

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	x
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1.1 Yapay Kaynaklar	2
1.1.1 Yapay Kaynaklardan Oluşan Kirliliği Etkileyen Faktörler	2
1.2 Hava Kirliliğini Oluşturan Kirleticiler	2
1.2.1 Kaynaktan Çıkışlarına Göre	3
1.2.1.1 Primer Kirleticiler	3
1.2.1.2 Sekonder Kirleticiler	3
1.2.2 Kimyasal Yapılarına Göre Kirleticiler	3
1.2.2.1 İnorganik Gazlar	3
1.2.2.2 Organik Gazlar	3
1.2.2.3 Partiküller	3
2. ÜLKEMİZDE HAVA KİRLLENMESİNE YÖNELİK OLARAK YAPILAN ÇALIŞMALAR	4
2.1 Avrupa Birliği Hava Kirliliği Standartları İçin PM Konsantrasyonları	6
3. PARTİKÜLER MADDE	7
3.1 Kinetik ve Metabolizma	10
3.2 Partiküler Maddenin Birimi	10
3.3 İç Ortam Hava Kirliliği	10
3.4 İç Ortam Partiküler Madde Konsantrasyonları İle İlgili Çalışmalar	11
3.5 Asılı Partiküler Madde (APM) Ölçüm Yöntemleri	13
3.6 Ölçüm Yöntemleri	13
4. HAVA KİRLİLİĞİNİN ETKİLERİ	14
4.1 Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri	15
4.2 Partiküler Maddelerin Sağlık Üzerine Etkileri	16
4.2.1 Çevre Üzerindeki Etkileri	28
5. İSTANBUL'DA HAVA KİRLLENMESİ	29
5.1 Çalışma Bölgesinin Topografyası Ve Coğrafi Durumu	31

5.2.	İstanbul'un Genel İklim Özellikleri.....	32
5.3.	Konutların Hava Kirliliğine Etkisi	32
5.4.	Ulaşımın Hava Kirliliğine Etkisi	33
5.5.	Bina Ve Yol İnşaatlarından Kaçan PM10'ın Avrupa Birliği Limitlerine Etkileri.....	34
5.6.	Trafik Kirliliğinin Ev İçi PM Konsantrasyonuna Etkisi.....	35
5.7.	Endüstriyel Tesislerin Hava Kirliliğine Etkisi.....	35
6.	İSTANBUL'DA ÖLÇÜM İSTASYONLARININ YERİ	38
6.1.	Ölçüm İstasyonlarının Tanıtımı.....	39
6.1.1.	Ölçüm Cihazlarının Tanıtımı.....	40
7.	KİRLETİCİLERİN BİRBİRLERİYLE İLİŞKİLERİ.....	41
7.1.	Karbon türevleri.....	41
7.2.	Kükürt dioksit	41
7.3.	Florlu hidrojen	42
7.4.	Kükürtlü hidrojen.....	42
7.5.	Azot oksitler.....	42
8.	METEOROLOJİK PARAMETRELER	62
8.1.	Meteorolojik Parametrelerle Kirlilik Parametrelerinin İlişkisi.....	63
8.1.1.	Sıcaklık Ve Kirlilik İlişkisi.....	63
8.1.2.	Basınç Ve Kirlilik İlişkisi	64
8.1.3.	Nem İle Kirlilik İlişkisi.....	65
8.1.4.	Rüzgar İle Kirlilik İlişkisi	66
8.2.	Avrupa Birliği Hava Kirliliği Standartları İçin PM Konsantrasyonları.....	70
9.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	115
9.1.	Sonuçlar	115
9.2.	Öneriler	119
	KAYNAKLAR.....	122

SİMGE LİSTESİ

PM	Partiküler Madde
SO ₂	Kükürtdioksit
PM ₁₀	Boyutu 10µ'un altındaki Partiküler Madde
PM _{2,5}	Boyutu 2,5µ'un altındaki Partiküler Madde

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AT	Avrupa Topluluğu

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil.6.1. İstanbul'daki Ölçüm İstasyonları	39
Şekil.7.1.Alibeyköy ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.	43
43	
Şekil.7.2.Beşiktaş ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.....	44
Şekil.7.3.Kadıköy ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.	45
Şekil.7.4.Kartal ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.	46
46	
Şekil.7.5.Saraçhane ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.....	47
Şekil.7.6.Sarıyer ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.....	48
Şekil.7.7.Ümraniye ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.	49
Şekil.7.8.Üsküdar ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.....	50
Şekil.7.9.Yenibosna ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.	51
Şekil.7.10.Esenler ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.	52
Şekil.7.11.İstasyonların 1998 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	53
Tablo.7.2.1999 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.	54
Şekil.7.12.İstasyonların 1999 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	54
Şekil.7.13.İstasyonların 2000 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	55
Şekil.7.14.İstasyonların 2001 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	56
Şekil.7.15.İstasyonların 2002 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	57
Şekil.7.16. İstasyonların 2003 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	58
Şekil.7.17.İstasyonların 2004 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	59
Şekil.7.18.İstasyonların 2005 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	60
Şekil.7.19.İstasyonların 2006 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması	61
Grafik.8.1. Kritik PM10 değeri ölçümünün aylara göre dağılımı	70
Grafik.8.2. 2 İlçede gözlenen episod günlerine ait rüzgar yönlerinin yüzde olarak gösterimi.	91
Grafik.8.3. 3 İlçede gözlenen episod günlerine ait rüzgar yönlerinin yüzde olarak gösterimi.	92

ÇİZELGE LİSTESİ

Tablo.1. 1 : Uzun ve Kısa Vadeli Sınır Değerler.....	5
Tablo.1. 2. : Kış Sezonu Ortalaması Sınır Değerleri.....	6
Tablo.1. 3. : Hedef Sınır Değerleri.....	6
Çizelge.4.1. Hava Kirliliği ve Risk Grupları.....	16
Çizelge.4.2. 2000 yılında Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdeki premature ölüm sayıları.....	17
Çizelge.4.3. Bazı kirleticilerin sürekli maruziyetin sağlık üzerine etkileri.....	20
Çizelge.4.4. Partiküler Maddenin sağlık üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar.....	20
Tablo.5.1.İstanbul'da ilçelere göre nüfus dağılımları.....	29
Tablo.5.2.İstanbul İlının sınırları.....	31
Tablo.5.3.Yıllara bağlı olarak İstanbul'da doğalgaz tüketim.....	33
Tablo.5.4.İstanbul'daki Sanayi Bölgeleri.....	37
Tablo.7.1.1998 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.....	53
Tablo.7.3.2000 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.....	55
Tablo.7.4.2001 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.....	56
Tablo.7.5.2002 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.....	57
Tablo.7.6. 2003 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.....	58
Tablo.7.7.2004 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.....	59
Tablo.7.8.2005 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.....	60
Tablo.7.9.2006 yılı ilk 3 ayının ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.....	61
Tablo.8.1. Rüzgar Yönlerinin Gösterilişi.....	62
Tablo.8.2.İlçelerde ölçülen kritik PM10 değerlerinin aylara göre dağılımı.....	68
Tablo.8.3.İlçelerde ölçülen kritik PM10 değerlerinin yıllara göre dağılımı.....	69
Tablo.8.3.Yıllara göre 50 µg/m ³ değerinin aşıldığı gün sayıları.....	71
Tablo.8.4.İlçelere göre 50 µg/m ³ değerinin aşıldığı gün sayıları.....	72
Tablo.8.4.Kartal İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	73
Tablo.8.5.Kadıköy İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	74
Tablo.8.6.Ümraniye İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	74
Tablo.8.7.Alibeyköy İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	75
Tablo.8.8.Beşiktaş İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	78
Tablo.8.9.Esenler İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	79
Tablo.8.10.Sarıyer İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	81
Tablo.8.11.Sarıyer İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	81
Tablo.8.12.Üsküdar İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	82
Tablo.8.13.Yenibosna İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.....	82
Tablo.8.14.İstasyonlar için kod numaraları.....	83
Tablo.8.15. 2 ilçede gözlenen episodların meteorolojik verileriyle kirlilik verilerinin birlikte gösterimi.....	83
Tablo.8.16. 3 ilçede gözlenen episodların meteorolojik verileriyle kirlilik verilerinin birlikte gösterimi.....	85

Tablo.8.17. 4 ilçede gözlenen episodların meteorolojik verileriyle kirlilik verilerinin birlikte gösterimi.	86
Tablo.8.18. 5 ilçede gözlenen episodların meteorolojik verileriyle kirlilik verilerinin birlikte gösterimi.	87
Tablo.8.19.Episodların meydana geldikleri ayların ortalama meteorolojik verilerinin birlikte gösterimi.	88
Tablo.8.20.Kritik PM ölçümü oluşan ayların ortalama meteorolojik verilerinin birlikte gösterimi.	88
Grafik.8.4. 4 İlçede gözlenen episod günlerine ait rüzgar yönlerinin yüzde olarak gösterimi.92	
EK A.1.Alibeyköy ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları93	
EK A.3.Esenler ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları 94	
EK A.4.Kadıköy ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları95	
EK.A.6.Saraçhane ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları96	
EK.A.8.Ümraniye ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları97	
EK A.9.Üsküdar ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları97	
EK.B.1.Kartal ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı	98
EK.B.3.Ümraniye ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı	99
EK.B.4.Alibeyköy ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı	100
EK.B.5.Beşiktaş ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı	100
EK.B.7.Saraçhane ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı	101
EK.B.10.Yenibosna ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı	103
EK.C.1.Kartal İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	103
EK.C.2.Kadıköy İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	104
EK.C.3.Ümraniye İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	105
EK.C.4.Alibeyköy İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	105
EK.C.5.Beşiktaş İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	109
EK.C.6.Esenler İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	109
EK.C.7.Saraçhane İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	112
EK.C.8.Sarıyer İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	112

EK.C.9.Üsküdar İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	113
EK.C.10.Yenibosna İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.	113

ÖNSÖZ

“İstanbul İlinde Partiküler Madde Değerlerinin İncelenmesi” konulu yüksek lisans tezimin danışmanlığını üstlenen ve her aşamada bana yol gösteren, yardım, destek ve sabrını esirgemeyen hocam Yrd.Doç Dr. Arslan Saral’a içtenlikle teşekkür ederim.Ayrıca her türlü sıkıntıda yardımcı olan çok kıymetli hocam Prof.Dr.Ferruh Ertürk’e ve yardımlarını esirgemeyen sayın Doç.Dr.Kadir Alp’e teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde emeği geçmiş bütün hocalarıma(özellikle YTU öğretim görevlilerine),aileme(özellikle anneme),iş arkadaşlarıma(özellikle Ayşe Özkan’a) ve bütün arkadaşlarıma sabır ve anlayışla bana katlanma nezaketini göstermelerinden ötürü sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarım esnasında gerekli verileri sağlayan İBB Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü ve T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü personellerine teşekkür ederim.

ÖZET

Modern yaşamın bir sonucu olan hava kirliliği,farklı kaynaklara bağlı olarak meydana gelmekte ve meteorolojik şartlardan etkilenmektedir.Bu tez çalışmasında, ileriye yönelik hava kirliliği kontrol stratejilerin belirlenmesinde kullanılmak üzere İstanbul şehrinde 1998-2006 Mart dönemi içerisinde yüksek partiküler madde değerinin gözlendiği günlerle meteorolojik koşullar arasındaki ilişki incelenmiştir. Meteorolojik olayların, kirleticilerin atmosferdeki davranışları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bu düşünceden yola çıkılarak, çalışmada; meteorolojik olaylarla kirlilik konsantrasyonları arasındaki ilişki araştırılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada diğer bir amaç da, kirleticilerle meteorolojik parametreler arasında mevcut durumu ortaya koymak ve bir kirlilik öngörüsü yapabilmeye temel oluşturmaktır. Bu amaçla ulusal hava kalitesi standart değerleri ve episod kavramı göz önüne alınmıştır. Çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesinin Alibeyköy, Beşiktaş, Esenler, Saraçhane, Yenibosna, Sarıyer, Kartal, Ümraniye, Kadıköy ve Üsküdar Hava Kirliliği Kontrol İstasyonlarına ait ölçüm sonuçları ile Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan Kireçburnu, Florya ve Göztepe Meteorolojik Gözlem İstasyonlarının veri tabanı kullanılmıştır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesinin Hava kalitesi kontrol istasyonlarından elde edilen partiküler madde konsantrasyonunun ikiden fazla istasyonda iki yada daha fazla gün boyunca normal seyrine göre($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri ve üstü) artışlar gösterdiği günler seçilerek “episod günler” tarifi getirilmiş ve özellikle bu günlerdeki parametrelerle arasındaki bağlantılar analiz edilmiştir.Ayrıca sadece bir istasyonda iki yada daha fazla gün boyunca normal seyrine göre(maksimum $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri ve üstü) artışlar gösterdiği günler “kritik günler” olarak kabul edilmiş ve bu günlere ait meteorolojik olayların da tespiti yapılmıştır.(Reis,B.,2004)

ANAHTAR KELİMELELER:

Partiküler Madde,meteorolojik parametreler,episod günleri,hava kirliliği ile meteorolojik verilerin analizleri.

ABSTRACT

Air pollution, which is a result of the modern life, depends on different kind of reasons and is effected by the meteorological conditions. In this thesis study, the meteorological parametres of the days that high level measured Particulate Matter between the years 1998-2006 March have been examined that can be used to determine the air pollution control strategies in the future. It is known that meteorologic conditions do have an effect on the behaviors of pollutants in the atmosphere. Due to the fact, in this study, the corelations between the pollutant concentrations and meteorological parametres are tried to be determined. Another aim of this study is to betray the existing condition between the pollutants and meteorological parametres and to constitute principals to make a pollution provision. In this sense, The National Air Quality Standart Values and ‘episode notion’ are considered. The pollutant concentration data of İstanbul Metropolitan Municipality Air Quality Monitoring Sites that are in Alibeyköy, Beşiktaş, Esenler, Saraçhane, Yenibosna, Sarıyer, Kartal, Ümraniye, Kadıköy, Üsküdar and data from Kireçburnu, Florya and Göztepe Meteorology stations of the Ministry of Enviroment and Forestry were used.

Among the data obtained from the İstanbul Metropolitan Municipality Air Quality Monitoring Sites; the consecutive days in which, particulate matter concentration have been observed with a value of higher than $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ at least in two Air Quality Monitoring Sites were found out during the period of the study, these consecutive days were named as “episode days” and especially the meteorological parametres were analyzied. Moreover, the consecutive days in which particulate matter concentration have been observed with a value of higher than $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in just one Air Quality Monitoring Site were accepted as “critical days” and the meteorological parametres of these days were also analyzied.

KEY WORDS:

Particulate Matter, Meteorological Parametres, Episode Days, Analysis of air pollution with meteorological parametres.

1. HAVA KİRLİLİĞİNİN KAYNAKLARI

Orman yangınları, volkanik patlamalar, bataklıklarda anaerobik bakterilerin kompleks organik maddeleri hidrolizi sırasında ortama verilen; karbondioksit, metan, vb. gibi gazların atmosfere yayılması gibi doğal olaylar nedeni ile atmosfer hiç bir zaman tertemiz olmamıştır.

Prehistorik devirde ateşin bulunması ile başlayan atmosferik kirlilik 20. yüzyılın ortalarından itibaren patlama noktasına varan endüstrileşme, kırsal alanlardan kentlere yönelik büyük insan göçü hava kirlenmesi olayının boyutlarını, bazı episodlara* sebep olacak ölçüde büyütmiştir. Örneğin; 1952 yılında Londra’da yaşanan epizotta 4000 kişi hayatını kaybetmiştir.

Hava kirliliğinin boyutları özellikle teknolojik gelişme ile fosil kaynaklı yakıtları kullanılması ile hızla artmıştır.

Hava kirliliği temel olarak; volkanik patlamalar, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan ve antropojenik (insan aktivitelerine bağlı olarak oluşabilen) yapay kaynaklardan meydana gelmektedir. Kirleticilerin antropojenik kaynakları araçlardan kaynaklanan emisyonları, fabrikaları, endüstriyel faaliyetleri, odun yakan ocaklar ve fırınları içermektedir. (Davis ve Gay, 1993). Söndürülmesi güç yangınlar, uçan tozlar ve toprak partikülleri, bitkilerin yaydıkları hidrokarbonlar biyogenik etki örnekleri olarak sayılabilir. (Davis ve Gay, 1993; Diem, 2000; Diem ve Comrie, 2000) Ancak günlük hava kalitesi üzerinde en fazla etkisi olan meteorolojik koşullar olarak gösterilebilir. (Comrie, 1996; Diem ve Comrie, 1993; Wise ve Comrie, 2005).

(*) Episod: Hava kirliliğinin anormal ölçülerde artması ve bu seviyede bir kaç gün kalması sonucunda hastalıkların ve ölümlerin artması olayıdır.

1.1 Yapay Kaynaklar

İnsan faaliyetleri sonucunda oluşan yapay kirlilik kaynakları iki şekilde sınıflandırılır.

I. Sabit Kaynaklar, bunlar ısınma ve üretim amaçlı faaliyetlerin yapıldığı yerlerdir.

II. Hareketli Kaynaklar, ise taşımacılık amacı ile kullanılan araçlardır.

Diğer bir sınıflandırma ise ;

A. Nokta Kaynaklar

B. Alan Kaynaklar, şeklinde yapılabilir.

Evsel kaynakların hakim olduğu kentsel alanlardaki bacalar ve taşıt egzostları alan kaynakları, büyük endüstriyel tesisler ise nokta kaynakları meydana getirir.

1.1.1 Yapay Kaynaklardan Oluşan Kirliliği Etkileyen Faktörler

A. Meteorolojik Faktörler : Sıcaklık, basınç, yağış, rüzgar, nem ve güneş radyasyonudur.

B. Konum ve Topografik Yapı : Hakim rüzgarlara açık olmayan alanlar üzerinde yeterli hava hareketleri olmayacağından, hava kirlenmesinin artması söz konusu olacaktır.

C. Plansız Kentleşme ve Yeşil Alanların Yeterli Miktarda Bulunmaması : Kırsal kesimlerden kentlere aşırı göçün getirdiği plansız yerleşiminde bir sonucu olarak, yeşil alanların zaman içinde önemli ölçüde azalması söz konusudur.

D. Kullanılan Yakıtlar : Hava kirliliğini etkileyen faktörlerin en önemlisini ısınma veya ulaşım amacı ile kullanılan yakıtların kalitesi teşkil eder.

E. Kullanılan yakıt ve proseslere yönelik uygun teknolojilerin seçilmesi

1.2 Hava Kirliliğini Oluşturan Kirleticiler

Hava kirliliğini meydana getiren kirleticiler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

1.2.1 Kaynaktan Çıkışlarına Göre

1.2.1.1 Primer Kirleticiler

Bunlar kaynaktan doğrudan doğruya çıkan bileşiklerdir.

Kükürtdioksit (SO_2), Hidrojen Sülfür (H_2S), Azot Monoksit (NO), Azot Dioksit (NO_2), Karbon Monoksit (CO), Karbon Dioksit (CO_2), Hidrojen Florür (HF), Partiküller, vb.

1.2.1.2 Sekonder Kirleticiler

Atmosferde sonradan oluşan kirletici bileşiklerdir. Kükürt Trioksit (SO_3), Sülfürik Asit (H_2SO_4), Aldehitler, Ketonlar, Asitler, Endüstriyel Duman, vb.

1.2.2 Kimyasal Yapılarına Göre Kirleticiler

1.2.2.1 İnorganik Gazlar

Azot Oksitler, Karbon Oksitler, Kükürt Oksitler, diğer anorganikler (Florür, Klorür, Amonyak, vb.)

1.2.2.2 Organik Gazlar

Hidrokarbonlar, Aldehitler, Ketonlar ve diğer organikler (Benzen, Benzo-a-pyrene)

1.2.2.3 Partiküller

Katı partiküller (toz, duman, kül, karbon, kurşun, asbest), sıvı partiküller (sis, duman, yağ ve asitler)

2. ÜLKEMİZDE HAVA KİRLENMESİNE YÖNELİK OLARAK YAPILAN ÇALIŞMALAR

1930 yılında kabul edilen 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 268-275. maddelerinde değinilen Gayrı Sıhhi Müesseseler'le ilgili hükümlerle ilk kez çevre sağlığı konusunda yaklaşım gösterilmiştir. 1957 senesinde gündeme gelen Ankara hava kirliliği konusu değişik hükümet programlarında söz konusu edilmiştir.

Ülkemizde hava kirliliği çalışmaları ilk olarak 1961 yılında Sağlık Bakanlığı bünyesinde, Ankara'da 2 adet yarı otomatik kükürt dioksit ve duman ölçer cihazla başlatılmıştır. 9 Ağustos 1983 tarihinde 2873 sayılı Çevre Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanun; çevrenin korunması, iyileştirilmesi, kırsal ve kentsel alanlarda arazinin ve doğal kaynakların en uygun şekilde kullanılması, doğal ve tarihsel zenginliklerin korunarak bu günkü ve gelecek kuşakların sağlık, uygarlık düzeylerini korumak amacıyla alınacak önlemler ve düzenlemeleri kapsamaktadır.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği; 2 Kasım 1986 tarih ve 19269 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik her türlü faaliyet sonucu atmosfere yayılan iş, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak, insanı ve çevresini hava alıcı ortamdaki kirlenmeden doğacak tehlikelerden korumak, hava kirlenmeleri sebebi ile çevrede ortaya çıkan umum ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermek ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını sağlamak amacıyla ve çevre kanunu hükümleri gereğince çıkarılmıştır.

Bu yönetmelik; amaç, istisnalar, tanım, hava kalitesi sınır değerleri, hedef sınır değerleri, özel koruma alanlarında bazı hava kirleticileri için özel sınır değerler, kirleticilerin ölçüm ve tesbiti ile ilgili esaslar, izne tabi tesisler için emisyon sınırları gibi hava kirliliği ile ilgili bilgileri kapsamaktadır. Uluslararası kuruluşlar ve ülkelerce yapılan araştırmalar sonucunda hava kirliliğini oluşturan kirleticilerin insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeyecek "Güvenirlilik Sınır Değerleri" tesbit çalışmaları yapılmış ve elde edilen bu değerlere "Standart Limit Değerler" adı verilmiştir. Aynı paralelde Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde de çeşitli kaynaklardan ortama verilebilecek kirleticilere yönelik sınır değerler belirtilmektedir.

Tablo 1,2,3 de sırası ile Kısa ve Uzun Vadeli Sınır Değerler, Kükürt Dioksit ve Havada Asılı Partiküler Maddelere yönelik Kış Sezonu Ortalama Sınır Değerleri ve Hedef Sınır Değerleri belirtilmektedir. Uzun vadeli sınır değer; yıl boyunca yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması olan ve aşılmaması gereken değerdir. Kısa vadeli sınır değer ise; günlük ölçümler sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması olup, aşılmaması gereken sınır değerlerdir. Hava kirliliğinin boyutlarının tesbiti ve kontrol tekniklerinin sonuçlarının izlenebilirliği sürekli ölçümlerle sağlanabilir. Ölçüm sonuçlarını yorumlayabilmek için hava kirliliğini oluşturan kirleticilerin özelliklerinin oluşumlarının, sağlık etkilerinin bilinmesinde yarar vardır.

Tablo.1. 1 : Uzun ve Kısa Vadeli Sınır Değerler

Birim	UVS	KVS
1. Asılı Partiküler Madde (PM) (<10 µm)		
a - Genel µg/m ³	150	300
b - Endüstri bölgeleri µg/m ³	200	400
2. PM içinde Pb ve bileşikleri µg/m ³	2	-
3. PM içinde Cd ve bileşikleri µg/m ³	0.04	-
4. Çöken Tozlar		
(10 mikrondan büyük partiküller dahil)		
a - Genel mg/m ² gün	350	650
b - Endüstri bölgeleri mg/m ² gün	450	800
5. Çöken tozlarda Pb ve bileşikleri mg/m ² gün	500	-
6. Çöken tozlarda Cd ve bileşikleri mg/m ² gün	7.5	-
7. Çöken tozlarda Tl ve bileşikleri mg/m ² gün	10	-
UVS : Uzun Vadeli Sınır Değer	KSV : Kısa Vadeli Sınır Değer	

Tablo.1. 2. : Kış Sezonu Ortalaması Sınır Değerleri

Sınır Değerleri	
Kükürt Dioksit	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Asılı Partikül Madde	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tablo.1. 3. : Hedef Sınır Değerleri

	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Yıllık Aritmetik Ortalama	60	60
Kış Sezonu (Ekim-Mart) Ortalaması	120	120
Maksimum 24 Saatlik Değer	150	150
1 Saatlik Değer	450	-

2.1 Avrupa Birliği Hava Kirliliği Standartları İçin PM Konsantrasyonları

Avrupa’da partiküler madde miktarlarının, kırsal alanlarda siyah duman olarak 0-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, büyük şehirlerde yıllık ortalama miktarının 10-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ konsantrasyonları arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ölçülen maksimum miktar ise 100-250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tür.

Avrupa Birliği Limitlerine göre 2005 yılından itibaren PM konsantrasyonları 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü yılda en fazla 35 gün aşabilme,ortalama 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü sağlama,2010 yılı için ise 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü yılda en fazla 7 gün aşabilme,ve ortalama 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü geçmeme şartı getirilmiştir.

Hava kalitesi sınır değerlerinin aşılması durumunda; hava kirliliği yukarıda belirtilen kademelere ulaştığında bölge özelliklerine bağlı olarak alınacak tedbirler Valiliklerce belirlenmektedir.

3. PARTİKÜLER MADDE

Hava kaynaklı partiküler madde (PM), inorganik ve organik maddelerin kompleks karışımlarını temsil eder. Kütle ve bileşimi yönünden; aerodinamik çapı $2,5\ \mu\text{m}$ den büyük kaba partiküller, aerodinamik çapı $2,5\ \mu\text{m}$ den küçük ince partiküller olarak iki gruba ayrılır.

Küçük 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 oluşan kaçak 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.

Solunabilir partiküler madde değişik kaynaklardan oluşmaktadır. Volkan patlamaları, fırtınalar, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan oluşanlara göre, elektrik santralleri, endüstriyel prosesler, yakıtların yanması gibi yapay kaynaklardan oluşan partiküller, solunabilirlik açısından daha fazla önem gösterirler.

Yapısının karmaşıklığı ve maruziyet tayinindeki partikül boyutunun önemi gibi bazı nedenlere bağlı olarak, partiküler maddenin tanımlanması bir kaç şekilde yapılmaktadır. Bu tanımlamalar; örnekleme yöntemine göre (asılı partiküler madde, toplam asılı partiküler madde, siyah duman), solunum sistemindeki birikime göre (larenks altında biriken partiküller, thoracic partiküller), gerek fizyolojik gerekse örnekleme yöntemine göre ($10\ \mu\text{m}$ aerodinamik çaplı komponentler için PM₁₀) şeklinde yapılmaktadır.

Avrupa’da partiküler madde miktarlarının, kırsal alanlarda siyah duman olarak $0-10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, büyük şehirlerde yıllık ortalama miktarının $10-40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ konsantrasyonları arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ölçülen maksimum miktar ise $100-250\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ tür.

Türkeviç’in belirttiği gibi ‘küçük moleküllerden optik mikroskopla görülebilen toz ve kum taneciklerine kadar’ bir dünya dolusu küçük partikül vardır. Şehir atmosferinden bir hava

numunesi alındığında toz,kurum,is,fiberler,polenler ve damlacıklar belirlenebilir.Toprak kaynaklı ve volkanik patlamalardan oluşan partiküller de gözlemlenebilir.Kaynağına,gelişimine,etkileşimine inildiğinde her partikülün şekil,büyüklik,içerik ve kaynak olarak farklı olduğu görülür.

Havadaki partiküllerin birikimi ve giderimi süreklidir ve doğal ve antropojenik kirlilik kaynaklarına ve hava ortamının meteorolojisi ile topografyasına bağlıdır.Havada uçan partiküller sedimentasyon,difüzyon,koagülasyon da dahil iyi bilinen dinamik kanunlarına uymaktadır.Aynı zamanda etraflarındaki gaz fazın bileşimi ile kimyasal etkileşim ve atmosferdeki çeşitli çözümlere de maruz kalmaktadır.Araştırmalarda Partiküler Maddenin atmosferik olarak artıp artmadığı,böyle bir artışın potansiyel etkileri,atmosferdeki Partiküler Madde büyüklük dinamikleri,şehir ve kırsal kesimler için havadaki parçaların büyüklük dağılımları incelenmektedir.

Şehir içi ve kırsal kesimde atmosferdeki askıda partiküler maddenin konsantrasyonu ve konsantrasyon trendlerinin belirlenebilmesi adına dünya çapında çaba sarfedilmektedir.Kimyasal türlerin toksik belirtileri,partikül kaynaklarının açıklanması ve meteorolojik faktörlerle ilişkisinin belirlenebilmesi için değişik partikül büyüklüğündeki belirli kimyasal türler arasındaki dağılım 1964 yılından beri araştırılmaktadır.

Hava kaynaklı partiküler madde (PM), inorganik ve organik maddelerin kompleks karışımlarını temsil eder. 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.

Küçük 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 oluşan kaçak 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. Solunabilir partiküler madde değişik kaynaklardan oluşmaktadır. Volkan patlamaları, fırtınalar, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan oluşanlara göre,

elektrik santralleri, endüstriyel prosesler, yakıtların yanması gibi yapay kaynaklardan oluşan partiküller, solunabilirlik açısından daha fazla önem gösterirler.

Yapısının karmaşıklığı ve maruziyet tayinindeki partikül boyutunun önemi gibi bazı nedenlere bağlı olarak, partiküler maddenin tanımlanması bir kaç şekilde yapılmaktadır. Bu tanımlamalar; örnekleme yöntemine göre (asılı partiküler madde, toplam asılı partiküler madde, siyah duman), solunum sistemindeki birikime göre (larenks altında biriken partiküller, thoracic partiküller), gerek fizyolojik gerekse örnekleme yöntemine göre ($10\text{ }\mu\text{m}$ aerodinamik çaplı komponentler için PM₁₀) şeklinde yapılmaktadır.

Bir dispersiyon aerosolü katı ve sıvıların atomizasyonu ya da parçalanması ve hava dalgalarının hareketi veya titreşimle tozların süspansiyon hale geçmesiyle oluşur. Bir yoğunlaşma aerosolü aşırı doymuş yada doymuş buharların kondanese olmasıyla ya da doymuş gazların uçucu ya da uçucu olmayan katı ürünler oluşturması için kimyasal reaksiyona girmesi ile oluşur. Kondansiyon ve dispersiyon aerosollerine partikül büyüklüğüne bakılmaksızın duman(mist)denirken, katı partiküllü dispersiyon zerreciklerine partikül büyüklüğüne bakılmaksızın toz(dust) denir.

Genelde tozlar içerik olarak heterojendir ve geniş bir partikül büyüklüğü spektrumuna sahiptir. ‘Smoke’ terimi yanıcı maddeler yada yakıtların yanma işleminin tamamlaması durumundaki dispersiyonu tanımlamak için kullanılır. ‘Fog’ ise havadaki su damlacıklarının yüksek konsantrasyonlarını belirtmek için kullanılan terimdir.

Bulut, sis ve yağmur damlaları hesaba katılmazsa havada 6×10^{-4} - $2 \times 10^1\text{ }\mu\text{m}$ boyut aralığında parçacıklar bulunmaktadır. En büyük parçacıklar ağır kütleleri ve yüksek sedimentasyon oranları nedeniyle kısa ömürlüdür. En küçük partiküller elektrisel olarak yüklüdür, diğer partiküllerin tutulmasına yol açacak şekilde de hareketlidirler. Atmosferde farklı boyut aralıklarını temsil eden değişik boyutlardaki partiküller farklı etkilere yol açarlar.

Partiküler madde (PM) terimi, 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’i oluşturur ve atmosfere verilirler. Katı ve sıvı partiküllerin boyutları geniş bir aralığa yayılır. Sağlığa konu olan partiküller, aerodinamik çapı $10\text{ }\mu\text{m}$ 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.

3.1 Kinetik ve Metabolizma

Solunan partiküler madde, solunum yolları yüzeyleri ile temasa geçerek burada birikir. Partiküllerin vücuda giriş ve vücuttaki birikimleri aerodinamik çaplarına ve vücuda giriş özelliğine göre değişim gösterir. 10 μm dan büyük partiküller extrathoracic bölümde, 5-10 μm dan küçük partiküller ise burun solunumu ile vücuda girmişlerse bronşlarda, ağız solunumu ile vücuda girmişlerse akciğerlerde birikim gösterirler. Üst solunum sisteminde biriken partiküller, solunum sisteminin kendi temizleme mekanizması aracılığı ile vücuttan atılır.

5 μm aerodinamik çaplı asit aerosoller; ortamdaki damlacık ve nem miktarına bağlı olarak solunum sisteminde birikir ve bir kısmı buradan emilir. Sisli günlerde, ortamdaki asit aerosoller çözünmüş asit içeren damlacıklara dönüşür. Bu damlacıklar birincil olarak üst solunum yollarında birikir, çok az bir kısmı da akciğerlerin derinliklerine nüfuz eder.

3.2 Partiküler Maddenin Birimi

Partiküler madde konsantrasyonu birim hacimdeki toplam “Asılı Partiküler Madde” miktarı (A.P.M) olarak tespit edilir. Genellikle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ya da (ppm) olarak ifade edilir.

3.3 İç Ortam Hava Kirliliği

Çok özel durumlar dışında, insanların % 90 zamanlarını iç ortamda (ev, büro) geçirmeleri nedeni ile, buralarda bulunabilecek kirleticilere de maruziyet söz konusudur. Karbon oksitleri, azot oksitleri, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, radon, formaldehit, su buharı, sigara dumanı, havadan kaynaklanan allerjenler, patojenler mineral lifler, polimerler, tüketici eşyalarından oluşan toksik emisyonlar gibi iç ortam kirleticileri; normal ev ve büro aktiviteleri sırasında ortama karışarak insan sağlığı üzerine olumsuz etki yaparlar. Belli

kaynaklardan dış ortama verilen kirleticilerin yanı sıra, iç ortama verilen kirleticilerin de hava kirliliğine katkıları söz konusudur.

İnsanlar hava kirliliğini oluşturan kirleticilere dış ortamda, iç ortamda ve iş ortamında maruz kalmaktadırlar. İş türüne bağlı olarak ortama verilen kirleticilerin bulunduğu iş ortamında oluşan kirlilik, hava kirliliği konuları kapsamına dahil edilmemektedir. Çoğu zaman iç ortamdaki karbon monoksit, solunabilir partiküller, formaldehit, azot oksit, radon gibi kirleticilerin konsantrasyonları dış ortamdakinden daha fazladır. İç ortamdaki kirleticilerden insan sağlığını en çok etkileyen sigara içimidir. Aynı ortamda bulunan, sigara içmeyen kişiler de sigara dumanından etkilenmekte ve bu kişilere de “ Pasif İçiciler” adı verilmektedir.

Son yıllarda, genelde iç ortamda yaşayan kişilerin sağlıkları ile ilgili bir takım şikayetler söz konusu olmuştur. Bu şikayetler; enerji korunması amacıyla ısı yalıtımının gerçekleştirildiği ve buna bağlı olarak iç ortam hava sirkülasyonunun en az düzeye indiği, yetersiz havalandırmanın yapıldığı, tekstil mamülü (duvardan duvara halı, duvar kaplamasında kullanılan kumaşlar) materyallerin fazlası ile kullanıldığı, dış ortama açılmayan pencerelerin bulunduğu ve klima cihazlarının kullanıldığı iç ortamlarda; deri ve mukoz doku (ağız ve burun içi) kuruluğu, deri kızarıklıkları, zihinsel yorgunluklar, baş ağrısı, sıklıkla rastlanılan solunum yolları enfeksiyonları ve öksürük, ses boğukluğu, kısıklığı, mide bulantısı, baş dönmesi, kas seyrimesi ve tanımlanamayan allerjik reaksiyonlar şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Bu şikayetlerin tümüne “Hasta Bina Sendromu” (Sick Building Syndrome) adı verilmektedir.

3.4 İç Ortam Partiküler Madde Konsantrasyonları İle İlgili Çalışmalar

Dış ortamda hava kirliliğiyle ilgili pek çok çalışma yapıldığı halde binaların içine giren kirlilikle ilgili fazla çalışma yapılmamıştır. Bu şaşırtıcı bir durumdur çünkü şehirde çalışan insanlar günlerinin büyük kısmını iç ortamlarda geçirmektedir. İşleriyle ilgili olarak havadaki parçacıkların zehirli etkilerinden rahatsız olan sayısız işçi raporu mevcuttur.

Yapılan çalışmalarda dış ortam konsantrasyonu ile iç ortam konsantrasyonunu ilişkilendiren teorik bir model oluşturulmuştur. Model ozon için ifade edilmiş olsa da, havada dağılmış fazdaki diğer kirleticiler için de denenmelidir. İç ortam ve dış ortam kirleticilerinin boyut

dağılımları benzer bulunmuştur, ancak iç ortam parçacıkları büyük ölçüde daha küçük mikrometre boyutundadır. Jacobs et al. optik mikroskopik teknikler kullanmış ve iç ortam numunelerinin büyük ölçüde halı, koltuk vb. den kaynaklandığı sanılan iplikçikler içerdiğini gözlemlemiştir. Partiküller de dahil altı kirleticinin onbir binada yaz ve bahar ayları boyunca iç ortam ve dış ortam konsantrasyonları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ayak trafiğinin hafif, havalandırma oranlarının düşük olduğu yerlerde kalan partiküller ölçülmüştür. (Jacobs et al. ,2001). İç ortam-dış ortam kirliliğinin karşılaştırıldığı geniş kapsamlı bir çalışma da Hartford, Connecticut içinde ve çevresindeki üç kısım binalarda yapılmıştır. Partikül numuneleri numunelerin alındığı filtre kağıtlarındaki ağırlık artışına ve filtrede biriken lekelerle göre değerlendirilmiştir. Sonuçlar iç ortam/dış ortam konsantrasyonları şeklinde verilmiştir. Çalışmada üç tip ele alınmıştır: halka açık binalar, ofis binaları ve özel binalar.

Örneklem alanlarının özellikleri;

Uzak dış ortam: Binanın çevresindeki hava kalitesini temsil etmektedir.

Yakın dış ortam: İç ortamı dış ortamdan ayıran bir pencerenin hemen dışından alınan numune

Yakın iç ortam: Camın hemen iç kısmından alınan numune

Uzak iç ortam: Binanın iç kısmında dış ortamdan gelen kirleticilerin birikebileceği bir ortam

Genel olarak hem iç hem de dış ortamlar için gündüz konsantrasyonlarının gece konsantrasyonlarından yüksek olduğu gözlenmiştir. İç ortam-dış ortam toplam partiküler madde konsantrasyonları karşılaştırıldığında iç ortam partiküler madde konsantrasyonlarının organik içeriği (çözülmüş benzen oranı) dış ortamdan daha yüksektir. Bu bulgu iç ortamdaki sigara içme, yemek pişirme gibi faaliyetlere bağlanmıştır. (Hinds ve First, 2002)

Dumanın iç ortamdaki yarı ömrü 145-300 dakika arasındadır ve bu, sülfür dioksitin yarı ömründen (54-71 dk) daha uzundur. Dumanın yarı ömrünün hemen hemen her yer için SO_2 'nin yarı ömründen 4-5 kat uzun olduğu belirtilmiştir. Bridge & Corn tarafından sigara ve pipodan kaynaklanan iç ortam kirliliğini hesaplamak üzere bir çalışma yapılmıştır. Oda hacmi, odadaki havalandırma oranı, kişi sayısı ve içilen sigara sayısı değişkendir. Böyle olması CO ve partiküler maddelerin çeşitli sosyal ortamlarda ölçülmesini sağlamıştır. 10-25 m² alanlı, 100-200 m³ hacimli, saatte 7-10 kez havalandırma yapılan odalarda kararlı durum için askıda partiküler madde konsantrasyonunun 5 µg/ m³'ü geçebildiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar bir bira ve kokteyl partisi için ilgi çekicidir. Hinds & First'in yaptıkları çalışmalarda havadaki nikotin konsantrasyonları 1-10,3 µg/ m³ olarak ölçülürken puro dumanından ölçülen

nikotin konsantrasyonları ise 40-400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür.(Hinds ve First,2002)

3.5 Asılı Partiküler Madde (APM) Ölçüm Yöntemleri

İzleme amaçlarının belirlenmesi ,ölçüm ve analiz yöntemlerinin seçimi gibi konular, hava kirliliği ölçümlerinde anahtar unsurlar olarak düşünülmektedir.

3.6 Ölçüm Yöntemleri

Partiküler madde konsantrasyonu;

I. Havada asılı partiküler madde için,

A. Filtre Sisteminde Kütle Konsantrasyonu

B. Filtre Sistemli (β Işınları Kırınımı)

C. Optik yöntemleri

II.Çöken tozlar için Bergerhoff yöntemi kullanılarak tesbit edilir.

Asılı partiküler maddelerdeki eser elementlerin ve yağışta yapılacak asidite, amonyak, nitrat, sodyum, kalsiyum, klor analizleri çeşitli kimyasal analitik yöntemlerin uygulanması ile gerçekleştirilir.

4. HAVA KİRLİLİĞİNİN ETKİLERİ

Özellikle yapay kaynaklardan dış ortama verilen kirleticilerin yıllık miktarları, bir kaç yüztondan milyonlarca tona kadar ulaşmaktadır. Bunlar oluştukları alan ve miktarlarına bağlı olarak, değişen ölçülerde etki meydana getirirler.

Havaya karışan kirleticilerin insanlarca solunması (doğrudan doğruya maruziyet), havadan toprak, bitki, hayvan ve diğer çevresel ortamlara geçerek biriken kirleticilerin içme suyu ve besin zincirine karışmaları (dolaylı maruziyet) ile vucuda giren kimyasalların birikimi ve emilimi sonucunda meydana gelen olumsuz sağlık etkileri hava kirliliğinin en önemli etkisidir.

Hava kirliliği, çevrenin bir parçası olan eşyalar üzerinde de olumsuz etki gösterir. Örnek olarak; havada rutubetin artması ile ortamda bulunan kükürt veya azot oksitlerin kimyasal reaksiyonu sonucunda oluşan asitlerin, binalara ve sanat eserlerine yaptıkları tahribat gösterilebilir. Aşırı miktarlarda atmosfere verilen karbon dioksitin global ısınmayı arttırması, mevsim değişikliklerine neden olması (sera etkisi) sonucunda ekosistem üzerinde meydana gelen olumsuz değişiklikler de bir başka örnek olarak verilebilir.

Isınma sezonu olan Kasım-Mart ayları arasında hava kirliliği sınır değerlerinin aşıldığı görülmektedir.(Gulsoy et al,1999) Özellikle 1980'lerin sonları ve 1990'ların başlarında SO₂ ve PM konsantrasyonları pek çok gün kısa vadeli sınır değerleri aşmıştır.(Tayanç,2000) Avrupa Birliği yıllık sınır değeri olan 40µg/m³ (Directive COM(2005) 447) ise sıklıkla aşılmaktadır.

Kahire'de yapılan çalışmalarda rüzgar yönünün hem kirletici konsantrasyonlarını hemde kirleticiler arasındaki korelasyonu da etkilediği gözlenmiştir.Rüzgar hızı düşük olduğunda trafikle ilişkili kirletici konsantrasyonlarının en yüksek olduğu görülmüştür.Aynı zamanda en yüksek NO₂ ve O₃ ortalamaları nem oranı %40'dan düşük olduğunda gözlenmiştir.Nedeni güçlü dikey karışma olarak düşünülmüştür.Bir diğer etken olarak ise ozon oluşumuna neden olan hidrokarbonların oksidasyonunun öğleden sonra daha fazla gerçekleşmesi gösterilmektedir.CO, SO₂ ve PM değerleri için ise en yüksek ortalama konsantrasyonlar nemin %80'den büyük olması halinde görüldü.(H.K.Elminir,2005)

Genel olarak hava kirliliği değerleri kış ayları boyunca düşük sıcaklık, alçak karışma yüksekliği, kirlilik inversiyonu ,trafik yoğunluğu, sürücü davranışları ve araba ve kamyon oranlarına bağlı olarak yükselmektedir. (Kolehmainen et al, 2000)

4.1 Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri

1950 lerden beri hava kirliliğinin insan sağlığına etkilerini gösteren kanıtlar vardır. 1980 sonları 1990 larda ise yeni epidemiyolojik çalışmalarla hava kirliliğinin sağlığa etkileri gösterilmiştir. Bu çalışmalar önce ABD ve Avrupa ülkelerinde yapılmış, daha sonra pek çok ülkede de benzer çalışmalar ile sağlığın olumsuz etkilendiği gözlenmiştir. Bu çalışmalarda ölümler, hastaneye başvurular gibi sağlık göstergeleri ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonunun ilişkisi aranmış ve her ikisinin birlikte artış veya azalış gösterdiği belirlenmiştir.

Hava kirleticilerindeki günlük artışlar çeşitli akut sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Örneğin kirletici konsantrasyonunda artma astım ataklarında artışa yol açmaktadır. Kirleticilere uzun süreli maruz kalım ile sağlıkta kronik etkiler ortaya çıkmaktadır. ABD ve Hollanda'da yapılan çalışmalarda hava kirliliği olan bölgelerde yaşayanların ömrünün, kirliliğin olmadığı bölgelerde yaşayanlara göre 1-2 yıl daha kısa olduğu belirlenmiştir. Yalnızca gelişmekte olan ülkelerde havada bulunan partiküler madde ve kükürt dioksit nedeniyle yılda 500,000 kişinin öldüğü tahmin edilmektedir.

Hava kirliliğinin sağlık etkisi öksürük ve bronşitten, kalp hastalığı ve akciğer kanserine kadar değişmektedir. Kirliliğin olumsuz etkileri sağlıklı kişilerde bile gözlenmekle birlikte, bazı duyarlı gruplar daha kolay etkilenmekte ve daha ciddi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.1.). Bu gruplardan biri yaşlılardır. Fizyolojik kapasitesi ve fizyolojik savunma mekanizması fonksiyonlarındaki azalma, kronik hastalıklardaki artma nedeniyle yaşlılar normal popölasyondan daha duyarlıdır, bu nedenle daha kolay etkilenmektedir. Küçük çocuklar savunma mekanizması gelişiminin tamamlanmaması, vücut kitle birimi başına daha yüksek ventilasyon hızları ve dış ortamla daha sık temas nedeniyle daha fazla riske sahip diğer bir gruptur. Yaş yapısı yanısıra hava yolunda daralmaya yol açan hastalıklar da kirleticilere duyarlılığı artırmaktadır. Yapılan çalışmalar kirlilik arttıkça astma ve kronik obstrüktif akciğer hastalıkları (KOAH) gibi hastalıkların alevlenmelerinde artış olduğunu göstermiştir. Kalabalık yaşam, yetersiz sanitasyon, beslenme yetersizliği gibi düşük yaşam standartları da

duyarlılığı etkileyen faktörlerdendir. Bu koşullarda yaşayanlar enfeksiyon hastalıkları sorunları ile karşı karşıyadır ve yetersiz sağlık hizmeti almaktadırlar. Bu nedenle hava kirliliğinin sonuçlarından daha fazla etkilenilmektedir.

Çizelge.4.1. Hava Kirliliği ve Risk Grupları

Bebekler ve gelişme çağındaki çocuklar
Gebe ve emzikli kadınlar
Yaşlılar
Kronik solunum ve dolaşım sistemi hastalığı olanlar
Endüstriyel işletmelerde çalışanlar
Sigara kullananlar
Düşük sosyoekonomik grup içinde yer alanlar

Genel olarak havadaki kirleticilerin sağlığa etkileri şöyle toparlanabilir;

- Solunum fonksiyonlarında bozulma
- Solunum sistemi hastalıklarında artış
- Kronik solunum sistemi hastalığı olan kişilerin hastalıklarının alevlenmesinde artış
- Kronik kalp hastalığı olan kişilerin hastalıklarının alevlenmesinde artış
- Kansere insidansında artış
- Erken ölüm insidansında artış

4.2 Partiküler Maddelerin Sağlık Üzerine Etkileri

APM' in insan vücuduna diğer yollarla da girişi söz konusu olsa da; (çocuklar tarafından sindirim yolu ile alınan toz ve besin kontaminasyonu vb.) insan sağlığı üzerindeki en önemli etkisi, solunum yolu ile oluşan etkidir. Solunabilir boyuttaki partiküler maddeler, üç değişik yolla etki edebilirler: Solunum yolları üzerine, doğrudan mekanik (tahriş etkisi), sistemik zehir etkisi ve toksik bileşikler taşıyıcı ortam olarak dolaylı etkisi. Solunabilir partiküllere maruziyet sonucunda; akciğer fonksiyonlarında, akciğer savunma kapasitesinde değişiklikler ve solunum düzensizlikleri, mevcut solunum ve kalp rahatsızlıklarının şiddetlenmesi, solunum yollarında şekil değişiklikleri, kanserojen etkisi ve ölüm gibi sonuçları doğurabilir. Genellikle, kirleticilerin yüksek konsantrasyonlarına kısa süreli maruziyet sonucu oluşan akut

etkiler ve düşük seviyeli konsantrasyonlarına uzun süreli maruziyetten doğan kronik etkiler olmak üzere iki tip etki söz konusudur. Dolayısıyla ölçümlerde; pik seviyeler, kısa vadeli ortalamalar ve uzun vadeli (yıllık) ortalamalar birlikte düşünülmelidir.

Gözlenen sağlık etkilerinin tipi, partiküllerin biriktiği yere bağlı olarak değişim gösterir. Partiküllerin kimyasal bileşimi de ayrıca önemlidir. Partiküllerin gerek fiziksel ve gerekse kimyasal özellikleri, sağlık üzerine etkilerinin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Genel olarak; sağlık etkileri, torakik fraksiyon (PM₁₀) içindeki partiküler maddelerin solunması ile birleştirilir. Daha büyük partiküllerin de sağlık üzerindeki etkileri düşünülebilir. Örneğin; burun boşluğuna giren polenler, kurşun ve diğer toksik maddeleri ihtiva eden partiküller gibi.

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. Aynı zamanda yüksek PM konsantrasyonları premature bebek ölümlerini de arttırmaktadır. Çizelge 4.2'de 2000 yılında Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdeki premature ölüm sayıları görülmektedir.

Çizelge.4.2. 2000 yılında Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdeki premature ölüm sayıları

2000 yılında Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdeki premature ölüm sayıları	
Avusturya	4.634
Belçika	10.669
Çek Cum.	7.996
Danimarka	2.815
Estonya	456
Finlandiya	922

Fransa	36.868
Almanya	65.088
Yunanistan	5.309
Macaristan	11.067
Irlanda	1.008
Italya	39.436
Litvanya	910
Letonya	1.574
Luksemburg	282
Hollanda	13.123
Polonya	27.934
Portekiz	3.900
Slovakya	3.664
Slovenya	1.281
İspanya	13.939
İsviçre	2.748
Birleşik Krallık	32.652
Toplam	288.275

PM'e 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 kötüleştirir.

Partikül boyutu potansiyel sağlık etkilerinin belirlenmesinde anahtar faktördür. İnce partiküller ciğerlerin derinliklerine işleyebilmekte, hatta kansere kadar gidebilecek ciddi rahatsızlıklara yol açmaktadır. Motorlu taşıtlardan emilen partiküllerin çoğu 'ultra ince' aralıktadır. ($<0.5 \mu m$) Ancak mevcut hava kalitesi standartları PM_{2,5} ve PM₁₀ cinsinden olduğu için sağlığa ilişkin endişeler artmaktadır.

2,5 μm 'nin altındaki partiküller yani PM_{2,5} insan sağlığı üzerindeki etkileri, görüş alanını kısıtlayan ışığı dağıtma özellikleri, global iklim değişimlerindeki etkileri nedeniyle önemlidir. İnce PM boyut dağılımları onları atmosferde hareket halindeyken etkileyen

kimyasal ve fiziksel prosesleri anlayabilmek için önemlidir. Aerosol boyut dağılımları optik özellikleri ve gezegenin enerji dengesi üzerine etkilerinin belirlenmesinde faydalı olacaktır.

Avrupa'nın bazı şehirlerinde şehir içi Partiküler Madde konsantrasyonlarının Avrupa'nın diğer şehirlerindeki kırsal kesim Partiküler Madde konsantrasyonlarına eşit olması özellikle PM_{2,5} için düşünüldüğünde bölgesel aerosol kaynaklarının özelliklerini göstermektedir.

Partiküllerin insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili istatistiki çalışmalar, partikül seviyesinin dört katı artmasıyla normal ölüm oranının iki katına çıktığı göstermiştir. Aynı partikül seviyesi artışın astım ve bronşitten ölenlerin sayısını yaklaşık üç katına çıkardığı görülmüştür.

Partikül kirliliği insan vücuduna solunum sistemi vasıtasıyla girmektedir ve en önemli etkilerini burada yapmaktadır. Partikül boyutu da partiküllerin solunum sistemine girişinde önemli bir faktör oluşturmaktadır. Solunum sistemi sıvı ve katı partiküllerin ciğerlere girmesine engel olacak koruyuculara sahiptir. Burun kılları büyük partikülleri bir nevi filtre etmektedir. Küçük partiküller ise “mukoza zarları” tarafından tutulmaktadır. Yine bu solunum sistemi içerisinde bulunan ince kılcıklar (cilia) partikülleri tuzaklayarak solunum sisteminin dışında tutmaktadır. (Academics Press,1984)

5 μ 'dan büyük çaplı partiküller genel olarak burun ve boğazda tutulmaktadır. Bir kısmı ise hava boruları ve bronşlar yolu ile ciğerlere geçmektedir. 0.5-5 μ çaplı partiküller bronşlar kadar ciğerlerde de birikmektedir. Bronşlardaki çoğu partikül ‘cilia’ tarafından yaklaşık iki saat içerisinde uzaklaştırılmaktadır. 0.5 μ 'dan küçük partiküller “alveol” denen hava keseciklerinde çökelmekte ve tıkalıcı akciğer hastalıklarına, taşıdığı kanserojen ve toksik elementlerin etkisi sonucu akciğer ve lenf kanserlerine neden olmaktadır. (Aslantürk F.,1989)

Asit aerosollerini ile partiküler maddelerin akciğerlerden alveollere kadar taşınması nedeniyle bu kirleticilerin birarada bulunduklarında yaptıkları olumsuz sağlık etkileri; her birinin ayrı ayrı yaptığı etkilerden daha fazladır. Bu olumsuz etkiler sonucunda ortaya çıkan önemli rahatsızlıklar arasında; pulmoner fonksiyon bozuklukları, kronik bronşit vakalarında artış, bronşiyal mukoza silialarının temizleme hızında artış, solunum yolları epitel dokusunda kalınlaşma gibi sağlık problemleri örnek olarak verilebilir. Kısa süreli olarak belirli konsantrasyonlara maruziyetin sağlık üzerine etkileri aşağıda belirtilmektedir.

Çizelge.4.3. Bazı kirleticilerin süreli maruziyetin sağlık üzerine etkileri

Kısa Süreli Maruziyet	Partiküller	SO ₂	Duman	T.S.P°
Aşırı ölüm	500	500		
Akut solunum hastalıklarında artış	250	250		
Akciğer fonksiyonunda azalma			180	110

° Toplam Asılı Partiküler Madde

°° Değerler $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ifade edilmektedir.

Tablo.4.4.'te bazı yapılan bazı çalışmalarda partiküler maddenin insan sağlığı üzerinde gösterdiği etkiler ifade edilmiştir.

Çizelge.4.4. Partiküler Maddenin sağlık üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar

Yazarlar	Bulgular
Lave and Seskin (1973)	1960-1961 yılları arasında ABD'nin 117 metropolit alanından aldığı verilerle yaptığı çalışmada APM konsantrasyonundaki $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ artışın toplam ölüm oranında 10000de 0,41 artışa yol açtığını bulmuştur. - Artan APM konsantrasyonları aynı zamanda bebek ölümleri,tüberküloz ve astımla ilintili ölümlerle de bağlantılıdır.
Dockery <i>et al.</i> (1989)	6 ABD şehrinde 10-12 yaşları arasındaki beyaz çocuklar üzerinde partiküler maddenin(APM,PM15,PM2.5) artışı ile ilgili çalışmalar yapmıştır. - Kronik öksürük,bronşit ve göğüs hastalıklarında bildirilen oranların bütün partiküler madde artışlarıyla doğru orantılı olduğunu bulmuştur. - Rapor edilen astım,sürekli hırıltı,yüksek ateş ya da solunumla ilgili olmayan hastalıklar arasında belirgin bir ilişki bulunamamıştır. - Solunum sisteminin çalışması üzerinde yapılan deneylerle(yorgunluk halinde solunum sistemi kapasitesi,zorlanmış haldeki solunum hacmi ve maksimum kan akış oranı gibi) partiküler madde arasında kesin bir ilişki bulunamamıştır.

Chestnut <i>et al.</i> (1991)	• Artan partiküler madde seviyeleriyle izin sayısı,iş kaybı,günlük revire giden hasta sayısı,acil hastane başvuruları ve ölüm arasındaki bağıntılar incelenmiştir. • Akciğer fonksiyonlarıyla PM arasında belirgin bir ilişki gözlemlendi.Artan PM konsantrasyonlarıyla akciğer fonksiyonlarında düşüş olduğu görülmüştür. • Hangi eşik değerinde PM'nin akciğer rahatsızlıklarını tetiklediği ölçülememiştir. • PM'e maruziyetle akciğer fonksiyonlarında düşüş arasında kesin biyolojik bir neden-sonuç ilişkisi kurulamamıştır.
Penna and Duchiade (1991)	• Rio de Janeiro'da günlük ortalama APM seviyesi ile zatürre nedenli çocuk ölümleri arasında istatistiki bağıntı kurulmuştur.
Pope <i>et al.</i> (1991)	• İlkokul 4 ve 5. sınıf öğrencileri arasında yapılan çalışmada günlük ortalama APM seviyesindeki artışla akciğer fonksiyonlarında azalma gözlemlendi. PM konsantrasyonunun $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'i ardışık 3 gün boyunca aşması halinde akciğer fonksiyonlarında %3-6 oranında azalma görülmüştür. • Artan PM konsantrasyonlarıyla rapor edilen alt ve üst solunum yolları rahatsızlıkları ve astım arasında belirgin bir ilişki olduğu anlaşılmıştır.
Schwartz (1991)	• Detriot (ABD)'de günlük APM ortalama seviyesindeki $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışla genel ölümlerde %6'luk artma gözlenmiştir.
Bobak and Leon (1992)	• Günlük ortalama APM seviyesi ile yenidoğan ölümleri,doğum sonrası ölümler ve solunumla ilişkili ölümler arasında belirgin ilişki bulunmuştur. • Sosyo-ekonomik bağlantılar kurulmakta güçlük zorluk çekilmiştir.
Dockery <i>et al.</i> (1992)	• St. Louis (ABD)'de günlük PM10 ortalama seviyesindeki $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışla genel ölümlerde %16'luk artma gözlenmiştir. • Kingston (ABD)'de günlük PM10 ortalama seviyesindeki $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışla genel ölümlerde %17'lik artma gözlenmiştir.

Pope <i>et al.</i> (1992)	- Utah Valley (ABD)'de 5 günlük PM10 ortalama seviyesindeki $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışla genel ölümlerde %16'lık artma gözlenmiştir. 5 günlük PM10 ortalama seviyesindeki $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışla genel ölümlerde %6-8'lik artma gözlenmiştir. 5 günlük PM10 ortalama seviyesinin $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ arttığı günlerin %6,8'sinde 5 günlük PM10 ortalama seviyesinin $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ aşıldığı günlere göre genel ölümlerde %19'lık artma gözlenmiştir. - Günlük PM10 ortalama seviyesindeki $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışla solunumla ilgili ölümler %43 artarken,kalple ilgili ölümler %20 artış göstermiştir.
Schwartz and Dockery (1992a)	- Philadelphia (ABD)'de 1973-1980 yılları arasında yapılan çalışmalarda günlük PM10 ortalama seviyesinin $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ arttığı günlerde kronik akciğer hastalıklarından ölümlerde %19'luk,solunum enfeksiyonuna bağlı ölümlerde %11'lik,kalp yetmezliğine bağlı ölümlerde %10'luk ve genel ölümlerde %7'lük artış gözlenmiştir. - APM ile sağlık sorunları arasındaki ilişki en belirgin şekilde 65 yaş üstü insanlarda görüldü.(Günlük PM10 ortalama seviyesinin $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ arttığı günlerde genel ölümlerde %7'lik artış gözlenmiştir.) - Geniş PM konsantrasyonu aralığında doza bağlı tutarlı bir ilişki gözlenmiştir.
Schwartz and Dockery (1992b)	Stuebenville, Ohio (USA)'de 1 gün öncesi günlük PM10 ortalama seviyesinin $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ arttığı günlerde genel ölümlerde %4'lük artış gözlenmiştir.
Abbey <i>et al.</i> (1993)	- PM ile ozon ve PM ile pekçok solunum yolu hastalığı(kronik bronşit,astım,solunum yollarında tıkanma vb.) arasında belirgin bir ilişki olduğu belirtilmiştir. - PM ve ozonun partikül seviyeleriyle sağlık üzerindeki olumsuz etkileri arasında kesin bir kanıt bulunamamıştır.
Dockery <i>et al.</i> (1993)	- PM10 ve APM'lerle akciğer kanseri ve kalp-damar hastalıklarına bağlı ölümler arasında belirgin bir ilişki gözlenmiştir. - Çalışmanın yapıldığı 6 ABD kentinde partikül kirliliğinin ölümleri arttırıcı etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Schwartz (1993)	- Birmingham, Alabama (ABD)'de 3 günlük PM10 ortalama seviyesinin $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ arttığı günlerde kronik akciğer hastalıklarından ölümlerde $r^2=1.16$, solunum enfeksiyonuna bağlı ölümlerde %11'lik, kalp yetmezliğine bağlı ölümlerde $r^2=1.17$'lik ve genel ölümlerde $r^2=1.11$'lik artış gözlenmiştir. - Sıcaklığın ortalama PM10 konsantrasyonları üzerine hafif bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. - Eşik değerleriyle ilgili bir bulguya ulaşamamıştır.
Schwartz <i>et al.</i> (1993)	- Seattle, Washington (ABD)'de 65 yaş altındaki insanlarda bir önceki gün ve 4 günlük ortalama PM10 seviyeleri ile hastaneye başvuran acil astım vakaları arasında ilişki olduğu saptanmıştır. Önceki gün PM10 değerindeki her $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ artış ile için $r^2=1,037$, 4 günlük ortalama PM10 seviyelerindeki her $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ artış ile $r^2=1,12$ artma gözlenmiştir. - Astıma dayalı acil vakalarla sülfür dioksitler yada ozon arasında bir ilişki görülmemiştir. - Eşik değerine ilişkin bir bulgu elde edilememiştir.
Dockery and Pope (1994)	- ABD'de yapılan çalışmalarda günlük PM10 ortalama seviyesinin her $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışı için genel ölümlerde %0,7-1,6'lık artış gözlenmiştir. - PM10 seviyeleri ile kalp-damar ve solunuma bağlı ölümler arasında güçlü bir ilişki gözlenmiştir. - Ancak PM10'in sağlık üzerindeki olumsuz etkilerine ilişkin istatistiklerin biyolojik etkileri tam olarak anlaşılamamıştır.
Schwartz (1994)	- Minneapolis-St. Paul, Minnesota (ABD)'de 65 yaş üzeri insanlarda zatürre teşhisi ve akciğer yetmezliği şikayeti ile hastaneye başvuran acil hasta sayısı ile APM arasında ilişki olduğu saptanmıştır. - PM10 ortalama seviyesinin $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışı ile zatürre teşhisi arasında $r^2=1.17$, kronik akciğer hastalıkları arasında ise $r^2=1.57$'lik artış gözlenmiştir.
Saldiva <i>et al.</i> (1995)	Sao Paulo (Brazilya)'da 65 yaş üzeri insanlarda günlük PM10 ortalama seviyesinin $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışı ile, genel ölümler arasında %13'lük bir ilişki

	olduğu gözlemlenmiştir. • Ölüm oranı ve solunabilir partikül kirliliği arasındaki doz-tepki ilişkisi kesin bir eşik değeri olmaksızın neredeyse lineerdir. • PM10 ile ölüm oranı arasındaki ilişki hava durumu ve sezonsal değişimlere karşı çok hassastır. • PM10 seviyeleriyle azot dioksit ve sülfür dioksit seviyeleri arasında güçlü bir korelasyon bulunmuştur. Ancak ölümler PM10 ile ilişkilendirilmiştir. • PM10 konsantrasyonlarıyla genel ölümler arasındaki korelasyonun yaz aylarında maksimum olduğu görülmüştür. • Sao Paulo’da PM10 seviyesinin büyük oranda araç egzoz emisyonlarından kaynaklandığı görülmüştür.
Xu <i>et al.</i> (1995)	• Beijing (Çin)’de hamilelik süresi ile APM arasında istatistiki belirgin bir doza bağlı ilişki olduğu anlaşılmıştır. Günlük APM ortalama seviyesinin $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışı ile, hamilelik süresinin haftanın 0,042’si oranında (7,1 saat gibi) düştüğü gözlemlenmiştir. • Yüksek APM konsantrasyonlarının premature doğum riskini ciddi şekilde arttırdığı belirtilmiştir.
Pearce and Crowards (1996)	• Bu çalışmada yeni maruziyet-ölüm oranı ilişkisine yönelik sonuçlar getirmek yerine İngiltere’deki kentsel PM10 verilerini incelenmiştir. • İngiltere’nin kentsel kesiminde antropojenik kaynaklı PM10 konsantrasyonundaki her $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ‘lık artışın genel ölüm nedenlerine ortalama tepki dozu fonksiyonu olarak %0,096’lık etkisi olduğu düşünülürse İngiltere ve Galler Krallığı’nda 6668 ile 10314 ölüme yol açtığı tahmin edilmektedir. PM10 konsantrasyonlarının %70 insan kaynaklı olduğu varsayımıyla İngiltere ve Galler Krallığı’ndaki 4667 ile 7220 ölüme antropojenik kaynaklı PM10 kirliliğinin yol açtığı söylenebilir. • PM10 kirliliğinin (kırsal kesim ve şehirlerde) premature ölümlerinde yaklaşık £11.1 milyara mal olduğu, şehirlerdeki ölümler için ise £6.3 milyara mal olduğu düşünülmektedir.

Schwartz <i>et al.</i> (1996)	• 8 yıl boyunca ABD'nin doğusundaki 6 şehirde yapılan çalışmalarda 1 istisna şehir hariç(Topeka, Kansas) ölümlerle PM10'un her $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışı arasında %0,7'lik ve 2 günlük ortalama PM10 konsantrasyonlarının $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışı arasında %1,2'lik artış görülmüştür.Örneklem 6 şehrin genel ortalamasına bakıldığında PM10 konsantrasyonlarının $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ artışı için genel ölümlerde %0,8'lik artış görülmüştür. • İnce partiküller(PM2.5) ile birçok hastalık belirtisi arasında güçlü bir ilişki olduğunu söylemek mümkündür.6 şehir için birlikte yapılan çalışmalarda 2 günlük ortalama PM2.5 konsantrasyonu genel ölümler üzerinde %1,5'lik,65 yaş üzeri insanların ölümlerinde %1,7,kalp hastalığına bağlı ölümler üzerinde %2,1'lik,solunum sistemine bağlı ölümlerde %3,3'lük ve zatürreye bağlı ölümlerde %4'lük artışa neden olduğu gözlenmiştir. • PM10-2.5 arası boyuttaki partiküllerle ölüm arasında tutarsız ve belirgin olmayan bir ilişki gözlenmiştir. • Sülfat partikülleri ile ölüm artışı arasında belirgin bir ilişki mevcuttur.(Sülfat partiküllerinin %5'den %95'e artışı ölüm oranında %3,8'lik bir artışa yol açmaktadır.)Asit aerosolü(hidrojen iyonu) konsantrasyonlarıyla ilgili belirgin bir ilişki görülmemiştir.
Hoek <i>et al.</i> (1997)	• Rotterdam (Hollanda)'da günlük ölümlerin bir önceki günkü APM konsantrasyonları arasında ilişki olduğu görülmüştür. ($91\mu\text{g}/\text{m}^3$ lik artış için $r^2=1,05$). • APM ile ölümler arasındaki ilişki CO yada sülfür oksitleri konsantrasyonlarından bağımsızdır. • Rotterdam (Hollanda)'da günlük ölümlerin bir önceki günkü APM konsantrasyonları arasında ilişki olduğu görülmüştür.Ölümlerle APM arasındaki ilişki $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altı için lineerken,daha yüksek konsantrasyonlarda ise artış göstermektedir.Bulgulara göre eğer partiküllerin ölüm üzerinde bir eşik değeri varsa bu değerin çok düşük olduğu anlaşılmaktadır.
Woodruff <i>et al.</i>	• ABD'de ortalama APM konsantrasyonları ile solunum yolu

(1997)	hastalıklarına bağlı doğum sonrası ölümler ve ani bebek ölümleri arasında belirgin istatistiki ilişki olduğu gözlenmiştir.
Burnett <i>et al.</i> (1998)	- Toronto (Kanada)'da kaza sonucu olmayan ölümlerinin %1'inin partiküler madde konsantrasyonlarıyla ilişkilendirilebileceği belirtilmiştir. - Kaza sonucu olmayan ölümlerde PM2.5'in her 10µg/m³ artışı arasında %1,9'luk, PM10'in her 10µg/m³ artışı arasında ise %0,7'lik bir artış gözlenmiştir.
Ponka <i>et al.</i> (1998)	- Helsinki'de 65 yaş altındaki insanlarda PM10 ile kalp hastalıklarından ölüm ve genel ölümler arasında güçlü bir ilişki olduğu gözlenmiştir. 65 yaş altındaki insanlarda günlük ortalama PM10 seviyesinin her 10µg/m³ aşılması ile genel ölümler arasında %3,5'luk ve kalp hastalıklarına bağlı ölümler arasında %4,1'lik artış görülmüştür. - Yüksek günlük PM10 konsantrasyonları ile solunum güçlüğünden ölümler arasında güçlü korelasyonlar bulunmuştur. 65 yaş üzeri insanlarda günlük ortalama PM10 seviyesinin aşılması ile genel ölümler ve kalp hastalıklarına bağlı ölümler arasında belirgin istatistiki artış görülmemiştir. - PM10'un sağlık etkileri ile arasında APM'den daha güçlü bir korelasyon mevcuttur. - Hangi eşik PM10 değerinin ölümle ilgili olmadığı bulunamamıştır. - PM10,ozon ve azot oksitlerin yüksek konsantrasyonlarda birlikte bulunmasının insan sağlığını olumsuz etkilediğine dair kanıtlar bulunmuştur. - Yanma kaynaklı PM10 ile toprak kaynaklı PM10'in sağlık üzerinde aynı etkilere sahip olduğu düşünülmektedir.
Atkinson <i>et al.</i> (1999)	- Londra'da PM10 konsantrasyonunun %10-90'luk artışıyla acil solunum hastalıkları başvuruları arasında %2,98'lik artış görülmüştür. 65 yaş üstü insanların akciğer sorunları ve astımla ilgili rahatsızlarla hastaneye başvuru oranıyla PM10 konsantrasyonları arasında belirgin ilişki gözlenmemiştir.
Boezen <i>et</i>	Hollanda'da çocuklar üzerinde yaptığı çalışmalarda günlük ortalama

al.(1999)	APM seviyesinin her $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ aşılması durumunda bronşal ciddi hastalıklarda %32'lik,basit solunum rahatsızlıklarında ise %139'luk artış gözlemlenmiştir.
Keles et al. (1999)	- İstanbul'da yaptığı çalışmalarda Partikül kirliliği ile rinit oluşumu arasında ilişki olduğunu kanıtlamıştır. 1994 yılına kadar endüstriyel ve evsel ısınma amacıyla kullanılmakta olan kömürden doğalgaza geçildiğinde örneklem lise öğrencileri arasında rinit görülme oranı %62,5'den 1996 yılında %51'e gerilemiştir.
Rossi et al. (1999)	- Milan(İtalya)'da günlük APM ortalama seviyenin her $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ aşılması durumunda genel ölümlerde %3'lük artış gözlenmiştir. - Diğer Avrupa ülkeleriyle koordineli yapılan çalışmalarda APM ilintili ölümlerin ABD'den daha düşük olduğu görülmüştür.Genel olarak ABD'de yapılan çalışmalarda günlük APM ortalama seviyenin her $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ aşılması durumunda genel ölümlerde %4-6'lık artış gözlenmiştir.Bu farklılığın Avrupa ve ABD'deki farklı partikül aerosollerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. - Günlük APM seviyesinin $200\mu\text{g}/\text{m}^3$'ün altında olduğu günlere kıyasla her $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ aşılması durumunda kronik akciğer hastalıklarından ölümlerde %18'lik,solunum enfeksiyonuna bağlı ölümlerde %20'lik,kalp yetmezliğine bağlı ölümlerde %10'luk ve genel ölümlerde %7'lük artış gözlenmiştir. - APM'nin hangi eşik değerinden sonra ölümcül etkiye ulaştığına dair kanıt bulunamamıştır.Yukarıdaki bilgilere göre doza tepkinin düşük APM konsantrasyonlarında daha fazla olduğu gözlenmiştir.
Lippmann et al. (2000)	- Detroit(ABD)'de farklı PM tipleri ile günlük ölümler ve hastane başvurularını kıyaslamıştır.PM10,PM2.5-10 ve PM2.5 'in aynı bağıl risk faktörü taşıdığını bulmuştur. - Diğer kirleticilerin varlığından bağımsız olarak(SO_2,NO_2,O_3,CO vb.) PM'nin insan sağlığı üzerinde etkili olduğunu görmüştür. - PM'nin farklı bileşenlerinin bağıl etkilerini belirleyebilmesi mümkün olmamıştır.

Xu <i>et al.</i> (2000)	• Shenyang (Çin)'de günlük APM ortalama seviyenin her 100µg/m³ aşılması durumunda genel ölümlerde %1.7'lik artış gözlenmiştir. • Günlük ortalama APM seviyesinin her 100µg/m³ aşılması durumunda kronik akciğer hastalıklarında %2,6'lık,kalp rahatsızlığında %2,1'lik artış gözlenmiştir. • Kanseri nedeniyle ölümlerle APM seviyesi arasında belirgin istatistiksel veri sağlanamamıştır.
-------------------------	---

4.2.1 Çevre Üzerindeki Etkileri

APM' in partikül morfolojisine ilişkin çevre etkileri; sağlık üzerine olan etkileri kadar ayrıntılı olarak araştırılmamıştır. Ancak binaların kirlenmesi, malzemenin değerini yitirmesi (kültürel anıtlar vb.), birikim (asitleşmenin) sonucunda arazi üzerindeki etkiler, yaprak gözeneklerinin tıkanması ve görüş mesafesinin azalması gibi örnekler verilebilir. Pek çok durumda, bütün partikül sınıfları bu etkilere sebep olabilir. Özel partikül boyut fraksiyonları (<2,5 µm), sadece kirliliğin görüş mesafesi üzerindeki etkilerinin araştırılması gibi bazı özel durumlar için önemlidir.

5. İSTANBUL'DA HAVA KİRLLENMESİ

İstanbul'da hava kirliliği özellikle 1980'li yıllardan sonra insan sağlığını tehdit edici boyutlara ulaşmış, kirletici konsantrasyonları hava kalitesi standartlarının birkaç kat üzerine çıkmıştır. 2000 nüfus sayımına göre İstanbul ilinde 10.018.735 kişi yaşamaktadır . Bu rakam kayıtlı statik nüfusu göstermekte olup, turistik ve ticari bakımdan gelenlerle yaklaşık 12 milyonluk dinamik bir nüfusa sahip olduğunu söylemek mümkündür. İl genelinde nüfus yoğunluğu km^2 'ye 1928 kişidir. Şehir merkezinde bu yoğunluk daha da artmaktadır.2000 Yılı sayımına göre yıllık nüfus artış hızı % 3,3 olmuştur. Nüfusun % 35'i Anadolu Yakasında, % 65'i Avrupa yakasında yaşamaktadır. 5.196 Km^2 alana sahip olan ilimizde Km^2 'ye 1.928 kişi düşmekte olup, Türkiye'de ise Km^2 'ye 88 kişi düşmektedir. Nüfus yoğunluğu Türkiye ortalamasının 22 katı üzerindedir. Nüfusunun 933.136'sı yani % 10'u köylerde, 9.085.599'sı yani % 90'ı şehirlerde yaşamaktadır. Çizelge.5.1'de 2000 nüfus sayımına göre İstanbul'daki ilçelere göre nüfus dağılımları görülmektedir.

Türkiye içinde toplam emisyonlar şehirlere dağıtıldığında İstanbul'un ülkenin bütün hava kirliliği emisyonlarının dörtte biri ila beşte birinden sorumlu olduğu görülmektedir.(Müezzinoğlu et al,1992)Ülkenin üç metropolit şehri olan İstanbul,Ankara ve İzmir Türkiye'nin noktasal kaynaklı emisyonlarının üçte birinden ,otomobil kirletici emisyonlarının ise yarısından fazlasından sorumludur. (Müezzinoğlu et al,1992)

Tablo.5.1.İstanbul'da ilçelere göre nüfus dağılımları

İlçe Adı	2000 Nüfus Sayımı			Yıllık Nüfus Artışı %		
	TOPLAM	ŞEHİR	KÖY	TOPLAM	KÖY	ŞEHİR
ADALAR	17.760	17.760	0	-8,9	-8,9	-
AVCILAR	233.749	233.749	0	61,39	61,39	-
BAĞCILAR	556.519	556.519	0	64,66	64,66	-
BAHÇELİEVLER	478.623	478.623	0	47,3	47,3	-
BAKIRKÖY	208.398	208.398	0	-26,98	-36,98	-
BAYRAMPAŞA	246.006	246.006	0	14,6	14,6	-
BEŞİKTAŞ	190.813	190.813	0	-0,73	-0,73	-
BEYKOZ	210.832	172.291	38.541	26,58	19,28	67,94
BEYOĞLU	231.900	231.900	0	1,26	1,26	-

EMİNÖNÜ	55.635	55.635	0	-40,53	-40,53	-
ESENLER	380.709	380.709	0	53,1	53,1	-
EYÜP	255.912	235.116	20.796	18,83	16,15	55,46
FATİH	403.508	403.508	0	-13,63	-13,63	-
GAZİOSMANPAŞA	752.389	658.756	93.633	64,76	62,04	86,33
GÜNGÖREN	272.950	272.950	0	24,74	24,74	-
KADIKÖY	663.299	663.299	0	2,29	2,29	-
KAĞITHANE	345.239	345.239	0	24,93	24,93	-
KARTAL	407.865	337.390	70.475	39,93	39,09	119,38
KÜÇÜKÇEKMECE	594.524	593.520	1.004	52,14	52,19	22,96
MALTEPE	355.384	355.384	0	33,48	33,48	-
PENDİK	389.657	384.668	4989	66,22	66,32	59,29
SARIYER	242.543	219.032	23.511	34,43	31,35	68,94
ŞİŞLİ	270.674	270.674	0	7,75	7,75	-
TUZLA	123.225	107.883	15.342	24,8	16,76	113,7
ÜMRANİYE	605.855	440.859	164.996	69,13	59,92	98,92
ÜSKÜDAR	495.118	495.118	0	22,43	22,43	-
ZEYTİNBURNU	247.669	247.669	0	40,19	40,19	-
BÜYÜKÇEKMECE	384.089	35.860	348.229	98,84	47,07	106,08
ÇATALCA	81.589	15.779	65.810	23,9	31,19	22,23
SİLİVRİ	108.155	44.530	63.625	33,19	53,6	21,04
SULTANBEYLİ	175.700	175.700	0	75,82	75,82	-
ŞİLE	32.447	10.262	22.185	24,59	26,51	23,72
TOPLAM	10018735	9085599	933136	33,09	29,27	80,72

İstanbul ilinde 2000 yılı itibarıyla ekonomik faaliyette bulunan nüfusun;

% 8.1'i tarım sektöründe,

% 32.2'si sanayi sektöründe,

% 6.2'si inşaat sektöründe,

% 53.3'ü hizmet sektöründe,

% 0.2'si iyi tanımlanmamış faaliyetlerde istihdam edilmektedir.

5.1 Çalışma Bölgesinin Topografyası Ve Coğrafi Durumu

İstanbul şehri 5712 km² yüzölçümüne sahiptir.Şehrin topografyası birçok vadilerle birbirinden ayrılmış, yaylalar ve tepelerden meydana gelmiştir. Bu gün son derece büyük bir alana yayılmış olan İstanbul şehrinin surlar içinde kalan kısmı 25 km²' lik bir alanı kapsamaktadır. İstanbul'u topoğrafya bakımından dört grupta incelemek mümkündür :

1. Batı Bölgesi: Marmara denizinin kuzey kıyısında Kumburgaz'dan Bakırköy'e kadar uzanan 35 km uzunluğundaki bölgeyi içerisine alır. Arazi yükseltisi deniz seviyesinden 200 m 'ye kadar değişmektedir.

2. Merkezi Bölge: Bakırköy'den boğaza kadar uzanan ve Haliç'i merkez alan, Galata köprüsünden Ortaköy'e kadar uzanan bölgedir. Arazi yüksekliği deniz seviyesinden 120 m'ye kadar değişmektedir. Bu bölgede Çırpıcı, Alibey ve Kağıthane dere yatakları bulunmaktadır.

3. Boğaziçi Bölgesi: Bu bölge fazla yüksek olmayan tepeler ve boğaza dik istikamette uzanan vadilerden meydana gelmektedir. Yükselti 430 m'ye kadar değişmektedir. Anadolu Kavağına kadar devam eden bu bölgede 16 tane küçük vadi vardır .

4. Üsküdar-Kadıköy Bölgesi: Bölge genel olarak fazla yüksek olmayan tepelerden ve platolardan oluşmuştur. Arazi yükseklikleri deniz seviyesinden 260 m'ye kadar değişmektedir. Bölge içinde Bostancı deresi, Kurbağalıdere, İbrahimağa deresi ve Beylerbeyi dere yatakları bulunmaktadır .

İstanbul'un en yüksek yeri 537 m'lik rakımıyla Aydos Tepesi'dir.Şehrin boğaz kıyı uzunluğu 32 km olup 9 adet adası bulunmaktadır.

Tablo.5.2.İstanbul İlinin sınırları

YÖNLER	UÇ NOKTALAR	ENLEM(KUZEY)	BOYLAM (DOĞU)
DOĞU	ŞİLE-AĞVA-KABAKOZ DERESİ	41° 09' 36"	29° 42' 30"
BATI	SİLİVRİ-KISIRTEPE	41° 05' 59"	27° 58' 18"
KUZEY	ÇATALCA-KASATURA KÖRFEZİ	41° 24' 35"	28° 12' 06"
GÜNEY	TUZLA-TUZBURNU	40° 48' 14"	29° 15' 26"

İstanbul ili doğuda Kocaeli, güneyde Bursa ve Marmara Denizi, batıda Tekirdağ, kuzeyde de Karadeniz’le çevrilidir. Marmara Denizindeki Adalar yönetsel bakımdan İstanbul’a bağlı ilçedir. Kuzey-güney doğrultusunda uzanarak Karadeniz ile Marmara’yı birleştiren İstanbul Boğazı, hem il topraklarını, hem de şehri Asya yakası ve Avrupa yakası olmak üzere ikiye böler. Batıda il sınırlarına yaklaşan İstanbul metropoliten alanı, doğuda il sınırlarının aşarak yönetsel bakımdan Kocaeli’ye bağlı olan Gebze’yi de içine alır.

5.2 İstanbul’un Genel İklim Özellikleri

İstanbul iklimini belirgin bir iklim tipi içerisinde değerlendirmek olanaksız gibidir. Çünkü gezici hava hareketlerinin etkisi altında bulunan il iklimi, Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında bir geçiş niteliği gösterirken bazı bölgeler karasal iklim özelliği göstermektedir.

Genel olarak İstanbul bölgesine ait iklim özellikleri Karadeniz ve Marmara Denizinin etkinliği altında Akdeniz’e geçiş iklim yapısını göstermektedir. Kış aylarında İzlanda alçak basıncı ile Sibiryaya yüksek basıncının etkisi soğuk ve yağışlı; yaz aylarında Azor yüksek basıncı ile Suudi Arabistan-Kuzey Hindistan ekseninde meydana gelen alçak basınç merkezinin etkisi sonucunda sıcak ve yağışsız bir iklim yaşanmaktadır. Ortalama sıcaklık Göztepe verilerine göre Ocak ayı için 5,4 °C, Temmuz ayı için 13,1 °C’tır. Yağış miktarı bakımından farklılıklar göstermektedir. Yıllık yağış ortalama Büyükada’da 500 mm; Kumköy’de 716 mm, Şile’de 747 mm, Ömerli’de 818 mm, Bahçeköy’de 1074 mm’dir.

Ortalama nisbi nem %79’dur. Ortalama deniz suyu sıcaklığı ise 15-16°C’dir.

İlde 113.884 (Normal+Bozuk) Ha.lık koru alanı, 128.176 Ha.lık (Normal+Bozuk) baltalık orman alanı olmak üzere toplam 241.860 Ha.lık orman alanı bulunmaktadır.

5.3 Konutların Hava Kirliliğine Etkisi

İstanbul’daki konut sayısı konusunda kesin rakam bilinmemekle birlikte; DİE tarafından 2000 yılında yapılan araştırma sonuçlarına göre 869.444 birim bina ve bu binalarda 3.393.077 birim konut olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bunların yaklaşık % 35’i ruhsatlı olup % 65’i ise ruhsatsızdır. Konutlar düşük kaliteli yakıt kullanımı ve miktarı, yakma sistemleri, ısı yalıtımının olmaması yüzünden hava kirlenmesine neden olmaktadır.

İstanbul'da 1960-1980 yılları arasında fuel-oil, 1980'den sonra ise linyit kömürü ısınma maksadıyla tüketilen yakıtlar arasında öncelik göstermiştir. 1990'lı yıllardan sonra ise doğal gaz kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. İstanbul'da doğalgaz kullanıcı sayıları ve kullanım miktarları Çizelge7.3.'de görülmektedir.

Tablo.5.3.Yıllara bağlı olarak İstanbul'da doğalgaz tüketim

YILLAR	ABONE SAYISI	GAZ KULLANICI	TÜKETİM MİKTARI (m ³)
1993	172.000	104.000	127.483.145
1995	625.000	494.000	681.890.970
1999	1.410.000	1.250.000	1.655.589.209
2000	1.571.000	1.394.000	1.879.874.500
2001	1.687.000	1.524.000	1.959.914.233
2002	1.958.000	1.672.000	2.041.000.000
2003	2.268.000	1.922.000	2.660.000.000
2004	2.606.104	2.277.324	3.020.000.000

İstanbul'da ısınma amaçlı kullanılan yakıt sistemlerinin verimlilikleri olması gereken değer olan %70'den daha düşüktür. Dolayısıyla kalitesiz yakıt kullanımı, hava sızdırmazlık sağlıklı yanma bölgeleri olmayan teknolojik ömrünü dolduran yakma araçlarının kullanımı daha fazla yakıt sarfiyatına yol açarak havaya verilecek kirletici emisyonlarının artmasına yol açmaktadır.

Havai fişek gösterileri esnasında ise 15 dakikalık ortalama değer 250 µg/ m³'ü geçtiği hesaplanmıştır.

5.4. Ulaşımın Hava Kirliliğine Etkisi

Taşıt sayısındaki hızlı artışlar trafik problemi ile birlikte CO, HC, NO_x, partiküler madde ve kurşun gibi hava kirleticilerinin artmasına neden olmaktadır. Bu parametrelerden CO ve NO_x'ler atmosferde seyrelme, adsorbsiyon, oksidasyon, fotokimyasal reaksiyonlar ve çeşitli diğer giderim mekanizmaları ile ya kararlı bileşiklere dönüştürülürler ya da atmosferden uzaklaştırma mekanizmaları ile giderilirler. Özellikle fotokimyasal reaksiyon ürünleri ozon, PAN gibi kirleticiler yerleşim bölgesindeki insanlar üzerinde akut ve kronik rahatsızlıklara yol açmaktadır.

Madrid’de şehir içi trafiğinin ortalama PM10 ve PM2,5 konsantrasyonları üzerinde etkisi araştırılmıştır. Yapılan ilk gözlemlerde İspanya’daki PM10ve PM2,5 değerlerinin Avrupa Birliği sınırlarını aşacağı anlaşıldığında bu değerlerin kimyasal içeriklerinin belirlenmesine karar verilmiştir.Genel olarak PM10 ve PM2,5 konsantrasyonlarının NO_x ve SO_x gibi trafikle ilgili kirleticilerle büyük ölçüde benzerlik göstermektedir.Şehrin içindeki 25 ayrı noktadaki 25 istasyonda numune alım yüksekliği 3 metre(99/30/EC’nin mikro ölçekli numune alanları için uygulama rehberinde belirtilen sınırlara uygun) olacak şekilde ölçümler yapıldı.Daha önceki çalışmalarda PM10 dışındaki veriler otomatik standart referans metodlar kullanılarak,PM10 parametresi ise TEOM(salınan mikrobalsanlı)monitörleri kullanılarak belirlenmiş;Temmuz 1999-Mayıs 2000 arasında şehir aerosolünün kimyasal yapısını belirlemek için yapılan çalışmalar ise,istasyonların yakına yerleştirilen iç yüksek hacimli numune alıcılar ile(30 m³/saat’lik debili DIGITEL DH-80) yapıldı.Toplam katı partiküller(sadece gravimetrik olarak kütle belirlenmesi için)ve PM10 haftada iki,PM2,5 ise haftada 1 kere ölçülmüştür.

PM10 indikörü olan NO₂ Kasım-Ocak ayları arasında maksimum seviyede gözlenmiştir.Diğer taraftan 15-24 no’lu istasyonlar arasında %20 PM10 varyasyonu gözlenirken, NO_x için %70 varyasyon görülmüştür.Minimum değerler Nisan ayı içerisinde görülmüştür,nedeni ise meteorolojik değerlere bağlanmıştır.Yoğun trafik olan yolların kenarlarındaki istasyonlarda ise yıl boyunca,yaz ve kış ayları boyunca benzer değerler elde edilmiştir. (Janssen, N.A.H., van Vliet, P.H.N., Aarts, F., Harssema, H.,Brunekreef, B., 2001.)

Türkiye’de ülke genelindeki araç sayısının 1/3 kadarı İstanbul’dadır. Trafiğe kayıtlı araç sayısı yaklaşık 6.500.0000 olup, 5.000.000’u otomobildir.Bu araçların 2.050.859’u İstanbul trafiğinde kullanılmakta olup 1.435.125’i otomobildir. Hergün ortalama 500 adet araç trafiğe katılmaktadır. Ülke genelinde 11 kişiye 1 taşıt düşerken İstanbul’da 5 kişiye 1 taşıt düşmektedir. Bu nedenle halen İstanbul’da trafik sorunu birinci sıradadır.Ancak İstanbul’da trafik kaynaklı kirliliği ölçmeye yönelik istasyonlar bulunmadığından ulaşımın ilimizde hava kirliliğine etkisi tam olarak bilinmemektedir.

5.5. Bina Ve Yol İnşaatlarından Kaçan PM10’in Avrupa Birliği Limitlerine Etkileri

Bina ve yol inşaatlarından kaçan tozların PM’in 50µg/ m³ sınırı üstüne çıkılmasında her yıl %25 kadar etkisi olduğu anlaşılmıştır. Avrupa Birliği Limitlerine göre 2005 yılından itibaren PM konsantrasyonları 50µg/ m³’ü yılda en fazla 35 gün aşabilme,ortalama 40 µg/ m³’ü

sağlama,2010 yılı için ise $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü yılda en fazla 7 gün aşabilme,ve ortalama $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü geçmeme şartı getirilmiştir.(EU Directive COM(2005) 447)

İngiltere’de araştırmalarda bina inşaatlarında 24 saatlik ortalama Partiküler Madde değeri $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür.Avrupa Birliği Direktif’i için limit değerleri PM10’in gravimetrik ölçümünü gerektirmektedir.Ancak Londra çevresindeki PM10 ölçümlerinin büyük çoğu genel olarak TEOM(1400a,b) adlı cihazla otomatik olarak yapılmıştır.

5.6. Trafik Kirliliğinin Ev İçi PM Konsantrasyonuna Etkisi

Trafik yoğunluğu sağlık etkileriyle her zaman ilişkilendirilegelmiştir.Trafik akışının yakınında yaşayan çocukların astımla ilgili doktor ziyaretleri diğer çocuklara oranla daha siktir ve bu çocukların solunum yolu rahatsızlıkları diğerlerinden fazladır.İngiltere’de ana yollara yakın evlerde 10000 çocuk üzerinde yapılan araştırmalarda astım gibi solunum yolu rahatsızlıklarına çok sık rastlanmıştır.Yola 90 metreden daha yakın evlerde oturan çocuklarda risk çok daha yüksektir.Partiküllerin konsantrasyonları ve içeriklerinin belirlenmesi sağlıkla sağlıkla ilişkilerinin ortaya çıkması için önemlidir.Şehir içinde yerleşim yerleri ve işyerleri yolların kenarındadır.Netice olarak yol kenarlarındaki yerleşimlerde potansiyel zararlı etkiye sahip kirleticiler çok etkilidir.İnsanlar günlerinin %80’inin kapalı ortamlarda geçirdiklerinden dış ortam kaynaklı iç ortam kirleticilerinin özellikleri önem taşımaktadır.

5.7.Endüstriyel Tesislerin Hava Kirliliğine Etkisi

Endüstriyel tesislerden kaynaklanan atmosferik kirleticileri işletmelerdeki çeşitli üretim kademelerinden atılanlar ve işletmedeki imalatın çeşitli kademelerinde yakıtların kullanılması sonucu meydana gelenler olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Yakıt kullanımında kaynaklanan kirleticiler karbon monoksit, kükürt oksit, hidrokarbonlar, partiküler madde ve azot oksitler olarak sıralanabilir. Üretimden kaynaklanan kirleticiler ise üretim türüne göre değişiklik göstermektedir.

1993 Peace çalışmasında Avrupa’daki 10 ülkede 14 araştırma merkezinde PM10 ve Siyah Duman (Karbon) ölçümleri yapılmıştır.Çalışma Ocak ortası-Mart ortası arasında sürdürülmüştür.En düşük PM konsantrasyonları NO_2 ve SO_2 ’nin düşük emisyon yoğunluğu nedeniyle İskandinav ülkelerinde görülmüştür. Aynı zamanda elementer C’nun emisyon

yoğunluğunun da İskandinav ülkelerinde Avrupa ülkelerinden çok daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni büyük endüstriyel alanların olmayışına ve düşük nüfus yoğunluğuna bağlanılmıştır. (Jantunen, M.J., Hanninen, O., Katsouyanni, K., Knoppel, H., Kuenzli, N., Lebret, E., Maroni, M., Saarela, K., Sram, R., Zmirou, D., 1998.)

Endüstriyel tesislerin büyüklüğü atmosferi kirletmesindeki payı, özellikle sağlıksız tesislerin yoğun olduğu yerlerde büyüktür, İstanbul'da endüstriyel tesislerin çoğu Avrupa yakasında havalimanı ile Haliç arasında Avcılar, Küçükçekmece, Bahçelievler, Zeytinburnu, Bayrampaşa, Bağcılar, Gaziosmanpaşa, Şişli ve Esenler arasında Anadolu yakasında ise Ümraniye, Kartal, Pendik ve Tuzla arasında bulunmaktadır. (Öztürk ve diğ. 1999).

İstanbulda yaygın endüstriyel tesisleri;

- ısı üretimi, maden, enerji,
- taş, toprak, seramik, yapı malzemeleri,
- çelik, demir ve diğer metallerin üretildiği ve işlendiği tesisler,
- kimyasal ürünler, tıbbi ilaçlar, mineral yapıların rafinerisi ve işletilmesi,
- organik maddelerle yüzeylerin muamelesi, profil biçimindeki plastik malzemelerin üretimi, plastik malzemeler ve reçinelerin diğer işleme biçimleri,
- artık maddelerin değerlendirilmesi ve ortadan kaldırılması,
- diğerleri

olarak bulunmaktadır.

İstanbul'da en fazla sanayi tesislerinin olduğu ilçeler Gaziosmanpaşa, Pendik, Küçükçekmece, Eyüp, Ümraniye, Zeytinburnu ve Bağcılar'dır.

İSO üyesi büyük sanayi kuruluşlarının;

% 55'i Eminönü-Silivri-Çatalca üçgeni içinde yer almaktadır.

% 10'u Şişli, Kağıthane, Beyoğlu, Beşiktaş, Sarıyer'in yer aldığı eski yerleşimlerde,

% 35'i ise Anadolu yakasında yerleşmiştir.İstanbul'daki sanayi bölgeleri Tablo....'da sıralanmıştır.

Tablo.5.4.İstanbul'daki Sanayi Bölgeleri

ADI	YERİ	KURULUŞ	ALANI(M2)	FİRMA SAYISI		ÇALIŞAN SAYISI
				PLANLANAN	FAAL	
DUDULLU ORG. SAN. BÖL	ÜMRANIYE	1995	3.419.000		1895	24240
İKİTELLİ ORG. SAN. BÖL	K.ÇEKMECE	1986	8.000.000	30000	18000	160000
TUZLA ORG. SAN. BÖL	TUZLA	1982	6.420.000	496	395	5250
BOYA VE VERNİK ORG. SAN. BÖL	TUZLA	2000	517.000	120	42	1221
MERMERCİLER ORG. SAN. BÖL.	TUZLA	2000	602.145	165	75	2492
KİMYA SAN.ORG. SAN. BÖL.	TUZLA	2001	742.208	200	86	1761
TEKSTİLCİLER ORG. SAN. BÖL.	TUZLA	2000	573.800	141	9	1100
BEYLİKDÜZÜ BAKIR VE PİRİNÇ SAN.ORG.SİT.	B.ÇEKMECE	2002	168.000		651	8559

İstanbul'da hava kirliliği özellikle 1980'li yıllardan sonra giderek artmış ve zaman zaman hava kalitesi standartlarının 10-15 kat üzerine çıkarak insan sağlığını tehdit eden episod boyutlarına ulaşmıştır. Örnek olarak; 18 Ocak 1993'de 24 saatlik SO₂ konsantrasyonu, Fatih'de 4000 µg/m²'e ve Şişli'de ise 2600 µg/m²'e ulaşmış ve tüm şehir genelinde kısa vadeli sınır değerinin 5-10 kat civarında konsantrasyonlar elde edilmiştir. 17 ve 18 Ocak 1993 günü saat 02.00 lokal saatte yapılan meteorolojik rasat sonucu elde edilen sıcaklığın normal koşullarda düşeyle değişimi adyabatik gradyanı takip etmesi gerekirken; merkezi Orta Avrupa üzerinde bulunan yüksek basınç merkezinin sebep olduğu bir inversiyon tabakası oluşmuştur.

İnversiyon tabakasının kalınlığı 17 Ocak 1993 günü yer seviyesinden başlayıp 1132m'ye ve 18 Ocak 1993 günü de yine yer seviyesinden başlayıp 657 m'ye çıkmıştır. Yine aynı günlerde kirleticilerin dağılması açısından önemli bir parametre olan yer seviyesi rüzgar hızı ortalamaları da sırasıyla 1.0 ve 0.6 m/s seviyelerinde kalmıştır.

6.İSTANBUL'DA ÖLÇÜM İSTASYONLARININ YERİ

İstanbul'da bölgelere göre hava kirlenme seviyesi ölçümleri yapılırken ölçüm yerleri seçiminin, numune alma yerlerinin tespitinin, analizinin ve istasyon sayısının kurallara ve standartlara uygun olarak belirlenmesi gereklidir. Ölçüm bölgeleri seçilirken kirlenici kaynaklar bakımından sanayinin, işyerlerinin, trafiğin ve diğer kirlenici kaynakların tümünün ve her birinin ayrı ayrı etkili olduğu bölgeler seçilmeli, bölge seçiminde topografik ve meteorolojik faktörler de göz önüne alınmalıdır.

Hava kirliliğinde kirlenici maddelerin ölçümünde girişim yapıcı maddelerin önlenmesi ve kalibrasyonu çok önemlidir. Ölçümlerde bu kurallara mutlaka uyulma zorunluluğu vardır.

İstanbul'da Anadolu yakasında dört ve Avrupa yakasında altı yerde olmak üzere toplam on yerde hava kalitesi ölçümü yapılmaktadır. Anadolu yakasındaki ölçümler Kartal'da sanayinin ve yerleşimin, Kadıköy'de ticaretin, Üsküdar'da yerleşimin ve hastanenin, Ümraniye'de küçük sanayinin ve yerleşimin etkili olduğu yerlerde ölçümler yapılmaktadır. Avrupa yakasında ise Sarıyer'de yerleşim, insan ve taşıt trafiğinin, tarihi mekanın, Alibeyköy'de topografik yapının özellik arz ettiği, Beşiktaş'da üniversitenin, yerleşiminin yoğun olduğu, Sarıyer'de yerleşimin, Yenibosna'da küçük ve orta ölçekli sanayinin yoğun olduğu yerlerde ve Esenler'de ölçümler yapılmaktadır.

Ölçüm sonuçları Avrupa ve Asya yakasındaki merkez istasyonlarda saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık değerlere dönüştürülmektedir ve bu değerler standart değerlerle karşılaştırılmaktadır.

Şekil.6.1. İstanbul'daki Ölçüm İstasyonları



6.1. Ölçüm İstasyonlarının Tanıtımı

Anadolu yakasındaki istasyonlarda yapılan ölçümler;

- Kadıköy'de SO₂, CO, NO, NO₂, O₃, PM, CH₄, nMHC
- Kartal'da SO₂, CO, PM
- Ümraniye'de SO₂, CO, NO, NO₂, PM, THC, nMHC
- Üsküdar'da SO₂, CO, PM

Avrupa yakasındaki istasyonlarda yapılan ölçümler;

- Alibeyköy'de SO₂, CO, NO, NO₂, PM, CH₄, THC, nMHC
- Beşiktaş'ta SO₂, CO, NO, NO₂, PM, CH₄, THC, nMHC
- Esenler'de SO₂, CO, PM
- Sarıyer'de SO₂, O₃, PM
- Sarıyer'de SO₂, CO, PM
- Yenibosna'da SO₂, CO, PM, THC, nMHC, NO, NO₂, CH₄, SO₂, CO, NO, NO₂, O₃, PM, metan parametreleri için ölçüm sonuçları ug/m³ mertebesinde verilmiştir.

6.1.1. Ölçüm Cihazlarının Tanıtımı

İstanbul'da Anadolu ve Avrupa yakalarındaki ölçme noktalarında azot oksitler, ozon ve hidrokarbonlar saatlik bazda ölçülmektedir. Azotoksitlerin ölçümünde AC 31 M (İBBÇKD, 1998) ölçme sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde en düşük fark edilebilirlik limit 0.35 ppb olup yüksek oksitleme kapasitesine sahip ozon moleküllerinin bulundukları ortamda azot oksitlerin sergilediği kimyasal lüminesans özelliğine göre ölçüm yapılmaktadır. Radyasyon ölçümü sıcaklığı 10°C'ye ayarlanan fotomultiplier tarafından yapılır.

7. KİRLETİCİLERİN BİRBİRLERİYLE İLİŞKİLERİ

7.1.Karbon türevleri

Karbon türevleri (karbon monoksit, CO; karbon dioksit, CO₂ ; hidrokarbonlar)'nin başlıca kaynağı volkanizma faaliyetleri, patlamalı motorlar, fosil yakıtlar, canlıların solunumu ve mikroorganizmalardır. Hızlı kentleşme, sanayileşme ve fosil yakıtların yoğun kullanımı atmosferdeki karbon dioksit girdilerini artırmış, yeşil alanların daralması, ormanların tahrib edilmesi ve denizlerin kirlenmesi karbon dioksit çıktılarında azalmaya neden olmuştur. Karbon dioksit girdileri artarken çıktılarının azalması sonucu CO₂ artışı meydana gelmektedir. Atmosfer güneşten gelen ışınlar için saydamdır. Ancak yeryüzüne çarptıktan sonra uzun dalga boyuna sahip ısı enerjisine dönüşen ışınlar, karasal radyasyonla tekrar atmosfere dönmeleri esnasında, su buharı ve CO₂ tarafından engellenir ve geçici bir zaman tutulur. Böylece atmosfer ısınır ve buna sera etkisi denir. Diğer taraftan karbon türevleri belli konsantrasyonların üzerinde bitki ve hayvanlar için zehirleyici etkiye sahiptirler.

7.2.Kükürt dioksit

Kükürt dioksitin (SO₂) en önemli kaynağı; petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar, soda, sülfirik asit ve selüloz üretimi, bakır, çinko, kurşun, üretim işletmeleri ve patlamalı motorların egzoz gazları'dır. Kükürt dioksit bitkilerde yaprak dokusu bozukluklarına sebep olarak buradaki iletim demetlerini etkiler. Bitki ve hayvan bünyesine doğrudan solunumla girdiği gibi sulu fazlarda sülfüroz aside dönüşerek yakıcı etki yapar. Tek çenekli bitkilerde yaprakların uç kısımlarından itibaren ağarma, daha sonra bitkide genel bir pörsüme; çift çenekli bitkilerde yapraklarda önce kırmızı sarı ve kahverengi lekeler, daha sonra yaprakta kıvrılma ve kurumalara neden olur. Tek yıllık bitkilerde en genç yapraklar en dayanıklı, orta yaşlı yapraklar en duyarlıdır.

SO₂ etkisi ile klorofil parçalanır, plazma tahrib olur, hücre ara lamelleri ortadan kalkar. En çok tahribat stomaların yakınındaki klorofilce zengin sünger doku hücrelerinde meydana gelir. Belirli bir konsantrasyona kadar SO₂ bitki tarafından oksitlenerek sülfata çevrilir ve bitkinin kükürt gereksiniminin karşılanmasında kullanılır. SO₂ kuvvetli bir asimilasyon zehiri olup, diğer gazlarla (flor) birlikte etkisi daha da artar. Savunma reaksiyonu olarak solunum ve terleme hızlanır ve bunun sonucu olarak su dengesi bozulabilir.

7.3.Florlu hidrojen

Flor (F) zehirli bir element olmakla birlikte bitkiler üzerindeki etkisi sınırlıdır. Bitkilere stomalar yolu ile ve kökler aracılığı ile girer ve stoplazma içinde birikir. Florlu bitkilerle beslenen hayvanlar yüksek dozda flor aldıklarında floroza hastalığına sebep olur. Florun reaksiyon niteliği ve zararı H ile birlikte daha fazla olur. Florlu hidrojen (HF) keskin kokulu, renksiz, kuvvetli yakıcı bir gazdır. Florlu hidrojenin kaynağı, alüminyum, ağır metal ve cam endüstrisi, süperfosfat, emaye, porselen, tuğla, çimento ve çeşitli kimyasal madde fabrikaları ve kömürle çalışan termik santrallerdir. Bitkide yaprak ucu ve kenarından başlayan nekrozlara sebep olur. Tek çeneklilerde yaprak rengindeki değişim yaprak ucunda, çift çeneklilerde ise yaprak kenarında görülür. Ayrıca meyve ucunda nekroz ve çatlama meydana gelir. Fizyolojik etkilerinden en önemlisi karbonhidrat metabolizması ile ilgili enzimleri çalışmaz hale getirmesidir.

7.4.Kükürtlü hidrojen

Kükürtlü hidrojen (H_2S) yanıcı, keskin pis kokulu, renksiz ve reaksiyon yeteneği fazla olan, suda çok kolay çözünen bir gazdır. Doğal kaynağı volkanlar, bataklıklar ve termal kaynaklardır. Yapay olarak ise kok ve havagazı fabrikalarında, katran damıtma tesislerinde, selüloz ve viskoz fabrikalarında, kükürt üretme tesisleri ile kükürt kullanılan kimyasal tesis ve rafinerilerden kaynaklanır. Bitki yapraklarında pörsümeye şeklinde başlayan zararlar, ileri aşamada solunumun durmasına ve ölüme neden olabilir.

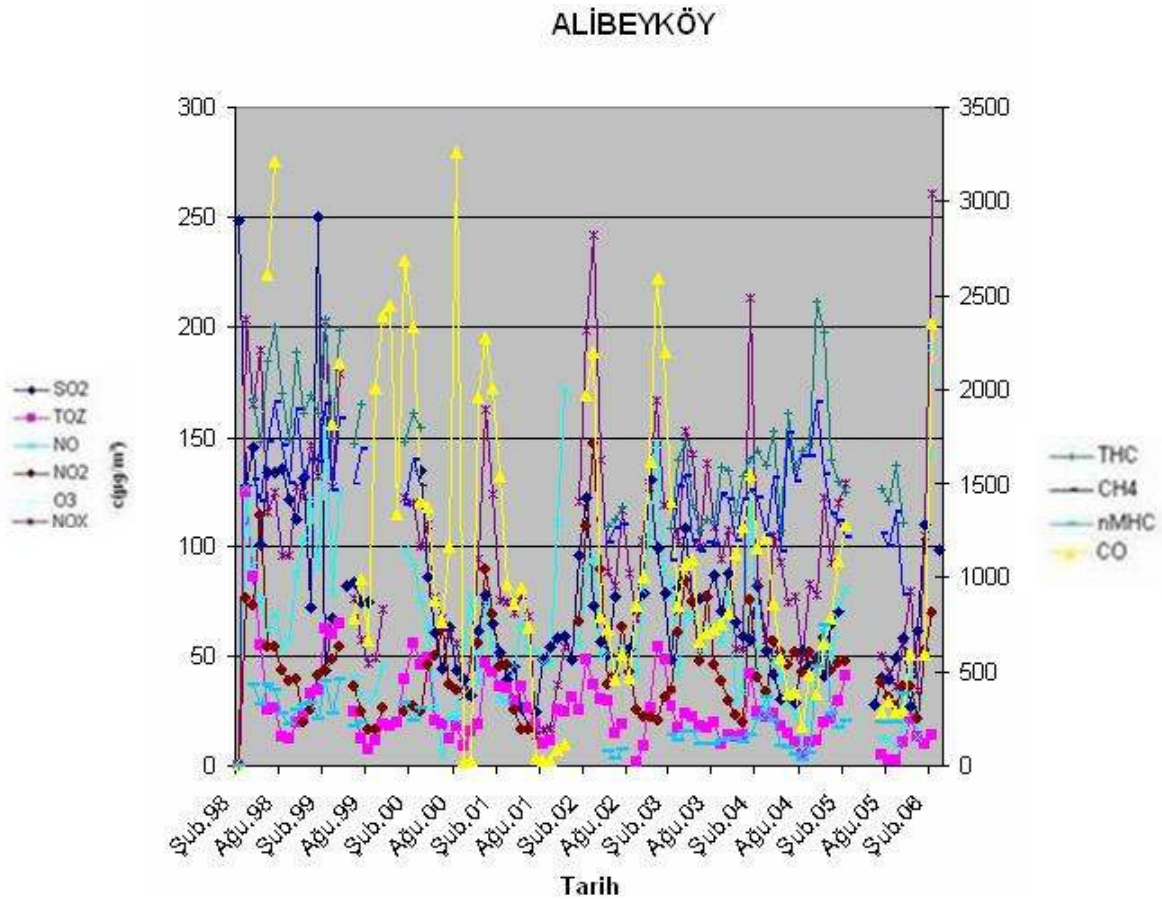
7.5.Azot oksitler

Azot oksitler (nitrojen oksitler) [azot protoksit (N_2O), azot monoksit (NO), azot dioksit (NO_2), azot trioksit (N_2O_3) ve azot tetraoksit (N_2O_4)] atmosferde doğal olarak bulunması yanında, içten yanmalı motorlarda yüksek basınç altında oksijen ve azotun birleşmesiyle yanma ürünü olarak ortaya çıkar. NO_2 kırmızı kahve renkli, keskin ve nahoş kokulu, kuvvetli zehir etkisinde bir gazdır. Bu gaz atmosferin saydamlığını bozar, absorbe ettiği güneş ışığı ile reaksiyona girerek fotokimyasal olarak hava kirliliğine ve asit yağmurlarına neden olur. Bitkilerde zehirlenme belirtileri yaprak kenarlarında kahve ve koyu renkli lekelerin görülmesi ile başlar. Fizyolojik olarak fotosentezin azalmasına ve durmasına neden olur.

Bunlar dışında amonyak, klor, klorlu hidrojen, karbondioksit ve karbonmonoksit zehirli etkiye sahip gazlardır. Ayrıca henüz tanımı verilmemiş fotokimyasal fototoksik maddeler bulunmaktadır. Kirletici elemanlarının her biri tek başına etkin olmasının yanında, bir kirletici madde diğer bir kirletici madde ile reaksiyona girerek kendisinden daha etkili başka bir madde oluşturarak bileşik etki (sinergizm) gösterir.

Otomobil egzozundan çıkan iki bileşken (nitrojen oksitler ve hidrokarbonlar), güneş ışığı altında yeni ve çok zehirli fotokimyasal duman olarak bilinen maddeleri (peroksiasetilnitrat ve ozon) oluşturur. Bir duman tipi ve yaralanmalara neden olan fotozehirlerden olan Peroksiasetilnitrat (PAN) fitotoksik, gözleri yakıcı, tehlikeli bir kirleticidir.

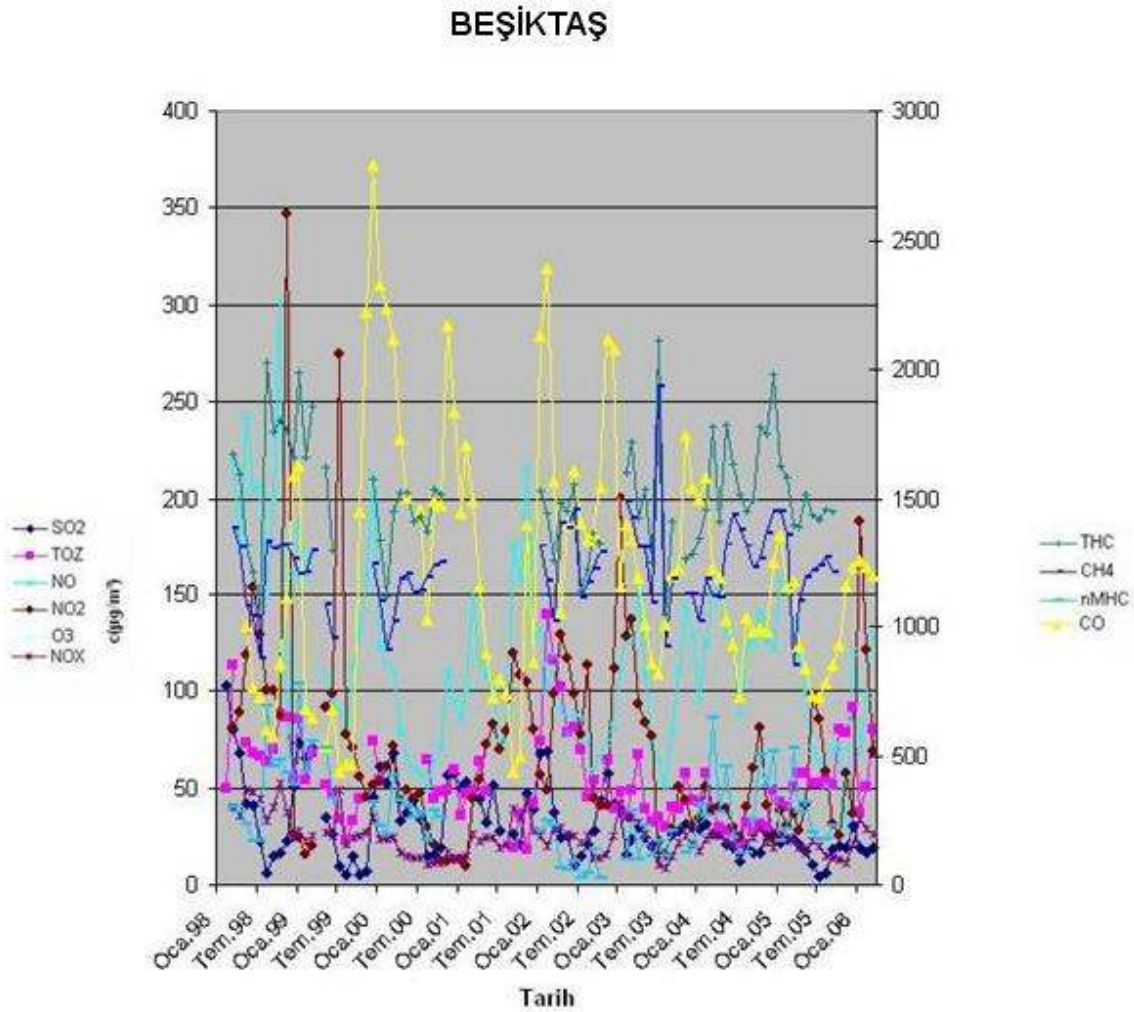
Şekil.7.1.Alibeyköy ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



Şekil.7.1 incelendiğinde CO 'nin Ağustos aylarında düştüğü, Ocak aylarında ise pik yaptığı görülmektedir. SO_2 eğrisi incelendiğinde de yaz aylarında minimum, kış aylarında ise maksimum değerleri aldığı görülmektedir. yaz mevsimlerinde minimum değerlerini, kış mevsimlerinde ise maksimum değerlerini aldığı görülmektedir. PM eğrisine bakıldığında

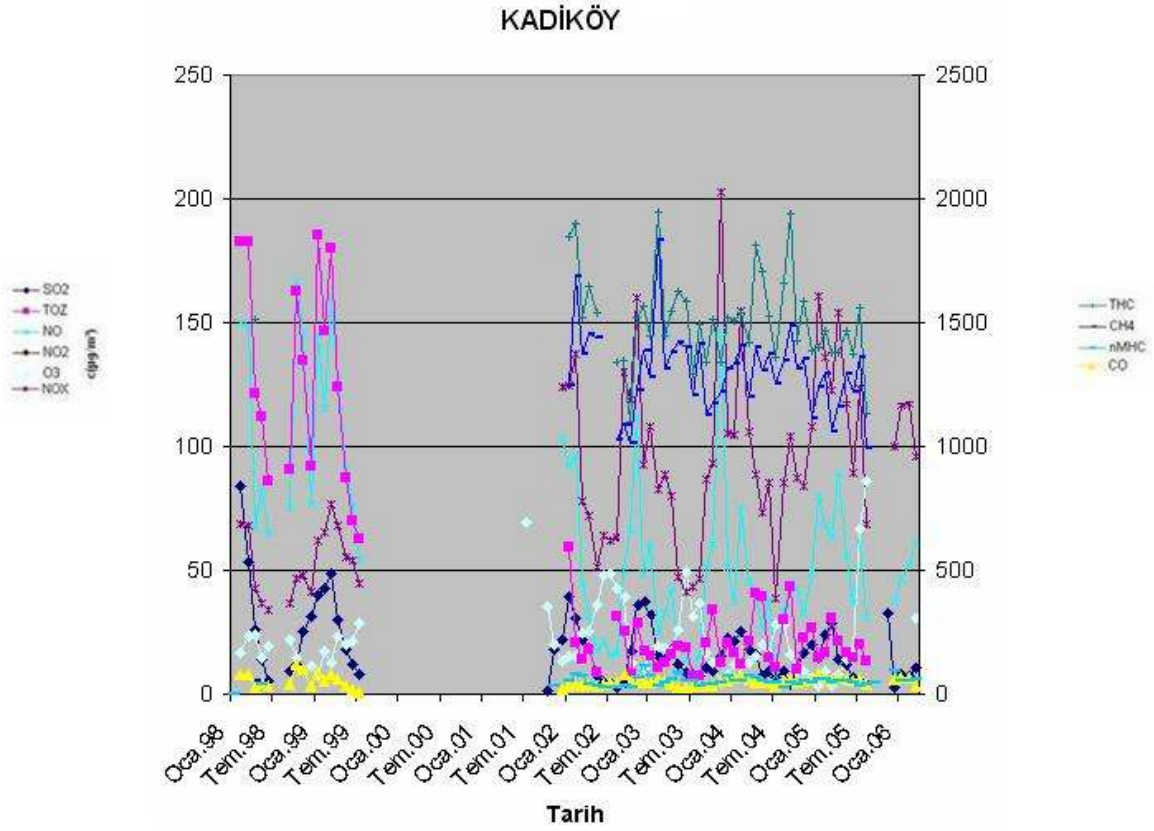
minimum konsantrasyonlar 2003 yılı hariç yaz mevsiminde, maksimum konsantrasyonlar ise biraz kaymalar olmalar karşın kış mevsimlerinde görülmüştür. 1998 ve 1999 Şubatlarında $250\mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi çok yüksek değerler aldığı görülmektedir. CH_4 ve THC eğrilerinin aynı trendleri gösterdikleri açıkça görülmektedir. Doğalgazın bileşenlerinden olan THC, CH_4 kış aylarıyla birlikte artışa geçmektedir.

Şekil.7.2.Beşiktaş ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



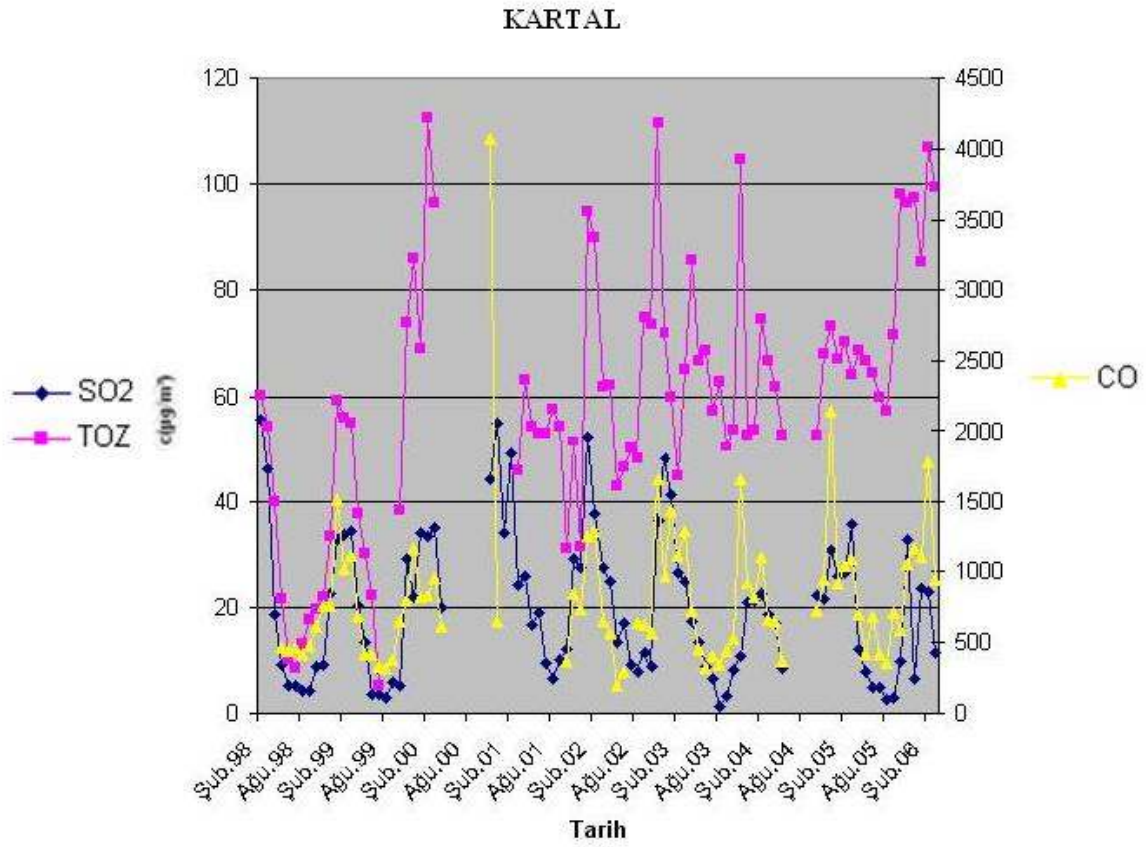
Şekil.7.2. incelendiğinde SO_2 , NO ve PM eğrilerinin paralellik gösterdiği görülmektedir. Buradan Beşiktaş ilçesindeki trafik yoğunluklu kirlenmeden söz etmek mümkündür. Doğalgaz atıklarından olan CH_4 , nMHC ve THC eğrileri de paralel olmasına karşın PM eğrisiyle benzer artışlar göstermemektedir. Bu ise Beşiktaş ilçesinde doğalgaz kaynaklı kirlenmenin fazla olmamasının sonucu sayılabilir.

Şekil.7.3.Kadiköy ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



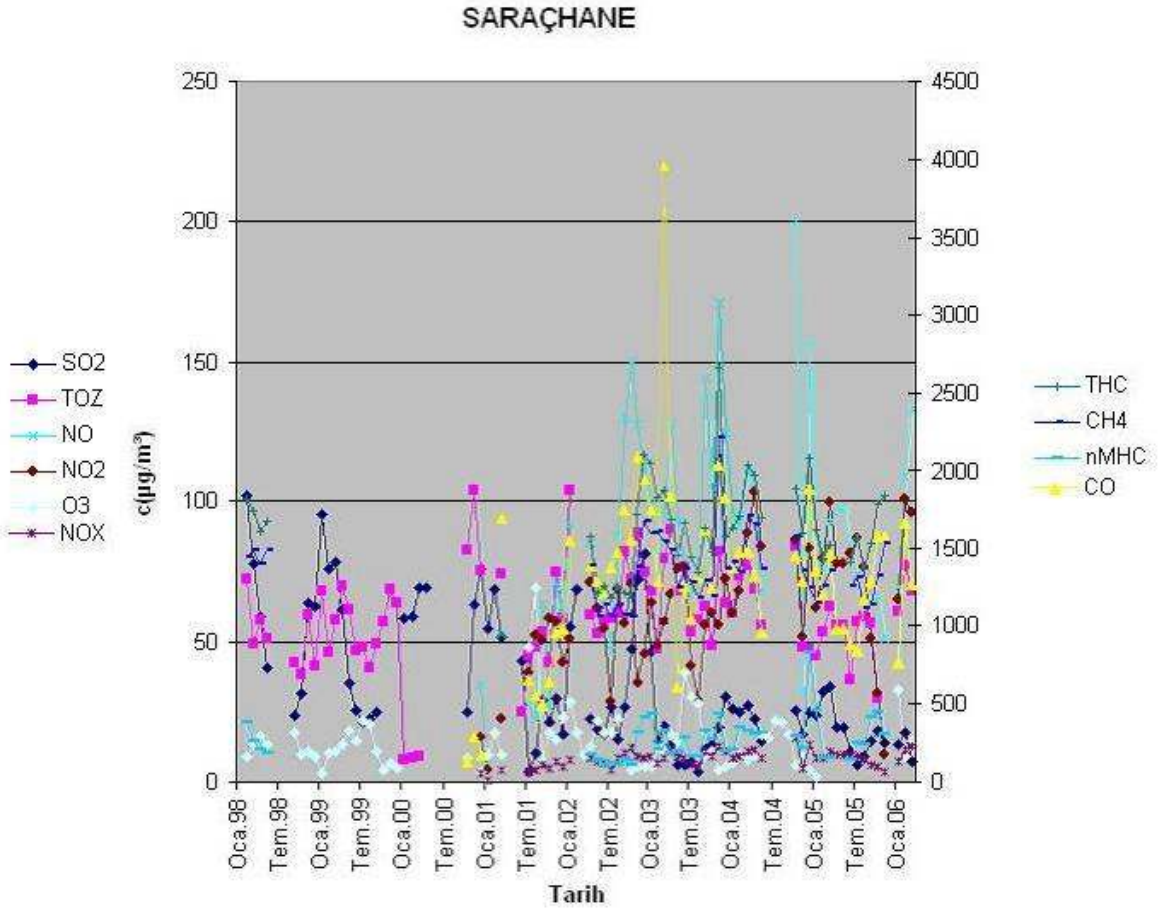
Şekil 7.3 incelendiğinde Azot oksitle Partiküler madde arasındaki ilişki irdelenecek olursa ölçüm yapılan yıllar boyunca azot oksitlerle PM'nin aynı değişim trendlerine sahip oldukları görülmektedir. Buradan Kadiköy ilçesinde trafik kökenli trafik varlığından söz etmek mümkündür. THC ve CH_4 eğrileri incelendiğinde kış aylarında THC ve CH_4 'nin maksimum seviyeye eriştiği, ilkbahar ve sonbaharda ise minimum seviyelerine düştüğü veya azalmaya başladığı görülmektedir. THC , CH_4 ve PM'nin yaklaşık olarak aynı dağılım trendinde olduğu görülmektedir. Doğalgazın bileşenlerinden olan THC , CH_4 kış aylarıyla birlikte artışa geçmektedir.

Şekil.7.4.Kartal ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



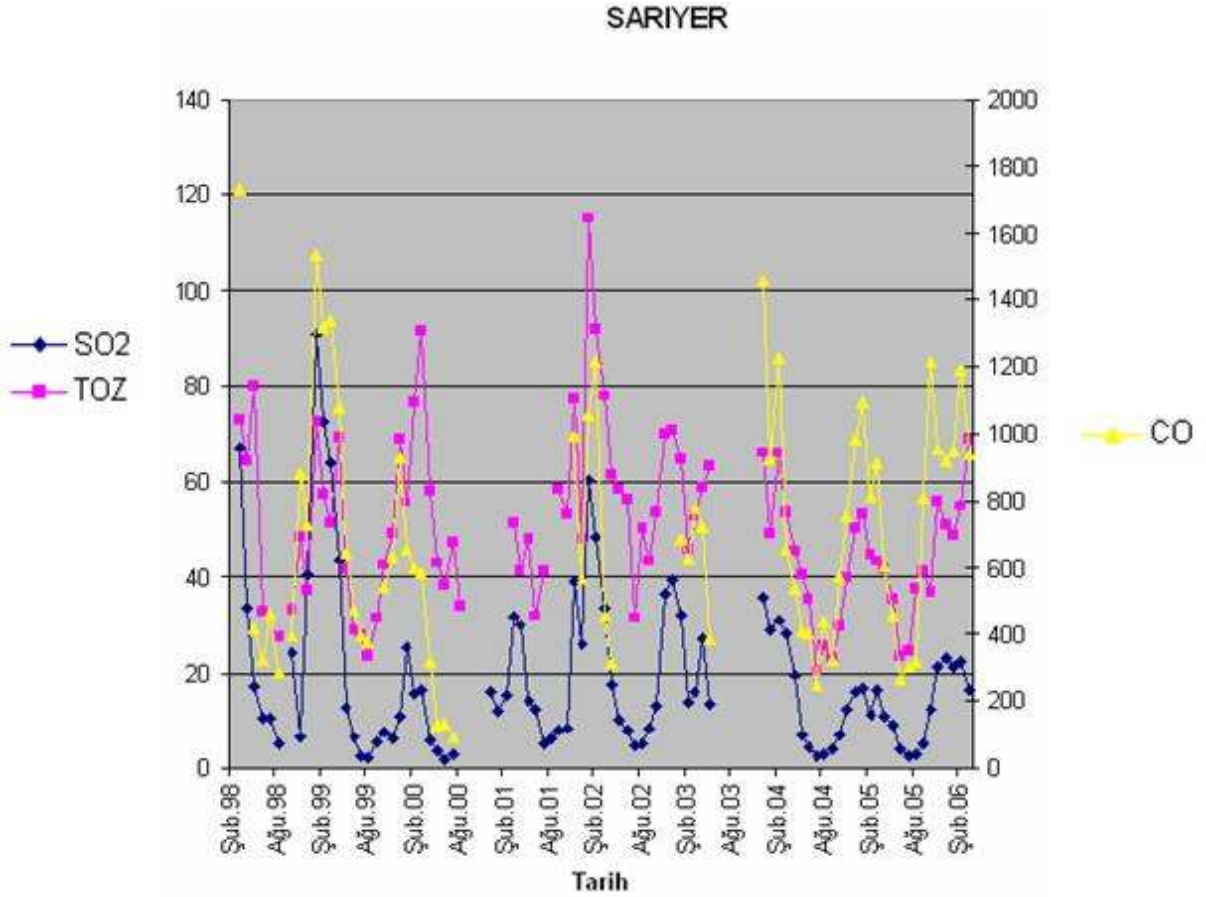
Şekil.7.4. incelendiğinde SO₂ ve CO'nun eş zamanlı artışlar ve azalmalar gösterdiği görülebilmektedir. Özellikle 1998-1999 yıllarında PM değerleri de CO ve SO₂ ile aynı trendi göstermektedir. Yalnızca 2001 yılında SO₂ değerleri arttıkça PM değerlerinin arttığı görülmektedir. 2002, 2003 ve 2004 kışlarında ise her üç kirleticinin de aynı trendlerde hareket ettikleri görülmektedir. PM ile CO arasındaki ilişkinin PM ve SO₂ arasındaki ilişkiyle örtüşmesi yakıt esaslı kirliliğin varlığını desteklemektedir.

Şekil.7.5.Saraçhane ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



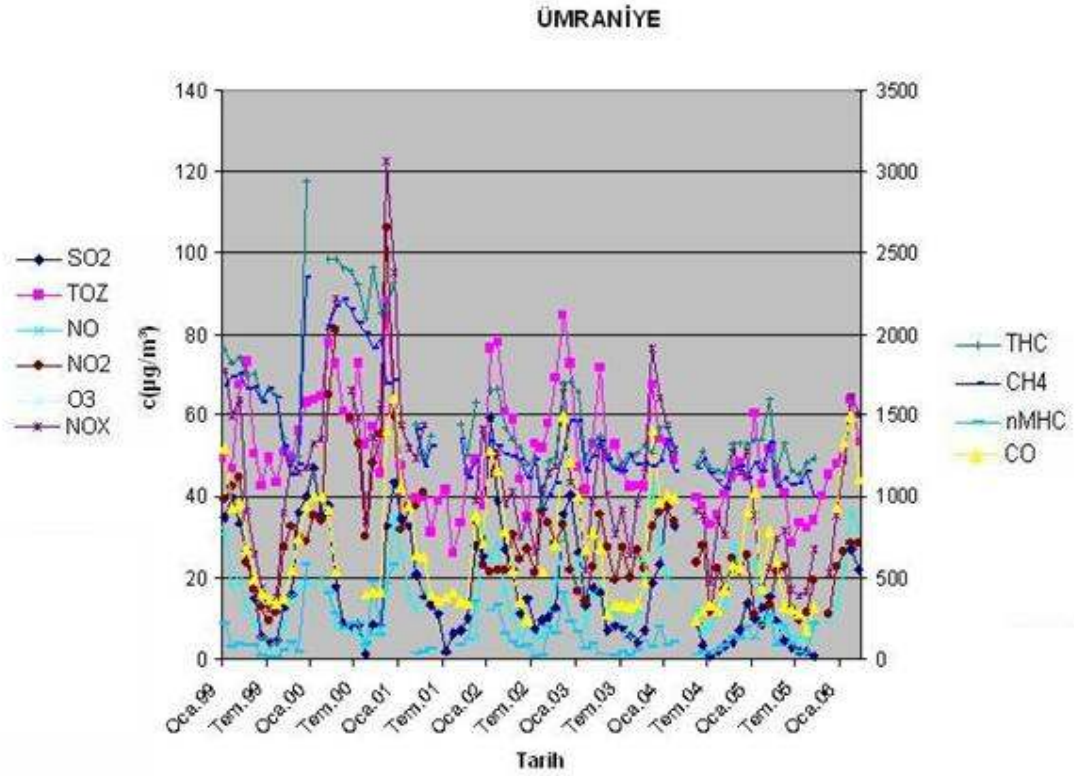
Şekil.7.5. incelendiğinde 2002 yılına kadar SO_2 'nin yüksek konsantrasyonlara ulaştığı,daha sonraki yıllarda ise düşük konsantrasyon değerlerini aldığı görülmektedir.PM eğrisine bakıldığında minimum konsantrasyonlar 2003 yılı hariç yine bahar mevsiminde,maksimum konsantrasyonlar ise biraz kaymalar olmalar karşın kış mevsimlerinde görülmüştür.Buradan,2003 yılı için hariç SO_2 ve PM arasında doğru orantı gözlemlendiği söylenebilir. NO_x eğrisi incelendiğinde ise sonbahardan kış aylarına geçişte bir yükselme trendi göze çarpmaktadır.Minimum değerler sonbahar aylarında görülürken maksimum değer için belirli bir dağılım görülmemektedir. NO_2 eğrisi ile PM eğrisinin doğru orantılı rahatlıkla görülebilmektedir.Burada trafik kökenli kirleticilerin varlığından söz etmek mümkündür.

Şekil.7.6.Sarıyer ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



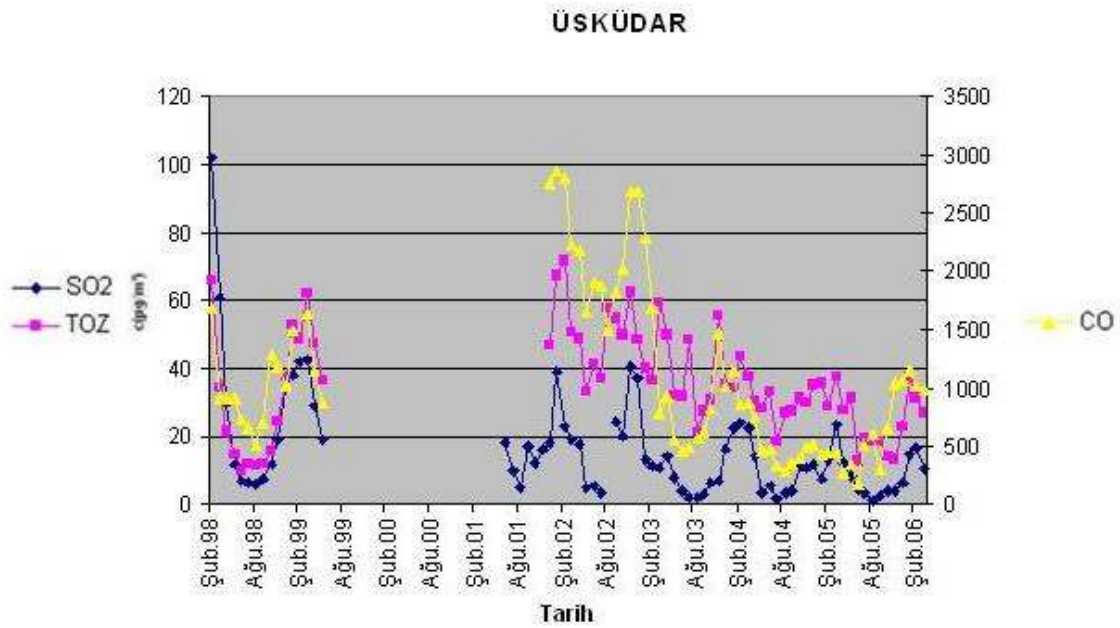
Şekil.7.6. incelendiğinde SO_2 ve CO'nun eş zamanlı artışlar ve azalmalar gösterdiği görülebilmektedir. Özellikle 1999 ve 2002 yıllarında PM değerleri de CO ve SO_2 ile aynı trendi göstermektedir. Ölçüm yapılan 1998-2006 yılları arasında her üç kirleticinin de genel olarak aynı trendlerde hareket ettikleri görülmektedir. PM ile CO arasındaki ilişkinin PM ve SO_2 arasındaki ilişkiyle örtüşmesi yakıt esaslı kirliliğin varlığını desteklemektedir. 1998 kışında çok yüksek olan SO_2 konsantrasyonlarının gittikçe düşmesi, yalnızca 2002 kışında ufak bir artış göstermesi Sarıyer ilçesinde doğalgaz kullanımının giderek yaygınlaştığının göstergesidir.

Şekil.7.7.Ümraniye ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



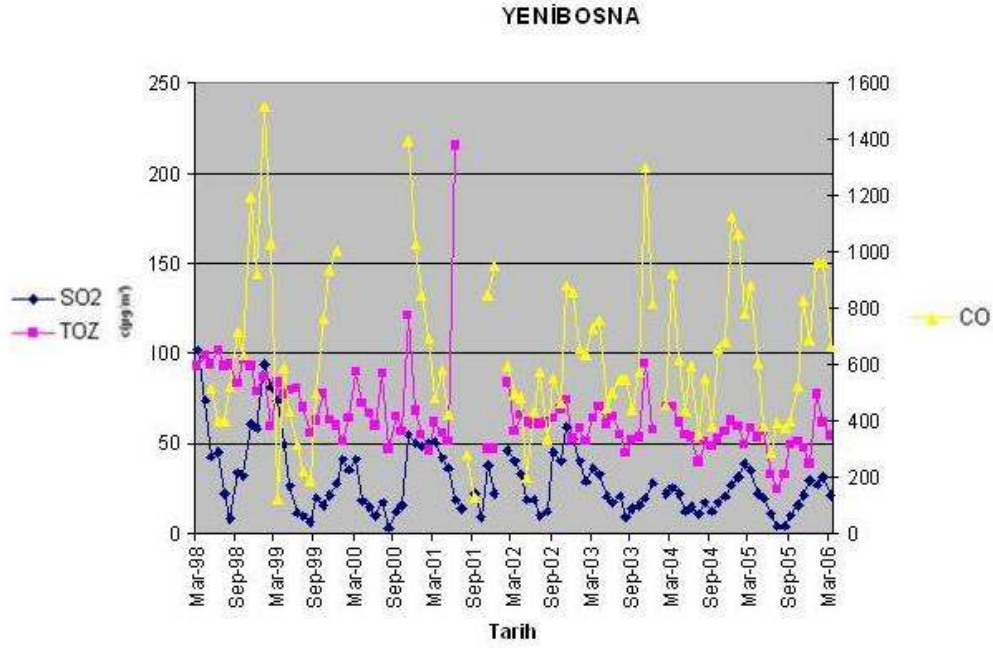
Şekil 7.7 incelendiğinde Azot oksitle Partiküler madde arasındaki ilişki irdelenecek olursa ölçüm yapılan yıllar boyunca azot oksitlerle PM'nin aynı değişim trendlerine sahip oldukları görülmektedir. THC ve CH₄ eğrileri incelendiğinde kış aylarında THC ve CH₄'nin maksimum seviyeye eriştiği, ilkbahar ve sonbaharda ise minimum seviyelerine düştüğü veya azalmaya başladığı görülmektedir. Özellikle 2000-2001-2002-2003 ve 2004 Kış aylarına bakılacak olursa, THC konsantrasyonu maksimum seviyesindedir, bunun nedeni olarak havaların soğumasıyla birlikte ısınma amaçlı doğalgaz kullanımının artması gösterilebilir. 2000, 2001 ve 2002 yıllarında THC, CH₄ ve PM'nin yaklaşık olarak aynı dağılım trendinde olduğu görülmektedir. Doğalgazın bileşenlerinden olan THC, CH₄ kış aylarıyla birlikte artışa geçmektedir.

Şekil.7.8.Üsküdar ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



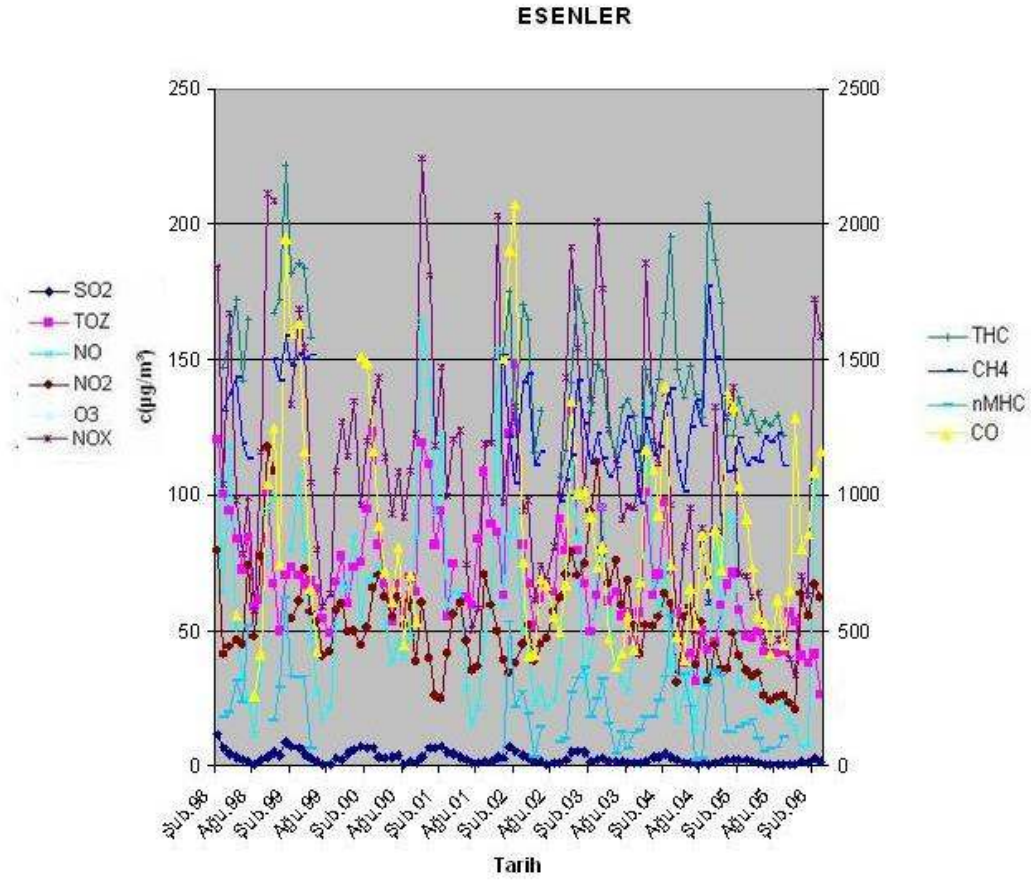
Şekil.7.8. incelendiğinde Üsküdar ilçesinde PM,SO₂ ve CO'nun eş zamanlı artışlar ve azalmalar gösterdiği görülebilmektedir. Ölçüm yapılan 1998-2006 yılları arasında her üç kirleticinin de genel olarak aynı trendlerde hareket etmeleri yani PM ile CO arasındaki ilişkinin PM ve SO₂ arasındaki ilişkiyle örtüşmesi yakıt esaslı kirliliğin varlığını desteklemektedir.2003 yılından itibaren bütün kirletici konsantrasyonlarında gözlenen düşüşler Üsküdar ilçesinde doğalgaz kullanımının giderek yaygınlaştığının göstergesidir.

Şekil.7.9.Yenibosna ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.



Şekil.7.9. incelendiğinde PM konsantrasyonlarının ölçüm yapılan yıllar boyunca 2001 kışındaki episod hariç neredyse sabit olduğu görülmektedir. CO eğrisine bakıldığında PM ile aynı zaman aralıklarında artma yada azalma gösterdiği görülebilmektedir. SO₂ eğrisi ise 2003 yılı ve sonrasında PM ile aynı trendleri gösterirken 2003 yılına CO ile aynı trendde görülmektedir.

Şekil.7.10.Esenler ilçesinde kirleticilerin yıllara göre dağılımları.

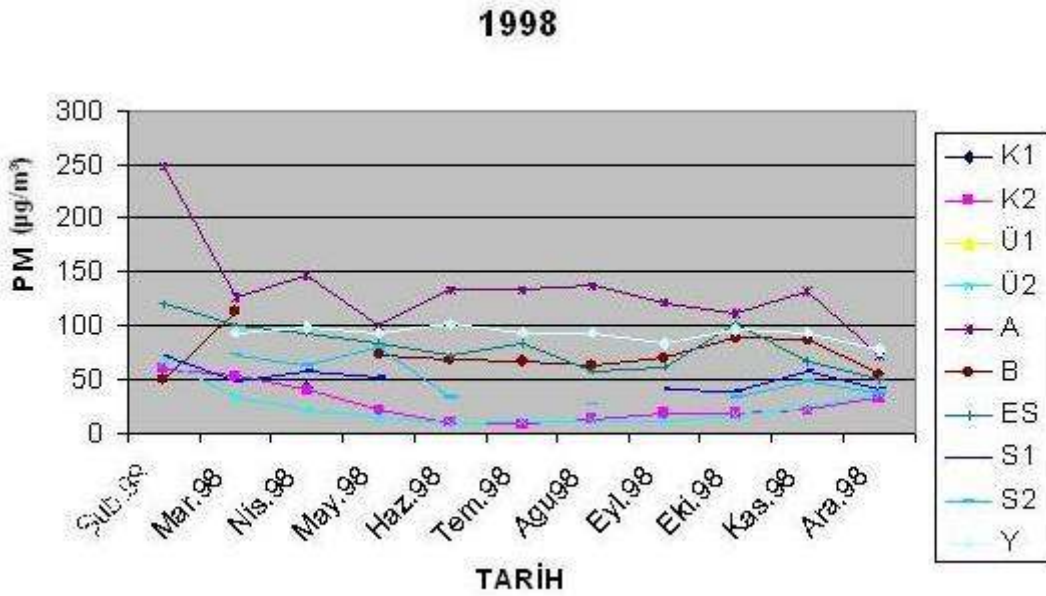


Şekil.7.10 incelendiği takdirde incelendiğinde Esenler ilçesinde de kış aylarında PM artış göstermektedir.1998 yılından itibaren araştırmanın yapıldığı yıllarda özellikle 2003 yılında bütün kış mevsimlerinde PM konsantrasyonları artmaktadır.NO,NO_x ve CO eğrilerinin aynı trendlerde oldukları görülmektedir. THC,CH₄ ve PM'nin yaklaşık olarak aynı dağılım trendinde olduğu görülmektedir.Doğalgazın bileşenlerinden olan THC,CH₄ kış aylarıyla birlikte artışa geçmektedir.

Tablo.7.1.1998 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Şub.98	*	60	*	66	249	50	120	72	*	*
Mar.98	*	54	*	34	127	113	100	49	73	93
Nis.98	43	40	*	21	146	*	94	58	64	99
May.98	*	22	*	15	100	73	84	51	80	94
Haz.98	*	10	*	10	134	68	72	*	33	102
Tem.98	*	9	*	12	134	66	84	*	*	93
Ağu98	*	13	*	11	136	64	59	*	27	94
Eyl.98	*	18	*	12	121	70	61	42	*	83
Eki.98	*	19	*	16	112	88	101	38	33	97
Kas.98	*	22	*	24	131	86	67	59	48	93
Ara.98	*	33	*	37	72	55	50	41	37	79

Şekil.7.11.İstasyonların 1998 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması

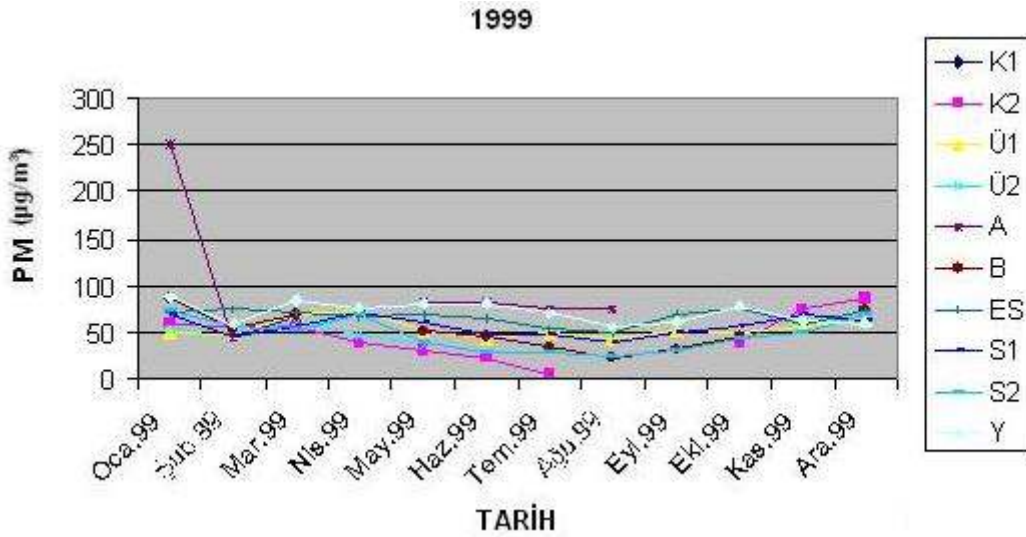


Tablo 7.1 incelendiği vakit 1998 yılı içerisinde Alibeyköy ilçesinde konsantrasyonların hayli yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan hiçbir istasyonda yıllık ortalama konsantrasyonlar Avrupa Birliği üye ülkelerinde uygulanan $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ konsantrasyonunu sağlayamamaktadır. Şekil 7.11.de görüldüğü üzere hemen hemen bütün istasyonların Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında benzer şekilde sabit değerleri verdiği görülmektedir.

Tablo.7.2.1999 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Oca.99	*	59	49	53	251	86	70	68	72	87
Şub.99	*	56	47	49	43	54	74	46	57	59
Mar.99	*	55	68	62	67	68	70	58	51	84
Nis.99	*	38	73	48	*	*	67	70	69	77
May.99	*	30	51	37	82	52	68	61	41	80
Haz.99	*	22	43	*	83	46	65	47	29	81
Tem.99	*	5	49	*	74	34	54	48	28	70
Ağu.99	*	*	43	*	74	23	49	41	24	56
Eyl.99	*	*	51	*	*	33	68	49	31	62
Eki.99	*	38	49	*	*	45	77	57	43	78
Kas.99	*	74	56	*	*	*	59	69	49	63
Ara.99	*	86	63	*	*	74	73	64	69	60

Şekil.7.12.İstasyonların 1999 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması

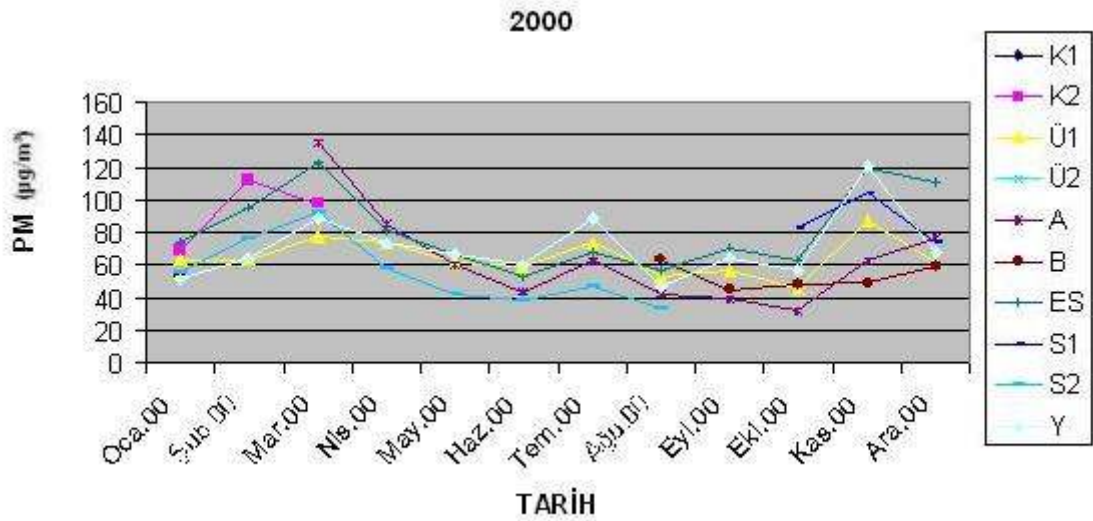


Tablo.7.2. incelendiği vakit 1999 yılı Ocak ayında içerisinde Alibeyköy ilçesinde konsantrasyonunun hayli yüksek olduğu ,ancak 1998 yılının aksine yılın kalanında diğer bütün istasyonlarla birlikte $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in altında seyrettiği görülmektedir. Şekil.7.12.de görüldüğü üzere 1999 yılının neredeyse tamamında bütün istasyonlar için anlamlı sayılacak korelasyonlar mevcuttur.

Tablo.7.3.2000 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Oca.00	*	69	64	*	*	54	75	*	56	51
Şub.00	*	112	64	*	*	*	95	*	77	65
Mar.00	*	97	78	*	135	*	123	*	92	89
Nis.00	*	*	73	*	86	*	81	*	58	73
May.00	*	*	61	*	60	*	67	*	43	67
Haz.00	*	*	59	*	44	*	53	*	38	60
Tem.00	*	*	73	*	63	*	68	*	47	89
Ağu.00	*	*	53	*	43	64	57	*	34	47
Eyl.00	*	*	57	*	39	45	70	*	*	65
Eki.00	*	*	46	*	32	48	64	82	*	57
Kas.00	*	*	88	*	62	49	119	104	*	121
Ara.00	*	*	61	*	77	59	111	75	*	68

Şekil.7.13.İstasyonların 2000 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması

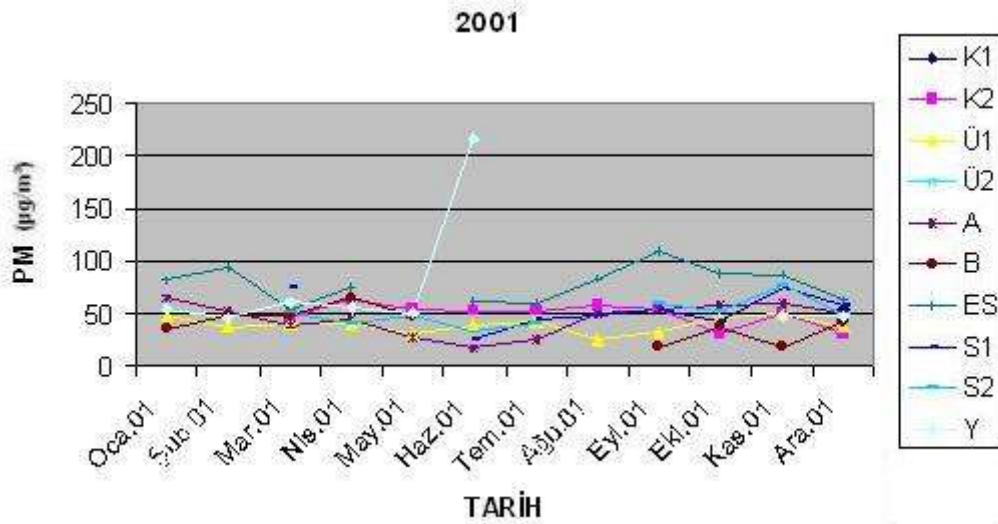


Şekil.7.13'e bakıldığında 2000 yılında bütün istasyonlarda PM konsantrasyonlarının $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in altında seyrettiği görülmektedir. Bütün istasyonlarda konsantrasyonlar benzer korelasyon göstermektedir. Mart, Temmuz ve Kasım aylarında bütün istasyonlarda pik değerler gözlemlendiği görülmektedir.

Tablo.7.4.2001 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Oca.01	*	*	47	*	65	36	82	*	*	55
Şub.01	*	*	37	*	52	47	94	*	*	46
Mar.01	*	46	40	*	39	48	55	74	51	62
Nis.01	*	63	40	*	45	64	74	*	41	56
May.01	*	54	31	*	27	47	*	*	48	51
Haz.01	*	53	39	*	17	*	62	25	32	216
Tem.01	*	53	42	*	25	*	59	45	41	*
Ağu.01	*	58	26	*	49	*	84	48		*
Eyl.01	*	54	33	*	54	19	108	54	59	*
Eki.01	32	31	46	*	58	37	89	42	53	*
Kas.01	*	51	49	*	59	18	86	75	77	47
Ara.01	54	31	38	47	49	42	63	58	48	47

Şekil.7.14.İstasyonların 2001 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması

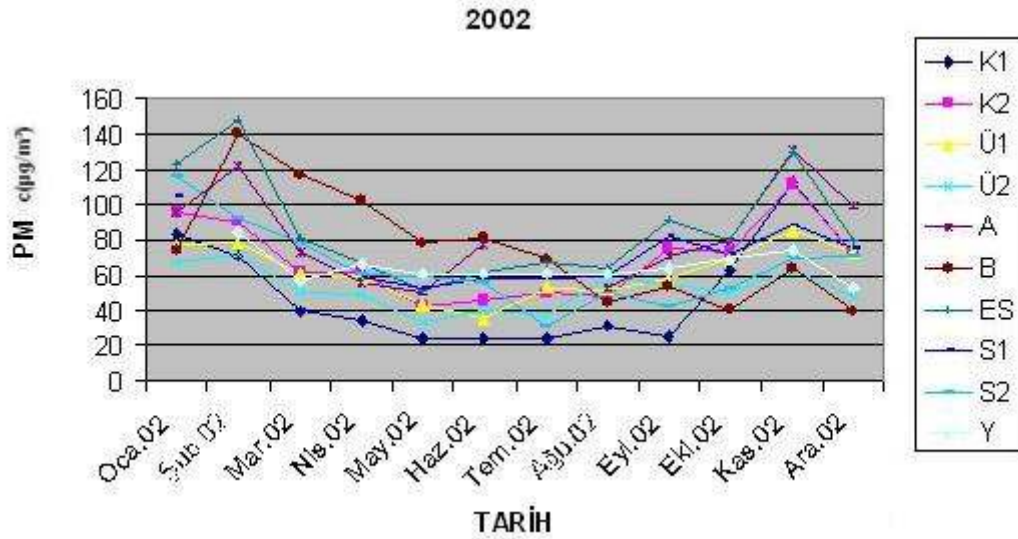


Şekil.7.14. incelendiğinde 2001 yılında bütün istasyonlarda PM konsantrasyonlarının 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in altında seyrettiği, yalnızca Yenibosna istasyonunda Haziran ayında 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'a çıktığı görülmektedir. 2001 yılında konsantrasyonlar benzer bir eğilim göstermemektedir.

Tablo7.5.2002 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Ock.02	83	95	77	67	95	74	123	104	115	
Şub.02	71	90	78	72	122	140	148	*	92	84
Mar.02	40	62	61	51	73	116	81	*	78	57
Nis.02	34	62	59	49	56	102	67	59	61	66
May.02	24	43	44	33	51	78	52	53	59	61
Haz.02	24	46	35	41	77	81	62	58	56	61
Tem.02	24	50	53	37	*	69	67	58	31	61
Ağu.02	31	48	52	58	53	45	64	60	50	61
Eyl.02	25	75	58	55	71	54	91	82	43	64
Eki.02	63	73	69	50	79	41	79	72	53	69
Kas.02	112	111	85	63	131	64	130	88	70	74
Ara.02	72	72	73	48	99	39	79	75	71	53

Şekil.7.15.İstasyonların 2002 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması

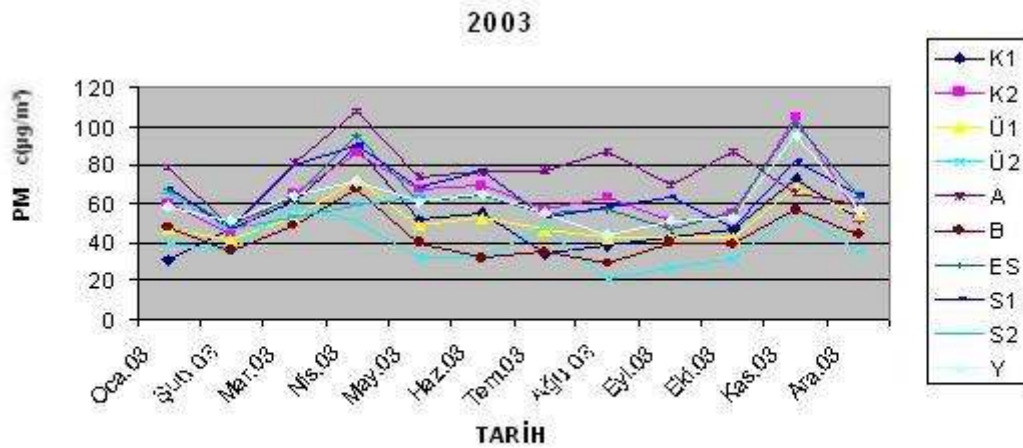


Tablo.7.5. incelendiğinde 2002 yılında bütün istasyonların benzer artma-azalma trendleri gösterdiği görülmektedir. Bütün istasyonlarda PM konsantrasyonlarının $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in altında seyrettiği, ancak Avrupa Birliği sınır değeri olan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in üzerinde seyrettiği görülmektedir. Şekil.7.15 de görüldüğü üzere 1999 yılının neredeyse tamamında bütün istasyonlar için anlamlı sayılacak korelasyonlar mevcuttur.

Tablo.7.6. 2003 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Oca.03	31	60	47	40	79	48	67	68	65	58
Şub.03	46	45	41	36	48	36	49	47	46	51
Mar.03	62	65	53	59	81	49	63	80	53	64
Nis.03	89	86	72	50	108	67	95	90	59	71
May.03	52	67	49	32	74	40	61	68	63	61
Haz.03	55	69	53	32	76	32	64	77	*	65
Tem.03	34	57	46	48	77	35	55	53	*	55
Ağu.03	38	63	42	21	87	29	57	58	*	44
Eyl.03	43	50	43	27	70	40	46	63	*	51
Eki.03	46	54	42	31	87	39	56	48	*	53
Kas.03	73	105	68	56	66	57	101	82	*	95
Ara.03	52	53	54	35	59	44	63	64	66	57

Şekil.7.16. İstasyonların 2003 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması

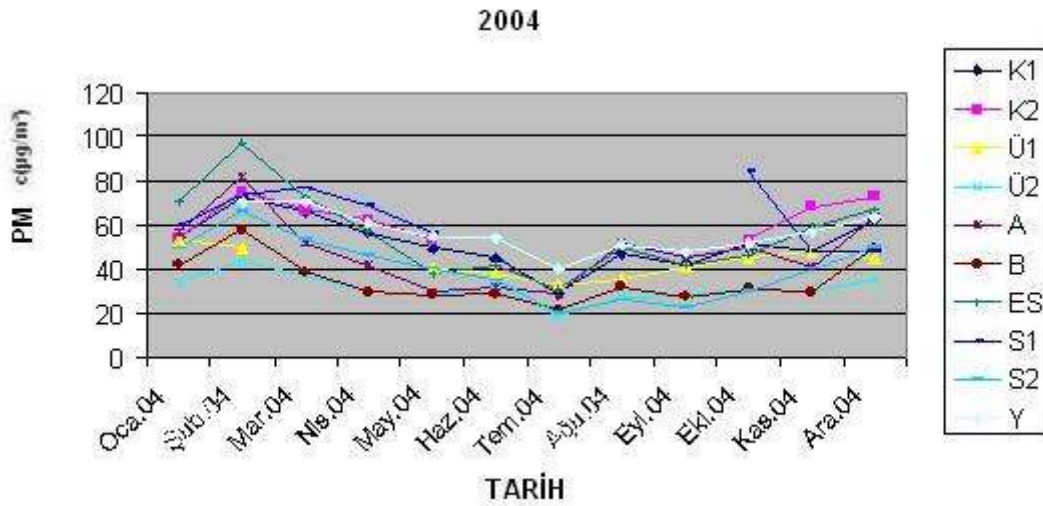


Şekil.7.16 incelendiğinde bütün istasyonlarda PM değerlerinin $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in altında seyrettiği, ancak yıl geneline bakıldığında Üsküdar, Beşiktaş ve Ümraniye haricindeki hiçbir istasyonda Avrupa Birliği sınır değeri olan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in altında olmadığı görülmektedir. Bütün istasyonlarda artma-azalma eğilimleri Üsküdar ve Alibeyköy hariç benzerdir.

Tablo.7.7.2004 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Oca.04	55	54	53	34	57	42	71	60	49	*
Şub.04	73	75	49	43	82	58	97	74	66	71
Mar.04	66	67	*	37	52	39	72	77	53	71
Nis.04	56	62	*	30	42	30	57	69	46	61
May.04	49	53	40	28	30	28	38	56	40	55
Haz.04	45	*	38	33	32	29	42	*	35	54
Tem.04	29	*	33	19	29	21	31	*	20	40
Ağu.04	47	*	36	27	52	32	50	*	26	51
Eyl.04	42	*	41	28	45	27	42	*	23	48
Eki.04	52	53	45	31	49	31	46	84	30	52
Kas.04	48	68	48	30	41	30	59	48	40	57
Ara.04	62	73	45	35	64	49	67	48	50	63

Şekil.7.17.İstasyonların 2004 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması

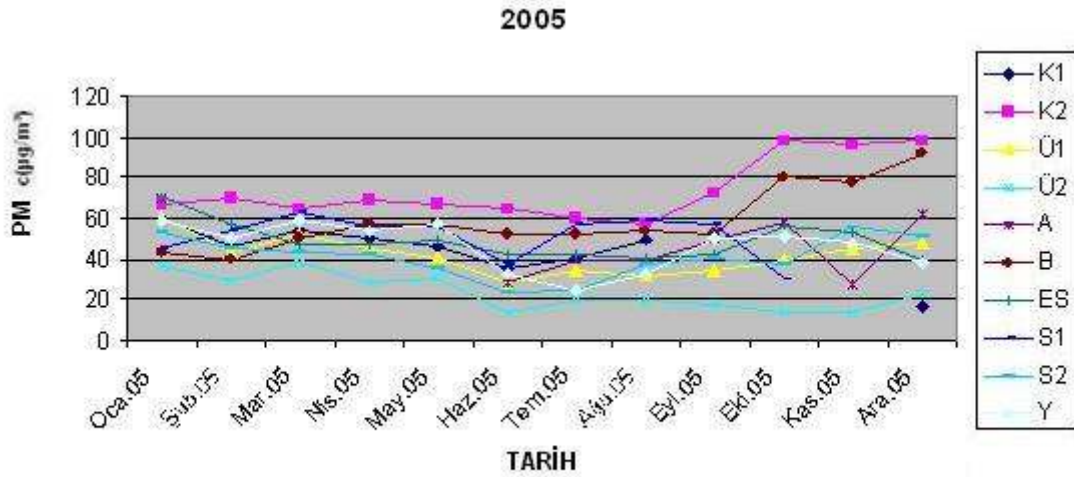


Şekil.7.17 incelendiğinde bütün istasyonlarda 2004 yılı boyunca PM değerlerinin $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında seyrettiği, yıl geneline bakıldığında Üsküdar, Ümraniye, Beşiktaş ve Sarıyer (Şubat ve Mart hariç) ilçelerinde yıl boyunca Avrupa Birliği sınır değeri olan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında olduğu görülmektedir. Bütün istasyonlarda yaklaşık eş zamanlı en yüksek ve en düşük pikler görülmektedir.

Tablo.7.8.2005 yılı ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Oca.05	60	67	61	36	70	43	71	45	53	59
Şub.05	46	70	43	29	*	40	57	54	45	50
Mar.05	54	64	52	38	*	50	47	63	43	59
Nis.05	50	69	45	28	*	57	47	56	42	54
May.05	46	67	41	31	*	57	49	56	35	57
Haz.05	35	64	28	13	28	52	42	37	24	33
Tem.05	41	60	34	19	40	52	42	57	25	25
Ağu.05	49	57	32	19	39	54	41	59	37	33
Eyl.05	*	72	34	18	49	52	42	57	41	50
Eki.05	*	98	40	14	58	80	56	30	37	51
Kas.05	*	96	45	13	27	78	53	*	56	48
Ara.05	17	98	48	23	62	92	40	*	51	38

Şekil.7.18.İstasyonların 2005 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması

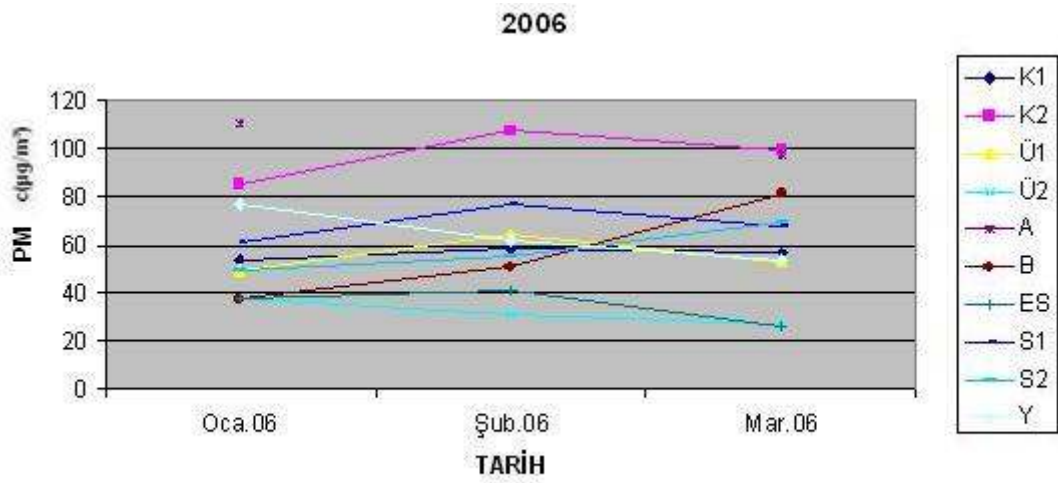


Tablo.7.8'a bakıldığında bütün 2005 yılı boyunca hiçbir istasyonda PM değerlerinin 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in üzerine çıkmadığı görülmektedir, bu sevindirici bir gelişmedir. Şekil.7.18. incelendiğinde ise bütün istasyonların yaklaşık olarak aynı artma-azalma profilleri gösterdiği görülmektedir.

Tablo.7.9.2006 yılı ilk 3 ayının ilçelere göre aylık ortalama PM10 konsantrasyonları.

AY	İLÇE SEMBOLÜ									
	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	ES	S1	S2	Y
Oca.06	54	85	49	38	110	37	38	61	49	77
Şub.06	58	107	64	31	*	51	41	77	55	62
Mar.06	57	99	53	27	98	81	26	68	69	54

Şekil.7.19.İstasyonların 2006 yılına ait aylık PM ölçüm verilerinin grafiksel karşılaştırılması



Şekil.7.9. incelendiğinde Kartal,Saraçhane,Ümraniye ve Esenler ilçelerinin benzer eğilimler gösterdikleri görülmektedir. 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'in üzerine yalnızca Ocak ayında Kartal'da ve Şubat ayında Alibeyköy'de olmak üzere 2 kere çıkmıştır.

Şekiller incelendiğinde özellikle Nisan-Ekim ayları arasında konsantrasyonların oldukça düşük olduğu görülmektedir.Bunun nedeninin ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar olabileceği düşünülmektedir.

8. METEOROLOJİK PARAMETRELER

Bir bölgedeki hava kirliliğinin kontrolündeki amaç, o bölgeye uzak çevredeki kirletici kaynaklardan ulaşan ikincil kirleticiler ile yakın çevredeki emisyonlardan kaynaklanan birincil kirleticilerin o bölgenin havasında oluşturduğu kirletici konsantrasyonlarının yönetmeliklerde belirlenen sınır değerlerinin altında tutulmasıdır.

Kirleticilerin atmosferde uzak çevreye dağılmasını etkileyen başlıca faktörler; rüzgar hızı, rüzgar yönü, kirletici kaynak biçimi (nokta, yayılı), kirletici kaynakların konumu ve atmosferik stabilite (kararlılık) durumlarıdır.

İstanbul'da Anadolu ve Avrupa yakasında meteorolojik parametrelerin ölçümü yapılmaktadır. Gerekli meteorolojik parametreler Ankara'dan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Temin edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

Sıcaklık(°C),Çiğ noktası sıcaklığı(°C),nem(%),basınç(mb),rüzgar hızı(m/sn)

Rüzgar yönünün farklı şekillerde ifade edilişi Çizelge.8.1.'de gösterilmiştir.

Tablo.8.1. Rüzgar Yönlerinin Gösterilişi

1	K	22,5°
2	KKD	45°
3	KD	67,5°
4	DKD	90°
5	D	112,5°
6	DGD	135°
7	GD	157,5°
8	GGD	180°
9	G	202,5°
10	GGB	225°
11	GB	247,5°
12	BGB	270°
13	B	292,5°
14	BGB	315°
15	KB	337,5°
16	KKB	360°

8.1.Meteorolojik Parametrelerle Kirlilik Parametrelerinin İlişkisi

8.1.1. Sıcaklık Ve Kirlilik İlişkisi

Bir bölgedeki hava kirliliğinin azalıp veya çoğalmasında en önemli meteorolojik parametrelerden biri sıcaklıktır. Sıcaklığın artması veya azalmasıyla ısınma ihtiyacı da artacak veya azalacaktır. Buna paralel olarak da atmosfere çıkan kirletici konsantrasyonu artacak veya azalacaktır. Diğer yandan sıcaklığın troposferdeki yükseklikle değişimi -diğer bir deyimle sıcaklık gradyanı- hava tabakasının kararlı-kararsız oluşunda etkili olmaktadır. Bu da kirletici konsantrasyonlarının azalmasına da artmasına neden olmaktadır.

Kış aylarında hava kirliliği değerleri,düşük sıcaklık,düşük karışma yüksekliği,kirlilik inversiyonu,trafik yoğunluğu,sürücü alışkanlıkları yada arabaların kamyonlara oranı gibi faktörlere bağlı olarak yüksek çıkmakta ve kış sendromu yaşanmasına yol açmaktadır.(Kolehmainen et al,2000)

Grafik 8.1'e bakıldığında kritik PM ölçümü yapılan günlerin %25'inin Kasım ayında, %18'inin Şubat ayında, %15'inin ise Ocak ayında olduğu görülmektedir.Toplamda kritik Partiküler madde ölçümü yapılan günlerin %84'ü İstanbul için ısınma ihtiyacı gerektiren Kasım,Aralık,Ocak,Şubat,Mart ve Nisan aylarında vuku bulmuştur.

Tablo 8.2 incelendiğinde en fazla kritik ölçümün gerçekleştiği aylar incelendiğinde 2002 yılı Kasım ayında 26 gün , 2002 Ocak ayında 25 gün , 2003 yılı Nisan ayında ise 22 gün Kritik PM ölçümü yapılmış olduğu görülmektedir.

Şekil.8.15 , Şekil.8.16 , Şekil.8.17 ve Şekil.8.18 incelendiğinde 2 ilçede PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde 9 episodun 5'inde episodun gerçekleştiği günler boyunca ortalama sıcaklığın episodun gerçekleştiği ayın ortalama sıcaklık değerinden yüksek , 4'ünde ise gerçekleştiği ayın ortalama sıcaklık değerinden düşük olduğu görülmüştür. 3 ilçede PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde ise 4 episodların herbirinde ortalama sıcaklığın episodların gerçekleştiği ayın ortalama sıcaklık değerinden düşük olduğu görülmüştür. 4 ilçede PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde gerçekleşen dört episodun hepsinde ortalama sıcaklığın episodun gerçekleştiği ayın ortalama sıcaklık

değerinden düşük olduğu görülmüştür. Belirli bir genelleme yapmak mümkün olamamıştır.

8.1.2. Basınç Ve Kirlilik İlişkisi

Yüksek basınç sistemlerinde, atmosferin aşağı seviyelerindeki sirkulasyon, izobarlardan bir sapma yaparak alçak basınca yöneleceğinden divarjans yani inisi hareketler oluşur. Bu hareketler ise yukarı seviyelerde sıcaklık artmasına ve atmosferin kararlı hale gelmesine neden olur. Yüksek basınç sistemleri (antisiklonlar) genel olarak zayıf rüzgarlar veya durgun alanlar içerirler. Geceleri düşük seviyeli radyasyon tipli enversiyonlarla yukarı tabakalardaki havanın alçalması tipik özelliğidir. Bundan dolayı durgun bir antisiklon hava kirliliği olayı için önemli bir meteorolojik faktör oluşturmaktadır. (Donn William Lee, 1965)

Yüksek basınç alanlarında kütle taşınımı dışa doğru yani alçak basınca doğrudur. Coriolis kuvveti, basınç gradyanı kuvveti, merkezci kuvvet ve sürtünme kuvvetinin etkisi ile güney yarım kürede saat ibrelerinin tersi yönde bir dönüş gözlenir. Sürtünmenin etkisi ile dağılıcı bir akış meydana gelir.

Alçak basınç merkezlerinde hava cereyanları yatay doğrultuda merkeze doğru ve saat hareketi istikamettedir (kuzey yarımkürede). Bu hareket vorteks (çeviri) meydana getirerek havanın düşey doğrultuda yukarı doğru hareketini sağlar. Bu durum hava kirliticilerinin uzaklaştırılması bakımından son derece faydalıdır. Alçak basınç sistemlerinde yüksek basınç sistemlerinin aksine konverjans olayına rastlanmaktadır. Bu da kirlitici konsantrasyonlarının dağılmasına ve azalmasına neden olmaktadır. Bu bilgiler ışığında incelenen periyotta tüm bölgelerin kirlilik değerlerinin ortalaması alınarak oluşturulan basınç sistemleriyle ilgili tablodan şehir üzerinde yüksek basınç sistemi hakimken yüksek konsantrasyonların, alçak basınç sistemi hakimken düşük konsantrasyonların ve hakim basınç sisteminin tam olarak belirlenemediği durumda ise ortalama bir konsantrasyonun olduğu gözlenmektedir.

Şekil.8.15 , Şekil.8.16 , Şekil.8.17 ve Şekil.8.18’de PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aştığı episod günlerindeki basınç değerleri aylık ortalama basınç değerleriyle karşılaştırılmıştır. Bu tabloya göre episod günlerindeki basınç değerlerinin %40’ı aylık ortalama basınç değerlerinin üzerindedir. Kalan %60 ise basınç değerleri aylık ortalama basınç değerinden düşüktür. Episod günlerinin bir önceki ve bir sonraki günlerdeki basınç değerleri incelendiğinde episod günlerine kadar basıncın arttığı, episod günleri boyunca sabit kaldığı, episod günlerinden sonra

ise düşüşe geçtiği görülmüştür. Ayrıca episod günleri haricinde de PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı günlerdeki basınç değerleri bir önceki günün basınç değerlerinden büyüktür. Bu veriler değerlendirildiğinde basınç artışının PM konsantrasyonuna pozitif katkıda bulunduğu sonucuna varılabilir.

2 ilçede PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde 9 episodun 5'inde episodun gerçekleştiği günler boyunca ortalama basıncın episodun gerçekleştiği ayın ortalama basınç değerinden yüksek, 4'ünde ise gerçekleştiği ayın ortalama basınç değerinden düşük olduğu görülmüştür. 3 ilçede PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde ise 4 episodların herbirinde ortalama basıncın episodların gerçekleştiği ayın ortalama basınç değerinden düşük olduğu görülmüştür. 4 ilçede PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde gerçekleşen dört episodun hepsinde ortalama basıncın episodun gerçekleştiği ayın ortalama basınç değerinden düşük olduğu görülmüştür. Belirli bir genelleme yapmak mümkün olamamıştır.

8.1.3. Nem İle Kirlilik İlişkisi

Atmosferde bulunan nem hava sıcaklığının azalması ile yoğunlaşarak sis oluşumuna sebep olur. Hava içerisinde bulunan aerosoller bu yoğunlaşmada çekirdek görevi görürler. Enversiyon olayına ilaveten en önemli hava kirliliği problemleri sislerle beraber ortaya çıkmaktadır. Rüzgar hızı, karışma yüksekliği ve mutlak nemin Partiküler Madde konsantrasyonları üzerinde en fazla etkiye sahip meteorolojik parametreler olduğu düşünülmektedir. (Gebhart et al, 2001)

İncelenen datalar üzerinden yapılan korelasyonlarda nem ile A.P.M arasında belirgin bir ilişki bulunamamıştır. Ancak aylık korelasyonlarda bazı aylar için yüksek sayılabilecek korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günlerinin nem değerleri incelendiğinde bu değerlerin episodun meydana geldiği günün bir önceki günün nem değerlerinden daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Episod süresince nem değerlerinin çoğu artış göstermiş, episod sonrası için ise kesin bir trend gözlenememiştir.

8.1.4. Rüzgar İle Kirlilik İlişkisi

Gazlar ve belli bir periyotta havada kalabilecek kadar küçük olan partiküller hava hareketleriyle uzun mesafelere taşınabilirler. Bunun sonucu olarak kirleticiler sadece yerel kirlilik problemlerine değil aynı zamanda da bölgesel kirlilik problemlerine yol açarlar. Bir kaynaktan atmosfere bırakılan kirleticiler çeşitli hava hareketleri ile alıcılara (maruz kalanlara) doğru taşınır. Kirleticilerin atmosfer içindeki hareketi hem yatay hem de düşey doğrultuda meydana gelir. Kirletici havanın bu hareketi ile ne kadar büyük hacimde hava ile karşılaşır o kadar çok seyrelmiş olur ve konsantrasyonu azalır. Kirleticinin yatay doğrultudaki taşınması üzerinde en etkili meteorolojik faktör rüzgarlardır. Kirleticilerin atmosferde taşınmasında periyodik rüzgarlar ve bölgenin özellikleri etkili olmaktadır. En önemli kirlilik problemleri çok düşük rüzgar koşullarında meydana gelmiştir.(Down William,1965)

Rüzgar hızı, karışma yüksekliği ve mutlak nemin Partiküler Madde konsantrasyonları üzerinde en fazla etkiye sahip meteorolojik parametreler olduğu düşünülmektedir (Gebhart et al,2001).Durgun koşulların,partiküllerin dünya yüzeyine yakın yerlerde birikmesine yol açtığından yüksek PM konsantrasyonlarıyla orantılı olduğu düşünülmektedir.(Chow ve Watson,2001;Davis and Gay,1993b;Triantafyllou et al.,2002)Yüksek rüzgar hızları havalandırmayı arttırdığı halde,hem partiküllerin bölgeler arası taşınımına yol açtığından hemde yerdeki partiküllerin havalanmasına yol açtığından yüksek PM konsantrasyonlarına yol açmaktadır.(Brazel ve Nickling,1986,Chow ve Watson,2001;Davis ve Gay,1993;Gebhart et al 2001;Holcombe et al.,1997;Smith et al.,2001;Triantafyllou et al.,2002)

Kahire’de yapılan çalışmalarda rüzgar yönünün hem kirletici konsantrasyonlarını hemde kirleticiler arasındaki korelasyonu da etkilediği gözlenmiştir.Rüzgar hızı düşük olduğunda trafikle ilişkili kirletici konsantrasyonlarının en yüksek olduğu görülmüştür.Aynı zamanda en yüksek NO₂ ve O₃ ortalamaları nem oranı %40’dan düşük olduğunda gözlenmiştir.Nedeni güçlü dikey karışma olarak düşünülmüştür.Bir diğer etken olarak ise ozon oluşumuna neden olan hidrokarbonların oksidasyonunun öğleden sonra daha fazla gerçekleşmesi gösterilmektedir.CO, SO₂ ve PM değerleri için ise en yüksek ortalama konsantrasyonlar nemin %80’den büyük olması halinde görüldü.(H.K.Elminir,2005)

Genel olarak hava kirliliği değerleri kış ayları boyunca düşük sıcaklık,alçak karışma

yüksekliği,kirlilik inversiyonu ,trafik yoğunluğu,sürücü davranışları ve araba ve kamyon oranlarına bağlı olarak yükselmektedir.(Kolehmainen et al,2000)

EK A incelendiğinde kritik PM10 değeri gözlenen günlerdeki hakim rüzgar yönleri olarak Alibeyköy ilçesinde %24 ile DKD , %17 GB , %16 GD ve %15 GGB , Beşiktaş ilçesinde %22 GB , %22 GGB , %14 DKD , %14 BGB , Esenler ilçesinde %15 GB , %12 GGB , %8 KB , %8 K , Kadıköy ilçesinde %22 GB , %15 DKD , %15 K , Kartal ilçesinde %26 GGB , %16 GB , %13 D , Saraçhane ilçesinde %23 GB , % 18 DKD , %17 G , Sarıyer ilçesinde %30 GGB , %30 GB , %20 KB , Ümraniye ilçesi %23 G , %22 GGB , Üsküdar ilçesinde KD ve DKD , Yenibosna ilçesinde ise %32 GB , %11 G , %11 GGB , %11 GGD ve % 11 K şeklinde bir dağılım olduğu görülmektedir.Şekil.6.1'e bakıldığında Alibeyköy'ün Doğu-KuzeyDoğusunda Beşiktaş ilçesinin bulunduğu görülmektedir.Beşiktaş'ın hakim rüzgar yönü olan Güneybatı ve Güney-Güneybatısına bakıldığında Esenler ve Saraçhane ilçeleri görülmektedir.Esenlerin hakim rüzgar yönü olan üneybatı istikametine bakıldığında Yenibosna ilçesi görülürken,Sarıyer'in Güney-Güneybatısında Alibeyköy görülmekte olup hakim rüzgar yönü istikametinde bulunan komşu ilçelerinden rüzgarla taşınım ile kirleticilerin taşındıkları düşünülmektedir.

4 ilçede gözlenen episod günler içerisinde rüzgar yönleri dağılımları incelendiğinde %22 DKD , %15 GB , %14 GGB , %14 D yönleriyle hakim rüzgar yönü Doğu-Kuzeydoğu şeklinde gerçekleşirken, 3 ilçede gözlenen episod günler içerisinde rüzgar yönleri dağılımları incelendiğinde %15BKB , %15GGB ve %14 G yönleriyle hakim rüzgar yönü Güney-Güneybatı ve Batı-Kuzeybatı olarak tespit edilmiştir.2 ilçede gözlenen episod günler içerisinde rüzgar yönleri dağılımları %30 GB , %13 DKD , %13 GGB ve %13GD yönleriyle hakim rüzgar yönü Güneybatı iken 5 ilçede gözlenen episod günler içerisinde rüzgar yönleri dağılımları %33,3D , %33,3DKD , %33,3KD şeklinde ölçülmüştür.

2 ilçede PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde 9 episodun gerçekleştiği günler boyunca ortalama rüzgar hızının episodun gerçekleştiği ayın ortalama rüzgar hızı değerinden düşük olduğu görülmüştür. 3 ilçede PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde ise 4 episodun ikisinde ortalama rüzgar hızının episodların gerçekleştiği ayın ortalama rüzgar hızı değerinden düşük olduğu,ikisinde ise gerçekleştiği ayın ortalama rüzgar hızı değerinden yüksek olduğu görülmüştür. 4 ilçede

PM konsantrasyonunun $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı episod günleri incelendiğinde gerçekleşen dört episodun hepsinde ortalama rüzgar hızının episodun gerçekleştiği ayın ortalama rüzgar hızı değerinden düşük olduğu görülmüştür.

EK.B tablolar incelendiğinde kritik PM10 ölçülen günlerdeki rüzgar hızı yön dağılımlarına bakıldığında Kartal ilçesinde en yüksek rüzgar hızının GGB istikametinde , Kadıköy ilçesinde en yüksek rüzgar hızlarının GB ve DKD yönlerinde , Ümraniye ilçesinde G ve GGB istikametlerinde , Alibeyköy'de DKD yönünde , Beşiktaş'ta BGB yönünde , Esenler'de GB ve GGB yönlerinde , Sarıyer'de KKB ve DKD istikametlerinde , Sarıyer'de GGB ve GB yönlerinde , Üsküdar'da KD yönünde , Yenibosna'da ise G ve GB yönlerinde olduğu görülmektedir.

Tablo.8.2.İlçelerde ölçülen kritik PM10 değerlerinin aylara göre dağılımı

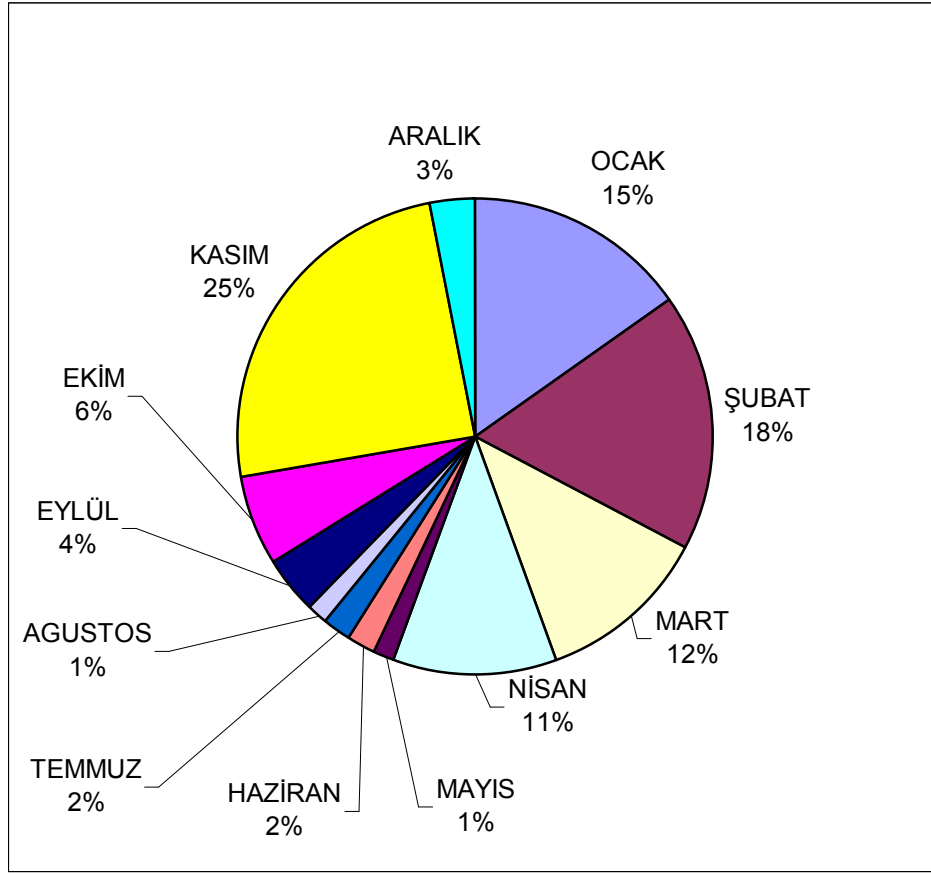
YIL	AY	K1	K2	Ü1	Ü2	A	B	E	S1	S2	Y	TOPLAM
1998	ŞUBAT					17		3				20
	MART					5		2				7
	NİSAN					4						4
	MAYIS					2					2	4
	HAZİRAN					3					2	5
	TEMMUZ					6						6
	AGUSTOS					4						4
	EYLÜL					5						5
	EKİM							6			2	8
	KASIM					8	2				2	12
	ARALIK		2									2
1999	OCAK					7						7
	MART					3					2	5
	NİSAN					2				2		4
	EYLÜL							2				2
	KASIM										1	1
	ARALIK										1	1
2000	ŞUBAT							2		2		4
	MART					3						3
	NİSAN					2						2
	EYLÜL								4			4
	EKİM								3			3
	KASIM			2				4			4	10

	ARALIK							4				4
2001	ŞUBAT							4				4
	EKİM									2		2
2002	OCAK	2	3	2	2	6	2	6	2			25
	ŞUBAT					6	5	6				17
	MART						3	3				6
	KASIM	5	3	3		8		2	5			26
	ARALIK					2						2
2003	NİSAN	4	2			6		7	3			22
	EKİM					2						2
	KASIM		8	2				4			2	16
2004	ŞUBAT							4				4
2005	OCAK							3		2		5
	EKİM		2									2
	KASIM		3					2				5
2006	OCAK	2	4									6
	ŞUBAT		1									1
	MART		4			2	4			2		12
	TOPLAM	13	32	9	2	103	16	64	17	10	18	284

Tablo.8.3.İlçelerde ölçülen kritik PM10 değerlerinin yıllara göre dağılımı

Yıllar	K1	K2	Ü1	A	B	E	S1	S2	Ü2	Y
1998				57	2	11				8
1999				7		2		2		4
2000			2	5		10	7	2		4
2001						4		2		
2002	6	7	5	22	10	17	7		2	
2003	10	4	2	8		11	3			4
2004						4				
2005	5					5		2		
2006	10	2		2	4			2		

Grafik.8.1. Kritik PM10 değeri ölçümünün aylara göre dağılımı



8.2. Avrupa Birliği Hava Kirliliği Standartları İçin PM Konsantrasyonları

Avrupa’da partiküler madde miktarlarının, kırsal alanlarda siyah duman olarak $0-10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, büyük şehirlerde yıllık ortalama miktarının $10-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ konsantrasyonları arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ölçülen maksimum miktar ise $100-250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tür.

Avrupa Birliği Limitlerine göre 2005 yılından itibaren PM konsantrasyonları $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü yılda en fazla 35 gün aşabilme, ortalama $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü sağlama, 2010 yılı için ise $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü yılda en fazla 7 gün aşabilme, ve ortalama $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü geçmeme şartı getirilmiştir.

Isınma sezonu olan Kasım-Mart ayları arasında hava kirliliği sınır değerlerinin aşıldığı görülmektedir. (Gulsoy et al, 1999) Özellikle 1980’lerin sonları ve 1990’ların başlarında SO_2 ve PM konsantrasyonları pek çok gün kısa vadeli sınır değerleri aşmıştır. (Tayanç, 2000) Avrupa Birliği sınır değeri olan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ise sıklıkla aşılmaktadır.

Bu tez çalışmasında 1995 yılından itibaren Avrupa Birliği Partiküler madde sınır değeri olan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı günler incelenmiştir. Tablo.8.3 incelendiğinde 1995 yılının son üç ayında Avrupa Birliği'nde 2005 yılından itibaren yılda yalnızca 35 gün aşılmasına izin verilen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin 63 kere aşıldığı görülmektedir. 1996 yılında toplam 160 gün, 1997 yılında toplam 124 gün, 1998 yılında toplam 177 gün, 1999 yılında toplam 175 gün, 2000 yılında 201 gün aşılmıştır. Bu gün sayıları sınır değeri olan 35'in oldukça üzerindedir. 2001 yılında $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı günler incelendiğinde 146 gün; 2002 yılında 225 gün; 2003 yılında ise 185 gün aşıldığı görülmektedir.

Tablo.8.3. Yıllara göre $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı gün sayıları

1995 YILI	Gün Sayısı	1996 YILI	Gün Sayısı	1997 YILI	Gün Sayısı	1998 YILI	Gün Sayısı
EKİM	17	OCAK	25	OCAK	19	OCAK	14
KASIM	24	ŞUBAT	11	ŞUBAT	15	ŞUBAT	25
ARALIK	22	MART	22	MART	15	MART	22
		NİSAN	13	NİSAN	4	NİSAN	16
		MAYIS	9	MAYIS	4	MAYIS	13
		HAZİRAN	14	HAZİRAN	19	HAZİRAN	13
		TEMMUZ	2	TEMMUZ	4	TEMMUZ	11
		AĞUSTOS	15	AĞUSTOS	2	AĞUSTOS	14
		EYLÜL	8	EYLÜL	2	EYLÜL	16
		EKİM	8	EKİM	12	EKİM	13
		KASIM	21	KASIM	17	KASIM	13
		ARALIK	12	ARALIK	11	ARALIK	7
Toplam	63	Toplam	160	Toplam	124	Toplam	177
1999 YILI	Gün Sayısı	2000 YILI	Gün Sayısı	2001 YILI	Gün Sayısı	2002 YILI	Gün Sayısı
OCAK	17	OCAK	15	OCAK	16	OCAK	22
ŞUBAT	13	ŞUBAT	18	ŞUBAT	14	ŞUBAT	20
MART	21	MART	19	MART	10	MART	23
NİSAN	17	NİSAN	22	NİSAN	14	NİSAN	19
MAYIS	16	MAYIS	19	MAYIS	11	MAYIS	11
HAZİRAN	10	HAZİRAN	10	HAZİRAN	5	HAZİRAN	10
TEMMUZ	13	TEMMUZ	16	TEMMUZ	4	TEMMUZ	13
AĞUSTOS	6	AĞUSTOS	11	AĞUSTOS	17	AĞUSTOS	16
EYLÜL	10	EYLÜL	15	EYLÜL	17	EYLÜL	20
EKİM	17	EKİM	11	EKİM	10	EKİM	23
KASIM	18	KASIM	26	KASIM	19	KASIM	27
ARALIK	17	ARALIK	19	ARALIK	9	ARALIK	21
Toplam	175	Toplam	201	Toplam	146	Toplam	225
2003 YILI	Gün Sayısı	2004 YILI	Gün Sayısı				
OCAK	14	OCAK	15				
ŞUBAT	9	ŞUBAT	20				
MART	20						

NİSAN	25
MAYIS	15
HAZİRAN	21
TEMMUZ	13
AĞUSTOS	9
EYLÜL	11
EKİM	13
KASIM	21
ARALIK	14
Toplam	185

Tablo.8.4’de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı gün sayıları ilçe bazında incelendiğinde 1999 yılı için $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerin en fazla Esenler ilçesinde aşıldığı görülmektedir.2. ilçe olarak Yenibosna ilçesi gelirken Saraçhane ilçesi 3. sırada gelmektedir.2000 yılında $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerin en fazla aşıldığı ilçeye bakılacak olursa ilk sırada Saraçhane gelmektedir.Saraçhane’yi Esenler ve Yenibosna ilçeleri izlemektedir.2001 yılının ölçüm yapılan günler içinde $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerin aşıldığı gün sayılarına bakılacak olursa Esenler ilk sırayı alırken Saraçhane ve Alibeyköy ilçeleri Esenler’i izlemektedir.2002 yılı incelendiğinde ilk sırada Alibeyköy ilçesi görülürken,Beşiktaş ve Saraçhane çok az farkla birbirini takip etmektedir.2003 yılının ölçüm yapılan günler içinde $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerin aşıldığı gün sayılarına bakılacak olursa Alibeyköy en fazla günle ilk sırada iken Saraçhane ve Kartal ilçeleri takip etmektedir. $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerin aşıldığı toplam gün sayıları hesaplandığında ise 938 günle Saraçhane ilk sırayı alırken;Esenler 907 günle 2. sırada,Alibeyköy ise 777 günle 3.sırada bulunmaktadır.

Tablo.8.4.İlçelere göre $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerin aşıldığı gün sayıları

YILLAR	Alibeyköy	Beşiktaş	Esenler	Kadiköy	Kartal	Saraçhane	Üsküdar	Yenibosna
1999	110	89	184		91	140	55	161
2000	135	24	182		26	251		146
2001	86	41	185	23	95	113	7	36
2002	200	199	164	69	154	198	125	153
2003	246	109	192	154	204	236	98	194

Tablo.8.4.Kartal İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO ₂	PM	CO
2	10.12.1999	24	190	2232
	11.12.1999	83	212	2672
3	16.01.2002	67	213	1410
	17.01.2002	140	189	1730
	18.01.2002	94	233	1654
3	20.11.2002	32	182	
	21.11.2002	87	235	3159
	22.11.2002	185	351	3301
2	11.04.2003	27	182	1745
	12.04.2003	29	173	1850
2	16.11.2003	10	197	3639
	17.11.2003	12	209	3204
4	21.11.2003	27	220	3505
	22.11.2003	22	198	3335
	23.11.2003	12	200	3256
	24.11.2003	14	181	2463
2	26.11.2003	8	152	1803
	27.11.2003	8	184	3475
2	24.10.2005	4	170	
	25.10.2005	4	178	
3	29.11.2005	2	150	1971
	30.11.2005	2	295	1830
3	01.01.2006		166	1785
	02.01.2006	33	299	1807
	03.01.2006	58	239	2189
3	30.01.2006	65	184	2835
	31.01.2006	66	157	2160
	01.02.2006	41	158	1887
2	21.03.2006	25	192	

	22.03.2006	26	201	1964
2	30.03.2006	2	151	430
	31.03.2006	2	160	1762

Tablo.8.5.Kadıköy İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
2	17.01.2002	133	256	8903						
	18.01.2002	114	274	16506						
3	21.11.2002	87	249	5041	324	414	90	3825	2323	1493
	22.11.2002	109	385	7363	370	460	90	3767	2044	1714
	23.11.2002	43	204	4954	250	300	50	2682	1726	946
2	29.11.2002	51	191	3769	167	215	49	2280	1590	680
	30.11.2002	60	189	3746	147	190	42	2180	1562	609
2	11.04.2003	35	150	2101	94	149	55	1928	1617	301
	12.04.2003	47	271	4734	248	319	70	2438	1684	744
2	21.04.2003	19	180	1013	28	71	42	1475	1329	137
	22.04.2003	17	164	1251	42	85	43	1494	1321	163
2	01.01.2006	11	166	4307	216	396	180			
	02.01.2006	18	246	4201	256	454	198			

Tablo.8.6.Ümraniye İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
2	06.11.2000	46	204		23	151	128			
	07.11.2000	49	158		26	161	135			
2	17.01.2002	160	153	2451	41	74	33	1739	1442	289
	18.01.2002	164	199	2851	75	115	41			
3	20.11.2002	32	152	1068	66	138	72	1843	1014	819

	21.11.2002	97	227	3502	107	183	76	2175	1305	860
	22.11.2002	140	229	3079	118	176	58	2101	1308	783
2	23.11.2003	55	155	2973	101	173	73			
	24.11.2003	27	186				80			

Tablo.8.7.Alibeyköy İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
6	09.02.1998	57	165		62	92	30			
	10.02.1998	114	276		142	196	54			
	11.02.1998	242	371		279	375	96			
	12.02.1998	182	334		252	360	108			
	13.02.1998	187	204		104	199	95			
	14.02.1998	55	183		96	147	51			
16	18.02.1998	28	150		57	103	46			
	19.02.1998	193	370		194	292	99			
	20.02.1998	281	533		303	440	136			
	21.02.1998	81	213		93	169	77			
	22.02.1998	39	292		39	91	53			
	23.02.1998	193	308		154	252	99			
	24.02.1998	91	245		106	200	94			
	25.02.1998	111	204		132	214	83			
	26.02.1998	58	211		60	117	57			
	27.02.1998	104	216		95	172	77			
	28.02.1998	131	290		159	251	93			
	01.03.1998	137	283		190	296	103	2957	2345	631
	02.03.1998	110	260		207	326	107	2254	1603	652
	03.03.1998	124	275		195	323	121	3318	2402	937
	04.03.1998	152	261		255	371	120	2822	1731	1082
	05.03.1998	190	185		21	98	81	1347	823	508
4	15.04.1998	72	190		76	270	195	2002	1678	317

	16.04.1998	40	199		52	197	145	1389	1162	215
	17.04.1998	76	153		66	222	154	1576	1254	325
	18.04.1998	51	156		63	193	131	2453	2101	352
2	04.05.1998	92	277		167	284	119	2655	1791	850
	05.05.1998	29	165	1680				1375	1148	222
3	23.06.1998	32	193		101	172	71	2521	1881	640
	24.06.1998	51	255		117	185	68	2803	2278	525
	25.06.1998	39	176		60	122	62	2883	2434	449
2	01.07.1998	35	154		91	143	52	2091	1755	336
	02.07.1998	19	199		85	164	79	2590	3037	553
2	07.07.1998	29	174					2616	2138	478
	08.07.1998	49	202		114	180	65	2803	2142	661
2	12.07.1998		167		102	156	54	2481	1918	564
	13.07.1998		248		98	172	72	2984	2445	539
2	18.08.1998	14	203		46	78	31	1438	1226	212
	19.08.1998		158		72	120	48	2051	1704	347
2	22.08.1998		150		74	122	48	3268	2831	437
	23.08.1998		290		130	192	61	3344	2391	953
2	01.09.1998	54	212		115	158	42	1505	1298	230
	02.09.1998		154		87	123	36	2818	2570	249
3	07.09.1998		191		80	124	44	1712	1475	238
	08.09.1998	23	159		98	134	36	2469	2209	60
	09.09.1998	17	170		109	141	32	2511	2261	250
3	02.11.1998	10	209		177	204	27			
	03.11.1998	28	307		246	271	25			
	04.11.1998	11	165		175	202	27			
4	09.11.1998	48	197		139	167	28	2283	1939	333
	10.11.1998	78	215		177	197	21	3038	2626	401
	11.11.1998	87	292		213	241	28	2372	1760	603
	12.11.1998	121	386		315	338	23	4123	2853	1260
2	16.11.1998	59	202		152	175	23	1959	1384	566
	17.11.1998	58	212		202	224	22	2414	1804	601
2	19.11.1998	80	239					3670	3167	494

	20.11.1998	112	192					2278	1756	512
3	06.01.1999	54	389		126	175	49	1622	1365	247
	07.01.1999	66	249		183	233	50	3217	2727	481
	08.01.1999	96	381		278	336	58	2558	1747	802
4	11.01.1999	95	277		175	214	39	2466	1973	484
	12.01.1999	97	329		285	327	42	3621	2821	790
	13.01.1999	70	193		158	198	40	2308	1721	578
	14.01.1999	62	180		242	289	47	3005	2228	769
3	23.03.2000	48	162	1466	72	117	44			
	24.03.2000		181	2135	80	190	110			
	25.03.2000		173	1997	78	176	98			
2	15.04.2000	41	153	1360	56	138	82			
	16.04.2000	36	166	1233	54	121	67			
2	10.01.2002	132	274	7202	265	512	247			
	11.01.2002	60	188	3621	257	500	243			
4	26.01.2002	48	159	2040	107	247	140			
	27.01.2002	61	227	2902	157	335	178			
	28.01.2002	52	159	1717	100	238	138			
	29.01.2002	57	170	1959	103	238	135			
6	05.02.2002	59	249	2739	131	309	177			
	06.02.2002	53	257	3523	196	412	216			
	07.02.2002	46	297	3732	239	493	254			
	08.02.2002	69	207	3845	241	521	280			
	09.02.2002	45	182	2789	178	380	202			
	10.02.2002	37	229	2339	119	272	152			
5	21.11.2002	134	331	2957	246	269	24			
	22.11.2002	196	212	6300	346	367	24			
	23.11.2002	89	152	4768	256	276	21			
	24.11.2002	51	181	2941	179	194	17			
	25.11.2002	88	158	2850	172	189	18			
3	28.11.2002	89	182	1447	170	187	17			
	29.11.2002	105	172	1851	199	215	18			
	30.11.2002	87	192	1819	171	186	15			

2	03.12.2002	130	197	2257	164	181	17			
	04.12.2002	92	157	2889	169	185	17			
3	10.04.2003	52	177	1563	139	249	110	1429	1185	235
	11.04.2003	58	202	2282	169	288	120	1536	1158	368
	12.04.2003	39	325	2780	226	356	129	1455	1061	385
3	28.04.2003	40	163	1428	37	88	51	1399	1155	234
	29.04.2003	57	155	1847	101	204	103	1453	1129	314
	30.04.2003	43	320	1764	16	85	70	1437	1058	369
2	03.10.2003	14	187	1427	42	84	42	1850		
	04.10.2003	31	199	2390	81	128	47	1671		
2	28.03.2006	46	184	611						
	29.03.2006	54		1550						

Tablo.8.8.Beşiktaş İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
2	02.11.1998	30	169	3063	91	462	553	2114	1287	817
	03.11.1998	16	164	589	105	304	408	2022	1330	682
2	31.01.2002	54	240	2182				1416	1182	224
	01.02.2002	78	176	2642				1484	1186	288
5	05.02.2002	98	202	2976				1595	1260	326
	06.02.2002	104	164	3149				1580	1199	372
	07.02.2002	73	260	3593				1615	1191	412
	08.02.2002	135	330	4658				1910	1288	613
	09.02.2002	58	173	2059				1372	1169	192
3	06.03.2002		191	2556	115	154	39	1064	776	278
	07.03.2002	248	201	2624	121	155	38	1046	756	279
	08.03.2002	104	175	2331	107	142	37	1000	740	252
4	20.03.2006	36	155	1652	171	269	98			
	21.03.2006	46	164	1286	169	266	97			
	22.03.2006	35	174	1222	140	237	97			

	23.03.2006	40	206	1383	166	234	68			
--	------------	----	-----	------	-----	-----	----	--	--	--

Tablo.8.9.Esenler İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
3	23.02.1998	283	237		252	390	114			
	24.02.1998	354	264		253	353	107			
	25.02.1998	128	168		141	210	75			
2	13.03.1998	127	175		152	212	51			
	14.03.1998	138	258		240	295	53			
4	10.10.1998	76	172	1893	150	343	193			
	11.10.1998	50	187	1777	185	395	210			
	12.10.1998	73	183	1911	138	333	196			
	13.10.1998	66	191	1825	147	333	186			
2	19.10.1998	46	221	3254	541	920	379			
	20.10.1998	33	188	2779	220	424	200			
2	28.09.1999	92	162		185	311	125			
	29.09.1999	74	157		98	195	97			
2	01.02.2000	139	194	2495	158	236	78			
	02.02.2000	130	284	4202	197	287	91			
2	06.11.2000	32	181		269	336	67			
	07.11.2000	63	172		306	382	76			
2	19.11.2000	37	257		224	307	83			
	20.11.2000	59	185		340	432	92			
2	04.12.2000	108	254		316	383	66			
	05.12.2000	83	154		167	211	44			
2	10.12.2000	110	167		260	308	48			
	11.12.2000	207	157		149	198	49			
4	07.02.2001	109	186		295	322	27			
	08.02.2001	130	304		472	498	26			
	09.02.2001	113	222		366	397	31			

	10.02.2001	134	312		516	561	45			
2	10.01.2002	128	255	3963	225	278	54			
	11.01.2002	69	163	2982	212	250	39			
2	17.01.2002	150	227	3471	156	200	44			
	18.01.2002	178	287	4706	236	286	50			
2	26.01.2002	78	222	3317	192	240	48	2117	1556	
	27.01.2002	62	169	2671	112	154	42	1698	1305	
6	05.02.2002	112	298	3555	128	186	58	1334	951	373
	06.02.2002	72	202	2481	105	148	44	1533	1294	230
	07.02.2002	62	229	3609	216	267	51	1523	1011	505
	08.02.2002	106	464	7557	453	543	89	2179	1239	931
	09.02.2002	56	179	2065	115	154	39	1407	1187	210
	10.02.2002	54	247	4972	265	320	55	1634	1156	469
3	14.03.2002	73	156		90	152	61	2109	1453	646
	15.03.2002	75	185		213	315	102	2089	1527	552
	16.03.2002	54	173		183	248	64	2175	1703	461
2	29.11.2002	68	156	2390	264	401	136	2030	1258	763
	30.11.2002	73	166	1610	208	320	112	1768	1115	645
2	11.04.2003	69	182	1634	202	318	117	1853		
	12.04.2003	62	212	2891	318	432	114	1645		
2	21.04.2003	27	208	767	88	191	103	1230		
	22.04.2003	34	158	869	99	190	91	1216		
3	29.04.2003	50	173	2097	268	362	94	1636		
	30.04.2003	60	158	971	188	284	96	2095		
	01.05.2003	74	178	1481	304	416	111	1695		
4	21.11.2003	29	224	3671	417	535	118	1915		
	22.11.2003	30	213	3519	434	537	103	1843		
	23.11.2003	26	212	2905	389	480	92	1652		
	24.11.2003	13	157	1049	172	261	90	1285		
4	15.02.2004	67	157	2287	42	101	60	1832	1457	365
	16.02.2004	79	173	3260	237	339	102	2369	1639	720
	17.02.2004	75	156	3183	175	266	92	2265	1730	
	19.02.2004	60	169	4806	379	484	104	2520	1581	929

3	11.01.2005	27	174	2973	277	313	37	807	593	203
	12.01.2005	36	195	3168	252	306	53	1137	911	217
	14.01.2005	24	157	2822	227	254	28	1065	846	
2	17.11.2005		226							
	18.11.2005		209							

Tablo.8.10.Saraçhane İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
3	25.10.2000		155							
	26.10.2000		225	283						
	27.10.2000		216	185						
2	31.10.2000	69	169	300						
	01.11.2000	88	210	252						
2	06.11.2000	80	160	208						
	07.11.2000	102	157	208						
2	17.01.2002	124	248	3314	201	280	79			
	18.01.2002	122	274	3901	219	301	82			
3	21.11.2002	128	165	3001	194	221	27	1293	1106	177
	22.11.2002	203	213	3384	239	268	29	3073	1934	1129
	23.11.2002	119	161	3590	209	230	20	2961	1909	1043
2	29.11.2002	117	164	3922	289	351	63	2961	2095	856
	30.11.2002	139	196	4007	301	359	58	2837	1979	847
3	20.04.2003	8	177	318	55	92	37	1478		
	21.04.2003	23	176	1394	151	231	79	1510		
	22.04.2003	21	158	2370	182	267	85	1445		

Tablo.8.11.Sarıyer İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği

değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO₂	PM	CO
2	08.04.1999	139	175	3138
	09.04.1999	134	236	2614
2	07.02.2000	37	211	1210
	08.02.2000	30	151	866
2	05.10.2001	30	184	
	06.10.2001	2	219	
2	11.01.2005	24	181	3164
	12.01.2005	29	154	3549
2	27.03.2006	15	150	1840
	28.03.2006	27	185	2274

Tablo.8.12.Üsküdar İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO₂	PM	CO
2	17.01.2002	122	151	3887
	18.01.2002	119	186	5294

Tablo.8.13.Yenibosna İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerde ölçülen hava kirliliği değerleri.

DEVAMLILIK SÜRESİ	TARİH	SO₂	PM	CO
2	02.05.1998	99	245	
	03.05.1998	113	153	
2	24.06.1998	148	201	
	25.06.1998	167	190	
2	19.10.1998	62	193	

	20.10.1998	74	339	1228
2	11.11.1998	72	201	2365
	12.11.1998	122	301	3542
2	11.03.1999	148	169	
	12.03.1999	141	224	
2	30.11.1999	65	151	2960
	01.12.1999	53	220	3575
2	06.11.2000	54	166	
	07.11.2000	99	224	
2	14.11.2000	67	174	
	15.11.2000	205	247	
2	23.11.2003	48	157	2695
	24.11.2003	30	232	3887

Tablo.8.14.İstasyonlar için kod numaraları

Kadıköy=K1	Kartal=K2
Ümraniye=U1	Üsküdar=U2
Alibeyköy=A	Beşiktaş=B
Esenler=ES	Sarıyer=S1
Sarıyer=S2	Yenibosna=Y

Tablo.8.15. 2 ilçede gözlenen episodların meteorolojik verileriyle kirlilik verilerinin birlikte gösterimi.

Tarih	T	çT	Nem	P	R.H	R.Y.	ilçe	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
23.02.1998	8	3	78	1026	8	KKD	A	193	308		154	252	99			
24.02.1998	9	4	74	1026	6	GGB		91	245		106	200	94			
25.02.1998	8	3	85	1022	9	DKD		111	204		132	214	83			
(E1)							E	283	237		252	390	114			
								354	264		253	353	107			
								128	168		141	210	75			
24.06.1998	24	16	68	1014	2	GB	A	51	255		117	185	68	2803	2278	525
25.06.1998	26	17	67	1012	5	GGB		39	176		60	122	62	2883	2434	449
(E2)							Y	148	201							
								167	190							

02.11.1998	17	13	85	1010	17	DKD	A	10	209		177	204	27			
03.11.1998	16	14	83	1015	6	KKD		28	307		246	271	25			
(E3)							B	30	169	3063	91	462	553	2114	1287	
								16	164	589	105	304	408	2022	1330	
11.11.1998	12	6	74	1018	12	DKD	A	87	292		213	241	28	2372	1760	603
12.11.1998	13	8	78	1014	6	GD		121	386		315	338	23	4123	2853	1260
(E4)							Y	72	201	2365						
								122	301	3542						
26.01.2002	11	5	69	1025	2	GD	A	48	159	2040	107	247	140			
27.01.2002	7	6	79	1024	8	GB		61	227	2902	157	335	178			
(E5)							E	78	222	3317	192	240	48	2117	1556	
								62	169	2671	112	154	42	1698	1305	
28.04.2003	11	3	66	1018	6	GB	A	40	325	1428	37	88	51	1399	1155	234
29.04.2003	12	6	71	1021	2	GGB		57	163	1847	101	204	103	1453	1129	314
30.04.2003	16	8	54	1024	3	GB		43	155	1764	16	85	70	1437	1058	369
(E6)																
							E	50	173	2097	268	362	94	1636		
								60	158	971	188	284	96	2095		
11.01.2005	5	3	90	1031	5	GB	E	27	174	2973	277	313	37	807	593	203
12.01.2005	5	4	93	1027	8	B		36	195	3168	252	306	53	1137	911	217
14.01.2005	5	2	92	1020	10	K		24	157	2822	227	254	28	1065	846	
(E7)							S2	24	181	3164						
								29	154	3549						
11.01.2005	5	3	90	1031	5	GB	E	27	174	2973	277	313	37	807	593	203
12.01.2005	5	4	93	1027	8	B		36	195	3168	252	306	53	1137	911	217
14.01.2005	5	2	92	1020	10	K		24	157	2822	227	254	28	1065	846	
(E8)							S2	24	181	3164						
								29	154	3549						
01.01.06	6	5	77	1023	3	GB	K2		166	1785						

02.01.06	8	5	74	1020	3	GD		33	299	1807						
03.01.06	12	7	70	1018	8	D		58	239	2189						
(E9)							K1	11	166	4307	216	396	180			
								18	246	4201	256	454	198			

Tablo.8.16. 3 ilçede gözlenen episodların meteorolojik verileriyle kirlilik verilerinin birlikte gösterimi.

Tarih	T	çT	Nem	P	R.H	R.Y.	İlçe	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
06.11.2000	11	7	84	1026	8	G	Y	54	166							
07.11.2000	11	7	69	1024	14	G		99	224							
(E10)							S	80	160	208						
								102	157	208						
							Ü1	46	204		23	151	128			
								49	158		26	161	135			
05.02.2002	6	3	84	1024	10	BKB	A	59	170	2739	131	309	177			
06.02.2002	10	5	71	1021	8	GGB		53	249	3523	196	412	216			
07.02.2002	10	6	77	1018	3	GGB		46	257	3732	239	493	254			
08.02.2002	9	6	83	1021	3	GB		69	297	3845	241	521	280			
09.02.2002	10	5	79	1017	3	DKD		45	207	2789	178	380	202			
10.02.2002	9	6	78	1013	5	BKB		37	182	2339	119	272	152			
(E11)							B	98	202	2976				1595	1260	326
								104	164	3149				1580	1199	372
								73	260	3593				1615	1191	412
								135	330	4658				1910	1288	613
								58	173	2059				1372	1169	192
							E	112	298	3555	128	186	58	1334	951	373
								72	202	2481	105	148	44	1533	1294	230
								62	229	3609	216	267	51	1523	1011	505
								106	464	7557	453	543	89	2179	1239	931
								56	179	2065	115	154	39	1407	1187	210
								54	247	4972	265	320	55	1634	1156	469
11.04.2003	10	2	64	1022	6	DGD	A	69	182	1634	202	318	117	1853		
12.04.2003	14	6	66	1018	2	GGD		62	212	2891	318	432	114	1645		
(E12)							K1	35	150	2101	94	149	55	1928	1617	301

								47	271	4734	248	319	70	2438	1684	744
							K2	27	182	1745						
								29	173	1850						
20.04.2003	8	5	73	1013	24	KKB	S1	8	177	318	55	92	37	1478		
21.04.2003	10	2	65	1018	11	KKD		23	176	1394	151	231	79	1510		
22.04.2003	10	0	47	1017	6	KD		21	158	2370	182	267	85	1445		
(E13)																
							K1	19	180	1013	28	71	42	1475	1329	137
								17	164	1251	42	85	43	1494	1321	163
							E	27	208	767	88	191	103	1230		
								34	158	869	99	190	91	1216		

Tablo.8.17. 4 ilçede gözlenen episodların meteorolojik verileriyle kirlilik verilerinin birlikte gösterimi.

Tarih	T	çT	Nem	P	R.H	R.Y.	İlçe	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
21.11.2003	12	8	84	1023	3	K	K1	27	220	3505						
22.11.2003	11	8	82	1023	8	GB		22	198	3335						
23.11.2003	8	9	97	1022	6	GGB		12	200	3256						
24.11.2003	10	7	96	1021	6	B		14	181	2463						
(E14)							E	29	224	3671	417	535	118	1915		
								30	213	3519	434	537	103	1843		
								26	212	2905	389	480	92	1652		
								13	157	1049	172	261	90	1285		
							Ü1	55	155	2973	101	173	73			
								27	186				80			
							Y	48	157	2695						
								30	232	3887						
29.11.2002	11	7	72	1021	10	DKD	A	105	182	1851	199	215	18			
30.11.2002	12	7	74	1020	8	DKD		87	172	1819	171	186	15			

(E15)							S1	117	164	3922	289	351	63	2961	2095	856
								139	196	4007	301	359	58	2837	1979	847
							E	68	156	2390	264	401	136	2030	1258	763
								73	166	1610	208	320	112	1768	1115	645
							K1	51	191	3769	167	215	49	2280	1590	680
								60	189	3746	147	190	42	2180	1562	609
21.11.2002	13	12	91	1021	5	GGB	A	134	229	2957	246	269	24			
22.11.2002	14	10	72	1016	5	D		196	331	6300	346	367	24			
23.11.2002	12	10	85	1012	3	GB		89	212	4768	256	276	21			
24.11.2002	12	10	76	1019	14	KB		51	152	2941	179	194	17			
25.11.2002	12	10	80	1025	2	KD		88	181	2850	172	189	18			
(E16)							K1	87	249	5041	324	414	90	3825	2323	1493
								109	385	7363	370	460	90	3767	2044	1714
								43	204	4954	250	300	50	2682	1726	946
							K2	32	182							
								87	235	3159						
								185	351	3301						
							Ü1	32	152	1068	66	138	72	1843	1014	819
								97	227	3502	107	183	76	2175	1305	860
								140	229	3079	118	176	58	2101	1308	783

Tablo.8.18. 5 ilçede gözlenen episodların meteorolojik verileriyle kirlilik verilerinin birlikte gösterimi.

Tarih	T	çT	Nem	P	R.H	R.Y.	İlçe	SO ₂	PM	CO	NO	NO _x	NO ₂	THC	CH ₄	nMHC
16.01.2002	4	2	84	1024	14	D	K2	67	213	1410						
17.01.2002	5	2	70	1027	3	DKD		140	189	1730						
18.01.2002	7	2	76	1024	6	KD		94	233	1654						
(E17)																
							Ü2	122	151	3887						
								119	186	5294						
							K1	133	256	8903						
								114	274	16506						

							Ü1	160	153	2451	41	74	33				
								164	199	2851	75	115	41				
							S1	124	248	3314	201	280	79				
								122	274	3901	219	301	82				

Tablo.8.19.Episodların meydana geldikleri ayların ortalama meteorolojik verilerinin birlikte gösterimi.

Episod Numarası	Devamlılık Süresi(gün)	Aylık Ortalama Sıcaklık(°C)	Aylık OrtalamaÇiğ Noktası(°C)	Aylık Ortalama Rüzgar Hızı(m/sn)	Aylık Ortalama Basınç(Mb)
E1	3	6	1	14	1024
E2	2	22	16	10	1016
E3	2	14	8	17	1017
E4	2	14	8	17	1017
E5	2	4	2	14	1025
E6	3	13	4	13	1015
E7	3	8	3	16	1017
E8	3	8	3	16	1017
E9	3	6	1	19	1023
E10	2	14	9	9	1019
E11	6	12	5	11	1019
E12	2	13	4	13	1015
E13	3	13	4	13	1015
E14	4	16	10	12	1002
E15	2	13	7	13	1022
E16	5	16	10	12	1002
E17	3	16	10	12	1002

Tablo.8.20.Kritik PM ölçümü oluşan ayların ortalama meteorolojik verilerinin birlikte gösterimi.

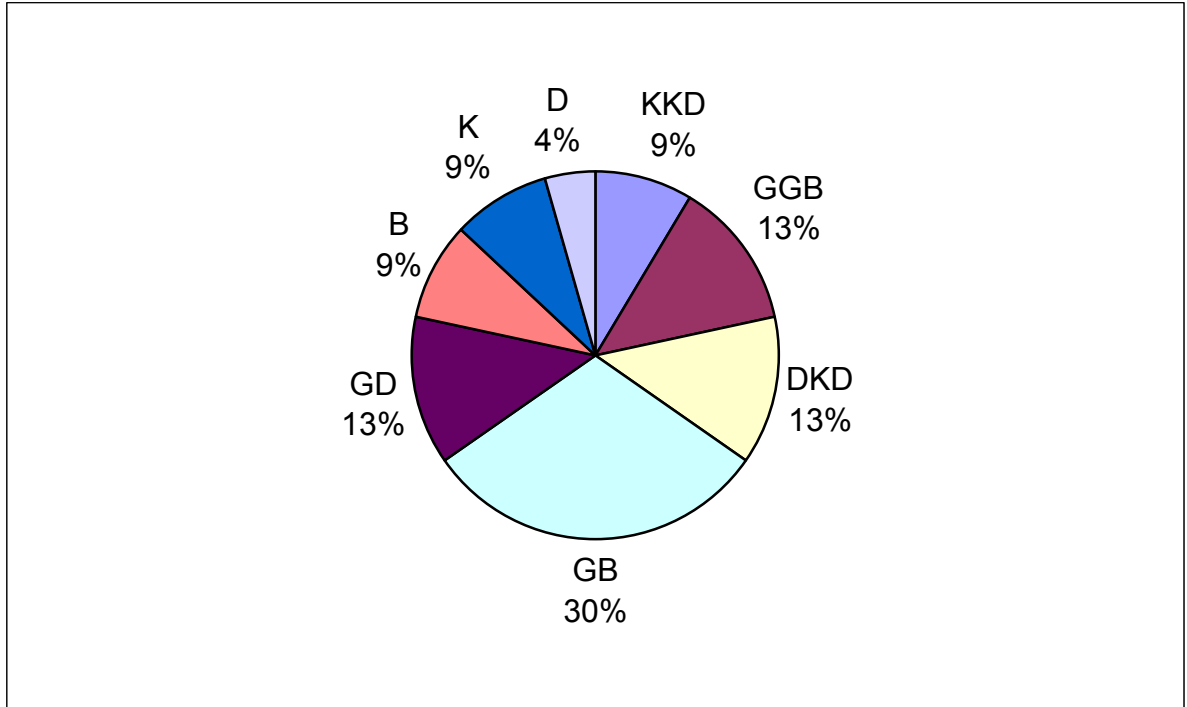
Episod No	Aylık Ort Sıc. (°C)	Aylık Ort. Çiğ Noktası(°C)	Aylık Ort.Rüzgar Hızı(m/sn)	Aylık Ort.Basınç(Mb)
K2-01	10	6	18	1018

K2-02	4	2	14	1025
K2-03	13	10	12	1018
K2-04	9	4	13	1015
K2-05	11	7	13	1022
K2-06	11	7	13	1022
K2-07	11	7	13	1022
K2-08	15	10	13	1021
K2-09	12	6	16	1020
K2-10	6	1	19	1023
K2-11	6	1	19	1023
K2-12	8	3	16	1013
K2-13	8	3	16	1013
K1-01	4	2	14	1025
K1-02	13	10	12	1018
K1-03	13	10	12	1018
K1-04	9	4	13	1015
K1-05	9	4	13	1015
K1-06	6	1	19	1023
Ü1-01	14	9	9	1019
Ü1-02	4	2	14	1025
Ü1-03	13	10	12	1018
Ü1-04	11	7	13	1022
A-01	8	2	16	1012
A-02	8	2	16	1012
A-03	17	7	11	1014
A-04	16	12	10	1014
A-05	22	16	10	1016
A-06	24	18	15	1010
A-07	24	18	15	1010
A-08	24	18	15	1010
A-09	25	19	17	1013
A-10	25	19	17	1013
A-11	20	15	12	1015
A-12	20	15	12	1015
A-13	12	8	17	1017
A-14	12	8	17	1017
A-15	12	8	17	1017
A-16	12	8	17	1017
A-17	6	3	14	1012
A-18	6	3	14	1012
A-19				
A-20				
A-21	4	2	14	1025

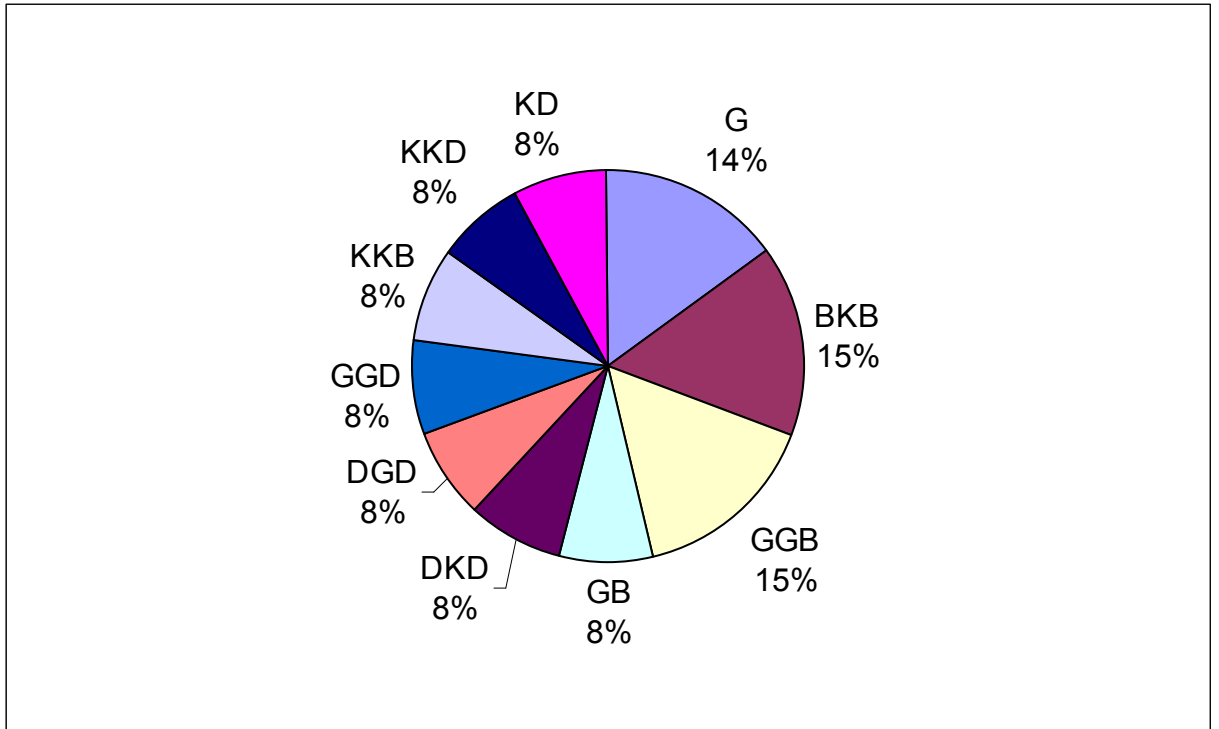
A-22	4	2	14	1025
A-23	9	5	11	1019
A-24	13	10	12	1018
A-25	13	10	12	1018
A-26	6	3	18	1020
A-27	9	4	13	1015
A-28	9	4	13	1015
A-29	16	11	15	1015
A-30	8	3	16	1013
B-01	12	8	17	1017
B-02	4	2	14	1025
B-03	9	5	11	1019
B-04	9	5	13	1015
B-05	8	3	16	1013
E-01	8	2	16	1012
E-02	5	2	16	1012
E-03	17	12	13	1015
E-04	17	12	13	1015
E-05	21	15	12	1014
E-06	7	2	18	1019
E-07	14	9	9	1019
E-08	14	9	9	1019
E-09	9	5	13	1019
E-10	9	5	13	1019
E-11	10	2	15	1016
E-12	4	2	14	1025
E-13	4	2	14	1025
E-14	4	2	14	1025
E-15	9	5	11	1019
E-16	9	5	13	1015
E-17	13	10	12	1018
E-18	9	4	13	1015
E-19	9	4	13	1015
E-20	9	4	13	1015
E-21	11	7	13	1022
E-22	5	1	17	1019
E-23	6	3	16	1017
E-24	10	6	16	1020
S1-01	16	11	13	1020
S1-02	16	11	13	1020
S1-03	14	9	9	1019
S1-04	4	2	14	1025
S1-05	13	10	12	1018

S1-06	13	10	12	1018
S1-07	9	4	13	1015
S2-01	13	8	9	1015
S2-02	7	2	18	1019
S2-03	17	13	13	1020
S2-04	6	3	16	1017
S2-05	8	3	16	1013
Ü2-01	4	2	14	1025
Y-01	16	12	10	1014
Y-02	22	16	10	1016
Y-03	17	12	13	1015
Y-04	12	8	17	1017
Y-05	9	5	13	1015
Y-06	11	7	17	1021
Y-07	14	9	9	1019
Y-08	14	9	9	1019
Y-09	11	7	13	1022

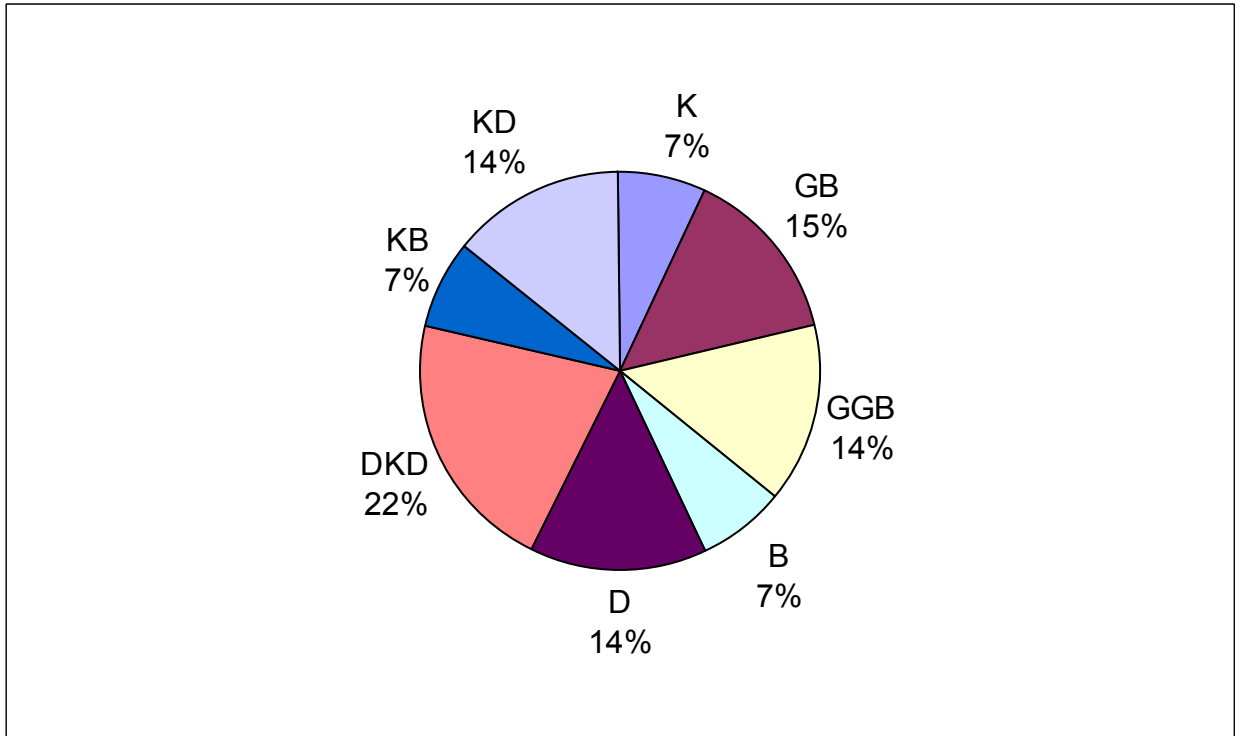
Grafik.8.2. 2 İlçede gözlenen episod günlerine ait rüzgar yönlerinin yüzde olarak gösterimi.



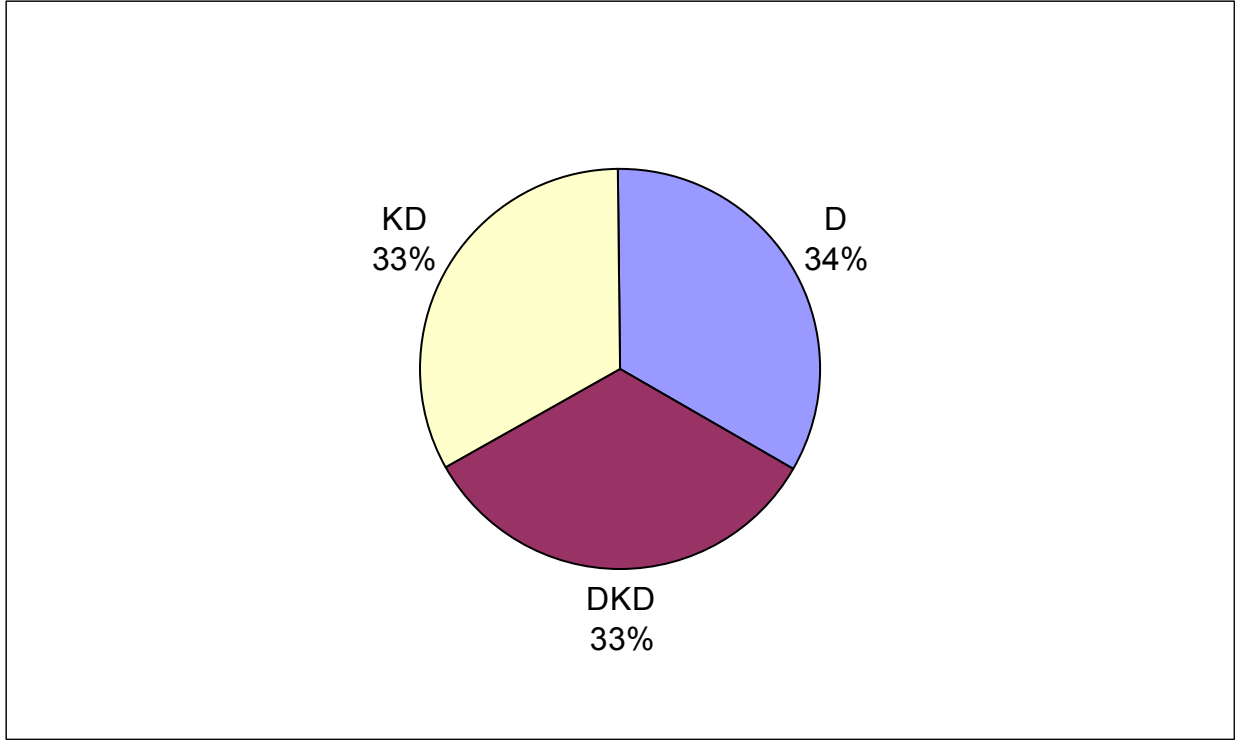
Grafik.8.3. 3 İlçede gözlenen episod günlerine ait rüzgar yönlerinin yüzde olarak gösterimi.



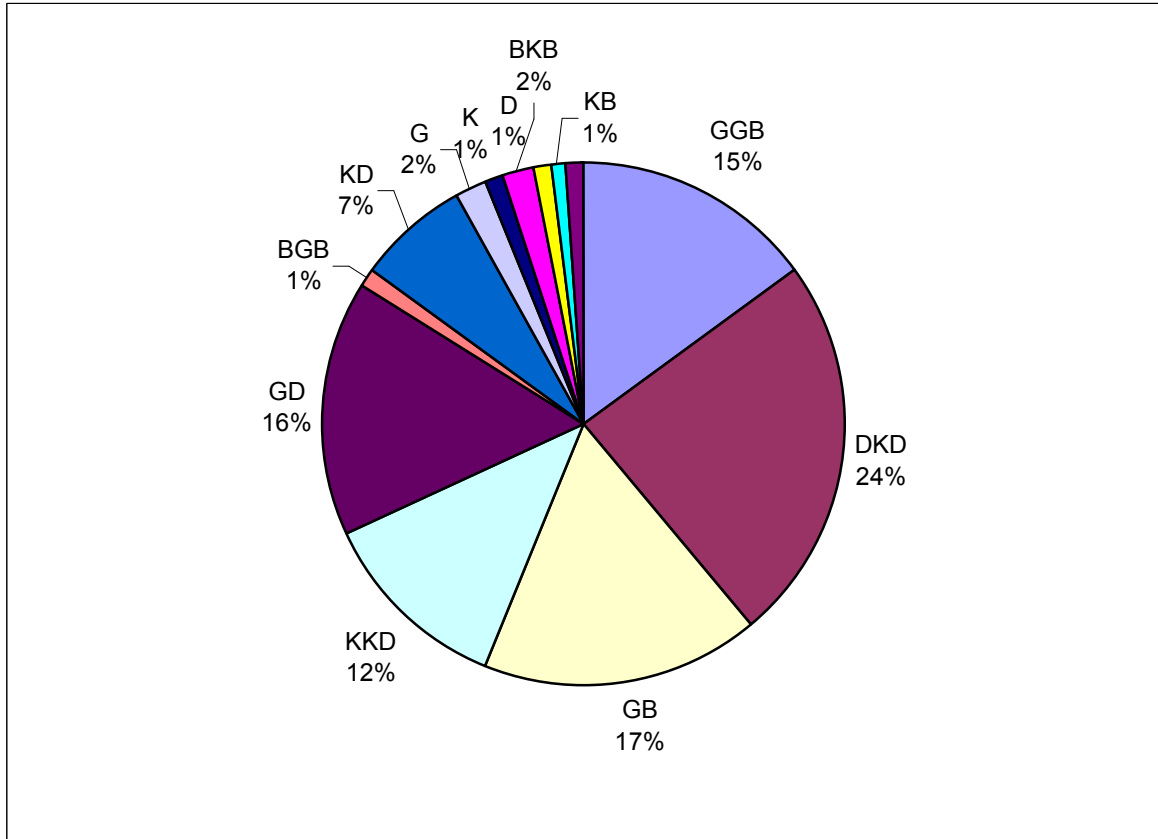
Grafik.8.4. 4 İlçede gözlenen episod günlerine ait rüzgar yönlerinin yüzde olarak gösterimi.



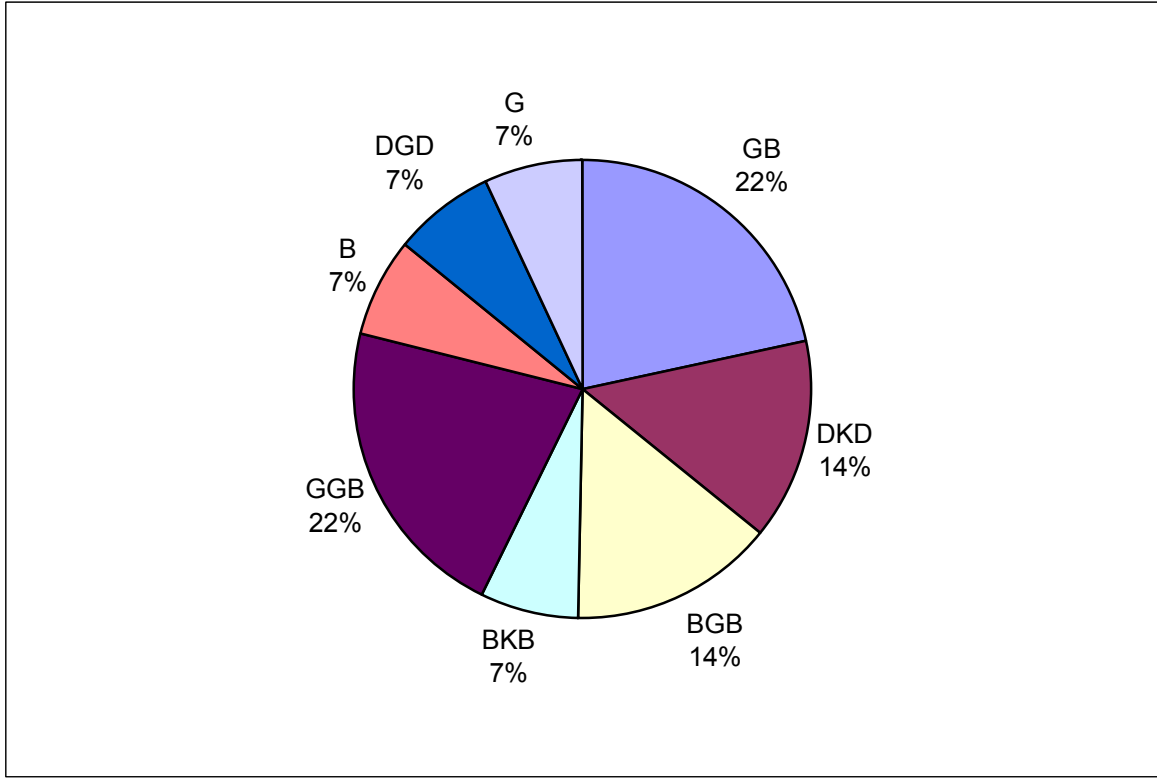
Grafik.8.5. 5 İlçede gözlenen episod günlerine ait rüzgar yönlerinin yüzde olarak gösterimi.



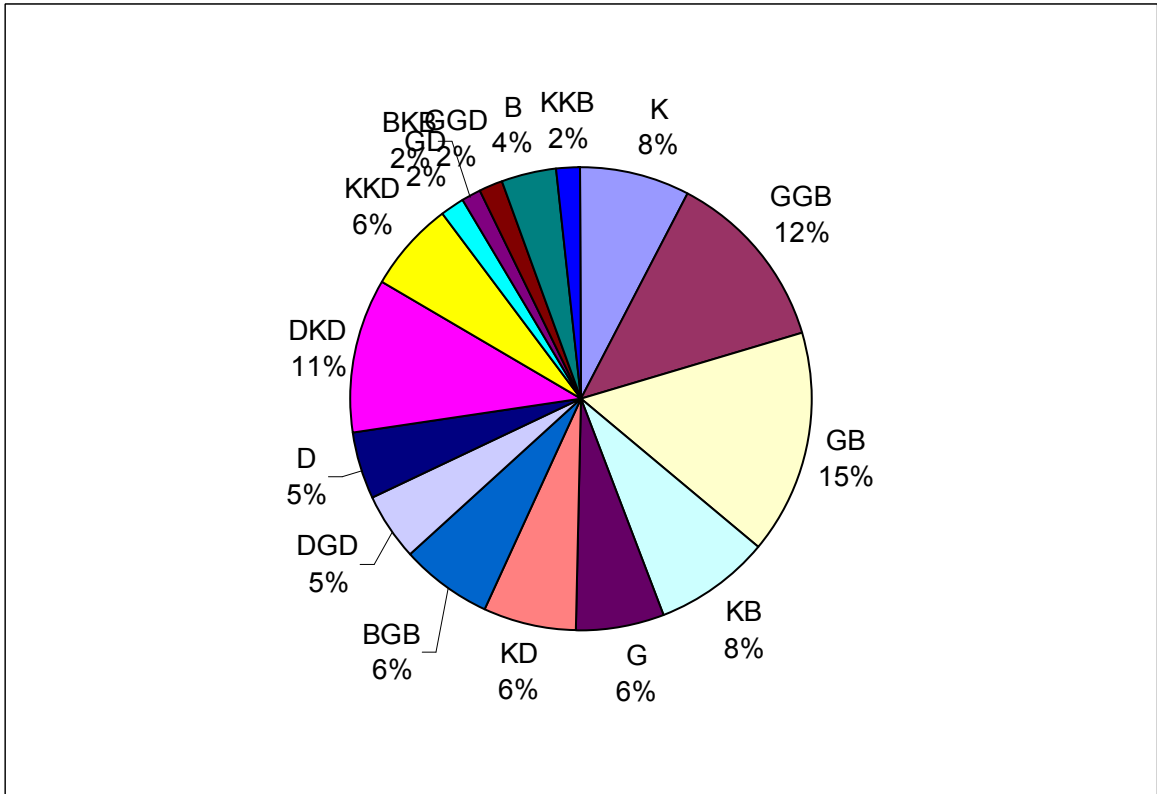
EK A.1.Alibeyköy ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



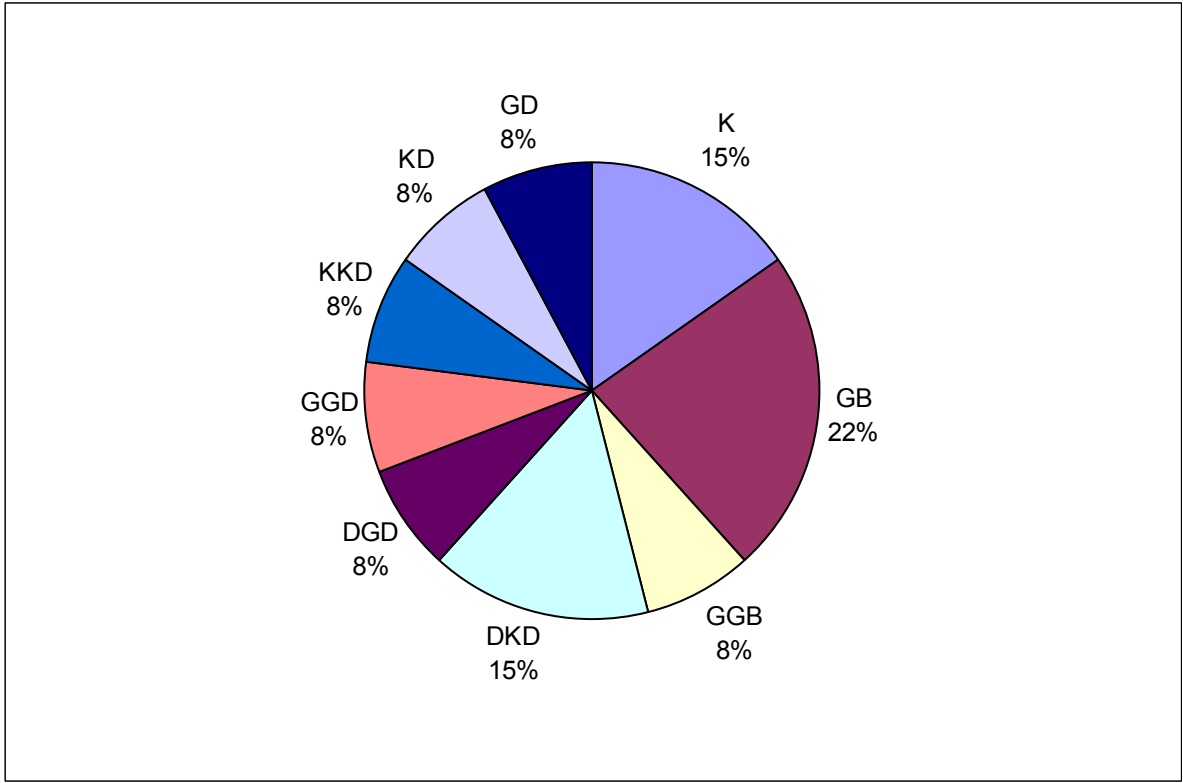
EK A. 2.Beşiktaş ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



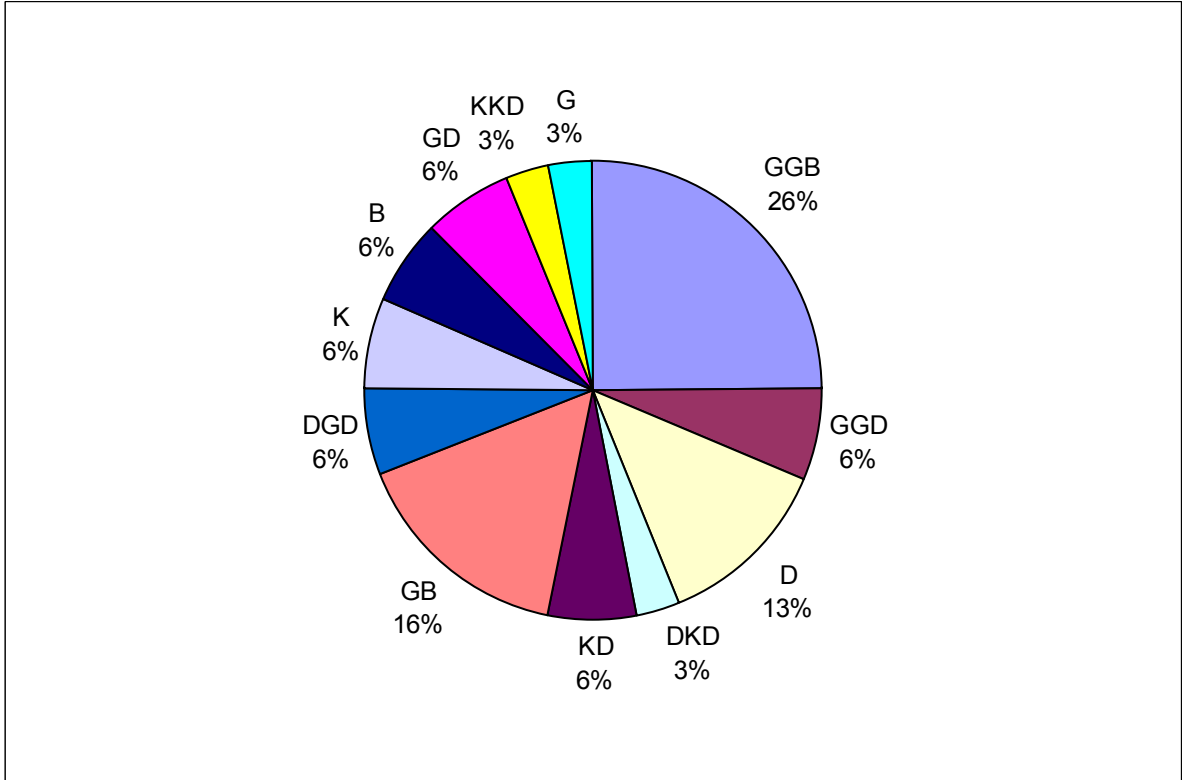
EK A.3.Esenler ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



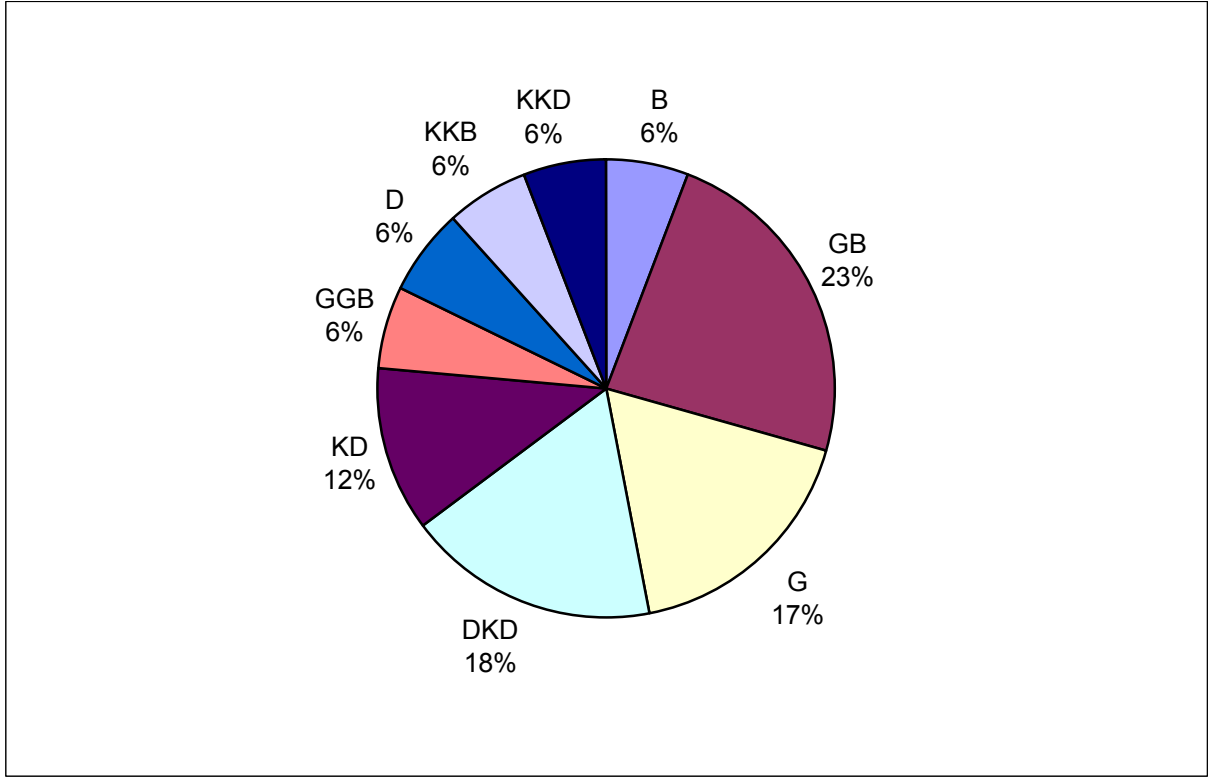
EK A.4.Kadiköy ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



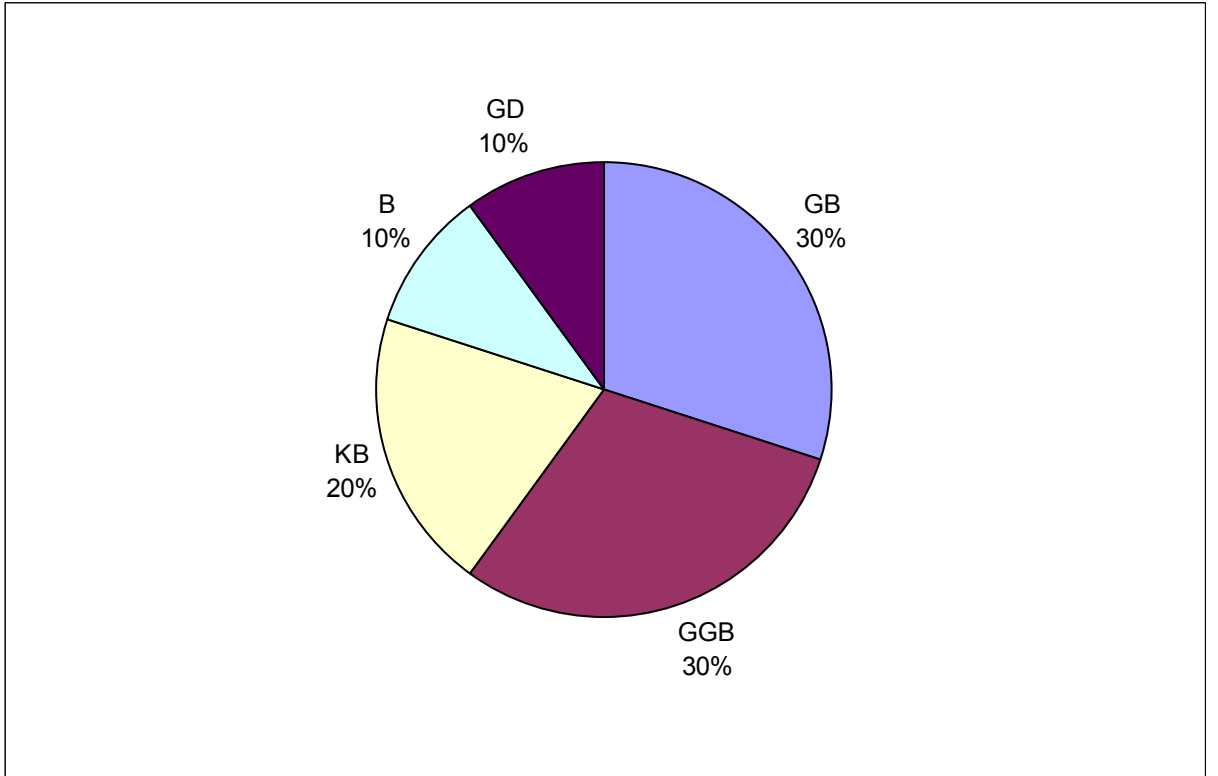
EK.A.5.Kartal ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



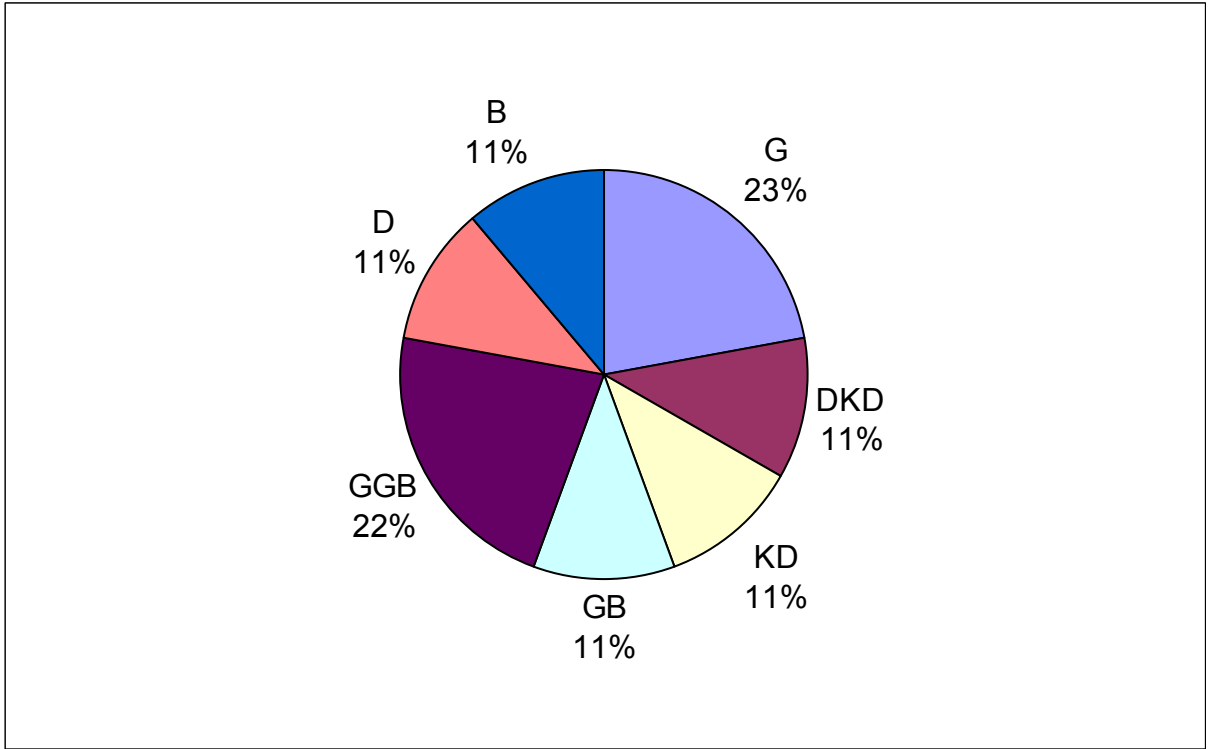
EK.A.6.Saraçhane ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



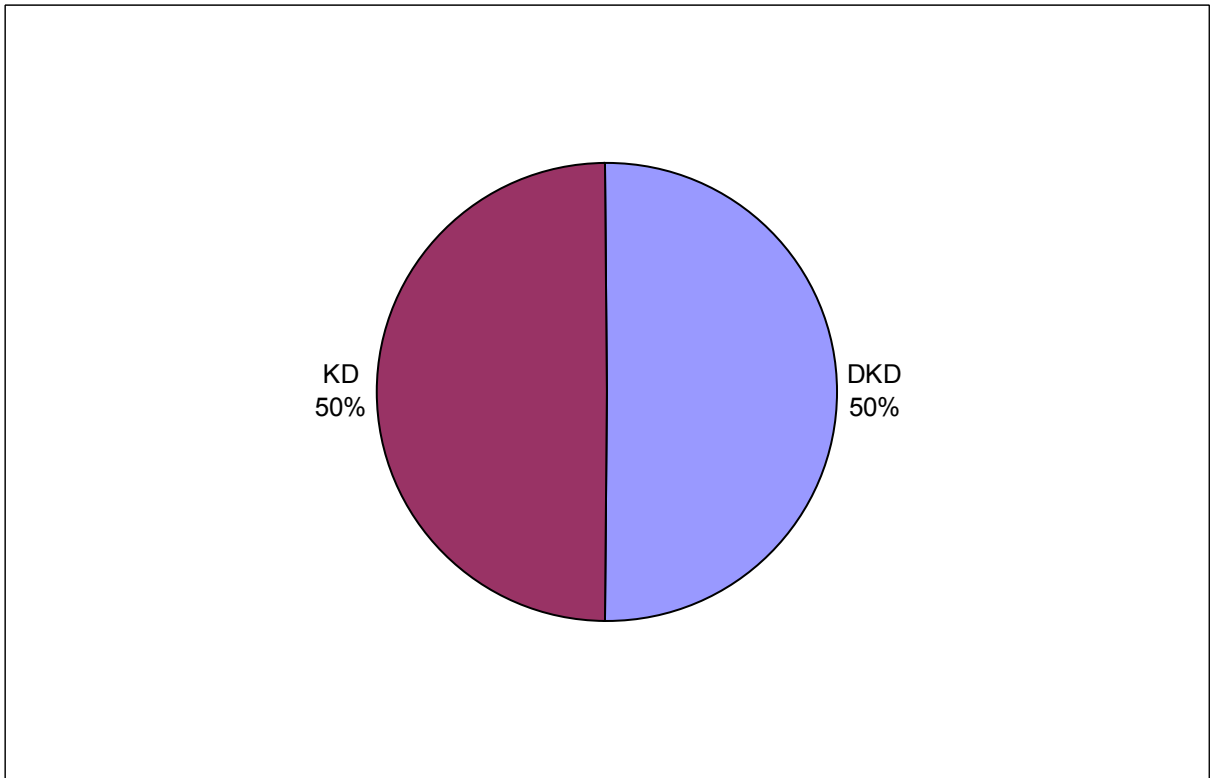
EK A.7.Sarıyer ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



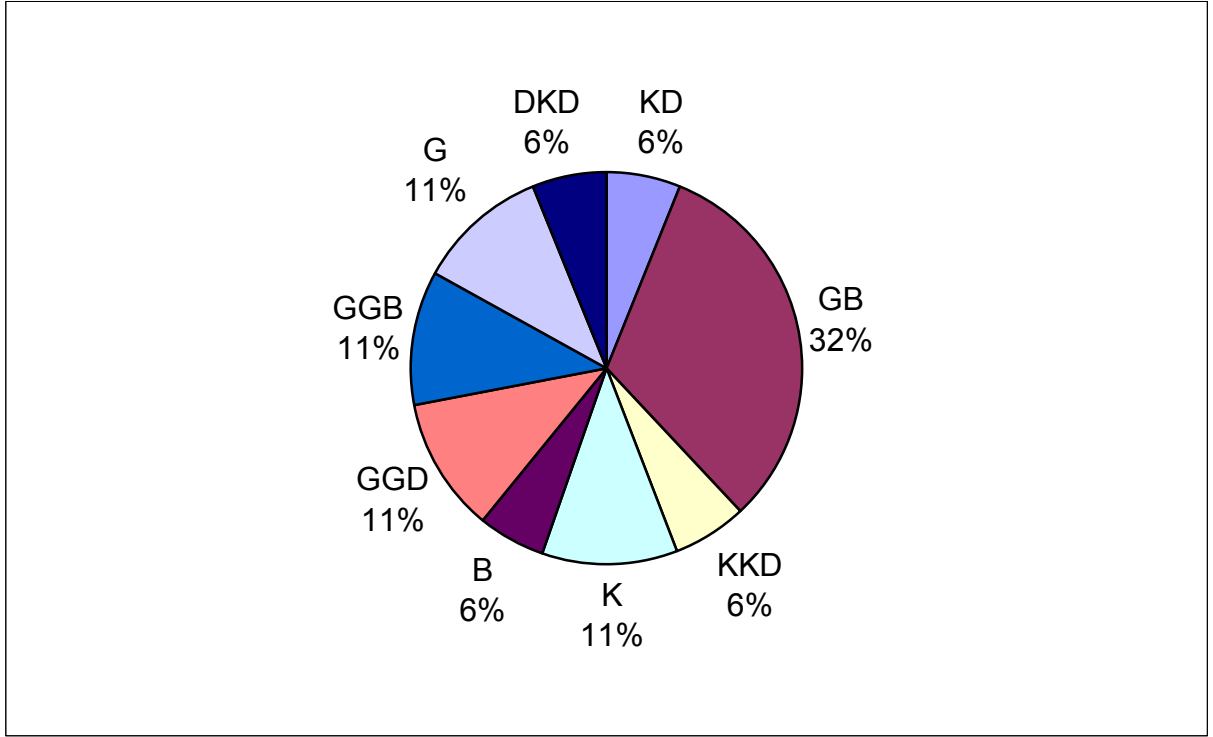
EK.A.8.Ümraniye ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



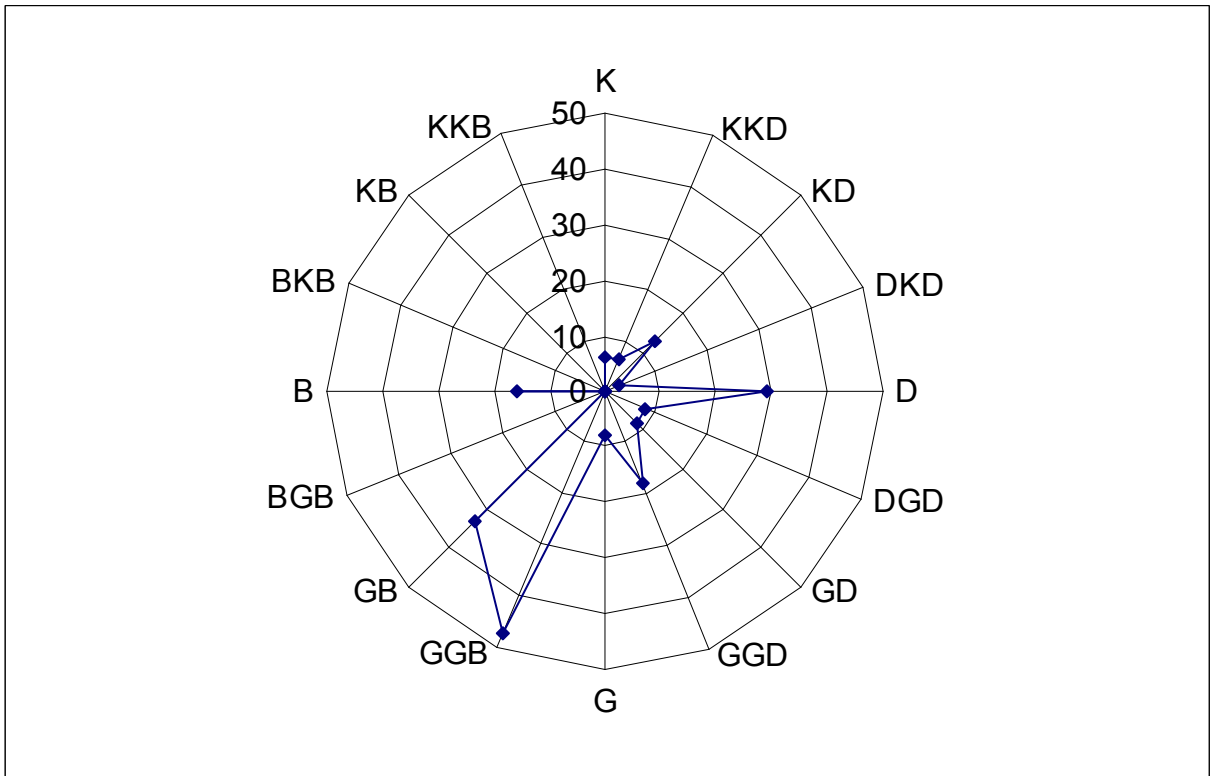
EK A.9.Üsküdar ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



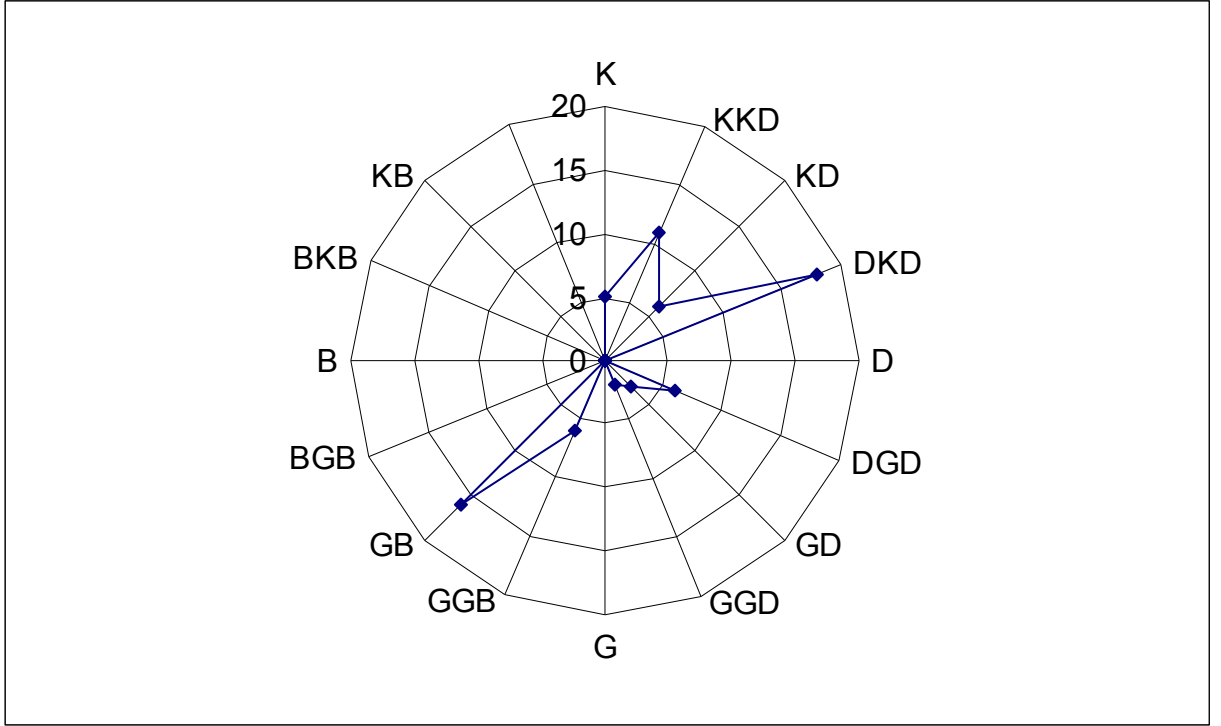
EK.A.10. Yenibosna ilçesinde kritik PM10 değerleri ölçülen günlere ait rüzgar yönü dağılımları



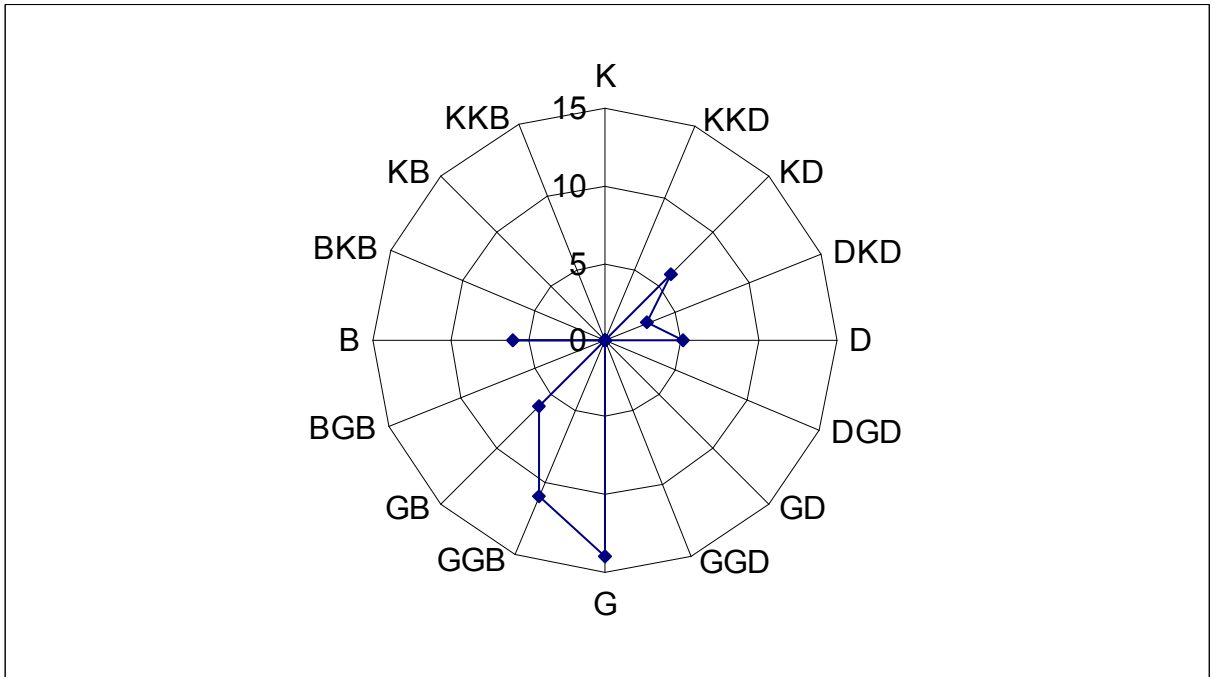
EK.B.1.Kartal ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı



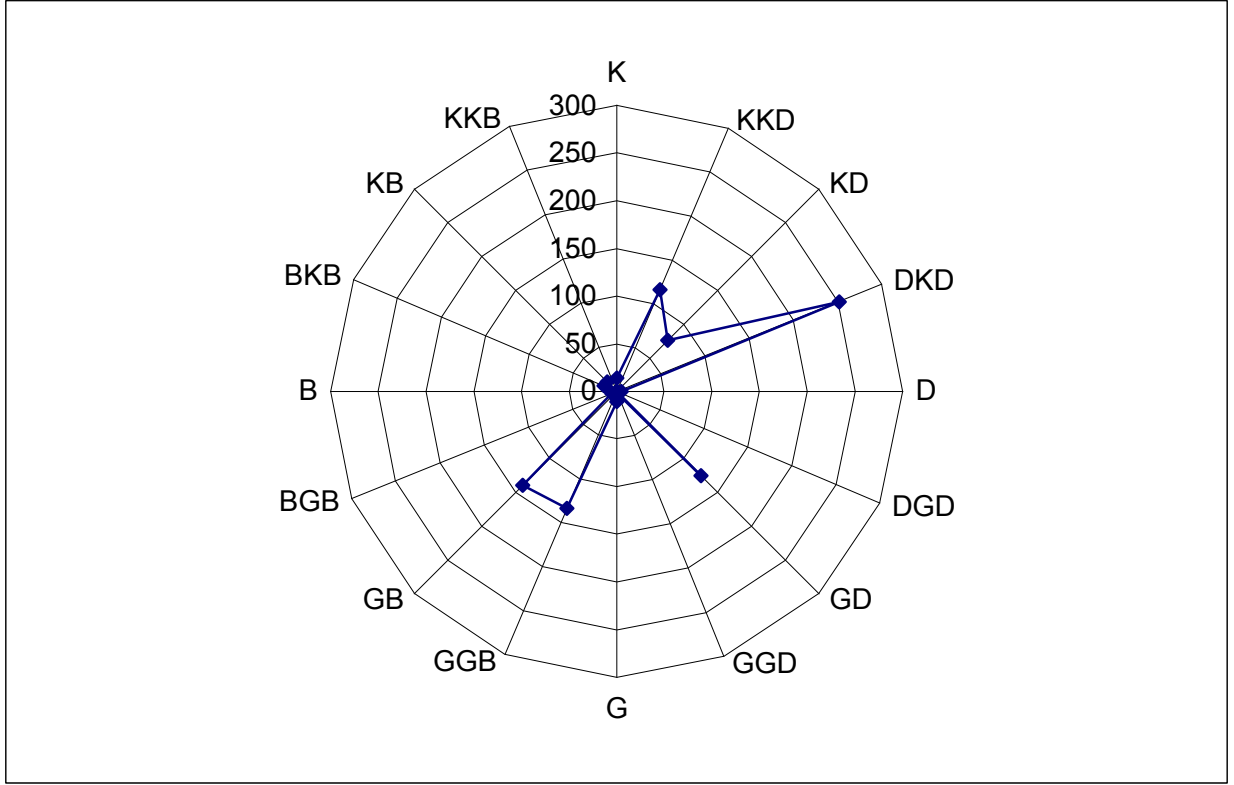
EK.B.2.Kadiköy ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı



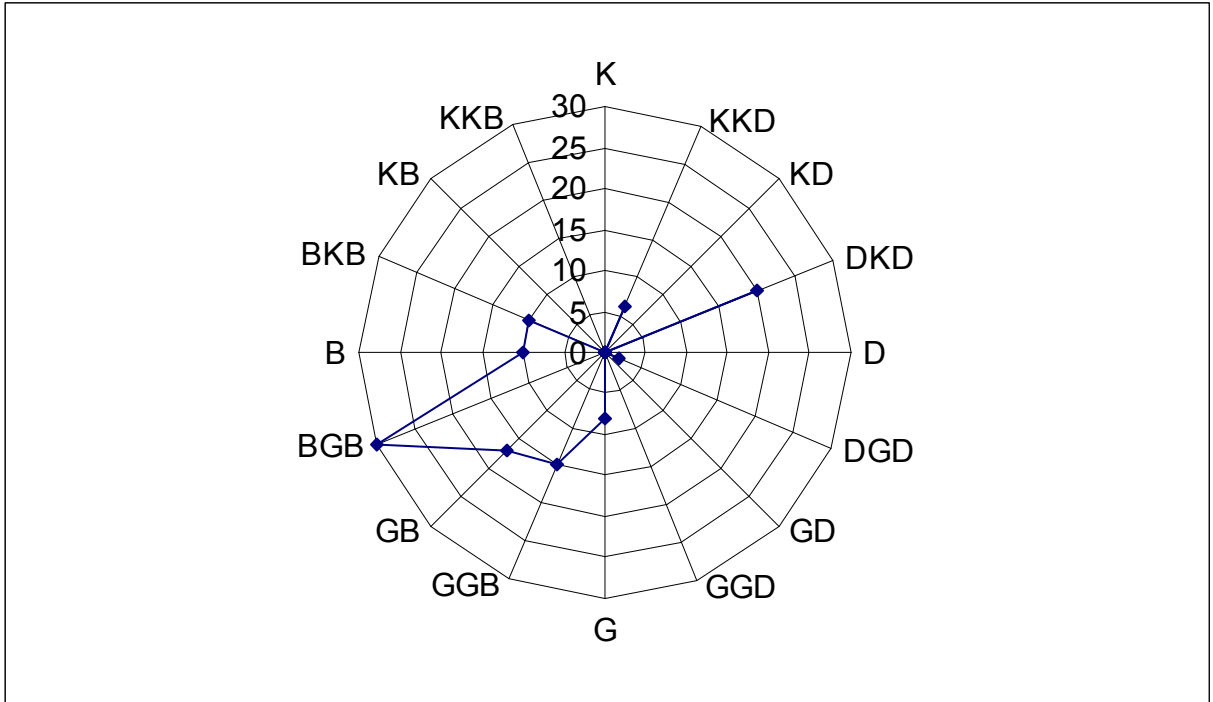
EK.B.3.Ümraniye ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı



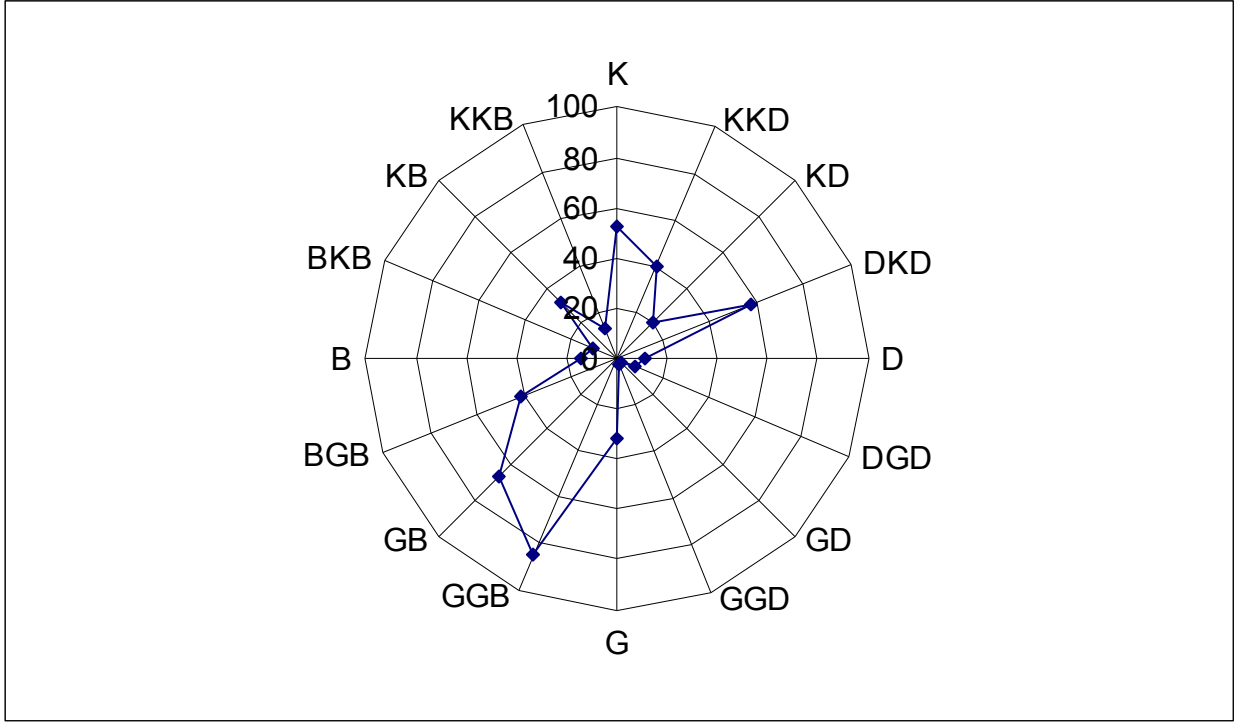
EK.B.4.Alibeyköy ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı



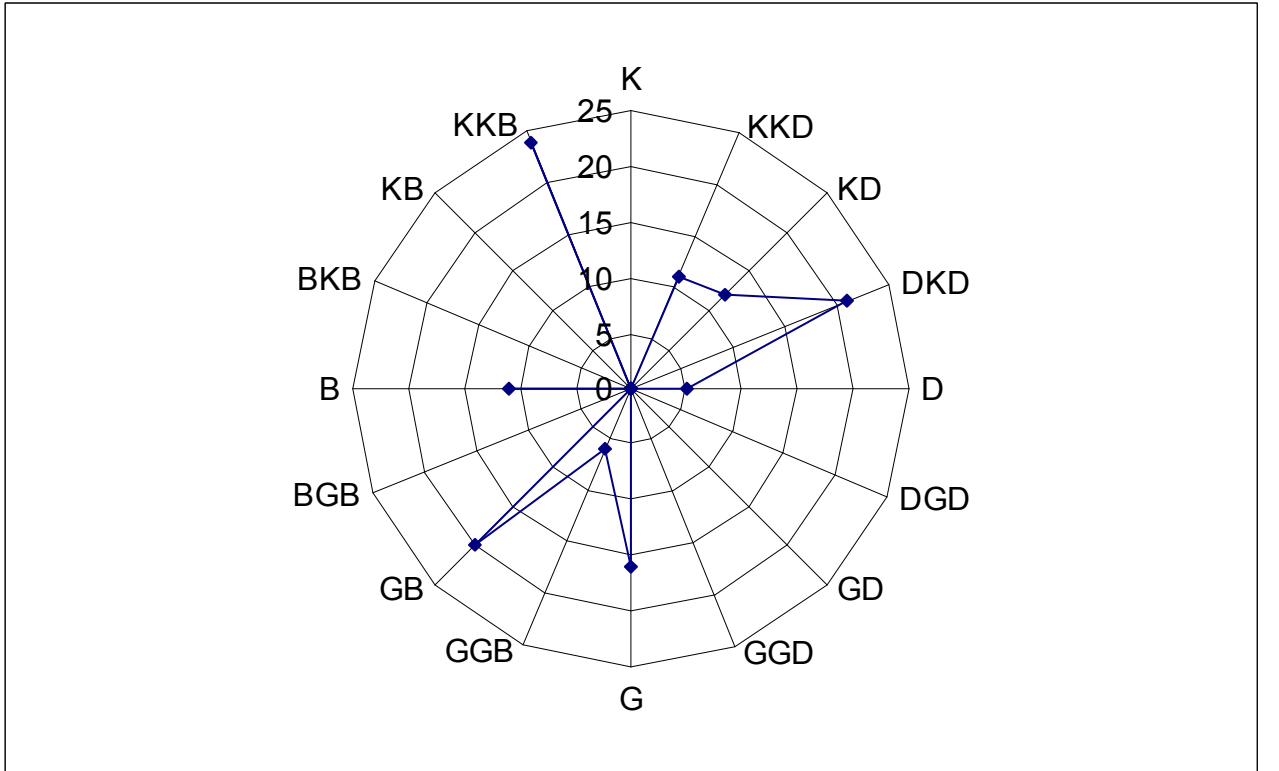
EK.B.5.Beşiktaş ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlere göre dağılımı



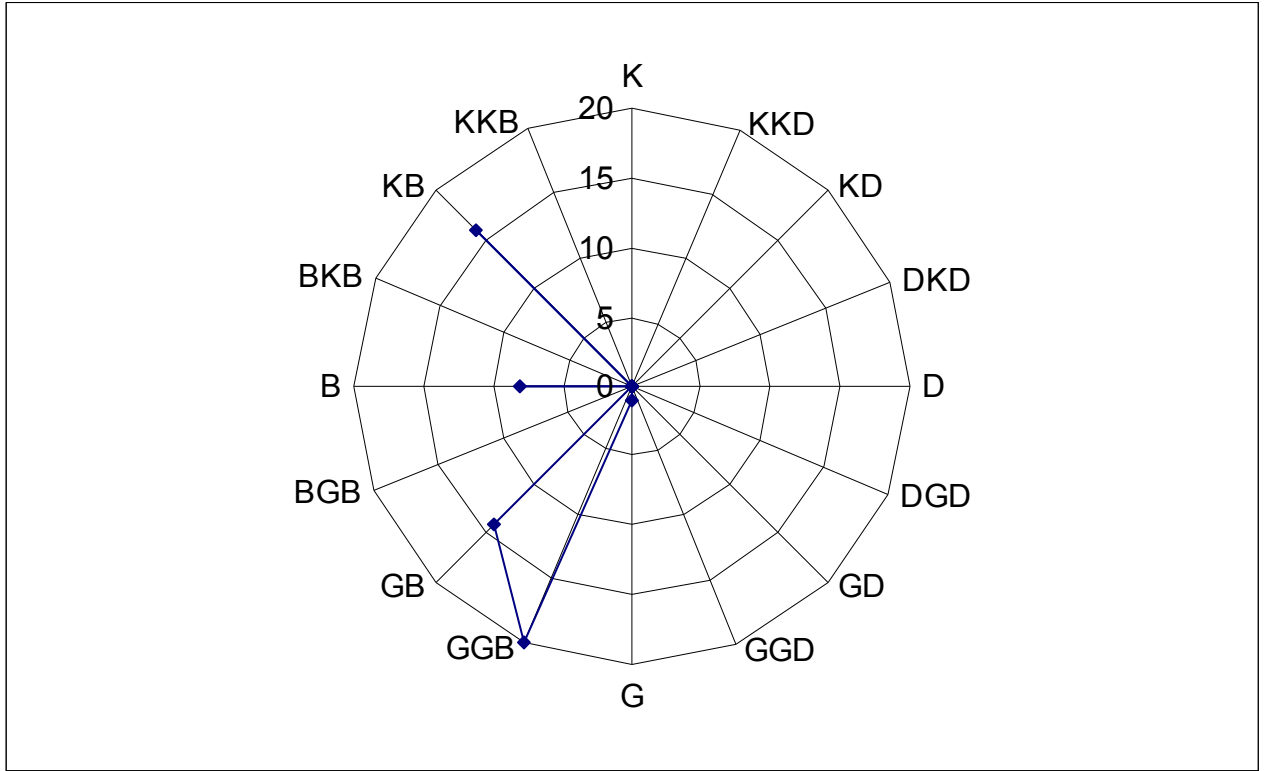
EK.B.6.Esenler ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönler
göre dağılımı



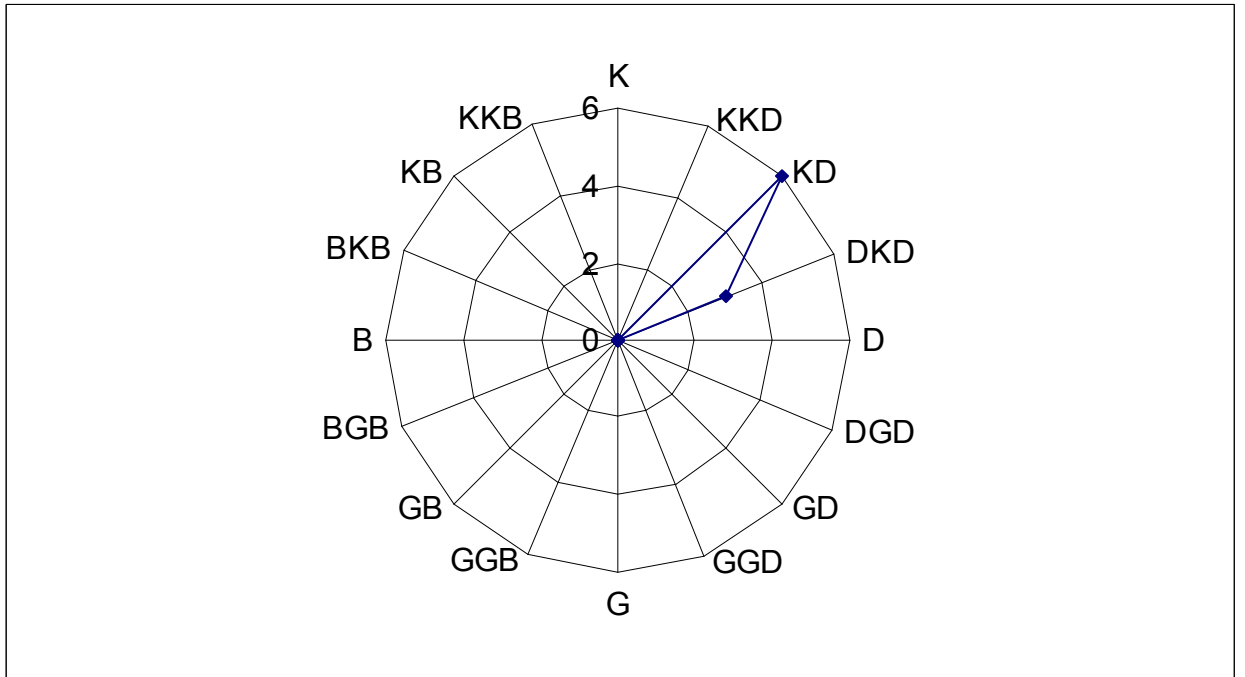
EK.B.7.Saraçhane ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının
yönler göre dağılımı



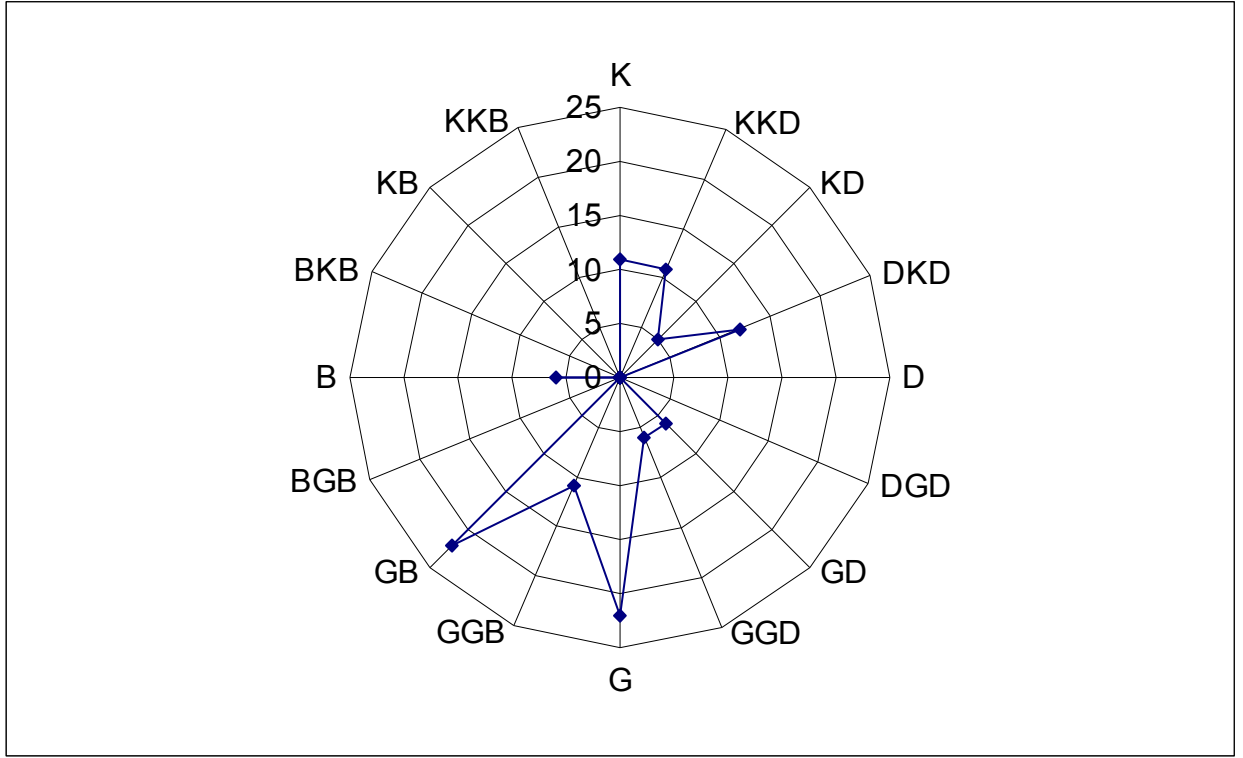
EK.B.8.Sarıyer ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlerine göre dağılımı



EK.B.9.Üsküdar ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlerine göre dağılımı



EK.B.10.Yenibosna ilçesindeki kritik PM10 ölçümü gözlenen günlerdeki rüzgar hızlarının yönlerine göre dağılımı



EK.C.1.Kartal İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çığ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK(°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ(Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)
2	10.12.1999	8	6	87	1022	10
K1-01	11.12.1999	12	7	70	1019	16
3	16.01.2002	4	2	84	1024	14
K1-02	17.01.2002	5	2	70	1027	3
	18.01.2002	7	2	76	1024	6
3	20.11.2002	14	12	83	1020	6
K1-03	21.11.2002	13	12	91	1021	3
	22.11.2002	14	10	72	1016	5
2	11.04.2003	10	2	64	1022	6
K1-04	12.04.2003	14	6	66	1018	2
2	16.11.2003	8	5	86	1024	6
K1-05	17.11.2003	10	7	84	1026	6
4	21.11.2003	12	8	84	1023	3
K1-06	22.11.2003	11	8	82	1023	8

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK(°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ(Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)
	23.11.2003	8	9	97	1022	6
	24.11.2003	10	7	96	1021	6
2	26.11.2003	8	7	82	1024	5
K1-07	27.11.2003	10	7	88	1022	3
2	24.10.2005	26	12	54	1013	7
K1-08	25.10.2005	26	14	62	1009	10
3	29.11.2005	12	11	94	1012	2
K1-09	30.11.2005	11	10	84	1020	2
3	01.01.2006	6	5	77	1023	3
K1-10	02.01.2006	8	5	74	1020	3
	03.01.2006	12	7	70	1018	8
3	30.01.2006	2	-2	72	1029	6
K1-11	31.01.2006	4	0	70	1022	12
	01.02.2006	4	-1	78	1018	6
2	21.03.2006	8	4	77	1013	3
K1-12	22.03.2006	12	4	65	1015	8
2	30.03.2006	10	9	74	1012	10
K1-13	31.03.2006	10	5	80	1015	1

EK.C.2.Kadıköy İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çığ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ(Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
2	17.01.2002	6	2	74	1027	2	DKD
K2-01	18.01.2002	8	3	76	1025	5	KD
3	21.11.2002	12	8	84	1023	3	GGB
K2-02	22.11.2002	11	8	82	1023	8	D
	23.11.2002	8	9	97	1022	6	GB
2	29.11.2002	11	7	72	1021	10	DKD
K2-03	30.11.2002	12	7	74	1020	8	DKD
2	11.04.2003	10	2	64	1022	6	DGD
K2-04	12.04.2003	14	6	66	1018	2	GGD
2	21.04.2003	10	2	65	1018	11	KKD

K2-05	22.04.2003	10	0	47	1017	6	KD
2	01.01.2006	6	5	77	1023	3	GB
K2-06	02.01.2006	8	5	74	1020	3	GD

EK.C.3.Ümraniye İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK(°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ(Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
2	06.11.2000	15	10	78	1017	6	G
Ü1-01	07.11.2000	17	12	68	1013	8	G
2	17.01.2002	5	2	70	1027	3	DKD
Ü1-02	18.01.2002	7	2	76	1024	6	KD
3	20.11.2002	14	12	83	1020	6	GB
Ü1-03	21.11.2002	13	12	91	1021	5	GGB
	22.11.2002	14	10	72	1016	5	D
2	23.11.2003	8	9	97	1022	6	GGB
Ü1-04	24.11.2003	10	7	96	1021	6	B

EK.C.4.Alibeyköy İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAM SÜRESİ- ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI (°C)	NEM (%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI (m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
6	09.02.1998	5	0	62	1025	17	GGB
A-01	10.02.1998	6	-4	60	1030	15	DKD
	11.02.1998	4	-1	79	1031	3	GB
	12.02.1998	6	2	80	1030	7	KKD
	13.02.1998	10	6	81	1020	9	GGB
	14.02.1998	8	3	66	1024	19	GD
16	18.02.1998	10	-3	53	1030	25	GB
A-02	19.02.1998	4	-3	65	1034	8	KKD
	20.02.1998	6	1	75	1027	3	DKD

DEVAM SÜRESİ- ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI (°C)	NEM (%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI (m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
	21.02.1998	10	-3	46	1030	16	GGB
	22.02.1998	11	0	62	1030	12	GD
	23.02.1998	8	3	78	1026	8	KKD
	24.02.1998	9	4	74	1026	6	GGB
	25.02.1998	8	3	85	1022	9	DKD
	26.02.1998	6	2	64	1028	19	GB
	27.02.1998	6	-4	59	1029	15	DKD
	28.02.1998	6	0	76	1020	10	GD
	01.03.1998	8	3	73	1014	5	KKD
	02.03.1998	8	5	80	1018	12	DKD
	03.03.1998	6	2	75	1027	8	GGB
	04.03.1998	6	2	72	1026	4	GB
	05.03.1998	12	6	66	1021	10	DKD
4	15.04.1998	15	7	53	1012	13	DKD
A-03	16.04.1998	14	3	58	1014	20	KKD
	17.04.1998	12	9	84	1004	11	DKD
	18.04.1998	16	9	70	1001	6	GGB
2	04.05.1998	20	14	64	1010	8	DKD
A-04	05.05.1998	20	12	63	1005	24	KD
3	23.06.1998	22	15	67	1016	8	GD
A-05	24.06.1998	24	16	68	1014	2	GB
	25.06.1998	26	17	67	1012	5	GGB
2	01.07.1998	28	20	73	1015	11	DKD
A-06	02.07.1998	26	20	77	1013	4	KD
2	07.07.1998	21	16	74	1011	6	KKD
A-07	08.07.1998	25	19	63	1008	5	DKD
2	12.07.1998	24	17	67	1013	13	DKD
A-08	13.07.1998	28	16	53	1014	3	GD
2	18.08.1998	24	16	64	1014	19	GGB
A-09	19.08.1998	24	18	69	1014	30	DKD
2	22.08.1998	24	22	78	1008	4	GB

DEVAM SÜRESİ- ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI (°C)	NEM (%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI (m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
A-10	23.08.1998	27	20	67	1008	3	KD
2	01.09.1998	22	16	65	1014	13	DKD
A-11	02.09.1998	20	12	58	1018	15	KKD
3	07.09.1998	22	16	72	1012	11	GGB
A-12	08.09.1998	22	17	70	1013	11	GD
	09.09.1998	22	17	72	1015	16	GD
3	02.11.1998	17	13	85	1010	17	DKD
A-13	03.11.1998	16	14	83	1015	6	KKD
	04.11.1998	18	15	83	1018	10	GGB
4	09.11.1998	10	2	66	1024	9	GB
A-14	10.11.1998	10	4	69	1021	10	GD
	11.11.1998	12	6	74	1018	12	DKD
	12.11.1998	13	8	78	1014	6	GD
2	16.11.1998	12	10	70	1010	16	KD
A-15	17.11.1998	11	6	77	1015	11	DKD
2	19.11.1998	6	0	71	1023	9	KKD
A-16	20.11.1998	9	3	72	1018	8	GD
3	06.01.1999	5	1	73	1024	19	KD
A-17	07.01.1999	4	1	83	1018	6	BGB
	08.01.1999	7	3	75	1008	11	GB
4	11.01.1999	10	6	80	1024	14	KD
A-18	12.01.1999	11	7	83	1022	4	GB
	13.01.1999	11	7	82	1014	11	GB
	14.01.1999	11	5	68	1012	6	G
3	23.03.2000	11	-1			3	KKD
A-19	24.03.2000	11	1			8	GD
	25.03.2000	13	3			4	DKD
2	15.04.2000	16	11	80	1009	14	K
A-20	16.04.2000	11	11	96	1007	24	KKD
2	10.01.2002	-1	-4	79	1036	6	DKD
A-21	11.01.2002	3	1	90	1035	5	KKD

DEVAM SÜRESİ- ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI (°C)	NEM (%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI (m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
4	26.01.2002	11	5	69	1025	2	GD
A-22	27.01.2002	7	6	79	1024	8	GB
	28.01.2002	8	5	87	1017	14	GB
	29.01.2002	6	4	88	1024	10	GB
6	05.02.2002	6	3	84	1024	10	BKB
A-23	06.02.2002	10	5	71	1021	8	GGB
	07.02.2002	10	6	77	1018	3	GGB
	08.02.2002	9	6	83	1021	3	GB
	09.02.2002	10	5	79	1017	3	DKD
	10.02.2002	9	6	78	1013	5	BKB
5	21.11.2002	13	12	91	1021	5	GGB
A-24	22.11.2002	14	10	72	1016	5	D
	23.11.2002	12	10	85	1012	3	GB
	24.11.2002	12	10	76	1019	14	KB
	25.11.2002	12	10	80	1025	2	KD
3	28.11.2002	12	8	72	1021	10	DKD
A-25	29.11.2002	11	7	72	1021	10	DKD
	30.11.2002	12	7	74	1020	8	DKD
2	03.12.2002	13	5	68	1009	13	KD
A-26	04.12.2002	15	11	78	1013	2	DKD
3	10.04.2003	7	1	58	1022	5	G
A-27	11.04.2003	10	2	64	1022	6	GD
	12.04.2003	14	6	66	1018	2	GGD
3	28.04.2003	11	3	66	1018	6	GB
A-28	29.04.2003	12	6	71	1021	2	GGB
	30.04.2003	16	8	54	1024	3	GB
2	03.10.2003	17	14	83	1016	8	GGB
A-29	04.10.2003	20	16	70	1014	4	GD
2	28.03.2006	10	3	65	1017	1	GD
A-30	29.03.2006	12	2	62	1013	1	GD

EK.C.5.Beşiktaş İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAM SÜRESİ- ADI	TARİH	SICAKLIK(°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ(Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
2	02.11.1998	17	13	85	1010	17	K
B-01	03.11.1998	16	14	83	1015	6	KKD
2	31.01.2002	10	7	77	1026	13	KD
B-02	01.02.2002	11	6	84	1022	16	DKD
5	05.02.2002	6	3	84	1024	10	D
B-03	06.02.2002	10	5	7	1021	4	DGD
	07.02.2002	10	6	78	1016	3	GD
	08.02.2002	9	6	83	1021	3	GGD
	09.02.2002	10	5	79	1017	3	G
3	06.03.2002	11	5	72	1021	5	GGB
B-04	07.03.2002	15	8	76	1021	14	GB
	08.03.2002	16	8	57	1015	10	BGB
4	20.03.2006	6	1	69	1016	2	B
B-05	21.03.2006	8	4	77	1013	3	BKB
	22.03.2006	12	4	65	1015	8	KB
	23.03.2006	14	6	52	1008	1	KKB

EK.C.6.Esenler İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
3	23.02.1998	8	3	78	1026	8	KKD
E-01	24.02.1998	9	4	74	1026	6	GGB
	25.02.1998	8	3	85	1022	9	DKD
2	13.03.1998	14	11	79	1011	10	G
E-02	14.03.1998	16	12	80	1013	10	KB

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
4	10.10.1998	22	17	72	1016	18	K
E-03	11.10.1998	22	19	77	1016	18	DKD
	12.10.1998	24	19	79	1012	12	GB
	13.10.1998	24	20	73	1004	6	BGB
2	19.10.1998	16	13	86	1019	4	GB
E-04	20.10.1998	18	14	84	1018	2	GB
2	28.09.1999	22	11	53	1012	8	KB
E-05	29.09.1999	21	16	73	1018	8	KB
2	01.02.2000	10	5	79	1022	16	GB
E-06	02.02.2000	8	2	70	1024	6	GGB
2	06.11.2000	15	10	78	1017	6	G
E-07	07.11.2000	17	12	68	1013	8	G
2	19.11.2000	13	7	71	1019	10	K
E-08	20.11.2000	14	7	72	1018	6	GGB
2	04.12.2000	11	7	85	1025	8	KD
E-09	05.12.2000	12	8	80	1025	3	D
2	10.12.2000	8	2	66	1026	8	G
E-10	11.12.2000	8	5	79	1020	6	BGB
4	07.02.2001	10	5	80	1023	11	GGB
E-11	08.02.2001	11	5	64	1025	2	DGD
	09.02.2001	11	2	54	1022	7	GB
	10.02.2001	12	1	56	1022	8	D
2	10.01.2002	-1	-4	79	1036	6	DKD
E-12	11.01.2002	3	1	90	1035	5	KKD
2	17.01.2002	5	2	70	1027	3	DKD
E-13	18.01.2002	7	2	76	1024	6	KD
2	26.01.2002	11	5	69	1025	2	GD
E-14	27.01.2002	7	3	90	1007	1	GB
6	05.02.2002	6	3	84	1024	10	BKB
E-15	06.02.2002	10	5	78	1021	4	GGB
	07.02.2002	10	6	78	1016	3	GGB

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
	08.02.2002	9	6	83	1021	3	GB
	09.02.2002	10	5	79	1017	3	DKD
	10.02.2002	9	6	78	1013	5	KB
3	14.03.2002	8	5	86	1017	3	GB
E-16	15.03.2002	10	6	77	1016	7	GGB
	16.03.2002	11	5	71	1015	8	KKD
2	29.11.2002	11	7	72	1021	10	DKD
E-17	30.11.2002	12	7	74	1020	8	DKD
2	11.04.2003	10	2	64	1022	6	DGD
E-18	12.04.2003	14	6	66	1018	2	GGD
2	21.04.2003	10	2	65	1018	11	KKD
E-19	22.04.2003	10	0	47	1017	6	KD
4	29.04.2003	12	6	71	1021	2	GGB
	30.04.2003	16	8	54	1024	6	GB
	01.05.2003	18	8	51	1024	3	BGB
4	21.11.2003	12	8	84	1023	3	K
E-20	22.11.2003	11	8	82	1023	8	GB
	23.11.2003	8	9	97	1022	6	GGB
	24.11.2003	10	7	96	1021	6	B
4	15.02.2004	1	-5	72	1026	26	BGB
E-21	16.02.2004	0	-3	66	1021	13	KKB
	17.02.2004	1	-5	67	1023	8	KKD
	19.02.2004	2	-2	80	1016	8	GGB
3	11.01.2005	5	3	90	1031	5	GB
E-22	12.01.2005	5	4	93	1027	8	B
	14.01.2005	5	2	92	1020	10	K
2	17.11.2005	14	6	61	1009	26	GGB
E-23	18.11.2005	12	10	85	1018	11	K

EK.C.7.Saraçhane İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
3	25.10.2000	12	7	69	1022	11	B
S1-01	26.10.2000	12	7	74	1021	2	GB
	27.10.2000	13	7	76	1019	8	GB
2	31.10.2000	12	7	74	1021	7	GB
S1-02	01.11.2000	13	7	70	1019	2	G
2	06.11.2000	15	10	78	1017	6	G
S1-03	07.11.2000	17	12	68	1013	8	G
2	17.01.2002	5	2	70	1027	3	DKD
S1-04	18.01.2002	7	2	76	1024	6	KD
3	21.11.2002	13	12	91	1021	6	GGB
S1-05	22.11.2002	14	10	72	1016	5	D
	23.11.2002	12	10	85	1012	3	GB
2	29.11.2002	11	7	72	1021	10	DKD
S1-06	30.11.2002	12	7	74	1020	8	DKD
3	20.04.2003	8	5	73	1013	24	KKB
S1-07	21.04.2003	10	2	65	1018	11	KKD
	22.04.2003	10	0	47	1017	6	KD

EK.C.8.Sarıyer İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ(Mb)	RÜZGAR HIZI (m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
2	08.04.1999	12	6	73	1014	7	GB
S2-01	09.04.1999	14	8	71	1017	6	GGB
2	07.02.2000	7	3	73	1022	6	GGB
S2-02	08.02.2000	8	2	73	1022	8	GGB
2	05.10.2001	20	17	77	1011	2	GB

S2-03	06.10.2001	22	18	85	1013	8	KB
2	11.01.2005	5	3	90	1031	5	GB
S2-04	12.01.2005	5	4	93	1027	8	B
2	27.03.2006	5	0	80	1020	8	KB
S2-05	28.03.2006	10	3	65	1017	1	GD

EK.C.9.Üsküdar İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM(%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
2	17.01.2002	5	2	70	1027	3	DKD
Ü2-01	18.01.2002	7	2	76	1024	6	KD

EK.C.10.Yenibosna İlçesindeki kritik ölçüm değeri gözlenen günlerin ortalama sıcaklık,çiğ noktası,ortalama nem,ortalama basınç,rüzgar hızı ve rüzgar yönü parametreleriyle bir arada gösterimi.

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM (%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
2	02.05.1998	18	10	67	1018	5	KD
Y-01	03.05.1998	19	14	68	1015	3	GB
2	24.06.1998	24	16	68	1014	2	GB
Y-02	25.06.1998	26	17	67	1012	5	GGB
2	19.10.1998	16	13	86	1019	4	GB
Y-03	20.10.1998	18	14	84	1018	2	GB
2	11.11.1998	12	6	74	1018	12	DKD
Y-04	12.11.1998	13	8	78	1014	6	GD
2	11.03.1999	10	5	71	1018	6	GGD
Y-05	12.03.1999	8	5	82	1016	3	GB
2	30.11.1999	8	2	74	1034	11	KKD
Y-06	01.12.1999	8	4	69	1027	8	GB

DEVAMLILIK SÜRESİ-ADI	TARİH	SICAKLIK (°C)	ÇİĞ NOKTASI(°C)	NEM (%)	BASINÇ (Mb)	RÜZGAR HIZI(m/sn)	RÜZGAR YÖNÜ
2	06.11.2000	11	7	84	1026	8	G
Y-07	07.11.2000	11	7	69	1024	14	G
2	14.11.2000	13	7	69	1021	3	K
Y-08	15.11.2000	14	7	66	1021	8	K
2	23.11.2003	8	9	97	1022	6	GGB
Y-09	24.11.2003	10	7	96	1021	6	B

9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

9.1.Sonuçlar

Bu tez çalışmasında,partiküler madde ile ilgili dünyada yapılan çalışmalar literatürden taranmış,sağlık üzerindeki olumsuz etkileri incelenmiş ve ileriye yönelik hava kirliliği kontrol stratejilerin belirlenmesinde kullanılmak üzere İstanbul şehrinde 1998-2006 Mart dönemi içerisinde meydana gelen hava kirliliği seviyelerinin yükselmesine yol açan atmosferik şartların analizi yapılmıştır. Bu amaçla ulusal hava kalitesi standart değerleri ve episod kavramı göz önüne alınmıştır. Kritik ölçüm değerlerinin gözlemlendiği günlerle en az iki ilçede ($PM > 150 \mu g/m^3$) değerinin gözlemlendiği episod nitelikteki günlerin yerel meteorolojik parametrelerle arasındaki bağlantılar analiz edilmiştir.

Topografik yapısı vadilerden oluşan İstanbul şehrinde kış aylarında meydana gelen hava kirliliği seviyelerinin temel kaynağı ısınma nedeniyle kullanılan yakıtlardır. Şehirde 1990 yılından itibaren doğal gaz ve ithal kömür kullanımına başlanılmıştır. Emisyon kaynaklarında zaman içerisinde meydana gelen bu değişiklik şehirde ölçülen hava kirliliği seviyelerine de yansımıştır. Hava kirliliği seviyelerinin irdelenmesinde kullanılan “episod” kavramı için 24 saatlik ortalamada PM için $150 \mu g/m^3$ değeri episod eşiği olarak uygulanmıştır.

İstanbul'un hava kalitesi, partiküler madde (PM_{10}) kirliliği açısından, 1998-2006 Mart yılları arasında Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan Meteorolojik parametreler ile birlikte incelenmiştir. Çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesinin Alibeyköy, Beşiktaş, Esenler, Saraçhane, Yenibosna, Sarıyer, Kartal, Ümraniye, Kadıköy ve Üsküdar Hava Kirliliği Kontrol İstasyonlarına ait ölçüm sonuçları ile Kireçburnu, Florya ve Göztepe Meteorolojik Gözlem İstasyonlarının veri tabanı kullanılmıştır. Hava kalitesi kontrol istasyonlarından elde edilen partiküler madde konsantrasyonunun ikiden fazla istasyonda normal seyrine göre artışlar gösterdiği günler seçilerek “episode günler” tarifi getirilmiş ve özellikle bu günlerdeki meteorolojik olayların tespiti yapılmıştır.

Hava kalitesindeki değişimlerin 10 milyon üzerinde bir nüfusu etkilediği dünyanın sayılı metropollerinden birisi olan İstanbul şehri için partiküler madde kirliliği hakkında řu sonuçlara ulaşılmıştır;

1. İstanbul ilinin büyük bir metropoliten alana yayılmış olması, nüfus yoğunluğunun, trafik yoğunluğunun ve coğrafik özelliklerin konumla birlikte büyük değişiklikler gösteriyor olması, hava kalitesinde büyük farklılıklara yol açmaktadır. Doğal gaz şebekesinin il genelinin neredeyse tamamına yayılmış olmasına rağmen kullanım oranının %65 mertebesinde kalıyor olması özellikle Alibeyköy, Kartal, Ümraniye ve Üsküdar ilçelerinde PM10 kirliliği üzerinde ısınma amaçlı yakıt tüketiminin etkisini ortaya koymaktadır. Alibeyköy, Esenler, Kadıköy ve Saraçhane ilçelerinde ise trafik kökenli kirleticilerin PM10 konsantrasyonu üzerinde etkisi bulunmaktadır. (Şekil 7.1 , Şekil7.4 , Şekil 7.7 , Şekil 7.8)

2. İstanbul genelinde genel olarak PM10 konsantrasyonu en sık $50\mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{PM}_{10} < 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ konsantrasyon değerleri arasında gözlenmektedir. Kısa vadeli sınır değer olan $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ konsantrasyonun aşıldığı günlerin sayısı bütün istasyonlarda 1999 yılından bu yana azalmakta olup sadece 2002 yılında ufak bir artış göstermiştir.(Tablo 7.1-Tablo 7.9)

3. Kritik ölçüm gözlenen günlerin yıllara göre dağılımları incelendiğinde 1998 yılında toplam 78 , 2002 yılında toplam 76 kritik ölçüm yapıldığı Tablo.8.3'de görölmektedir.1999 yılında 15 , 2000 yılında 30 , 2001 yılında ise sadece 6 gün kritik PM10 değerleriyle karşılaşılmıştır.2003 yılında 40 kritik ölçüm görülürken , 2004 yılında yalnızca 4 kritik ölçüm görölmüş , ancak bu sayı 2005 yılında 12 ve 2006 yılında 20 kritik ölçümle artış göstermeye devam etmektedir.

4. Episode günlerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, gözlenen 12 adet oluşum ile 2000 ve 13 adet oluşum ile 2002 yıllarında kirletici etkinin en fazla olduğu görölmektedir. Bu episode günler 2000 ve 2002 yılları için yazıldıkları sıra ile ait oldukları yılların %24 ve %22' sinde belirlenmişlerdir.

5. İstanbul'da meteorolojik gözlemlerin yapıldığı istasyonlar olan Kireçburnu, Florya ve Göztepe için ortalama basınç, bulutluluk, toplam güneşlenme süresi ve ortalama sıcaklık, günlük ortalama nem, günlük toplam yağış, günlük rüzgar hızı ve yönü için değerlerinin

günlük ortalama bazında birbirleriyle çok yüksek korelasyonlara sahiptir ve bu parametreler İstanbul ili için genellenebilirler.

6. 1998-2006 Mart tarihleri arasında Göztepe istasyonunda hakim rüzgar yönü KKD-KD arasında, Florya istasyonunda KB-KKD arasında ve Kireçburnu istasyonunda K-KD arasında kalmaktadır. Bu bakımdan İstanbul ili en çok Balkanlar ve Rusya-Karadeniz üzerinden gelen rüzgarların etkisinde kalmaktadır. Diğer taraftan hakim yönün dışında belirlenen en etkin rüzgar yönü Ege-Akdeniz üzerinden gelen G-GB yönlü rüzgarlardır .

7. Kritik PM10 ölçülen günlerdeki rüzgar hızı yön dağılımlarına bakıldığında Kartal ilçesinde en yüksek rüzgar hızının GGB istikametinde , Kadıköy ilçesinde en yüksek rüzgar hızlarının GB ve DKD yönlerinde , Ümraniye ilçesinde G ve GGB istikametlerinde , Alibeyköy’de DKD yönünde , Beşiktaş’ta BGB yönünde , Esenler’de GB ve GGB yönlerinde , Sarıyer’de KKB ve DKD istikametlerinde , Sarıyer’de GGB ve GB yönlerinde , Üsküdar’da KD yönünde , Yenibosna’da ise G ve GB yönlerinde olduğu görülmektedir.(EK.B tablolar)

8. 4 ilçede gözlenen episod günler içerisinde rüzgar yönleri dağılımları incelendiğinde %22 DKD , %15 GB , %14 GGB , %14 D yönleriyle hakim rüzgar yönü Doğu-Kuzeydoğu şeklinde gerçekleşirken, 3 ilçede gözlenen episod günler içerisinde rüzgar yönleri dağılımları incelendiğinde %15BKB , %15GGB ve %14 G yönleriyle hakim rüzgar yönü Güney-Güneybatı ve Batı-Kuzeybatı olarak tespit edilmiştir.2 ilçede gözlenen episod günler içerisinde rüzgar yönleri dağılımları %30 GB , %13 DKD , %13 GGB ve %13GD yönleriyle hakim rüzgar yönü Güneybatı iken 5 ilçede gözlenen episod günler içerisinde rüzgar yönleri dağılımları %33,3D , %33,3DKD , %33,3KD şeklinde ölçülmüştür.

9. EK A incelendiğinde kritik PM10 değeri gözlenen günlerdeki hakim rüzgar yönleri olarak Alibeyköy ilçesinde %24 ile DKD , %17 GB , %16 GD ve %15 GGB , Beşiktaş ilçesinde %22 GB , %22 GGB , %14 DKD , %14 BGB , Esenler ilçesinde %15 GB , %12 GGB , %8 KB , %8 K , Kadıköy ilçesinde %22 GB , %15 DKD , %15 K , Kartal ilçesinde %26 GGB , %16 GB , %13 D , Sarıyer ilçesinde %23 GB , % 18 DKD , %17 G, Sarıyer ilçesinde %30 GGB , %30 GB , %20 KB , Ümraniye ilçesi %23 G , %22 GGB, Üsküdar ilçesinde KD ve DKD , yenibosna ilçesinde ise %32 GB , %11 G, %11 GGB, %11 GGD ve % 11 K olarak değişmektedir.

10. Tablo 8.12,Tablo 8.13,Tablo 8.14,Tablo 8.15,Tablo 8.16 incelendiği takdirde rüzgar hızı ve PM10 dağılımlarının düşük rüzgar hızlarında yüksek PM10 konsantrasyonlarının, yüksek rüzgar hızlarında düşük PM10 konsantrasyonlarının olduğu, ortalama rüzgar hızı değerlerinde ise ortalama konsantrasyon değerleri olduğu görülmektedir. İstanbul için havalanma önemli bir temizleme mekanizmasıdır.

11.Kritik PM10 ölçümü yapılan günlerin meteorolojik parametreleri karşılaştırıldığında (Tablo.8.17) ölçüm yapılan günlerin %57'unda episod gününe ait sıcaklık değerlerin aylık ortalama sıcaklık değerlerinden büyük olduğu , %38'inde aylık ortalama sıcaklık değerinden düşük olduğu , % 5'inde ise aylık ortalama sıcaklık değeriyle aynı olduğu görülmektedir. Çiğ noktası sıcaklığının aylık ortalama çiğ noktası sıcaklığı ile karşılaştırılması halinde ise episod günlerinin %51'inde çiğ noktası sıcaklığının aylık ortalama çiğ noktası sıcaklığının üzerinde , %39'unda çiğ noktası sıcaklığının aylık ortalama çiğ noktası sıcaklığının altında , %10'unda ise aylık ortalama çiğ noktası sıcaklığına eşit olduğu görülmektedir.

12. Kritik PM10 ölçümü yapılan günlerin rüzgar hızları aylık ortalama rüzgar hızı değerleriyle karşılaştırıldığında (Tablo.8.17) ölçüm yapılan günlerin %89'unda episod gününe ait rüzgar hızlarının aylık ortalama rüzgar hızı değerlerinin altında olduğu , yalnızca %11'inde aylık ortalama rüzgar hızı değerinden düşük olduğu görülmektedir.Yani kritik ölçüm yapılan günlerde rüzgar hızı değerleri genel olarak aylık ortalama rüzgar hızı değerlerinin altında seyretmektedir.

13. Kritik PM10 ölçümü yapılan günlerin basınç değerleri aylık ortalama basınç değerleriyle karşılaştırıldığında (Tablo.8.17) ölçüm yapılan günlerin %45'inde episod gününe basınç değerlerinin aylık ortalama basınç değerlerinin üzerinde olduğu ve episod günleri boyunca azaldığı , %7'inde episod gününe basınç değerlerinin aylık ortalama basınç değerlerinin üzerinde olduğu ve episod günleri boyunca arttığı , %17'sinde aylık ortalama basınç değerlerinin altında olduğu ve episod günleri boyunca azaldığı , %11'inde aylık ortalama basınç değerlerinin altında olduğu ve episod günleri boyunca arttığı görülmektedir.

14. Kritik PM ölçümü yapılan günlerin %25'inin Kasım ayında , %18'inin Şubat ayında, %15'inin ise Ocak ayında olduğu görülmektedir.Toplamda kritik PM ölçümü yapılan günlerin %84'ü İstanbul için ısınma ihtiyacı gerektiren Kasım,Aralık,Ocak,Şubat,Mart ve Nisan aylarında vuku bulmuştur. (Grafik 8.1)

En fazla kritik ölçümün gerçekleştiği aylar incelendiğinde 2002 yılı Kasım ayında 26 gün, 2002 Ocak 25 gün, 2003 yılı Nisan ayında ise 22 gün Kritik PM ölçümü yapılmış olduğu görülmektedir. (Tablo 8.2)

15. Avrupa Birliği Partiküler madde sınır değeri olan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı günler 1995 yılından itibaren incelenmiştir. Tablo.8.3 incelendiğinde 1995 yılının son üç ayında Avrupa Birliği'nde 2005 yılından itibaren yılda yalnızca 35 gün aşılmasına izin verilen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin 63 kere aşıldığı görülmektedir. 1996 yılında toplam 160 gün, 1997 yılında toplam 124 gün, 1998 yılında toplam 177 gün, 1999 yılında toplam 175 gün, 2000 yılında 201 gün aşılmıştır. Bu gün sayıları sınır değeri olan 35 'in oldukça üzerindedir. 2001 yılında $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı günler incelendiğinde 146 gün; 2002 yılında 225 gün; 2003 yılında ise 185 gün aşıldığı görülmektedir.

16. $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı gün sayıları ilçe bazında incelendiğinde 1999 yılı için $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin en fazla Esenler ilçesinde aşıldığı görülmektedir. 2. ilçe olarak Yenibosna ilçesi gelirken Saraçhane ilçesi 3. sırada gelmektedir. 2000 yılında $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin en fazla aşıldığı ilçeye bakılacak olursa ilk sırada Saraçhane gelmektedir. Saraçhane'yi Esenler ve Yenibosna ilçeleri izlemektedir. 2001 yılının ölçüm yapılan günler içinde $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı gün sayılarına bakılacak olursa Esenler ilk sırayı alırken Saraçhane ve Alibeyköy ilçeleri Esenler'i izlemektedir. 2002 yılı incelendiğinde ilk sırada Alibeyköy ilçesi görülürken, Beşiktaş ve Saraçhane çok az farkla birbirini takip etmektedir. 2003 yılının ölçüm yapılan günler içinde $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı gün sayılarına bakılacak olursa Alibeyköy en fazla günle ilk sırada iken Saraçhane ve Kartal ilçeleri takip etmektedir. $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin aşıldığı toplam gün sayıları hesaplandığında ise 938 günle Saraçhane ilk sırayı alırken; Esenler 907 günle 2. sırada, Alibeyköy ise 777 günle 3. sırada bulunmaktadır. (Tablo.8.4)

9.2.Öneriler

Özellikle Rusya bloğu ülkeleri gelişmekte olan ülkeler sınıfında olup, önemli miktarlarda kirletici ürettikleri bir gerçektir. Bu yörüngelerin etkisi altında İstanbul'da maksimum kirletici konsantrasyonları da gözlenmiştir. Bu kirleticilerin Marmara bölgesi ve İstanbul üzerinde

uzun mesafeli taşınım ile etkili olması kaçınılmazdır.

Olimpiyat oyunlarına aday olan şehirler arasında yer alan İstanbul için, dört yıllık çalışma süresi boyunca sadece bir adet yaz episod gününün olması umut vericidir. Söz konusu zaman diliminde yüksek rüzgar hızı ile birlikte Afrika üzerinden gelen hava kütlelerinin etkili olması, yer seviyesinde tozlaşmanın artması ile PM10 konsantrasyonuna yansımıştır. Diğer episod günlerin soğuk mevsimlere denk gelmesi, ısınma amaçlı yakıt kullanımının PM10 oluşumunda hala önemli bir etken olduğunu göstermektedir.

Avrupa Birliğine aday ülkemizin, kendisini bu birlikteliğe hazırlamak üzere diğer tüm kirletici parametrelerin standartlarında olduğu gibi PM 10 parametresinde de üye ülkelerde uygulanan hava kalitesi standartlarını yakalaması gerekmektedir. Bu bağlamda; şehrin kendi yaratmış olduğu kirletici kaynakların azaltılması gelecekte oluşabilecek episod günlerin sayısının ve süresinin azalmasında etkili olacaktır. Bu bağlamda;

-%65 mertebesinde olan doğal gaz kullanımı, teşvik kampanyaları uygulanarak arttırılmalıdır.

-Toplu taşımacılık çözümleri il genelinde yaygınlaştırılmalı, raylı sistemlerin kullanımının yaygınlaştırılması ana politika olmalıdır.

-Halen şehir içi toplu taşımada kullanılmakta olan eski tip Belediye otobüsleri, yeni ve çevre dostu olan modelleri ile değiştirilmelidir.

-Her yağmurda çamur oluşumuna katkıda bulunan, zemin ile zemin üstü arasında geçirimsiz bir tabaka sağlayamayan kaldırım modelleri değiştirilmeli, şehrin kanalizasyon yapısı mevsim normalleri üzerindeki yağışları dahi kaldırabilecek şekilde yeniden yapılandırılmalıdır.

-Kısa mesafelerde bisiklet ile ulaşımı teşvik edici bisiklet yolları, kiralık bisiklet, yada belli güzergahlarda kamusal bisiklet kullanımı gibi politik çözümler üretilmelidir.

Bu çalışmada kullanılan partiküler madde konsantrasyonları ile meteorolojik data grupları farklı istasyonlardan temin edilmiş olmasına rağmen, çalışma sonuçları her iki data grubunun bir arada değerlendirilmesi gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur. Bu bakımdan İstanbul için oluşturulacak kirletici ve meteoroloji veri tabanları kesinlikle aynı istasyonlardan birlikte

ölçülen sonuçlardan derlenmelidir. Bu bakımdan İstanbul Büyük Şehir Belediyesine, hava kalitesinin kontrolünün yapıldığı istasyonlarda, meteorolojik gözlemlerin kayıt edilmesinin sağlanması konusunda büyük görevler düşmektedir. Üniversite bünyesinde oluşturulacak sabit bir hava kalitesi gözlem istasyonu ise bu ve bu gibi çalışmalarda bir kontrol noktası olarak kullanılabileceği gibi İstanbul için oluşturulacak bir hava kalitesi veri tabanında da önemli bir istasyon olarak yerini alacaktır.

Sonuçlar kısmında da belirtildiği üzere bu tez çalışmasının temel amacı hava kirliliği kontrol stratejilerine ışık tutmak amacıyla atmosferik şartların ayrıntılı analizinin yapılmasıdır. Bu analiz içinde en önemli yeri tutan atmosferik özellik için bağıl büyüklüğünün de analiz edilmesinde fayda görülmektedir. Ayrıca, hava kirliliği ile aralarında bağıntılar bulunan meteorolojik parametreler ve atmosferik yapı göz önünde bulundurularak episod nitelikli hava kirliliği seviyelerini tahmin edilmeye yardımcı olabilecek bir indis geliştirilmesinde fayda görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Arıncı Y. V** ,1998 Türkiye'deki çimento endüstrisinin yarattığı hava kirliliği ve modellenmesi
- Brazel,A.J.,Nickling,W.G.**,1986.The Relationship of Weather types types to generation in ArizonaJournal of Climatology 6,225-275.
- Chaloulakau A. Ve diğerleri.**, 2002. Measurements of PM₁₀ and PM_{2.5} particle concentrations im Athens, Greece, *AE International – Europe*, 37 (2003) 649-660
- Chow,J.C.,Watson,J.G.**,2001.Zones of representation for PM10 measurements along the US/Mexico border.Science of the Total Enviroment 276,49-68.
- Davis, R.E.,Gay,D.A.**,1993a.. An assesment of air quality variations in the southwestern USA using an upper air synoptic climatology.International Journal of Climatology 13,755-781.
- Davis, R.E.,Gay,D.A.**,1993b.. A synoptic climatological analysis of air quality in the Grand Canyon National Park.Atmospheric Environment 27 A,713-727.
- Deniz, A.** 1997. Türkiye’yi Etkileyen Sinoptik Sistemlerin Klimotolojisi, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DİE**, 2000. Devlet İstatistik Enstitüsü Nüfus Sayım Sonuçları.
Http:// www.die.gov.tr/konularr/nufussayimi.htm.
- EPA**, 2004. Environmental Protection Agency *http://www.epa.gov/cleanair2004/*

Gebhart, K.A., Kreidenweis, S.M., Malm, W.C., 2001. Back-trajectory analyses of fine particulate matter measured at Big Bend National Park in the historical database and the 1996 scoping study. *Science of Total Environment* 276, 185-204.

Gulsoy, Ö.Y. G , 1999, “Investigation of Entrainment Modelling Approaches”, *Mining journal*, Cilt 38, Sayı 1, sf13-30

Hien, D., Bac, T., Tham , C., Nhan, D., Vinh, D., 2002. Influence of meteorological conditions on PM_{2.5} concentrations during the monsoon season in Hanoi. *Atmos Environ* ;36,

İGDAŞ, 2004. İstanbul Doğalgaz Dağıtım A.Ş. Halkla İlişkiler Servisi ile Kişisel Görüşme

İncecik , S., 1994 Hava kirliliği

İncecik , S., 1983. İstanbul'un Haliç bölgesinde hava kirliliği ile ilgili meteorolojik parametrelerin incelenmesi

Jantunen, M.J., Hanninen, O., Katsouyanni, K., Knoppel, H., Kuenzli, N., Lebre, E., Maroni, M., Saarela, K., Sram, R., Zmirou, D., 1998. Air pollution exposure in European cities: the “EXPOLIS” study. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 8 (4), 495–518.

Janssen, N.A.H., van Vliet, P.H.N., Aarts, F., Harssema, H., Brunekreef, B., 2001. Assessment of exposure to traffic related air pollution of children attending schools near motorways. *Atmospheric Environment* 35, 3875–3884.

Kabasakal, Ö. 2003. İstanbul’da PM₁₀ Parametresinin 1998-2003 Periyodunda İncelenmesi , *Lisans Tezi*, İnşaat Fakültesi.

- Kolehmainen M, Martikainen H, Hiltunen T, Ruuskanen J., 2005.** Forecasting air quality using hybrid neural network modeling. *Environ Monit Assess* ;65.
- Michael P., 1997.** An analysis of the meteorological parametres affecting ambient concentrations of acid aerosols in Uniontown, Pennsylvania. *Atmos Environ Pollution* ;31.
- Müezzinoğlu, A., Ekinci E., 1992.** Air Quality considerations in Turkey; social awareness factor, roles of central/local administrations and technical problems. *Proc. 9. Clean Air Congress, Montreal: Air & Waste Association.*
- M.S.B. Araştırma ve Geliştirme Daire Başkanlığı, 1982.** Ankara hava kirliliği ve çözüm için öneriler
- Perkins, H.C. , 1974.** Air Pollution, Mc Graw - Hill Book Company, New York
- Porter, P.S., Rao, S.T., Zurbenko, I.G., Dunker, A.M., Wolf, G.T., 2001.** Ozone air quality over North America: Part II-an analysis of trend detection and attribution techniques. *Journal of the Air and Waste Management Association* 51, 283-306.
- Reis ,B , 2004.** İstanbul'da PM Kirlenmesi , Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- RSHM, 2004.** Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı.
<http://www.rshm.saglik.gov.tr/indextr.html>
- Şahin, F. 1994** İstanbul'da bazı hava kirliliği parametrelerinin meteorolojik parametrelerle ilişkisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Şahin, M.,1999 Ankara'da hava kirliliği episodları esnasında atmosferik şartların analizi,
Doktora Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tayanç,M., 2000 Study of Bulk and Sub-Event Wet Deposition in Gebze, Turkey , [Water, Air and Soil Pollution: Focus](#), Volume 3, Numbers 5-6, 2003, pp. 141-155(15)

Tırıs M. , Kalafatoğlu E, Okutan H. ,1993 Hava kirliliği kaynakları ve kontrolü

Yeşilyurt, C.ve Akcan N., 1998. Hava Kalitesi İzleme ve Örneklemeye Kriterleri,
T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Çevre
Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, ISBN 975-590-032-2.

Yetim, R., 2000. İstanbul'da Taşıt Emisyonlarının Azaltılmasında İETT Uygulamaları, 1.
Çevre Teknolojileri Sempozyumu, İstanbul, 17-18 Nisan, s. 207-221.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi 18.09.1981

Doğum Yeri İSTANBUL

Lise 1995-1998 Özel Asfa Lisesi

Lisans 1999-2003 Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2003-Devam Ediyor Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim
Dalı

Çalıştığı kurumlar 2005-Devam Ediyor İstanbul Büyükşehir Belediyesi İ.S.K.İ
Plan Proje Daire Bşk Kanal Proje Md.
Proje Kontrol Mühendisliği