz'da belli bir alandaki HKİ değerleri, ozon için 90, kükürt dioksit için 88 ise, o güne ait HKİ değeri ozon için hesaplanan 90 değeri olacaktır.

1.5.6 HKİ Değerleri halka ne zaman ve nasıl rapor edilir?

Nüfusu 350.000'in üzerindeki büyük metropoliten alanlarda, devlet ve yerel kuruluşların HKİ raporunu günlük olarak halka bildirmesi uygundur. HKİ değeri 100'ün üzerinde olduğunda, hangi grupların (çocuklar, astımlı veya kalp hastaları gibi) spesifik kirleticiye hassas olduğunu da rapor etmelidir. İki veya daha fazla sayıda kirleticinin 100 indeks değerini aşması durumunda, kuruluşlar bu kirleticilere hassas olan tüm grupları rapor edecektir.

Hava kirliliğinin bütün parametrelerine düşük konsantrasyonlarda uzun süreli maruziyet, yüksek konsantrasyonlarda kısa süreli maruziyetten daha risklidir.

1.5.7 Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) Kükürt dioksit (SO₂)

İndeks	Sağlık Seviyesi	Uyarılar
0-50	İyi	Yok
51-100*	Orta	Yok
101-150	Hassas gruplar için sağlıklı	Astımlı kişiler, dış ortamdaki efor sarfını sınırlandırmalıdır.
151-200	Sağlıksız	Çocuklar, astımlılar, kalp ve akciğer hastalığı olan kişiler, dış ortamdaki efor sarfını sınırlandırmalıdır.
201-300	Çok Sağlıksız	Çocuklar, astımlılar, kalp ve akciğer hastalığı olan kişiler, dış ortamda efor sarf etmemeli; bunun dışında herkes dış ortamdaki efor sarfını sınırlandırmalıdır.
301-500	Tehlikeli	Çocuklar, astımlılar, kalp ve akciğer hastalığı olan kişiler, iç ortamda kalmalı; bunun dışında hiç kimse dış ortamda efor sarfetmemelidir.

Şekil 1-5 Kükürt Dioksit için hava kalitesi indeksi (www.cevreorman.gov.tr).

SO₂ için HKİ'nin 100 olması, 383 µg/m³ (0.14 ppm) SO₂ seviyesine karşılık gelir. (ortalama 24 saat)

1.5.7.1 Kükürt dioksit (SO₂) Nedir?

SO₂, atmosferdeki başlıca kirlilik unsurları (Bölüm 1.1.1)'nda da belirtildiği gibi renksiz, keskin kokulu reaktif bir gaz olup kömür, fuel-oil gibi kükürt içeren yakıtların yanması sırasında, metal ergitme işlemleri ve diğer endüstriyel prosesler sonucu oluşur.

1.5.7.2 Sağlık etkileri ve en riskli gruplar

SO₂'nin sağlık etkilerine karşı en hassas grup, çocuklar ile dışarıda aktif olan astımlı yetişkinlerdir. Birincil etkisi, hırıltılı solunum, göğüs sıkışması ve kesik nefes alma gibi belirtilere sebep olan, solunum yollarının daralmasıdır. SO₂ konsantrasyonu ve soluma hızı artarken rahatsızlık bulguları da artar. Maruziyet kesildiğinde, akciğer fonksiyonu bir saat içinde normal haline döner.

Çok yüksek konsantrasyonlardaki SO₂; hırıltılı solunum, göğüs sıkışması, astımlı olmayan kişilerde kesik nefes alma gibi belirtilere sebep olabilir.

SO₂ ve ince partiküllere uzun süreli maruziyet, solunum hastalıklarına, akciğerlerin savunma mekanizmasında değişikliklere ve mevcut kalp hastalıklarının kötüleşmesine sebep olabilir. Bu etkilere karşı en hassas grup, çocuklar, yaşlılar ve kronik akciğer hastalığı veya kalp hastalığı olan kişilerdir.

1.5.8 Hava Kalitesi İndeksi (HKİ): Partiküler Madde (PM₁₀)

İndeks	Sağlık Seviyesi	Uyarılar
0-50	İyi	Yok
51-100*	Orta	Yok
101-150	Hassas gruplar için sağlıksız	Astım gibi solunum hastalığı olan kişiler, dış ortamdaki efor sarfını sınırlandırmalıdır.
151-200	Sağlıksız	Astım gibi solunum hastalığı olan kişiler, dışarıda efor sarfetmemeli; Bunun dışında herkes, özellikle yaşlı ve çocuklar dış ortamda uzun süreli efor sarfını sınırlandırmalıdır.
201-300	Çok Sağlıksız	Astım gibi solunum hastalığı olan kişiler, dış ortamda herhangi bir aktivitede bulunmamalı ; bunun dışında herkes, özellikle yaşlı ve çocuklar dış ortamdaki efor sarfını sınırlandırmalıdır.
301-500	Tehlikeli	Hiç kimse dış ortamda herhangi bir efor sarf sarfetmemeli; astım gibi solunum rahatsızlığı olan kişiler iç ortamda kalmalıdır.

Şekil 1-6 PM için havakalitesi indeksi

*PM10 için HKİ'nin 100 olması, 150 µg/m³ PM10 seviyesine karşılık gelir. (Ortalama 24 saat)

1.5.8.1 Partiküler Madde Nedir?

Partiküler madde (PM) terimi, , atmosferdeki başlıca kirlilik unsurları (1.1.2)'nda da belirtildiği gibi havada bulunan katı partiküller ve sıvı damlacıkları ifade eder. İnsan faaliyetleri sonucu ve doğal kaynaklardan, doğrudan atmosfere karışır. Atmosferde diğer kirleticiler ile reaksiyona girerek PM'yi oluşturur ve atmosfere verilirler. Katı ve sıvı partiküllerin boyutları geniş bir aralığa yayılır. Sağlığa konu olan partiküller, aerodinamik çapı 10 µm. nin altındaki partiküllerdir. Bu boyut aralığındaki partiküller, solunum sistemi içine girerek birikim yapabilir.

2.5 µm den daha küçük partiküller “ince partiküller” olarak adlandırılır. İnce partikül kaynakları, tüm yanma prosesleri ve bazı endüstriyel prosesleri içerir. 2.5-10 µm. aralığındaki partiküller, “kaba partiküller” olarak adlandırılır. Kaba partikül kaynakları ise kırma, öğütme işlemleri, yollardan kalkan tozlardır.

1.5.8.2 Sağlık etkileri ve en riskli gruplar

İnce ve kaba partiküllerin her ikisi de solunum sisteminde birikebilir ve çeşitli sağlık etkilerine neden olabilir. Kaba partiküller, astım gibi solunum rahatsızlıklarını kötüleştirebilir. İnce partiküllere maruziyet, erken ölümü de içeren çeşitli ciddi sağlık etkilerine neden olur. Ters sağlık etkileri, PM'e hem kısa periyotlar (bir gün gibi) ve hem de daha uzun periyotlar (bir yıl veya daha uzun) da maruziyet ile birleştirilir.

Astım, kronik tıkalı akciğer hastalığı ve kalp hastalığı gibi kalp veya akciğer hastalığı olan kişiler PM'e maruz kaldığında, erken ölüm riski veya acil servislere başvuruda artış olur.

Yaşlılar PM maruziyetine karşı hassastır. Bu grup, hastanelere veya acil servislere başvuru ve kalp ve akciğer hastalığından erken ölüm gibi risklere açıktır.

PM'ye maruz kalındığında, mevcut akciğer hastalığı olan kişiler ve çocuklar normal koşullarda yapabildikleri halde, derin veya kuvvetli olarak soluk alamayabilirler ve öksürük ve kesik kesik nefes alma gibi belirtiler görülebilir.

PM, solunum enfeksiyonlarına hassasiyeti arttırabilir, astım, kronik bronşit gibi mevcut solunum hastalıklarını kötüleştirebilir.

1.6 Sosyo-Ekonomik Yapı Kirlilik İlişkisi

1.6.1 Sosyo-Ekonomik Yapı, Göstergeleri ve Bileşenleri

Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin bir bütün olarak gelişmesi önemli yerleşim noktaları olan illerin gelişmesi ile aynı anlama gelmektedir. Her ülkede olduğu gibi ülkemizde de iller sosyoekonomik gelişmişlik düzeyleri açısından önemli farklılıklar göstermektedir. (Göçer ve Çıracı, 2003) Yönetmel bir sistem olmanın yanında sosyoekonomik bir sistem olan iller, ülke alanını oluşturan alt yerleşim birimleri olarak planlı kalkınmanın temel hareket noktalarından biri olmak durumundadır.

1.6.1.1 Sosyo-Ekonomik Yapı

Sosyoekonomik gelişmenin, gerek zaman gerekse alan açısından birtakım farklılıklar gösterdiği ve illerin (veya bölgelerin) gelişmişlik düzeylerinin zaman içinde değiştiği bilinen bir gerçektir. Sosyoekonomik gelişmişliğin çeşitli ülkeler arasında olduğu gibi, aynı ülke bütünü içinde de farklı hızlarla gerçekleşmesi nedeniyle ortaya çıkan dengesizlikler denildiğinde genel olarak nüfus, sanayi ve tarımsal yapı, gelir dağılımı, mali ve finansal yapılar, eğitim düzeyi ve sağlık hizmetlerindeki etkinlik ve yaygınlık, altyapı, konut ve coğrafi konum ve yapılarındaki farklılıklar anlaşılmaktadır.

Ülkedeki iller arasında dengeli kalkınmanın sağlanması amacıyla, ölçülebilir ve göreceli olarak karşılaştırılabilir sosyoekonomik göstergeler yardımıyla bu alanların gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesi plancıların üzerinde önemle durdukları bir konudur. Bu tür araştırmalarla, geçmiş dönemlerde uygulanan sosyoekonomik politikaların alansal sonuçlarının göreceli gelişmişlik düzeyleri belirlenerek takip edilmesi olanağı doğmaktadır. Bundan başka bu tür çalışmalarla elde edilen sonuçlar, uygulanan politikaların başarı düzeyini belirlemesinin yanında dengeli ve sürdürülebilir sosyoekonomik gelişmişlik amacına hizmet edecek yeni politikaların geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır.

İller itibarıyla dengeli sosyoekonomik gelişmişliğin amacı, iller ve bölgeler arasındaki gelişmişlik farklarının kabul edilebilir bir düzeye getirilmesi, göreceli olarak geri kalmış il veya bölgelerin geliştirilmesidir. Yoksa iller veya bölgeler arasında her zaman gelişmişlik düzeylerinde göreceli farklılıklar olacaktır. Amaç, kısa, orta ve uzun dönemde bölge veya illerde gelişmeyi saylayacak hedefleri ve amaçları belirlemek, izlenecek yolları göstermek, olası sektörel büyüme eğilimlerini ve büyüklükleri saptamak, gelişmenin gerektirdiği kaynak tahsislerini yapmak, gelişmenin sosyoekonomik faaliyetleri için altyapı hazırlamaktır.

1.6.1.2 Sosyo-Ekonomik Yapının Temel Göstergeleri

Sosyo-ekonomik yapının göstergelerini ele aldığımızda, yaşam kalitesini, gelişmişlik düzeyini belirleyici birçok unsurun, insan yaşamının doğal sonuçları arasından çekilerek istatiski olarak değerlendirilmesiyle oluşmaktadır.

Bir toplumun eğitim düzeyini ele aldığımızda, okuma-yazma bilenlerin oranı, eğitim durumlarının nüfusa dağılımı ve oranları, eğitimdeki kalite kriterleri gibi inceleme başlıklarından faydalanılabilir.

Sosyal yapının irdelenmesinde ise, işsizlik oranları ve dağılımı, gelir dağılımları, sağlık altyapısı ve halkın bunlardan faydalanma dağılımları, kültürel altyapı, halkın sosyal güvence profili, doğum ölüm oranları, nüfus dağılımı, çevre altyapısıyla ilgili imkan ve dağılımlar gibi birçok tanımlayıcı unsur gözönüne alınabilir.

Türkiye İstatistik Kurumu [6] tarafından yapılan 1990-2004 yılları arasındaki genel göstergelerin değişim tablosu yukarıda saydığımız unsurlara örnek bir değerlendirme içermektedir.

Göstergeler		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. Nüfus ve Demografi																
1.1. Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (Yıl)	Toplam	66.0	66.4	66.7	67.1	67.5	67.8	68.2	68.6	69.0	69.4	70.4	70.6	70.7	70.9	71.1
	Erkek	63.8	64.2	64.5	64.9	65.2	65.6	65.9	66.3	66.7	67.1	68.1	68.2	68.4	68.6	68.8
	Kadın	68.3	68.7	69.1	69.4	69.8	70.2	70.6	70.9	71.3	71.8	72.8	73.0	73.2	73.4	73.6
1.2. Bebek Ölüm Hızı (‰)	Toplam	55.4	52.6	50.0	47.6	45.2	43.0	40.9	38.8	36.5	33.9	28.9	27.8	26.7	25.6	24.6
	Erkek	61.2	58.2	55.4	52.7	50.2	47.7	45.4	43.2	40.6	37.7	32.3	31.0	29.8	28.6	27.5
	Kadın	49.3	46.8	44.4	42.2	40.0	38.0	36.1	34.3	32.1	29.8	25.4	24.4	23.4	22.4	21.5
1.3. Beş Yaş Altı Ölüm Hızı (‰)	Toplam	65.8	62.3	58.9	55.8	52.8	50.0	47.3	44.8	41.8	38.6	32.7	31.3	30.0	28.6	27.4
	Erkek	72.1	68.3	64.8	61.4	58.2	55.1	52.3	49.6	46.4	42.8	36.4	34.8	33.4	31.9	30.6
	Kadın	59.2	55.9	52.8	49.9	47.1	44.5	42.1	39.9	37.1	34.2	28.8	27.6	26.4	25.2	24.1
1.4. Toplam Doğurganlık Hızı (Çocuk Sayısı)		3.07	3.00	2.93	2.87	2.81	2.75	2.69	2.63	2.56	2.48	2.27	2.25	2.24	2.22	2.21
1.5. Nüfus Artış Hızı (‰)		19.9	19.5	19.2	18.9	18.5	18.4	18.3	18.0	17.6	16.9	14.1	13.8	13.5	13.2	12.9
1.6. Kentsel Nüfus Oranı (%)		51.32	---	---	---	---	---	---	---	---	---	59.25	---	---	---	---
1.7. Kaba Doğum Hızı (‰)		25.2	24.8	24.4	24.1	23.7	23.6	23.4	23.1	22.6	21.9	20.2	19.9	19.6	19.4	19.1
1.8. Kaba Ölüm Hızı (‰)		7.1	7.0	6.9	6.9	6.8	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
1.9. İstenen Aile Büyüklüğü (Çocuk Sayısı)		---	---	---	2.4	---	---	---	---	2.5	---	---	---	---	2.5	---
1.10. Kentsel Nüfus Artış Hızı (‰)		43.9	(1985-1990)									32.6	(1990-2000)			
2. Nüfus ve Ekonomi																
2.1. Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla (\$)		2682	2621	2708	3004	2184	2759	2928	3079	3255	2879	2965	2123	2598	3383	4172
2.2. İşsizlik Oranı (%)	Toplam	8.0	8.2	8.5	9.0	8.6	7.6	6.6	6.8	6.9	7.7	6.5	8.4	10.3	10.5	10.3
	Erkek	7.8	8.7	8.8	8.8	8.8	7.8	6.9	6.5	6.9	7.7	6.6	8.7	10.7	10.7	10.5
	Kadın	8.5	7.1	7.7	9.3	8.1	7.3	6.0	7.8	6.8	7.6	6.3	7.5	9.4	10.1	9.7
2.3. Ortalama Günlük Geliri 1 Doların Altında Olan Nüfusun Oranı (%)		---	---	---	---	2.5	---	---	---	---	---	---	---	0.20	0.01	---
2.4. İşgücüne Katılma Oranı (%)	Toplam	56.6	57.0	56.0	52.2	54.6	54.1	53.7	52.6	52.8	52.7	49.9	49.8	49.6	48.3	48.7
	Erkek	79.7	80.3	79.7	78.1	78.5	77.8	77.3	76.8	76.7	75.8	73.7	72.9	71.6	70.4	72.3
	Kadın	34.2	34.1	32.7	26.8	31.3	30.9	30.6	28.8	29.3	30.0	26.6	27.1	27.9	26.6	25.4
2.5. Gini Katsayısı		---	---	---	---	0.49	---	---	---	---	---	---	---	0.44	0.42	---
3. Nüfus ve Eğitim																
3.1. Yetişkin Okur-Yazarlık Oranı (%)	Toplam	78.4	79.9	82.0	85.0	84.4	85.2	85.1	85.3	85.9	86.3	86.4	86.3	87.5	88.3	87.4
	Erkek	89.8	91.1	92.2	93.5	93.4	94.0	94.0	93.9	94.4	94.6	94.5	94.5	95.3	95.7	95.3
	Kadın	67.4	68.9	72.0	76.7	75.6	76.6	76.3	76.9	77.6	78.1	78.3	78.2	79.9	81.1	79.6
3.2.A. İlkokulda Brüt Okullaşma Oranı (%)	Toplam	101.92	102.16	100.07	97.64	97.02	96.47	96.68	---	---	---	---	---	---	---	---

	Erkek	105.36	105.54	103.20	100.23	99.50	99.01	99.69	---	---	---	---	---	---	---	---
	Kadın	98.32	98.58	96.78	94.88	94.38	93.78	93.55	---	---	---	---	---	---	---	---
3.2.B. İlköğretimde Brüt Okullaşma Oranı (%)	Toplam	---	---	---	---	---	---	---	89.51	94.31	97.52	100.93	99.45	96.49	96.30	95.74
	Erkek	---	---	---	---	---	---	---	96.26	100.72	103.31	106.32	104.19	100.89	100.31	99.48
	Kadın	---	---	---	---	---	---	---	82.43	87.60	91.47	95.31	94.51	91.91	92.14	91.85
3.3.A. İlkokulda Net Okullaşma Oranı (%)	Toplam	91.96	92.63	90.82	90.09	89.34	88.93	89.40	---	---	---	---	---	---	---	---
	Erkek	95.06	95.69	93.66	92.13	91.29	90.94	91.80	---	---	---	---	---	---	---	---
	Kadın	88.70	89.41	87.83	87.92	87.28	86.79	86.92	---	---	---	---	---	---	---	---
3.3.B. İlköğretimde Net Okullaşma Oranı (%)	Toplam	---	---	---	---	---	---	---	84.74	89.26	93.54	95.28	92.40	90.98	90.21	89.66
	Erkek	---	---	---	---	---	---	---	90.25	94.48	98.41	99.58	96.20	94.49	93.41	92.58
	Kadın	---	---	---	---	---	---	---	78.97	83.79	88.45	90.79	88.45	87.34	86.89	86.63
3.4. Ortaöğretimde Brüt Okullaşma Oranı (%)	Toplam	38.05	41.21	44.45	47.34	50.90	53.40	52.62	52.79	57.15	58.84	60.97	67.89	80.76	80.97	80.90
	Erkek	45.95	49.44	53.41	56.69	61.20	63.47	61.64	60.20	64.89	67.10	69.67	76.94	93.36	90.80	89.53
	Kadın	29.72	32.58	35.06	37.54	40.15	42.90	43.19	44.97	48.99	50.15	51.84	58.38	67.52	70.67	71.88
3.5. Ortaöğretimde Net Okullaşma Oranı (%)	Toplam	26.35	28.21	31.13	34.57	36.74	38.74	38.54	37.87	38.87	40.38	43.95	48.11	50.57	53.37	54.87
	Erkek	31.82	33.85	37.41	40.00	42.35	44.05	43.10	41.39	42.34	44.05	48.49	53.01	55.72	58.08	59.05
	Kadın	20.59	22.31	24.56	28.86	30.89	33.21	33.78	34.16	35.22	36.52	39.18	42.97	45.16	48.43	50.51
3.6. Ortalama Eğitim Görülen Yıl Sayısı (Yıl)	Toplam	---	---	---	5.37	---	---	---	---	5.97	---	---	---	---	---	---
	Erkek	---	---	---	6.48	---	---	---	---	7.01	---	---	---	---	---	---
	Kadın	---	---	---	4.33	---	---	---	---	4.96	---	---	---	---	---	---
4. Nüfus, Toplumsal Cinsiyet ve Kalkınma																
4.1.A. İlkokulda Cinsiyet Oranı (%)		93.32	93.41	93.78	94.66	94.85	94.72	93.84	---	---	---	---	---	---	---	---
4.1.B. İlköğretimdeki Cinsiyet Oranı (%)		---	---	---	---	---	---	---	85.63	86.97	88.54	89.64	90.71	91.10	91.86	92.33
4.2. Orta Öğretimdeki Cinsiyet Oranı (%)		64.68	65.90	65.64	66.22	65.60	67.59	70.07	74.70	75.50	74.74	74.41	75.88	72.32	77.83	80.29
4.3. Kadın Milletvekili Oranı (%)		---	1.8	---	---	---	2.4	---	---	---	4.2	---	---	4.4	---	---
4.4. 15-24 Yaş Grubunda Okur-Yazarlıkta Cinsiyet Oranı (%)		91.4	91.9	91.9	94.1	94.4	95.2	95.8	96.2	96.8	96.6	95.3	95.5	96.3	96.3	95.2
4.5. Hanehalkı Reisi Kadın Olan Hanehalklarının Oranı (%)		8.7	9.1	9.1	9.4	9.3	9.6	9.7	10.4	10.4	10.7	11.0	11.0	11.9	12.2	11.3
4.6. Tarım Dışı Faaliyetlerde Ücretli Olarak Çalışan Kadınların Oranı (%)		15.8	15.5	16.6	16.6	17.0	16.9	16.8	17.7	18.3	18.2	19.2	19.0	20.6	20.6	19.9
5. Nüfus ve Toplumsal Kalkınma																
5.1. İyileştirilmiş Su Kaynaklarına Sürdürülebilir Ulaşımı Sağlanmış Nüfus Oranı (%)	Toplam	---	---	---	---	83.1	---	---	---	---	---	---	---	93.6	90.9	---
5.2. Yeterli Atık Sistemine Sahip Nüfusun Oranı (%)	Toplam	---	---	---	---	67.4	---	---	---	---	---	---	---	81.4	86.5	---
5.3. Oda Başına Düşen Kişi Sayısı		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.27	---	---	---	---

5.4. 12-14 Yaş Grubundaki Çocukların İşgücüne Katılma Oranı (%)		24.2	25.9	22.3	16.0	18.8	17.8	16.9	14.8	13.5	12.2	10.2	7.1	5.0	3.8	---
5.5. Kamu Eğitim Harcamalarının Kamu Harcamaları İçindeki Payı (%)		---	---	---	---	---	---	---	---	11.7	11.2	9.5	8.6	10.2	10.5	---
5.6. Kamu Sağlık Harcamalarının Kamu Harcamaları İçindeki Payı (%)		---	---	---	---	---	---	---	---	7.9	8.0	8.2	8.7	10.8	12.0	---
6. Nüfus, Genel Sağlık, Üreme Sağlığı ve Beslenme																
6.1. Gebeliği Önleyici Yöntem Kullanma Oranı (%)		---	---	---	62.6	---	---	---	---	63.9	---	---	---	---	71.0	---
6.2. Sağlık Personeli Tarafından Yaptırılan Doğumların Oranı (%)		---	---	---	75.9	---	---	---	---	80.6	---	---	---	---	83.0	---
6.3. 15-19 Yaş Grubundaki Kadınların Doğurganlık Hızı (%)		---	---	---	56	---	---	---	---	60	---	---	---	---	46	---
6.4. Gebeliği Önleyici Yöntemleri Bilenlerin Oranı (%)		---	---	---	99.1	---	---	---	---	98.9	---	---	---	---	99.8	---
6.5. 15-24 Yaş Grubundaki Gebe Kadınlar Arasında HIV'in Yaygınlık Oranı (‰)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.6. Kızamık Aşısı Olan Çocukların Oranı (%)		---	---	---	77.9	---	---	---	---	78.5	---	---	---	---	79.4	---
6.7. Düşük Ağırlıklı Çocuk Oranı (%)		---	---	---	9.5	---	---	---	---	8.3	---	---	---	---	3.9	---
6.8. Günlük Asgari Beslenme Gereksinimini Karşılayamayan Nüfusun Oranı (%)		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.35	1.29
7. Nüfus ve Çevre																
7.1. Kişi Başına Ekilebilir Tarım Alanı (Hektar)		0.50	0.48	0.47	0.46	0.46	0.43	0.43	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.38	0.37	---
7.2. Kişi Başına Yıllık Enerji Tüketimi (KEP)		943	947	971	1013	976	1033	1114	1157	1153	1128	1204	1107	1125	1184	---
7.3. Biyolojik Çeşitlilik: Koruma Altındaki Alan (%)		2.93	2.96	2.96	3.17	3.37	3.44	3.56	3.61	3.65	3.70	4.72	4.72	4.90	4.96	5.16
7.4. Enerji Yoğunluğu: Her Birim GSYH Başına Enerji Kullanımı (%)		6.19	5.03	4.89	3.92	5.21	4.65	5.78	5.32	3.27	4.85	8.05	8.76	7.40	6.96	---
7.5. Kişi Başına Karbondioksit Emisyonu (Metrik Ton)		---	---	---	---	---	2.79	3.04	3.20	3.13	3.06	3.38	3.08	3.10	3.26	---

Çizelge 1-3 Sosyo-Ekonomik Göstergeler

1.6.1.3 Sosyo-Ekonomik Yapının Temel Bileşenleri

Ekonomik ve sosyal yönleri ile bir bütün olan gelişmenin, ekonomik yönleri gelir artırıcı, sosyal yönleri ise sosyokültürel değişim ile ilgilidir. Bu nedenle, iller arasındaki sosyoekonomik gelişmişlik farklılıklarının incelenmesi, söz konusu sosyoekonomik gelişmişlik olgusunu etkileyen veya bu olgudan etkilenen birbirleriyle karşılıklı etkileşim içindeki çok sayıda göstergenin birlikte ele alınmasını, başka bir ifade ile bütüncül bir yaklaşımı gerektirmektedir. Ancak bu çalışmada tüm bu değerleri incelemek mümkün olmadığından göstergeler arasında öne çıkan, sosyoekonomik yapının karakteristiğini en çok yansıtabilecek veri olarak gayri safi milli hasıla ve illerin bu bütünden payları kullanılmıştır.

2. MATERYAL VE METODLAR

2.1 Çalışmanın Kapsamı ve Yapısı

2.1.1 Hava Kalitesi İzleme İstasyonları ve Kurulum Süreci

Hızlı nüfus artışı ve sanayileşmenin beraberinde getirdiği en önemli çevre sorunlarından bir tanesi de hava kirliliğidir. Hava kalitesinin doğru bir şekilde tespit edilmesi, hem insanların sağlıklı bir çevrede yaşayabilmesi için alınabilecek tedbirlere ışık tutması hem de Avrupa Birliği Hava Kalitesi Direktiflerinde belirtilen yükümlülüklerin yerine getirilebilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

Çevre ve Orman Bakanlığı [2] bu amaçla Türkiye genelinde hava kalitesinin izlenebilmesi için öncelikle hava kirliliğinin yoğun olduğu illeri dikkate alarak 2004 yılında yapmış olduğu ihale sonucunda hibelerle birlikte toplam 36 ilde Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonu kurmuştur.

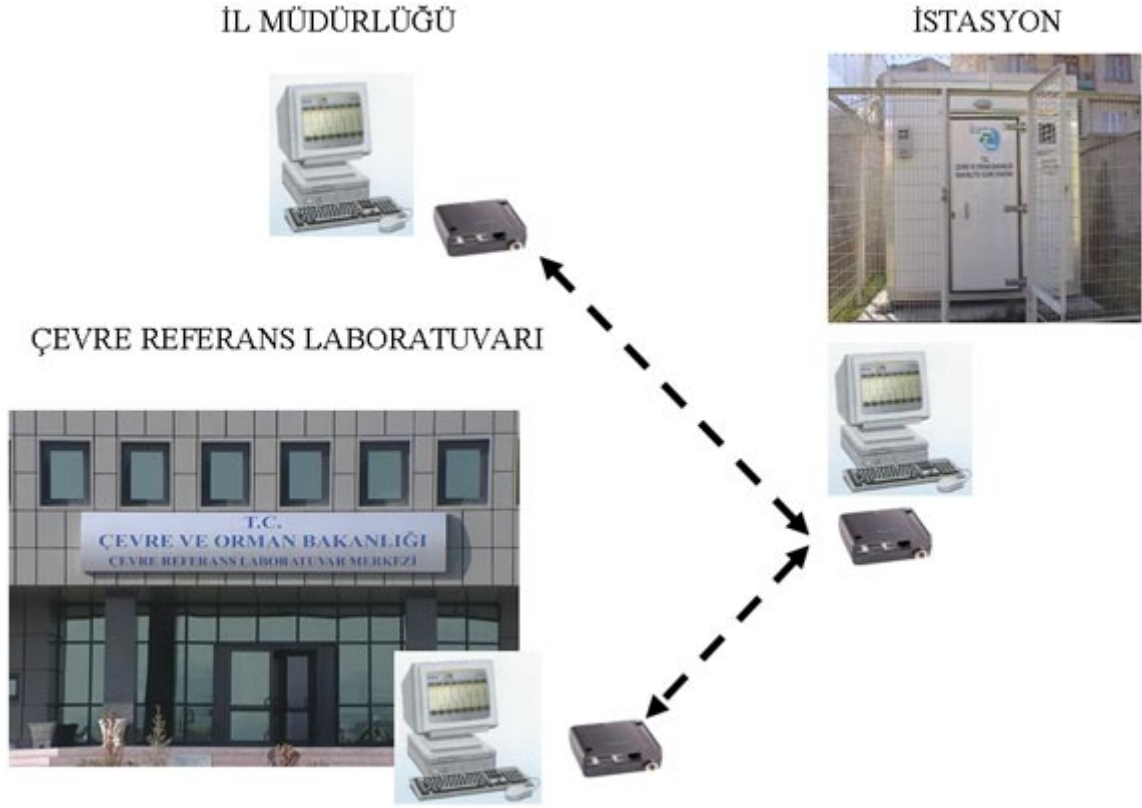
Mevcut Hava Kalitesi İzleme Ağı'nın 81 ilimize yaygınlaştırılması amacıyla 2006 yılında yeni bir ihale yapılmış olup; 45 ilde daha hava kalitesi ölçüm istasyonu kurulması çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmaların 2006 yılı sonunda tamamlanması hedeflenmektedir.

Çevre ve Orman Bakanlığı ile İstanbul ve İzmir Büyükşehir Belediye Başkanlıkları arasında yapılan protokollerle İstanbul ilimizde bulunan 10 adet, İzmir ilimizde bulunan 4 adet ölçüm istasyonu 2006 yılı sonuna kadar mevcut izleme ağına entegre edilecektir.

Çevre ve Orman Bakanlığı'na ait 3 adet mobil hava kalitesi izleme aracı da mevcut ağına entegre edilmiştir. Mobil araçlarımız hava kirliliğinin yüksek olduğu il ve ilçelere talepleri üzerine sevk edilerek buralarda ölçümler yapılmaktadır.

2.1.2 Mevcut Hava Kalitesi İzleme Ağı

Mevcut hava kirliliği ölçüm istasyonlarında öncelikle en yaygın kirleticiler olan ve ağırlıklı olarak yakıt kullanımından kaynaklanan SO_2 ve PM_{10} parametrelerinin ölçümleri tam otomatik olarak yapılmaktadır. Kurulacak yeni istasyonlarda ise SO_2 ve PM_{10} gibi kirletici parametrelerin yanında hava kalitesi verilerinin daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla meteorolojik parametrelerin de ölçümü yapılacaktır. Ayrıca tam otomatik cihazlarla yapılan PM_{10} ölçüm sonuçlarının doğrulamasının yapılabilmesi amacıyla Avrupa Birliği tarafından PM_{10} ölçümlerinde referans metot olarak kabul edilen EN 12341 standardına uygun olarak örnekleme yapan gravimetrik PM_{10} örnekleme cihazı da alınmıştır.



Şekil 2-1 Hava Kalitesi ölçüm mekanizması

Çevre ve Orman Bakanlığı [2] web sitesinde ölçüm istasyonlarından elde edilen veriler anlık olarak takip edilebileceği gibi, ölçüm yapılan illerin hava kalite indeksleri de otomatik olarak hesaplanmakta ve o ilin hava kalitesi hakkında gerekli bilgiler verilmekte ve alınması gereken tedbirler hakkında uyarılar da yapılmaktadır. Ayrıca saatlik, günlük, aylık ve yıllık ortalamalar hesaplanıp grafikler çizilerek gerek ülkemiz mevzuatında gerekse Avrupa Birliği direktiflerinde belirtilen sınır değerlerin aşılp aşılmadığı kontrol edilmektedir.

2006 Aralık ayında Hava Kalitesi İzleme Ağı'nın 81 ile yaygınlaştırılmasından sonra Avrupa Birliği Hava Kalitesi direktiflerinde öngörülen sayıda illerdeki ölçüm istasyonu sayısı ve bu istasyonlarda ölçülecek parametre sayısının da artırılması düşünülmektedir.

2.1.3 Veri İletişimi

Kurulan istasyon bilgisayarlarında toplanan ölçüm verileri Bakanlığımıza ait özel bir ağ (VPN) üzerinden GSM Modemler aracılığıyla Çevre ve Orman Bakanlığı İl Müdürlükleri ve Bakanlık Merkez Bilgisayarı tarafından alınmaktadır.



Şekil 2-2 Hava kalitesi ölçüm istasyonlarından görünüm



Şekil 2-3 Hava kalitesi ölçüm istasyonlarından görünüm



Şekil 2-4 Partikül Madde (PM10) Otomatik Analizörü ve Kükürt Dioksit (SO₂) Otomatik Analizörü



Şekil 2-5 Kükürt Dioksit (SO₂) Otomatik Analizörü, Partikül Madde (PM10) Otomatik Analizörü, Gravimetrik PM10 Ölçüm Cihazı, SO₂ Kalibrasyon Gaz Tüpü

2.2.1.3 Meteoroloji Verileri

Meteoroloji verileri internet üzerinden, genel anlamda havacılık amaçlı kullanılan bir kaynaktan elde edilmiştir [1]. Sözkonusu veriler çok daha uzun dönemler için elde edilebilmekteyken, kirlilik verilerinin kısıtlayıcı unsur olması sebebiyle 2005 yılının Mart ayından başlayıp 2006 yılının Eylül ayı sonuna kadar, yaklaşık olarak 1.5 yıllık bir veri kullanılmıştır. Aynı zamanda kirlilik değerleri mevcut olmasına karşın sağlıklı meteorolojik verilerine ulaşılamayan iller de kapsam dışında bırakılmıştır. Sonuç olarak; 24 ilin sıcaklık, deniz seviyesinde basınç ve rüzgar hızları incelemede kullanılmıştır.

2.2.2 Analizler ve Analiz Yöntemleri

2.2.2.1 Veri Kalitesi Ön İncelemesi

Kirlilik ölçümleri ham veri olarak alındığında saatlik konsantrasyonlar olarak ifade edilmekteydi. Bu veriler arasında yanıltıcı, hatalı ölçümler bulunması muhtemel görüldüğünden veriler basit bir kontrol programı vasıtasıyla doğrulanmıştır.

$[(X_n - X_{n-1}) / (X_{n-1})] > 0,80$ ve $[(X_{n+1} - X_n) / (X_n)] < - 0,80$ şartlarını sağlayan değerler hatalı olarak kabul edilip değerlendirmeye alınmamıştır. Bu ön incelemeye $85\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'den büyük değerler alınmış, bu değerin altında bu şart aranmamıştır.

Bu ön değerlendirme sonucu iptal edilen sonuçlar ve ham veri halinde de ölçüm sonuçlarının bulunmadığı eksik verilerin belli oranların üzerine çıktığı günlerin konsantrasyon ortalamalarının temsil edici olmayacağı düşünülerek belli kabuller yaparak belli bir veri kalitesi oluşturulmuştur. Saatlik konsantrasyonlar günlük ortalmalara dönüştürülürken asgari %60 veri mevcudiyeti aranırken, günlük ortalmalardan aylık ortalamalara geçilirken aylar için enaz %65'lik günlük ortalama yüzdesine sahip aylar işleme alınarak aylık ortalamalar oluşturulmuştur. Türkiye geneli haritaları oluşturulurken de haritaların Türkiye genelini temsil edici olabilmeleri açısından tüm illerden minimum %40'ına ait veri bulunan aylar haritalara yansıtılmıştır. Tüm ayların yaklaşık %65'inde çizilen haritalarda, minimum illerin %75'inin verisi bulunmaktadır. Ayrıca, minimum 3 aylık bir ortalama serisi oluşturulamayan illerin verileri de işleme alınmamıştır.

Mevcut ham veriler ile 34 il incelemeye alınmış ancak bunlardan 31 tanesine ait sağlıklı veri elde edilebilmiştir. İşleme alınan iller sırasıyla; Adıyaman, Afyon, Ağrı, Ankara, Batman, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Elazığ, Erzurum, Gaziantep,

Gümüşhane, İstanbul, K.Maraş, Karabük, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Samsun, Sivas, Tekirdağ, Uşak, Van, Yatağan, Yozgat, Zonguldak

2.2.2.2 Verilerin Zamana Bağlı Değişiminin Analizi ve Kirlilik Trend Grafikleri

Tüm bu mevcut veriler arasındaki eş zamanlı değişimleri tespit edebilmek amacıyla bu veriler eş zaman eksenli grafiklere dökülmüştür. Sözkonusu pik değişimleri ve bu dönemlerdeki etkileşimleri daha iyi tespit edebilmek amacıyla tüm verilerin veri kalitesi analizinde de belirtilen saatlik kaliteli verilerinin günlük ortalama değerleri alınarak grafiklerde zamana bağlı değişimleri işlenmiştir.

Veri tabanında yeralan illerin kirlilik verileri ve meteorolojik verileri eş zaman ekseninde paralel grafiklere dökülerek meteorolojik verilerle arasındaki paralellikler ve farklılıklar incelenmiştir. Diğer taraftan ise *Pearson Korelasyonu* ile bu kirlilik değerlerinin diğer verilerle arasındaki bağıllık ortaya konmuştur.

Pearson Korelasyonu (Basit Korelasyon Katsayısı): İki bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünün ve kuvvetini belirten korelasyon, genel istatistiksel kullanımda, bağımsızlık durumundan ne kadar uzaklaşıldığını gösterir. Farklı durumlar için farklı korelasyon katsayıları geliştirilmiştir. Bunlardan en iyi bilineni Pearson moment çarpım korelasyon katsayısıdır (basit korelasyon katsayısı olarak da anılır). İki değişkenin kovaryansının, yine bu değişkenlerin standart sapmalarının çarpımına bölünmesiyle elde edilir. (Cohen, 1988)

Beklenen değerleri μ_X ve μ_Y , standart sapmaları σ_X ve σ_Y olan iki bağımsız değişken X ve Y arasındaki korelasyon katsayısı ($\rho_{X,Y}$), şu şekilde tanımlanır:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E((X - \mu_X)(Y - \mu_Y))}{\sigma_X \sigma_Y},$$

E değişkenin beklenen değerini, cov ise kovaryansı ifade eder,

$\mu_X = E(X)$ olduğundan, $\sigma_X^2 = E(X^2) - E^2(X)$ ve

Y, için de aynısı geçerli olduğundan, şu ifadeyi yazabiliriz:

$$\rho_{X,Y} = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{E(X^2) - E^2(X)} \sqrt{E(Y^2) - E^2(Y)}}$$

Tam bir artan doğrusal ilişkinin varlığı halinde korelasyon katsayısı 1 değerini alır, tam bir azalan ilişkinin varlığı halinde ise korelasyon katsayısı -1 değerini alır. Katsayının alabileceği diğer tüm değerler ise ilişkinin doğrusallığına bağlı olarak bu iki değer arasında olacaktır. Katsayı 1'e veya -1'e ne kadar yakınsa ilişkinin doğrusallığı o kadar güçlüdür. Değişkenler istatistiksel olarak bağımsız ise korelasyon 0'dır fakat bunun tersi doğru değildir, çünkü korelasyon katsayısı yalnızca doğrusal olan ilişkiyi belirler. Bu katsayı burada “r” olarak ifade edilmiştir.

2.2.2.3 Türkiye Geneline Kirlilik Verilerinin Mekansal Dağılımlarının Gösterimi

Ülkemizde özellikle 1970’li yılların başlarında Ankara’da önemli bir çevre sorunu olarak ortaya çıkan hava kirliliği 1980’lerde başta İstanbul olmak üzere diğer şehirlerimize de yayılmıştır. Bunun nedeni 1973’te tüm dünyada görülen petrol krizinin Türkiye’yi de etkilemesi ve zorunlu olarak çevreyi kirletme oranı yüksek olan yerli linyit kömürü kullanımına başlanmasıdır. 1984’ten itibaren Sağlık Bakanlığı il merkezlerinde temel kirleticiler olan SO₂ ve PM ölçümlerine başlamıştır.

Ülkemizde tüketilen enerji kaynaklarının %41’i konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle kış aylarında görülen kirliliğin %90’ından sorumludur. 1950’lerden itibaren gerçekleşen hızlı kentleşme konutların ısınması kaynaklı enerji tüketimini gittikçe artırarak hava kirliliğinin ortaya çıkışında önemli bir katkıda bulunmuştur. (Evyapan, F., 2006)

Isınmada kullanılan yakıtın yüksek oranda kükürt ve kül içermesi, binalarda ısı yalıtımının yetersiz olması, yakılan kömür ve fuel-oil’in alçak bacalarla atmosfere verilmesi, yakıtın tam olarak yanmaması gibi faktörlerin yanısıra inversiyon gibi meteorolojik faktörler bir araya geldiğinde bugün büyük şehirlerimizde görülen hava kirliliğine önemli katkılarda bulunmaktadır. Ülkemizde 1990’lı yılların ikinci yarısından itibaren Ankara , İstanbul gibi illerde ve Marmara bölgesinde doğal gaz kullanımına geçilmiş olması hava kirliliği önceliği nin diğer şehirlere kaymasına neden olmuştur. İllerin topografik özelliklerinin hava hareketlerinin gerçekleşmesine ek bir engel teşkil etmesi durumu daha da ağırlaştırmaktadır.

Elde edilen SO₂ ve PM kirlilik verileri Surfer 8.0 programında, Kriging (Uzaysal Enterpolasyon) Metodu esas alınarak mekansal kirlilik dağılım haritaları oluşturulmuştur. Kriging Metodu ilk olarak jeo-istatistiksel maksatlar için geliştirilmiş olup, atmosfer ile ilgili

Çalışmalarda 80'lerin ortalarından bu yana yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Finkelstein, 1984; Timothy,1990; Shaug et al, 1993; Saral, 1995).

Kriging Metodunu'nun esası, $x_1, \dots, x_n$ gibi bilinen düzlemsel noktalarda gözlemlenmiş $Z(x_1), \dots, Z(x_n)$ verilerinden $Z(\cdot)$ rastgele sürecinin bilinmeyen değeri hakkında çıkarımlar yapmaktır. Buradaki rastgele süreç denilen $Z(\cdot)$ bir hava kirliliği parametresi olup bu parametrenin uzaysal dağılımı kastedilmektedir (Saral, 1995).

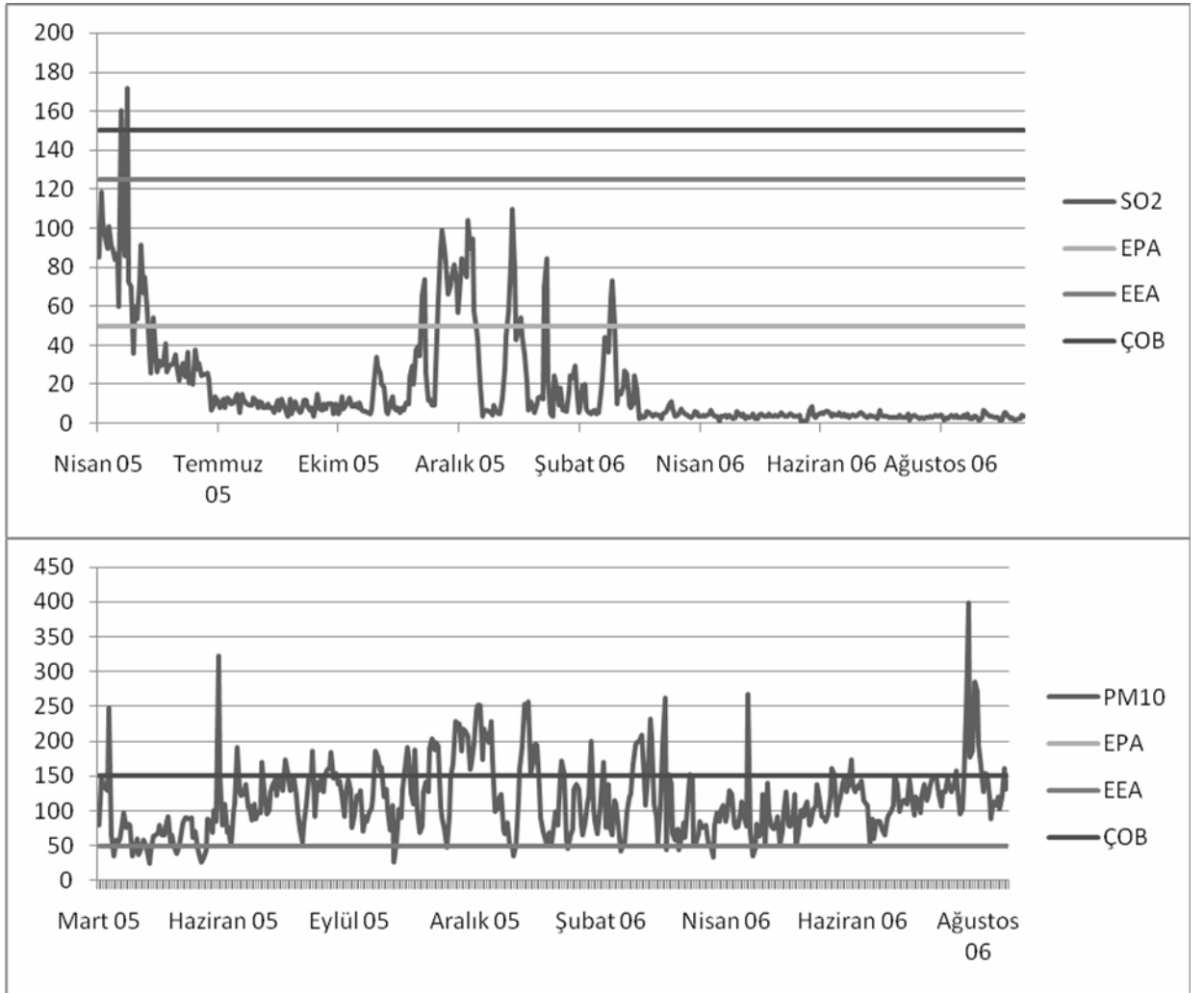
Surfer 8.0 programı en basit kullanım şekliyle 2 tip harita kullanmaktadır. Birincisi *base map* olarak tanımlanan, esas verilerin işleneceği sathın altlığını oluşturan haritadır. Değişken değeri, bu harita üzerindeki sabit koordinatlara işlenerek ikinci harita olan *contrast map* oluşturulur. Burada *base map* olarak tüm illerin koordinatları üzerine işlenen ve programa manuel olarak da girilen bir Türkiye haritasından oluşmaktadır. *Base map* üzerine girilen kirlilik değeriyle *contrast map* oluşturulmuş ve eş kirlilik eğriyi belirlenerek haritalara boyut verilmiştir. Haritaların renklendirilmesinde uzun vade kirlilik sınır değeri gözönüne alınarak, bu sınırlara yaklaşan ve aşan değeri kırmızı tonlarla, 0'a yaklaşan değeri yeşil tonlarıyla gösterilmiştir. Sonuçta resim formatında çıktılar elde edilmiştir.

3. SONUÇ

3.1 Zamansal Kirlilik Değişim Grafikleri

Mevcut 31 ilimizde Mart 2005’den Eylül 2006’ya kadar 1,5 yıllık bir süreçte zamana bağlı kirlilik ve meteoroloji verilerinin değişimi incelenmiştir. Kirlilik verileri $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ifade edilirken, sıcaklık değerleri $^{\circ}\text{C}$; basınç değerleri hPa; rüzgar hızları da km/sa olarak ifade edilmektedir.

3.1.1 Adıyaman

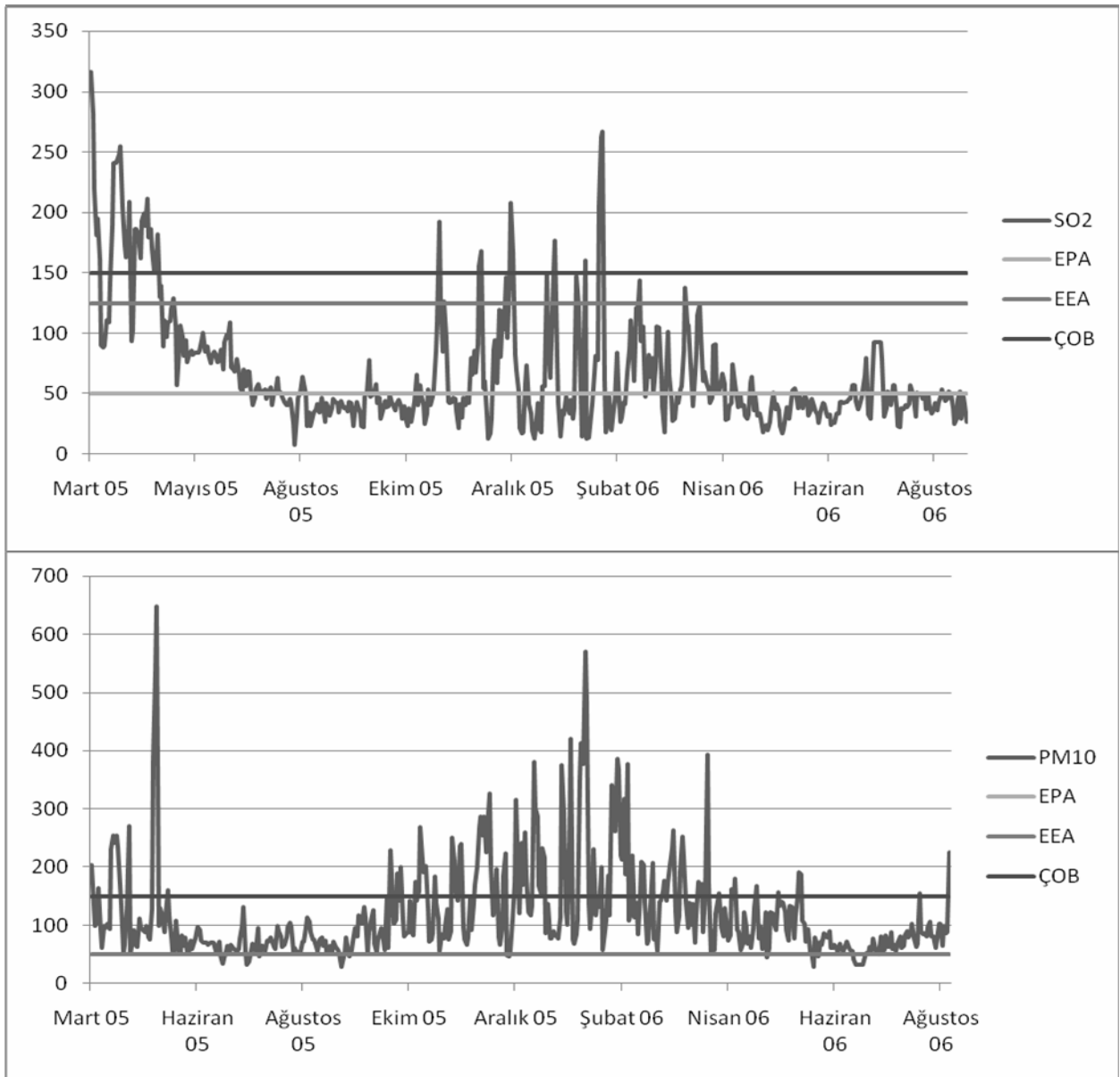


Şekil 3-1 Adıyaman iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Adıyaman iline ait veriler incelendiğinde yaz ve kış dönemlerinin her ikisinde de ve özellikle 2005 yılı verilerine nispeten 2006 yılında daha düşük değerler gözlemlenmiştir. Bunda

endüstriyel faaliyetler, gelişmişlik ve nüfus gibi değerlerin tümündeki düşük değerlerin etkili olduğu düşünülebilir. Bazı değişim noktalarında paralellikler gözlemlense de, SO_2 ve PM_{10} değerleri arasındaki basit korelasyon katsayısı, r , 0,25 olarak tespit edilmiştir. Buradan da partiküler maddenin SO_2 kaynağından bağımsız olarak da oluşmakta olduğunu göstermektedir. Özellikle yaz aylarında taşıtlardan ve birtakım kükürtçe temiz yakıtlar tüketilen kaynaklardan emisyonlar olduğu görülmektedir. Yaz aylarında yağış miktarlarının da düşüklüğü (Tarım ve Köy İşleri Bak. Adıyaman, 2004) göz önüne alındığında rüzgarla toz emisyonunun artmış olma olasılığı yüksektir.

3.1.2 Afyon



Şekil 3-2 Afyon iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

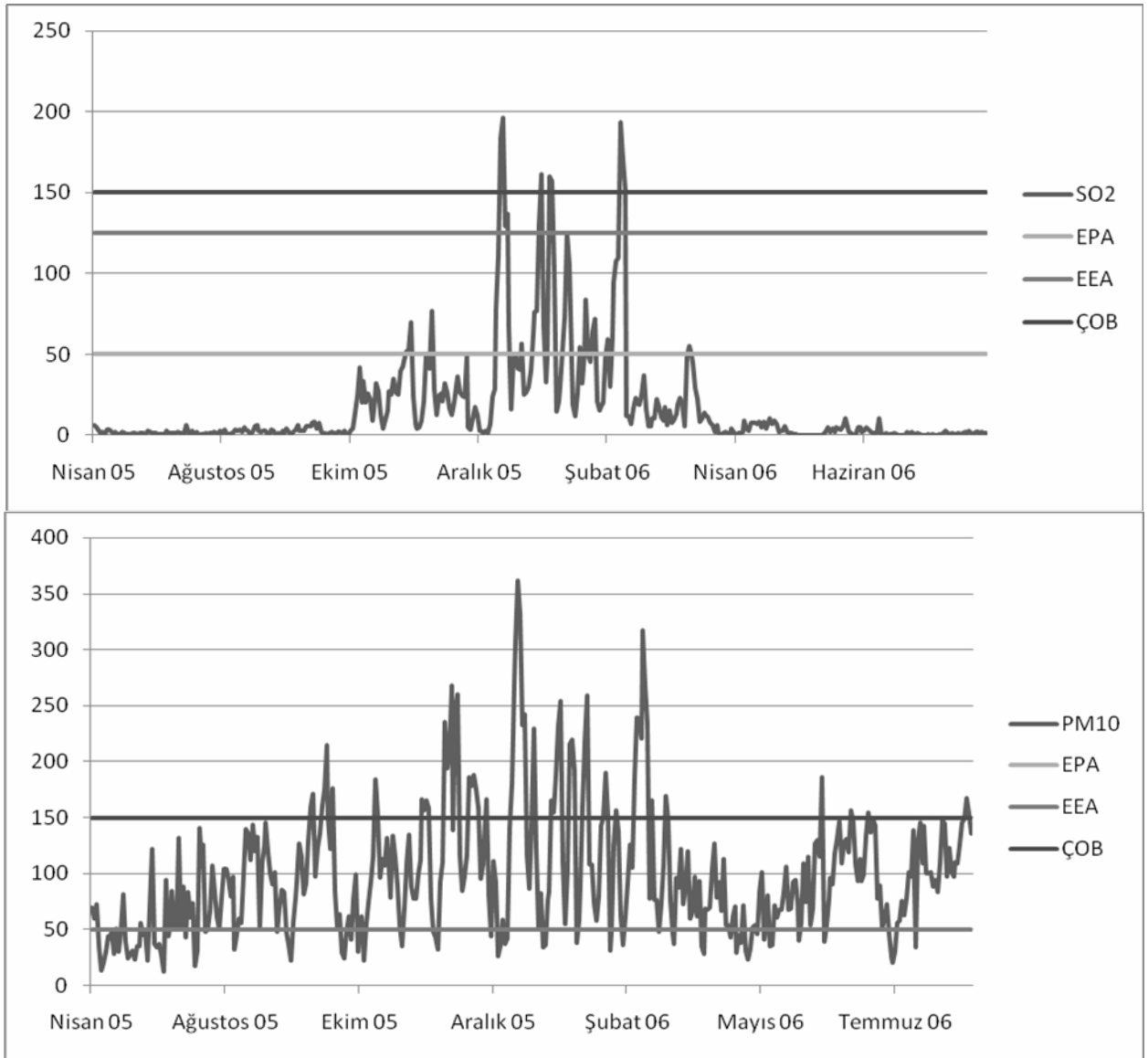
Afyon iline ait grafiklere bakıldığında; SO₂ değerlerinin PM₁₀ değerlerine nazaran daha yüksek olduğu ve PM₁₀ değerlerinin limit değerleri aştığı açıkça görülmektedir. Kükürt dioksit değerlerinin yaz ve kış ortalamalarına baktığımızda ise (Çizelge 3-24 ve 3-28) 44 ve 69 µg/m³ olmak üzere, 92'den 169 µg/m³ ortalamaya yükselen PM₁₀ konsantrasyonları kadar ciddi bir değişim gözlenmemektedir. İle ait bu iki kirlilik verilerinin basit korelasyon katsayıları da 0,36 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler sonucunda ilde bulunan, özellikle A.Karahisar bölgesindeki OSB ve diğer şeker ve selüloz fabrikaları gibi sanayii kaynaklarının kirlilikte etkin rol oynadığı düşünülebilir.

Yaz aylarındaki SO₂ değerlerinin de bu şekilde yurt geneline göre yüksek olması ilde mevcut inceleme dönemine kadar doğalgaz tüketiminin bulunmamasıyla da ilişkilendirilebilir. Ve yine yaz aylarındaki PM₁₀ konsantrasyonlarının oluşumunda, mevcut bitki örtüsünün yetersiz olması ve bölgenin erozyona açık olmasıyla da rüzgar etkisiyle toz taşınımından etkilenmesi olasıdır. (Tarım ve Köy İşleri Bak. Afyon, 2004)

3.1.3 Ağrı

Ağrı iline ait verilere baktığımızda SO₂ kirliliğinin neredeyse tamamen evsel ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminden kaynaklanması kuvvetle muhtemeldir. Yaz aylarında neredeyse yok denecek kadar düşük değerler ölçülmesi sonucu 4 µg/m³ SO₂ ortalaması elde edilmiş buna karşılık kış aylarında ise 37 µg/m³'lere çıkmaktadır ki bu da hem ülke geneli hem de mevcut sınır değerler açısından düşük bir değerdir. PM₁₀ değerleri ortalamlarına baktığımızda ise benzer şekilde yurt ortalamalarını pek aşmayan değerler gözlenmekle beraber, SO₂ değerlerinden nispeten daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir (bkznz. Çizelge 3-24 ve 3-28) .

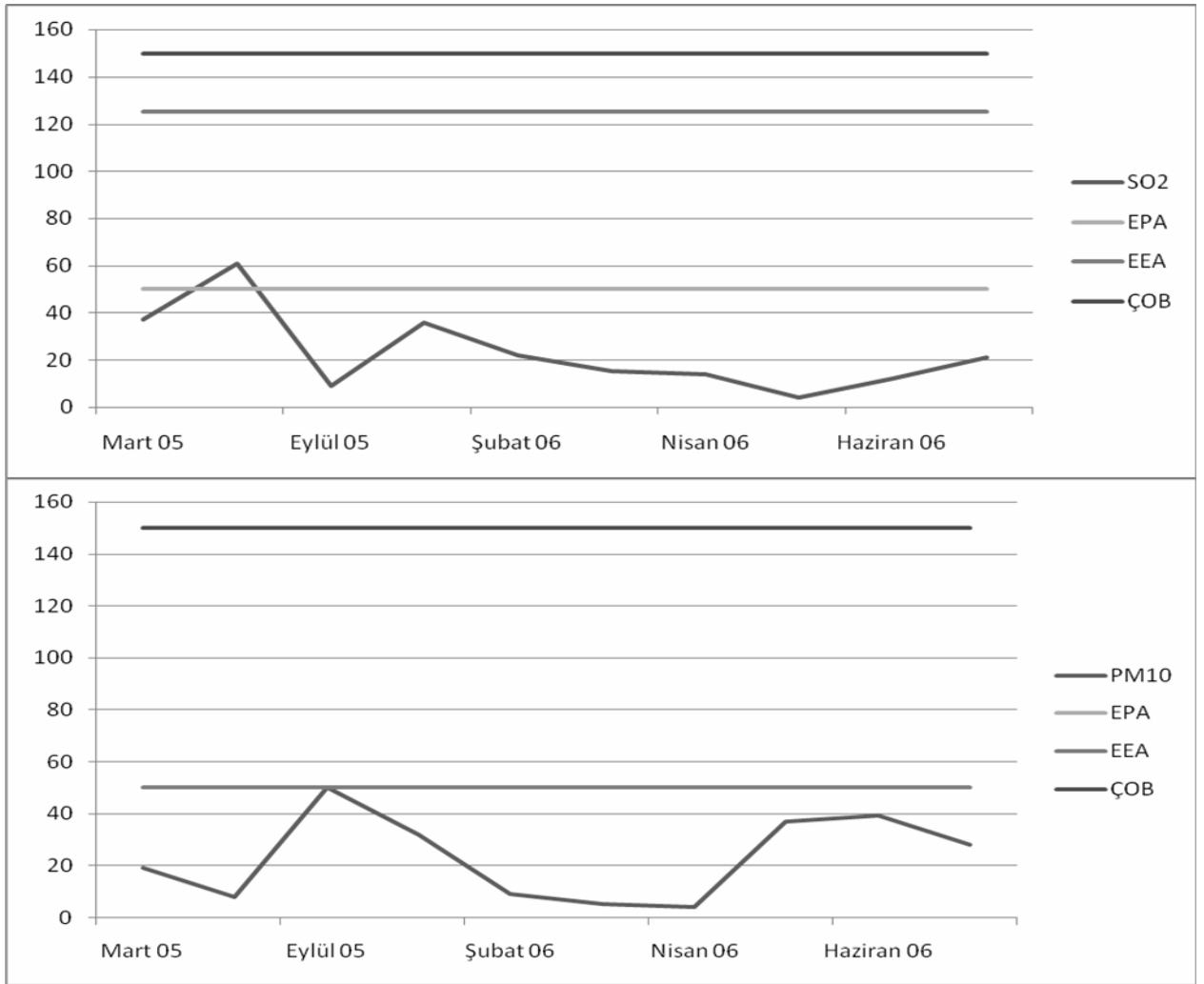
İl genel nüfusu çok yüksek olmamakla beraber (bkznz. Çizelge 3-31) mevcut nüfusun yarısından fazlası da kırsal alanda yaşamaktadır. Çalışmanın yapıldığı dönem itibariyle Ağrı genelinde doğalgaz tüketiminin bulunmamasıyla birlikte kullanılan yakıt tipinin kükürt ve kül muhtevası yüksek olması muhtemeldir. Kış aylarında yaşanan kirliliğin temel kaynağı olarak evsel ısınma amaçlı fosil yakıt tüketimi gösterilebilir. SO₂ ve PM₁₀ kirlilikleri arasındaki basit korelasyon katsayısı da 0,67 olarak tespit edilmiştir ki bu da mevcut yaklaşımları desteklemektedir. Yaz aylarındaki PM₁₀ konsantrasyonlarının da yüksek rakımla hava hareketliliğinin fazla olması ile birlikte yaz aylarındaki kurak iklimin birleşmesiyle özellikle tarımsal faaliyetler sonucu oluşan tozun taşınımının fazla olması gösterilebilir. (Tarım ve Köy İşleri Bak. Ağrı, 2004)



Şekil 3-3 Ağrı iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

3.1.4 Ankara

Ankara gelişmiş bir kent olması açısından baktığımızda grafikte görülen eğimde bu noktada uyum göstermektedir. Şehir, sanayi açısından büyük bir yük ihtiva etmemesi, gelir seviyesinin yüksek olması ve buna da bağlı olarak doğalgaz kullanımına ilk geçilen şehirlerden olmasıyla da mevcut yakıt tüketiminin oluşturduğu kirliliğin de düşük olduğu grafiğe de yansımıştır. İnceleme sürecine dahil verileri 2005 ve 2006 yıllarının aynı aylarına baktığımızda da gözle görülür bir düşüş görülmektedir. 2005 yılındaki doğalgaz kullanımının 2006'da 1,57 milyar m³'den 1,70 milyar m³'e çıkması da bu düşüşteki unsurlardan biri olarak gösterilebilir.



Şekil 3-4 Ankara iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Meteorolojik verilerin kirlilik verilerine olan etkisini basit korelasyon katsayısı ile ifade etmek gerekirse, çizelge 3-1’de görülen değerlerden PM₁₀ değerlerinin meteorolojik veriler doğru orantılı bir ilişkisi olduğu görülmektedir ki bu noktada sıcaklıkla ilgili beklenmeyen bir etki söz konusudur. Bunun da Ankara genelinde doğalgaz kullanımının yüksek olması, diğer fosil yakıt kullanımlarının kontrol altında tutulması gibi sebeplerden kükürt ve kül muhtevası yüksek fosil yakıtlar tüketilememektedir. Bu nedenle kükürt ve partiküler madde kaynakları aynı kaynaktan oluşmayabilmektedir. İki kirlilik parametresi arasındaki -0,40 lık basit korelasyon katsayısı bu mantık ile anlamlandırılabilir.

Tarih	SO ₂	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM ₁₀	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Mart 05	37	4	1015	8	Mart 05	19	4	1015	8
Nisan 05	61	9	1016	8	Nisan 05	8	9	1016	8
Eylül 05	9	17	1018	7	Eylül 05	50	17	1018	7
Ocak 06	36	-2	1020	8	Ocak 06	32	-2	1020	8
Şubat 06	22	-1	1015	6	Şubat 06	9	-1	1015	6
Mart 06	15	6	1012	7	Mart 06	5	6	1012	7
Nisan 06	14	11	1014	8	Nisan 06	4	11	1014	8
Mayıs 06	4	14	1017	7	Mayıs 06	37	14	1017	7
Haziran 06	12	19	1017	9	Haziran 06	39	19	1017	9
Temmuz 06	21	21	1016	13	Temmuz 06	28	21	1016	13
r	-0,42	0,16	0,02		r	0,49	0,75	0,23	

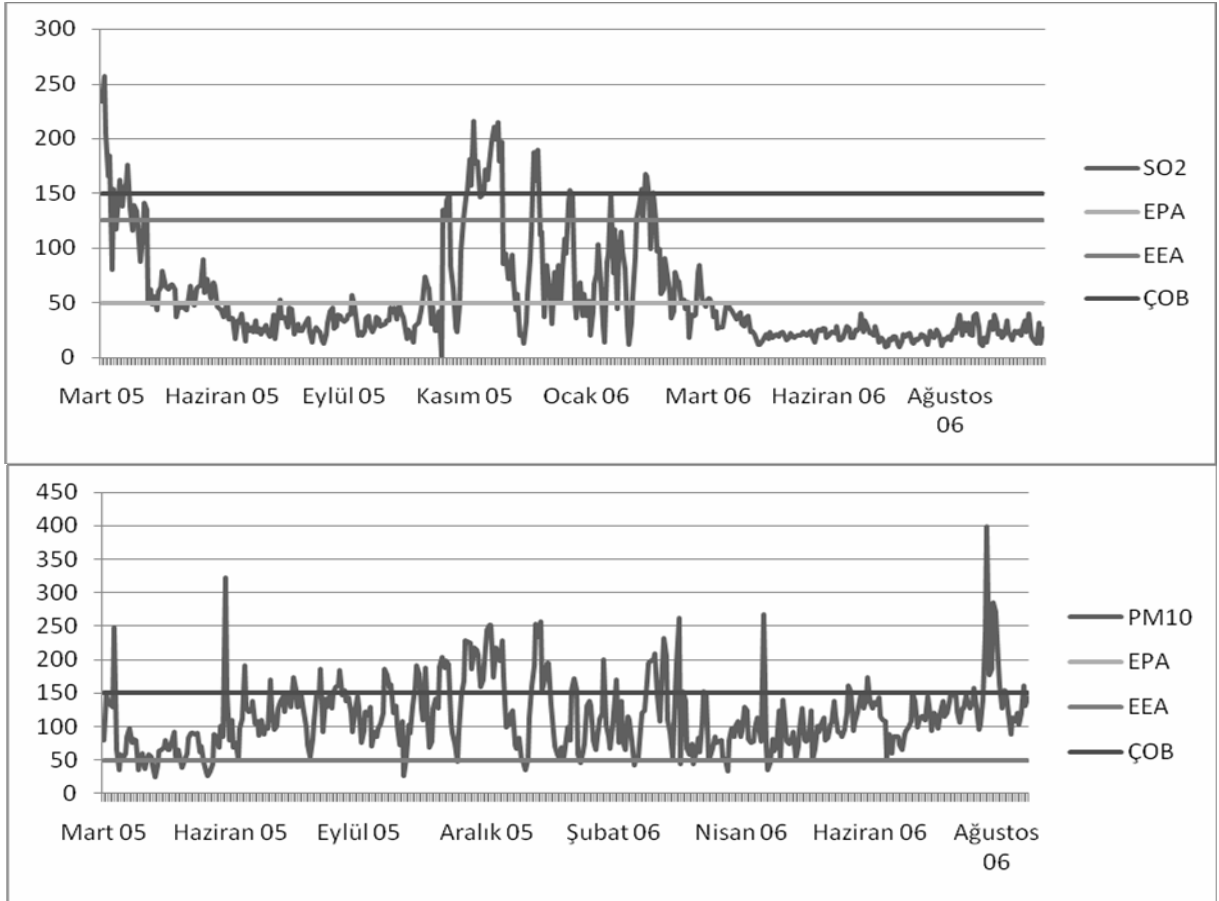
Çizelge 3-1 Ankara iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.5 Batman

Şehrin kirlilik verilerine baktığımızda; ülke geneline göre orta seviyeye yakın değerler gözlemlendiği söylenebilir. SO₂ grafiğinden farklı olarak daha az mevsimsel farklılık gösteren PM₁₀ grafiğinden, partiküler madde kirliliğinin yanma reaksiyonundan farklı kaynaklardan da oluşabileceğini göstermektedir. SO₂ ve PM₁₀ için ortak ve ciddi kaynak olarak Batman il merkezindeki Tüpraş rafinerisinden ve özel termik santralden oluşan emisyon gösterilebilir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Batman, 2001). Santralde oluşturduğu kirliliğe karşın fuel-oil kullanılmaktadır.

Meteorolojik verilerle olan ilişkiyi de gösterebilmek amacıyla kirlilik verileriyle oluşturulan basit korelasyon katsayılarına bakıldığında SO₂ ve PM₁₀ değerlerinin genel olarak beklendiği doğrultuda ilişkili oldukları görülmektedir. Özellikle SO₂ ve PM₁₀'un sıcaklıkla olan katsayı farklılıkları da PM₁₀'un yanmadan farklı bir kaynaktan da oluştuğunu gösteren parametrelerdendir. İki kirliletiçi parametre arasındaki korelasyon sayısı da 0,27 olup bu da mevcut durumu doğrulamaktadır.

Yaz aylarındaki PM₁₀ kirliliğinde mevcut yöre ikliminin karasal olması ve bölgedeki bitki örtüsü ve diğer topografik şartların da neticesinde toprak erozyonunun da gözlenmesinin önemli katkıları olması da tahmin edilmektedir. (Tarım ve Köy İşleri Bak., Batman, 2001)



Şekil 3-5 Batman iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

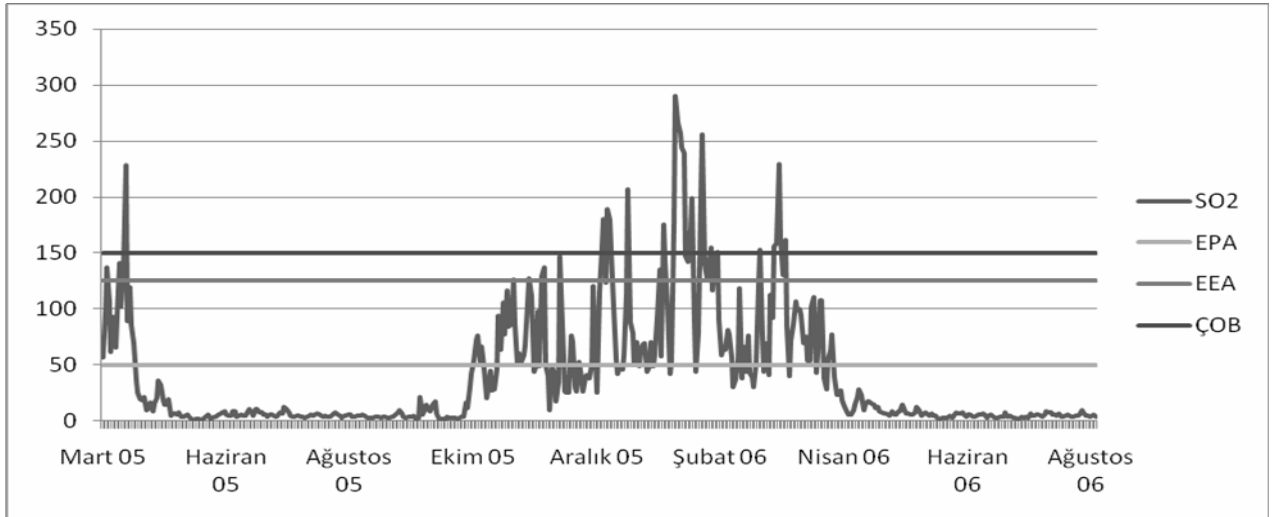
Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Nisan 05	126	17	1014	8
Mayıs 05	56	22	1009	6
Haziran 05	50	27	1006	7
Ağustos 05	29	32	1004	5
Eylül 05	31	25	1009	4
Ekim 05	37	18	1015	5
Aralık 05	123	7	1019	3
Ocak 06	77	2	1018	4
Şubat 06	96	6	1014	7
Mart 06	58	13	1013	7
Nisan 06	30	16	1010	8
Mayıs 06	21	21	1012	6
Haziran 06	23	31	1009	9
Temmuz 06	17	33	1004	10
Ağustos 06	25	33	1006	7
r		-0,72	0,70	-0,30

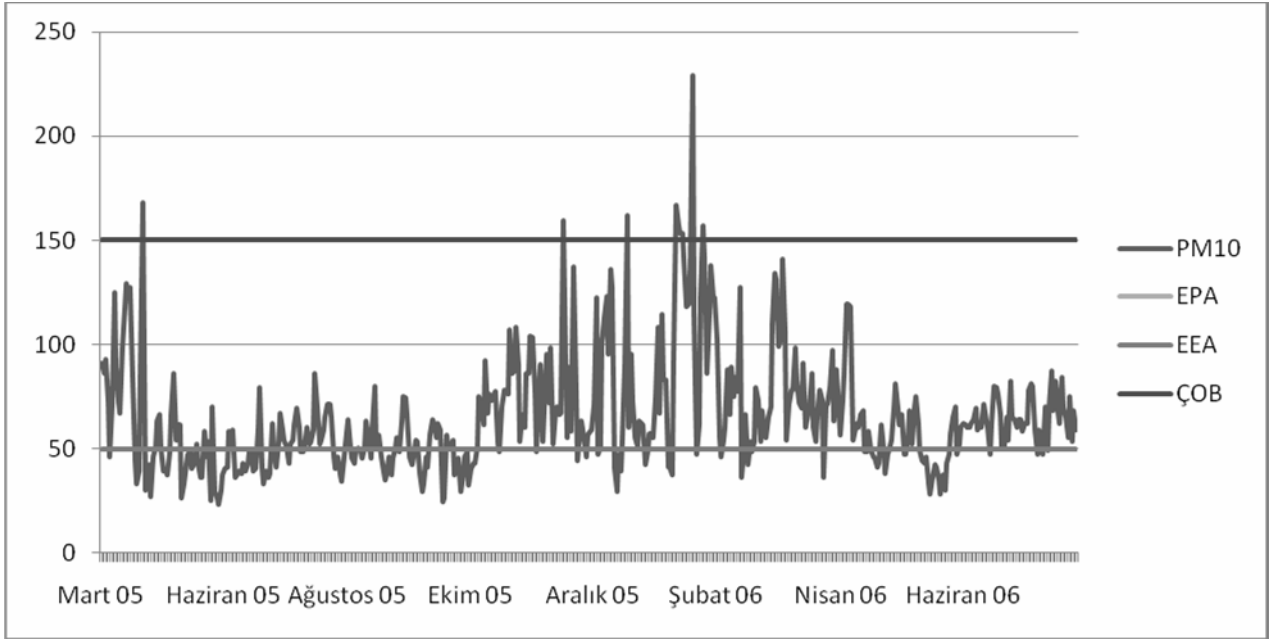
Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Mayıs 05	64	22	1009	6
Ağustos 05	124	32	1004	5
Eylül 05	127	25	1009	4
Ekim 05	120	18	1015	5
Kasım 05	150	10	1018	4
Aralık 05	156	7	1019	3
Ocak 06	114	2	1018	4
Şubat 06	122	6	1014	7
Mart 06	100	13	1013	7
Nisan 06	87	16	1010	8
Mayıs 06	87	21	1012	6
Haziran 06	119	31	1009	9
Temmuz 06	102	33	1004	10
Ağustos 06	162	33	1006	7
r		-0,05	0,22	-0,39

Çizelge 3-2 Batman iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.6 Çanakkale

Çanakkale için meteorolojik verilere paralel mevsimsel geçişlere baktığımızda kış ayları ve yaz ayları arasında özellikle SO₂ ölçüm sonuçlarının büyük farklılık göstermesi, grafikte de görüldüğü gibi, mevcut taşıt kaynaklı ve diğer sabit kirlilik kaynaklarına ek olarak kış aylarında ısınma kaynaklı emisyonun daha baskın olduğunu göstermektedir. Bu farklılıkta ısınma için temel yakıt olarak fosil yakıtların kullanımı etkili olmuştur. Mayıs-eylül dönemindeki kirlilik değerleri 5-15 µg/m³ arasında değişirken, Aralık-Nisan döneminde emisyonlar, uzun vade sınır değerlerine zaman zaman aşarak ortalama 100-120 µg/m³ değerlerine yükselmektedir. PM değerleri içinse yaz aylarında ortalama 40 µg/m³ dolaylarında görülürken kış aylarında ortalama 100 µg/m³ dolaylarına yükselmektedir.





Şekil 3-6 Çanakkale iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Bu iki kirlilik parametresi arasındaki basit korelasyon katsayısı 0,89 olarak hesaplanmıştır. Mevcut meteorolojik verilerle olan korelasyon katsayılarıyla birlikte değerlendirdiğimizde kirliliğin evsel ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminden kaynaklandığı düşünülebilir. Diğer taraftan ilde genel olarak kuzey rüzgarlarının etkili olması Tekirdağ bölgesindeki kirliliğin Çanakkale'deki kirliliğe taşınımıyla etkimesine yol açabileceği de düşünülebilir. (Tarım ve Köy İşleri Bak., Çanakkale, 2004)

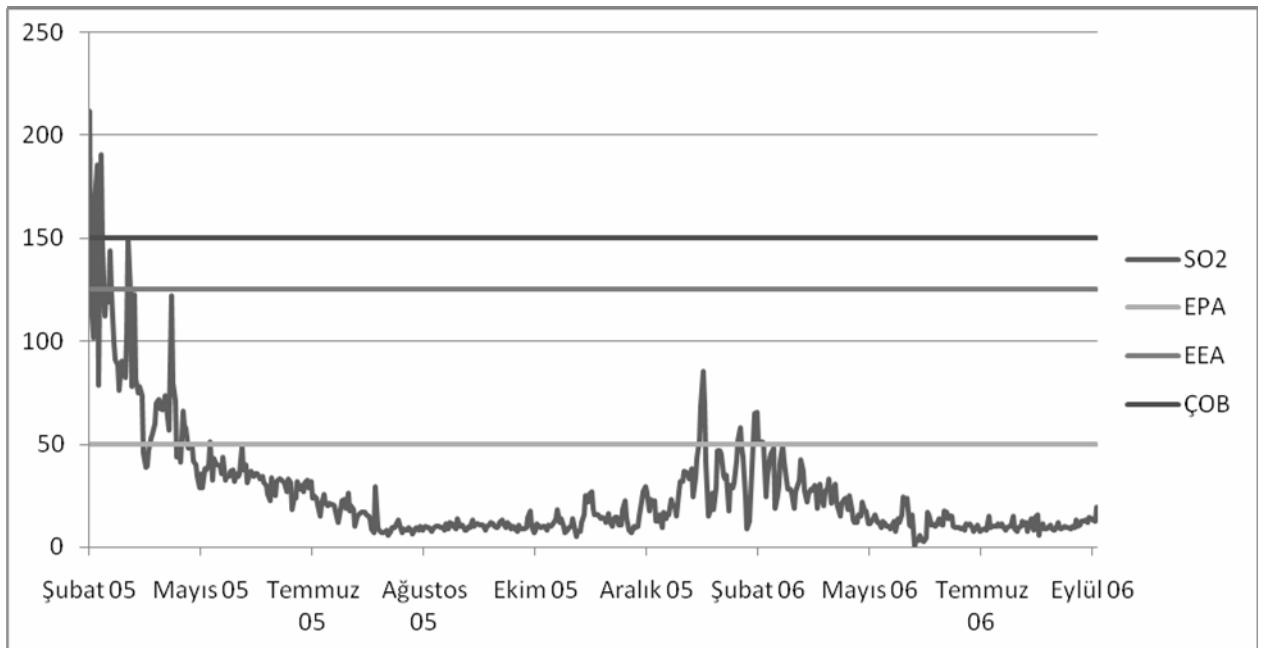
Tarih	SO ₂	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Nisan 05	48	13	1016	14
Haziran 05	5	21	1015	8
Temmuz 05	6	25	1012	10
Ağustos 05	4	26	1012	9
Eylül 05	6	22	1016	8
Ekim 05	25	15	1022	10
Kasım 05	76	11	1020	12
Aralık 05	73	9	1018	16
Ocak 06	117	3	1024	13
Şubat 06	112	5	1015	13
Mart 06	92	9	1013	15
Nisan 06	48	14	1014	10
Mayıs 06	10	17	1016	9
Haziran 06	5	22	1016	9
Temmuz 06	4	25	1089	13
Ağustos 06	5	26	1010	9
r		-0,95	-0,14	0,73

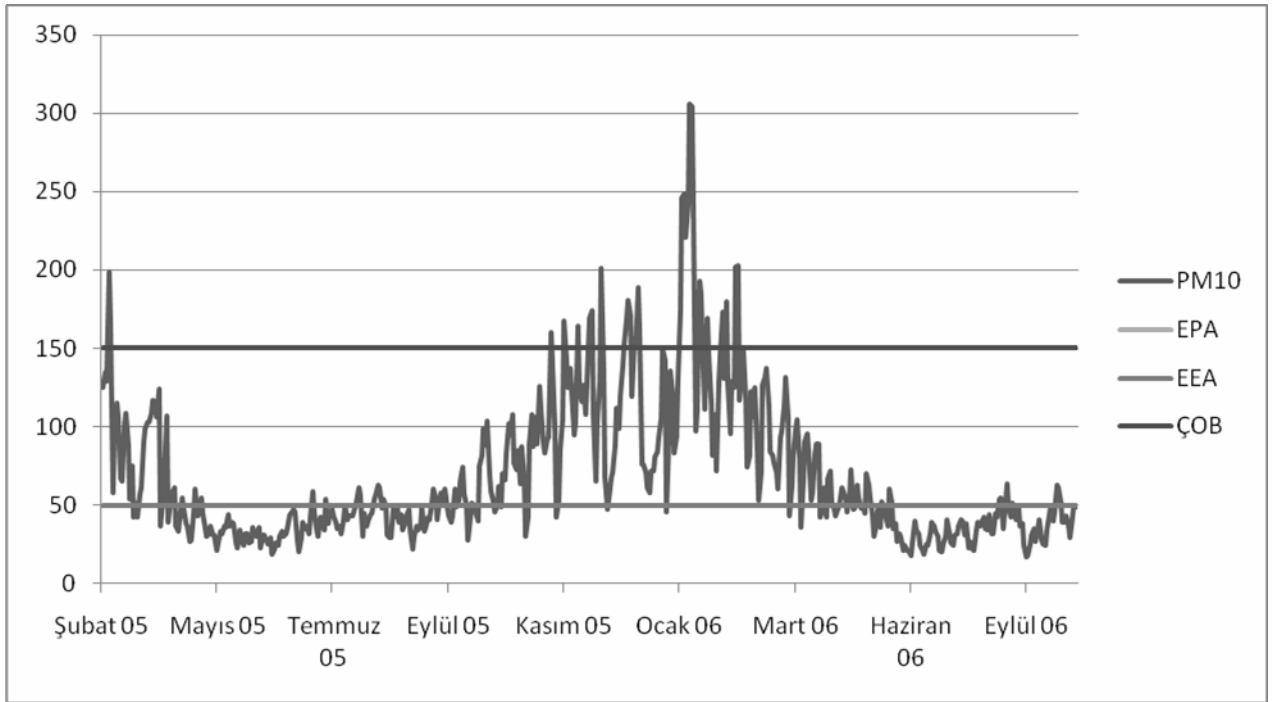
Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Nisan 05	67	13	1016	14
Mayıs 05	49	18	1014	9
Haziran 05	40	21	1015	8
Temmuz 05	54	25	1012	10
Ağustos 05	53	26	1012	9
Eylül 05	50	22	1016	8
Ekim 05	53	15	1022	10
Kasım 05	81	11	1020	12
Aralık 05	74	9	1018	16
Ocak 06	85	3	1024	13
Şubat 06	102	5	1015	13
Mart 06	77	9	1013	15
Nisan 06	75	14	1014	10
Mayıs 06	55	17	1016	9
Haziran 06	50	22	1016	9
Temmuz 06	64	25	1089	13
Ağustos 06	65	26	1010	9
r		-0,77	0,04	0,70

Çizelge 3-3 Çanakkale iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.7 Çankırı

Çankırı ili SO₂ ve PM₁₀ ölçümlerine göre çok yüksek olmayan kirlilik değerlerine sahiptir. Grafiklerden de görüleceği üzere kış aylarında paralel bir artış gözlenmektedir. Nüfus açısından da çok yoğun olmayan ilde mevcut kirliliğin, evsel ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminden kaynaklanması muhtemeldir.

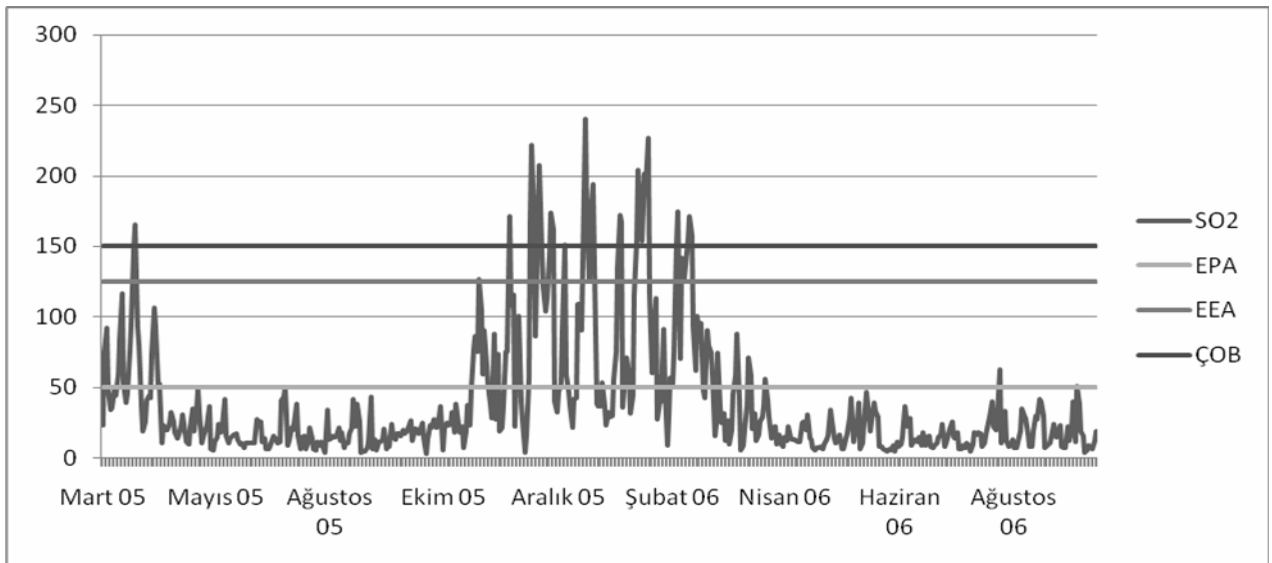


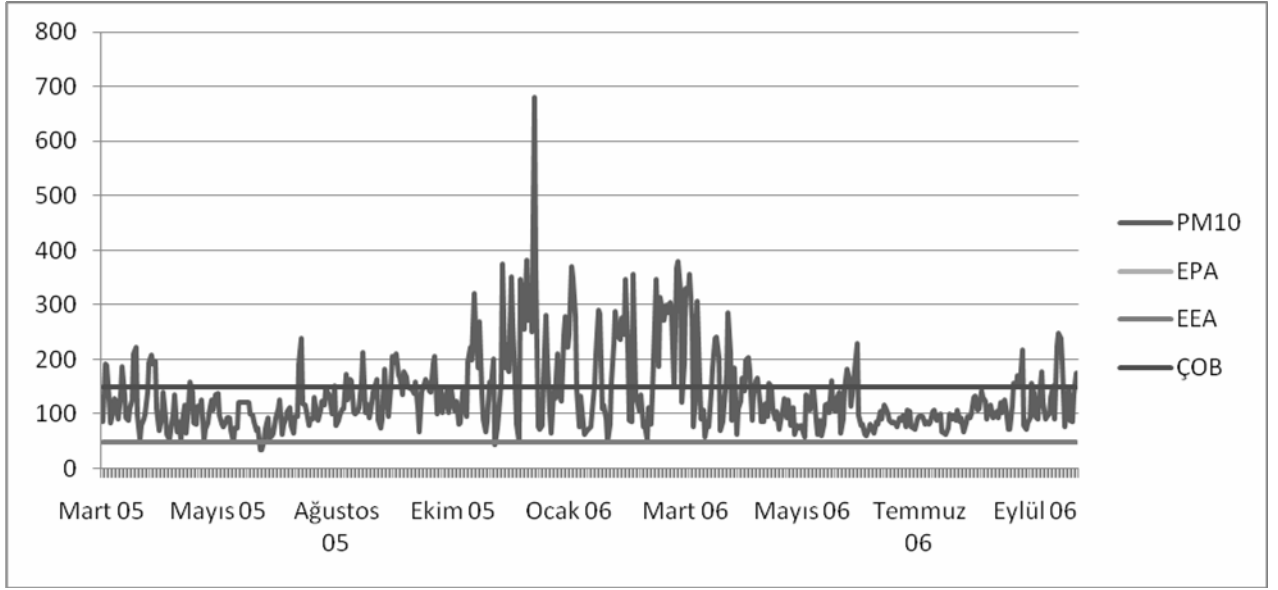


Şekil 3-7 Çankırı iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Karasal iklimin hüküm sürdüğü ilde kışların sert ve soğuk geçmesi neticesinde yakıt tüketimi de artmaktadır. Sosyo ekonomik açıdan da büyük bir gelişmişliğe sahip olmayan ilde yakıt kalitesi ve ısınma sistemlerinin iyileştirilmesi zor olmakla beraber mevcut tüketilen yakıtların kükürt ve kül muhtevası yüksek katı fosil yakıtlar olması muhtemeldir. İlde mevcut doğalgaz tüketimi görülmemektedir. SO_2 ve PM_{10} parametreleri arasındaki basit korelasyon katsayısı ise 0,24 olarak hesaplanmıştır.

3.1.8 Çorum





Şekil 3-8 Çorum iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Çanakkale'deki kirlilik eğrilerine benzer eğriler Çorum'da da görülmektedir. Aynı şekilde yaz aylarında $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerlerindeki kirlilik kış aylarında $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerini aşmaktadır ve grafikteki bu dar periyotlu eğriler ısınma kaynaklı yakıt tüketiminin fosil yakıt bazlı olduğunu göstermektedir. Meteorolojik verilere baktığımızdaysa, kış aylarında düşen sıcaklık ve yükselen basıncın yanı sıra düşen rüzgar hızı da kirliliğin taşınım ve dağılımını etkilediği varsayılabilir.

Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınc	Rüzgar Hızı
Mart 05	69	5	1016	7
Nisan 05	34	11	1015	7
Mayıs 05	20	14	1013	5
Haziran 05	16	17	1012	6
Temmuz 05	14	22	1009	8
Ağustos 05	16	23	1009	7
Eylül 05	17	16	1014	5
Ekim 05	43	10	1021	4
Kasım 05	78	5	1022	3
Aralık 05	106	2	1022	5
Ocak 06	95	-3	1025	5
Şubat 06	100	-1	1019	4
Mart 06	45	6	1013	6
Nisan 06	20	11	1013	6
Mayıs 06	17	14	1014	5
Haziran 06	15	18	1012	7
Temmuz 06	13	19	1011	7
Ağustos 06	22	24	1007	7
Eylül 06	16	17	1014	6
r		-0,90	0,83	-0,54

Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Mart 05	129	5	1016	7
Nisan 05	111	11	1015	7
Mayıs 05	99	14	1013	5
Haziran 05	86	17	1012	6
Ağustos 05	126	23	1009	7
Eylül 05	145	16	1014	5
Ekim 05	148	10	1021	4
Aralık 05	218	2	1022	5
Ocak 06	176	-3	1025	5
Şubat 06	205	-1	1019	4
Mart 06	187	6	1013	6
Nisan 06	124	11	1013	6
Mayıs 06	106	14	1014	5
Haziran 06	97	18	1012	7
Temmuz 06	88	19	1011	7
Ağustos 06	118	24	1007	7
Eylül 06	129	17	1014	6
r		-0,75	0,66	-0,59

Çizelge 3-4 Çorum iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

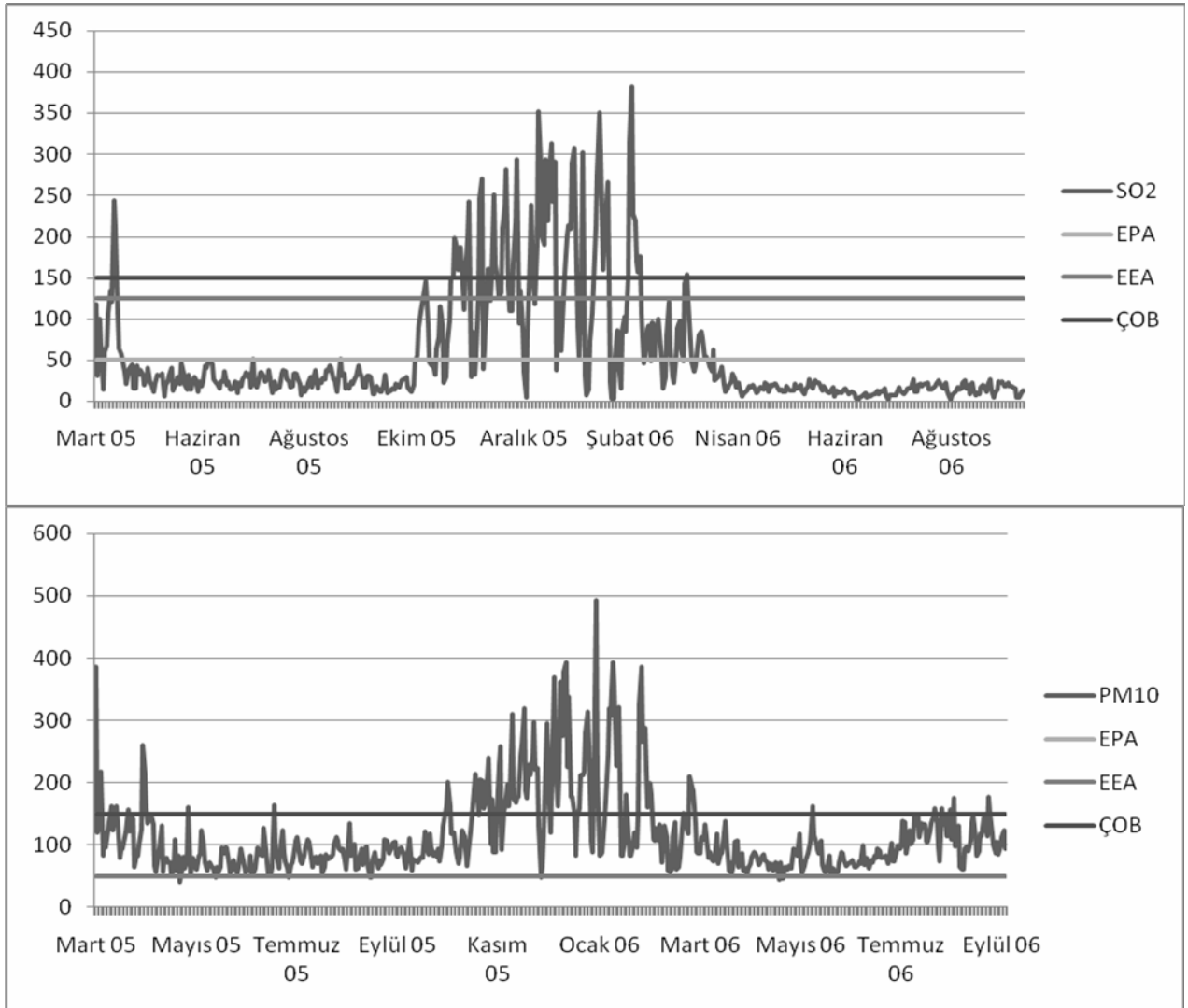
İle ait kirlilik verilerinin meteorolojik verilerle ilişkisini incelemek amacıyla bu değerler arasında hesaplanan basit korelasyon katsayıları yüksek değerler kaydetmektedir. Bu da kirlilikte evsel ısınma kaynaklı fosil yakıt tüketiminin etkili olduğu izlenimini vermektedir. Ayrıca, SO₂ ve PM₁₀ parametreleri arasında hesaplanan katsayı da 0,84 olarak bulunmuştur. Bu durum, bölgede hakim iklim koşulları ve topografya ile açıklanabilir. Mevcut karasal iklim, kış aylarında şartları zorlaştırmaktadır. Bu sebeple yakıt tüketimi de bu ölçüde artış göstermektedir. Eldeki verilere göre (Çizelge 3-31), ildeki doğalgaz tüketimi de henüz ciddi anlamda yaygınlaşmamıştır. Diğer taraftan çimento fabrikası, tuğla kiremit üretimi ve gıda sanayii ile temelleri atılan ildeki sanayileşme özellikle 1980 sonrası ciddi bir ivme kazanarak hızla çeşitlenerek büyümüştür (Tarım ve Köy İşleri Bak., Çorum, 2004). Bu sanayileşmenin de mevcut kirlilikte payı büyüktür.

3.1.9 Denizli

Denizli’de kirlilik değerleri aynı şekilde kış aylarında yükselen kirlilik değerlerinde, özellikle SO₂’ye baktığımızda kirlilik eğrisi dar bir periyotta ekstrem noktalar arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Bu değişim ısınma için fosil yakıt tüketilmesi olarak yorumlanabilir. Kış aylarında 180 µg/m³’lere ulaşarak uzun vade kirlilik sınır değerlerini aşan SO₂ emisyonları, yaz aylarında da 25-30 µg/m³’lere düşmektedir. Bu da bölgedeki mevcut sanayi ve taşıt emisyonunun varlığıyla yorumlanabilir. 2005 ve 2006 yılları arasında yılın

aynı dönemleri kıyaslandığında belli bir miktar düşüş olduğu gözlenmektedir. PM emisyonlarına baktığımızda yaz aylarında $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lere inerken kış aylarında uzun vade kirlilik sınır değerlerinin çok üzerinde, $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerlerine kadar çıkmaktadır. PM verileri de SO_2 değerleriyle benzer bir eğri oluşturmaktadır.

Meteorolojik verilerin kirlilik verileriyle ilişkilerini değerlendirmek için hesaplanan basit korelasyon katsayılarına baktığımızda oldukça yüksek değerler görülmektedir. Kış aylarındaki çok ciddi kirlilik artışları, başlıca kirlilik kaynağının evsel ısınma amaçlı fosil yakıt tüketimi olduğunu doğrular niteliktedir. Ayrıca bu iki kirlilik parametresinin birbirleriyle ilişkisini gösteren basit korelasyon katsayısı da 0,94 olarak hesaplanmıştır. Bu da kirliliğin büyük ölçüde ortak yanma faaliyetleri sonucu oluştuğunu göstermektedir. (Tarım ve Köy İşleri Bak., Denizli, 2004)



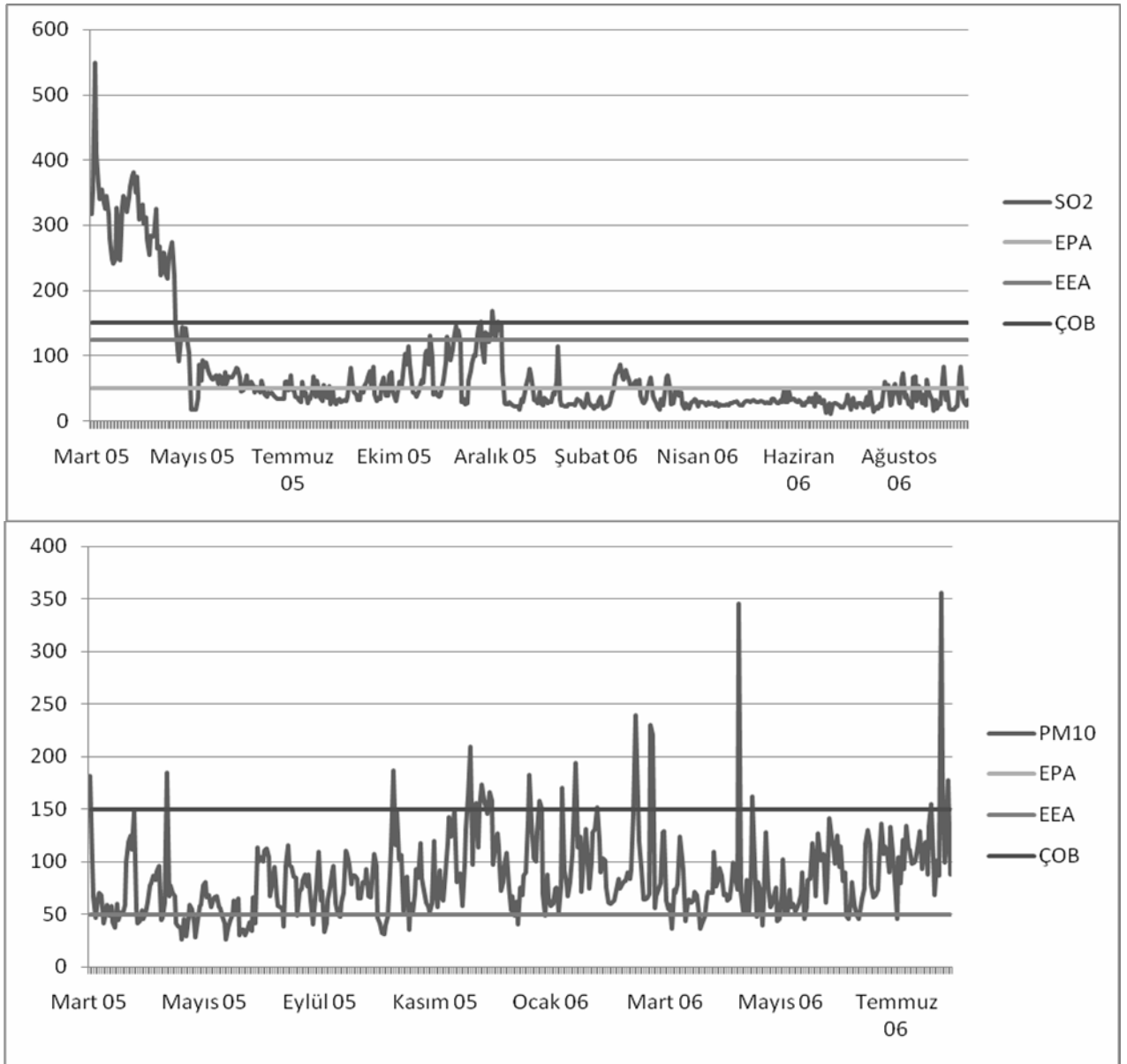
Şekil 3-9 Denizli iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tarih	SO ₂	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM ₁₀	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Nisan 05	61	17	1013	5	Mart 05	140	9	1017	4
Mayıs 05	25	20	1013	4	Nisan 05	104	17	1013	5
Haziran 05	26	24	1011	5	Mayıs 05	76	20	1013	4
Temmuz 05	25	28	1008	4	Haziran 05	71	24	1011	5
Ağustos 05	26	27	1008	4	Temmuz 05	85	28	1008	4
Eylül 05	22	22	1013	3	Ağustos 05	83	27	1008	4
Ekim 05	46	15	1019	3	Eylül 05	83	22	1013	3
Kasım 05	128	10	1020	4	Ekim 05	101	15	1019	3
Aralık 05	175	8	1020	4	Kasım 05	157	10	1020	4
Ocak 06	172	4	1021	4	Aralık 05	213	8	1020	4
Şubat 06	137	7	1016	3	Ocak 06	215	4	1021	4
Mart 06	71	11	1013	4	Şubat 06	191	7	1016	3
Nisan 06	25	16	1012	3	Mart 06	112	11	1013	4
Mayıs 06	15	19	1014	2	Nisan 06	81	16	1012	3
Haziran 06	12	24	1012	2	Mayıs 06	71	19	1014	2
Temmuz 06	10	27	1009	2	Haziran 06	78	24	1012	2
Ağustos 06	16	29	1007	1	Temmuz 06	87	27	1009	2
Eylül 06	14	22	1013	3	Ağustos 06	127	29	1007	1
					Eylül 06	108	22	1013	3
r	-0,87	0,78	0,32		r	-0,76	0,68	0,08	

Çizelge 3-5 Denizli iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.10 Diyarbakır

Diyarbakır’da genel SO₂ değerleri dağılımı, mevsimsel geçişlerde daha geniş periyotlar çizmektedir. Ancak 2005 kış döneminde çok yüksek SO₂ ortalamaları gözlenmektedir. Bu yüksek değerler 2006 kışında tekrarlanmamaktadır. 2005 kış dönemi sonrasında Diyarbakır’daki SO₂ değerleri 30-80 µg/m³ değerleri arasında yumuşak geçişli bir grafik çizmektedir. Buradan da bölgedeki kirliliğin ısınma kaynaklı yakıt tüketimine bağlı olmadığı düşünülebilir. Diğer taraftan, genel eğilim olarak benzerlik gösterse de PM değerleri SO₂ den bağımsız olarak, 50 ile 120 µg/m³ arasında düzensiz bir dağılım göstermektedir. Sıcaklık ve basınç değerleri kirlilik değerleriyle yüksek basit korelasyon sayıları verirlerken bu iki kirlilik parametrelerinin birbirleriyle ilişkililiklerini ortaya koymak amacıyla hesaplanan basit korelasyon katsayısı -0,23 olarak bulunmuştur. Diyarbakır, hem çevre illerden göç almasıyla nüfusu artan ve diğer taraftan da ekonomik açıdan gelişmekte olan bir ildir. Kirliliğin oluşmasında bu artan nüfusla mevcut gelişmeyi, şehrin yapısının sindirmesi sürecinin büyük etkisi olmaktadır. Çalışma kapsamında ile ait bir doğalgaz tüketimi bulunmamaktadır. (Tarım ve Köy İşleri Bak., Diyarbakır, 2004)



Şekil 3-10 Diyarbakır iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

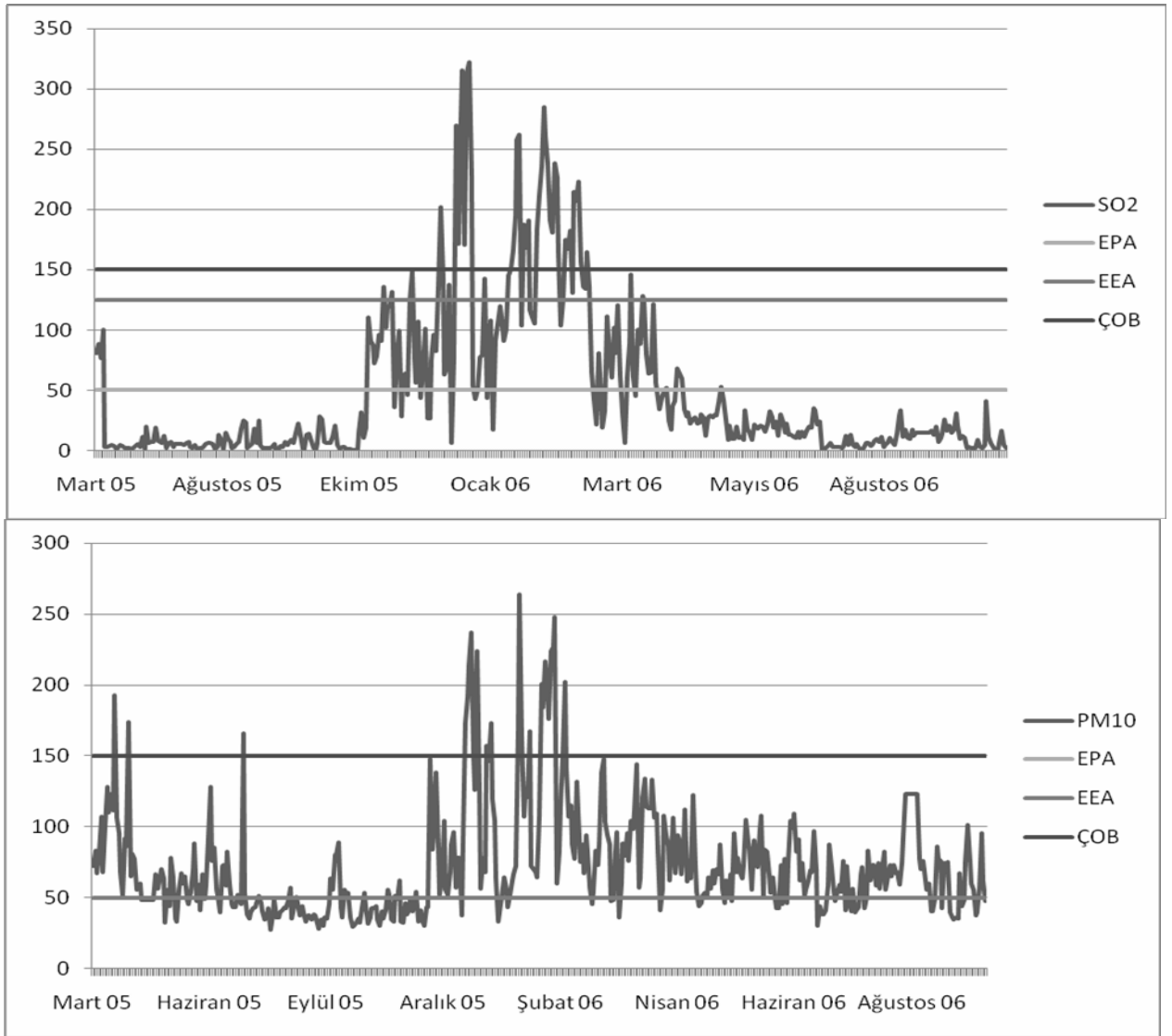
Tarih	SO ₂	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Mart 05	330	8	1016	13	Mart 05	72	8	1016	13
Nisan 05	276	13	1014	10	Nisan 05	74	13	1014	10
Mayıs 05	75	18	1009	10	Mayıs 05	53	18	1009	10
Haziran 05	59	24	1004	14	Ağustos 05	77	30	1001	12
Temmuz 05	44	31	1000	14	Eylül 05	75	24	1007	12
Ağustos 05	40	30	1001	12	Ekim 05	82	16	1015	11
Eylül 05	47	24	1007	12	Kasım 05	98	8	1021	8
Ekim 05	69	16	1015	11	Aralık 05	110	6	1021	8
Kasım 05	80	8	1021	8	Ocak 06	102	0	1022	8
Aralık 05	81	6	1021	8	Şubat 06	98	4	1018	10
Ocak 06	35	0	1022	8	Mart 06	90	9	1015	9
Şubat 06	40	4	1018	10	Nisan 06	80	14	1011	10
Mart 06	43	9	1015	9	Mayıs 06	70	18	1011	9
Nisan 06	26	14	1011	10	Temmuz 06	85	29	1000	13
Mayıs 06	29	18	1011	9	Ağustos 06	123	30	1001	10
Haziran 06	30	26	1005	10					
Temmuz 06	25	29	1000	13					
Ağustos 06	41	30	1001	10					
Eylül 06	35	24	1008	12					
r	-0,31	0,29	0,08		r	-0,17	0,20	-0,48	

Çizelge 3-6 Diyarbakır iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.11 Edirne

Edirne’de de SO₂ değerleri yaz aylarında ortalama 19 µg/m³ değerleri civarında iken kış aylarında sınır değerlerine yaklaşarak 136 µg/m³’lerdedir. Özellikle SO₂ konsantrasyonlarının yaz kış dönemlerindeki bu büyük değişimleri ve bunun yanında meteorolojik verilerle SO₂ arasındaki basit korelasyon katsayılarından özellikle sıcaklık katsayısının neredeyse ~1’e yaklaşması kirliliğin evsel ısınma amaçlı fosil yakıt tüketimine bağlanabilir. Diğer taraftan Edirne’nin yer yer Karadeniz iklimine kaymakla beraber ağırlıklı olarak karasal olan iklim şartları neticesinde kışların soğuk ve yağışlı geçmesi de bu kirlilik değerlerinin yükselişinde en önemli rolü oynamaktadır. İlde çalışma kapsamında doğalgaz tüketiminin bulunmaması da bu görüşü desteklemektedir (Çizelge 3-31). SO₂ ve PM₁₀ değerleri arasında basit korelasyon katsayısı da 0,76 olarak hesaplanmıştır. Bu da her iki kirleticinin de büyük oranda ortak yanma reaksiyonlarından oluşmuş olma ihtimallerini arttırmaktadır. (Tarım ve Köy İşleri Bak., Edirne, 2003)

2006 Temmuz-Eylül dönemine baktığımızda PM grafiğindeki düzensizlikle basınç ve rüzgar hızı grafiklerinin ters orantıyla benzeştiğini görmek mümkündür. Mevcut hesaplanmış r basit korelasyon katsayıları da bunu desteklemektedir (Çizelge 3-07). Buradan da rüzgar hızı ve basınca bağlı dağılımın azalmasıyla ölçülen mevcut kirlilik konsantrasyonlarının daha yüksek kaldığı düşünülebilir.



Şekil 3-11 Edirne iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Ağustos 05	8	23	1013	6
Eylül 05	9	20	1017	6
Aralık 05	124	4	1019	7
Ocak 06	150	0	1026	10
Şubat 06	134	2	1016	7
Nisan 06	40	13	1014	6
Mayıs 06	23	17	1016	6
Haziran 06	19	21	1016	5
Temmuz 06	5	21	1016	8
Ağustos 06	14	21	1010	5
Eylül 06	10	15	1017	6
r		-0,97	0,69	0,71

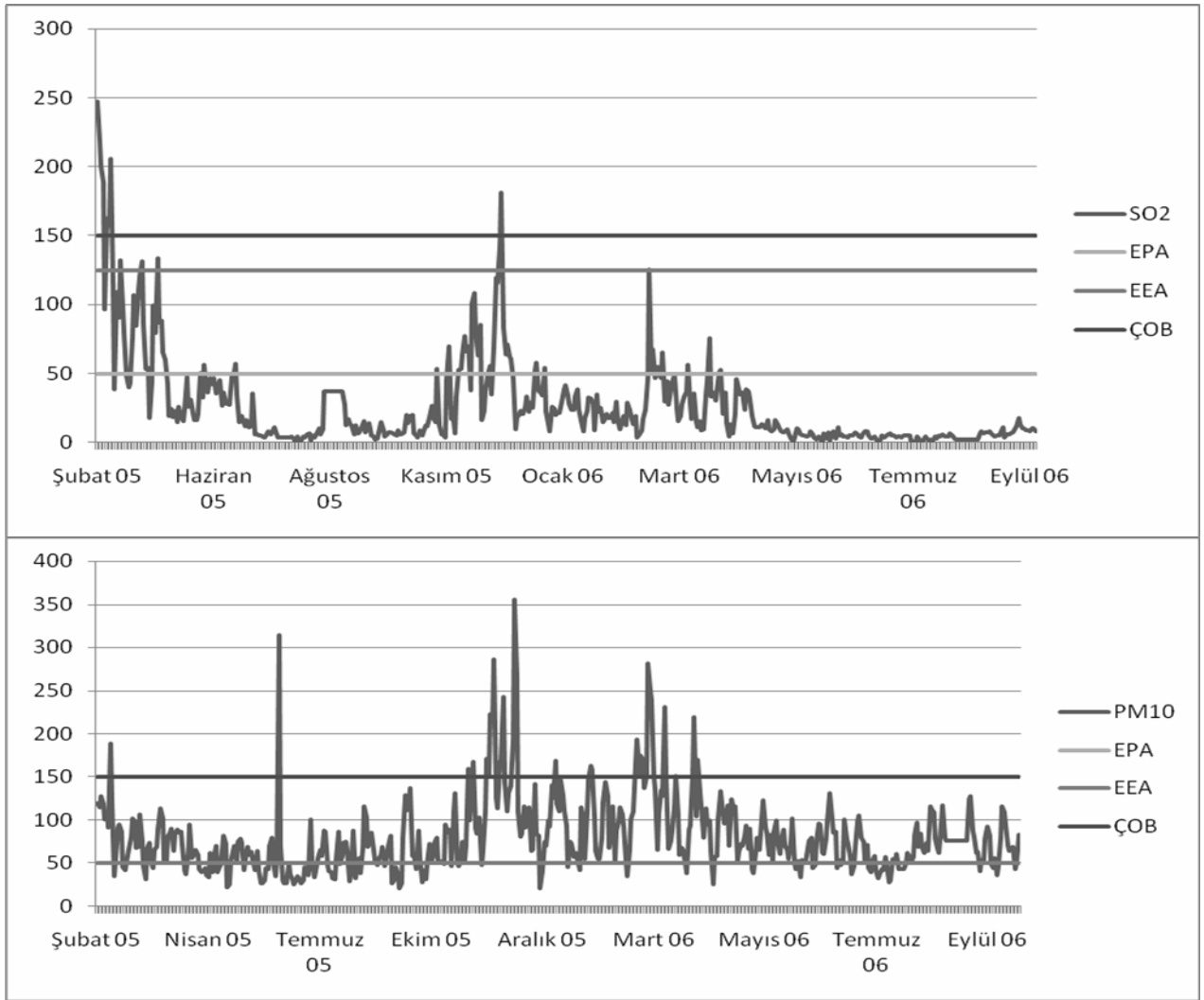
Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Nisan 05	84	12	1016	8
Mayıs 05	57	18	1015	7
Ağustos 05	41	23	1013	6
Eylül 05	45	20	1017	6
Ekim 05	41	14	1023	6
Aralık 05	109	4	1019	7
Ocak 06	111	0	1026	10
Şubat 06	114	2	1016	7
Mart 06	95	8	1012	9
Nisan 06	80	13	1014	6
Mayıs 06	70	17	1016	6
Haziran 06	69	21	1016	5
Temmuz 06	55	21	1016	8
Ağustos 06	80	21	1010	5
Eylül 06	58	15	1017	6
r		-0,83	0,16	0,58

Çizelge 3-7 Edirne iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.12 Elazığ

Elazığ'da düzenli bir parabolik grafik elde edilememiştir. SO₂ değerleri için baktığımızda çok düzenli olmasa da kış döneminde artış gözlenmektedir. Ancak PM'ye baktığımızda Haziran ayında da yüksek ölçüm sonuçları elde edildiği görülmektedir. Dolayısıyla burada karşımıza çıkan iki ihtimalden biri sabit olmayan emisyonu sahip bir kaynak söz konusu olabilir. Diğer bir ihtimal ise ölçümlerin güvenilirliğidir. Bölgede çalışma kapsamında doğalgaz tüketimi görülmemesine karşın, çevre illerle göre daha alçak kotta bulunan ilin mevcut iklim şartlarının da güneyden gelen ılıman hava akımlarıyla yumuşamasıyla kirlilik değerleri daha yüksek değerlere ulaşmamışlardır (Tarım ve Köy İşleri Bak., Elazığ, 2003)

Bununla birlikte Elazığ'daki SO₂ kirlilik değerleri yaz aylarında 5 µg/m³ değerlerine düşmekteyken kış aylarında 70 µg/m³ değerlerine kadar yükselmektedir. Nitekim, yazın 8 kışın ise 34 µg/m³ SO₂ ortalamasının yanında, sırasıyla ya ve kış olmak üzere 71'e 106 µg/m³ lük PM₁₀ ortalamaları elde edilmiştir. PM değerlerinde gözlenen düzensiz grafik en çok rüzgar hızı ile aralarındaki basit korelasyon katsayısıyla yorumlanabilir (Çizelge 3-08). Buradan yine emisyon dağılımına rüzgar etkisini düşünerek düşük veya yüksek konsantrasyon değerlerini kirlletici konsantrasyonlarının atmosferde dağılımının yavaş veya hızlı olmasıyla açıklayabiliriz. Bunun yanı sıra iki kirlletici parametre arasında basit korelasyon katsayısı 0,63 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3-12 Elazığ iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Haziran 05	33	21	1011	10
Ağustos 05	10	27	1009	9
Eylül 05	15	21	1013	8
Ekim 05	12	13	1018	9
Kasım 05	66	6	1020	8
Aralık 05	33	3	1020	6
Ocak 06	25	-1	1019	4
Şubat 06	33	3	1016	9
Mart 06	33	7	1014	8
Nisan 06	19	13	1013	7
Mayıs 06	6	17	1015	8
Haziran 06	5	25	1012	9
Temmuz 06	4	27	1009	9
Ağustos 06	4	29	1009	8
Eylül 06	9	21	1014	10
r		-0,68	0,64	-0,29

Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Mart 05	78	7	1015	10
Nisan 05	62	13	1016	9
Mayıs 05	57	17	1013	9
Haziran 05	51	21	1011	10
Eylül 05	62	21	1013	8
Ekim 05	63	13	1018	9
Kasım 05	111	6	1020	8
Aralık 05	124	3	1020	6
Ocak 06	98	-1	1019	4
Şubat 06	125	3	1016	9
Mart 06	116	7	1014	8
Nisan 06	82	13	1013	7
Mayıs 06	70	17	1015	8
Haziran 06	71	25	1012	9
Temmuz 06	51	27	1009	9
Ağustos 06	84	29	1009	8
Eylül 06	68	21	1014	10
r		-0,72	0,59	-0,51

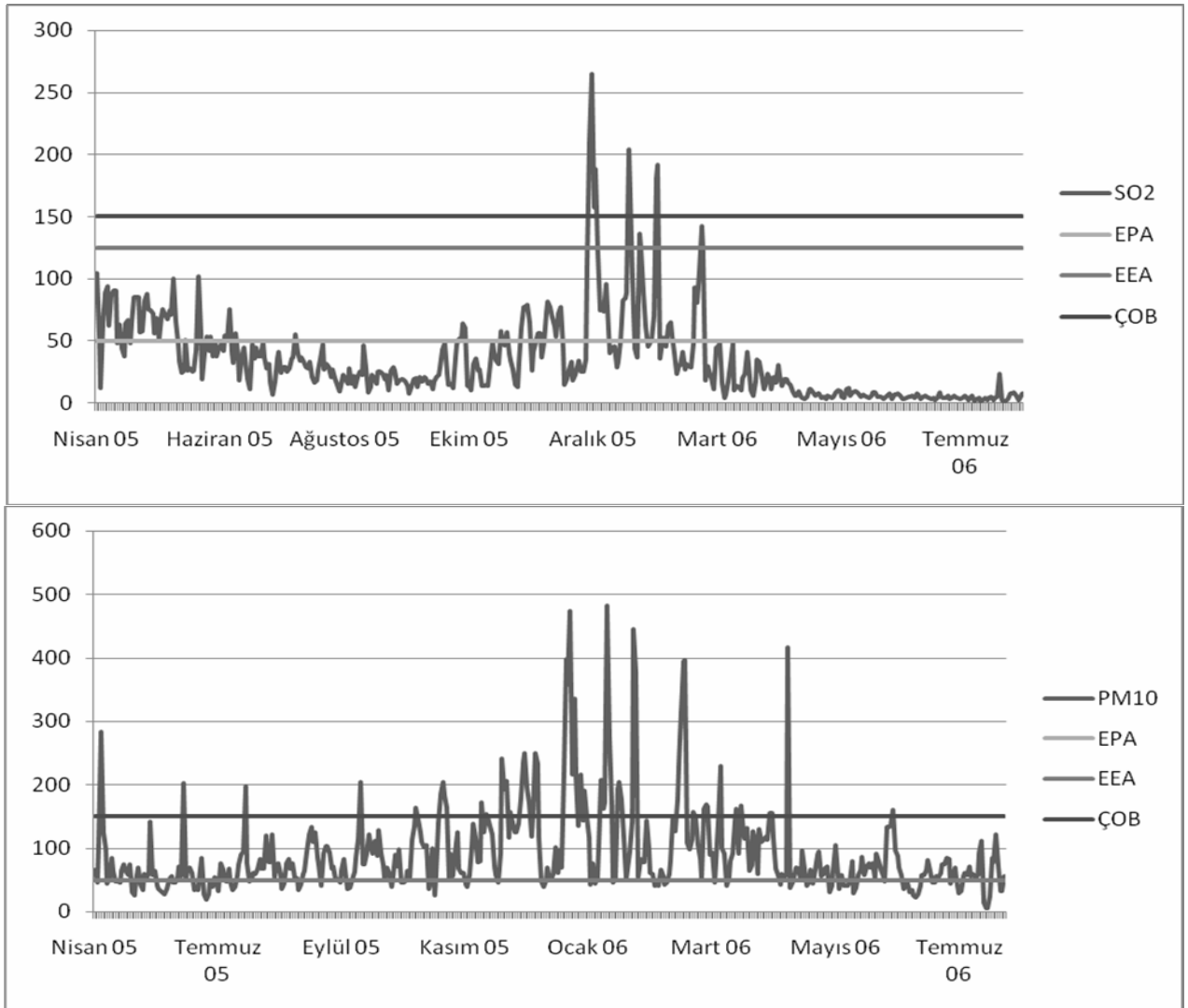
Çizelge 3-8 Elazığ iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.13 Erzurum

Erzurum'un kirlilik değişimi SO₂ ve PM eğrileri arasında paralellik göstermektedir.iki parametre arasındaki basit korelasyon katsayısı 0,60 olarak hesaplanmıştır. Sıcaklık değişimi korelasyon katsayılarına bakıldığında, kirlilikle oldukça etkileşimli olarak görülmektedir (Çizelge 3-09). Bu veriler doğrultusunda, ülke geneline göre nispeten düşük olarak tespit edilen emisyonların, ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketimine bağlı olduğu düşünülebilir. 2005 yılının yaz dönemine göre, 2006 yılında rakamlar daha da aşağıya inmektedir. Kış dönemine baktığımızdaysa 90 µg/m³'lere yaklaşan emisyon değerleri gözlenmektedir. PM değerlerinin ise bu derece sıcaklığa bağlı düşüş göstermemesi ise SO₂'deki gibi ısınma amaçlı yakıt tüketimi dışında da taşıt veya sanayi emisyonları gibi emisyon kaynaklarına sahip olduğunu göstermektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Erzurum, 2004).

Rüzgar hızı ile korelasyon katsayılarına bakıldığında, bu ilimizde de rüzgar hızının özellikle PM emisyonu dağılımında etkili olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 3-09).

Çalışma kapsamında, ilde doğalgaz kullanımına başlanmıştır ancak nüfusa oranla mevcut tüketim ve yaygınlaşma yeterli değildir (Çizelge 3-31).

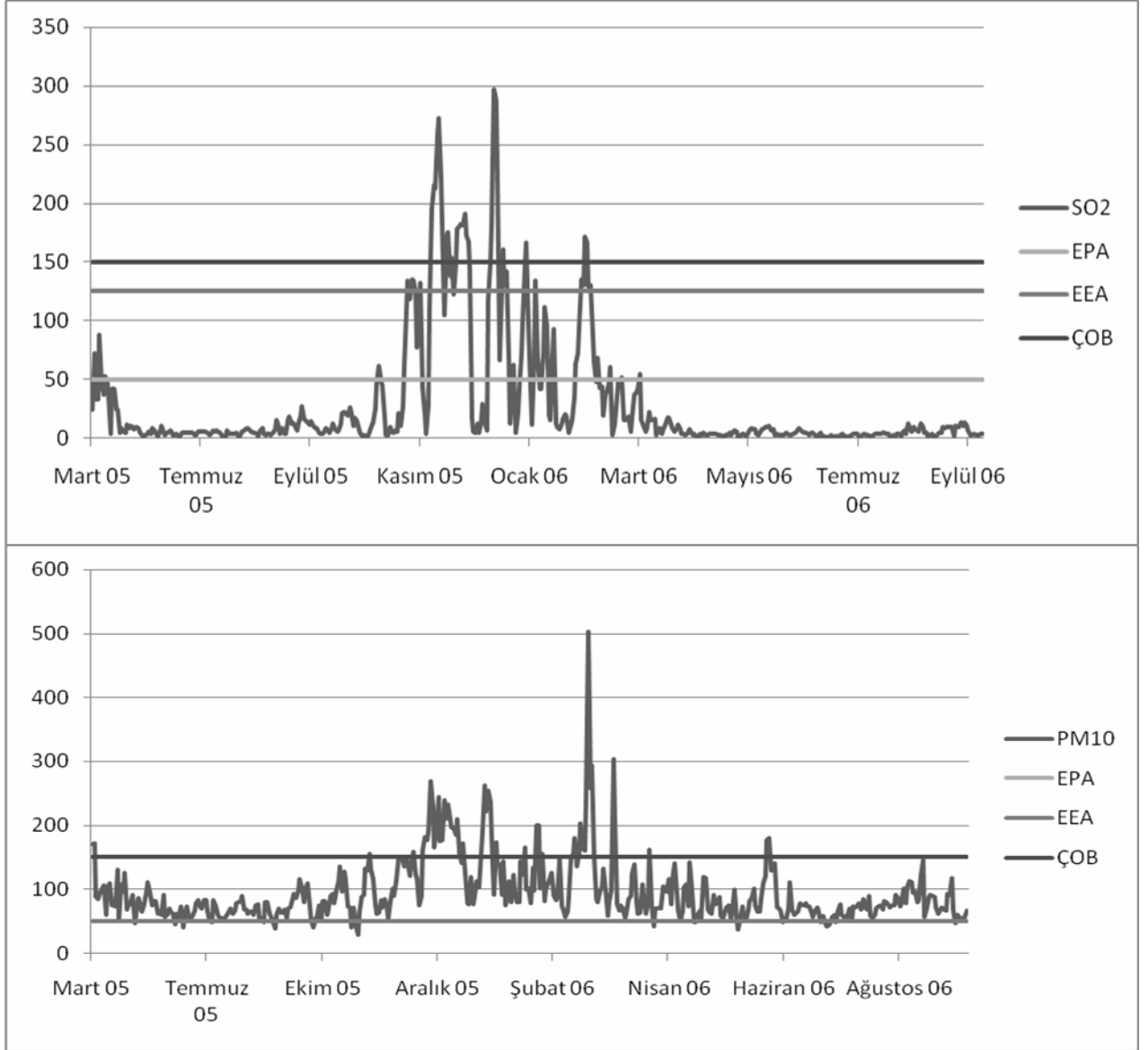


Şekil 3-13 Erzurum iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tarih	SO2	Sıcaklık	Rüzgar Hızı	Tarih	PM10	Sıcaklık	Rüzgar Hızı
Mayıs 05	69	9,43	13,9	Mayıs 05	59	9,43	13,9
Haziran 05	43	12,20	12,6	Haziran 05	52	12,20	12,6
Temmuz 05	33	18,03	12,3	Temmuz 05	71	18,03	12,3
Ağustos 05	24	18,24	12,8	Ağustos 05	74	18,24	12,8
Eylül 05	19	12,26	11,3	Eylül 05	82	12,26	11,3
Ekim 05	29	5,22	11,1	Ekim 05	99	5,22	11,1
Kasım 05	39	0,28	9,7	Kasım 05	110	0,28	9,7
Aralık 05	64	-3,91	7,5	Aralık 05	160	-3,91	7,5
Ocak 06	87	-12,67	8,1	Ocak 06	170	-12,67	8,1
Şubat 06	55	-7,22	9,5	Şubat 06	122	-7,22	9,5
Mart 06	23	-0,04	12,0	Mart 06	114	-0,04	12,0
Nisan 06	13	6,13	11,4	Nisan 06	98	6,13	11,4
Mayıs 06	7	9,35	11,8	Mayıs 06	59	9,35	11,8
Haziran 06	5	15,30	12,6	Haziran 06	80	15,30	12,6
Temmuz 06	5	18,51	18,1	Temmuz 06	53	18,51	18,1
r		-0,68	-0,57	r		-0,88	-0,82

Çizelge 3-9 Erzurum iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.14 Gaziantep



Şekil 3-14 Gaziantep iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m3)

Gaziantep’de, sıcaklıkla olan korelasyon katsayılarına bakıldığında (Çizelge 3-10), kış aylarındaki artışın evsel ısınma amaçlı fosil yakıt kullanımına işaret eden değerler görülebilmektedir. Akdeniz ve doğu Adadolu arasında bir geçiş iklimine sahip olan ilde kuzey ve doğu kesimler karasal iklime, güney ve batı kesimler ise Akdeniz iklimine sahiptir. Bu farklılık il genelinde kirlilik oluşumun artmasını engellemiştir.

SO₂ ve PM grafiklerinde gözlemlenen pik değerler sıcaklıkla ve basınçla beraber değerlendirildiğinde kirliliğin sıcaklıkla olan ters orantısı ve basınçla olan doğru orantısı mevcut basit korelasyon katsayılarının da yardımıyla (Çizelge 3-10) açıkça görülebilmektedir. Diğer taraftan SO₂ ve PM₁₀ emisyonları arasındaki korelasyon katsayısı r , 0,93 olarak hesaplanmıştır ki bu da kirleticilerin ortak yanma reaksiyonlarından kaynaklandığını gösteren bir diğer unsurdur (Tarım ve Köy İşleri Bak., Gaziantep, 2002).

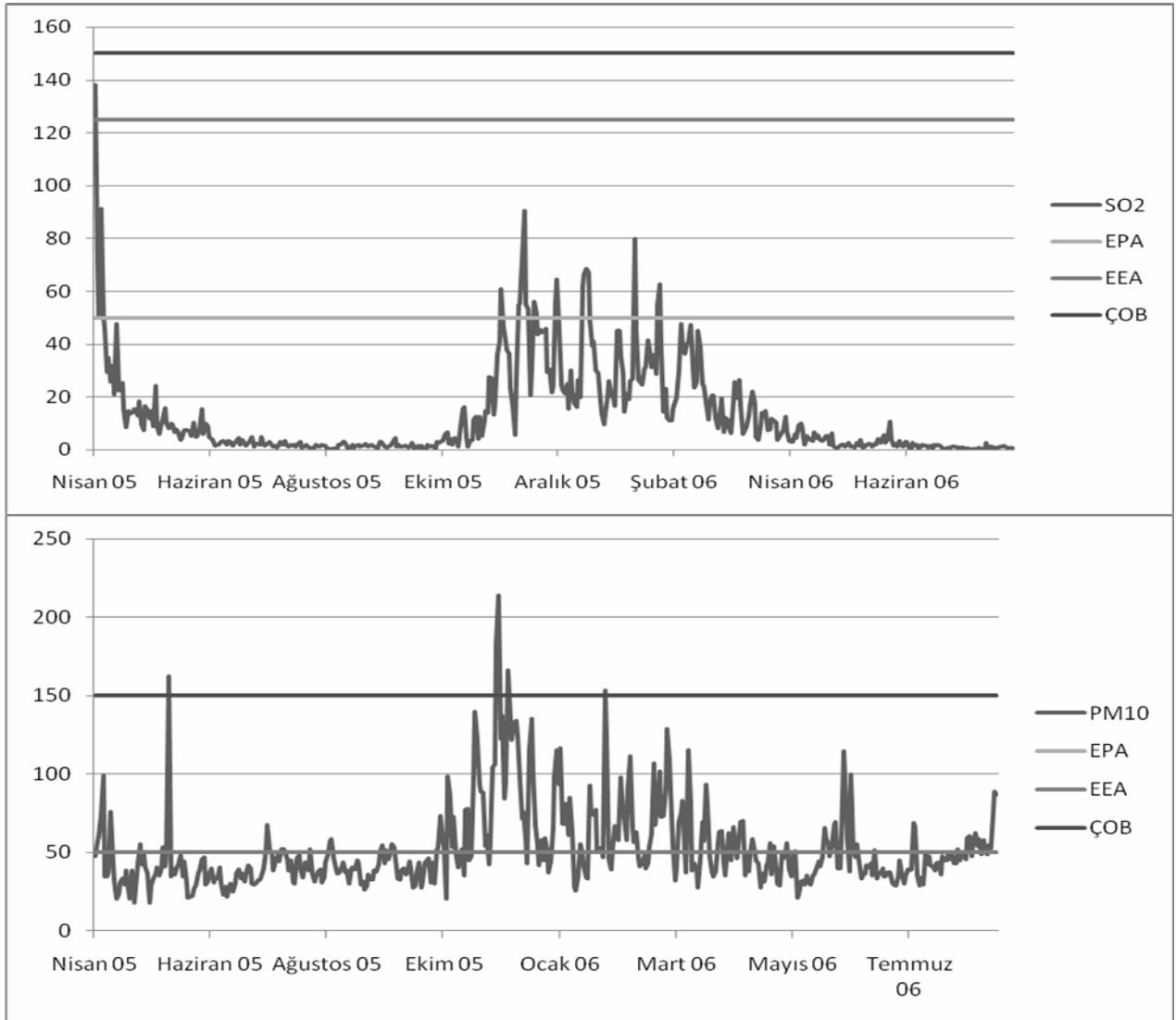
Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Haziran 05	5	24	1010	11
Temmuz 05	4	30	1008	15
Ağustos 05	5	29	1008	11
Eylül 05	10	24	1013	9
Ekim 05	17	16	1018	7
Kasım 05	98	9	1020	6
Aralık 05	122	8	1019	5
Ocak 06	84	3	1019	10
Şubat 06	61	6	1016	7
Mart 06	29	10	1014	8
Nisan 06	7	15	1012	10
Mayıs 06	4	20	1014	8
Haziran 06	5	26	1011	8
Temmuz 06	2	29	1007	13
Ağustos 06	5	31	1008	9
Eylül 06	6	24	1013	9
r		-0,81	0,82	-0,60

Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Haziran 05	66	24	1010	11
Ağustos 05	66	29	1008	11
Eylül 05	72	24	1013	9
Ekim 05	90	16	1018	7
Kasım 05	132	9	1020	6
Aralık 05	173	8	1019	5
Ocak 06	123	3	1019	10
Şubat 06	144	6	1016	7
Mart 06	107	10	1014	8
Nisan 06	87	15	1012	10
Mayıs 06	73	20	1014	8
Haziran 06	87	26	1011	8
Temmuz 06	63	29	1007	13
Ağustos 06	87	31	1008	9
Eylül 06	72	24	1013	9
r		-0,82	0,78	-0,72

Çizelge 3-10 Gaziantep iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.15 Gümüşhane

Gümüşhane ilimizde de, SO₂ konsantrasyonları yaz aylarında neredeyse 0'a ulaşmakla beraber kış aylarında ısınma amaçlı yakıt tüketimi neticesinde 50 µg/m³ değerini nadiren aşmaktadır. PM değerleri ise yaz aylarında 47 ve kış aylarında ise 69 µg/m³'lük dönem ortalamalarına sahiptir.(Çizelge3-24 ve 3-28) Özellikle SO₂ değerleriyle Gümüşhane ili ülke genelinin en düşük konsantrasyonlarına sahiptir. İlde doğalgaz tüketimi görülmemesine, hem karasal hem de Karadeniz iklimlerinin etkisiyle kışları soğuk geçmesine karşın düşük nüfus ve düşük taşıt sayısı, kısıtlı sanayi vb. kaynakların azlığı neticesinde kirlilik çok düşük kalmıştır. Çizelge 3-11'deki katsayılar ve iki kirletici arasında hesaplanan 0,90 değerindeki korelasyon katsayısı da kirliliğin ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketimine bağlı olduğunu desteklemektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Gümüşhane, 2004).



Şekil 3-15 Gümüşhane iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Tarih	SO ₂	Sıcaklık	Rüzgar Hızı	Tarih	PM ₁₀	Sıcaklık	Rüzgar Hızı
Nisan 05	35	16	11	Mayıs 05	42	16	19
Mayıs 05	9	16	19	Haziran 05	32	17	16
Haziran 05	4	17	16	Temmuz 05	42	30	11
Temmuz 05	2	30	11	Ağustos 05	41	24	14
Ağustos 05	1	24	14	Eylül 05	41	19	14
Eylül 05	1	19	14	Ekim 05	46	17	10
Ekim 05	4	17	10	Kasım 05	85	11	11
Kasım 05	31	11	11	Aralık 05	87	8	10
Aralık 05	37	8	10	Ocak 06	64	7	11
Ocak 06	30	7	11	Şubat 06	71	6	11
Şubat 06	32	6	11	Mart 06	60	12	18
Mart 06	15	12	18	Nisan 06	48	16	14
Nisan 06	8	16	14	Mayıs 06	40	21	11
Mayıs 06	3	21	11	Haziran 06	52	30	16
Haziran 06	3	30	16	Temmuz 06	40	23	23
Temmuz 06	1	23	23	Ağustos 06	54	28	13
Ağustos 06	1	28	13				
r	-0,79	-0,46		r	-0,62	-0,47	

Çizelge 3-11 Gümüşhane iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

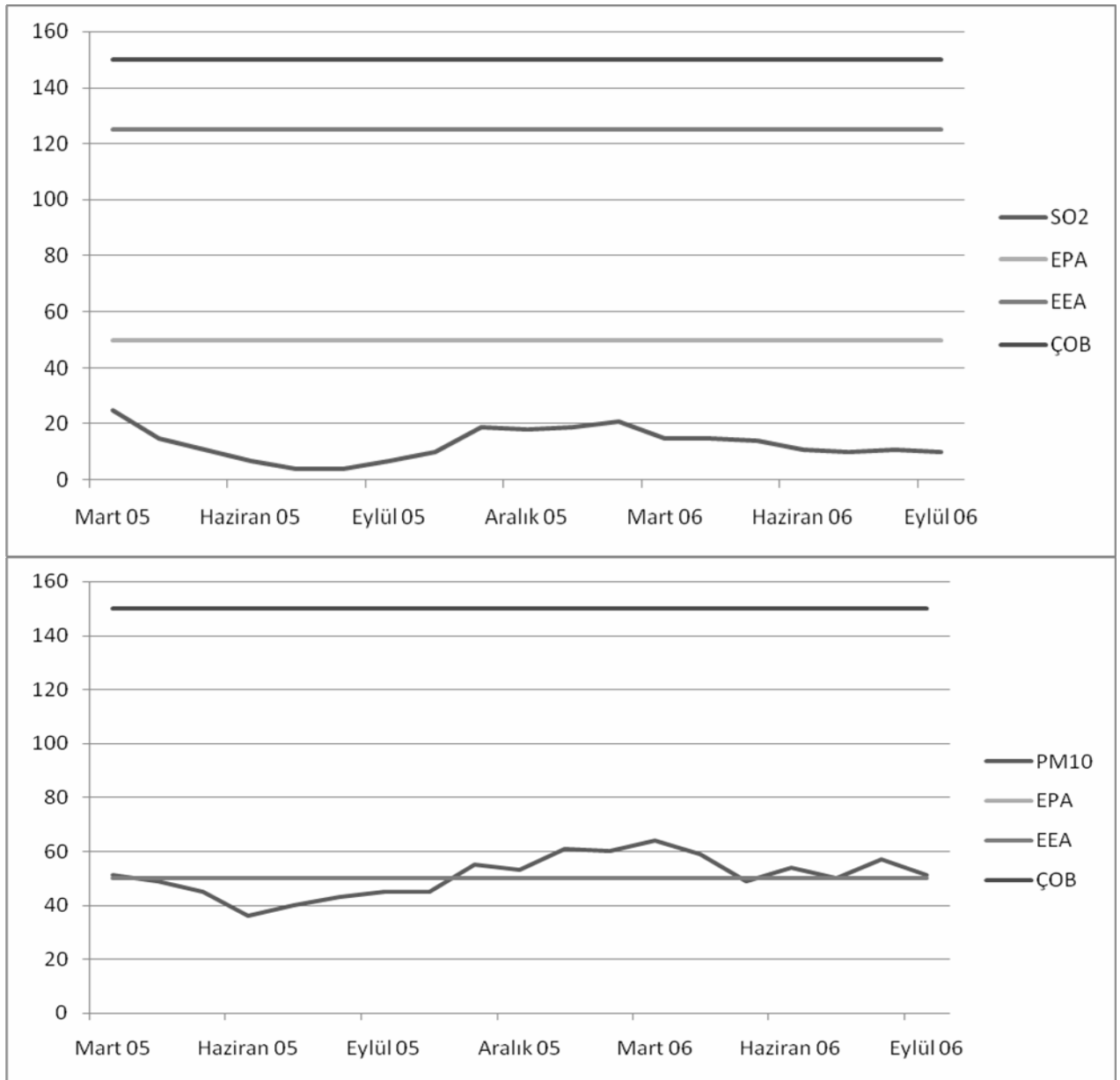
3.1.16 İstanbul

İstanbul’da kentin çeşitli noktalarında yer alan; Alibeyköy, Beşiktaş, Esenler, Kadıköy, Kartal, Saraçhane, Sarıyer, Ümraniye, Üsküdar ve Yenibosna’da olmak üzere toplam 10 adet ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonların ölçüm ortalamaları alınarak şehir emisyonlarına bakacak olursak, İstanbul’un geçmiş yıllara nazaran çok daha düşük kirlilik değerlerine sahip olduğunu söyleyebiliriz.

SO₂ konsantrasyonlarına baktığımızda yaz aylarında minimum ve kış aylarında maksimum olmak üzere 4 ile 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerleri arasında yumuşak bir grafik çizer. Buradan İstanbul’daki başlıca SO₂ ve PM emisyon kaynaklarının ısınma amaçlı evsel fosil yakıt kullanımı olmadığı söylenebilir. Grafiklerden de görüldüğü gibi emisyonlar yıl içersine dağılmakla beraber, kış aylarında hafif bir artış göstermektedirler. Bu değerlerin düşük olmasında İstanbul’da son yıllarda doğalgaz kullanımının teşvik edilmesi ve bu noktada doğalgaz kullanımı artarken fosil yakıt tüketiminin azalmasının etkili olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra İstanbul birçok açıdan kirlilik üreten bir şehirdir. İster trafikteki araç sayısı ile taşıt emisyonu, ister bir çok farklı bölgesinde bulunan sanayi bölgelerinin emisyonları ile mevcut kirliliğin oluştuğu söylenebilir. PM değerlerine baktığımızda da 35 ile 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında dar bir periyotta seyrettiği görülmektedir. Bununla birlikte SO₂’den farklı emisyon kaynaklarının da PM kirliliğine yol açtığı söylenebilir. Diğer meteorolojik parametrelerle gözlenen uyumun

yanısıra, rüzgar hızının PM konsantrasyonunu dağılımında etkili olduğu burada da artan rüzgar hızına karşı, PM konsantrasyonundaki düşüşle görülebilmektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., İstanbul, 2004)

İki kirlilik parametresi arasındaki korelasyon katsayısı 0,67 olarak hesaplanmıştır. Buna karşın meteorolojik verilerle olan korelasyon katsayılarıyla beraber topluca değerlendirildiğinde yine de her ne kadar mevsimsel değişimin etkileri net olarak görülse de, salt olarak ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketimi kaynaklı kirlilik olduğu söylenemez (Çizelge 3-12).



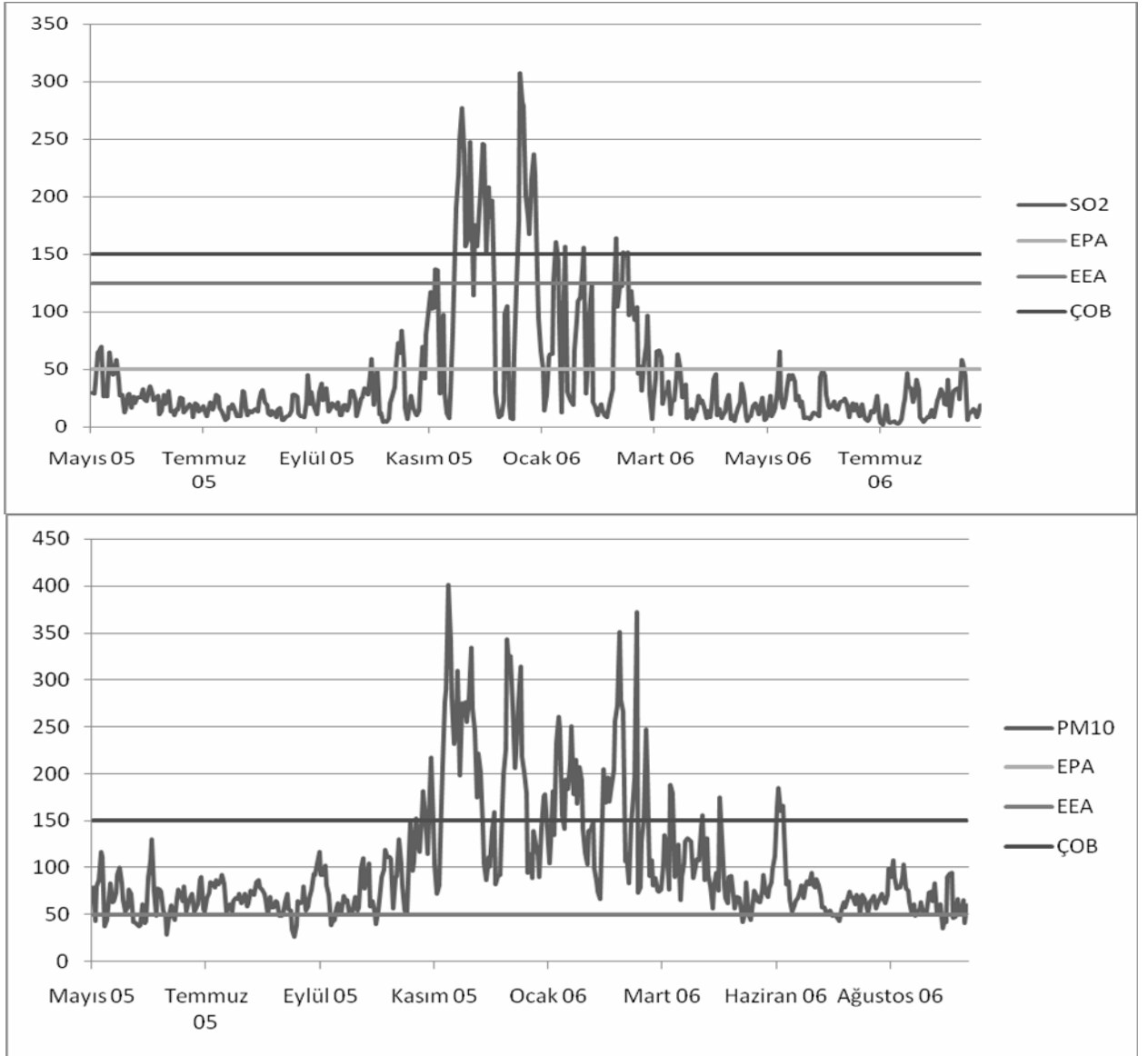
Şekil 3-16 İstanbul iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Mart 05	25	4,01	1015	8,0
Nisan 05	15	9,46	1016	7,6
Mayıs 05	11	14,01	1016	6,8
Haziran 05	7	16,61	1016	8,3
Temmuz 05	4	22,29	1014	10,0
Ağustos 05	4	23,17	1015	10,3
Eylül 05	7	16,67	1018	7,4
Ekim 05	10	9,61	1021	7,7
Kasım 05	19	4,50	1021	5,0
Aralık 05	18	0,95	1019	6,4
Ocak 06	19	-2,15	1020	7,5
Şubat 06	21	-0,81	1015	5,9
Mart 06	15	5,73	1012	6,9
Nisan 06	15	10,76	1014	7,6
Mayıs 06	14	13,84	1017	6,7
Haziran 06	11	19,26	1017	8,8
Temmuz 06	10	20,63	1016	12,7
Ağustos 06	11	24,93	1013	10,8
Eylül 06	10	16,74	1018	8,0
r		-0,84	0,12	-0,56

Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Mart 05	51	4,01	1015	8,0
Nisan 05	49	9,46	1016	7,6
Mayıs 05	45	14,01	1016	6,8
Haziran 05	36	16,61	1016	8,3
Temmuz 05	40	22,29	1014	10,0
Ağustos 05	43	23,17	1015	10,3
Eylül 05	45	16,67	1018	7,4
Ekim 05	45	9,61	1021	7,7
Kasım 05	55	4,50	1021	5,0
Aralık 05	53	0,95	1019	6,4
Ocak 06	61	-2,15	1020	7,5
Şubat 06	60	-0,81	1015	5,9
Mart 06	64	5,73	1012	6,9
Nisan 06	59	10,76	1014	7,6
Mayıs 06	49	13,84	1017	6,7
Haziran 06	54	19,26	1017	8,8
Temmuz 06	50	20,63	1016	12,7
Ağustos 06	57	24,93	1013	10,8
Eylül 06	51	16,74	1018	8,0
r		-0,54	-0,13	-0,29

Çizelge 3-12 İstanbul iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.17 K.Maraş

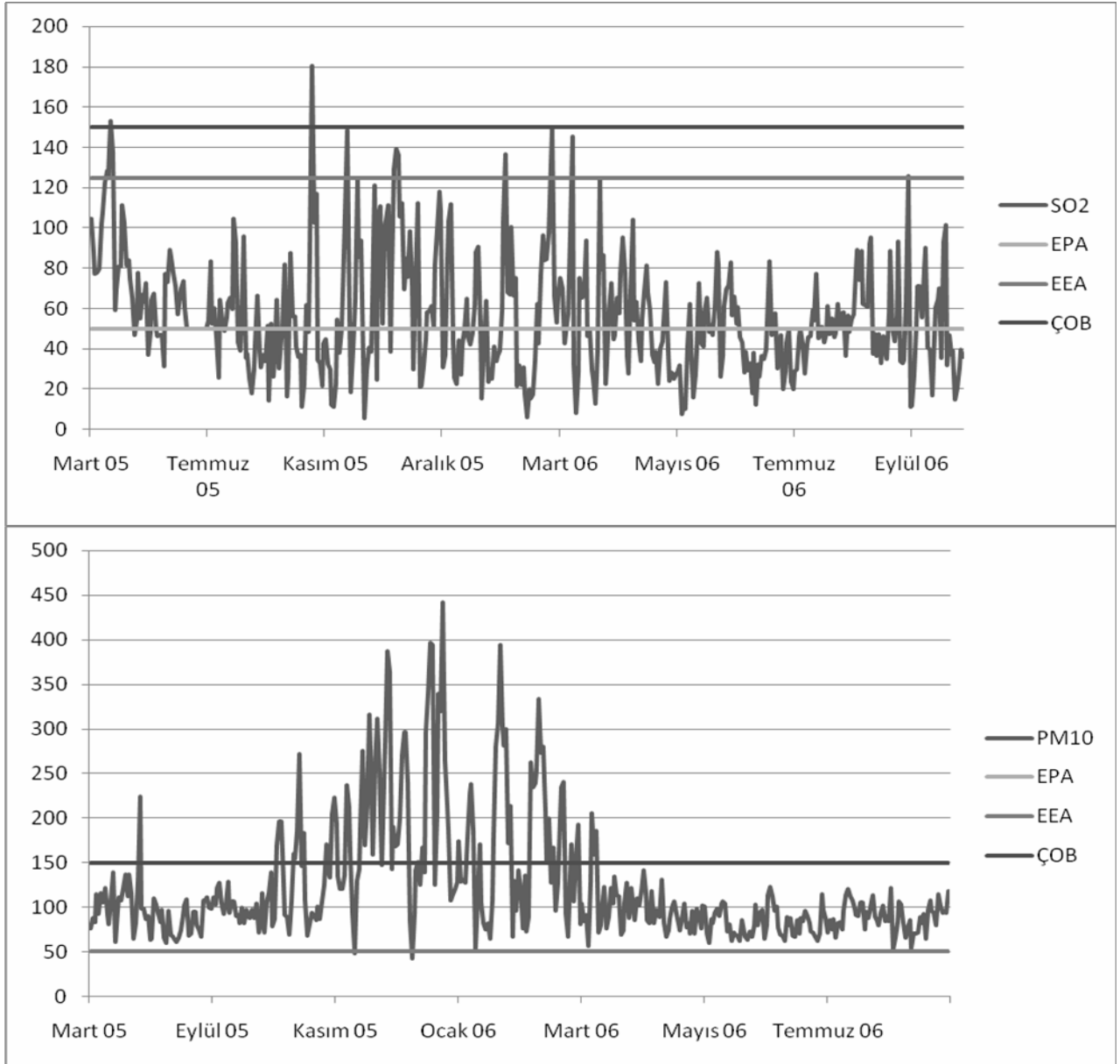


Şekil 3-17 K.Maraş iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Birçok iklimin geçiş bölgesinde bulunan il genel anlamda Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Kışlar ılıman ve yağışlı geçmektedir. Kirleticiler arasındaki basit korelasyon katsayısı 0,92 olarak hesaplanmıştır. Buradan ikisinin de ortak yanma reaksiyonlarından meydana geldiklerini düşünebiliriz. SO₂ konsantrasyonları ortalaması yaz aylarında 19, kış aylarında ise 81 µg/m³'tür. PM₁₀ ise aynı sırayla, 79 ve 156 µg/m³'tür. Grafiklere bakarak kış aylarında bariz bir kirlilik artışı olduğu söylenebilir. Ancak bölgedeki kirlilikte ildeki özellikle ova ve karayolu çevresinde toplanan orta ve büyük ölçekli bir çok sanayinin de ciddi bir kirliliğe yol açtığı bilinmektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., K.Maraş, 2003).

Bununla birlikte, yaz aylarında konsantrasyonların düşüşünde rüzgar etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır. İlde yıllık rüzgar ortalaması 1,9 m/sn olmakla beraber yaz aylarında oldukça kuvvetli rüzgarlar hakim olmaktadır (Tarım ve Köy İşleri Bak., K.Maraş, 2003).

3.1.18 Karabük

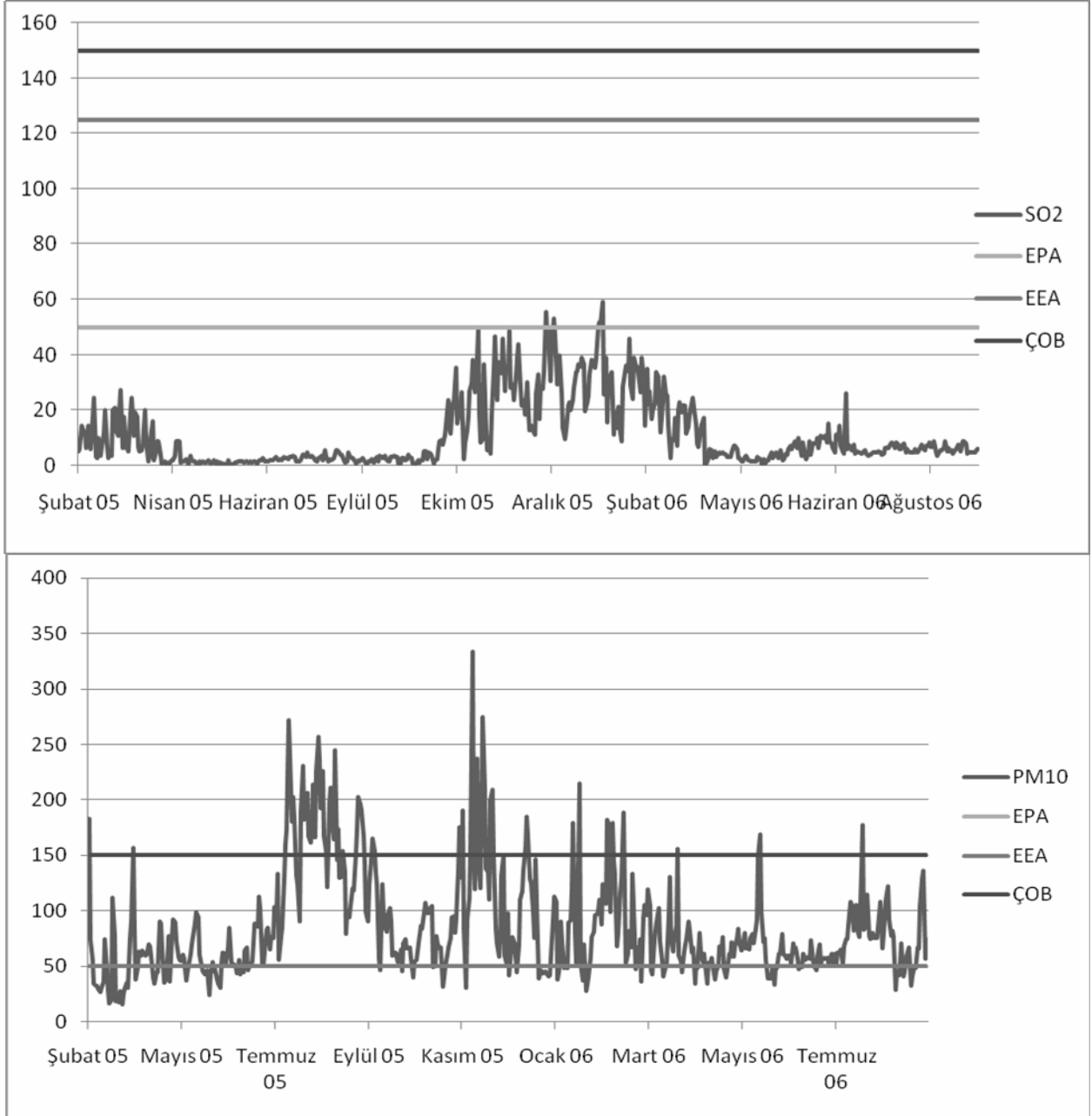


Şekil 3-18 Karabük iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Karabük ılıman iklim kuşağı içerisinde yarı kurak bölge ile yağışlı bölgeler arasında, yarı kurak bölgelere biraz daha yakın bir yerdedir. Bu nedenle, çok ciddi bir ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketimi kaynaklı bir kirlilikten ibaret değildir. Özellikle SO₂ konsantrasyonlarından gözlemlenen, neredeyse yıl genelinde sürekli bir emisyon olduğudur.

Bu da bölgedeki ağır sanayi kuruluşlarından kaynaklanmaktadır (Tarım ve Köy İşleri Bak., Karabük, 2002).

3.1.19 Kırşehir



Şekil 3-19 Kırşehir iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Kırşehir’de de yine aynı mevsimsel kirlilik geçişlerini görmek mümkündür. Yaz aylarında SO₂ değerleri 0’a yaklaşmakta, kış aylarında ise 40 µg/m³’ü nadiren aşmaktadır. SO₂ konsantrasyonlarının sırasıyla yaz ve kış olmak üzere 6 ve 24 µg/m³ ortalamalara sahiptir. Aynı şekilde PM₁₀ için ise 68’e 95 µg/m³ ortalamalar söz konusudur. 2005 yılının

temmuz-ağustos döneminde PM₁₀ konsantrasyonlarının kış aylarında gözlemlenen değerlere yükseldiği görülmüştür. Ancak 2006'nın aynı döneminde benzer bir durumla karşılaşmadığından, münferit bir durum olarak ele alınmıştır. Bu düzensizliği de kapsadığından dolayı iki kirletici parametre arasındaki korelasyon katsayısı 0,15 olarak düşük çıkmaktadır. Aynı korelasyonu eylül05-eylül06 arasında uyguladığımızda bu katsayı 0,75'e yükselmektedir.

Kırşehir'de kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçen karasal bir iklim hakimdir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Kırşehir, 2004). Ancak buna karşın düşük nüfus ve kısıtlı endüstriyel faaliyetler neticesinde özellikle SO₂ kirlilik seviyesi oldukça düşüktür. Mevcut kirlilik de yine neredeyse tümüyle ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketiminden kaynaklanmaktadır. Meteorolojik verilerle aralarındaki basit korelasyon katsayıları da (Çizelge 3-13) bu savı desteklemektedir. PM değerlerindeki yukarıda belirtilen münferit düzensizlikten dolayı bu korelasyon katsayılarında da sapma olmuştur.

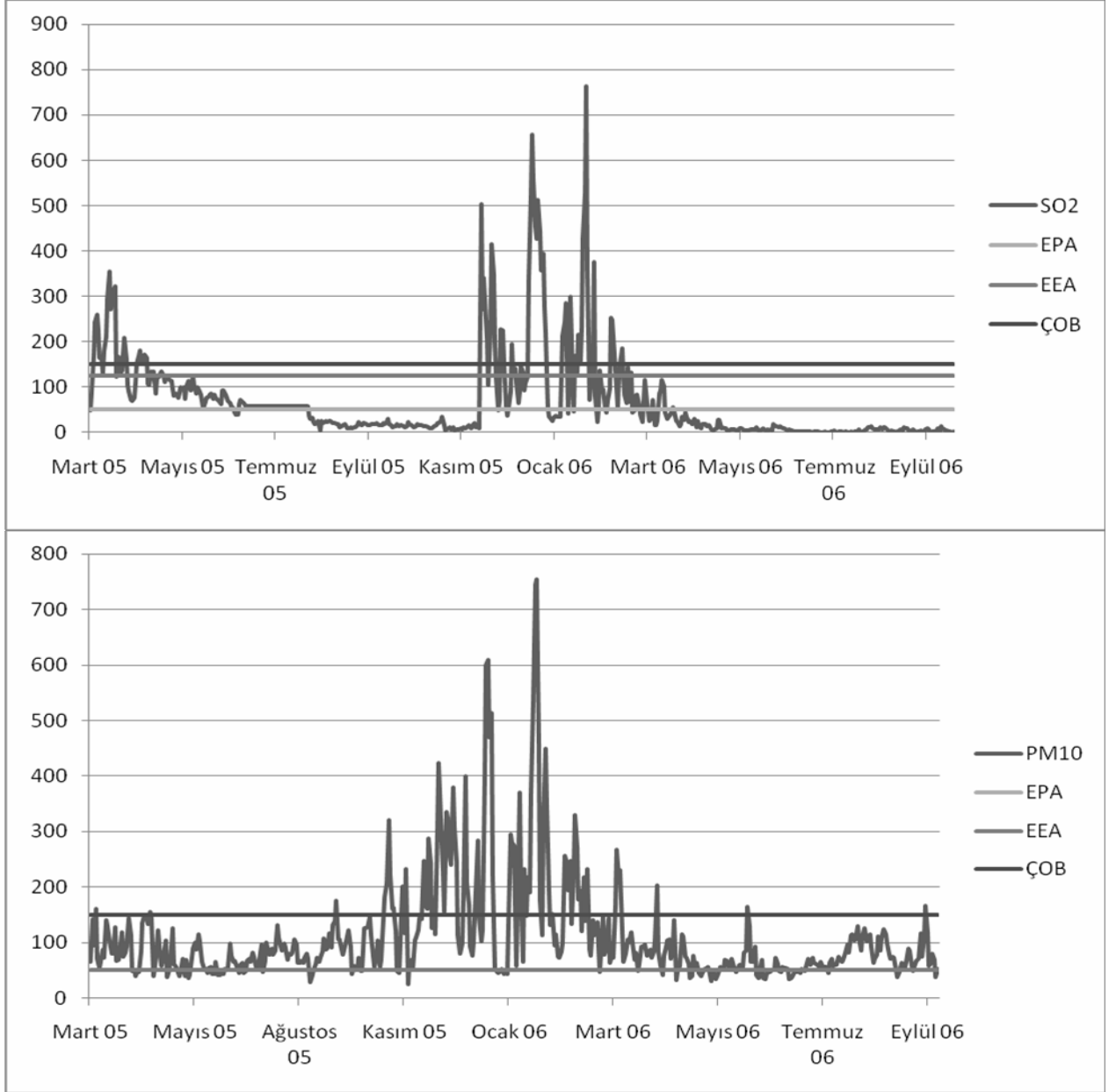
Tarih	SO2	Sıcaklık	Rüzgar Hızı	Tarih	PM10	Sıcaklık	Rüzgar Hızı
Mart 05	12	5,6	5,32	Mart 05	55	5,6	5,32
Nisan 05	5	10,1	5,83	Mayıs 05	61	14,1	4,97
Mayıs 05	1	14,1	4,97	Haziran 05	53	18,2	6,60
Haziran 05	1	18,2	6,60	Temmuz 05	117	24,1	7,52
Temmuz 05	3	24,1	7,52	Ağustos 05	181	23,6	7,35
Ağustos 05	3	23,6	7,35	Eylül 05	125	17,3	6,10
Eylül 05	2	17,3	6,10	Ekim 05	72	10,6	6,52
Ekim 05	8	10,6	6,52	Kasım 05	111	5,6	4,80
Kasım 05	24	5,6	4,80	Aralık 05	117	1,7	5,19
Aralık 05	31	1,7	5,19	Ocak 06	77	-2,6	6,19
Ocak 06	32	-2,6	6,19	Şubat 06	100	0,5	4,81
Şubat 06	28	0,5	4,81	Mart 06	90	6,1	4,61
Mart 06	20	6,1	4,61	Nisan 06	69	11,3	6,40
Nisan 06	5	11,3	6,40	Mayıs 06	61	14,7	5,35
Mayıs 06	3	14,7	5,35	Haziran 06	67	20,8	6,17
Haziran 06	8	20,8	6,17	Temmuz 06	57	21,4	9,45
Temmuz 06	6	21,4	9,45	Ağustos 06	93	25,8	6,29
Ağustos 06	7	25,8	6,29	Eylül 06	63	17,7	6,17
Eylül 06	6	17,7	6,17				
r		-0,82	-0,44	r		0,11	0,03

Çizelge 3-13 Kırşehir iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.20 Konya

Konya ilinin kirlilik verilerine bakıldığında konsantrasyonların yaz aylarında çok düşük değerlerde seyrederken kış aylarına geçişte ani ve hızlı bir yükseliş görülmektedir. Dönem

ortalamalarında bakılacak olursa; SO₂ yaz döneminde 8 µg/m³ ortalamaya sahip iken bu değerler kışın 117 µg/m³'ye çıkmaktadır. PM₁₀ için ise yine aynı sırayla yaz-kış olarak 72-181 µg/m³'lük dönem ortalamaları elde edilmiştir.



Şekil 3-20 Konya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Konsantrasyonların mevsime bağlı bu değişimi ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketimine işaret etmektedir. Meteorolojik verilerle birlikte hesaplanan basit korelasyon katsayılarına bakıldığında (Çizelge 3-14) her iki kirleticinin de aynı şekilde yüksek katsayılarla sahip olduğu görülmekte ve de bu mevcut savı desteklemektedir. Bununla birlikte bu iki kirlilik parametresi arasındaki korelasyon katsayısı da 0,72 olarak hesaplanmıştır.

Konya ilinde karasal iklim şartları hakimdir. Buna bağlı olarak kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Çalışma kapsamında ildeki doğalgaz tüketimi sınırlı miktardadır. Diğer doğalgaz tüketen illerle tüketilen doğalgazın nüfusa oranına göre bir sıralama yapıldığında kirliliğin az olduğu illere nazaran düşük sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 3-31). Kış aylarındaki kirlilik artışında bu etkenlerin baskın olması beklenmektedir. Bunların yanı sıra 2005 verileri ile 2006 verileri karşılaştırıldığında kirlilik değerlerinin azalmakta olduğu gözlemlenmektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Konya, 2004).

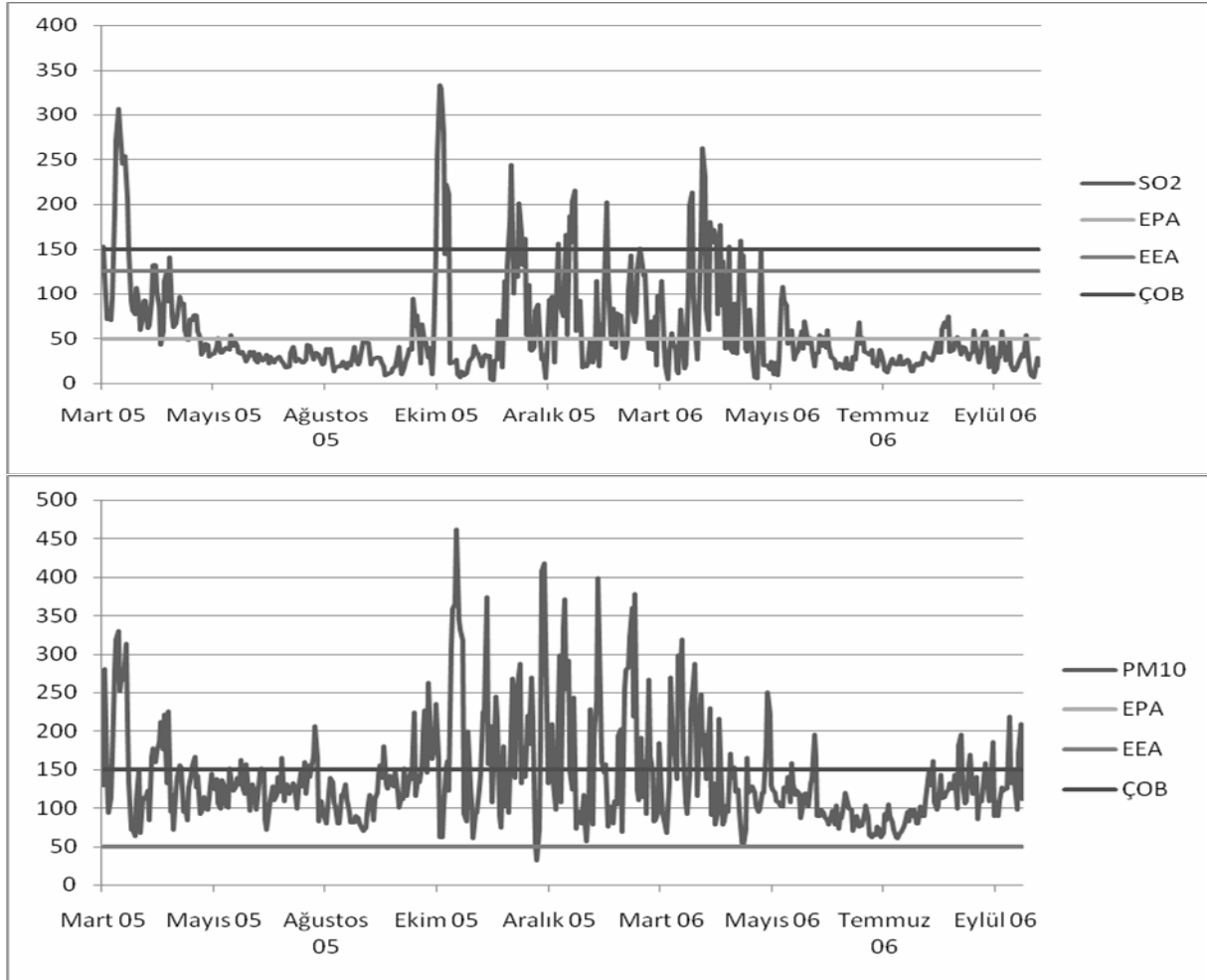
Tarih	SO2	Sıcaklık	Rüzgar Hızı	Tarih	PM10	Sıcaklık	Rüzgar Hızı
Mart 05	202	7	14	Mart 05	97	7	14
Nisan 05	123	10	14	Nisan 05	84	10	14
Mayıs 05	86	15	12	Mayıs 05	62	15	12
Haziran 05	62	19	15	Ağustos 05	82	24	16
Temmuz 05	54	24	16	Eylül 05	89	17	13
Ağustos 05	18	24	16	Ekim 05	109	11	13
Eylül 05	19	17	13	Kasım 05	173	5	12
Ekim 05	16	11	13	Aralık 05	242	1	10
Kasım 05	73	5	12	Ocak 06	217	-3	12
Aralık 05	212	1	10	Şubat 06	223	1	11
Ocak 06	190	-3	12	Mart 06	120	7	14
Şubat 06	155	1	11	Nisan 06	85	12	14
Mart 06	58	7	14	Mayıs 06	52	15	13
Nisan 06	20	12	14	Haziran 06	61	21	18
Mayıs 06	7	15	13	Temmuz 06	60	22	21
Haziran 06	6	21	18	Ağustos 06	99	26	15
Temmuz 06	2	22	21	Eylül 06	73	18	14
Ağustos 06	7	26	15				
Eylül 06	5	18	14				
r		-0,77	-0,59	r		-0,80	-0,65

Çizelge 3-14 Konya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.21 Kütahya

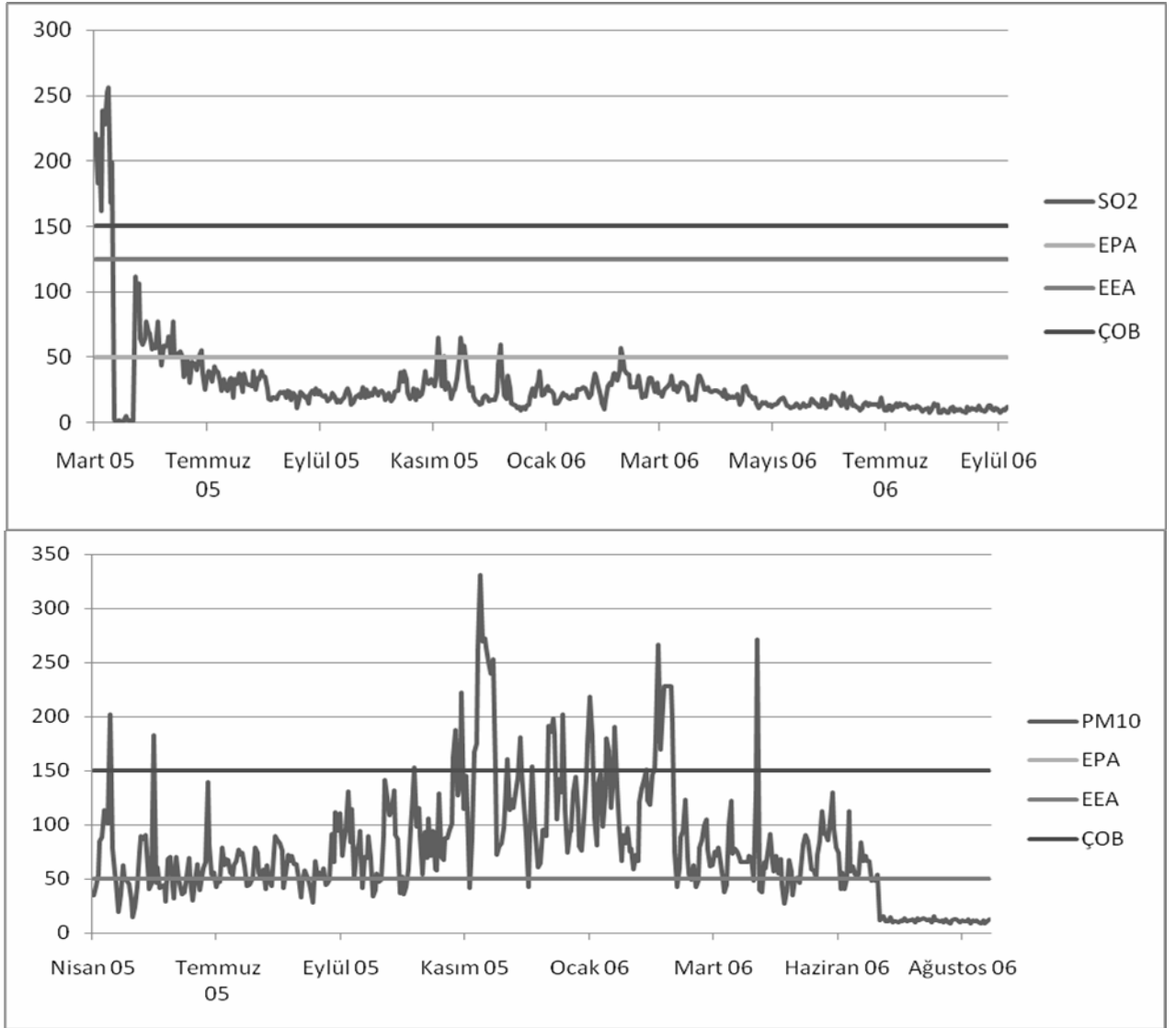
Kütahya ili şehir merkezi coğrafyasının çanak biçiminde olması nedeniyle yeteri kadar hava sirkülasyonu olmamaktadır. Bu durum hava kirliliğini arttırıcı sonuçlara neden olmaktadır. Kütahya ili geçmiş yıllarda önemli oranda hava kirliliğine maruz kalmış ve kirli iller arasında ön sıralarda yer almıştır. Evlerde, işyerlerinde, sanayide ısınma ve enerji amacıyla yakılan petrol ve kömür gibi yakıtların ve motorlu araçların havaya saldıkları partikül maddeler ve zararlı gazlar bilhassa sisli havalarda ve kışın şehir insanlarının hayatını tehdit etmektedir. Bununla birlikte 2004 yılında başlayan doğalgaz çalışmaları ile ildeki kirlilik probleminin çözülmesi amaçlanmıştır ancak çalışma kapsamında mevcut nüfusa oranla doğalgaz tüketimi yeterli seviyelerde değildir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Kütahya, 2003).

Grafiklerden de anlaşılacağı üzere yukarıda belirtilen şekilde meteorolojik ve topografik şartlar neticesinde kirlilik değerleri artış göstermektedir. Kütahya, Ege bölgesinde olmasına karşın, denizden uzaklığı ve yükseltiye bağlı olarak, kıyı Ege ikliminden farklılık gösterir. Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgeleri iklimleri arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Sıcaklık bakımından İç Anadolu, yağış bakımından Marmara iklimi etkisi altındadır. Bu nedenle yazları nispeten sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçmektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Kütahya, 2003). Kış aylarındaki bu soğuk havaların etkisiyle ve topografik yapının olumsuz şartlarının birleşmesiyle kirlilik değerleri artmaktadır. Dönem ortalamalarına bakılacak olursa, SO₂ yaz-kış dönemlerinde sırasıyla 43-78 µg/m³ ortalama elde edilirken PM₁₀ değerleri de yine aynı sırayla 116 ve 181 µg/m³ gibi ciddi kirlilik yaratacak boyutlarda seyretmektedir. Ve bu iki kirlilik parametresi arasındaki korelasyon katsayısı da 0,76 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3-21 Kütahya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

3.1.22 Malatya



Şekil 3-22 Malatya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Malatya ilimizin iklimi, karasal ile Akdeniz iklimi arasında mikroklimadır. Yıllık yağışın büyük kısmı kış, ilkbahar ve sonbaharda yağmaktadır. Yaz aylarında çok az yağış yağmaktadır. İlimizin sıcaklık farkı çok büyüktür. Kışın -30 °C'ye düşen sıcaklık yazın 42 °C'ye çıkmaktadır (Tarım ve Köy İşleri Bak., Malatya, 2004). Buna bağlı olarak ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonlar da şartlara bağlı olarak değişirler. SO₂ ve PM₁₀ arasındaki basit korelasyon katsayısı 0,58 olarak hesaplanmıştır. Grafiğe göre SO₂ konsantrasyonları 2005 kışında 250 µg/m³'ü aşan değerlerle uzun vade kirlilik sınır değerlerinin üzerine çıkmakta ve mevsimsel geçişler düşünüldüğünde azalma eğilimi gösterdiği bir dönemde Temmuz (2005) ayında sıradışı bir yükselme göstererek 170 µg/m³

değerine ulaşmakta, sonrasında ise tüm diğer parametrelerden bağımsız bir seyir izleyerek, yaz ve kış dönemleri arasındaki değişkenliği ortadan kaldırarak mutlak bir düşüş eğilimine girmektedir. Bu durumun karşılığı olarak bu noktada ısınma amaçlı yakıt tüketiminin baskın emisyon kaynağı olarak düşünülmesi mümkün olamamaktadır. Kirlilik parametreleri ve meteorolojik veriler arasındaki korelasyon katsayılarına baktığımızda (Çizelge 3-15), her ne kadar PM_{10} 'a ait katsayılar nispeten olumlu görünse de SO_2 'ye ait katsayılar pek yüksek değildir. Mevcut durum SO_2 açısından bakıldığında sürekli emisyon kaynaklarının daha baskın hale geldiği söylenebilir. PM açısından da baktığımızda sıcaklıkla etkileşim görülmektedir. Ancak her iki parametre de 2006 yazında daha kararlı bir hal almaktadır. Bu da bölgede lokal bir faaliyet değişimi veya yeni yasal düzenlemeler yapılması olarak yorumlanabilir. Diğer taraftan SO_2 ve PM grafikleri arasındaki genel benzeşmezlik, olası bir ölçüm veya veri toplama hatasının da gözönünde bulundurulmasını gerektirir. İlin SO_2 konsantrasyonlarının dönem ortalamaları yaz ve kış olmak üzere, sırasıyla, 16 ve 27 $\mu g/m^3$ 'tür. Aynı şekilde PM_{10} ortalamalarına baktığımızda ise sırasıyla 56'ya 118 $\mu g/m^3$ 'lük ortalamalar elde edilmiştir.

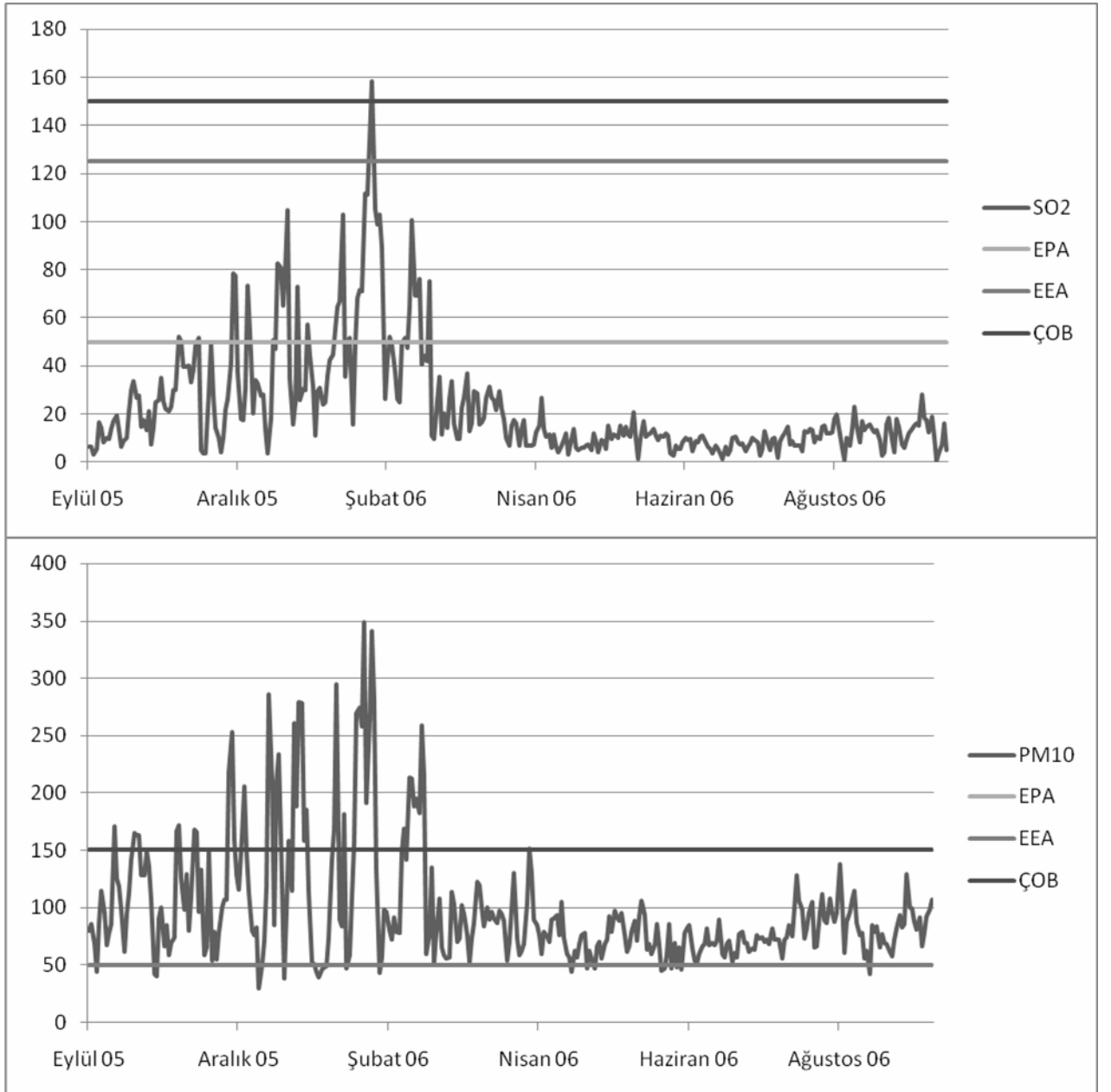
Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Temmuz 05	37	28	1009	10	Nisan 05	66	13	1016	9
Ağustos 05	26	27	1010	9	Haziran 05	60	22	1012	10
Eylül 05	20	21	1014	9	Temmuz 05	60	28	1009	10
Ekim 05	24	12	1019	8	Ağustos 05	60	27	1010	9
Kasım 05	34	5	1022	6	Eylül 05	71	21	1014	9
Aralık 05	21	2	1022	6	Ekim 05	82	12	1019	8
Ocak 06	22	-1	1021	6	Kasım 05	138	5	1022	6
Şubat 06	30	2	1020	8	Aralık 05	124	2	1022	6
Mart 06	28	8	1015	8	Ocak 06	133	-1	1021	6
Nisan 06	23	14	1013	10	Şubat 06	127	2	1020	8
Mayıs 06	16	17	1015	8	Mart 06	103	8	1015	8
Haziran 06	16	25	1012	8	Nisan 06	78	14	1013	10
Temmuz 06	13	27	1010	10	Mayıs 06	62	17	1015	8
Ağustos 06	11	28	1010	8	Haziran 06	72	25	1012	8
					Ağustos 06	12	28	1010	8
r	-0,32	0,29	-0,09		r	-0,90	0,86	-0,73	

Çizelge 3-15 Malatya iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.23 Manisa

Manisa'da benzer şekilde yaz ve kış dönemleri arasındaki geçiş eğilimleri gözlenmektedir. İlin kuzey ve kuzey doğusunu oluşturan dağlar ve platolarda karasal iklim özellikleri hakimken il merkezini de içine alan batı ve ova kesimlerinde Akdeniz İklim tipi hakimdir. İlin

Yüksek kesimlerinde yükseltiye ve denizden uzaklığa bağlı olarak karasal etkiler görülmektedir. Yerleşim bölgeleri nispeten ılıman iklimin hakim olduğu yerlerdedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Manisa, 2004). Buda ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyon miktarını azaltmaktadır. Diğer taraftan çalışma kapsamında ilde doğalgaz kullanımı görülememektedir. Mevcut kirlilik konsantrasyonlarının ortak yanma reaksiyonları sonucu oluştuğu, iki parametre arasında 0,97 olarak hesaplanan korelasyon katsayısı “r”ye bakılarak da daha rahat anlaşılabilir.



Şekil 3-23 Manisa iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Yaz aylarında $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ortalama konsantrasyona sahip olan SO_2 değerleri kış aylarında ise $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ortalamaya yükselirken, PM değerleri de eş zamanlı olarak $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ortalama değerlere ulaşmaktadır. Burada ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminin baskın SO_2 emisyon kaynağı olması kuvvetle muhtemeldir. PM konsantrasyonları ise SO_2 ile beraber ısınma amaçlı yakıt tüketiminden etkilense de daha baskın emisyon kaynakları olduğu yaz aylarında gözlemlenen $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lere yaklaşan emisyon değerlerinden de anlaşılmaktadır. Bu noktada başta tekstil olmak üzere endüstriyel faaliyetler ve taşıt emisyonlarının etkili olması olasıdır. PM değerleri yaz aylarında $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ minimum değerlere ulaşırken, kış aylarında ısınma ihtiyacından doğan emisyonların da eklenmesiyle $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerlerini görerek uzun vade sınır değerlere ulaşmaktadır.

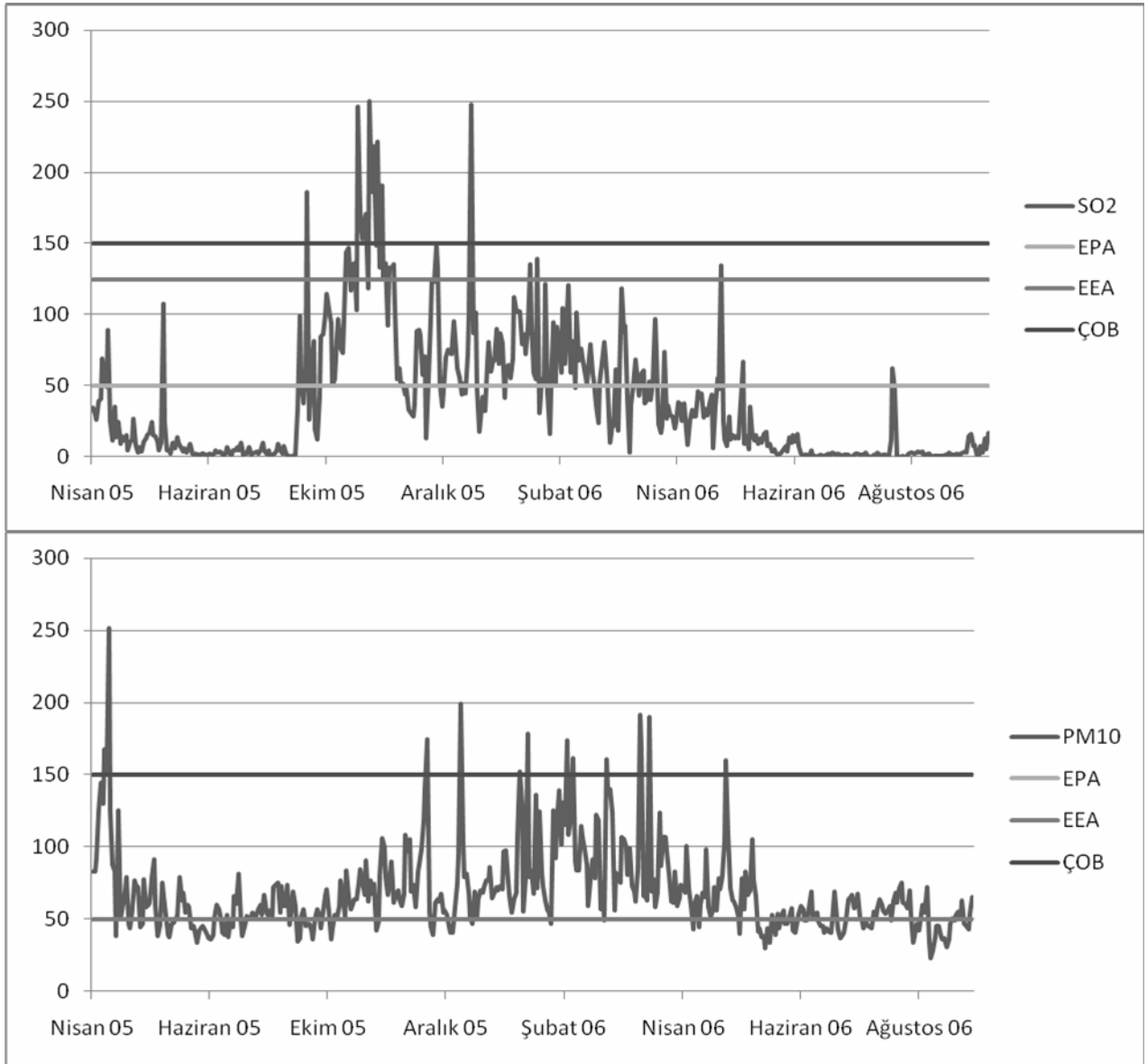
Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Kasım 05	28	12	1019	11
Aralık 05	44	10	1018	13
Ocak 06	53	6	1020	10
Şubat 06	58	10	1014	12
Mart 06	22	11	1012	13
Nisan 06	12	16	1012	9
Mayıs 06	10	20	1014	9
Haziran 06	8	24	1013	12
Temmuz 06	8	27	1010	14
Ağustos 06	12	28	1008	7
Eylül 06	12	23	1013	9
r	-0,83	0,67	0,23	

Tarih	PM	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Kasım 05	105	12	1019	11
Aralık 05	134	10	1018	13
Ocak 06	143	6	1020	10
Şubat 06	159	10	1014	12
Mart 06	83	11	1012	13
Nisan 06	88	16	1012	9
Mayıs 06	71	20	1014	9
Haziran 06	68	24	1013	12
Temmuz 06	69	27	1010	14
Ağustos 06	93	28	1008	7
Eylül 06	80	23	1013	9
r	-0,75	0,59	0,09	

Çizelge 3-16 Manisa iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.24 Samsun

Samsun genellikle ılıman bir iklime sahiptir. Ancak sahil şeridinde ve iç kesimlerde iklim iki ayrı özellik gösterir. Sahil şeridinde Karadeniz ikliminin etkileri görülür. Bunun için sahil şeridinde yazlar sıcak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. İç kesimler yüksekliği 2000 m.yi bulan Akdağ ve 1500 m.yi bulan Canik Dağlarının etkisi altında kalır. Burada dağların etkisinden kışlar soğuk, yağmur ve kar yağışlı, yazlar ise serin geçer (Tarım ve Köy İşleri Bak., Samsun, 2005).



Şekil 3-24 Samsun iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Samsun'da ısınma amaçlı fosil yakıt kullanımının etkisi özellikle PM için çok baskın bir kaynak olarak gözükmemekle birlikte, SO₂ için bunun nispeten geçerli olduğu söylenebilir.

SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile arasındaki basit korelasyon katsayılarına bakıldığında (Çizelge 3-17) sıcaklığa bağımlı bir değişim gözlenebilmektedir. Bu durum ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların baskın olduğunu göstermektedir. İlin SO₂ konsantrasyonlarının dönem ortalamaları yaz ve kış olmak üzere, sırasıyla, 14 ve 82 µg/m³'tür. Aynı şekilde PM₁₀ ortalamalarına baktığımızda ise sırasıyla 60'ya 79 µg/m³'lük ortalamalar elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ilde görülen doğalgaz tüketimi yeterli seviyelerde değildir. Bu sebeple henüz mevcut kirliliği azaltma yönünde çok ciddi etkileri görülememektedir.

Samsun ili 2001 yıl Çevre İl Müdürlüğü'nün Çevre Durumu Raporunda; sanayi tesislerinin yoğunlaştığı Tekkeköy Havzasının batı kısmında yer alan tesislerde baca gazı arıtımına yönelik tedbirler alınmadığından bu bölgede hava kirliliği nispeten daha fazla görülmektedir. İlde faaliyet gösteren Samsun Gübre Sanayi (TÜGSAŞ) ve Karadeniz Bakır İşletmelerinin de bu kirlilikte payları olduğu belirtilmektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Samsun, 2005).

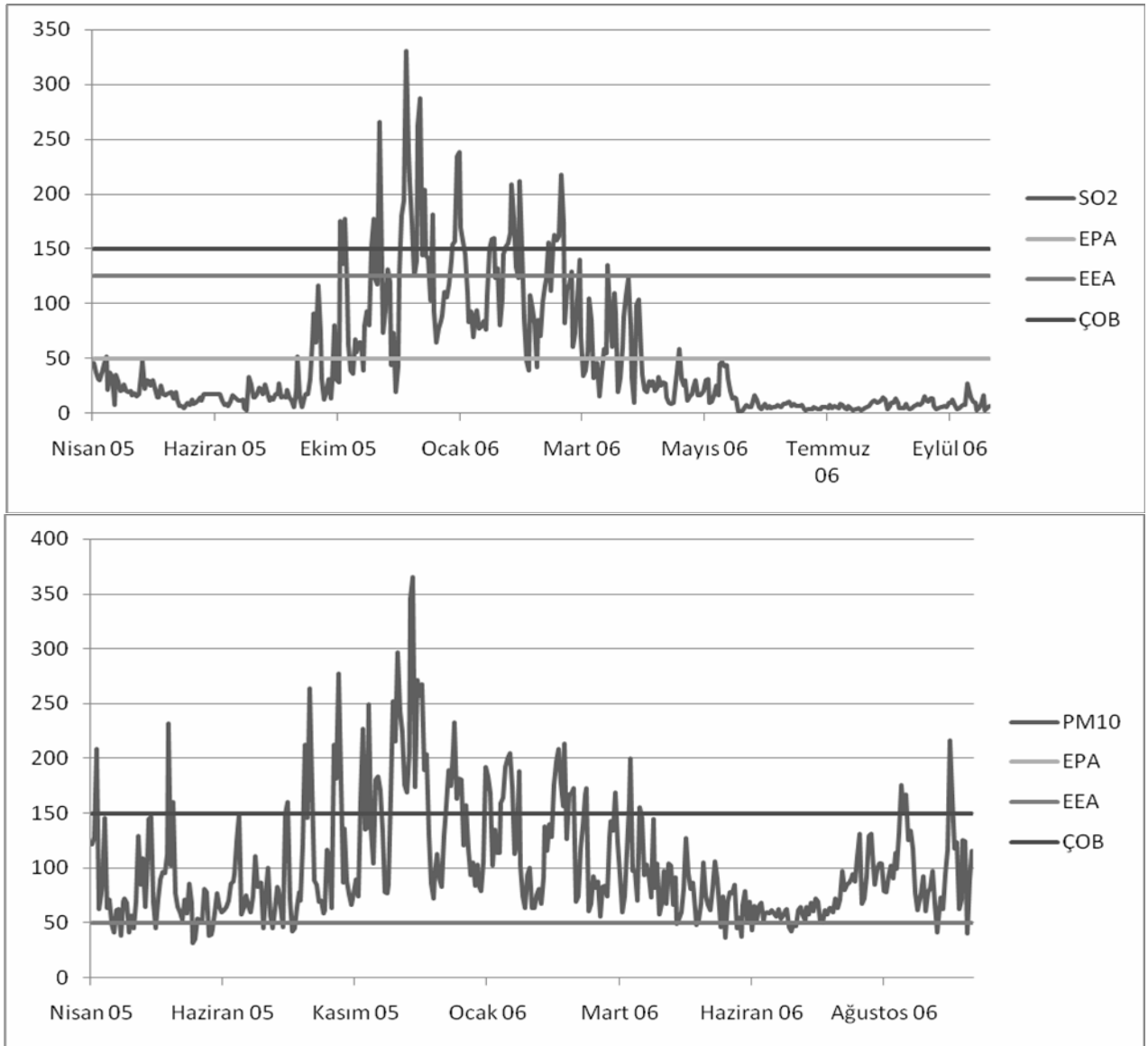
Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Nisan 05	26	11	1017	9	Nisan 05	94	11	1017	9
Mayıs 05	12	15	1015	8	Mayıs 05	56	15	1015	8
Haziran 05	3	18	1015	9	Haziran 05	49	18	1015	9
Temmuz 05	10	23	1012	9	Ekim 05	51	15	1021	11
Ekim 05	78	15	1021	11	Kasım 05	71	10	1021	10
Kasım 05	138	10	1021	10	Aralık 05	74	8	1020	10
Aralık 05	68	8	1020	10	Ocak 06	77	4	1023	11
Ocak 06	77	4	1023	11	Şubat 06	102	5	1017	10
Şubat 06	76	5	1017	10	Mart 06	97	9	1014	10
Mart 06	53	9	1014	10	Nisan 06	88	11	1016	7
Nisan 06	38	11	1016	7	Mayıs 06	71	14	1017	7
Mayıs 06	28	14	1017	7	Haziran 06	52	20	1015	9
Haziran 06	6	20	1015	9	Temmuz 06	51	21	1014	12
Temmuz 06	2	21	1014	12	Ağustos 06	56	24	1010	8
Ağustos 06	5	24	1010	8	Eylül 06	44	19	1016	9
Eylül 06	5	19	1016	9					
r		-0,72	0,75	0,46	r		-0,79	0,15	0,00

Çizelge 3-17 Samsun iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.25 Sivas

Sivas İç Anadolu bölgesinin en soğuk ilidir. Kış ayları dondurucu soğuk, yaz ayları sıcak ve kuraktır. Yaz mevsimi kısa sürelidir. Kış ve yaz mevsimleri arasında sıcaklık farkı büyük olduğu gibi gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı da büyüktür. Yazın 40 °C 'ye kadar çıkabilen sıcaklıkların, kışın -33°C'ye kadar düştüğü görülür (Tarım ve Köy İşleri Bak.,

Sivas, 2004). İlin SO_2 konsantrasyonlarının dönem ortalamaları yaz ve kış olmak üzere, sırasıyla, 14 ve $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Aynı şekilde PM_{10} ortalamalarına baktığımızda ise sırasıyla 82'ye $139 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük ortalamalar elde edilmiştir. Bu verilerden kış aylarındaki gözle görülür artışında ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketimi kaynaklı emisyonların en baskın kaynak oldukları söylenebilir. Meteorolojik verilerle kirlilik parametreleri arasındaki korelasyon katsayıları (Çizelge 3-18) da bu savı doğrular niteliktedir. Çalışma kapsamında, ilde, doğalgaz kullanımı görülmektedir ancak nüfusa oranlı kullanım miktarlarında diğer bazı illere nazaran doğalgaz tüketim miktarları çok yüksek değildir (Çizelge 3-31).



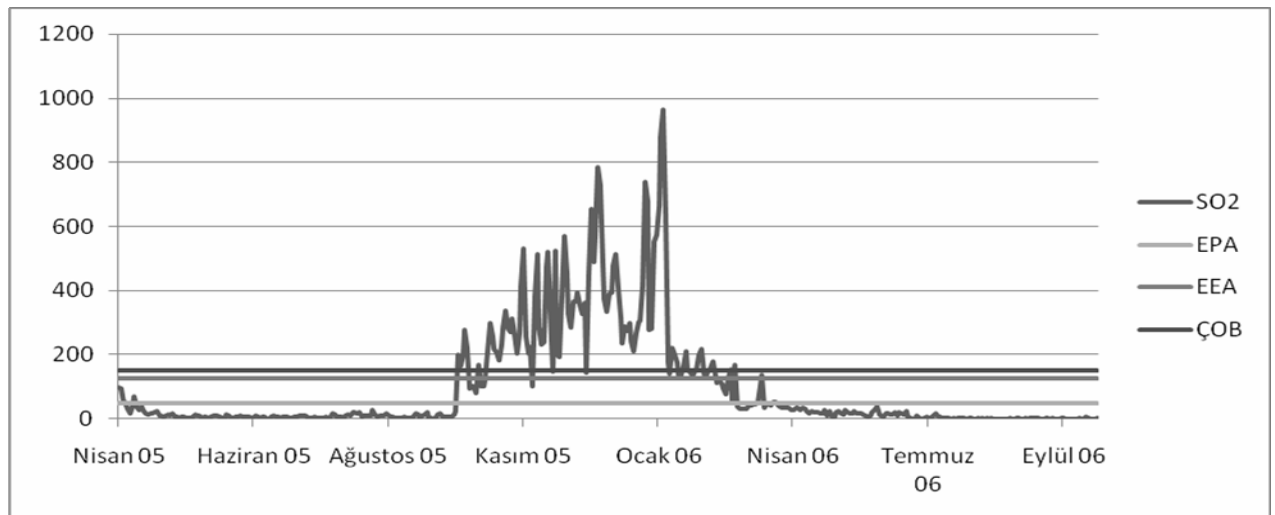
Şekil 3-25 Sivas iline ait kükürt dioksit ve PM_{10} konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

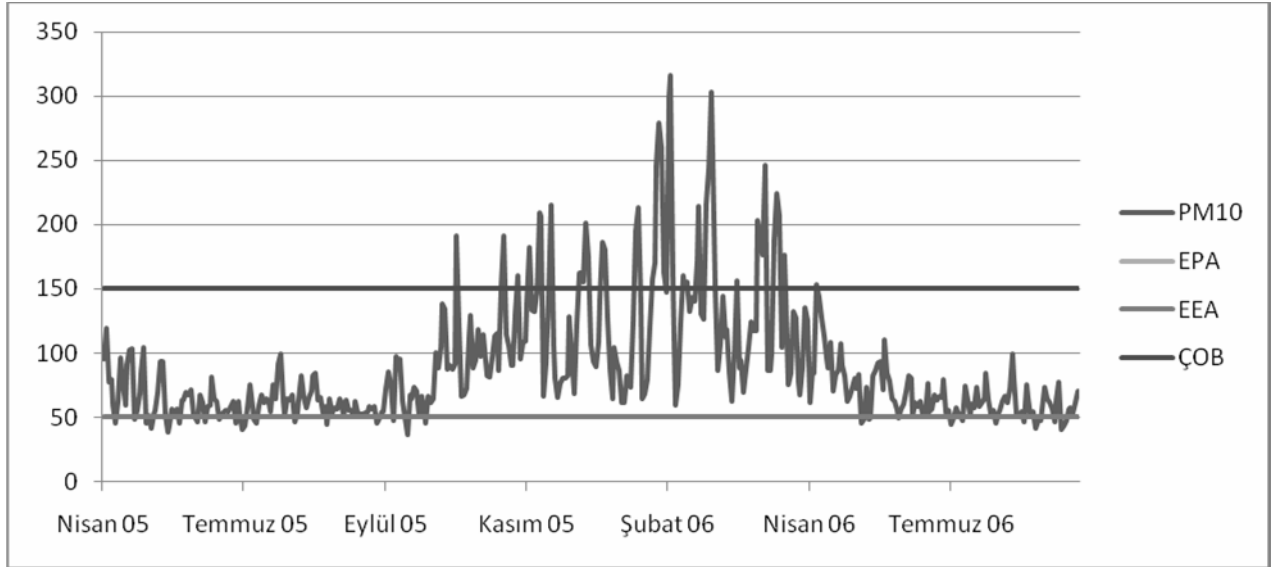
Tarih	SO2	Sıcaklık	Rüzgar Hızı	Tarih	PM10	Sıcaklık	Rüzgar Hızı
Mayıs 05	18	13	5	Mayıs 05	90	13	5
Haziran 05	13	16	4	Haziran 05	59	16	4
Ekim 05	55	9	3	Ekim 05	122	9	3
Kasım 05	123	4	3	Kasım 05	150	4	3
Aralık 05	144	1	3	Aralık 05	181	1	3
Ocak 06	123	-4	3	Ocak 06	141	-4	3
Şubat 06	125	-1	4	Şubat 06	129	-1	4
Mart 06	74	6	6	Mart 06	113	6	6
Nisan 06	32	10	5	Nisan 06	91	10	5
Mayıs 06	20	12	4	Mayıs 06	71	12	4
Haziran 06	7	19	5	Haziran 06	59	19	5
Temmuz 06	5	19	5	Temmuz 06	61	19	5
Ağustos 06	9	24	3	Ağustos 06	107	24	3
Eylül 06	8	16	3	Eylül 06	92	16	3
r	-0,92	-0,34		r	-0,76	-0,50	

Çizelge 3-18 Sivas iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.26 Tekirdağ

Tekirdağ'ın Marmara kıyılarında yağış bakımından Akdeniz iklimi egemendir. Kıyı şeridinde yazlar sıcak, kışlar ılık geçer. Buralarda tek fark kışın kar yağmasıdır. Yörede zaman zaman esen kuzey rüzgarları, ısının düşmesine neden olur. Kuzeye paralel uzanan Tekir dağları da kıyı kesimini Balkanlardan gelen soğuk hava kütesine karşı korur. İlin iç bölgelerinde ise karasal iklim egemendir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve yağışlıdır. Buralar kış boyunca esen kuzey rüzgarlarının etkisi altında kalır (Tarım ve Köy İşleri Bak., Tekirdağ, 2004).





Şekil 3-26 Tekirdağ iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tarih	SO ₂	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Mayıs 05	17	16	1015	8	Mayıs 05	67	16	1015	8
Haziran 05	7	19	1014	8	Haziran 05	58	19	1014	8
Temmuz 05	6	23	1011	9	Temmuz 05	62	23	1011	9
Ağustos 05	12	24	1012	9	Ağustos 05	59	24	1012	9
Ekim 05	98	15	1022	9	Ekim 05	86	15	1022	9
Kasım 05	298	10	1020	9	Kasım 05	117	10	1020	9
Aralık 05	410	7	1018	11	Aralık 05	123	7	1018	11
Ocak 06	451	3	1023	11	Ocak 06	131	3	1023	11
Şubat 06	159	4	1016	10	Şubat 06	169	4	1016	10
Mart 06	63	8	1013	9	Mart 06	132	8	1013	9
Nisan 06	24	12	1013	7	Nisan 06	99	12	1013	7
Mayıs 06	17	16	1015	8	Mayıs 06	71	16	1015	8
Temmuz 06	4	23	1014	11	Temmuz 06	60	23	1014	11
Ağustos 06	2	25	1009	8	Ağustos 06	61	25	1009	8
					Eylül 06	57	20	1016	9
r		-0,75	0,75	0,64	r		-0,93	0,45	0,42

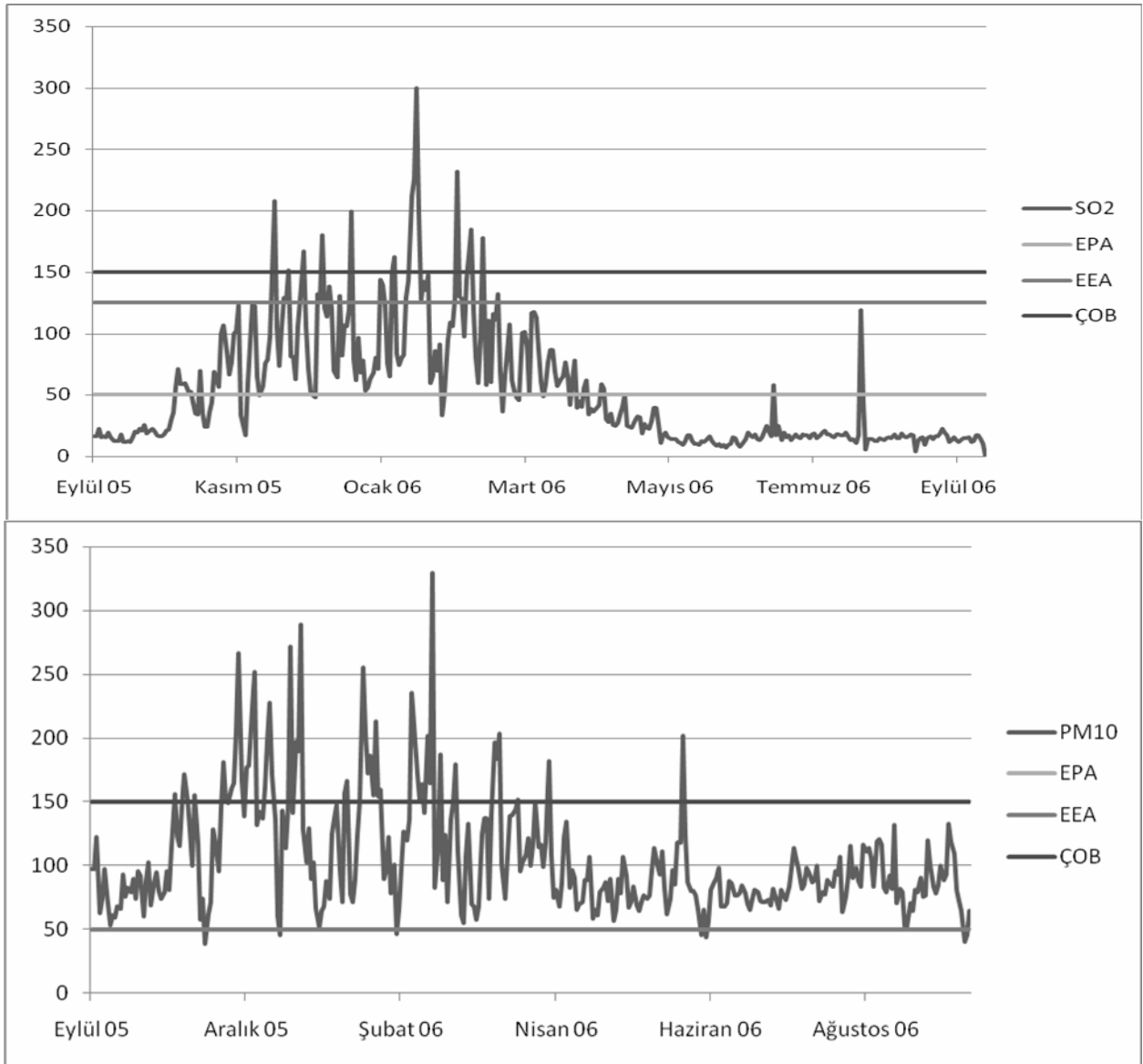
Çizelge 3-19 Tekirdağ iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Diğer karasal iklim özellikleri gözlenen bölgelerde olduğu gibi Tekirdağ'da da kış aylarında sıcaklıklar oldukça düşmekte ve buna karşılık ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketimi artmaktadır. Bunun sonucunda da kirlilik konsantrasyonları da artmaktadır. Kış dönemi dışındaki kalan PM₁₀ konsantrasyonlarının, taşıt ve sanayii emisyonu kaynaklı olduğu düşünülebilir. Meteorolojik verilerle kirlilik konsantrasyonları arasındaki korelasyon katsayılarına bakıldığında (Çizelge 3-19) da ısınma amaçlı yakıt tüketiminin bu kirlilikte

baskın kaynak olduğu görülebilmektedir. Tekirdağ'da kış aylarında gözlenen bu konsantrasyonlar, özellikle SO₂ açısından uzun vade kirlilik sınır değerlerini ve hatta kısa vade kirlilik değerlerini dahi aşmaktadır. SO₂ konsantrasyonlarının dönem ortalamaları yaz ve kış olmak üzere, sırasıyla, 12 ve 247 µg/m³'tür. Aynı şekilde PM₁₀ ortalamalarına baktığımızda ise sırasıyla 73'e 126 µg/m³'lük ortalamalar elde edilmiştir.

Kentsel yaşamın ve sanayileşmenin bölgede yaygınlaşıp hızlanması sonucu toprak-su ve havada gerek fiziki azalmalar şeklinde gerekse kimyasal yapılarında bozunumlar şeklinde olumsuzluklar başlamıştır.

3.1.27 Uşak



Şekil 3-27 Uşak iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

Uşak İlinde geçiş tipi olarak nitelendirilen karasal iklim hakimdir. İç Batı Anadolu’ da çukur Ege grabenlerinin kenarında aniden yükselen yamaçlarla başlayan platolardan oluşan ilimizde kışları oldukça soğuk ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kuraktır. Yağış, iç kısımlarda ve platolarda daha azdır. Ege Bölgesi ile İç Anadolu Bölgeleri arasında yer aldığından dolayı, geçiş özelliği gösteren bir iklim tipi görülmektedir. Ege Bölgesine göre daha sert, İç Anadolu Bölgesine göre ise daha yumuşak bir iklim tipi karşımıza çıkmaktadır. Uşak yöresinde Akdeniz ikliminin karasal etkilere uğramış olduğu görülür. Sözü geçen etkiler yükseltiye ve denizden uzaklığa göre artar; sonunda yazların daha az sıcak ve daha az sürekli ; kışların Ege Bölgesindekinden daha soğuk olduğu görülür (Tarım ve Köy İşleri Bak., Uşak, 2002).

Uşak için SO₂ ve PM₁₀ verilerine baktığımızda kış döneminde ciddi artışlar göstermektedirler. SO₂ konsantrasyonlarının dönem ortalamaları yaz ve kış olmak üzere, sırasıyla, 22 ve 87 µg/m³’tür. Aynı şekilde PM₁₀ ortalamalarına baktığımızda ise sırasıyla 87’ye 132 µg/m³’lük ortalamalar elde edilmiştir. Mevsimler arasındaki bu ciddi farkları, meteorolojik verilerle kirlilik parametreleri arasındaki korelasyon katsayılarıyla (Çizelge 3-20) birlikte değerlendirirsek ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların önemli etkileri olduğu görülebilir. Çalışma kapsamında ilde kullanıldığı görülen doğalgazın mevcut kirlilik değerlerinin oldukça farklı değerlere çıkmasını engellediği söylenebilir. Burada yaz aylarında emisyonların düştükleri değerler de göz önünde bulundurularak, mevcut kirlilik kaynakları düşünüldüğünde, ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminin yanısıra yıl boyunca devam eden sürekli emisyon kaynaklarının da bulunduğu, özellikle PM grafiği ele alındığında açıkça görülmektedir.

Uşak ilinin sanayi yapısı deri ve tekstil olmak üzere iki ana sektörden oluşmaktadır. Organize sanayi bölgesi kuruluncaya kadar, ildeki sanayi tesisleri şehir içerisinde dağınık olarak faaliyet göstermişler; Organize sanayi bölgesinin kurulması ile tekstil işletmelerinin büyük bir kısmı ile birlikte şehirdeki diğer inşaat, seramik ve gıda sanayinin büyük bir bölümü bölge içersine taşınmıştır. Dericilik sektöründe zig deri imalatı ve konfeksiyon olmak üzere ikiye ayrılmakta olup, ilde 500 civarında tabak esnafı ve sanayici, takriben 30 fabrika ve 250 işyerinde faaliyet göstermektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Uşak, 2002).

Tekstil sektörü ise, apre boya baskı, pamuklu dokuma, pamuk ipliği, akrilik iplik, halı, kilim, battaniye, makine kilimi ve halısı, çorap imalatı, triko imalatı dallarında faaliyet göstermektedir. Türkiye’de battaniye üretiminin % 95’i Uşak’ta yapılmaktadır. Seramik sanayinde de en önemli bir yere sahip olan ilde halen yıllık 15.000.000 m² yer ve duvar

karosu imal eden 3 seramik fabrikası bulunmaktadır. Uşak ayrılcı Türkiye tarihinde ilk Şeker Fabrikasının da sahibidir.Fabrika halen büyük kapasiteyle Ege Bölgesinin önemli derecede şeker ihtiyacını karşılamaktadır (Tarım ve Köy İşleri Bak., Uşak, 2002).

Uşak'taki bu geniş sanayi, halen yeterince çevresel öngörüyle işletilememektedir.

Tarih	SO ₂	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM ₁₀	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Ekim 05	33	12	1019	5	Ekim 05	103	12	1019	5
Kasım 05	69	7	1020	4	Aralık 05	167	5	1020	5
Aralık 05	110	5	1020	5	Ocak 06	127	1	1022	6
Ocak 06	113	1	1022	6	Şubat 06	146	3	1016	5
Şubat 06	116	3	1016	5	Mart 06	117	6	1014	6
Mart 06	80	6	1014	6	Nisan 06	99	12	1012	5
Nisan 06	45	12	1012	5	Mayıs 06	81	14	1014	4
Mayıs 06	19	14	1014	4	Haziran 06	85	19	1012	5
Haziran 06	15	19	1012	5	Temmuz 06	82	22	1009	6
Temmuz 06	17	22	1009	6	Ağustos 06	94	24	1007	5
Ağustos 06	19	24	1007	5	Eylül 06	81	18	1013	5
Eylül 06	14	18	1013	5					
r		-0,92	0,67	0,00	r		-0,80	0,65	-0,15

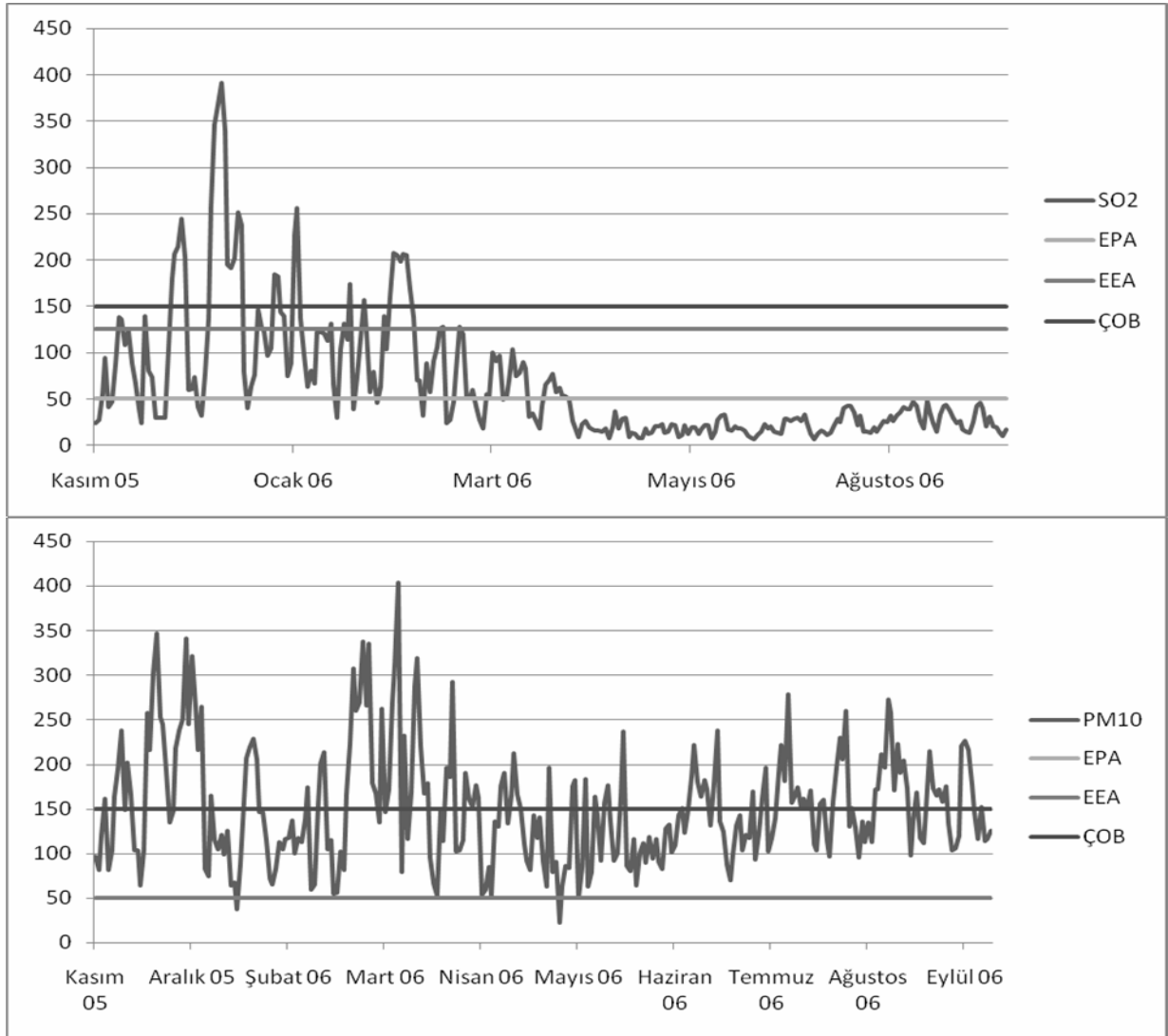
Çizelge 3-20 Uşak iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.28 Van

Van ili karasal iklim özelliği gösterir. Kış ayları dondurucu soğuk, yaz ayları sıcak ve kuraktır. Yaz mevsimi kısa sürelidir. Kış ve yaz mevsimleri arasında sıcaklık farkı büyük olduğu gibi gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı da büyüktür. Yazın 40 °C 'ye kadar çıkabilen sıcaklıkların, kışın -33°C'ye kadar düştüğü görülür.Kıta iklimi karakterinde olan Van'da yağışlar kış, ilkbahar ve sonbahar aylarına rastlar. Kış mevsimi uzun sürer ve yağışlar genellikle kar halindedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Van, 2003). Sıcaklık değişimleri ve kirlilik değerlerinin değişimi Çizelge 3-21'de görülmektedir. Basit korelasyon katsayılarına da bakacak olursak, kirlilik değerleri üzerinde meteorolojik verilerin oldukça etkili olduğu da görülebilir. Buradan sonuçla ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların baskın olduğu söylenebilir.

Van ilinin SO₂ konsantrasyonlarının dönem ortalamaları yaz ve kış olmak üzere, sırasıyla, 25 ve 120 µg/m³'tür. Aynı şekilde PM₁₀ ortalamalarına baktığımızda ise sırasıyla 141'e 171 µg/m³'lük ortalamalar elde edilmiştir. SO₂ için diğer illerdeki benzer kaynaklar sözkonusudur. Yaz döneminde gözlemlenen minimum değerler, ısınma amaçlı yakıt tüketimi haricindeki

sürekli emisyonların yaklaşık durumunu göstermektedir. PM için durumu ele aldığımızda, SO_2 'den farklı bir eğri çizmektedir. PM değerleri yıl içerisinde sıcaklıktan bağımsız olarak daha dalgalı bir grafik oluşturmaktadır. Bu noktada, PM'nin bu değişken konsantrasyonları için ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminin baskın emisyon kaynağı olduğunu söylemek mümkün değildir. Taşıt emisyonları ve sanayii emisyonları düşünüldüğünde de, mevcut değerlerle uzun vade kirlilik sınır değerlerini aşan bu emisyon kaynaklarının hem düzensiz hem de büyük olması net bir yorum yapılmasını engellemektedir.



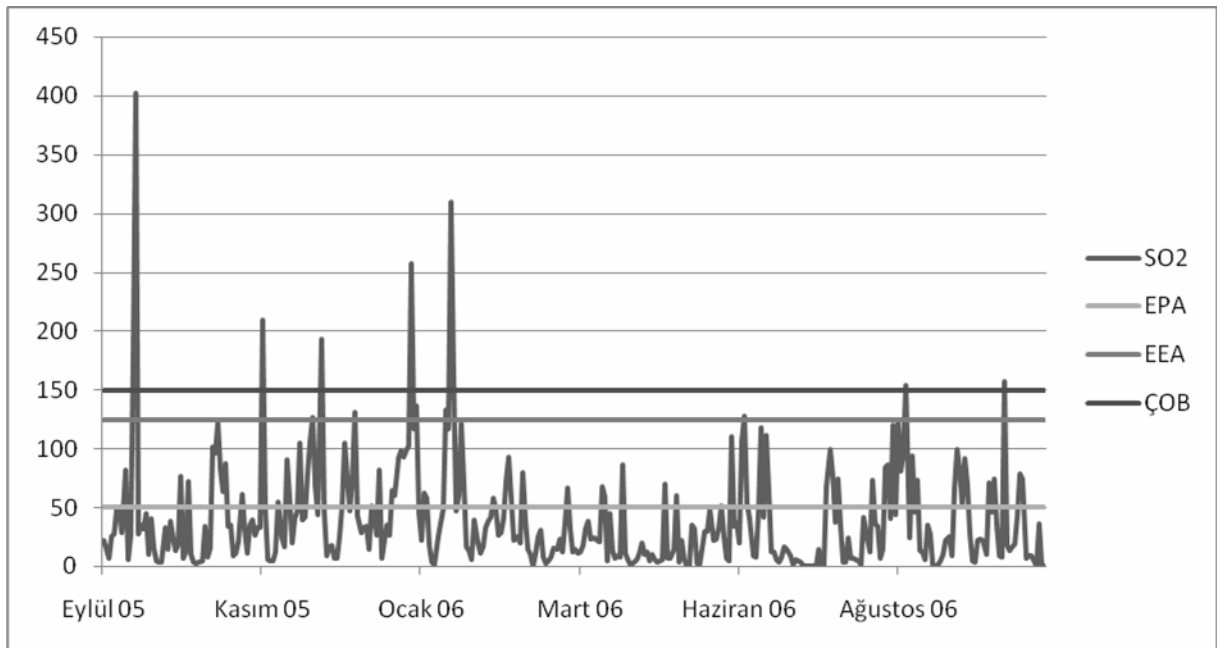
Şekil 3-28 Van iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri (µg/m³)

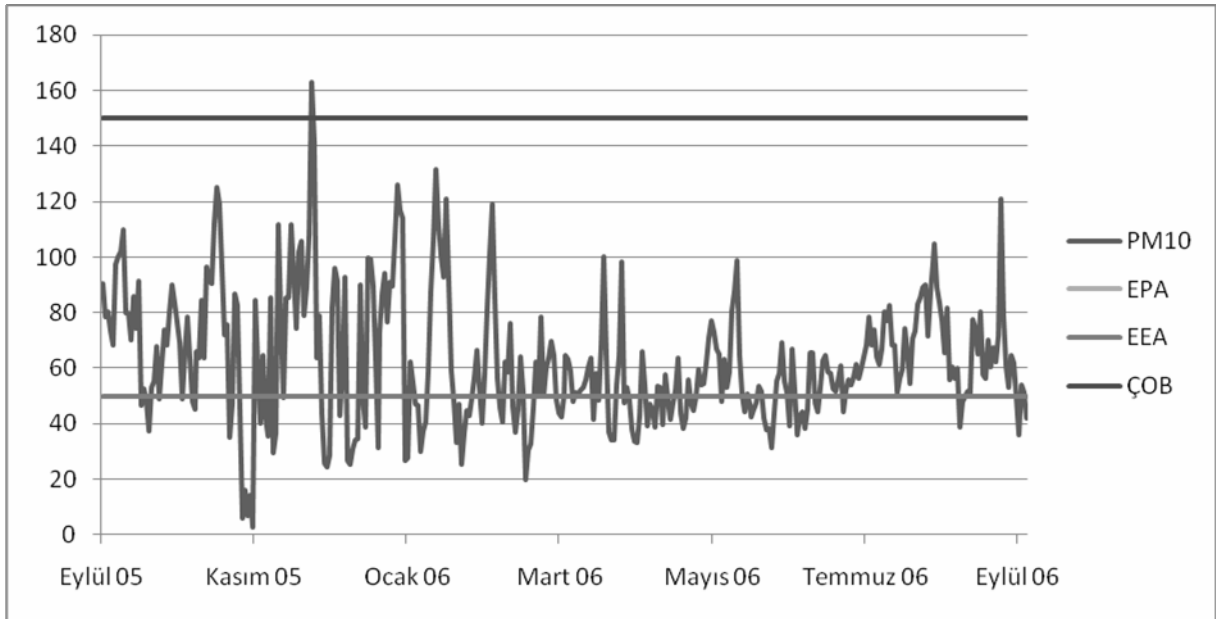
Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM10	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Aralık 05	145	2	1021	7	Kasım 05	171	5	1021	5
Ocak 06	141	-3	1017	6	Aralık 05	170	2	1021	7
Şubat 06	122	-2	1016	7	Şubat 06	163	-2	1016	7
Mart 06	71	3	1016	7	Mart 06	181	3	1016	7
Nisan 06	36	10	1016	7	Nisan 06	117	10	1016	7
Mayıs 06	17	14	1019	7	Mayıs 06	119	14	1019	7
Temmuz 06	18	21	1015	4	Haziran 06	162	20	1018	4
Ağustos 06	27	23	1017	6	Temmuz 06	144	21	1015	4
Eylül 06	27	17	1019	4	Ağustos 06	171	23	1017	6
					Eylül 06	153	17	1019	4
r	-0,88	0,26	0,43		r	-0,26	0,26	-0,20	

Çizelge 3-21 Van iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.29 Yatağan (Muğla)

Muğla İli Akdeniz iklim etkisinde kalmaktadır. İklim üzerinde deniz ve yükseltinin yanı sıra yer şekillerin uzanış durumu büyük rol oynar. 800 metre yüksekliğe kadar olan alanlarda asıl Akdeniz iklimi ve daha yüksek alanlarda Akdeniz dağ iklimi hissedilir. İlimizde üç adet Termik Santral ve bir adet kağıt fabrikası dışında büyük çaplı kirletici sanayi tesisi mevcut değildir. Bölgede en büyük kirliliği oluşturan tesis Yatağan Termik Santrali çevreye oldukça fazla zarar vermiştir. Şu anda Yatağan Termik Santralinde desülfirizasyon ünitesi mevcut olup çevreye olan zararı halen incelenmektedir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Muğla, 2003).



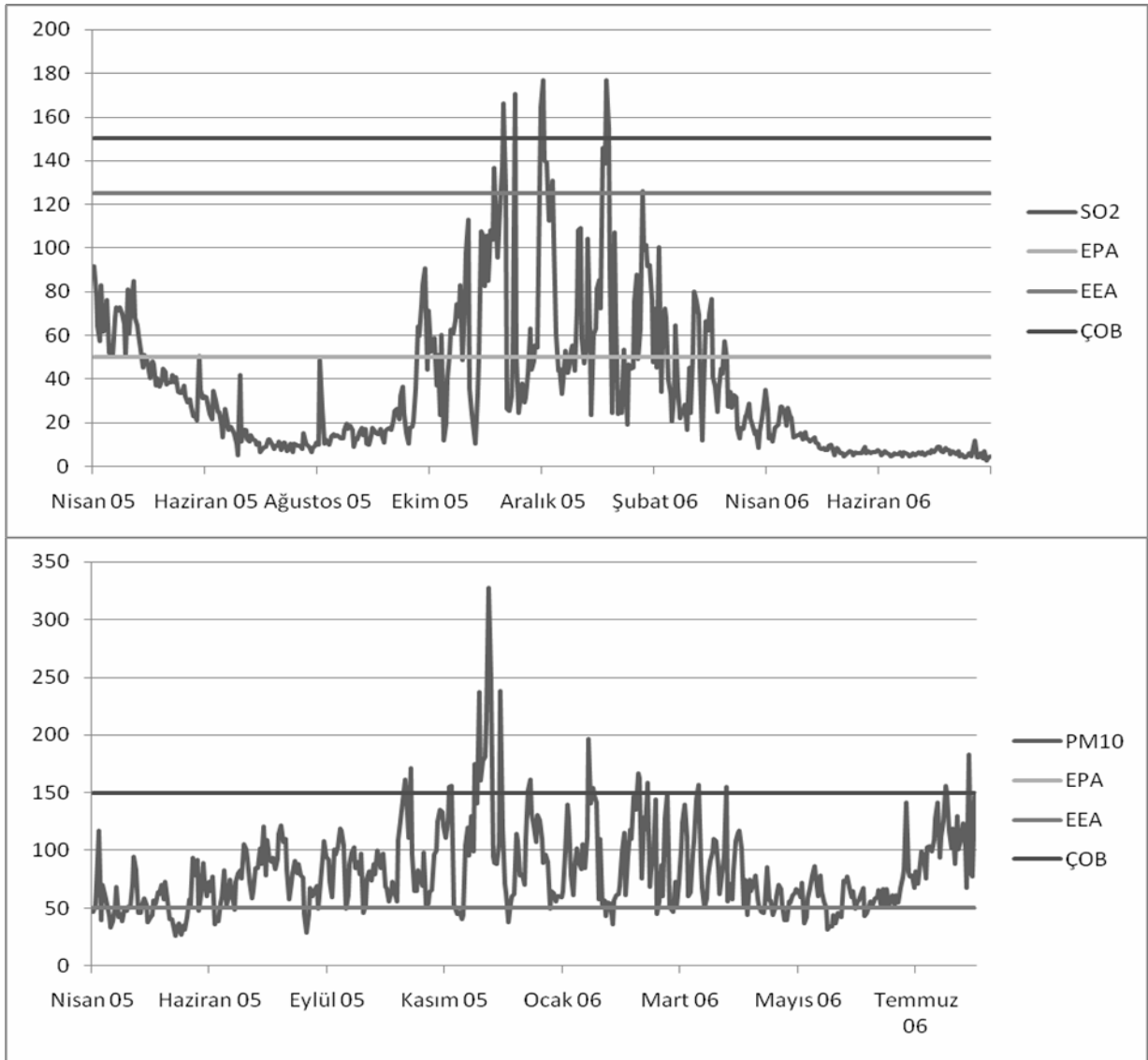


Şekil 3-29 Yatağan'a ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Burada mevsimsel değişimlerin diğer illere nazaran daha az belirgin olduğu söylenebilir. SO_2 konsantrasyonlarının dönemsel ortalamalarına baktığımızda yaz-kış olarak sırasıyla 31 ve 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi bir değer görülürken, PM_{10} için aynı ortalamalara baktığımızda yine aynı sırayla 59'a 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük ortalamalarla karşılaşmaktadır. Bu değerlerdeki değişimin evsel fosi yakıt tüketiminden oldukça bağımsız olduğu da görülebilmektedir. Ancak mevsimsel nispi yükselmelerin yanında değişimler neredeyse tamamen bölgedeki sanayii ve termik santrallerdeki emisyonların etkisi altındadır. Yukarıda belirtildiği gibi özellikle Yatağan Termik Santraline eklenen desülfürizasyon ünitesinin mevcut konsantrasyonların bu değerlerde kalmasında etkisinin büyük olduğu söylenebilir.

3.1.30 Yozgat

Yozgat'ta tipik İç Anadolu iklimi hâkimdir. Genel olarak Kara İklimine sahiptir. Kışları uzun ve şiddetli, Yazları ise serin geçer. Yozgat'ta rüzgarlar genelde Kuzeydoğudan eser ve ortalama hızı 2,9 m/sn'dir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Yozgat, 2005). Kış aylarındaki sıcaklıktaki düşüşle paralel artan kirlilik değerleri grafiklerden görülmektedir. Çizelge 3-22'deki korelasyon katsayılarından da görülebileceği gibi Yozgat'da görülen kirlilik çok büyük ölçüde ısınma amaçlı evsel fosil yakıt tüketiminden kaynaklanmaktadır. Çalışma kapsamında ilde doğalgaz tüketimine rastlanmamıştır. Bu da mevcut kirliliği destekleyen bir başka veridir.



Şekil 3-30 Yozgat iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO₂ konsantrasyonlarının dönemsel ortalamalarına baktığımızda yaz-kış olarak sırasıyla 14 ve 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi bir değer görülürken, PM₁₀ için aynı ortalamalara baktığımızda yine aynı sırayla 66'ya 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük ortalamalarla karşılaşılmaktadır. Ayrıca diğer illerde de görüldüğü gibi burada da özellikle konsantrasyon değerlerinin düşüş gösterdiği dönemlerde PM konsantrasyonları ile rüzgar hızı değerleri arasında aynı ters orantı gözlemlenebilmektedir. Ayrıca rüzgar veileriyle SO₂ verilerini korelasyon katsayılarında baktığımızda yaz aylarında rüzgarların daha hızlı estiği ve rüzgar hızı arttıkça kirlilik konsantrasyonlarının dağılımla azaldığı görülebilmektedir (Çizelge 3-22).

Tarih	SO ₂	Sıcaklık	Rüzgar Hızı	Tarih	PM ₁₀	Sıcaklık	Rüzgar Hızı
Mayıs 05	50	11	5	Mayıs 05	52	11	5
Haziran 05	27	14	6	Haziran 05	61	14	6
Temmuz 05	12	18	9	Ağustos 05	90	18	8
Ağustos 05	12	18	8	Eylül 05	80	15	6
Eylül 05	14	15	6	Ekim 05	89	9	4
Ekim 05	36	9	4	Kasım 05	94	4	3
Kasım 05	61	4	3	Aralık 05	130	2	5
Aralık 05	85	2	5	Ocak 06	94	-4	7
Ocak 06	73	-4	7	Şubat 06	95	0	6
Şubat 06	72	0	6	Mart 06	94	5	6
Mart 06	47	5	6	Nisan 06	80	9	7
Nisan 06	27	9	7	Mayıs 06	57	23	7
Mayıs 06	15	23	7	Haziran 06	56	16	9
Haziran 06	6	16	9	Temmuz 06	71	15	10
Temmuz 06	6	15	10	Ağustos 06	117	23	7
r	-0,91	-0,71		r	-0,40	-0,38	

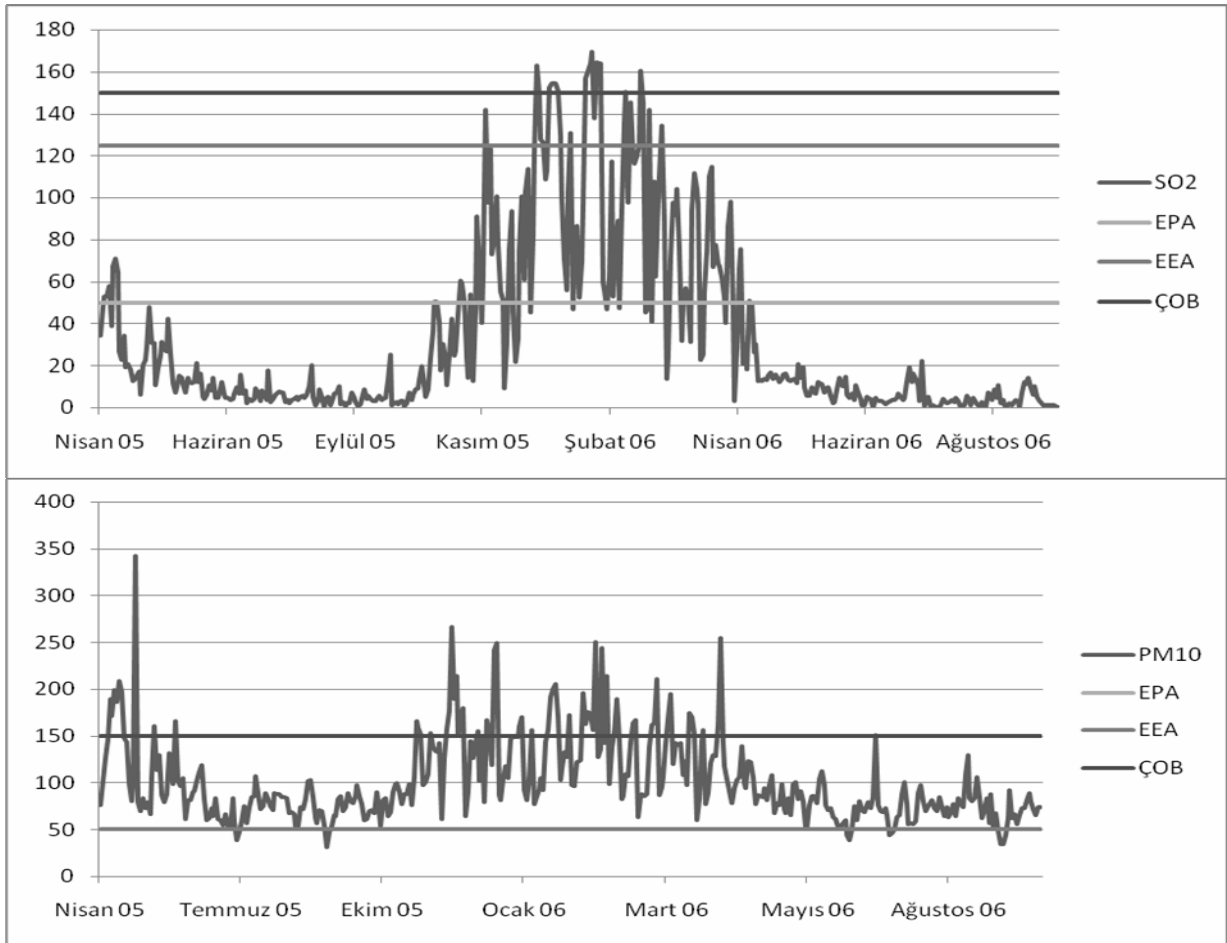
Çizelge 3-22 Yozgat iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.1.31 Zonguldak

Zonguldak ili, ılıman Karadeniz ikliminin altındadır. Her mevsimi yağışlı ve ılık olan Zonguldak’ da kurak mevsime rastlanılmamaktadır. En fazla yağış sonbahar ve kış mevsimlerinde görülür. Denizden iç kesimlere doğru gidildikçe iklim biraz sertleşir (Tarım ve Köy İşleri Bak., Zonguldak, 2003).

Zonguldak’ta SO₂ konsantrasyonlarının dönemsel ortalamalarına baktığımızda yaz-kış olarak sırasıyla 12 ve 78 µg/m³ gibi bir değer görülürken, PM₁₀ için aynı ortalamalara baktığımızda yine aynı sırayla 86’ya 129 µg/m³’lük ortalamalarla karşılaşılmaktadır.

SO₂ grafikleri daha dik periyodlar oluştururken PM₁₀ grafiğinde geçişlerin SO₂’den daha yumuşak olması, konsantrasyonların ısınma amaçlı yakıt tüketiminden daha az etkilendiği ve taşıt ve sanayii emisyonlarının da daha etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 3-31 Zonguldak iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının zamansal değişim grafikleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tarih	SO2	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı	Tarih	PM	Sıcaklık	Basınç	Rüzgar Hızı
Nisan 05	32	12	1017	10	Nisan 05	130	12	1017	10
Mayıs 05	15	15	1015	7	Mayıs 05	92	15	1015	7
Haziran 05	6	18	1016	7	Temmuz 05	74	22	1012	8
Temmuz 05	6	22	1012	8	Ağustos 05	76	22	1012	8
Ağustos 05	4	22	1012	8	Eylül 05	71	20	1016	8
Eylül 05	5	20	1016	8	Ekim 05	96	14	1022	10
Ekim 05	17	14	1022	10	Aralık 05	148	9	1019	10
Aralık 05	73	9	1019	10	Ocak 06	129	4	1024	10
Ocak 06	116	4	1024	10	Şubat 06	157	5	1017	9
Şubat 06	109	5	1017	9	Mart 06	132	9	1014	9
Mart 06	74	9	1014	9	Nisan 06	123	11	1015	7
Nisan 06	36	11	1015	7	Mayıs 06	85	15	1017	7
Mayıs 06	11	15	1017	7	Haziran 06	70	20	1016	7
Haziran 06	5	20	1016	7	Temmuz 06	74	21	1015	8
Temmuz 06	5	21	1015	8	Ağustos 06	77	24	1011	7
Eylül 06	4	19	1016	9	Eylül 06	67	19	1016	9
r	-0,92	0,48	0,63		r	-0,91	0,41	0,61	

Çizelge 3-23 Zonguldak iline ait kükürt dioksit ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla ilişkisi

3.2 Türkiye Geneli Kirlilik Haritaları

3.2.1 SO₂ Haritaları

Türkiye geneline ait kirlilik haritalarına baktığımızda, yaz ve kış ayları olmak üzere iki kirlilik profili oluşmaktadır. Öncelikle yaz aylarını ele aldığımızda, bazı illerde gözlemlenen yüksek değerler dışında ülke genelinde mevsimsel ortalamalar çok büyük farklılık göstermemektedir.

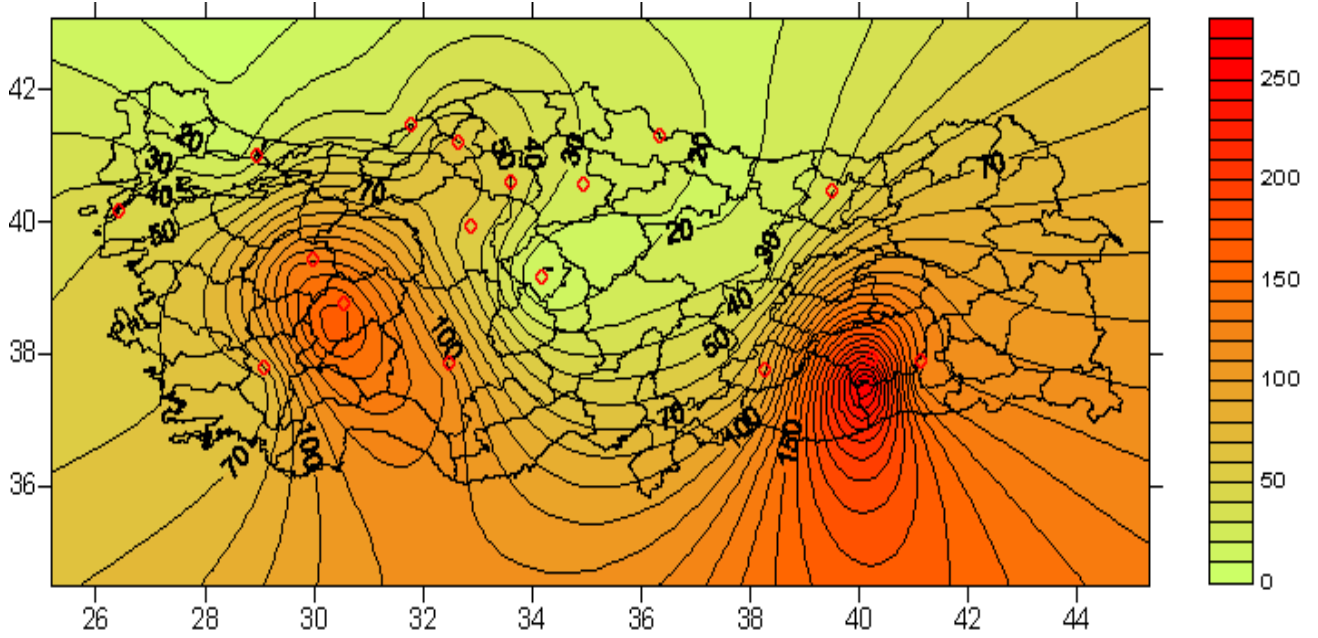
2005 yaz döneminde bölgesel dağılımlar gözönüne alındığında, kirliliğin güney ve doğu kesimlerde yoğunlaştığı görülebilmektedir. Kuzey kesimler yıl içersinde de olduğu gibi çok büyük kirliliğe maruz kalmamaktadır. Kirliliğin en yoğun olduğu yerlere baktığımızda ise Konya, Malatya ve Diyarbakır'ın bölgesel dağılımları etkileyen başlıca şehirler olduğu söylenebilir. Yaz aylarında güney kesimlerdeki bu artışın tatil amaçlı hareketliliğin çok olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

2006 yazına baktığımızda ise daha az kirlilik ve daha homojen bir dağılım görülmektedir. Tüm ülke genelinde ve yaz aylarının tamamında kirlilik değerlerinin 0 – 20 µg/m³ aralığında değiştiği, çok nadiren bu değerın üzerine çıkıldığı gözönüne alındığında, bir önceki yıla göre kirlilik değerlerindeki düşüş ve kirlilik dağılımındaki homojenlik açıkça görülebilmektedir. Bununla birlikte, sözkonusu düşük değerlerin de ülke geneline dağılımını incelediğimizde ise yine önceki yıla benzer şekilde kirlilik grafiğinin ülkenin kuzeyinden güney, güneybatı ve güneydoğu istikametlerinde yükseldiği görülmektedir. Bu artışlarda da, yaz aylarındaki popülasyon ve antropojenik faaliyetlerin yoğunluğunun dağılımının etkili olduğu düşünülebilir. Bu noktada yaz aylarındaki konsantrasyonlar üzerinde trafik kaynaklı emisyonların da bir etkisinin sözkonusu olduğu söylenebilir.

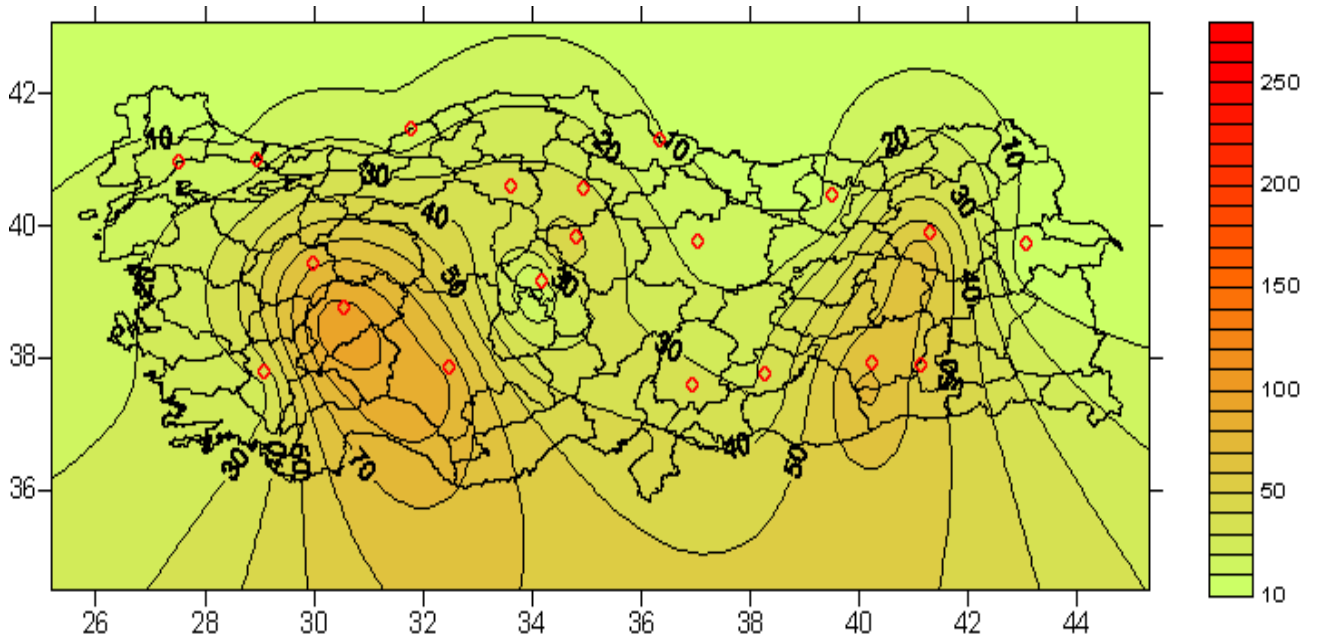
2005-2006 Kış döneminde ortaya çıkan dağılım ise yaz aylarına nazaran, daha yüksek değerlerle daha değişken bir hal almaktadır. Bölgesel dağılımlar açısından özellikle Tekirdağ batıdaki kirlilik ortalamalarını yukarıya çekmektedir. Konya ise yaz aylarında olduğu gibi yüksek ortalamalara sahip şehirlerden biri olmakla beraber bölgesel ortalamalara da oldukça etki etmektedir. Kuzey ve orta kesimler ise genel olarak, mevcut dönemin artış eğilimine uyum göstererek konsantrasyon değerleri kış aylarındaki, ısınma amaçlı yakıt tüketimi kaynaklı olarak artarken, diğer bazı pik değerler elde edilen illere nazaran daha istikrarlı bir değişim göstermektedirler.

Yaz ve kış aylarını birlikte değerlendirdiğimizde, mevcut durum güney ve batı kesimlerin yıl genelinde nispeten yüksek konsantrasyonlara sahip olduğunu göstermektedir. Bu noktada

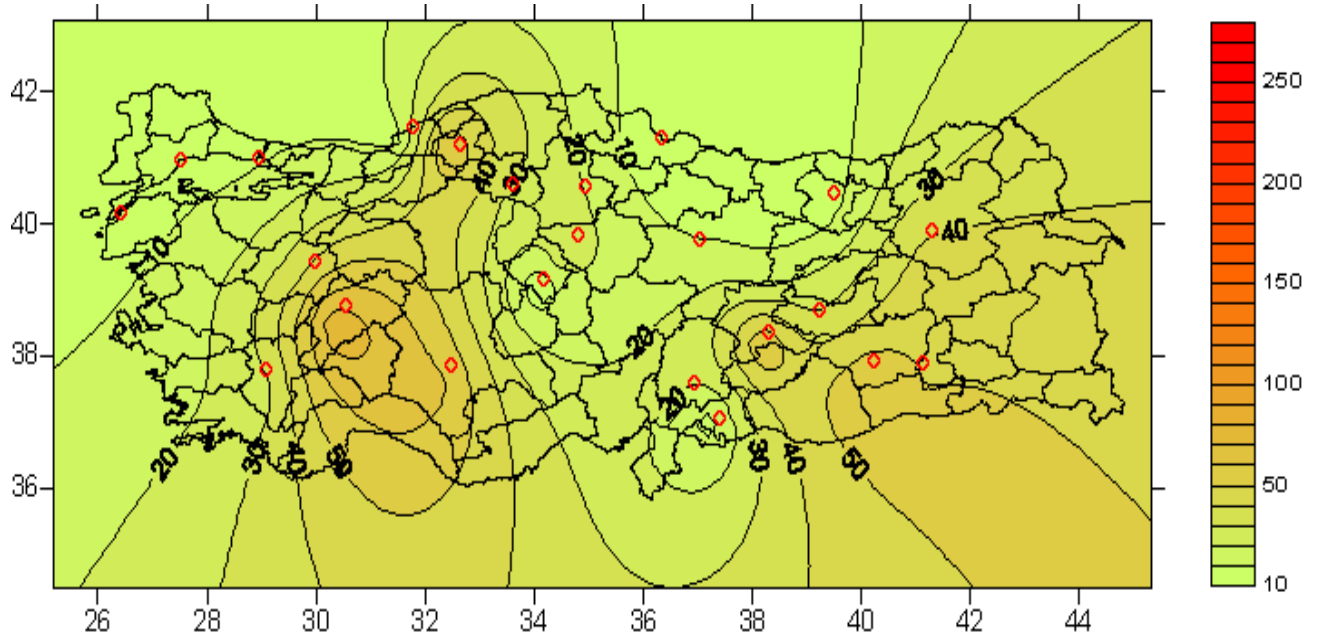
bölgesel özelliklerin (coğrafi konum; iklimsel şartlar, vs...) de bu dağılımlarda az da olsa etkisinin bulunduğu gözardı edilmemelidir.



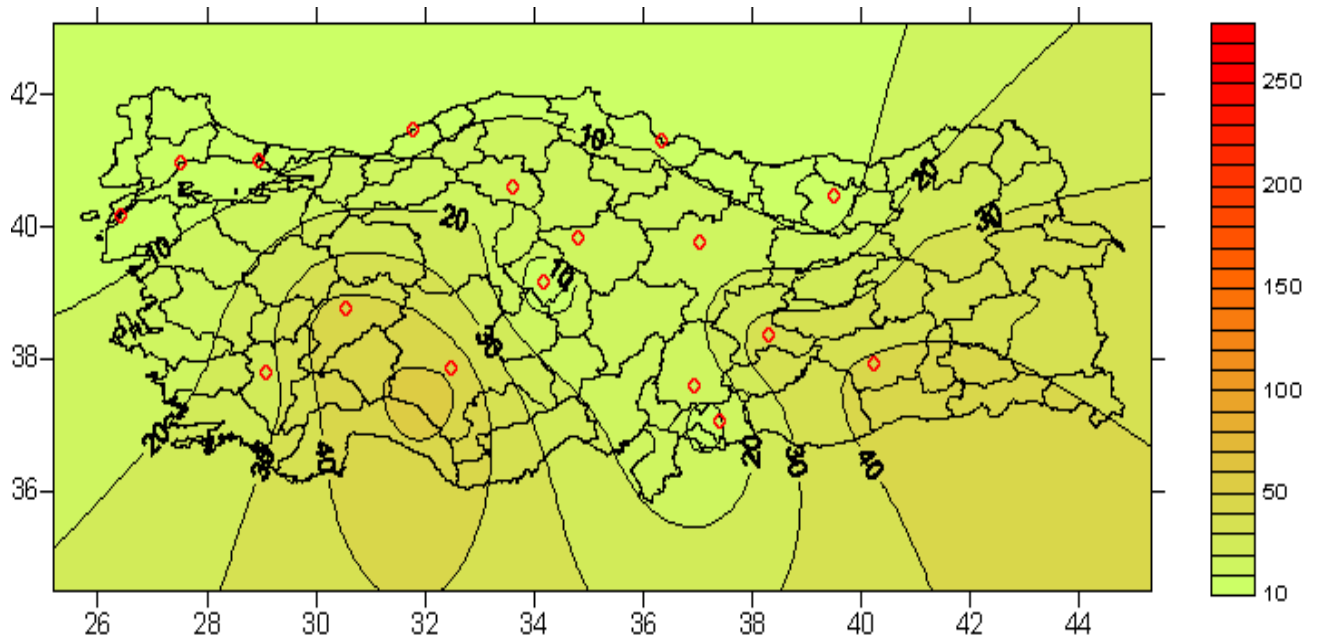
Şekil 3-31 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Nisan 2005



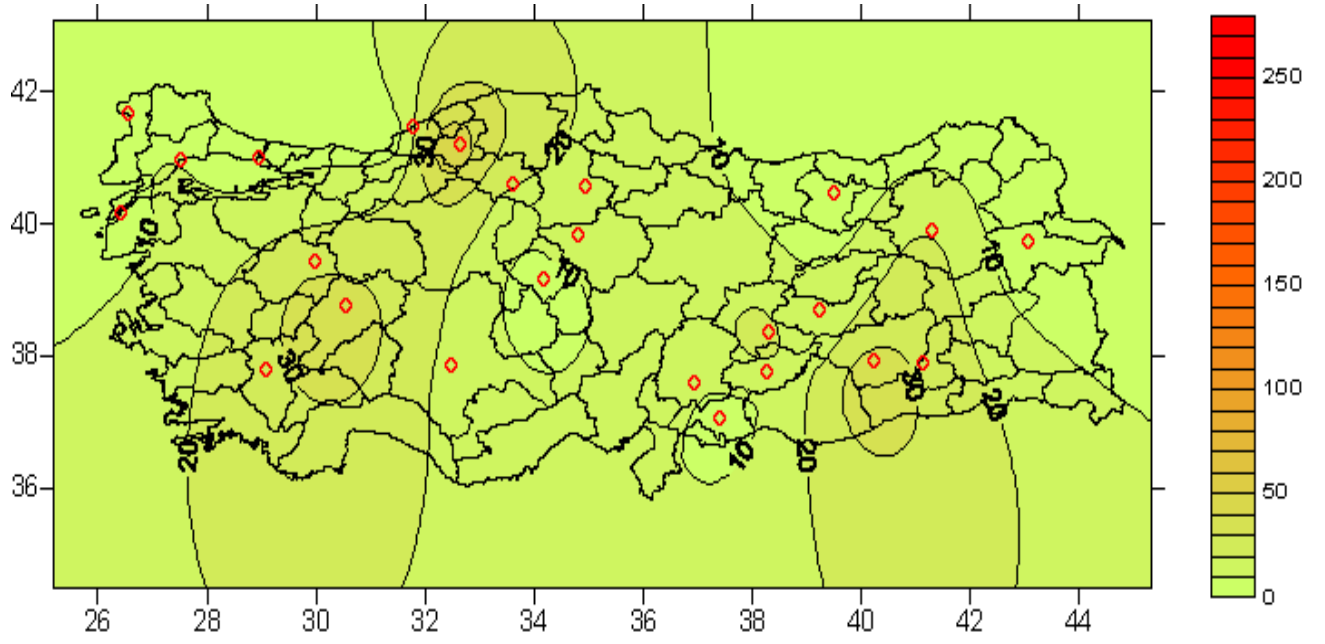
Şekil 3-322 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mayıs 2005



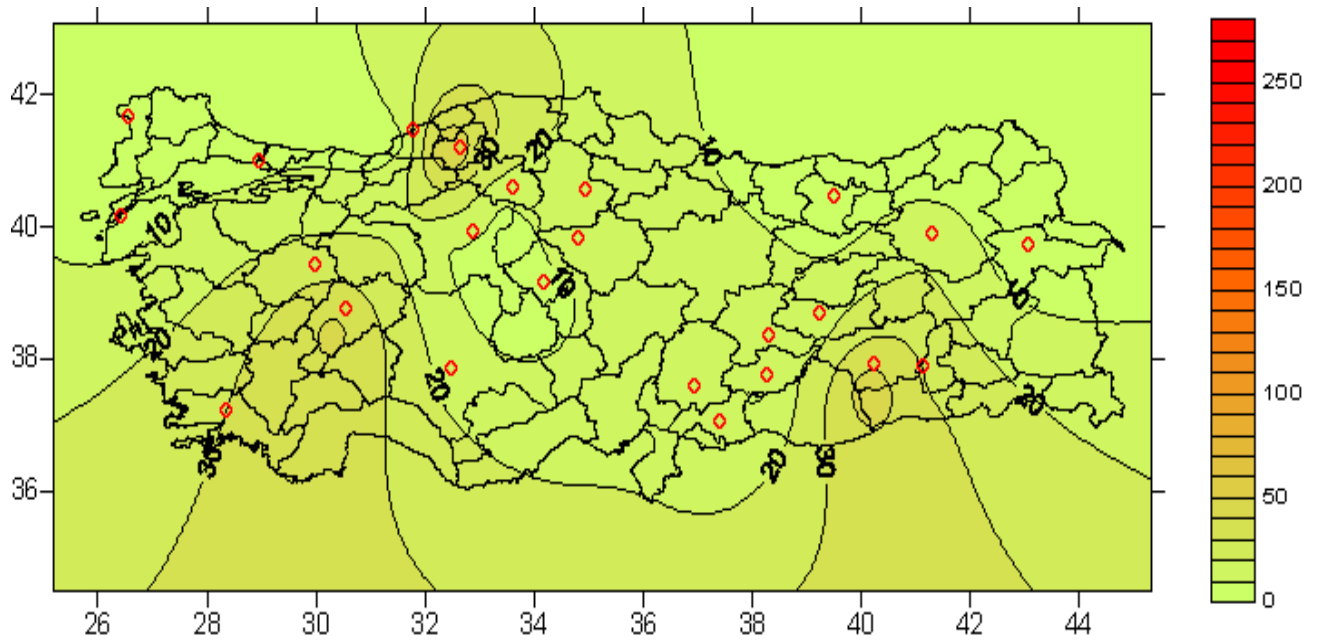
Şekil 3-33 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Haziran 2005



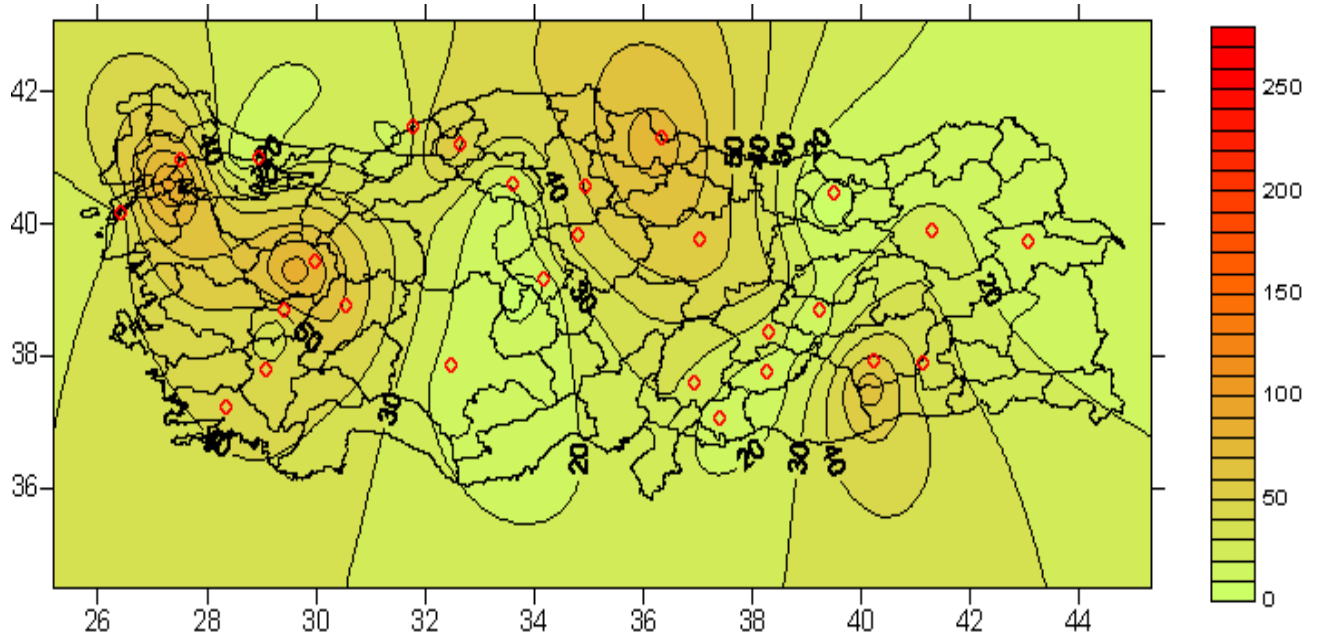
Şekil 3-34 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Temmuz 2005



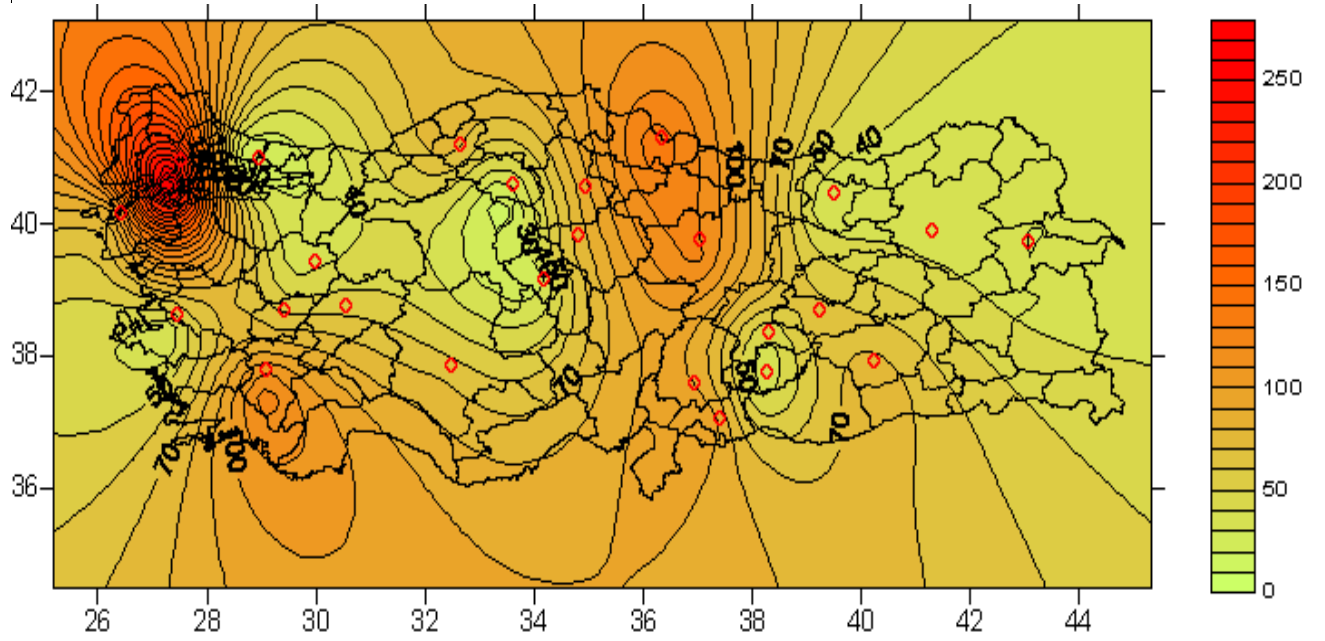
Şekil 3-35 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ağustos 2005



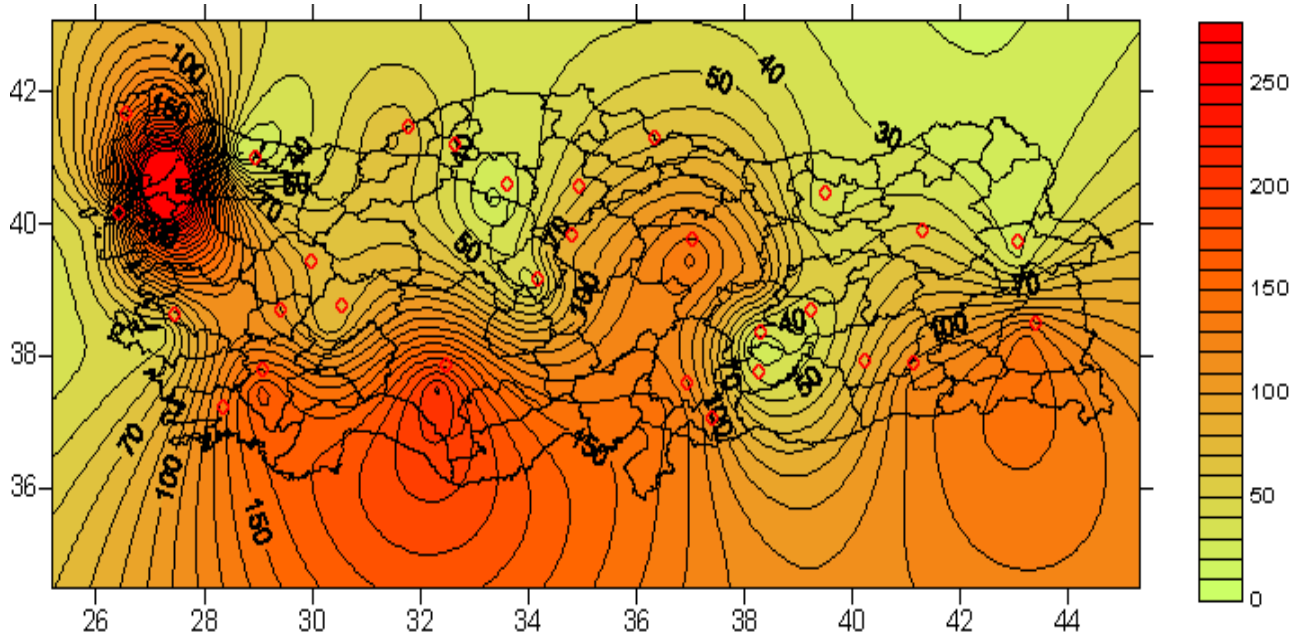
Şekil 3-36 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Eylül 2005



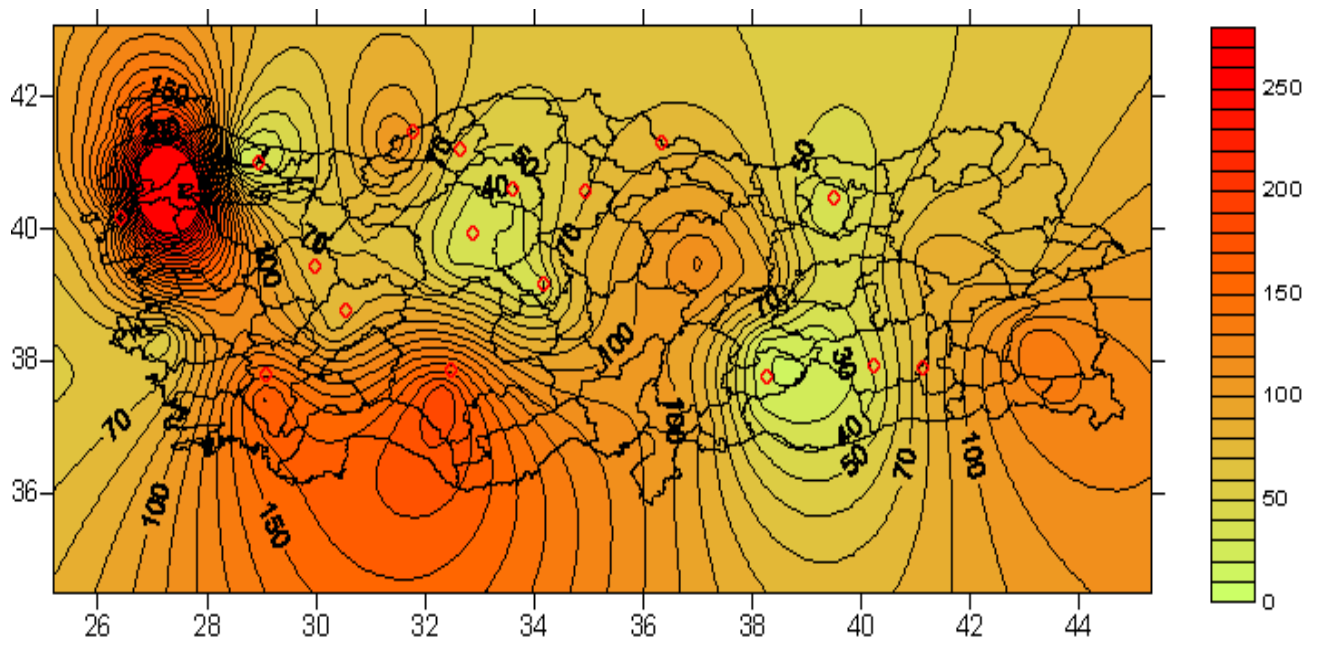
Şekil 3-37 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ekim 2005



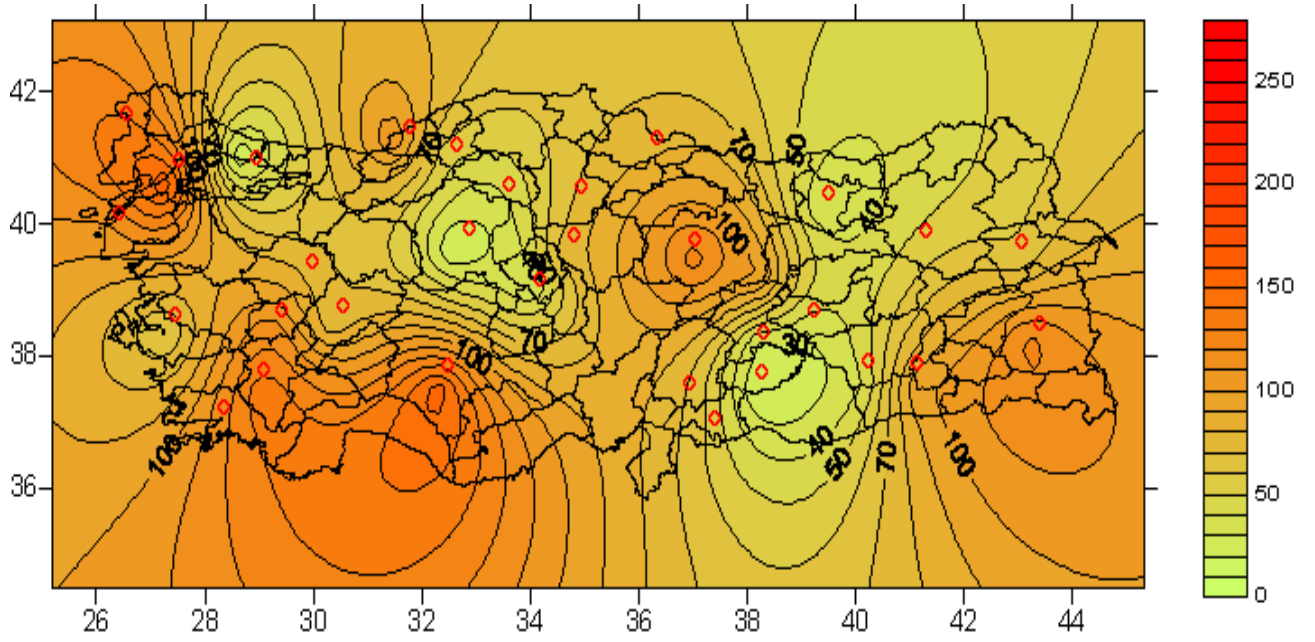
Şekil 3-38 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Kasım 2005



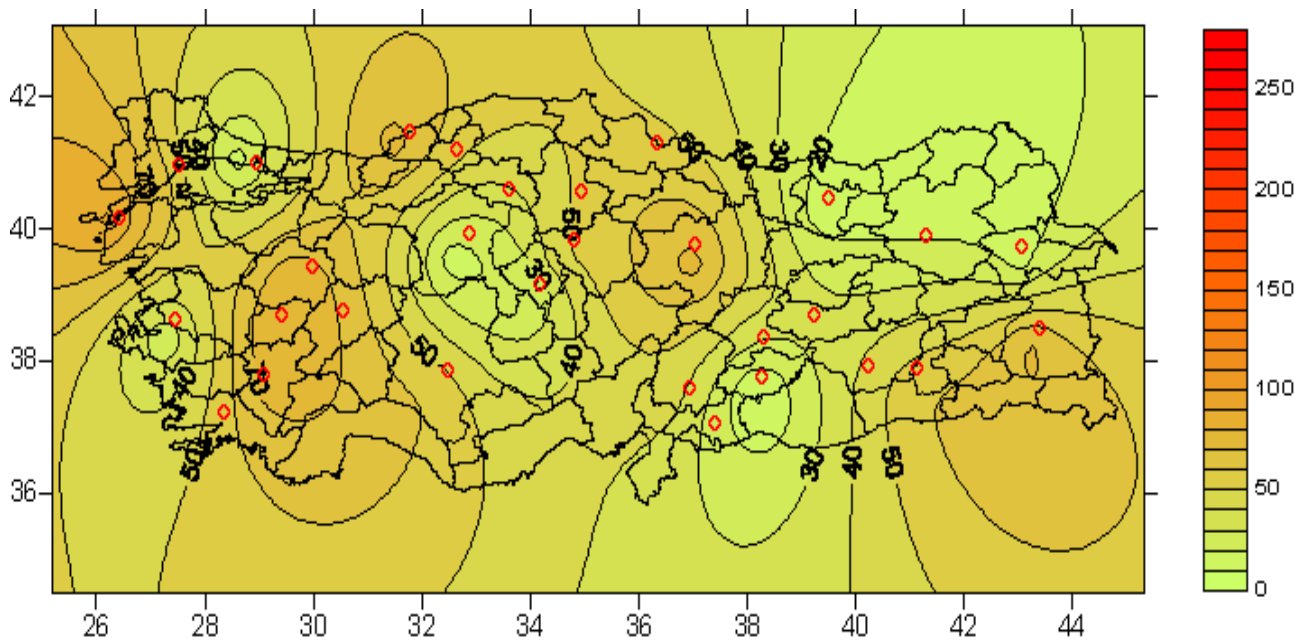
Şekil 3-39 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Aralık 2005



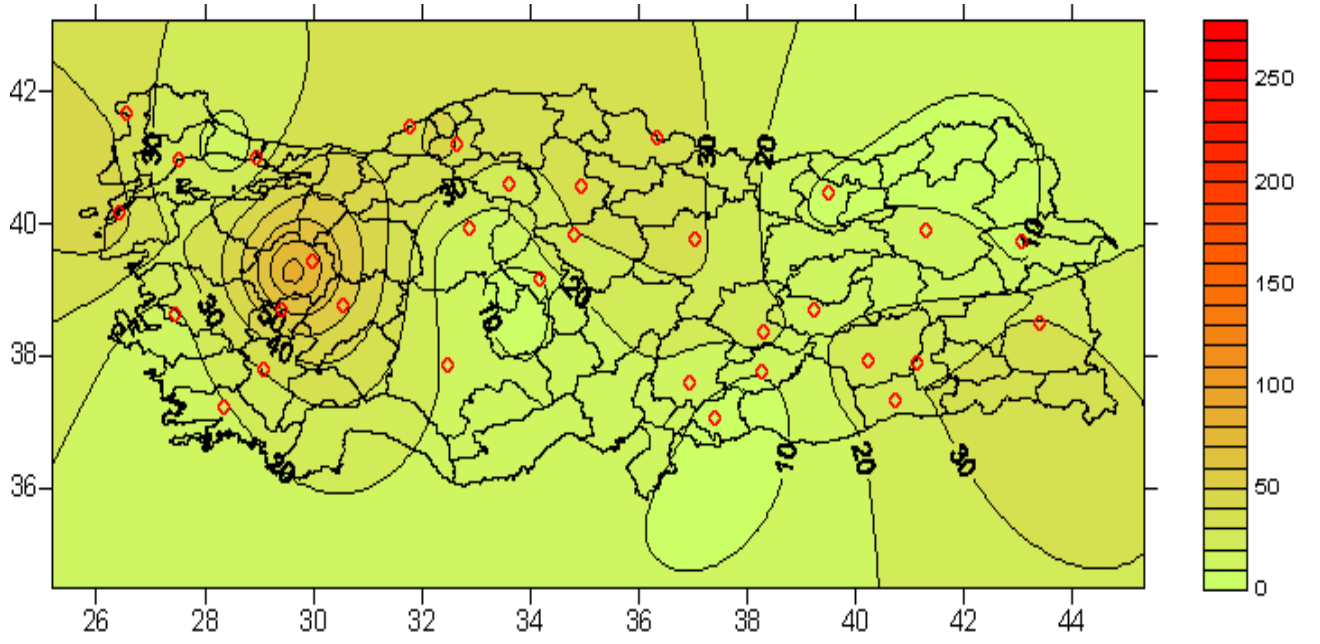
Şekil 3-40 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ocak 2006



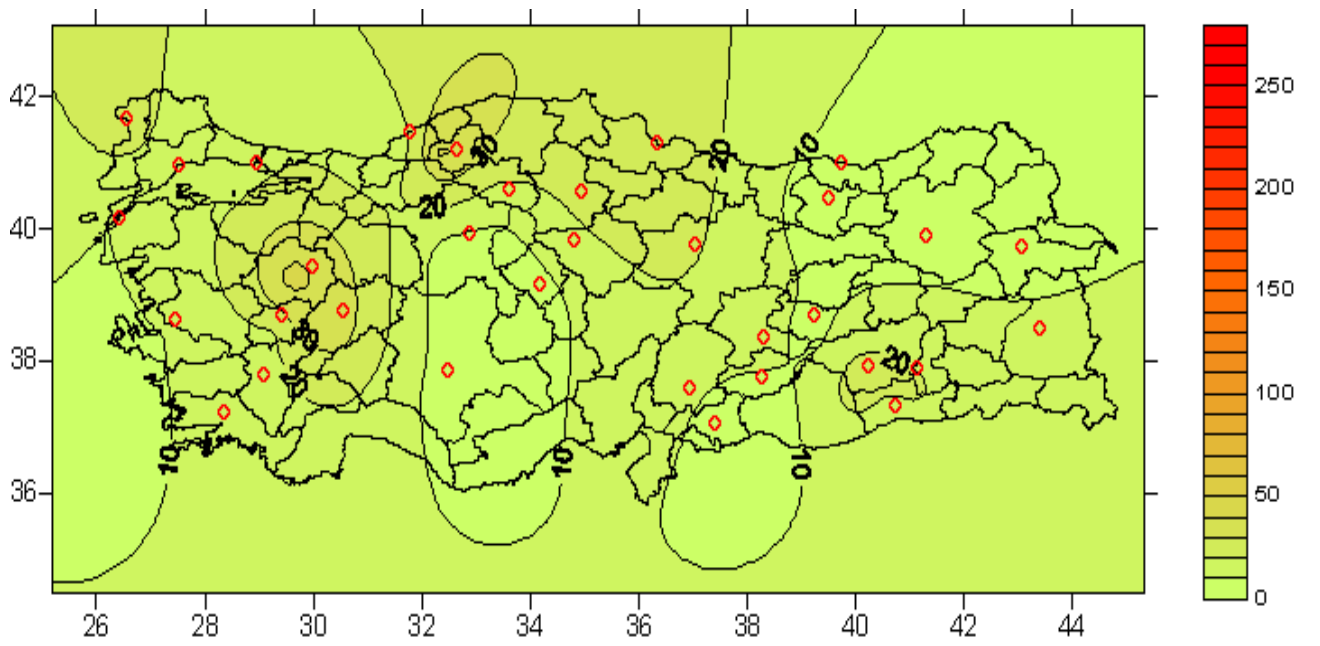
Şekil 3-41 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Şubat 2006



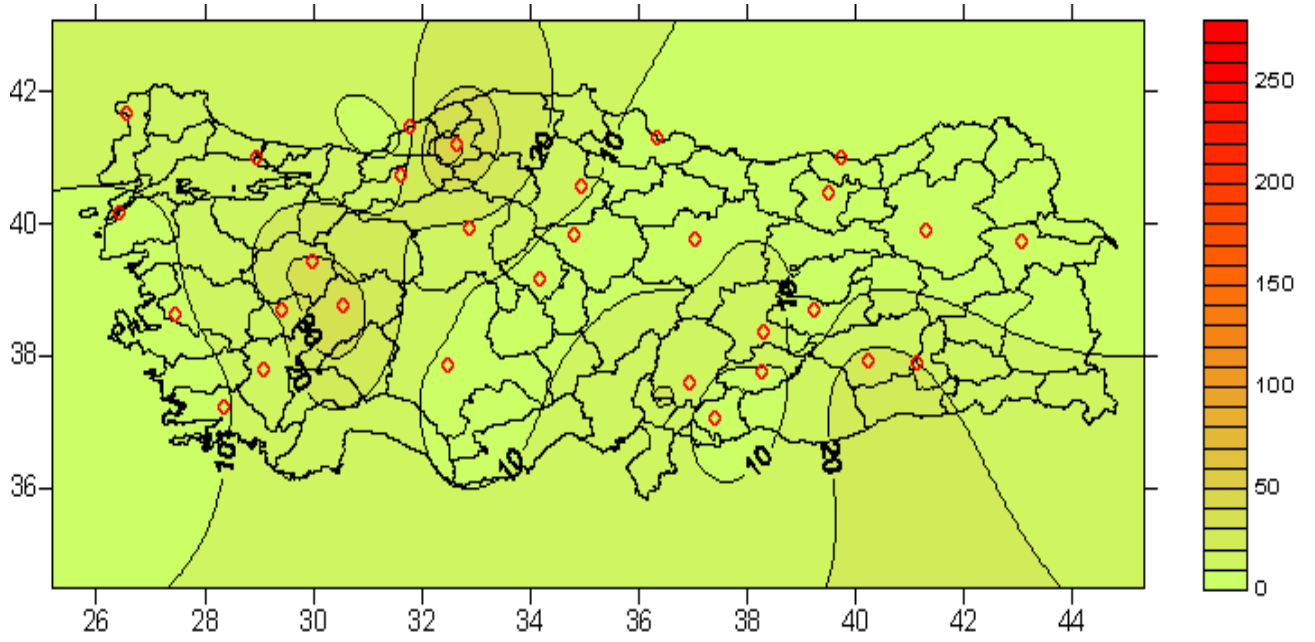
Şekil 3-42 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mart 2006



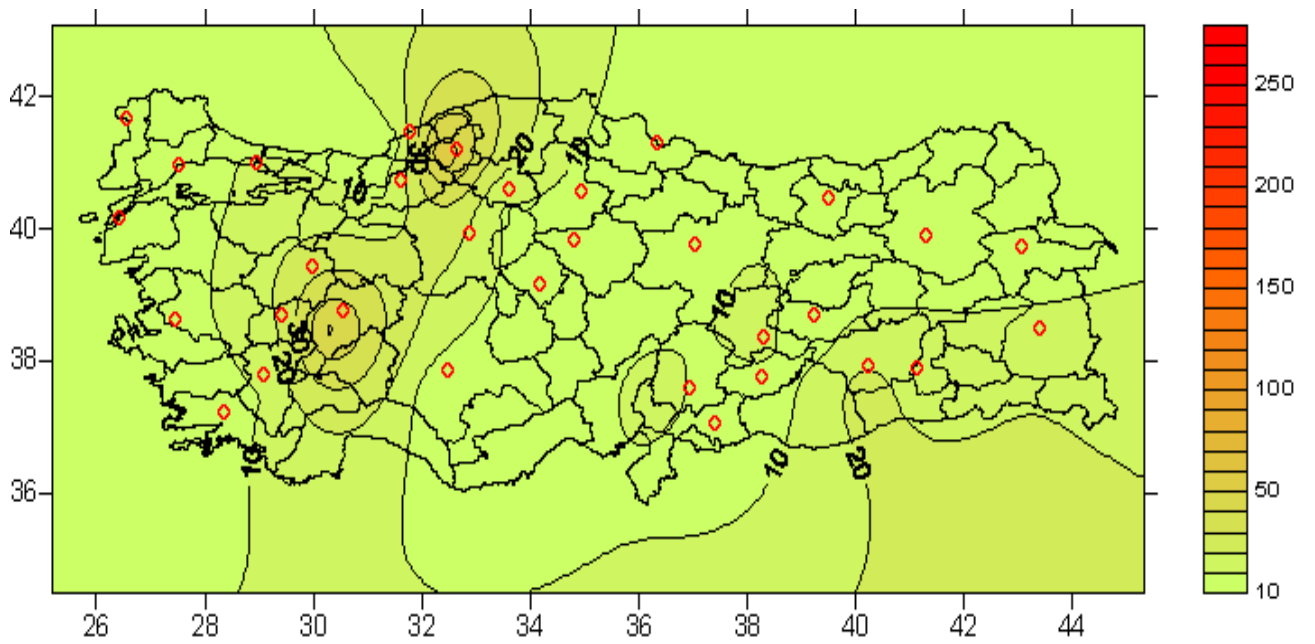
Şekil 3-43 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Nisan 2006



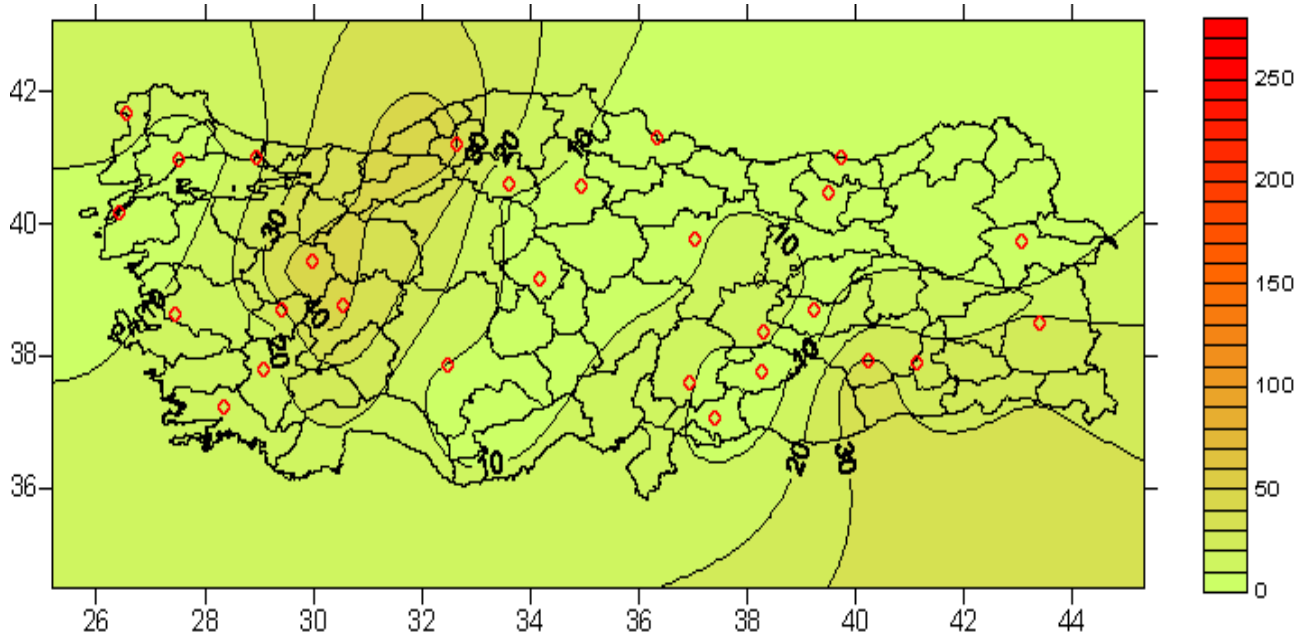
Şekil 3-44 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mayıs 2006



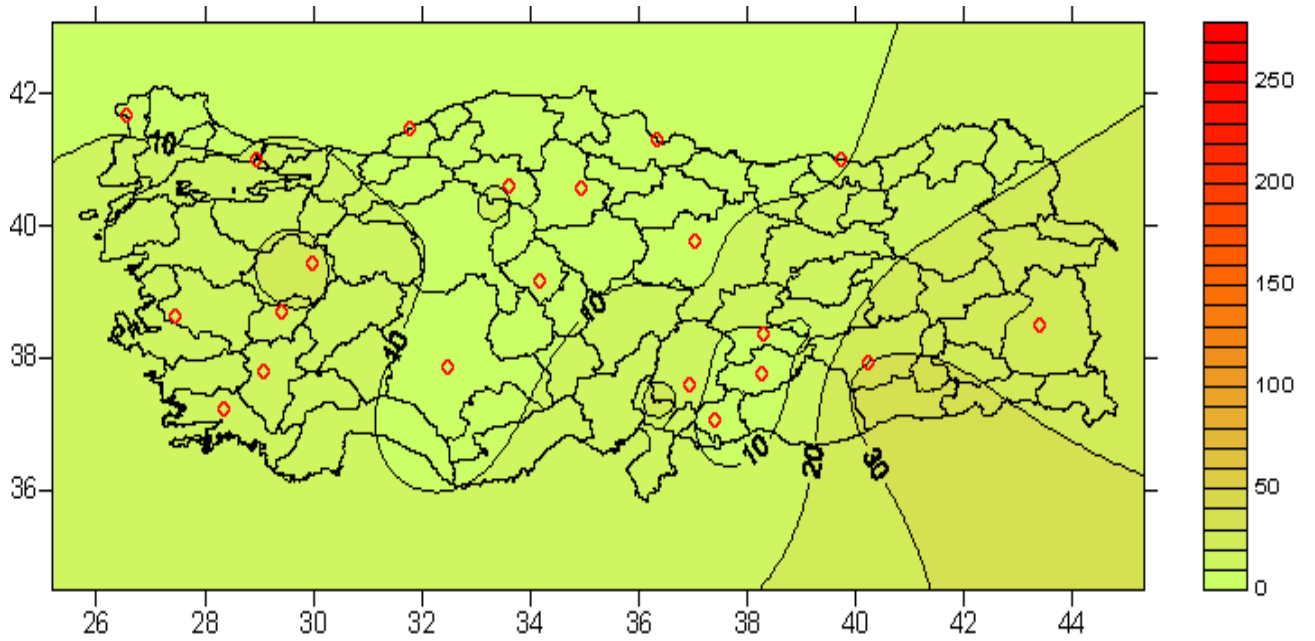
Şekil 3-45 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Haziran 2006



Şekil 3-46 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Temmuz 2006



Şekil 3-47 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ağustos 2006

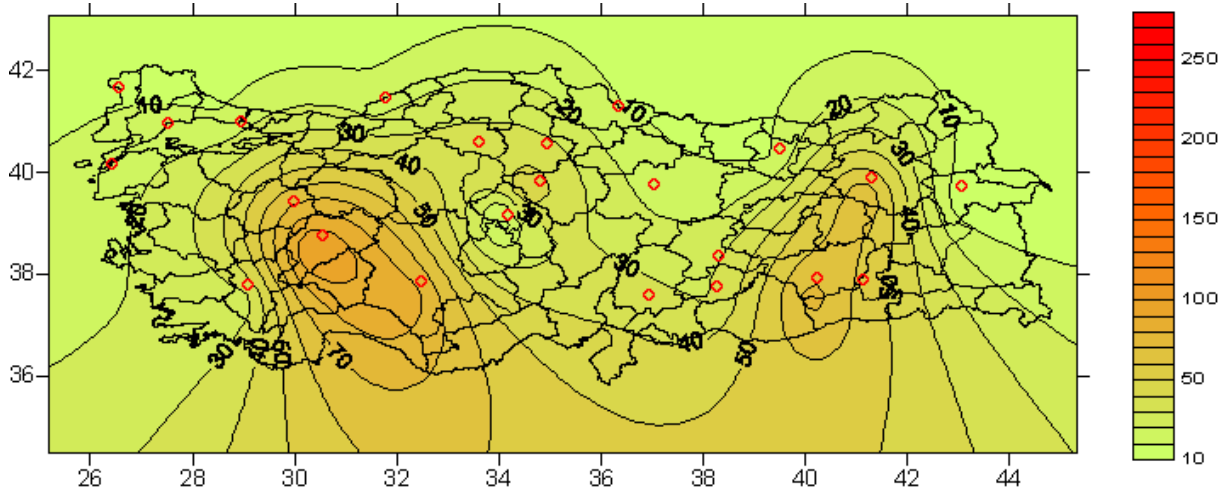


Şekil 3-48 Türkiye genelinde kükürt dioksit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Eylül 2006

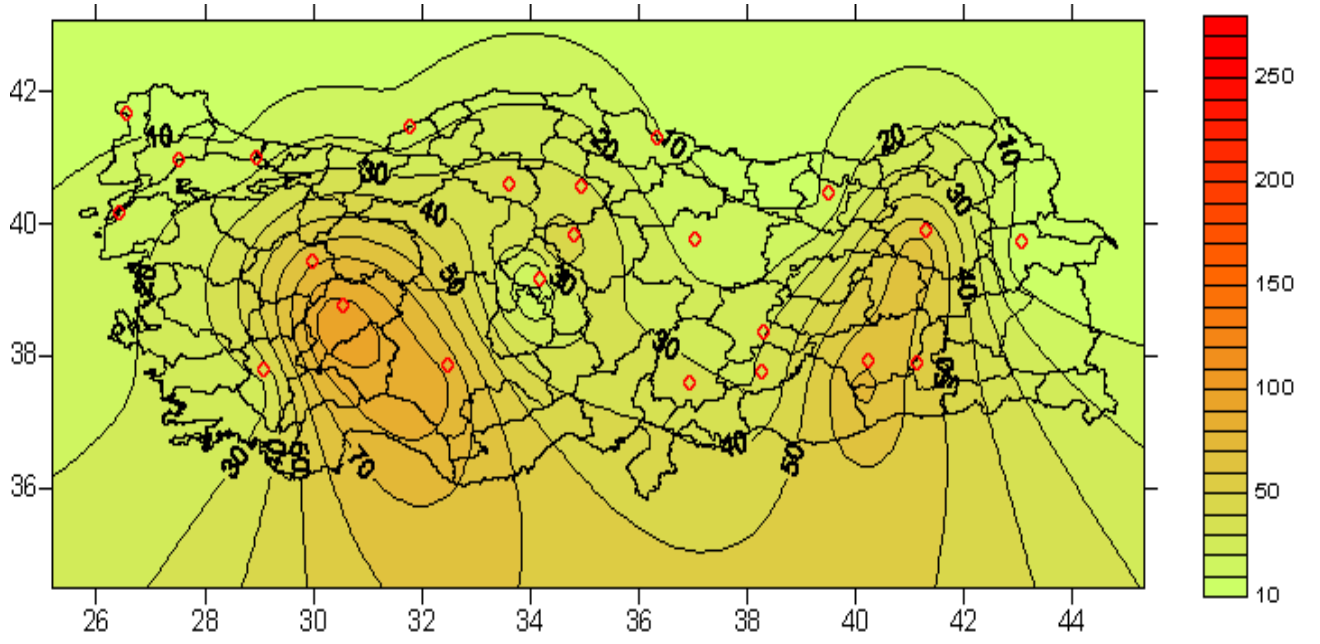
3.2.2 PM Haritaları

PM değerlerinin yaz dönemindeki değişimlerine baktığımızda, SO₂ dağılımlarından farklı olarak doğu bölgelerde biraz daha artış göstermektedir. Bununla beraber Karadeniz bölgesinde genel olarak, ülke genelinden biraz daha düşük değerler gözlenmektedir. SO₂ haritalarında yaz aylarında gözlenen çok değişken olmayan durum PM için de yaklaşık olarak geçerli olmakla beraber, PM haritalarının minimum değerleri SO₂ haritalarındakinden bir miktar daha yüksektir. Yaz aylarında artan sıcaklıkla birlikte nem oranının düşük olduğu kurak kesimlerde özellikle rüzgarında etkisiyle tozların havada taşınımı daha kolay ve daha yüksek miktarda gerçekleşebileceği düşünülebilir. İllere ait yıllık değişim tablolarından da görülebileceği gibi rüzgar hızı ve PM konsantrasyonlarının özellikle yaz dönemi dağılımı arasındaki paralellik de gözönünde bulundurulmalıdır. Ayrıca kentsel yoğunluk bulunan alanlarda özellikle trafik ve diğer antropojenik faaliyetler de toplam PM konsantrasyonlarını artıran etkenlerdendir.

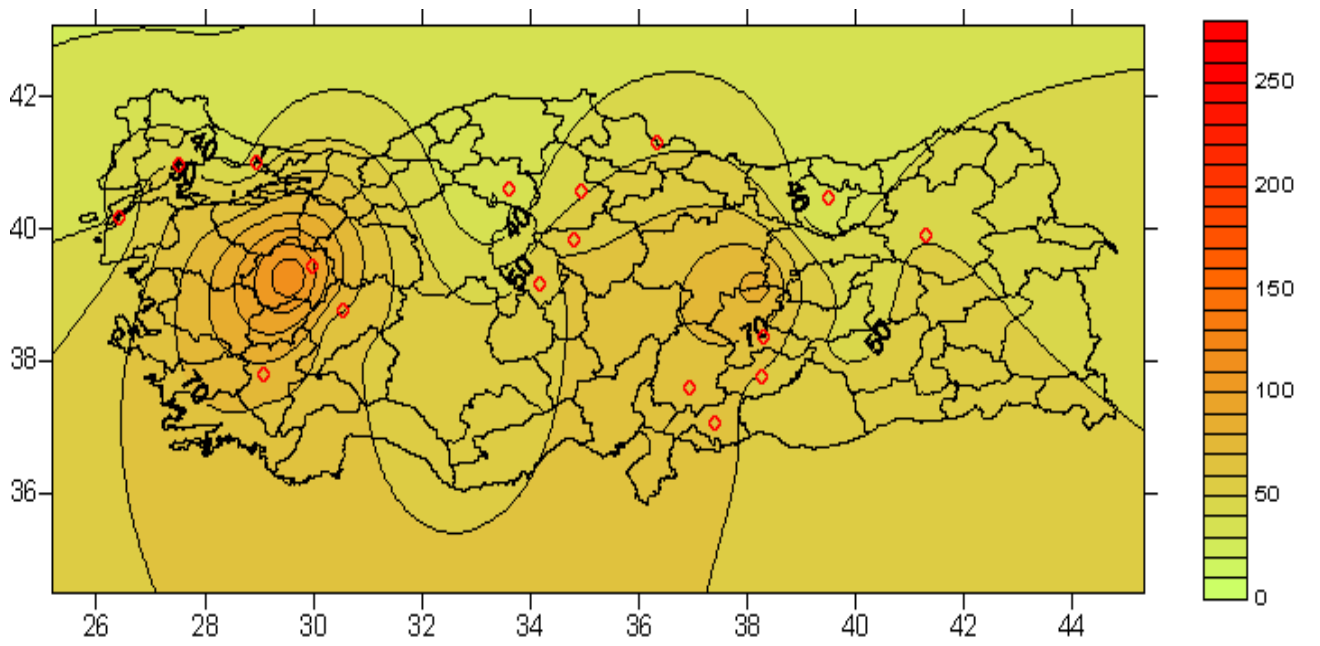
Kış aylarındaki dağılımlar ise yurt genelinde artış göstermektedir. Orta Anadolu ve güney kesimlerde uzun vade kirlilik sınır değerlerini aşan oldukça yüksek değerler gözlenmektedir. Yıl içersinde sürekliliğe sahip sabit kabul edilebilecek emisyonlara ek olarak kış aylarında ısınma amaçlı fosil yakıt kullanımıyla oluşan emisyonlarında eklenmesiyle bu yüksek değerler oluşmaktadır.



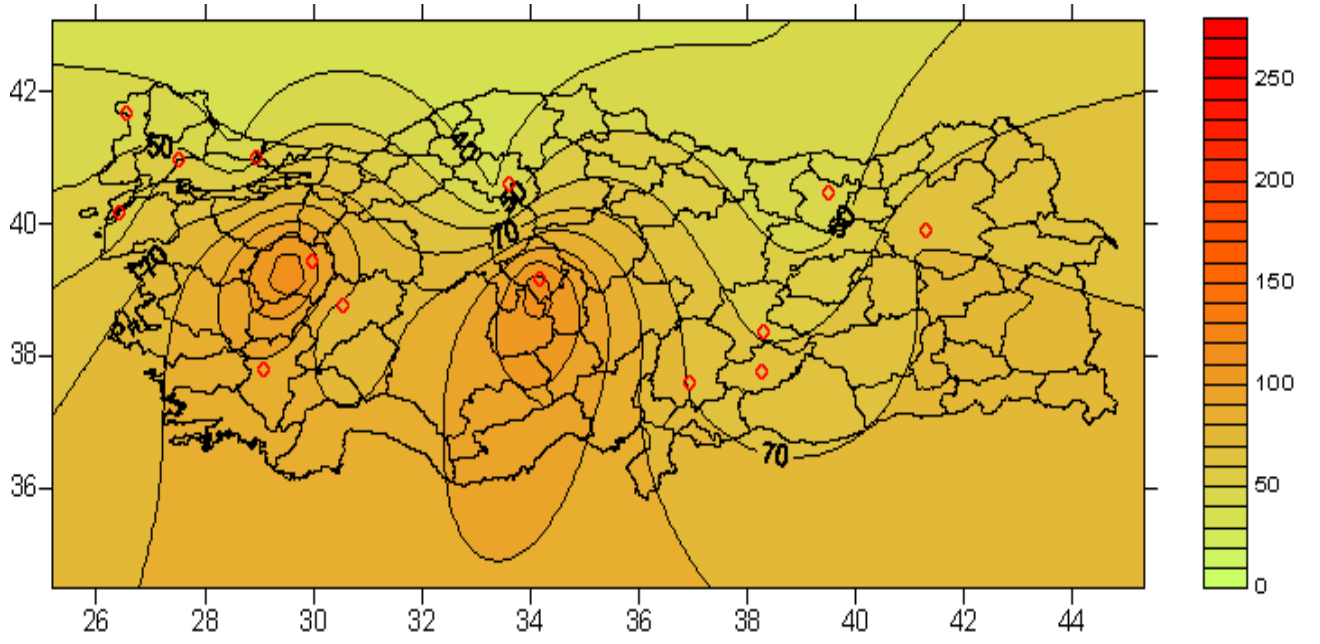
Şekil 3-49 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Nisan 2005



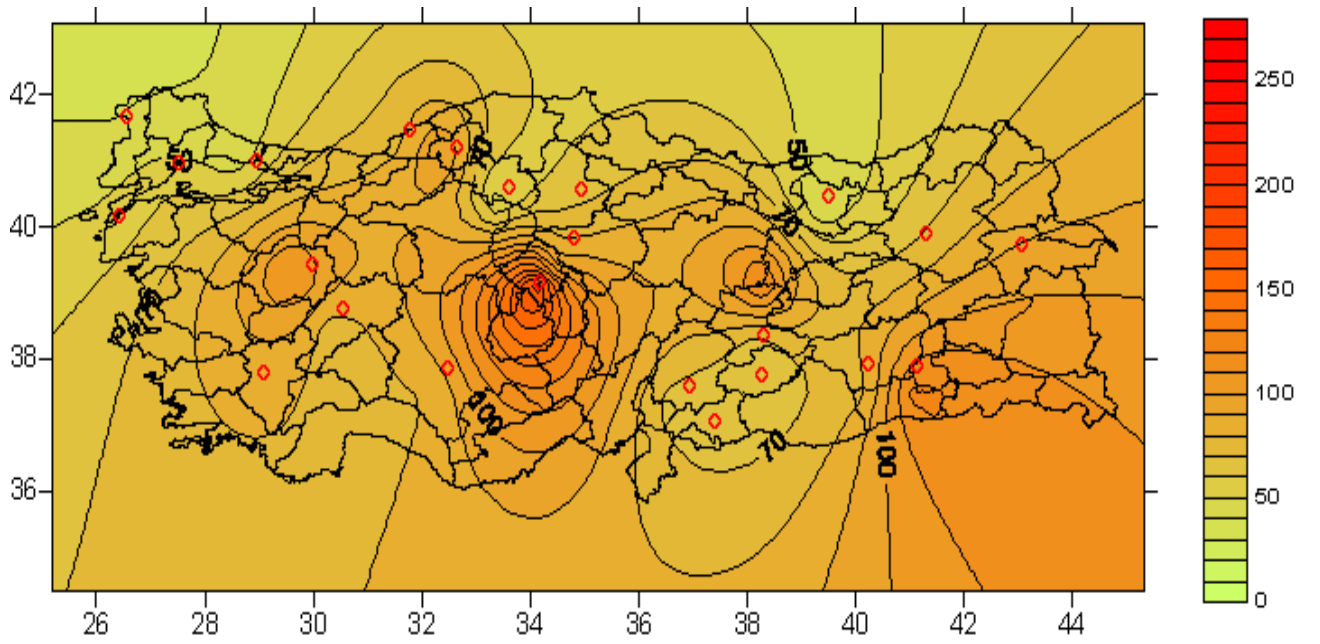
Şekil 3-50 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mayıs 2005



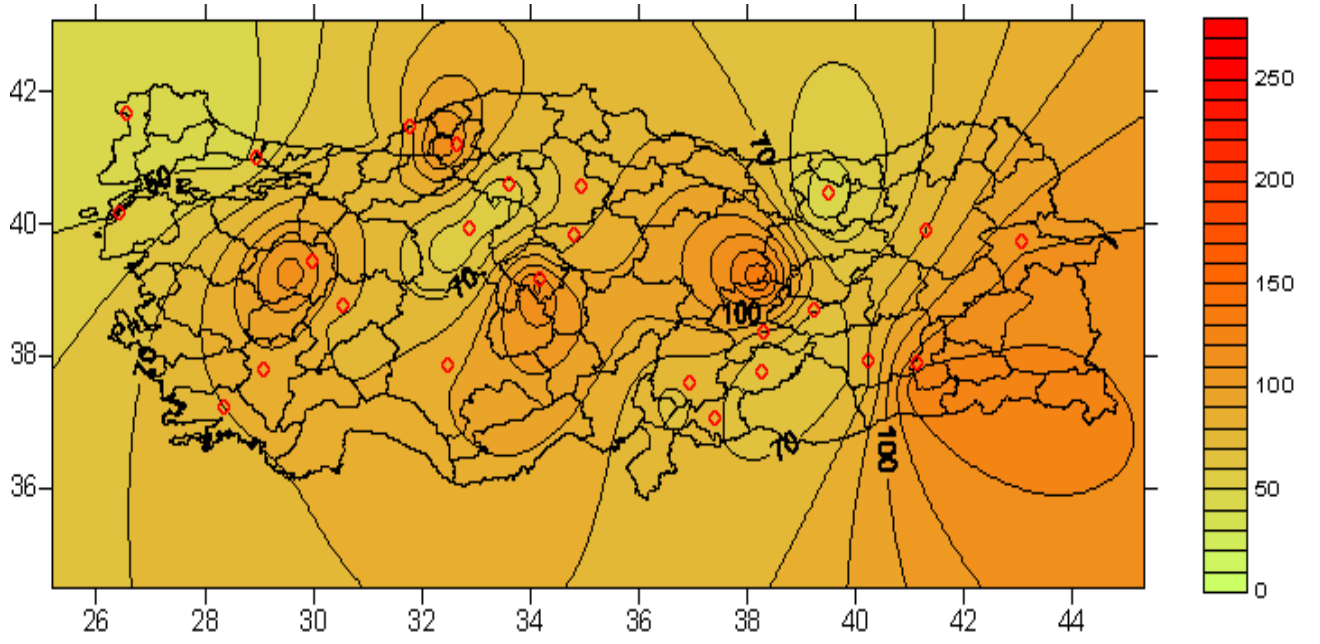
Şekil 3-51 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Haz. 2005



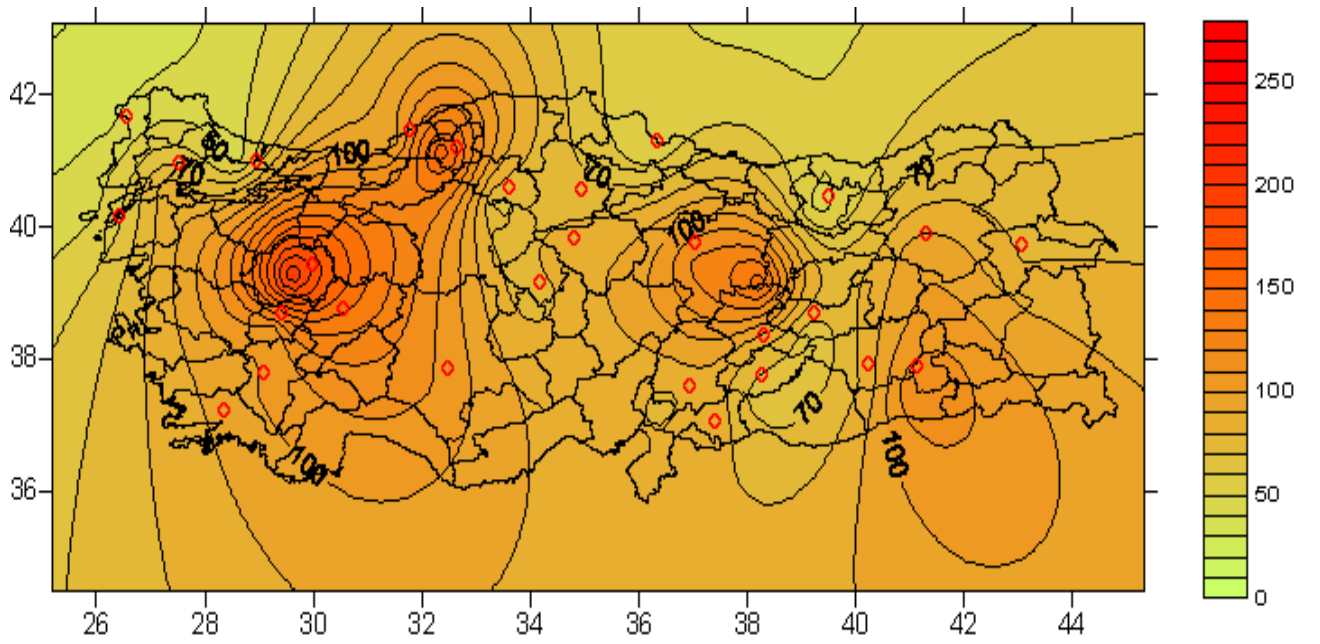
Şekil 3-52 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Temmuz 2005



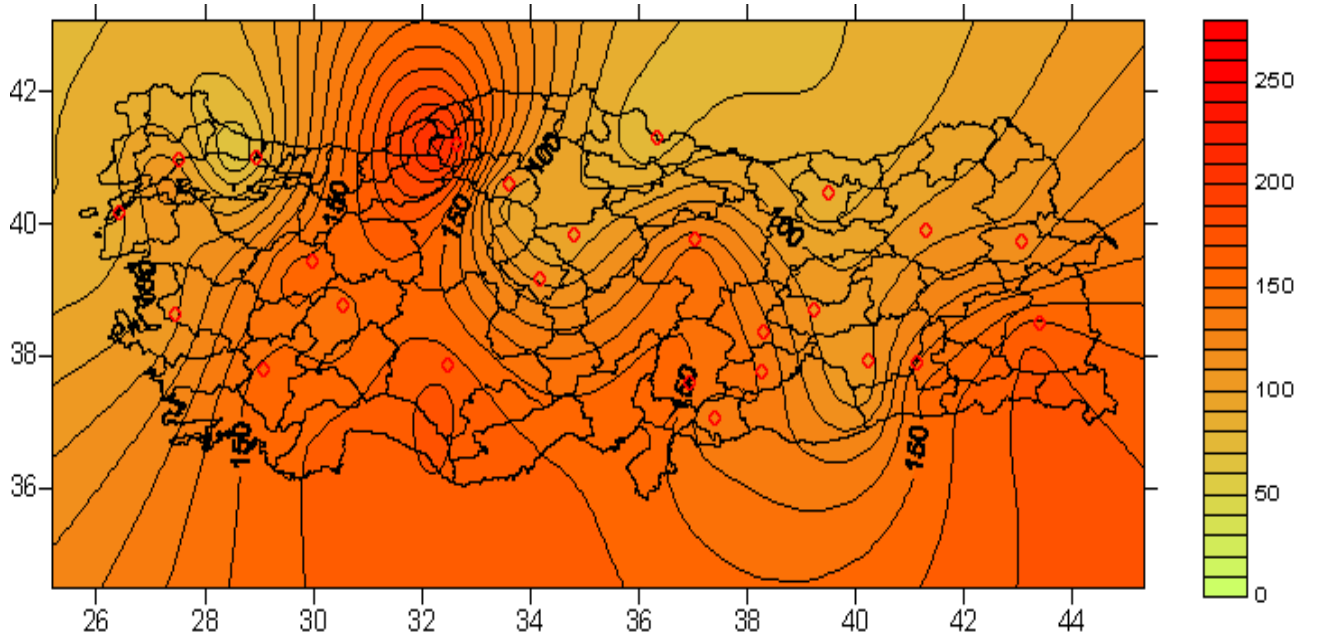
Şekil 3-53 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ağu. 2005



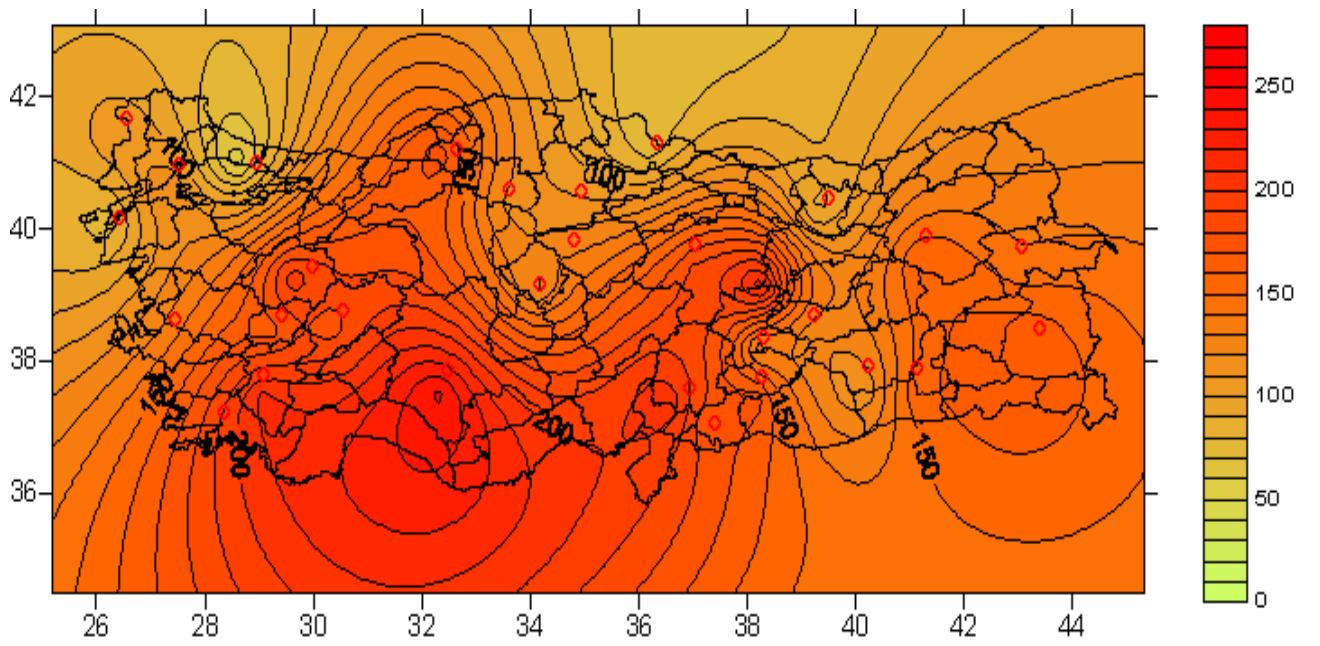
Şekil 3-54 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Eylül 2005



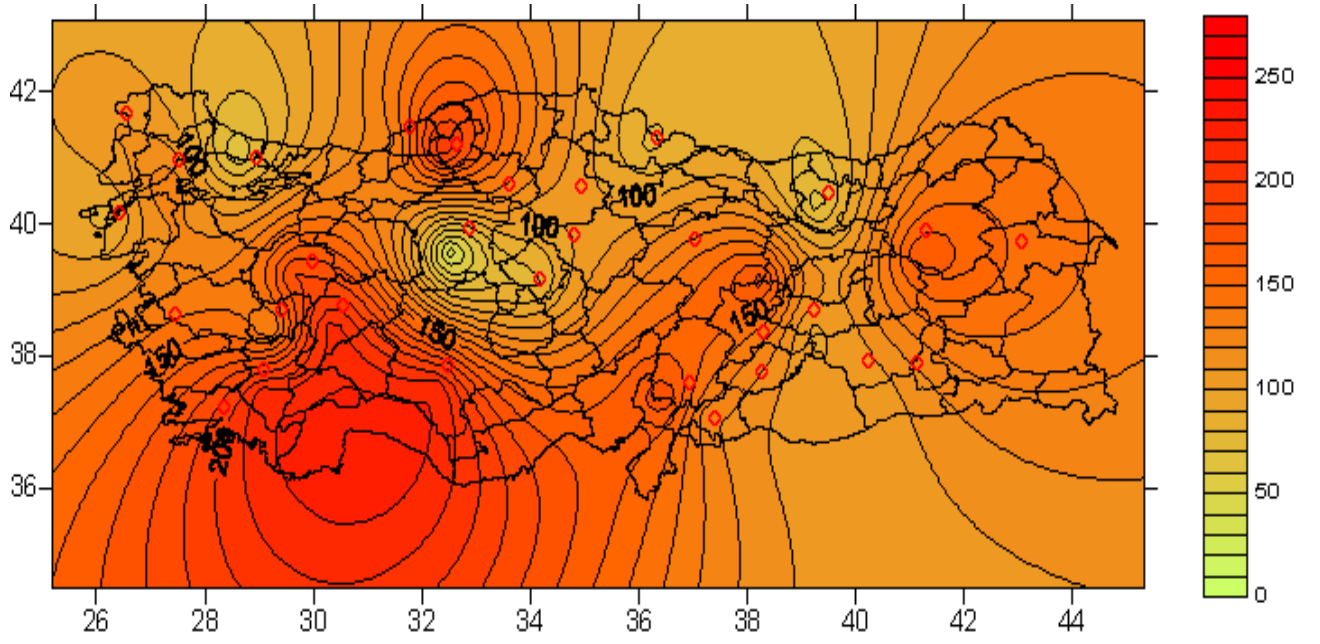
Şekil 3-55 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ekim 2005



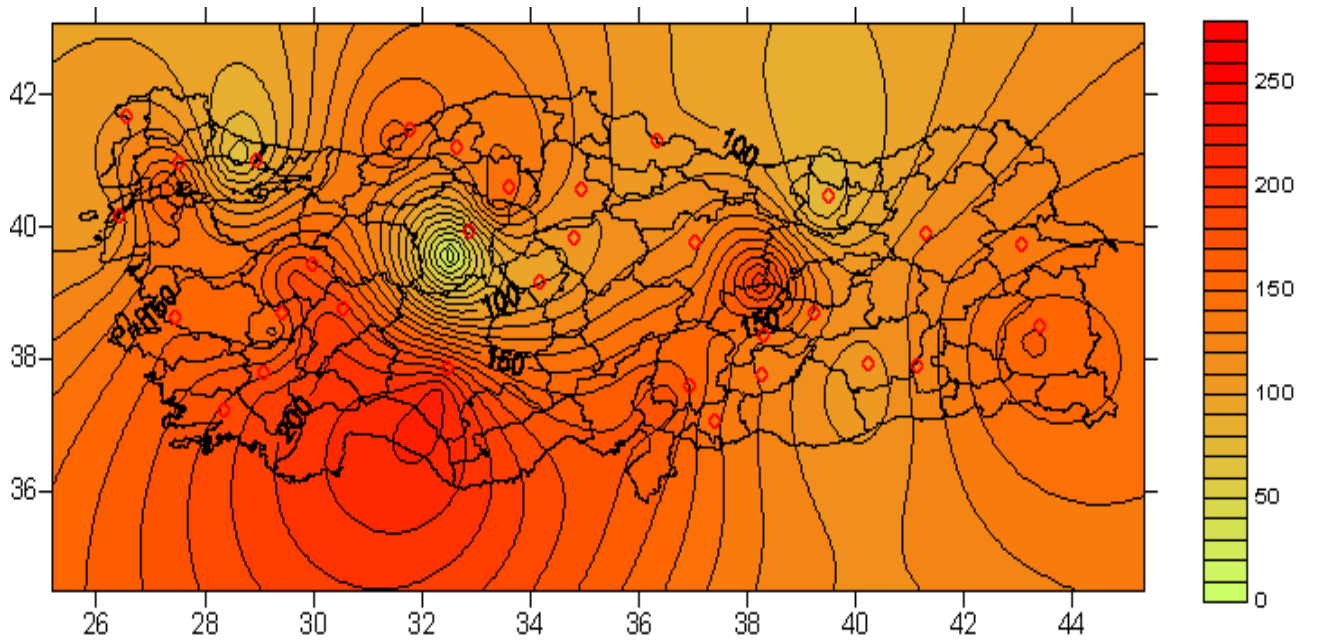
Şekil 3-56 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Kasım 2005



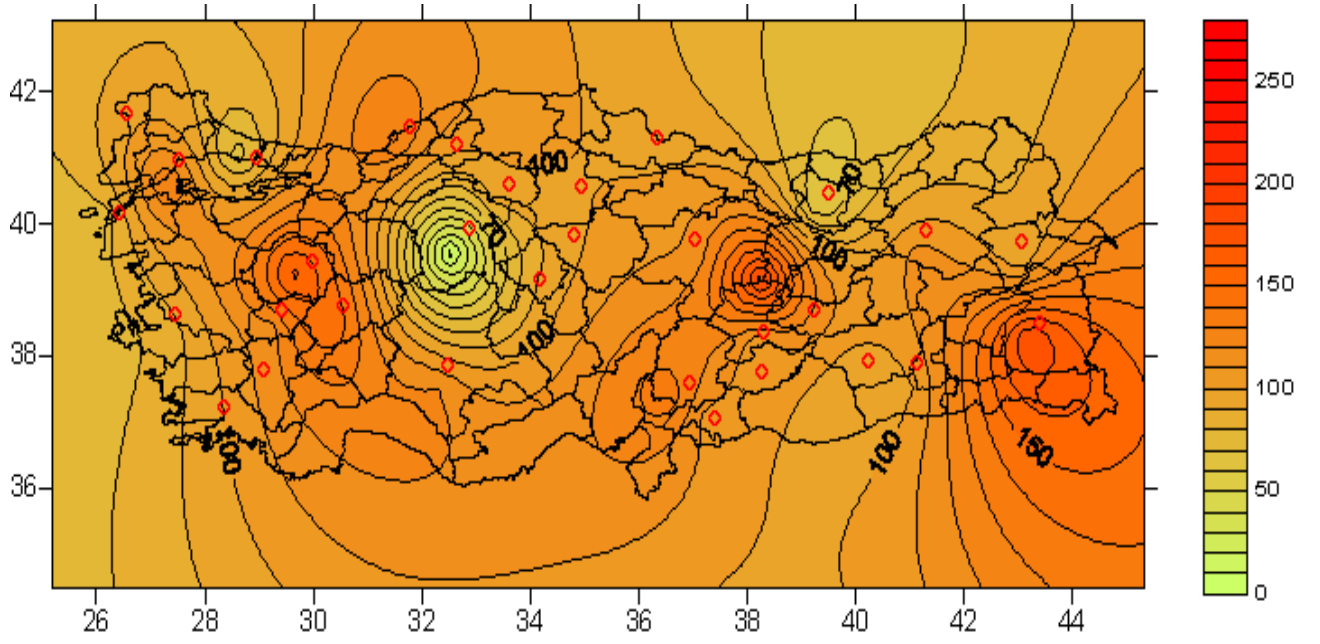
Şekil 3-57 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Aralık 2005



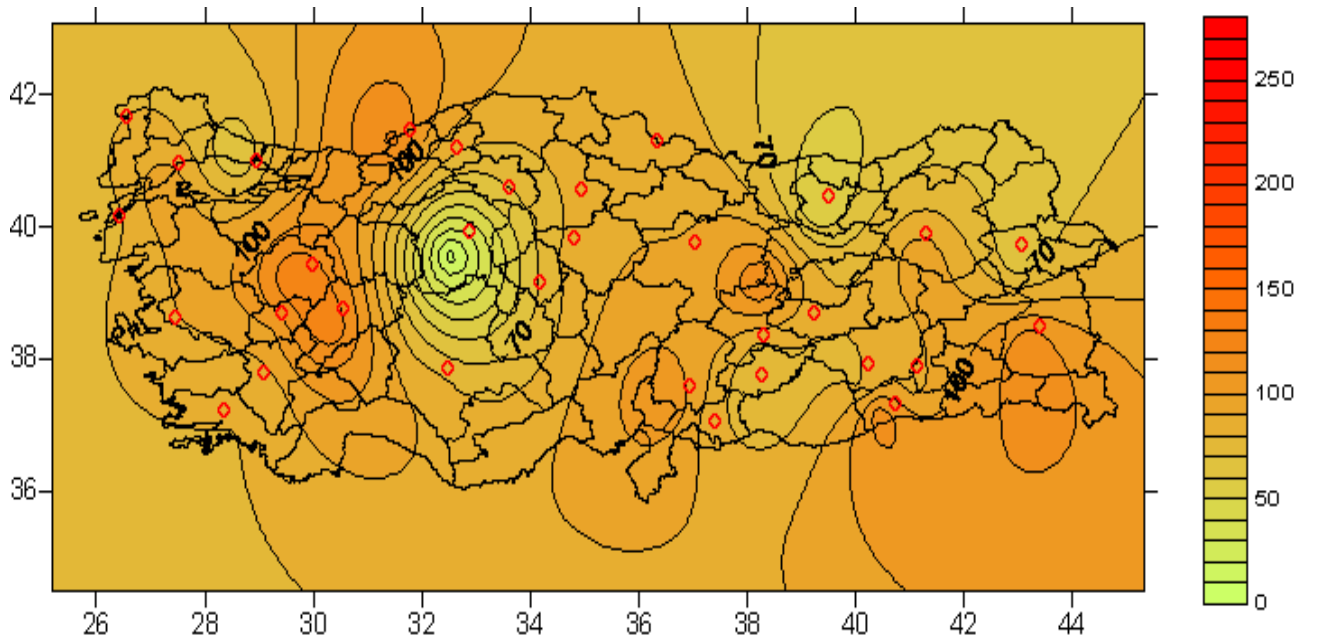
Şekil 3-58 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ocak 2006



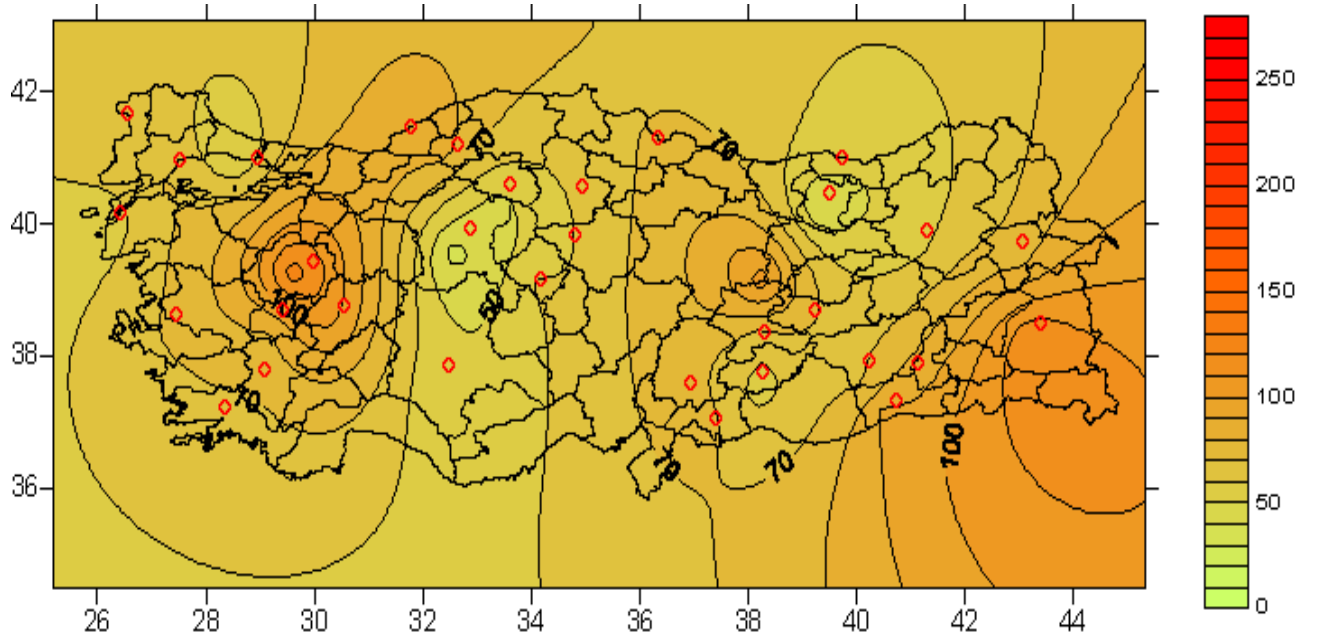
Şekil 3-59 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Şubat 2006



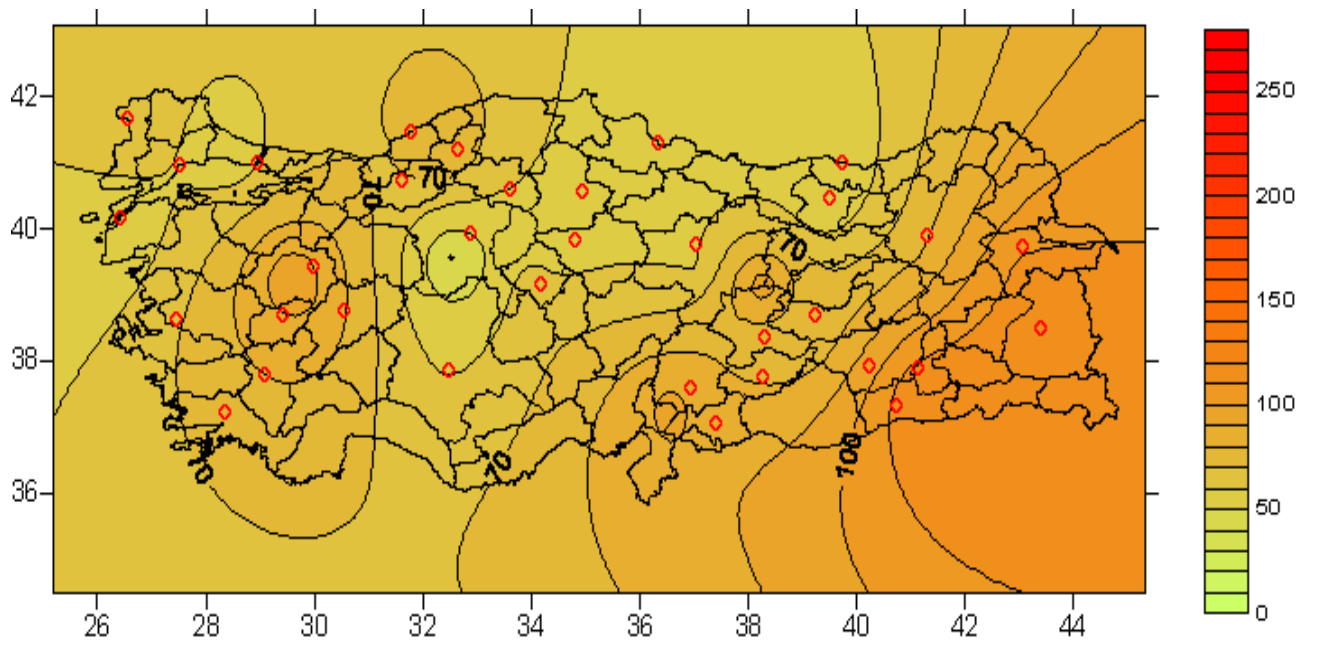
Şekil 3-60 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mart 2006



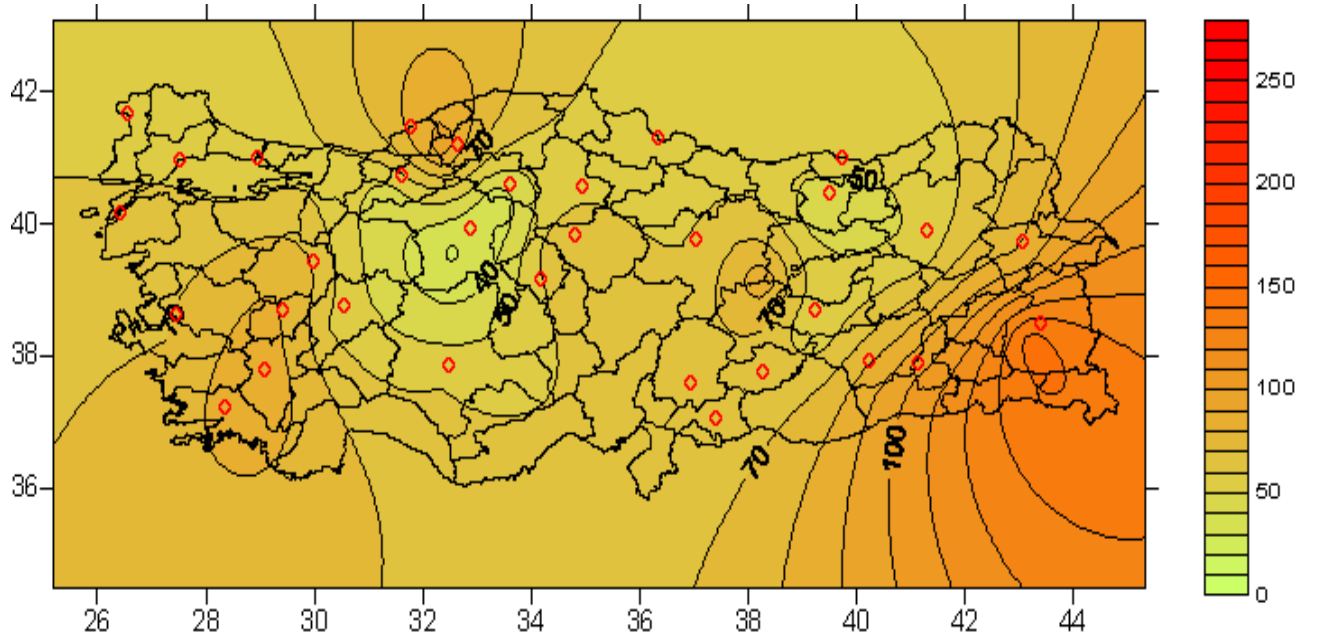
Şekil 3-61 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Nisan 2006



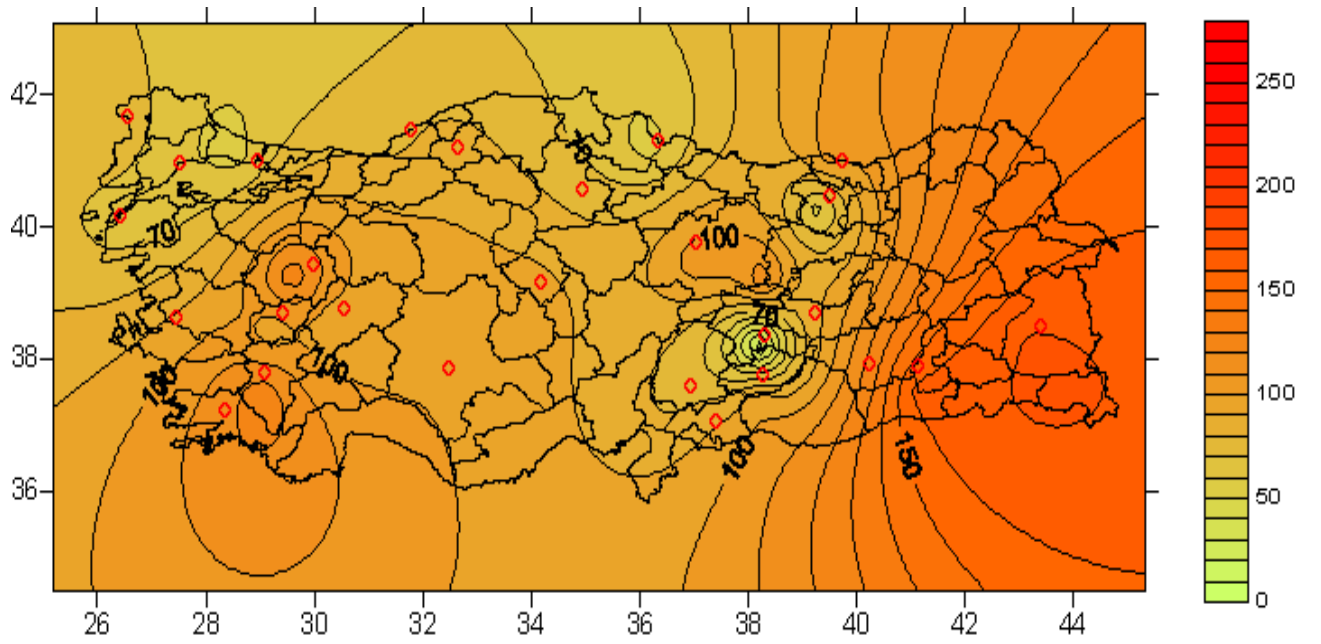
Şekil 3-62 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Mayıs 2006



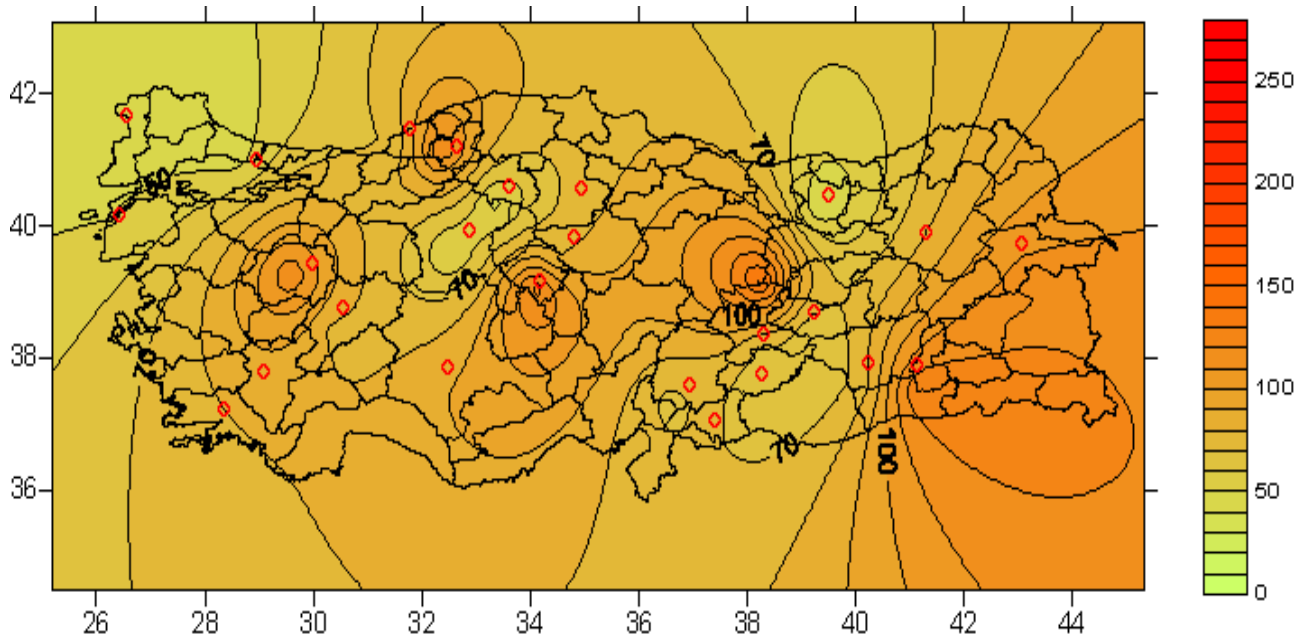
Şekil 3-63 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Haz. 2006



Şekil 3-64 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Temmuz 2006



Şekil 3-65 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Ağu. 2006



Şekil 3-66 Türkiye genelinde PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının mekansal dağılımı - Eylül 2006

3.3 Bulgular

Meteorolojik verilerle kirlilik verilerinin ortak incelemelerinde görüldüğü üzere çoğu durum için açıkça görülebilecek etkileşimler sözkonusudur. Özellikle kirleticilerin atmosferdeki dağılımlarının topografik ve meteorolojik faktörlerden oldukça etkilendikleri daha önce yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir (Tayanç, 1995).

Sıcaklık değerlerinin düşüşü özellikle kış aylarında iki şekilde kirlilik değerlerini etkilemektedir. Birincisi, düşen sıcaklık karşısında ısınma amaçlı yakıt tüketimi ve sözkonusu yanma reaksiyonları sonucu oluşan kirletici deşarjlarıyla atmosferdeki kirlilik konsantrasyonları artmaktadır. İkinci olarak ise sıcaklığın düşüşüyle oluşan yüksek basınç bölgeleriyle kirliliğin taşınımına engel olmasıyla kirlilik dağılmadan bölgede kalarak atmosferdeki konsantrasyonun yüksek kalmasına neden olmaktadır.

Tayanç ve Berçin tarafından yapılan önceki bir çalışmada da (Tayanç ve Berçin, 2006) 1032 mbar'ı aşan basınç değerleri, düşük rüzgar hızları ve 0°C'ye yaklaşan ortam koşullarıyla oluşan baskın yüksek basınç sistemlerinde kirlilik değerlerinin daha yüksek seviyelerde kaldığı görülmüştür.

İncecik (1986) tarafından Haliç bölgesinde alt atmosferin mikrometeorolojik yapısı ile ilgili yapılan çalışmada da, düşük rüzgar hızları, gece vakti oluşan kararlı atmosfer durumu ve zayıf

dağılma (dispersiyon) gibi meteorolojik şartların, kirleticilerin bu bölgede birikmesine sebep olduğu belirtilmiştir.

1996-1997 kış döneminde yapılan bir çalışmada Kocaeli ilinde sabah saatlerinde bazı günlerde, SO₂ konsantrasyonlarının, düşük rüzgar hızlarına bağlı olarak dispersiyon etkisinin taşınımından baskın etki göstermesiyle yakın bölgelerde yüksek konsantrasyonlar oluşturmasıyla, 1000 µg/m³'ü geçtiği gözlemlenmiştir. En düşük değerler ise yüksek havalanmalı ve zayıf kararlılıktaki dönemlerde olduğu görülmüştür. (Tayanç ve Berçin, 2006).

Turalioğlu ve diğerleri tarafından Erzurum ilinde yapılan bir çalışmada SO₂ ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik verilerle (sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı, basınç ve yağış gibi) benzer korelasyon gösterdikleri gözlemlenmiştir. Kirlilik konsantrasyonları ile ters bir orantı sergileyen rüzgar hızı artarken dispersiyonla seyreden kirlilik konsantrasyonlarının azaldığı; basınçla ise doğru orantılı olarak değişim gösterdiği belirtilmiştir (Turalioğlu ve diğerleri, 2005). Aynı çalışmada yüksek PM ve SO₂ konsantrasyonlarının, düşük sıcaklıklar, düşük rüzgar hızları ve yüksek basınç sistemleriyle güçlü bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Aynı ilişki Bridgman ve diğerleri tarafından yapılan bir çalışmada da gözlemlenmiştir. Bunun yanısıra sıcaklık ve rüzgarla kurulan bu korelasyonların ciddi mevsimsel farklılıklar gösterdiği de belirtilmiştir (Bridgman ve diğerleri, 2002).

1994 yılında Trabzon ili için yapılan bir diğer çalışmada ise SO₂ ve PM'nin sıcaklık karşısında farklı değişim gösterdikleri gözlemlenmiştir (Çuhadaroğlu ve Demirci, 1996). Mevcut çalışmamızda da özellikle kış döneminden yaz dönemlerine geçilirken bir çok örnekte SO₂ ve PM'nin daha farklı değişim gösterdiği; özellikle SO₂ konsantrasyonları yaz aylarında sıcaklıkla beraber daha çok azalma eğilimi gösterirken PM konsantrasyonlarında aynı oranda azalma gözlenmemektedir. Ayrıca Trabzon ilinde Kasım 1994 ve Şubat 1995 döneminde yapılan çalışmada meteorolojik verilerle kirlilik arasında rüzgar hızı ve nem oranı ile kurulabilen orta derecede bir korelasyondışında önemli bir korelasyon kurulamadığı belirtilmiştir (Çuhadaroğlu ve Demirci, 1996).

Trafik hacmi, meteorolojik veriler ve hava kirliliği ile ilgili yapılan bir çalışmada, kirlilik üzerinde özellikle trafik hacmi ve rüzgar değişimlerinin önemli göstergeler olduğu, rüzgar yönünün de özellikle önemli olmakla beraber ancak lokal bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bağıl nemin de PM üzerinde önemli etkisi olduğu, bunun yanısıra sıcaklık ve yağış

değişimlerinden aynı şekilde ciddi etkiler elde edilemediği de belirtilmiştir (Aldrin ve Haff, 2004).

Bu çalışma kapsamında incelenen illerin kirliliklerinin genel seyri içerisinde bu etkileşimler hemen hemen hepsinde net olarak görülebilmektedir.

Rüzgar hızı değişimlerinde ise; kış aylarında etkileşim net olarak görülememektedir. Yaz aylarında ise yurt genelinde SO₂ konsantrasyonları düşük değerlerde olduğundan bu rüzgar hızı ile kirlilik arasındaki etkileşim en açık şekilde, ısınma amaçlı yakıt tüketimi dışında da yıl boyunca emisyon üreten kaynakları bulunan PM'nin yaz aylarındaki konsantrasyonlarında görülebilmektedir. Edirne'nin 2006 Temmuz – Eylül dönemi PM değişimine (Şekil 2-13) baktığımızda Temmuz ayında düşüşe geçen rüzgar hızına karşılık yükselen PM değeri, Ağustos'dan Eylül'e geçilirken yükselen rüzgar hızı karşısında düşüşe geçmektedir. Elazığ'ın da aynı dönemdeki Edirne ile benzer eğilimdeki rüzgar hızı grafiğine (Şekil 2-14) karşılık, PM konsantrasyon grafiği de Edirne'deki PM grafiğine benzer durumdadır. Bu örneği bir çok ilin grafiklerinde görmek mümkündür. Bu yaklaşımı destekleyen bir çalışmada, rüzgar hızının artmasının kirletici dağılımı açısından olumlu bir gelişme olarak yorumlandığı söylenmektedir. (Özkan, 2002).

Ozon kirliliği ile ilgili yapılan bir çalışmada da rüzgar hızlarının düşük olduğu dönemde, kısıtlı taşınım ve karışıma bağlı olarak kirlilik seviyelerinin arttığı görülmüştür (İm ve diğerleri, 2006). Diğer bir çalışmada da yüksek basınç sisteminden alçak basınç sistemine geçen atmosfer ortamında ölçülen kirletici konsantrasyonlarında düşüş olduğu gözlemlenmiştir (Tayanç ve Berçin, 2006). Özetle; rüzgar hızı tek değişken olarak düşünüldüğünde, hız arttıkça konsantrasyonun azalması beklenmektedir.

Rüzgar hızının etkisi ancak düşük konsantrasyonlarda daha net görülmektedir. Kış aylarında kaynak sayısının artması ve kaynak emsiyonlarının daha değişken olması bu etkileşiminin görülememesinin sebepleri arasında gösterilebilir. Bunun yanısıra, rüzgar hızı ile konsantrasyon arasında aynı korelasyonun gözlemlenemediği dönemlerde, genellikle, kirlilik üretim hızının daha baskın olması da olasıdır (İm ve diğerleri, 2006). Özkan tarafından yapılan çalışmada da benzer durumlarla karşılaşmış ve rüzgar hızı ve konsantrasyon arasında düşük korelasyon gözlenen dönemler için baskın diğer etkenler arasında bulutluluk oranı, karışma yüksekliği, solar radyasyon şiddeti, solar radyasyon geliş açısı gibi atmosfer değişkenlerinin bulunduğu söylenmektedir (Özkan, 2002). Özellikle atmosferin alt kısımlarında kirlilik döngüsü daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Atmosfer değişkenlerine

topografya, arazi kullanım tipi, atmosfer kimyası, ve bunun gibi parametreleri de içerecek geniş bir açıyla yaklaşmak gerekmektedir.

Rüzgar hızının kirliliği dağıtıcı etkisinin yanısıra, özellikle yağışın az olduğu kurak dönemlerde havadaki mevcut PM'lere ek olarak yerdeki tozu da hareketlendirerek atmosferde taşınımına sürükleyebilmesi de mümkündür.

Kirlilik değerlerinin yıl içersindeki kaynak profillerinin değişmesi nedeniyle yıllık ortalama konsantrasyonların yanısıra, ciddi farklılıklar gözlenen yaz ve kış dönemlerini, mevsimsel dönüşlerin yaşandığı geçiş dönemleriyle beraber gruplandırılabilir. Yıl 2 dönem halinde ele alındığında, illere ait yaz ayları ve kış ayları ortalamaları olarak 2 farklı ortalama oluşmaktadır (Çizelge) .

SO ₂ (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)	
Tekirdağ	247	Çorum	187
Edirne	136	Konya	181
Denizli	122	Kütahya	181
Van	120	Van	171
Konya	117	Afyon	169
Sivas	107	Karabük	166
Uşak	87	Denizli	165
Çanakkale	83	K.Maraş	156
Samsun	82	Sivas	139
K.Maraş	81	Uşak	132
Batman	78	Erzurum	129
Çorum	78	Zonguldak	129
Kütahya	78	Gaziantep	128
Zonguldak	78	Batman	127
Afyon	69	Tekirdağ	126
Gaziantep	69	Manisa	125
Yozgat	62	Adıyaman	123
Karabük	61	Ağrı	119
Diyarbakır	58	Malatya	118
Erzurum	50	Çankırı	109
Yatağan	47	Elazığ	106
Manisa	41	Yozgat	99
Ağrı	37	Diyarbakır	97
Elazığ	34	Kırşehir	95
Malatya	27	Edirne	94
Adıyaman	25	Çanakkale	79
Gümüşhane	25	Samsun	79
Ankara	24	Gümüşhane	69
Kırşehir	24	Yatağan	69
Çankırı	23	İstanbul	56
İstanbul	17	Ankara	15
Trabzon		Trabzon	

Çizelge 3-24 2005-2006 Kış Dönemi (Ekim-Mart) Ortalama Kirlilik konsantrasyonları (µg/m³)

Çalışma kapsamında incelenen veri tabanından elde edilen 2005-2006 kış dönemi kirlilik ortalamalarına (Çizelge 3-1) bakıldığında SO₂ konsantrasyonlarına göre en düşük kirlilik 17 µg/m³ ile İstanbul'da görülmektedir. İstanbul'u sırasıyla Çankırı ve Kırşehir takip etmektedir. PM'ye göre sıraladığımızda ise en düşük konsantrasyon ortalaması 15 µg/m³ ile Ankara'dadır ve onu sırasıyla İstanbul ve Yatağan takip etmektedir. Hem SO₂ hem de PM açısından baktığımızda kirlilik konsantrasyonları en düşük ilk 3'de yer alan özellikle iki şehir; Ankara ve İstanbul dikkat çekmektedir. Çizelge 3-2'de görüldüğü üzere hem İstanbul hem de Ankara, yaklaşık 15 yıl öncesinden bugüne doğru baktığımızda takibeden 6 yıl içerisindeki kış dönemi kirlilik konsantrasyonu ortalamalarında oldukça yüksek değerlerden bugün çok çok daha düşük değerlerle, ülkenin en az kirlilik ihtiva eden havasına sahiptirler.

	Yıllar					
	1991- 1992	1992- 1993	1993- 1994	1994- 1995	1995- 1996	1997- 1998
İstanbul	379	290	253	189	135	90
Ankara	187	130	90	79	78	52
İzmir	170	219	140	124	104	71
Bursa	324	172	150	85	44	73
Diyarbakır	326	276	169	133	151	123
Erzurum	307	379	404	262	140	199
Eskişehir	334	300	306	280	95	86
Kayseri	249	190	202	126	140	167
Kocaeli	290	208	94	131	119	52
Türkiye	163	163	144	121	106	72

Çizelge 3-25 Türkiye'de yüksek oranda hava kirliliği gözlenmiş bazı şehirlerdeki kış dönemi (Ekim-Mart) kükürt dioksit ortalamaları (µg/m³) , (Bayram, H., 2005)

Özellikle Ankara, hava kirliliğinin ciddi bir problem olarak ortaya çıktığı ilk il olarak gösterilebilir. 1970'lerde bu problem kendini göstermeye başlamış, 80'lerde İstanbul ile birlikte diğer şehirlerde de zamanla ciddi bir sorun olmuştur. Bu sorun karşısında alınan tedbirler, fosil yakıt kullanımıyla ilgili sınırlamalar ve 1988'de Ankara'da başlayarak ve 1992'de İstanbul'da sonrasında da diğer illerde devam ederek doğalgaz kullanımına geçilmesi ile kirlilik değerleri bugün ki maksimumlardan bugün minimumlarla ifade edilmektedirler. Son 10 yılın SO₂ konsantrasyonlarına göre en kirli olan ilk 10'larına baktığımızda İstanbul'un 10

yıl öncesinde yıllık ortalamalarla ilk 10'da yer almaktayken kirlilik değerleri bugün buralara kadar düşmektedir.

	Yıllar					
	1991- 1992	1992- 1993	1993- 1994	1994- 1995	1995- 1996	1997- 1998
İstanbul	141	114	100	83	97	82
Ankara	118	97	108	77	84	76
İzmir	157	165	116	87	102	73
Bursa	136	99	97	69	48	68
Diyarbakır	278	276	176	135	151	112
Erzurum	180	225	260	173	99	109
Eskişehir	60	70	61	81	78	66
Kayseri	110	106	153	75	88	122
Kocaeli	148	102	119	95	81	69
Türkiye	95	92	89	75	72	68

Çizelge 3-26 Türkiye'de yüksek oranda hava kirliliği gözlenmiş bazı şehirlerdeki kış dönemi (Ekim-Mart) PM ortalamaları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), (Bayram, H., 2005)

Çizelge 3-1'e göre en yüksek SO_2 konsantrasyonlarının ölçüldüğü ilk 3 ile baktığımızda, sırasıyla, Tekirdağ, Denizli, Konya görülmektedir. Tekirdağ'daki kirlilik değişiminin son 10 yıllık geçmişine baktığımızda 2001'den itibaren en kirli ilk 10 şehir arasında sayıldığı söylenebilir. Kış aylarındaki değerlerin yüksek oluşundan dolayı, kış aylarındaki ortalamalar yıllık ortalamalarda da belirleyici olmaktadır. Tekirdağ için Çorlu'ya özel yapılan bir envanter ve model çalışması mevcuttur (Özkan, 2002). Söz konusu ilçe, Tekirdağ'a 37 km mesafede olup kapladığı alan ve sanayi yoğunluğu bakımından bölgedeki kirlilik dağılımı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bölgede 1970 sonrası başlayan şehirleşme, 1990 sonrası sanayileşme ve buna paralel nüfus artışıyla beraber hız kazanmıştır. 2002 rakamlarına göre tekstil ve deri sanayii gibi sektörlerin önemli yer tuttuğu 641 sanayi tesisi bulunmaktadır (Özkan, 2002). Bölgede ısınma amaçlı yakıt tüketimine bakıldığında; (%89) linyit kömürü, (<%1) taş kömürü, (%10.3) kalorifer yakıtı kullanıldığı görülmektedir. Çalışma kapsamında Aralık 2000 – Nisan 2001 döneminde yapılan SO_2 ölçümleri neticesinde $394 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük bir ortalama değer elde edilmiştir. (Özkan, 2002). Çorlu özelinde yapılan bu çalışmanın yanısıra TÜİK rakamlarına göre Aralık 2001'de de Tekirdağ $312 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile en yüksek SO_2 konsantrasyonuna sahip ilimiz olmuştur (TÜİK, 2002).

Çorlu ilçesine ait yapılan bu envanter çalışmasının yanısıra bölgeye özel model uygulamasında en yüksek SO₂ değerleri Deri Org. San.'nin bulunduğu gridde hesaplanmıştır (Özkan, 2002).

Tekirdağ ile ilgili yüksek kirlilik değerlerine ilişkin kış aylarındaki sabit kaynaklarda ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminin önemli bir etken olduğu söylenebilir. Yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Özkan, 2002). Ve bu noktada kullanılan yakıt tipinin de bu kirlilik miktarında önemli bir belirleyici olduğu söylenebilir.

Tekirdağ gibi Denizli ve Van da yıllık ortalamalarda ilk sıralarda yer almaktadırlar. Yıllık ortalamalara baktığımızda Tekirdağ'ın 153 µg/m³ ile kendisinden sonra gelen 68 µg/m³ ortalamaoya sahip Denizli'nin yaklaşık iki katı kirliliğe sahip olması bu ildeki kirlilik seviyesinin genelden ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir. Tekirdağ'a bağlı Çorlu'daki yoğun sanayii bu kirlilik için başlıca etkenlerden biri olarak gösterilebilir. Diğer taraftan son yıllarda kış aylarının daha soğuk geçmesi de bunda önemli rol oynamaktadır. 2006-2007 kış ortalamalarına baktığımızda 78.25 µg/m³ SO₂ ve 145 µg/m³ PM değerleriyle önceki seneler kadar soğuk geçmeyen 2006-2007 kışında SO₂ değerlerinin oldukça farklı değerlere sahip olduğu görülmektedir. Buna karşın PM konsantrasyonları son 5 senenin en yüksek değerine ulaşmıştır.

Aynı dönem için kirlilik değerlendirmesini PM esasına göre yaptığımızda sırasıyla Çorum, Konya ve Kütahya, elde edilen 2005-2006 kış dönemindeki en yüksek konsantrasyon ortalamalarının sıralamasında ilk 3'te yer almaktadırlar. Konya SO₂ konsantrasyonları açısından da yüksek değerler ihtiva etmektedir.

	Çorum (µg/m ³)		
	Kış	Yaz	Yıllık
	Ortlaması	Ortlaması	Ortalama
SO₂	78	17	48
PM₁₀	187	110	145

Çizelge 3-27 Çorum ilinin yazlık, kışlık ve yıllık kükürt dioksit ve PM ortalamaları

Çorum'un (Çizelge 3-24 ve Çizelge 3-28) SO₂ ortalamasına baktığımızda diğerlerine nazaran daha düşük bir değer görülmektedir. Buradan Çorum'da evsel ısınma amaçlı yakıt tüketiminin diğerlerine göre daha düşük olduğu ve taşıt ve sanayii emisyonları gibi özellikle PM açısından baskın kaynak olarak düşünülebilecek emisyon kaynaklarının daha etkili oldukları

söylenbilir. Zira, SO₂ ortalamalarının yaz ve kış ayları arasındaki değişimine bakıldığında kış aylarında gözlenen SO₂ değerleri yaz aylarında, diğer illere göre yine yüksek kalsa da daha düşük değerlere inmekteyken PM değerleri o oranda bir değişim göstermemektedir. Burada yaz aylarında ölçülen değerlerin tüm yıla da yayılı şekilde gözlenmesi de muhtemeldir. Çorum’la ilgili diğer yakıt tüketimi veya taşıt emisyon miktarlarının da kirlilik seviyesine paralel olmaması gözönünde bulundurulduğunda, bu il için kirliliğin kaynaktaki büyüklüğünün yanısıra dağılımıyla ilgili bir olumsuz değer olması ihtimali düşünülebilir. Bu sebeple, ile ait meteorolojik verilere bakıldığında da sıcaklık basınç grafiklerinde kirlilik konsantrasyonunun dağılımına engel teşkil edebilecek somut bir olguya rastlanmamaktadır. Ancak rüzgar hızı değerleri ortalamalarının çok düşük değerlerde seyretmesi, konsantrasyonun atmosferde taşınım ve dağılımı için olumsuz bir koşul olarak değerlendirilebilir.

Bu durumdan yola çıkarak emisyon kaynaklarının büyüklüğü yanında dağılımında oldukça önemli bir kirlilik etkeni olduğu bir kez daha görülmektedir.

2006 yılı yaz dönemindeki kirlilik konsantrasyonları ortalamalarına bakıldığında, en düşük SO₂ ortalamalarına sahip ilk üç il sırasıyla Gümüşhane, Ağrı ve Adıyaman’dır.

Gümüşhane’nin yaz dönemi SO₂ konsantrasyon ortalamalarının yanısıra yıllık ortalamalar açısından da sıralamada 14 µg/m³ ile İstanbul’un ardından en düşük değerlere sahip 3’üncü ildir. Özellikle yaz aylarındaki durumunu incelediğimizde, bu dönemdeki emisyon baskın emisyon kaynakları olarak görülebilecek sanayi ve taşıt emisyonları açısından da oldukça düşük değerlere sahiptir. Taşıtlardan kaynaklanan emisyonların sıralamasında da yaklaşık 26 ton/yıl SO₂ ile en düşük değerle sondan ilk sıradadır. Fosil yakıt tüketimine bakıldığında ise ülke geneline oranla % 2,8 ile en düşük pay bu ile aittir (Ağaçayak, 2007). Sanayii açısından da kapasitesi çok yüksek olmayan çimento sanayii dışında kirlilik oluşturabilecek ciddi bir oluşum bulunmaması da mevcut konsantrasyonların bu değerlerde kalmasında önemli bir etkidir.

SO ₂ (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)	
Karabük	48	Van	141
Afyon	44	Kütahya	116
Kütahya	43	Batman	111
Diyarbakır	31	Çorum	110
Yatağan	31	Afyon	92
Van	25	Denizli	92
Batman	23	Diyarbakır	90
Uşak	22	Uşak	87
Edirne	19	Karabük	86
K.Maraş	19	Zonguldak	86
Çorum	17	Ağrı	84
Malatya	16	Sivas	82
Denizli	15	K.Maraş	79
Çanakkale	14	Gaziantep	78
Samsun	14	Manisa	78
Sivas	14	Adıyaman	73
Yozgat	14	Erzurum	73
Ankara	13	Tekirdağ	73
Çankırı	13	Konya	72
İstanbul	12	Elazığ	71
Tekirdağ	12	Edirne	69
Zonguldak	12	Kırşehir	68
Manisa	10	Yozgat	66
Elazığ	8	Çanakkale	62
Erzurum	8	Samsun	60
Konya	8	Trabzon	59
Trabzon	7	Yatağan	59
Kırşehir	6	Malatya	56
Gaziantep	5	İstanbul	53
Adıyaman	4	Gümüşhane	47
Ağrı	4	Çankırı	45
Gümüşhane	3	Ankara	27

Çizelge 3-28 2006 Yaz Dönemi (Nisan-Eylül) Ortalama Kirlilik konsantrasyonları (µg/m³)

Çizelge 3-28’de görüldüğü üzere, yukarıda belirtilen değerleri de doğrulayacak şekilde, mevcut ortalamalar arasında çok büyük değişimler gözlenmemektedir. Meteorolojik veriler açısından da özellikle rüzgar hızı değerlerinin de özellikle yaz aylarındaki artışı, konsantrasyonların bu derece düşük olmasındaki önemli etkenlerden biridir.

Gümüşhane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Kış	Yaz	Yıllık
	Ortalaması	Ortalaması	Ortalama
SO ₂	25	3	14
PM ₁₀	69	47	57

Çizelge 3-29 Gümüşhane ilinin yazlık, kışlık ve yıllık kükürt dioksit ve PM ortalamaları

SO₂ değerlerinin yaz dönemi ortalamalarında en yüksek değerlerin gözlemlendiği iller sıralamasında ise Karabük, Afyon ve Kütahya ilk 3 sırayı almaktadırlar. Karabük'te yaz aylarında oluşan bu kirliliğin kaynağı araştırıldığında, kış aylarındaki evsel ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminin yanısıra yılın geneline yayılmış sürekli kaynakların mevcudiyeti sözkonusudur. Bu noktada kaynak olma olasılığı olan taşıt emisyonları ve sanayii emisyonları ile ilgili yardımcı verilere baktığımızda, mevcut verilere göre ne ciddi miktarda SO₂ emisyon değeri ne de bu değeri oluşturacak miktarda fazla araç görülmemektedir. Ancak, bölgede özellikle Ereğli ve Karabük'teki çimento ve demir-çelik sanayiine ek olarak kağıt sanayiinden kaynaklanan emisyon kapasitelerinin mevcut kirliliği karşılaması mümkün olabilir.

PM konsantrasyonları ortalamalarına bakıldığında ise; sırasıyla, en düşük değerlerin gözlemlendiği 3 il, Ankara, Çankırı ve Gümüşhane iken en yüksek konsantrasyonlar da Van, Kütahya ve Batman'da görülmektedir. Ankara ve Gümüşhane için belirtilmiş olan koşullar neticesinde konsantrasyonlar bu değerlerde kalmaktadır. Van'da sanayii adına ciddi emisyon kaynağı olarak görülebilecek yüksek kapasiteli çimento sanayii söz konusudur. Bunun dışında taşıt emisyonları adına ülke ortalamasına yakın değerlere sahiptir. Ülke genelindeki fosil yakıt kullanımının dağılımına bakıldığında da yine benzer şekilde ortalama değerler görülmektedir. Ancak kış ayları ortalamalarına bakıldığında PM kirliliği açısından Kütahya'dan sonra 4'üncü en kirli şehir olarak gözükmemektedir. Bu noktada meteorolojik verilere baktığımızda, Çorum'da da görülen duruma benzer şekilde rüzgar hızının oldukça düşük değerlerde seyretmektedir. Rüzgar hızının düşük olması atmosfere yapılan kirletici deşarjlarının taşınım ve dağılımının yavaşlamasına neden olmaktadır. Böylece konsantrasyonun dağılma yerine atmosferde birikim göstermesi, mevcut kirlilik konsantrasyonlarının olası nedenleri arasında gösterilebilir.

Ozon kirliliği ile ilgili yapılan bir çalışmada da rüzgar hızlarının düşük olduğu dönemde, kısıtlı taşınım ve karışıma bağlı olarak kirlilik seviyelerinin arttığı görülmüştür (İm ve diğerleri, 2006). Diğer bir çalışmada da yüksek basınç sisteminden alçak basınç sistemine

geçen atmosfer ortamında ölçülen kirletici konsantrasyonlarında düşüş olduğu gözlemlenmiştir (Tayanç ve Berçin, 2006).

Eyl.05 - Eyl.06 Tarihleri için yıllık ortalama değerler			
SO ₂ (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)	
Tekirdağ	153	Van	154
Denizli	68	Kütahya	148
Van	67	Çorum	145
Konya	63	Afyon	129
Kütahya	60	Karabük	129
Sivas	60	Denizli	128
Edirne	58	Konya	126
Afyon	57	Batman	121
Karabük	55	K.Maraş	117
Uşak	54	Sivas	113
K.Maraş	50	Uşak	107
Batman	49	Ağrı	106
Çanakkale	48	Tekirdağ	105
Çorum	48	Zonguldak	105
Samsun	48	Erzurum	104
Diyarbakır	45	Gaziantep	103
Zonguldak	45	Manisa	99
Yozgat	40	Adıyaman	98
Yatağan	38	Diyarbakır	94
Gaziantep	37	Malatya	91
Erzurum	31	Elazığ	89
Manisa	24	Yozgat	85
Malatya	22	Çankırı	84
Elazığ	21	Kırşehir	81
Ağrı	20	Edirne	80
Çankırı	18	Samsun	70
Ankara	17	Çanakkale	69
Kırşehir	15	Yatağan	63
Adıyaman	14	Trabzon	59
Gümüşhane	14	Gümüşhane	57
İstanbul	14	İstanbul	55
Trabzon	7	Ankara	26

Çizelge 3-30 Kükürt Dioksit ve PM konsantrasyonları yıllık ortalamaları

Kirliliğin yoğun olarak yaşandığı kış ayları incelendiğinde emisyon kaynaklarının farklılığından ziyade kirliliği kategorize ederken üzerinde durulabilecek iki unsur göze çarpmaktadır. Bunlar, tüketilmesi emisyonu açan bu yakıtların tipleri ve kaliteleridir. Ankara ve İstanbul örnekleri, kirliliğin ilk ve ciddi olarak yaşandığı iller olmaları noktasında yapılan önleyici düzenlemelerle halen kirlilik ihtiva eden şehirler için bir kıyas unsuru teşkil

etmektedirler. Bu illerdeki geçmiş yıllardaki kirlilik değerleri, geçen zaman zarfında kullanılan yakıt tiplerinin ve kullanılan yakıtın kalitelerinin iyileştirilmesiyle ciddi anlamda düşürülmüş ve insan sağlığına tehdit oluşturabilecek derecede kirlilik olan şehirler şuan için ülke genelinde en az kirlilik gözlenen iller arasına girmişlerdir.

Kullanılan yakıt tiplerinin iyileştirilmesi anlamında baktığımızda, Ankara’da 1988, İstanbul’da da 1992 yıllarında ilk uygulamaları başlayan doğalgaz kullanımı çalışmalarıyla 1990’lı yılların ortalarına doğru çalışmaların başlama sıralamasıyla birlikte her iki ilde de yaygınlaşması, ve de yerel yönetimler tarafından, arz imkanlarının artışıyla orantılı olarak talebin teşvik edilmesiyle doğalgaz kullanımı artmış fosil yakıt tüketimi azalmış ve sonuç olarak kirlilik değerleri düşmüştür. Doğalgaz kullanımı ve kirlilik değerleri arasında bir değerlendirme yapmak amacıyla, kirliliğin yoğun yaşandığı kış aylarında en yüksek ve en düşük yaşandığı illeri kirlilik ve doğalgaz kullanımı açısından kıyasladığımızda, doğalgaz tüketimindeki artışla ters orantılı olarak özellikle SO₂ konsantrasyonlarının azaldığı görülmektedir. Son yıllarda özellikle ciddi kirlilik değerleri gözlenen ve çalışmanın veri tabanının kapsadığı süreçte de en yüksek kirlilik ortalamasına sahip olan Tekirdağ ilinde Çorlu haricinde evsel ve sanayii alanında doğalgaz tüketimi görülmemektedir. Diğer kirlilik ihtiva eden illerden biri olan Denizli de de bu kullanımın henüz fazla yaygınlaşmamış olması da yine aynı şekilde kirliliğin düşürülmesi doğrultusunda negatif bir unsurdur.

Doğalgaz tüketimi her ne kadar yaygınlaşsa da ve her ne kadar tüketimi teşvik edilse de halen kükürt oranları ölçülen SO₂ konsantrasyonlarına büyük etki sağlayan fosil yakıt kullanımı devam etmektedir. Bu noktada mevcut kullanımlardaki yakıt kalitesinin iyileştirilmesi anlamında yerel yönetimlerin ciddi sonuçlar doğuran çalışmaları olmuştur.

İstanbul’da 1993-1994 kış sezonuna kadar, ısınmada yaklaşık yıllık 8-10 milyon-ton civarında Kilyos-Karaburun arasındaki ocaklardan üretilen kömürler kullanılmaktaydı [5]. Bu kömürler, genelde yüksek kükürt ve nem içeren düşük kalorili kömürlerdi. Bu da hava kirliliğine önemli ölçüde neden olmaktaydı. Hava kirliliğinin azaltılabilmesi için, kaliteli kömür kullanılması zorunluluğu gereğinden hareketle, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı’nın önerisiyle, 1995 yılından itibaren alınan İl Mahalli Çevre Kurulu Kararlarıyla, İstanbul’da tüketilecek kömürlere (ithal, yerli, briket kömürlere) kalite sınırlaması getirilmiş ve tüketime sunulacak kömürlerin mutlaka iyileştirme-zenginleştirme tesislerinde işleme tabi tutulan torbalanmış kömür olmaları sağlanmıştır. İstanbul’a kömürünü sevk edecek üretici firmalara, gerekli kömür özelliklerini ve tesis şartlarını sağlamaları ve izin almaları zorunluluğu getirilmiştir.

Aranan şartları yerine getiren firmalara "Kömür Satış İzin Belgesi" verilmiştir. İzinsiz kömürlerin şehre girişi yasaklanmıştır. Belediye İl Mahalli Çevre Kurulu Kararları [4] doğrultusunda yapılan etkin ve sürekli çalışmalar neticesinde ilde hava kirliliği sorun olmaktan çıkartılmış ve şehirde yaşanabilir bir hava kalitesi sağlanmıştır. Her yıl alınan Mahalli Çevre Kurulu Kararlarıyla uygulamanın devamlılığı sağlanmış ve bu kış sezonu için de (2007-2008 Kış Sezonu), 13/01/2005 tarih ve 25699 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği" Esasları ile aynı Yönetmeliğin 31. maddesine dayanılarak 26/03/2007 tarih ve 69 sayılı İl Mahalli Çevre Kurulu Kararı alınarak uygulamaya konulmuştur. İstanbul'da kullanılan kömürlerin belirli kaliteye getirilmesi ile daha az tüketilmesi sağlanmış olup, daha önceki yıllarda 8-10 milyon-ton olan ve kalite olarak uygun olmayan kömürlerin yerine kaliteli kömür kullanımının temini ile bu rakamın 2007-2008 kış sezonu için 1-1.5 milyon ton olabileceği tahmin edilmektedir.

İstanbul örneğinde görüldüğü gibi düşük kalitede yakıt kullanımının kısıtlanması ve kontrol altında tutulması hava kirliliğinin azaltılmasında diğer kirlilik ihtiva eden iller için etkin önleyici mekanizmalardan biridir.

Mevcut hava kirliliğini tekil bir sonuç olarak görmek yerine, insan yaşamının mekanizmaları arasında bir neden sonuç ilişkisi olarak ele alındığında, kirlilikle birlikte birtakım çevresel olmayan etkenleri de beraber incelemek yerinde olacaktır. Bu sebeple bu çalışmada, kirliliğe doğrudan ve dolaylı olarak etkiyen bir takım yaşam verilerini de kirlilikle beraber incelenmiştir.

Çizelge 3-31'de yeralan verilerden doğalgaz tüketim verileriyle ilgili İstanbul ve Ankara örnekleri yukarıda açıklanmıştır. Trafikteki araç sayısı verileri, bölgede hem taşıtlardaki yanma reaksiyonları sonucu oluşan emisyonlarla hem de araçlardan kaynaklanan hareketlilikle toz oluşumunun artmasına neden olmaktadır. Bu açıdan trafikteki araç sayısındaki artış, doğal olarak kirlilikle doğru orantılıdır.

	SO2 (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	Nüfus ^{**}	GSMH ^{***}			Trafikteki		Doğalgaz Tüketimi (m ³)		
				Cari Fiyatlarla İllerin Payı, %	Cari Fiyatlarla Gelişme Hızı, %	Kişi Başına GSYH , \$	Taşıt Sayısı	Konut	Sanayi	Toplam	
Adıyaman	14	98	623811	0,4	44,3	918	48106				
Afyon	57	129	812416	0,7	42,2	1 263	118275				
Ağrı	20	106	528744	0,2	35,3	568	19484				
Ankara	17	26	4007860	7,6	30,5	2 752	1085151	1.701.002.939			1.701.002.939
Batman	49	121	456734	0,4	57,9	1 216	23326				
Çanakkale	48	69	464975	0,7	30,7	2 335	111356				
Çankırı	18	84	270355	0,2	37,4	1 136	22711				
Çorum	48	145	597065	0,7	39,3	1 654	100306	45.106.890	16.171.753		61.278.643
Denizli	68	128	850029	1,2	48,0	2 133	224098	370.000	1.500.000		1.870.000
Diyarbakır	45	94	1362708	1,2	52,9	1 313	70856				
Edirne	58	80	402606	0,7	27,8	2 403	87957				
Elazığ	21	89	569616	0,7	46,8	1 704	57900				
Erzurum	31	104	937389	0,7	42,2	1 061	60845	19.018.538	3.577.241		22.595.779
Gaziantep	37	103	1285249	1,4	49,6	1 593	238221				
Gümüşhane	14	57	186953	0,1	40,3	1 075	11409				
İstanbul	14	55	10018735	21,3	38,0	3 063	2430560	3.454.259.687	726.372.298		4.180.631.985
Kahramanmaraş	50	117	1002384	1,1	59,0	1 584	106392				
Karabük	55	129	225102	0,2	35,1	1 587	36901				
Kırşehir	15	81	253239	0,3	48,2	1 488	32345	8.429.813	12.917.489		21.347.302
Konya	63	126	2192166	2,4	36,7	1 554	385632	59.798.529	25.185.661		84.984.190
Kütahya	60	148	656903	0,8	56,1	1 805	121233	5.389.995	6.718.767		12.108.762
Malatya	22	91	853658	0,8	49,3	1 417	83124	207.128			207.128
Manisa	24	99	1260169	2,1	45,0	2 459	331639				
Samsun	48	70	1209137	1,4	39,5	1 680	186574	12.453.689	41.460.195		53.913.884
Sivas	60	113	755091	0,7	53,2	1 399	77410	17.141.222	8.997.511		26.138.733
Tekirdağ	153	105	623591	1,1	45,1	2 498	107209	7.590.676	137.131.963		144.722.639
Trabzon*	7	59	975137	1,0	53,6	1 506	84583				
Uşak	54	107	322313	0,3	36,4	1 436	72316	3.613.651	137.221.578		140.835.229
Van	67	154	877524	0,5	52,7	859	47117				
Yatağan (Muğla)	38	63	715328	1,6	53,4	3 308	253705				
Yozgat	40	85	682919	0,4	33,4	852	57858	50.000			50.000
Zonguldak	45	105	615599	1,2	50,0	2 969	92879				
(PM10 a göre) r	0,49		-0,36	-0,39	0,34	-0,37	-0,40	-0,62	-0,62	-0,59	
(SO2 ye göre) r		0,49	-0,21	-0,21	0,08	0,16	-0,21	-0,39	-0,23	-0,35	
*	veri tabanındaki son 6 aylık (2006 yaz-sonbahar)verinin ortalaması alınmıştır.										
**	2000 nüfus sayımından elde edilen sonuçlar.										
***	2001 GSMH verilerinden alınmıştır.										

* veri tabanındaki son 6 aylık (2006 yaz-sonbahar)verinin ortalaması alınmıştır.

** 2000 nüfus sayımından elde edilen sonuçlar.

*** 2001 GSMH verilerinden alınmıştır.

Çizelge 3-31 İllerin kirlilik konsantrasyonları ve çevresel olmayan göstergeler

Tablodaki diğer verilerden nüfus değerlerine baktığımızda, tüm bu kirlilikler antropojenik olması münasebetiyle esasen kirlilikle doğru orantılı olması beklenir. Ancak İstanbul ve Ankara gibi Türkiye'nin en kalabalık iki şehrinin, aynı zamanda en düşük kirlilik değerlerinin gözlendiği şehirler arasında bulunması noktasında, yerel yönetimlerce yapılan, insan

faktörünü inhibe edici düzenlemelerin etkisinin daha az nüfuslu illere göre çok daha fazla önem arz ettiğini söyleyebiliriz.

GSMH verilerini ele aldığımızda; GSMH'yı oluşturan değerler, insan faaliyetinin artmasıyla oluşan değerler olması ve kirliliğin de genel anlamda insan faaliyetleri sonucunda oluşması noktasında, kirlilikle GSMH arasında yaklaşık bir orantı kurmak mümkündür.

	S.Eko. Endeks	SO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Adıyaman	-0,919	14	98
Afyon	-0,183	57	129
Ağrı	-1,565	20	106
Ankara	2,477	17	26
Batman	-1,166	49	121
Çanakkale	-0,717	48	69
Çankırı	-0,427	18	84
Çorum	-0,242	48	145
Denizli	0,719	68	128
Diyarbakır	-0,743	45	94
Edirne	0,721	58	80
Elazığ	0,011	21	89
Erzurum	-0,639	31	104
Gaziantep	0,006	37	103
Gümüşhan	-0,709	14	57
İstanbul	4,465	14	55
K.Maraş	-0,274	50	117
Kırşehir	-0,034	15	81
Konya	0,712	63	126
Kütahya	-0,079	60	148
Malatya	-0,15	22	91
Manisa	0,518	24	99
Samsun	0,341	48	70
Sivas	-0,396	60	113
Tekirdağ	1,077	153	105
Trabzon	0,142	7	59
Uşak	0,159	54	107
Van	-1,312	67	154
Yatağan	0,915	38	63
Yozgat	-0,519	40	85
Zonguldak	0,483	45	105
r		0,005	-0,450

Çizelge 3-32 İllerin gelişmişlik endeksi değerleri tablosu

GSMH bu değerler arasında illerin gelişmişliklerinin göstergesini ifade etmek amacıyla kullanılmıştır. Türkiye’deki iller bazında gelişmişliğin ifade edilmesi amacıyla yapılan (Albayrak, 2005) bir çalışmadan elde edilen verilerle bir gelişmişlik sıralaması elde edilmiştir. Bu sıralama ile kirlilik haritaları arasında gelişmişlikle tam bir uyum yakalanamamaktadır.

Aynı şekilde yukarıdaki tablodaki değerleri grafik üzerinde GSMH esasına göre incelediğimizde burada da direkt bir bağlantı kurulması mümkün olmamıştır. Gelişmişlik ile kirlilik arasında iki farklı yönden etkileşim söz konusudur. Öncelikle yukarıda da belirtildiği üzere, kirliliğin temel olarak insan faaliyetlerinden kaynaklanması noktasında faaliyetler arttıkça bölgede nüfus ve kirliletiçi etmenler artmaktadır. Burada bir doğru orantı kurmak mümkündür. Ancak gelişen nüfus, ekonomik ve sosyal şartlar yaşam kalitesini de yukarı çekmektedir. Gelişen imkanlar neticesinde, yaşam şartlarını iyileştirici faaliyetlere daha yüksek bütçeler ayrılabilir. Daha ucuz ve düşük kaliteli yakıtlar yerine daha yüksek maliyetli fakat daha temiz yakıtlar kullanılabilir. Bu açıdan bu değişim, sosyo-ekonomik gelişim ve çevre bilincinde artış olarak ifade edilebilir. Gelişmişlikle kirlilik, bu durumlar gözönüne alındığında ise ters orantılı bir değişim izlemektedirler.

Bu iki ters yönde yaklaşım neticesinde gelişmişlikle kirlilik arasında tam bir bağlantı kurulamamıştır. Ancak çevre bilincindeki gelişimin göstergeleri ile bir bağlantı kurmak mümkün olabilir.

3.4 Yorumlar ve Öneriler

Tüm bu değerlendirmeler sonucunda Türkiye genelinde, özellikle kış ayları gözönüne alındığında, hava kirliliğinin oluşumunda en yaygın unsurun, ısınma amaçlı fosil yakıt tüketimi olduğu birkez daha görülmüştür. Bu sebeple illerde yakıt tüketimleri ile ilgili kısıtlama ve düzenlemeler getirilmesi gerekliliği, yapılan düzenlemelerin sonuçlarıyla birlikte gözden geçirilerek, özellikle yukarıda da belirtilen, yüksek kirliliğe maruz kalan iller başta olmak üzere, gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Meteorolojik verilerle olan ilişkiler de gözönüne alınarak yerel yönetimler tarafından halkı bilinçlendirme ve daha temiz yakıtların kullanımının teşviki ve diğer daha yüksek kükürt ihtiva eden yakıtların tüketiminin sınırlandırılarak kontrolü ile ilgili düzenleme ve yürütme faaliyetlerinin hızla hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Doğalgaz kullanımının yaygınlaştırılmasının yanısıra, doğalgaza geçişin sağlanamadığı bölgelerde de kükürt ve kül yüzdesi düşük, alt ısı değeri yüksek kömür kullanımı sağlanmalıdır. Bu şekilde oluşacak etkiler daha alt seviyelere çekilebilir.

Gelişmekte olan ülkeler arasında olan Türkiye bu mevcut durumu neticesinde, az olmasına karşın, verimli ve temiz olarak gerçekleştiremediği enerji tüketimini, ancak ekonomisini büyütürken iyileştirmesi mümkündür. Bu şekilde büyüyen ekonomisine paralel olarak verimli ve temiz bir enerji arz ve tüketim sistemi için ar-ge ve altyapı fonları da gelişecektir.

Sözkonusu enerjinin tüketildiği faaliyetlerden genellikle sanayide, ısınmada, ulaşımda ve elektrik üretiminde fosil yakıtların kullanımından dolayı SO_x , NO_x ve PM emisyonlarının olduğu düşünüldüğünde, mevcut yakıt kalitesinin iyileştirilmesi en öncelikli önlemlerden biridir. Zira yerli linyitlerin kalite ve ısı değerlerinin düşük, kükürt ve kül oranlarının yüksek olması, sözkonusu kirletici emisyonlarının yüksek seviyelerde olmasına neden olmaktadır.

Bu noktada mevcut yerli linyit kömürünün iyileştirilmesi, bu kalitede kömüre uygun yakma teknolojilerinin geliştirilmesi emisyonları azaltacak önlemlerdendir. Ayrıca, zararlı emisyonları ve kirliliği azaltacak çevre teknolojilerinin (yüksek verimli toz tutma teknolojisi, SO_2 , NO_x , CO_2 giderme teknolojileri ve rejeneratif sistemler gibi); rüzgar, güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teknolojilerin; hidrojen, yakıt hücreleri, enerji depolama gibi ileri enerji teknolojilerinin (ısı depolama teknolojileri, hidrojen üretim, iletim veya dağıtım ve depolama teknolojileri, yakıt pili teknolojileri gibi) geliştirilmesiyle mevcut emisyon değerlerinin önemli ölçüde azaltılması mümkün olacaktır (TÜBİTAK, 2003).

Yakıt tipleriyle ilgili iyileştirmenin yanısıra mevcut tüketim miktarlarını da enaza indirmek için binalarda ısı izolasyonu ile enerji tasarrufu sağlanması çevre açısından çok yönlü kazanç sağlanabilecek bir noktadır.

Özellikle hava kirliliği açısından kritik bölgelerde uygulanacak çevrekoruma ve yatırım (ÇED gibi) kararlarında ölçüm ağı ile birlikte modelleme çalışmaları da önem taşımaktadır. Bu çalışmaların sürekli ve periyodik olarak yapılabilmesi için gerekli verilerin ve istatistik bilgilerin yeterli sayıda ve kalitede üretilmesi gerekmektedir. (Özkan, 2002) Türkiye genelinde aktif bir bilgi ağı, olabildiğince geriye dönük veri tabanı ve hızlı bir veri akış potansiyeli, bu ve benzeri analiz ve modelleme çalışmalarının gelişimi için büyük önem ihtiva etmektedir.

Sağlık etkileri açısından baktığımızda akciğerlere kadar inen esas partikül boyutlarının 0,1 - 0.5 mikron aralığında oldukları düşünüldüğünde (Ertürk, 2002), PM_{10} ölçümlerine ek olarak $PM_{2.5}$ ölçümlerine de ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Hava Kalite İndeksiyle birlikte etkin bir bilgilendirme ve uyarı sistemi oluşturulabilmesinde bu ölçümlerin önemi büyüktür.

Bu çalışmada amaçlanan Türkiye için uygulanan genel değerlendirmenin, daha ufak ölçeklerde daha detaylı uygulamalarında, meteorolojik verilerle ilgili korelasyonların daha net bir şekilde ifade edilebilmeleri, değişim noktalarının daha doğru olarak saptanabilmesi açısından incelemelerin, bu çalışma kapsamında güvenilir ve yeterli veri elde edilemediğinden kullanılamayan, günlük ve hatta bazı özel durumlar için bir kaç saatlik periyotlarda, kirlilik ve meteoroloji ölçümlerinin kullanılması daha uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ağaçayak, T. (2007), "Generation Of An Emission Inventory For Turkey" Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2007
- Albayrak, A.S.(2005) "Türkiye’de İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Düzeylerinin Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerle İncelenmesi" ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi Cilt 1, Sayı 1, 2005
- Aldrin, M., Haff, I.H., (2004), "Generalised Additive Modelling of Air Pollution, Traffic Volume, & Meteorology" Elsevier Science, Atmospheric Environment 39 (2005) 2145-2155, 2005
- Bayram, H. (2005) "Türkiye’de Hava Kirliliği Sorunu: Nedenleri, Alınan Önlemler ve Mevcut Durum" Toraks Dergisi Ağustos 2005, Cilt 6, Sayı 2, Sayfa(lar) 159-165
- Borat O., Kadi, İ., Uslu, M., (1990), "İstanbul'da Emisyon Kaynaklarının Öncelikleri ve Motorlu Taşıt Emisyonlarının Kontrolü", İstanbul'un Çevre Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu, 9-13 Nisan, İTÜ.
- Bridgman, H.A., Davies, T.D., Jickells, T., Hunova, I., Tovey, K., Bridges, K., Surapipith, V., (2002), "Air Pollution in the Krusne Hory Region, Czech Republic During the 1990s", Elsevier Science, Atmospheric Environment 36 (2002) 3375-3389, 2002
- Cohen, J. , (1988), "Statistical Power Analysis for The Behavioral Sciences" (2nd ed.) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Çuhadaroglu, B., Demirci, E., (1996), "Influence of Some Meteorological Factors on Air Pollution in Trabzon City", Elsevier Science, Energy & Buildings 25 (1997) 179-184, 1996
- Elbir, T., Müezzinoğlu, A., Bayram, A., Seyfioğlu, R., Demircioğlu, H. (2001), "Ege Bölgesi Hava Kirliletiçi Emisyon Envanteri" DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi Cilt: 3 Sayı: 2 Sh. 21-27 Mayıs 2001
- EPA (1989) National Air Quality and Emission Trends Report (1987)
- Ertürk F., Karaca M., Tayanç M., Saral A., (1995), "İstanbul'da Hava Kirliliği Haritasının Çıkarılması ve Doğalgaz Kullanımına Öncelik Verilecek Bölgelerin Tespiti", Araştırma Projesi, İstanbul Büyük Şehir Belediyesi, Çevre Koruma ve Geliştirme Daire Başkanlığı.
- Ertürk, F., (2002) "Hava Kirliliği ve Kontrolü Ders Notları", Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul
- Evyapan, F. (2006) , "Türkiye’de Hava Kirliliği Sorunu Ve Solunum Sistemi Sağlığı Üzerine Etkileri", Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı
- Finkelstein, P.L., 1984, "The Spatial Analysis Of Acid Precipitation Data", J. Clim. Appl. Met., 23, pp.52-62.
- GEMS/AIR Methodology Reviews "Quality Assurance in Urban Air Quality Monitoring", Vol.1, WHO/EOS/94.1, UNEP/GEMS/94.A.2, UNEP/WHO 1994
- Göçer, K., Çıracı, H. (2003), "Türkiye’de Kentlerin Sosyal Ve Ekonomik Göstergeleri Arasındaki İlişki" İtÜdergisi/A Mimarlık, Planlama, Tasarım Cilt:2, Sayı:1, 3-14 Mart 2003
- Guideline for Regulatory Application of the Urban Airshed Model. Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC 27711. EPA-450/4-91-013. July 1991

- Gündoğdu, M.E. (2006), “Meteorolojik Parametrelerin Hava Kirliliğine Etkilerinin Yapay Sinir Ağları Modeli İle İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2006
- İm, U., Tayanç, M., Yenigün, O., (2006), “Analysis of Major Photochemical Pollutants with Meteorological Factors for High Ozone Days in Istanbul, Turkey”, Springer Science, Water, Air, & Soil Pollution, 2006, 175: 335 – 359
- İncecik S., (1986), "Hava Kirliliğinin Meteorolojik Parametrelerinin Analizi İle İlgili Bir Uygulama", Çevre, Sayı 1, Sayfa 15-21.
- İncecik, S., (1994). Hava Kirliliği Kitabı, İ.T.Ü Gümüşsuyu Mat., s. 93
- Noordijk, H., Visser, H., (2004) “Correcting Air Pollution Concentrations For Meteorological Conditions; An Extended Regression-Tree Approach”, Environmental Monitoring, Evaluation & Protection Program, European Union, Annual Reports, 2004
- Özkan, A., (2002), “Çorlu İlçesinde Emisyon Envanteri Ve Hava Kalitesi Modellemesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız teknik Üniversitesi, İstanbul, 2002
- Öztürk, M., (2005), “Şehiriçi Bölgelerde Hava Kalitesinin Belirlenmesi” Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2005
- Öztürk, M., (2007), “Partikül Madde Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerinde Etkisi” Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2007
- Payan, F., Ertürk, F., (2002), “SO₂ Ve NO_x Kirleticilerinin 1995-1996 Kış Sezonunda Bursa İçin Hava Kirliliği Haritalarının Oluşturulması” Çevkor - Cilt:11 Sayı:45 (2002), 14-17
- Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, “Hava Kirliliğine Genel Bakış”
- Resmi Gazete, “Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” Yayımlandığı Tarih: 7 Ekim 2004 Sayı : 25606
- Saral, A., (1995), “İstanbul’un Hava Kirliliği Haritasının Çıkarılması” Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1995.
- Saral, A., (2000), “Hava Kirliliğinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi ve Tahmini” Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2000.
- Shaug, J., Iversen, T., Pedersen, U., 1993, “Comparison Of Measurements & Model Results For Airborne Sulfur & Nitrogen Components With Kriging”, Atmospheric Environment, Vol.27A, No.6, pp. 831-844.
- T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarı Hava Kalitesi İzleme Veri Tabanı, 2006
- T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı, “Türkiye Çevre Atlası”, ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2004
- T.C. İstanbul Valiliği İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü İl Mahalli Çevre Kurulu Kararları; “İstanbul’da Satışa Sunulacak Kömürlerin Özellikleri, Üretim, Pazarlama Ve Tüketim Aşamalarında Denetlenmesine İlişkin Esasları Karsayan İl Mahalli Çevre Kurulu Kararı”; Karar Tarihi : 26.03.2007, Karar No : 69
- T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Adıyaman Tarım Master Planı” , Adıyaman Tarım İl Müdürlüğü, Adıyaman, 2004
- T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının

Hazırlanmasına Destek Projesi: Afyonkarahisar Tarım Master Planı” , Afyonkarahisar Tarım İl Müdürlüğü, Afyonkarahisar, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Ağrı Tarım Master Planı” , Ağrı Tarım İl Müdürlüğü, Ağrı, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Batman Tarım Master Planı” , Batman Tarım İl Müdürlüğü, Ankara, 2001

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Çanakkale Tarım Master Planı” , Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü, Çanakkale, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Çankırı Tarım Master Planı” , Çankırı Tarım İl Müdürlüğü, Çankırı, 2003

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Çorum Tarım Master Planı” , Çorum Tarım İl Müdürlüğü, Çorum, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Denizli Tarım Master Planı” , Denizli Tarım İl Müdürlüğü, Denizli, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Diyarbakır Tarım Master Planı” , Diyarbakır Tarım İl Müdürlüğü, Diyarbakır, 2005

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Edirne Tarım Master Planı” , Edirne Tarım İl Müdürlüğü, Edirne, 2003

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Elazığ Tarım Master Planı” , Elazığ Tarım İl Müdürlüğü, Elazığ, 2003

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Erzurum Tarım Master Planı” , Erzurum Tarım İl Müdürlüğü, Erzurum, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Gaziantep Tarım Master Planı” , Gaziantep Tarım İl Müdürlüğü, Gaziantep 2002

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Gümüşhane Tarım Master Planı” , Gümüşhane Tarım İl Müdürlüğü, Gümüşhane, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: İstanbul Tarım Master Planı” , İstanbul Tarım İl Müdürlüğü, İstanbul, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: K.Maraş Tarım Master Planı” , K.Maraş Tarım İl Müdürlüğü, K.Maraş, 2003

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Karabük Tarım Master Planı” , Karabük Tarım İl Müdürlüğü, Karabük, 2002

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Kırşehir Tarım Master Planı” , Kırşehir Tarım İl Müdürlüğü, Kırşehir, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Konya Tarım Master Planı” , Konya Tarım İl Müdürlüğü, Konya, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Kütahya Tarım Master Planı” , Kütahya Tarım İl Müdürlüğü, Kütahya, 2003

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Malatya Tarım Master Planı” , Malatya Tarım İl Müdürlüğü, Malatya, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Manisa Tarım Master Planı” , Manisa Tarım İl Müdürlüğü, Manisa, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Muğla Tarım Master Planı” , Muğla Tarım İl Müdürlüğü, Muğla, 2003

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Samsun Tarım Master Planı” , Samsun Tarım İl Müdürlüğü, Samsun, 2005

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Sivas Tarım Master Planı” , Sivas Tarım İl Müdürlüğü, Sivas, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Tekirdağ Tarım Master Planı” , Tekirdağ Tarım İl Müdürlüğü, Tekirdağ, 2004

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Uşak Tarım Master Planı” , Uşak Tarım İl Müdürlüğü, Uşak, 2002

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Van Tarım Master Planı” , Van Tarım İl Müdürlüğü, Van, 2003

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Yozgat Tarım Master Planı” , Yozgat Tarım İl Müdürlüğü, Yozgat, 2005

T.C. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, “İl Tarım Ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi: Zonguldak Tarım Master Planı” , Zonguldak Tarım İl Müdürlüğü, Zonguldak, 2003

Tayanç, M., (1995), “Determination of the Acceptable Locations for the Ambient Air Quality Modelling Systems”, Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul

- Tayanç, M., Berçin, A., (2006), “SO₂ Modeling in İzmit Gulf, Turkey During Winter of 1997: 3 Cases”, Springer Science + Business Media B.V. 2006
- Timothy, C.H., 1990, “Kriging & Automated Variogram Modelling Within a Moving Window”, Atmospheric Environment, Vol.24A, No.7, pp.1759-1769.
- Toros, H., (2000) “İstanbul'da Asit Yağmurları, Kaynakları Ve Etkileri” Doktora Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Meteoroloji Mühendisliği, 2000
- Turalioğlu, F.S., Nuhoglu, A., Bayraktar, H., (2005), “Impacts of Some Meteorological Parameters on SO₂ & TSP Concentrations in Erzurum, Turkey”, Elsevier Science, Chemosphere 59 (2005) 1633-1642, 2005
- TÜBİTAK, “Vizyon 2023 Teknoloji Öngörüsü Projesi: Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Ön Raporu”, 24 Ocak 2003, Ankara
- Türkiye İstatistik Kurumu "İstatistiksel Bölgelere ve İllere Göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" (2001)
- Türkiye İstatistik Kurumu, Nüfus istatistikleri(2000)
- Wark K., Warner C. F., (1981), “Air Pollution Its Origin & Control” 2.Baskı, Harper & Row Publishers, New York.
- Yavuz, C.I., (2007), “Dış Ortam Hava Kirliliği ve Mevzuat Çerçevesi”, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı, 2007
- Yeşilyurt, C., Akcan, N., (2001), “Hava Kalitesi İzleme Metodolojileri Ve Örneklem Kriterleri” T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü ISBN 975-590-032-2 Ocak 2001 – Ankara

INTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.wunderground.com
- [2] www.cevreorman.gov.tr
- [3] www.rshm.saglik.gov.tr/index.htm
- [4] <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/CevreKoruma/KomurCalismalari/MahalliCevreKurulKarari>
- [5] <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/CevreKoruma/KomurCalismalari/>
- [6] www.die.gov.tr
- [7] www.emep.int/
- [8] www.epa.gov
- [9] www.vikipedi.com

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 13.09.1982

Doğum yeri İstanbul

Lise 1993-2000 Nişantaşı Anadolu Lisesi

Lisans 2000-2004 Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fak.
Çevre Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2004-2007 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Yük. Lis. Prog.

Çalıştığı kurum 2007 – İSTTEK İnşaat Müşavirlik A.Ş.
Proje Sorumlusu