



**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

**İSTANBUL - ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE
HAVA KİRLİLİĞİNİN MATEMATİK
MODELLE İNCELENMESİ**

**Namık AK
Yük. Müh.**

F.B.E. Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi: 05 Şubat 1997

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ferruh ERTÜRK (Y.T.Ü.)

Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Hasan Ali SAN (İ.T.Ü.)

: Prof.Dr. İ.Ethem GÖNENÇ (İ.T.Ü.)



**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

**İSTANBUL - ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE
HAVA KİRLİLİĞİNİN MATEMATİK
MODELLE İNCELENMESİ**

Namık AK
Yük. Müh.

**F.B.E. Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi: 05 Şubat 1997

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ferruh ERTÜRK (Y.T.Ü.)
Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Hasan Ali SAN (İ.T.Ü.)
: Prof.Dr. İ.Ethem GÖNENÇ (İ.T.Ü.)

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Sayı: **EN-FBE-2000.046**

Bütün Hakları Saklıdır. © 1999, Yıldız Teknik Üniversitesi
Bu eserin bir kısmı veya tamamı, Y.T.Ü. Rektörlüğü'nün izni olmadan,
hiçbir şekilde çoğaltılamaz, kopya edilemez.

AK, Namık
İstanbul - Zeytinburnu İlçesinde Hava Kirliliğinin Matematik
Modelle İncelenmesi / Namık AK

Kaynakça var.

ISBN: 975-461-285-4

Y.T.Ü. Kütüphane ve Dokümantasyon Merkezi Sayı: **YTÜ.EN.DR.-2000.0587**

Baskı: Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi Matbaası-İstanbul
Tel: (0212) 259 70 70/2252

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
SEMBOL LİSTESİ	V
TEŞEKKÜR	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	XV
1. BÖLÜM GİRİŞ	1
1.1. İSTANBUL'UN TOPOĞRAFYASI VE COĞRAFİ DURUMU	6
1.1.1. İstanbul'un İklimi	8
1.1.2. İstanbul'un Hava Kirliliği Yönünden Topoğrafyası	8
1.1.3. İstanbul'un Nüfusu Ve Sanayi Kolları	9
1.2. ZEYTİNBURNU İLÇESİNİN COĞRAFİ DURUMU	10
1.2.1. Zeytinburnu'nun Hava Kirliliğine Sebep Olan Sanayii ve Ekonomik Durumu	11
1.2.2. Zeytinburnu İlçesinin Nüfus Durumu	15
1.3. ZEYTİNBURNU İLÇESİ İÇİN METEOROLOJİK UNSURLAR	21
1.4. BÖLGEDE KİRLİLİK KAYNAKLARI	32
1.5. BÖLGEDE EMİSYON ENVANTERİ	34
1.6. HAVA KİRLİLİĞİ SEVİYESİ	39
2. BÖLÜM MATEMATİK MODELİN GELİŞTİRİLMESİ ve LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	66
2.1. ARAÇ-MATEMATİK MODELLEME	66

2.1.1.	<i>Matematik Modelin Amacı</i>	66
2.1.2.	<i>Modelleme Konuları</i>	69
2.1.2.1	<i>Dispersiyon Model Teknikleri</i>	69
2.2.	MATEMATİK MODELLE HAVA KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ ve BU KONUDA YAPILAN ÇALIŞMALAR	70
2.2.1.	<i>Modelleme</i>	70
2.2.1.1.	<i>Rollback Modeli</i>	71
2.2.1.2.	<i>Deterministik ve İstatistiksel Modeller</i>	71
2.2.1.3.	<i>Analitik (Fiziksel) Modeller</i>	73
2.2.1.4.	<i>K Modeli</i>	81
2.2.1.15.	<i>Kriking Yöntemi</i>	81
2.2.2	<i>İstanbul'un Zeytinburnu İlçesine Uygulanan Matematik Model</i>	83
2.2.2.1.	<i>Alan Kaynaklar</i>	84
2.2.2.2.	<i>Nokta Kaynaklar</i>	85
2.2.3.	<i>Matematik Modelin Uygulandığı Yerler ve Literatür Çalışmaları</i>	86
2.2.3.1.	<i>Tennessee'in Oak Ridge Şehri Yakınında Ölçülmüş Atmosferik Stabilité (Hanna, 1970)</i>	90
2.2.3.2.	<i>Atmosferik Stabilité ve Difüzyon Katsayılarının Tahmini İçin Kullanılan Metodların Karşılaştırılması</i>	91
3.	BÖLÜM MATEMATİK MODELİN ZEYTİNBURNU İLÇESİNE UYGULANMASI	93
3.1.	<i>Matematik Model ile Alan Kaynaklardan Oluşan Kirletici Konsantrasyonlarının Hesaplanması</i>	93
3.2.	<i>ZEYTİNBURNU İLÇESİ'NDE GRİD KARELERİNDEKİ EMİSYONLARIN HESAPLA TAHMİN EDİLMESİ</i>	93

3.2.1. Kükürt Dioksit Emisyonları	93
3.2.2. Partikül Emisyonları	94
3.3. ATMOSFERİK STABİLİTE VE DİSPERSİYON SABİTELERİNİN TESBİTİ	98
4. BÖLÜM ÇEŞİTLİ KONTROL SENARYOLARININ UYGULANMASI VE KİYASI	126
4.1. KONTROL SENARYOLARININ UYGULANMASI	126
4.1.1. Yerleşim Bölgesinde Fuel-oil, Yüksek-Kükürtlü Linyit Yerine Dumansız Kömür; Endüstri Bölgesinde Yüksek Kükürtlü Linyit Yerine Fuel-oil Kullanılması (Senaryo I)	126
4.1.2. Yerleşim Bölgesinde Yüksek Kükürtlü Linyit ve Odun Yerine Dumansız Yakıt Kullanıldığı; Endüstri Bölgesinde Fuel-Oil Kullanılması (Senaryo II)	129
4.1.3. Gerek Yerleşim, Gerek Endüstri Bölgelerinde Yüksek Kükürtlü Linyit Yerine Düşük Kükürtlü Linyit Kömürü Kullanılması (Senaryo III)	133
4.1.4. Yerleşim Bölgelerinde Kullanılan Yakıtlar Yerine Dumansız Yakıt; Endüstri Bölgesinde Kullanılan Tüm Yakıtlar Yerine Düşük Kükürtlü Fuel-Oil Kullanılması Durumu (Senaryo IV)	137
4.1.5. Gerek Yerleşim Gerek Endüstri Bölgelerinde Kullanılan Yakıtlar Yerine Düşük Kükürtlü (%0.35) Fuel-Oil Kullanılması Hali (Senaryo V)	137
4.1.6. Endüstri Bölgesinde P.M. %70 Verimde Tutan Arıtma Araçları (Siklonlar) Kullanılması İle Beraber Senaryo I 'in Uygulanması (Senaryo VI)	138
4.1.7. Endüstri Bölgesinde SO ₂ için %90 Verimli Islak "Scrubber"; Partikül Maddeyi %70 Verimde Tutan Siklonların Kullanılması İle Birlikte Senaryo I 'in Uygulanması (Senaryo VII)	139
4.1.8. Endüstri Bölgesinde Kükürt Dioksit ve Partikül Arıtma Tesisleri İle Birlikte Senaryo II 'nin Uygulanması (Senaryo VIII)	140
4.1.9. Endüstri Bölgesinde Kükürt Dioksit ve Partikül İçin Arıtma Araçlarının Kullanılması İle Beraber Senaryo II 'ün Uygulanması (Senaryo IX)	140

4.1.10. Endüstri Bölgesinde Arıtma Araçları İle Birlikte Senaryo IV 'ün Uygulanması (Senaryo X)	141
4.1.11. Endüstri Bölgesinde Arıtma Araçları İle Birlikte Senaryo V 'in Uygulanması (Senaryo XI)	142
4.1.12. Gerek Yerleşim Gerekse Endüstri Bölgelerinde "Doğal Gaz " Kullanılması Halindeki Durum (Senaryo XII)	143
4.2. KONTROL SENARYOLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	149
4.2.1. Hava Kalitesi Standartları ile Karşılaştırılması	149
4.2.2. Ekonomik Yönden Karşılaştırma	159
5. BÖLÜM	
5.1. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	168
5.1.1. Doğal Gaz Kullanımına Öncelik Verilecek Bölgeler	169
5.1.2. Yakıt Kalitesinin İyileştirilmesi	171
KAYNAKLAR	176
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

SEMBOL LİSTESİ

A	: Çok kararsız atmosferik stabilite	
a,b	: Atmosferik stabilitenin fonksiyonu olan katsayılar	
B	: Az kararsız atmosferik stabilite	
C	: Kararsız atmosferik stabilite, hava kirletici konsantrasyonu [$\mu\text{g}/\text{m}_3$]	
C_{iht}	: Tahmin konsantrasyonu	[$\mu\text{g}/\text{m}_3$]
c	: Ortalama konsantrasyon	[$\mu\text{g}/\text{m}_3$]
C_p	: Dünkü konsantrasyon	[$\mu\text{g}/\text{m}_3$]
C_0	: Başlangıç konsantrasyonu	[$\mu\text{g}/\text{m}_3$]
C	: Denge konsantrasyonu	
D	: Nötr atmosferik stabilite	[2.7182818]
e	: Sabit sayı	
F	: Orantısız artış farkı	
f	: Akma frekansı	
E	: Az kararlı atmosferik stabilite	[1/s]
F	: Kararlı atmosferik stabilite	
G	: Çok kararlı atmosferik stabilite	
g	: Yerçekimi ivmesi	[kg-m/s]
H	: Etkin baca yüksekliği	[m]
i,j	: İndis	[1,2,3,...n]
K	: Türbülans dispersiyon katsayısı	
n	: İki sayım arasında bulunan zaman birim sayısı	[yıl]
N_g	: Gelecekteki nüfus	[kişi]
N_i	: İlk nüfus	[kişi]
N_s	: Sonraki nüfus	[kişi]
P	: Çoğalma katsayısı	
P_c	: İki ardıl sayımdan birincisi	
P_o	: İki ardıl sayımdan ikincisi	
R	: Baca radyüsü	
r	: Alıcı noktanın kaynaktan olan uzaklığı	
S	: Solar radyasyon	
T	: Mutlak sıcaklık	
t	: Zaman	
U^*	: Ortalama rüzgar hızı	[m/s]
U	: Yatay adveksiyon hızı	
u,v	: Yatay rüzgar hızı bileşenleri	
y	: Enine eksen doğrultusundaki uzaklık	[m]
Z	: Şehir karışım derinliği	
z	: Dikey eksen doğrultusundaki uzaklık	[m]
x	: Boyuna eksen doğrultusundaki uzaklık	[m]
Δx	: Şehir çapı	[m]
Q_o	: Alıcının bulunduğu şebeke gözündeki emis. kuv.	[$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{s}$]
Q	: Nokta kaynak emisyonu	[$\mu\text{g}/\text{s}$]
Q_p	: Nokta kaynak emisyonu	[$\mu\text{g}/\text{s}$]
σ_y	: Yatay dispersiyon katsayısı	[m]
σ_z	: Dikey dispersiyon katsayısı	[m]

w : Dikey rüzgar hızı
 w_0 : Baştaki hüzmeye

[m]

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yöneten ve çalışma süresince yakın ilgilerini, değerli teşvik, bilgi, deneyim ve yardımlarını gördüğüm Çevre Bölüm Başkanı, hocam, Prof.Dr.Ferruh ERTÜRK'e ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi; Çevre Koruma ve Geliştirme Daire Başkanı, Sayın Prof.Dr. Mustafa ÖZTÜRK'e ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreter Yardımcısı, hocam Prof.Dr. Adem BAŞTÜRK'e ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Bütün çalışma boyunca değerli teşvik, bilgi, ilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, Sayın Prof.Dr. Necdet ARAL'a, arkadaşım Sayın Doç . Dr.M.Talha GÖNÜLLÜ'ye ve Sayın Dr.Mete TAYANÇ'a ayrı ayrı teşekkürlerimi arz ederim.

Bu çalışma sırasında bilgisayarlarından yararlanmam konusunda gerekli kolaylığı gösteren, daha önce yöneticiliklerini yaptığım, KAR ŞİRKETLER GRUBU T.A.Ş. Yönetim Kurulu üyeleri Sayın Selçuk BERKSAN ve Ö.Faruk BERKSAN'a; Bilgisayar eğitiminden ve kullanımından oldukça faydalanmama sebep olan değerli arkadaşım, aynı şirketler grubunun Bilgi İşlem Müdürü, Sayın Mehmet ÖNDER ve Ekibine şükranlarımı takdim etmeyi borç bilirim. Keza, bu çalışma esnasında bilgi ve deneyiminden yararlandığım herkese teşekkürlerimi sunarım.

Ekim, 1996

Namık AK

ÖZET

İSTANBUL-ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE HAVA KİRLİLİĞİNİN MATEMATİK MODELLE İNCELENMESİ

Herhangi bir bölgedeki hava kirliliğini tahmin edebilmek için çok sayıda difüzyon modeli geliştirilmiş olup, bu çalışmada, İstanbul-Zeytinburnu ilçesinde yakıtların yanmasından meydana gelen kükürt dioksit(SO₂) ve partikül madde(P.M.) hava kirleticilerin emisyonlarından hareketle, konsantrasyonlarını tahmin edebilmek için ATDL (Atmospheric Turbulent Diffusion Laboratory) dispersiyon modeli="Gauss Hüzme Tipi" kullanılmıştır.

Birinci bölümde, İstanbul Büyükşehir ve Zeytinburnu İlçesi hakkında genel coğrafi ve topoğrafik durumu hakkında bilgi verilmiş, meteorolojik ve ölçüm verileri tablo ve şekil olarak sunulmuştur.

İkinci bölümde, matematik modelin amacı açıklanmış ve ATDL ve benzeri modeller kullanılarak hava kirleticilerin konsantrasyonlarını tahmin etme metodları anlatılmıştır. Özellikle çalışmaya temel teşkil eden alan ve nokta kaynakların hava kirlilik konsantrasyonlarını hesaplamaya yarayan formüller açıklanmıştır. Bu konuyla ilgili literatür çalışmalarından örnekler takdim edilmiştir.

Üçüncü bölümde, emisyon kaynaklarından ve datalardan hareket ederek "kontrolsüz durum"daki SO₂ ve P.M. konsantrasyonları "matematik model" uygulanarak bilgisayar yardımı ile hesaplanmıştır. Atmosferik stabilite meteorolojik veriler kullanılarak her gün için ayrı ayrı kirleticiler konsantrasyonları hesaplanmış ve tablolar haline getirilmiştir. Bu bölümde, "Gauss Hüzme Tipi Dispersiyonu esas kabul eden ve alan kaynaklara uygulanan "matematik model", PC bilgisayarlar yardımıyla nümerik değerlerle çalıştırılmıştır.

Dördüncü bölümde ise, QBASIC dilinde yazılmış program geliştirilerek kirleticiler konsantrasyonları her bir grid kare için hesaplanmış ve ölçülen değerlerle karşılaştırılmıştır. Burada, çok kararsız stabiliteden (A) kararlı stabiliteye (E) kadar farklı stabiliteelerde olduğu gibi, özellikle, "nötr (D) stabilitedeki kirleticiler konsantrasyonları dikkate alınmıştır. Ölçülen ile hesaplanan hava kirleticileri (SO₂ ve P.M) konsantrasyonları mukayese edildiğinde, modelin kalibrasyonu ve verifikasyonu gerçekleştirilerek, işlerliği ortaya konmuş ve hava kirliliğini azaltmak için uygun senaryolar tesbit edilmiştir.

Son bölümde, yer seviyesinde hava kirleticilerinin konsantrasyon dağılımını hesaplamaya yarayan matematik model sayesinde herhangi bir bölgenin hava kirliliğini azaltmak için uygun senaryolar tesbit edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmaların sonuçları, yorumu ve önerileri sunulmuştur.

SUMMARY

Several diffusion models have been developed for the prediction of air quality of any region. In this study, "Gauss plume type" ATDL (Atmospheric Turbulent Diffusion Laboratory) dispersion model has been used to estimate SO₂ ve P.M. concentrations using the emission data of these parameters in Zeytinburnu county of Istanbul.

In the first chapter, general geographical and historical information about Zeytinburnu and Istanbul Metropolitan City have been given, and meteorological data, and the measured pollutant concentrations have been tabulated.

In the second chapter, the aim of the mathematical model was explained and the methods of estimating the concentrations of air pollutant using ATDL and similar models have been introduced. Especially, the formulas for calculating the pollutant concentrations from area and point sources have been explained. Also, some of the related literature have been added.

In the third chapter, using emission sources and meteorological data, collected P.M. and SO₂ concentrations in uncontrolled situation have been calculated by the model. Then, using atmospheric stability criteria and meteorological data, pollutant concentrations for each day have been calculated and the results were tabulated. In this chapter, the mathematical model which uses Gaussian plume type dispersion and applied for area sources has been run by mean of a QUICKBASIC program with using personal computers.

In the fourth chapter, a computer program written in QBASIC has been developed and run for calculating the pollutant concentrations and compared with the measured ones. In this calculations, pollutant concentrations for neutral stability conditions have been taken into account.

In the last chapter, the suitability of estimating the air pollution of any region using mathematical model which calculates the distributions of air pollutants at ground level, has been seen. Calculated and measured values were compared and functionally of the model were experienced. Then, the suitable strategies to reduce the air pollution have been established. And lastly, the results and discussion of this study were introduced.

1. BÖLÜM

1.0. GİRİŞ

Çevre, insanın bütün sosyal, biyolojik, fiziksel ve kimyasal faaliyetlerini sürdürdüğü ortam olarak tanımlanır. Çevre kirlenmesi, insan faaliyetleri sonucu birtakım fiziksel, kimyasal veya biyolojik etkenlerle çevrenin doğal durumunun bozulması ile olur. İnsanın kendi veya başkalarının yararına ya da zararına yaptığı işlevler sonucunda oluşan değişme, ya doğrudan doğruya hayvan soyuna, bitki örtüsüne, inşaat ve yapı malzemeleri vb. eşyalara zarar vermek niteliğindedir, başka deyimle, doğal kaynakların faydalanılamayacak bir duruma gelmesine sebep olur, oluş nedenleri ise şöyle özetlenebilir: a)Orman yangınlarından, endüstriyel atıklardan, nakil araçları ekzoslarından, evsel atık sularından ve diğer atıklardan; b)Nükleer silah denemelerinden, zirai ve endüstriyel yangınlardan, c)Gübrelerin, böcek ve yabancı otlarla mücadele ilaçlarının ve meyve koruyucu maddelerin uygulamasından.

Dünyamız dört ana unsurdan oluşmaktadır: hava, su, toprak ve ateş. Yeryüzündeki canlılara bir hayat kaynağı olan hava arz kabuğundan itibaren yaklaşık 18 km.ye kadar uzanır. Troposferin kapsadığı gazlar azot, oksijen, argon, karbondioksit, neon, kripton, neon, ozon, radon ve su buharlarından oluşur.

Troposferde bulutlar soğuk tabakaya rastlayınca yoğunlaşarak yağış şeklinde yeryüzüne düşer ve bu sırada havanın gerek insanlar tarafından kirlenilmiş ve gerekse doğal olarak kirlenmiş kısmından geçerken havadaki kirliliği yıkar ve kirlilik derecesini düşürür. Troposferin üzerinde temiz ve kuru stratosfer tabakası bulunmaktadır. Bu tabakada yıkama mekanizması mevcut olmadığından kirlilik uzun süre kalmaktadır.

Bölgesel, meteorolojik ve coğrafik faktörlerin havanın kirlenmesi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Örneğin yer seviyesinden yükselen kirleticilerin yüzeyde tabakalaşma oluşturmaması, termal konveksiyon akımları ve rüzgar hızı gibi yöresel koşullara bağlı değişik faktörlerin etkisi altındadır. Normal olarak, gündüzün hava ısınırken yukarı doğru

değişik faktörlerin etkisi altındadır. Normal olarak, gündüzün hava ısınırken yukarı doğru çıkan hava akımı 200-750 m.lik bir karışım derinliği meydana getirir. Fakat, yüksek barometrik basınçta ve zemin yüzeyindeki soğuk hava kütesinde, havanın durgun olduğu havzalarda gündüzün havanın ani ısınmasıyla inversiyon meydana gelir. Bu çeşit olaylar şehirlerde havanın kirlenmesine sebep olur. Bilinen Los Angeles tipi smog (duman+sis) bu olayın bir sonucudur.

Son yıllarda baş döndürücü hızla, altyapısız ve plansız şehirleşme, endüstrilerin yer seçiminde ÇED (Çevre Etki Değerlendirme), fayda-maliyet optimizasyon teknikleri esas alınmadan yapılan hatalar sonucunda, endüstrilerden, ticari veya yerleşim bölgelerinden kaynaklanan emisyonların gerekli arıtma önlemleri alınmadan hava kirleticilerin doğrudan doğruya atmosfere bırakılması güzel İstanbul'umuzu hava kirliliği sorunlarının artmasına sebep olmuştur. Aynı durum anavatan şirin Türkiye'mizi de, dünyada 1970'li yıllarda çözülmüş olan yerel kirlilik sorunları ile karşı karşıya getirmektedir.

Hava kirleticileri gaz ve partikül olmak üzere iki kategoride incelenebilir. Gaz kirleticilerden 1)Anorganik olanlar (Kükürt bileşikleri: $\text{SO}_2, \text{SO}_3, \text{H}_2\text{S}$; Azotbileşikleri: $\text{NO}, \text{NO}_2, \text{NH}_3$; Karbon bileşikleri: CO, CO_2 ; diğer bileşikler: HF, Cl_2) 2)Organik olanlar (Hidrokarbonlar: Aromatik "benzen" halkalı; Polinükleer Aromatik Hidrokarbonlar (PAH), Benzo (a) Pirin; Alifatikler: Alkanlar (CH_4 , Etan, Bütan); Alkenler (Etilen); Alkinler (Asetilen); Aldehit ve Ketonlar (Formaldehid ve Aseton); Diğerleri (Aminler, Karborsilik asitler, Merkaptanlar (R-SH)). Partiküller ise sıvı olanlar (asit mist, spray) ve katı olanlar (toz, fume, uçucu kül, ağır metaller (kurşun-Pb; Civa-Hg; Kadmiyum-Cd; Arsenik-As); asbest, bakteri, pollen gibi maddelerden hava kirleticileri anorganik gazlar (SO_2 , kısmen Azot bileşikleri); ve partikül (PM) incelenmiştir.

Hava kirliliğinin artmasına, yerleşim, ticari bölgelerinde ısıtma, endüstri bölgelerinde ısıtma ve enerji üretimi gayesiyle kullanılan yakıtların yüksek oranda kül ve kükürt içermesi, ısıtma sistemlerinde yanmanın tam olmaması (çiğ yanma) gibi faktörler, inversiyon gibi meteorolojik etmenler biraraya geldiğinde, özellikle kış aylarında

şehirlerde görülen yüksek hava kirletici konsantrasyonlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Keza, son yıllarda sayıları hızla artan motorlu taşıtlarının, ölçülen hava kirliliğine katkısı önemli boyutlara ulaşmıştır.

Hava kirlenmesi üçyüz yıldan daha uzun bir zamandan beri bazı şehirlerde önemli bir sorun olmuştur. Türkiye’de Ankara, İzmit, İstanbul, Bursa vb. illerimize ilaveten Anadolu’da bazı vilayetlerimizde de hava kirlenmesi sorunları gündeme gelmektedir. Genel olarak iki tip smog vardır. Bunlardan birisi isli, kurumlu, sülfürlü olan Londra smog’unda maksimum konsantrasyon sabahın erken saatlerinde vuku bulur. Bu smog tipi oldukça düşük sıcaklıkta ve yüksek nemde meydana gelir. Burada bir radyasyon inversiyonu mevcuttur. Zerrelerle ve kükürtdioksit gazı ile kirlenmiş atmosferde bir kimyasal indirgeme söz konusudur. Londra smog’unun fizyolojik bakımdan “bronşit” rahatsızlıklarına sebep olduğu ileri sürülmektedir.

Los Angeles smog’un da ise maksimum konsantrasyon öğleyin 12 ila 13 civarında olur. Bu olay daha çok yüksek sıcaklıkta ve oldukça düşük nemde, açık günlerde oluşur. Diğer önemli fark, atmosferde ozon ve peroksiasetil nitrat gibi bazı bileşiklerin mevcut olması nedeniyle kimyasal oksitlemenin meydana gelmesidir. Bu bileşikler otoların egzozlarından çıkan ve Los Angeles çukurlarında toplanan azot oksitleri ve hidrokarbonların kompleks karışımlarında güneş ışığının tesiri altında oluşurlar.

Fotokimyasal smog öteki etkilerinin farklılığı ile de karakterize edilebilir. Bu etkiler çeşitli tarla ürünlerine, çiçeklere ve ağaçlara ve çam ormanlarına muhtelif zararlar verir. Ayrıca gözlerde rahatsızlık ve görüş mesafelerinin azalması, atmosferde açıkta duran kauçukların yanılması ve ölüm oranının artması gibi etkileri vardır.

Hava kirlenmesinin yoğun olduğu bölgelerde büyüyen çocukların bünyelerinde devamlı zorluklar görülmektedir. Başlıca baş gösteren hastalıklar arasında, astım, bronşit, kronik bronşit, üst ve aşağı solunum bozukluğu gibi müzmin akciğer hastalıkları ile kalp, kanser,

boğaz ve burun hastalıklarına yakalananların sayısı gün geçtikçe artmakta, ani ölüm vak'aları son yıllarda korkutucu bir hızla yükselmektedir.

Bu çalışmada incelemeye konu olan SO_2 konsantrasyonu T.C.Çevre Bakanlığı "Hava kalitesinin korunması yönetmeliği" gereği genel olarak UVS değeri $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, KVS değeri $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kabul edilirken; partikül maddeler için, sırayla UVS ve KVS değerleri genel olarak 250 ve $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dür. Doğal gaz yanmasından kaynaklanan NO konsantrasyonu sınır değerleri, sırasıyla 200 ve $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak tesbit edilmiştir. SO_2 konsantrasyonu yıllık ortalamada $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olduğu zaman "tenefüs yollarında ve akciğer hastalıkları"nda artışlar olmakta, günlük ortalama konsantrasyonu $750 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olması halinde "hastalıklar ve ölüm vakaları"nda artışlar gözlenmiştir.

1952 yılında dumanların sebep olduğu Londra smog'unda iki hafta içerisinde 4000 kişi kükürtdioksit ve partikül fazlalığından dolayı hayatlarını kaybetmiştir. Ayrıca 4000 kişi de sonraki üç ay içerisinde ölmüşlerdir. Kirliliği hava hayvanlar üzerinde "bronşiyolit ve kalp" vb. hastalıklarına, bitki ve ağaçlarda "kuruma, sararma" vb. hastalıklara, inşaat ve yapı malzemelerinde ise "kapı , pencerelerin boya ve çatlayıp düşmekte, araçların boya ve lastikleri havadaki SO_2 'nin korrozif etkisi ile daha çabuk aşınma" olmaktadır.

Orman yangınları ve tarlalarda zararlı otların yakılması da hava kirliliğini meydana getirmektedir. Ahşapın yanmasıyla havayı kirleten yüzden fazla organik bileşik oluşmaktadır.

İnsan ve çevre sağlığını olumsuz bir şekilde etkileyen kirlenmiş havayı, su ortamındaki gibi temizlemek mümkün değildir. Çünkü, kirlenmiş suyu bir yerde tutmak ve de artırmak mümkündür, ama kirlenen hava atmosferik şartlar, meteorolojik özellikler gereği belli bir mahalde hapsetmek ve tasfiye işlemine maruz tutmak imkanı yoktur. Bu sebeplerle, kirliliğin oluşmasını önleyecek şekilde kontrol stratejilerinin saptanmasında Zeytinburnu ilçesi'nde SO_2 ve P.M. konsantrasyonlarını tahmin edebilmek için 1.5 km^2 'lik grid karelerden, toplam 8 adet gridden oluşan konsantrasyonlar yıllık ortalama 2.66 m/s 'lik

rüzgar hızı ve “D=Nötr” atmosferik stabilite şartlarında “Gauss Hüzme Tipi” dispersiyon esaslı alan kaynaklar için uygulanan eşitlik ATDL (Atmospheric Turbulent Diffusion Labor.) modeli QBASIC dilinde yazılan programla PC bilgisayarlarında hesaplanmıştır.

1950’li yılların sonuna doğru başlayan alan kaynak dispersiyon modellerinin sayısı her geçen yıl hızla artmıştır. Bu modellerdeki ifadeler gün geçtikçe daha da kompleks hale gelmiştir. Yukarıda sözü edilen model, Hanna ve çalışma arkadaşları tarafından geliştirilmiş ve “Gauss hüzme” eşitliğine dayanan ATDL modelidir. Bu modelin basit versiyonu ($C=A_xQ/u$) olduğu gibi, tez çalışmamızda bilgisayar kullanmayı gerektiren çok daha kompleks versiyonu da bulunmaktadır.

Bu çalışmada, kayda değer emisyon kaynağı oluşturan nokta kaynaklar bulunmadığından kirletici konsantrasyonuna olan katkının önemsiz olduğu düşünülmüştür.

“Uzun vadeli sınır değerleri (UVSD)” ; aşılması gerek bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerlerdir.

“Kısa vadeli sınır değerleri (KVD)” ; maksimum günlük ortalama değerler veya istatistik olarak bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının %95’ini aşmaması gereken değerlerdir. UVS ve KVS değerler için öngörülen süreler genellikle 1 yıllık periyodları kapsar.

<u>Hedef Sınır Değerleri:</u>	<u>SO₂(µg/m³)</u>	<u>PM(µg/m³)</u>
Yıllık Aritmetik Ortalama	60	60
Kış sezonu (Ekim-Mart)Ort.	120	120
Maksimum 24 Saatlik Değer	150	150
1 Saatlik Değer	450	-

<u>Uyarı Kademelerinde Değ.:</u>	<u>SO₂(µg/m³)</u>	<u>Havada Asılı PM(µg/m³)</u>
1.Kademe	700	400
2.Kademe	1000	600
3.Kademe	1500	800
4.Kademe	2000	1000

Not: Verilen değerler 24 saatlik ortalamalardır.

Bütün bu bilgilerden sonra vurgulanacak tek cümle: Dünyanın tüm nimetlerini kullanırken çevreyi kirleten insan, temizlemek ve "miras değil ödünç aldığı" gelecek nesle yaşanabilir temiz bir çevre teslim etmekten de birinci derecede görevlidir!..

1.1. İSTANBUL'UN TOPOĞRAFYASI VE COĞRAFİ DURUMU

Şehir, Marmara Denizi, Haliç ve Boğaz kıyıları üzerinde kurulmuştur. Bu yarımada Doğudan Marmara, kuzeyden Boğaz, batıdan Haliç ile çevrilmiştir.

İstanbul şehri 5712 km² yüzölçümüne ve takriben 7 Milyon nüfusa (1989) sahiptir. Şehrin arazisi birçok vadilerle birbirinden ayrılmış, yaylalar ve tepelerden oluşmuştur. Eski İstanbul, surlar içinde kalan bölge 1)Topkapı Sarayı, Ayasofya ve Sultanahmet, 2)Çemberlitaş-Nuru Osmaniye, 3)Süleymaniye, 4)Fatih, 5)Yavuz Sultan Selim, 6)Edirnekapi, 7)Samatya (Koca Mustafa Paşa-Yedikule) olmak üzere 7 tepe üzerinde kurulmuştur. Eski İstanbul denen bu bölgenin alanı 25 km² civarındadır. İstanbul'un topoğrafyasını 4 ana bölümde inceleyebiliriz:

1) Batı Bölgesi: Marmara Denizi'nin kuzey kıyısında Kumburgaz'dan Bakırköy'e kadar uzanan 35 km uzunluğundaki bölgedir. Topoğrafik olarak Kuzey Marmara özelliğindedir. Bölgede üç vadi vardır, bunlar surlarını B.Çekmece'ye, K.Çekmece'ye ve doğrudan Marmara Denizi'ne verir. Arazi irtifalara 0-200 m arasında değişir. Vadiler Marmara Denizi'nden kuzeye doğru uzanan alçak tepelerle sınırlanmıştır.

2) Merkezi Bölge: Bakırköy'den Boğaz'a kadar Marmara sahili boyunca uzanan, Haliç'i içine alan; Galata Köprüsünden Ortaköy'e kadar uzanan bölgedir. Bu bölgede arazi tatlı eğimli tepelerle kuzey-batı yönünde uzanan vadilerden oluşur. Arazi yüksekliği deniz seviyesinden itibaren 120 m.ye kadar değişir. Arazi eğimi Marmara sahillerine göre Boğaz sahillerinde daha diktir. Bölgede bulunan havzalar sularını Marmara Denizi'ne, Haliç'e ve Boğaz'a verir. Sularını Marmara'ya veren bölgede Çırpıcı Deresi, Haliç'e veren bölgede ise Alibey ve Kağıthane dereleri bulunur.

Haliç, İstanbul ile Beyoğlu ilçesini ikiye ayırır Sarayburnu'ndan itibaren Haliç'in uzunluğu 7.5 km.dir. En geniş yeri Kasımpaşa ile Cibali arasındadır ki 700 m. dir (İst.Büyük Şehir-Basın Tanıtım Bülteni, 1989)(Ayalp,1976). İçeriye doğru gittikçe darlaşarak Alibey derecesi ile Kağıthane deresinin Haliç'e döküldüğü yerde son bulur. Bu iki derenin boynuz şekline benzemesinden dolayı Haliç'e "Altın Boynuz" adı verilmiştir. Haliç, dünyanın en mükemmel doğal limanlarından biridir.

3)Boğaziçi Bölgesi: Boğaziçi, iki büyük kıta, Avrupa ile Asya arasında nehir-deniz halinde geçen ve şehri ikiye böler; uzunluğu 27 km.dir. Marmara Denizi'ni Boğaz'a bağlayan kısma "kanal " denir; uzunluğu 2 km.dir. Boğaz'ın en dar yeri Anadolu ve Rumeli Hisarları arasında olup, 550 m. mesafededir.

Boğaziçi Bölgesi, fazla yüksek olmayan tepeler ve Boğaz'a dik yönde uzanan vadilerden meydana gelmektedir Arazi irtifası 0-430 m.arasında değişmektedir. Boğaz'ın Avrupa kıyısı Ortaköy'e kadar üniform olarak giden yaklaşık 130 m.yüksekliğindeki tepelerle 5 km.genişliğindeki şerit halinde Haliç drenaj sahasından ayrılır. Ortaköy'den sonra Rumeli Kavağı'na kadar yükseklikler 150m.ye kadar çıkar. Boğaz'ın Anadolu kıyısı, Avrupa yakasına göre daha engebeli, tepeler daha yüksektir. Kısıklı'da 200 m., Küçük ve Büyük Çamlıca'da 250 m.yüksekliğe ulaşır. Bu bölgede 16 tane küçük vadi vardır.

4) Üsküdar-Kadıköy Bölgesi: Bu bölge, fazla yüksek olmayan tepelerden ve yaylalardan oluşur. Bölgeyi topoğrafik bakımdan 2 ana gruba ayırabiliriz. Bunlar sularını Marmara

Denizi'ne ve Boğaz'a veren yerlerdir. Arazi irtifası 0-260 m. arasında değişir. Bölgede 4 vadi mevcut olup, bunlar, Kurbağlıdere Bostancı deresi, İbrahim Ağa Deresi, Marmara'ya; Beylerbeyi deresi ise Boğaz'a dökülmektedir. Mevsimlik değişikliklerden dolayı bazı dereler zaman zaman kurumaktadır.

1.1.1. İstanbul'un İklimi

Coğrafi yerinin özelliği dolayısıyla hava koşulları Orta Avrupa, Karadeniz, Akdeniz iklimlerinin bazı özelliklerini andırır. Bu nedenden ısı derecesi yıllara ve mevsimlere göre büyük değişiklikler gösterir. Bölgenin etkili rüzgarları kuzeyden eser (Poyraz) . Kuzey-batıdan esen rüzgarları soğuk ve kar getirir. Baharlarda güney rüzgarı etkilidir (Lodos) . Lodos esintisinden sonra çok defa yağmur yağar. Yağış en çok kışa rastlar. Şehrin kışı kısadır. İlkbaharı ani gelir. Yazın ise gökyüzü açık, parlak ve güneşlidir; kuzey rüzgarları sayesinde havası ılımlıdır. Şehirde, yazın nem oranının yüksek olduğu günlerde bunaltıcı sıcaklar olabilmektedir. Bununla beraber İstanbul'da her mevsimde gezilebilir ve seyahat edilebilir. İstanbul'un her bakımdan güzel mevsimi Sonbahar, hem uzun sürer, hem de serin bir yaz mevsimi gibidir. Yaz ve Sonbahar, İstanbul'un eşsiz doğa güzellikleri pek önemli tarihi abideleri, müzeleri, plaj, mesire ve geniş hinterlandından yararlanmak ve gezmek için elverişli mevsimdir. Göztepe Meteoroloji İstasyonundan 1989 yılı tüm rasat süresi içinde "yıllık" kaydedilen ortalama sıcaklık 14 °C, maksimum sıcaklık 40.5 °C minimum sıcaklık -16.1 °C, ortalama güneşlenme süresi 6.32 sa/gün, ortalama oransal nem günlük %75, yağışlı gün sayısı toplamı 135.6 gün/yıl (% 37.15), ençok yağış miktarı 87.8 mm/gün; ortalama yıllık yağış miktarı 677.4 mm'dir. Aynı istasyona göre ortalama karla örtülü gün sayısı 8.2 gün/yıl (%2.25), ortalama donlu gün sayısı 21.7 gün/yıl (%5.95) dir (T.C. Başbakanlık DİE, İnşaat İstatistikleri, 1989).

1.1.2. İstanbul'un Hava Kirliliği Yönünden Topoğrafyası

İstanbul'u coğrafi bakımdan iki ana bölgeye ayıran Boğaz sürekli olarak doğal bir hava akımını sağlar. Bu hava akımı Poyraz esmesi halinde, Karadeniz'den Marmara'ya, Lodos

estiğinde ise Marmara'dan Karadeniz'e doğru olmaktadır. Bu hava akımı Boğaz'a paralel vadilerde, özellikle Haliç vadisinde çok etkisini göstermektedir. Boğaz'a dik uzanan sırtların kuzeye bakan yamaçlarında, özellikle şehir için hakim rüzgar yönü Poyraz estiğinde hissedilir bir hava değişimine karşılık sırtların güneye bakan yamaçlarında hava oldukça durgun bulunmaktadır. Rüzgar yönünün Poyraz'dan Lodos'a esmesi halinde ise sırtların güney tarafı kuzeye bakan kesimlerine göre daha iyi bir hava değişimine uğramakta, kuzey tarafları oldukça durgun bulunmaktadır.

İstanbul'un, Kartal ve civarı gibi, Doğu Marmara Bölgesi, Boğaz'ın hava akımlarına tamamen kapalı bulunduğundan, özellikle hakim rüzgar olan Poyraz estiği zamanlarda oldukça sakin bulunmakta, ancak Lodos estiğinde hava hareketleri oluşmaktadır (Ayalp, 1976).

1.1.3. İSTANBUL'UN NÜFUSU VE SANAYİ KOLLARI

Şehrin çeşitli yönlerden gelişmesine paralel olarak nüfus hızla çoğalmış 1927 yılında şehrin nüfusu 690 bin iken, 1980'de 4.741.890, yoğunluk 829 kişi /km²; 1985'de nüfus 5.842.985, yoğunluk 1021 kişi/km²; 1990'da 7.309.190, yoğunluk 1277 kişi/km²'ye çıkmıştır. Beş yılda %23-25 arasında nüfusda artış olmuştur ki, bu yılda yaklaşık %5 artışa karşılık gelir (T.C. Başbakanlık DİE, İnşaat İstatistikleri, 1989).

Geniş bir sahaya yayılmış (5722 km²) ve nüfusu hızla artan İstanbul şehirde imar hareketleri, trafik yükünü hafifleten can ve mal kaybını önlemeye yönelik şehrin çeşitli kavşak noktalarında ve meydanlarında büyük çapta yeraltı ve yerüstü inşa edilmiştir; halen de ihtiyaca göre doğal çevre estetiğini bozmayacak şekilde bu tip inşaatlar sürmektedir.

İstanbul, memleketimizin dış ve iç ticaret bakımından önde gelen birinci şehridir. Değer olarak Türkiye ithalatının %60'ı İstanbul limanlarında yapılmaktadır. İhracat bakımından da Türkiye ihracatının %20-25'i buradan yapılmakta, bu nedenle uluslararası ticaret

merkezi özelliğini taşımaktadır. Bu sanayii merkezleri içinde başlıcaları : 1) Değirmenler, 2)Çeltik fabrikaları , 3) Makarna, 4)Hayvan Yemleri Fabrikaları, 5)Çeşitli Gıda Maddeleri Sanayii, 6)Çeşitli Meşrubat fabrikaları, 7)Kumaş Dokuma ve Trikotaj Sanayii, 8)Madeni Eşya ve Her Çeşit Makina Aletleri, 9)Ağaç, 10)Deri, 11)Kimya Sanayiileri, 12)Cam ve Cam Eşya Sanayii, 13)Mermer Sanayii, 14)Kağıt ve Mukavva, 15)Teneke Eşya, 16)Toprak Sanayii... vs. yer almaktadır.

İstanbul'da, küçük sanatlar, el sanatları da geniş bir yer tutmakta ve artış göstermektedir. Bunlar arasında 1)demircilik, 2)bakır dövme ve silindiraj, 3)alüminyum, 4)gümüş ve 5)altın işletmeciliği, 6)dökmecilik, 7)çeşitli madeni işler geniş yer tutmaktadır.

1.2. ZEYTİNBURNU İLÇESİNİN COĞRAFI DURUMU

Zeytinburnu İlçesi; Trakya'nın güney doğusunda, Çatalca Yarımadası'nın, Marmara Denizi'ne bakan yamaçlarının, bu denizle birleştiği yerededir. İlçe toprakları, Marmara Denizi'nden başlayarak, Çatalca Yarımadası'nın güney sırtlarına doğru güney-kuzey doğrultusunda çok az bir eğimle ilerler.

İlçe topraklarının güneyden kuzeye doğru uzunluğu 5.5 km.dir Doğu-batı doğrultusundaki genişliği ise 2.5 km.yi bulmaktadır.

Bölgeyi Zeytinburnu adının verilmesi çok eskiye dayanmaktadır. Kudüs'lü Papazların yaşadığı çağlarda, burada ve ilçenin güneyini kaplayan kıyı şeridinde zeytin yetiştirilmekteydi. Zeytin yetişen bu buruna "Zeytinli Burun" adı verilmişti. Zamanla bu ad yerini "Zeytinburnu" na bıraktı. Böylece bu ilçemizin adı Zeytinburnu kaldı.

Dericilik sanayini dokuma sanayi izledi. 1927 yılında Bezmen'ler Kazlıçeşme'de dokuma sanayini kurunca buralarda çalışan işçiler çevreye yerleşmeye başladılar. Gelir düzeyi düşük, işlerine uzak yerlerden gelen, Anadolu'nun çeşitli yörelerinden göç etmiş insanlara barınak gereksinimini karşılamak üzere "gecekondu" yapılanmada öne çıkmıştır. Ekonomik ve toplumsal sorunlar gecekondu yapımını hızlandırmış, dönemin siyasileri de

köklü çözüm bulamayınca, yolsuz, okulsuz, düzensiz, plansız kocaman bir gecekondur kenti Zeytinburnu topraklarını kapladı. Bu gidiş kendine özgü evlerle 1966 yılına değin süre geldi. Bu geliş güzel gidişi önlemek için 30 Temmuz 1966 tarihinde 775 sayılı Gecekondur Kanunu yürürlüğe girdi. Kanun, bundan sonra gecekondur yapımın önlemeye yönelik olmasına karşılık, yasa işletilemedi ve gecekondur yapımı sürüp gitti.

1953 yılına değin Zeytinburnu ilçesi, doğusu Fatih ilçesi, batısı Bakırköy ilçesi topraklarında kalan bir yöre olarak yönetildi.

30.07.1953 tarihinde Fatih ilçesine bağli "Zeytinburnu Bucağı" olarak örgütlendirildi. Batı bölümü yine Bakırköy ilçesine bağli olarak kaldı (Zeytinburnu Belediyesi, Basın ve Halkla İlişkiler Müd., 1989).

1.2.1. ZEYTİNBURNU'NUN HAVA KİRLİLİĞİNE SEBEP OLAN SANAYİ VE EKONOMİK DURUMU

İlçenin Kazlıçeşme ve Maltepe mahallelerinde sanayi kuruluşları ağırlık kazanmaktadır.

Diğer mahallelerde yerleşim yerleri (meskenler) ile ikinci ve üçüncü sınıf sanayi işyerleri birbirine kaynaşmış durumdadır.

Zeytinburnu ekonomisi hakkındaki ilk bilgileri Fatih Sultan Mehmet'in 1453 yılında İstanbul'u fethetmesine kadar uzanır. Fatih Sultan Mehmet Kazlıçeşme'nin bulunduğu sulak bölgeyi Edirne ve Anadolu'dan derici esnafını getirterek yerleştirmiştir. Zeytinburnu'nun ekonomik hayatı 1800'lü yılların başında canlılık kazanmaya başlamış, ilk sanayi kuruluşu 1850'li yıllarda hizmete giren Zeytinburnu Bez Fabrikası olmuştur.

Cumhuriyetin ilk yıllarında küçük bir köy görüntüsünde olan Zeytinburnu Mensucat Santral Fabrikası'nın kurulması ve Kazlıçeşme'deki Sanayi Teşvik Kanunları desteğı ile gelişme hamleleri sonucunda dericilerin sanayi yatırımları ilçenin ekonomisine büyük

katkıda bulunmuştur 1940'lı yıllarda göçün başlamasıyla sanayi ve ekonomi hareketleri de canlılık kazanmıştır.

Zeytinburnu ilçesi sanayi kuruluşları yönünden zengindir. Maltepe ve Kazlıçeşme mahalleleri birer sanayi bölgesidir. Bugün, Kazlıçeşme'deki Deri fabrikaları kaldırılıp yerleri yeşil saha veya uluslararası sportif hizmetler için ayrılmış olduğundan, buradaki sanayi çok azalmıştır. 1989 çalışmamızı esas aldığımızda ilçedeki sanayi durumunu iki bölümde inceleyebiliriz.

1)Deri Sanayi,

2)Diğer Sanayi Kuruluşları,

1)Deri Sanayi: Ülkemizdeki deri sanayi kuruluşlarının yaklaşık %75'i Kazlıçeşme'de toplanmıştır. 225 adet deri fabrikası bulunmaktadır ki, ilçede bulunan İSO 'ya kayıtlı 920 adet sanayi kuruluşu içerisinde ikinci sırayı almaktadır. (%24.5). Kazlıçeşmede'ki fabrikaların yıllık kapasitesi büyük baş 7.650 ton, küçük baş 40.950 ton'dur. Bazı kaynaklara göre ülkemizde dericilik sanayi ilk defa Kazlıçeşme'de başlamıştır.

Dericilik Zeytinburnu ilçesinin ekonomisine büyük katkıda bulunmuş, burada işlenen deriler ülkemizdeki çeşitli dericilik işlerinde kullanılması, yurt içinde ve yurt dışında alıcı bulması, ülke ekonomisine besin ve dokuma sanayinden sonra en çok gelir getiren sanayi kuruluşlarından olmuştur. Burada, 5000'e yakın kişi doğrudan veya dolaylı çalışması söz konusu olmuştur. Yukarıda da değindiğim gibi Kazlıçeşme'deki deri sanayinin olumlu ekonomik katkıları yanında, çevreye yaptığı fiziksel, kimyasal kirlilemeleri neden gösterilerek ilçeden Arıtma Tesisleri bulunan Tuzla'ya, bir kısmı ise Çorlu, Bursa, Çanakkale'ye taşınmışlardır (Zeytinburnu Belediyesi, Basın ve Halkla İlişkiler Müd., 1989).

2) Diğer Sanayi Kolları

Tablo 1.2.1. Zeytinburnu İlçesindeki sanayi kuruluşları (ISO, 1989)

G. No	Grup İsmi ve Sınıfları	Adedi:	%'si
01	<u>Öğütülmüş Gıda Maddeleri Sanayi:</u> Değirmenler, yem sanayi, makarna, diğer gıda	3	0.33
02	<u>Kakao ve Şekerli Maddeler İmali:</u> Bisküvi, çikolata ve şekerli maddeler san. glikoz-nişasta ve dekstrin imali	10	1.09
03	<u>Karma Gıda Sanayi:</u> Süt ve yağ sanayi, Alkollü ve alkolsüz içkiler sanayi	2	0.22
04	<u>Konserve Gıda Sanayi:</u> Konservecilik, Diğer gıda sanayi	7	0.76
05	<u>Pamuk İpliği ve Kombine Pamuklu Sanayi:</u> Pamuk ipliği, kombine pamuklu vb. im.	10	1.09
06	<u>Pamuklu Dokuma Sanayi:</u>	5	0.54
07	<u>Yün İpliği Sanayi:</u> Ştrayhgarn ve kargarn yün ipliği imalatı	12	1.30
08	<u>İpek ve Yapay Elyafın Mamul Dokuma S:</u>	6	0.65
09	<u>İplik Bükümü ve Sarımı:</u> İplik bükümcülüğü, yumak ve makaracılık	5	0.54
10	<u>Trikotaj ve Tuhafiye Eşyası İmali:</u> Trikotaj eşya, jarse ve tül perde, kordela, şerit ve tuhafiye eşyası, çeşitli kon.	239	25.98
11	<u>Çorap Sanayi:</u>	6	0.65
12	<u>Fanila Kumaşı İmali ve Konfeksiyonu:</u>	17	1.85
13	<u>Demir Çekme, Çivi ve Civata Sanayi:</u> Sıcak haddeleme işl., tel, çivi, civata, somun, vida ve zincir imalatı	14	1.52
14	<u>Teneke Kap ve Eşya Sanayi:</u> Teneke kap ve eşya sanayi, şişe kapsülü imali	7	0.76
15	<u>Makina, Alet ve Yedek Parça İmali ve Tamiri:</u> Sınai, ziraat ve		

16	Elektrik Malzemeleri, Akümülatör vb İmalı: elektrik malzemeleri iml., aküm. ve pil iml., ampul vs.	10	1.09
17	Deniz ve Kara Taşıtları İmal ve Tamiri: Deniz taşıtları, motorlu taşıtlar imali/tamiri	24	2.61
18	<u>Bakır Sanayi:</u>	6	0.65
19	<u>Çeşitli Metal Sanayi:</u> Alüminyum eşya imali, kurşun san. vd. metal sanayi	23	2.50
20	<u>Çeşitli Metal Sanayi:</u> Alüminyum eşya imali, kurşun sanayi vd. metal sanayi	23	2.50
21	<u>Tıbbi Müstehzarat İmalı:</u>	6	0.65
22	<u>Sabun, Temizleyici Maddeler-Kozmetik Sanayi:</u>	2	0.22
23	<u>Boya-Apre ve Emprime-Flokaj Sanayi:</u>	18	1.96
24	<u>Boya, Cila ve Mürekkep İmalı:</u>	7	0.76
25	<u>Bakalit, Galalit Eşya ve Yapay Deri Sanayi</u>	31	3.37
26	<u>Deri Sanayi:</u> Tabakhaneler, deri mam. sanayi	225	24.46
27	<u>Kauçuk Sanayi:</u> Lastik, çizme, otolastiği vb.	12	1.30
28	<u>Matbaacılık ve Klişecilik:</u>	17	1.85
29	<u>Kağıt ve Mukavva Mamülleri Sanayi:</u>	17	1.85
30	<u>Tahta Sanayi:</u> Kereste-bıçkı fb., yapay tah.	2	0.22
31	<u>Maden,-Taşocakları:</u> Madencilik, mermer, taş..	2	0.22
32	<u>Cam ve cam Eşya Sanayi:</u> Cam, cam eşya, cam üzerine süsleme işleri	7	0.76
33	<u>Toprak Sanayi:</u> Kiremit, tuğla, kum, çimento-betondan yapı mlz. iml, seramik,-çimento sanayi	0	0.00
34	<u>Demir-İşleri ve Hırdavat Sanayi:</u> Demir konstrüksiyon, demir doğrama, kürek, kova, hır.	28	3.04
35	<u>Demir-Saç Eşya Sanayi:</u> Saç mobilya, ev aletleri imali, boru ve peşel imali	21	2.28
36	<u>Döküm ve Teshin Sanayi:</u> Döküm, klima, brülör sanai soğutma, maden kaplamacılığı	20	2.17

37	Ana - Kimya Sanayi: Kimyevi maddeler imali, sanayi ve tıpta kullanılan çeşitli gazlar ve yapay gübre, zirai mücadele, haşere ilaç	11	1.20
38	Enjeksiyon, Budinoz ve Vakumla Elde Edilen Plastik Mamüller Sanayi:	33	3.60
39	Elektronik Cihazlar, Elektrik Üretimi, Motor ve Kablo İmali: Radyo, teyp, pikap, telefon, tv, amplifikatör, bobin teli, bobinaj imali	10	1.09

Zeytinburnu ilçesinde; fuar, sergi, panayır kurulmamakta, fakat haftanın 5 günün semt pazarları ve Topkapı'da Zeytinburnu-Kazlıçeşme istasyonu civarında daimi halk pazarı kurulmaktadır. 1952 yılında bankacılık alanında ilk adımları atılan ilçede, 26 banka faaliyet göstermektedir. Hayvancılığa elverişli olmasına karşılık, ilçe nüfusunun sanayide çalışması hayvancılıkla uğraşanların sayısını yok denecek düzeye indirmiştir Zeytinburnu Belediyesi, Basın ve Halkla İlişkiler Müd., 1989). Hava kirliliği nüfusla doğrudan bir ilişki içerisinde olduğundan, zamansal ve mekansal nüfus değişimleri büyük önem arz etmektedir.

1.2.2. ZEYTİNBURNU İLÇESİNİN NÜFUS DURUMU

Tablo:1.2.2'de son yapılan ilavelerle Zeytinburnu ilçesinin, 13 mahallesinde 699 sokak, 17.213 binada konut hane sayısı 32.415. işyeri sayısı ise 15.165 olduğu tesbit edilmiştir. (T.C. Başbakanlık DİE-İnşaat İstatistikleri,1989) (Zeytinburnu Belediyesi, Basın ve Halkla İlişkiler Müd., 1989)

Burada, "konut" ev, apartman ve lojman olarak ikamete ayrılmış yapıları; "konut hane" ise konutta bulunan daire sayısını belirtmektedir. Ayrıca, "Ev" kaç katlı olursa olsun, bir veya iki daireli, ikamete ayrılmış yapılarıdır. "Daire", etrafı kapalı, tavanı örtülmüş, bir aile, bir veya bir grup insanın diğer fertlerden ayrı olarak yaşamasına yarayan, doğrudan doğruya sokağa, koridora veya genel yere açılan, kendisine ait kapısı bulunan yerdir.

“Apartman” ise, kaç katlı olursa olsun, üç veya daha fazla daireli, ikamete ayrılmış yapılardır (T.C. Başbakanlık DİE-İnşaat İstatistikleri,1989).

Tablo 1.2.2. Zeytinburnu'nun Mahallelerine Göre Nüfusu Z.burnu Bld.,1989)

Mahalle adı	Bina sayısı	Konutthane sayısı (olası)	İşyeri sayısı	Nüfus	Alan (km ²)	Yoğunluk in/km ²
1. TELSİZ	2063	3982 (4475)	1120	20.6782	1.0	20.672
2. ÇIRPICI	1481	3005 (4000)	500	17.355	0.5	34.710
3. YEŞİLTEPE	1058	2392 ()	408	12.773	0.6	21.288
4. NURİPAŞA	1532	2467 ()	696	15.250	0.6	25.433
5. YENİDOĞAN	723	1481 ()	479	6.870	0.6	11.450
6. SÜMER	1851	3420 (3500)	729	16.260	0.96	16.938
7. VELİEFENDİ	1725	3790 ()	917	18.905	0.8	23.631
8. BEŞTELSİZ	1674	3186 ()	552	16.588	0.9	18.431
9. KAZLIÇEŞME	617	100 (99)	1589	831	1.5	554
10. SEYİTNİZAM	1119	2071 (2500)	893	11.876	0.5	23.752
11. GÖKALP	1564	2514 (2000)	54	13.648	0.5	27.296
12. MALTEPE	709	124 ()	6033	500	1.7	294
13. MER. EFEN	997	1934 (2500)	598	10451	1.0	10.451
TOPLAM	17213	30103	14568	161.989	11.16	14.51

Tablo 1.2.2. , 1985 verileri orantısal nüfus artış faktörü ile çarpılarak (F=1.1818074) bulunmuştur. Nüfus tahmini aşağıdaki formüllerle hesaplanabilir:

$$N_g = N_s (1+p/100)^n$$

$$p = \{ (N_s/N_i)^{1/a} - 1 \} 100$$

$$F = (1+ P/100)^n \quad (1.1.1)$$

N_g : Gelecekteki nüfus

N_s : Sonraki nüfus

p : Çoğalma katsayısı

n : Gelecekteki sene ile mevcut sene arasındaki fark

a : İki sayım arasındaki fark

F : Orantısal artış farkı

Sayımlar arası yıllık artış: Sayımlar arası yıllık artış, birbirini izleyen iki sayımın kesin sonuçlarına dayanılarak, doğal artış bağıntısının yardımı ile hesaplanmaktadır. Doğal artış bağıntısının gösterimi şöyledir:

$$p = p_0 * e^{rn} \quad (1.1.2)$$

Burada:

p : İki ardıl sayımdan ikincisini,

p_0 : İki ardıl sayımdan birincisini,

e : sabit sayı (2.7182818),

r : İki sayım arasında, zaman birimi içerisindeki nüfus artış oranı,

n : İki sayım arasında bulunan zaman sayısını tanımlar.

Örnek: İstanbul Büyükşehir için 1989 yılı nüfusunu hesaplayalım:

1980 sayımı : 5.842.985

1985 sayımı : 4.741.890

Fark : 5 yıl 1.101.095

$a=1990-1985=5$ yıl

$n=1989-1985=4$ yıl

$$p=\{(5.842.985/4.741.890) - 1\}^{1/5} 100 = 4.26455$$

$$Ng=5.842.985 (1 + 4.26455/100)^4 = 6.905.283$$

bulunur.

(1.1.2.) formülünde her iki tarafın tabii logaritması alınırsa,

$$p/p_0 = e^{rn} \text{ 'den } \ln(p/p_0) = rn \ln(e) \text{ buradan;}$$

$$\ln(p/p_0)/n$$

olur.

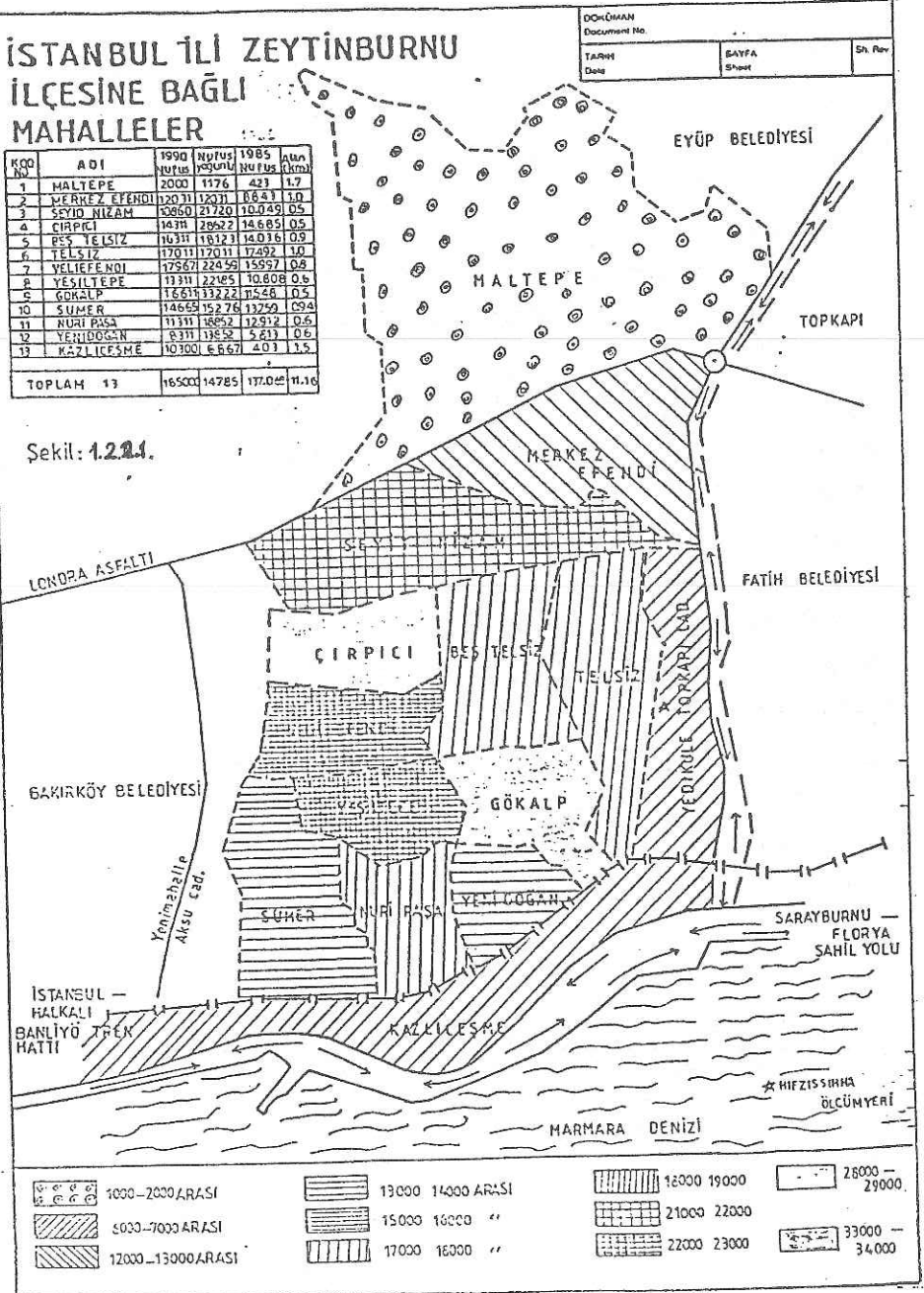
$$r = \frac{\ln\{(5.842.985)/(4.741.890)\}}{1985 - 1980} = \frac{\ln(1.2322059)}{5} = 0.208806/5 = \%4.176$$

bulunur.

İSTANBUL İLİ ZEYTİNBURNU İLÇESİNE BAĞLI MAHALLELER

KOD NO	ADI	1990 NUTUS	1985 NUTUS	Alan (km ²)
1	HALTEPE	2000	1176	423 1.7
2	MERKEZ EFENDİ	12031	12031	8643 1.0
3	SEYİD NİZAM	10660	21720	10.048 0.5
4	ÇİRPİCİ	14311	20627	14.685 0.5
5	BES TELSİZ	10311	18123	14.036 0.5
6	TELSİZ	17011	17011	17492 1.0
7	YELİFE ENDİ	12567	22052	15597 0.8
8	YESİL TEPE	11311	22165	10.808 0.6
9	GÖKALP	11611	13222	15546 0.5
10	SÜMER	14668	15276	13250 0.94
11	NURİ PAŞA	11311	18552	12912 0.6
12	YENİDOĞAN	8311	13652	5613 0.6
13	KAZILICESME	10300	6667	403 1.5
TOPLAM 13		165000	14785	117.00 11.16

Sekil: 1.2.1.



Hava kirliliğine etki eden en önemli unsurların başında kirlетici kaynaklar, meteorolojik faktörler, nüfus, yapılaşma gelir.

Öke (1973), nüfusla hava kirliliği arasındaki korelasyonu ortaya koyan denklemi geliştirdi ve önemini vurguladı. Aynı şekilde, meteorolojik faktörlerden rüzgar hızı 3m/s'den büyük olduğunda "şehir ısı adası (Urban Heat Island) etkisi gözlenirken; $u=3$ m/s'den küçük olduğu zaman hava kirliliği belirginleşmektedir.

Hava kirliliğini artırıcı unsurları: a)Yatay rüzgar hızı, b)Laps hızı (sıcaklığın yükseklikle değişimi), c)Enversiyon (özellikle, sınır tabakada sıcaklığın artması) olarak sıralanabilir.

Nüfus yoğunluğu itibariyle sıralama yaptığımızda Fatih, Bayrampaşa, Beyoğlu, Kadıköy, Beşiktaş ilk beş sırayı paylaşıırken, toplam genel nüfus bazında, Bakırköy, Kadıköy, Kartal, Küçükçekmece, Fatih ilk beş sırayı almaktadırlar. Yüzölçümünün büyüklüğü itibariyle Çatalca, Silivri, Şile, Yalova, Beykoz şeklinde ilçelerimiz sıralanabilir. Bilindiği gibi 1992 yılında Bakırköy; Güngören, Bağcılar, Bahçelievler diye 3 yeni ilçeye, Pendik'ten ise Tuzla olarak yeni bir ilçe daha doğmuş; daha önceki yıl (1991) Bakırköy'den Avcılar, Anadolu yakasından belde iken ilçe olan Sultanbeyli'yi de katarsak, önce 30 ilçeye çıkmış, 1994 yılında ise; Güngören'den Esenler, Kartal'dan Maltepe'nin idare olarak ayrılıp yeni ilçe olmalarından sonra İstanbul'un ilçe sayısı 1990'a göre %28 artarak 32 olmuştur.

Tablo:1.1.1. İstanbul ilçelerinin 1990 sayımına göre nüfusu, yüzölçümü, nüfus yoğunluğu ve ildeki payı (DİE, 1989)

İlçe	Nüfusu	Y.ölçümü(km ²)	Nüfus yoğunluğu (kişi/km ²)	İlçe/İl (%)
İstanbul	7.309.190	5.712	1.280	100.00
01. Adalar	19.413	10	1.941 (16)	0.27
02. Bakırköy	1.328.276	131	10.140 (10)	18.17
03. Bayrampaşa	212.570	8	26.571 (02)	2.91
04. Beşiktaş	192.210	11	17.474 (05)	2.63
05. Beykoz	163.786	396	414 (19)	2.24
06. Beyoğlu	229.000	9	25.444 (03)	3.13
07. Eminönü	83.444	5	16.689 (07)	1.14
08. Eyüp	211.986	242	876 (21)	2.90
09. Fatih	462.464	10	46.246 (01)	6.33
10. Gaziosmanpaşa	393.667	163	2.415 (04)	5.38
11. Kadıköy	648.282	33	19.645 (04)	8.87
12. Kağıthane	269.042	16	16.815 (06)	3.68
13. Kartal	611.532	234	2.613 (13)	8.37
14. Küçükçekmece	479.419	152	3.154 (12)	6.56
15. Pendik	295.651	199	1.486 (17)	4.04
16. Sarıyer	171.872	146	1.177 (18)	2.35
17. Şişli	250.478	30	8.349 (11)	3.43
18. Ümraniye	301.257	150	2.008 (15)	.12
19. Üsküdar	395.623	35	11.304 (09)	5.41
20. Zeytinburnu	165.679	11	15.062 (08)	2.27
21. Büyükçekmece	142.910	213	671 (20)	1.95
22. Çatalca	64.241	1.502	43 (24)	0.88
23. Silivri	77.599	778	100 (23)	1.06
24. Şile	25.372	736	34 (25)	0.35
25. Yalova	113.417	492	231 (22)	1.55

*Yüzölçümlerine göller dahil değildir.

*Yüzölçümler Harita Genel Müdürlüğü'nün 1965 yılında yapmış olduğu yüzölçümlerden alınmıştır. Yeni ilçelerin yüzölçümleri illerden alınan bilgilere göre hesaplanmıştır (DİE, 1989).

1.3. ZEYTİNBURNU İLÇESİ İÇİN METEOROLOJİK UNSURLAR

Aşağı atmosferin termal yapısı sınır tabakaya atılmış kirleticilerin taşınımında ve dağılmasında çok etkilidir (Shaw and Munn, 1971).

Geceleyin düşey karışım radyasyon enversiyonu tarafından engellenir ve sadece mekaniksel karışım meydana gelir. Günlük enversiyonun şiddeti ve derinliği, gündeğumundan sonra, karışma tabakasının oluşumunu etkiler. Kırsal enversiyonlar hareket halindeki havaya gizli ısı verilmesi neticesinde şehir karışma tabakalarına dönüşür (Leahey, 1975). Karışma yüksekliği, günlük ısınma esnasında termal türbülansın düşey uzantısını tanımlar ve kirleticilerin yukarı doğru taşımına bir sınır koyar.

Karışma yüksekliği ile hava kirliliğinin yer seviyesi konsantrasyonları arasındaki korelasyon sık sık gözlenmiştir (Holzworth, 1962; Elsom and Chandler, 1978; Pissimanis et al., 1991). Hava kirliliğine, zamansal ve mekansal nüfus değişimlerinin etkisi, dünyada birçok bölgede yapılan çalışmalarla anlaşılmıştır. (Dayan et al. 1988) Tüm difüzyon modelleri karışma yüksekliğine duyarlıdır; fotokimyasal modeller (Tesche and McNally, 1991), bölgeler arası modeller (Van Dop, 1986) uzun menzilli taşınım modelleri (Uliasz, 1988) ve nokta kaynak modelleri (Turner, 1992; Pierce, 1988). Benarie (1980) dispersiyon model hesaplarını geliştirmek istiyorsak karışma yüksekliğinin daha doğru değerlerini elde etmemiz gerektiğini belirtmiştir.

Sandhu (1975) tarafından Alberta şehirlerinde gerçekleştirilen fotokimyasal hava kirliliği çalışmaları Kanada Atmosferik Çevre Servisi (Canadian Atmospheric Environment Service)'nden alınmış günde 2 defa ölçülen radiozonde verilerinden bulunmuş karışma yüksekliği değerlerini kullanmıştır. 500 ve 1500 m arasında değişen karışma yüksekliği hesapları önceki modelleme çalışmalarında kullanılmıştır (Bottenheim and Strausz, 1978; Gladstone et al., 1991).

İstanbul'da karışma yüksekliği ve enversiyon verileri Göztepe Sinoptik Meteoroloji istasyonunda günde 2 defa (00.00 ve 12.00 GTM) atılan Radiozonde aletlerinden elde edilmektedir. Bu çalışmamızda Zeytinburnu'daki kararlılığı ve kirleticilerin düşey karışım yüksekliğini belirlemek için Göztepe İstasyonu Radiozonde verileri kullanılmıştır. Bu verileri kullanmamızın nedeni Zeytinburnu Bölgesinin Meteorolojik değerlerini verecek istasyonun olmamasıdır. Yeşilköy Havaalanında bulunan meteorolojik istasyonu uçakların iniş-kalkışlarına birinci derecede hizmet vermek amacıyla. Ayrıca Kadıköy ile Zeytinburnu'nun bir taraflarının denizle çevrilmiş olma benzerlikleri, asıl önemlisi, bu iki ilçemizde 1989 yılına ait SO₂ ve PM ölçüm sonuçlarını grafiklendirdiğimizde birbirleriyle paralellik, hatta örtüşükleri gözlenmektedir. Bunlardan dolayı modelleme yoluyla hava kirleticilerin hesaplama tahmin etmede Göztepe/Kadıköy Meteoroloji istasyonuna ait veriler kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amaçları ve yapılanlar şu şekilde sıralanabilir:

- * Sağlık Bakanlığı İl (Zeytinburnu/İstanbul) Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğünün günlük SO₂ ve PM ölçüm değerleri analiz için kıstas olarak alındı.
- * Göztepe Meteoroloji istasyonu Radiozonde değerlerinden hareket edilerek stabilite (kararlılık) sınıfları belirlendi. Ayrıca, günlük klima değerleri kullanılarak her gün için maksimum karışma yüksekliği ve sıcaklığı çizimle bulundu (Bkz Şekil:Ek.5).
- * Taşımanın ve dispersiyonun gerçekleştiği yönü tesbit edebilmek için rüzgar verilerinden "aylık ortalama" buradan da "yıllık ortalama" rüzgar gülü oluşturuldu. Bu verilerden hareketle hakim rüzgar yönü ve kirliliğin en çok taşındığı yön saptandı.
- * Hava kirliliğini belirlemek için daha önce yapılmış olan TSE envanter çalışması kullanıldı. Eklerde sunulan "anket formu" ile işletmelerin kullandıkları yakıt envanteri değeri, TSE İstanbul envanteri, Zeytinburnu ilçesinin nüfus itibarıyla ana kente olan oranından elde edilen bölgenin yakıt tüketimi miktarı birbiriyle mukayese etmede, doğruluğunu karşılaştırmada değerlendirilmiş; nüfus başına yakıt tüketimi esasına dayanan sistem envanteri belirlemede baskın olmuş, tercih edilmiştir.

- * Pasquill ve Gifford tarafından geliştirilen "Gauss Hüzme Dağılım Modeli" (Turner,1978) Basic Programlama dilinde komputeze edilmiş ve model Zeytinburnu ilçesindeki SO₂ ve PM konsantrasyonlarının tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Zeytinburnu ilçesi grid karelere bölünerek yerleşim, sanayi/endüstri, ve ticari bölgelere ayrıldı. Her bir bölgenin emisyon kuvvetleri hesaplandı. Modelde hava kirlitici emisyon kuvvetleri, ortalama yıllık rüzgar hızı ve frekansları İstanbul'da, en çok sıklıkla gerçekleşen stabilite kategorisi D=nötr olduğundan, bu stabilite sınıfı kullanılarak yatay ve düşey dispersiyon katsayı değerleri bulundu. Buradan yer seviyesindeki kirlitici konsantrasyonları hesap edildi.

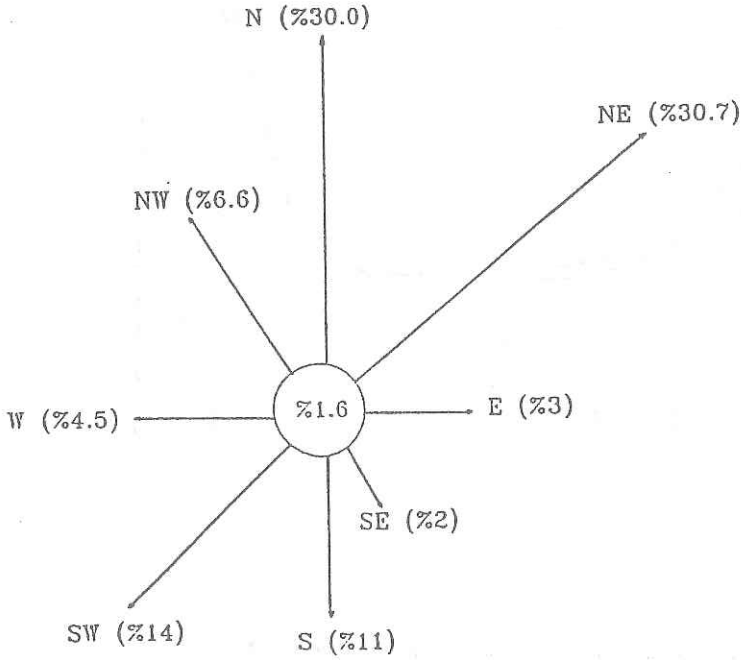
Kirlitici emisyonunun fazla olması kadar meteorolojik şartların hava kirliliği için elverişliliği de önemlidir. Meteorolojik koşullar, kirlitici kaynakları ve topoğrafik şartlar kadar uygun olması gerekir. Hava kirliliğine etki eden en önemli meteorolojik parametreler, alçak ve yüksek basınç olarak tanımlanan hava hareketleri ve bundan doğan atmosferik difüzyondur. Meteorolojide difüzyon, bir hava hacminin atmosfer içinde yer değiştirmesidir. Difüzyon, havanın sıcaklığına, hava akımların hızına (rüzgara) ve havadaki mevcut su buharına bağlı olarak atmosferde düzgün bir yayılma meydana getiren olaydır.

İstanbul'un ve özellikle çalışma bölgesi Zeytinburnu ilçesinin hava kirliliğinin matematik modelle tahmin edilmesinde gerekli verilerden (data) olması nedeniyle meteorolojik bilgileri tablolar halinde özetleyelim.

Aşağıdaki tablodan anlaşılacağı gibi yıllık ortalamada hakim rüzgar yönü kuzey-doğu, NE (%30.7 yak.%31) ve kuzey, N (%30) olup, sonra sırasıyla güney-batı, S (%11); kuzey-batı, N (%7); batı, (%4); doğu, E (%3); ve güney-doğu, SE (%2); rüzgar hızı ise 2.66 m/s' dir. bu değerleri gerek İstanbul, gerekse Zeytinburnu hava kirliliği hesaplamalarında kullandık. Tablodan yılın 7.ayı, Temmuz'da hakim rüzgar yönü ve rüzgar hızı kendini açık-seçik ortaya koymaktadır. Hakim rüzgar yönü en az Kasım'da (%19.5), ençok Temmuz'da (%52.8) esmektedir. Keza, rüzgarın hızı Haziranda en küçük, Temmuzda en büyük değere ulaşmaktadır.

Tablo:1.1.2. Göztepe meteoroloji istasyonundan 1989 yılına ait rüzgar yönü esme frekansı ve hızının aylık ortalaması (T.C. tarım Bakanlığı, 1989)

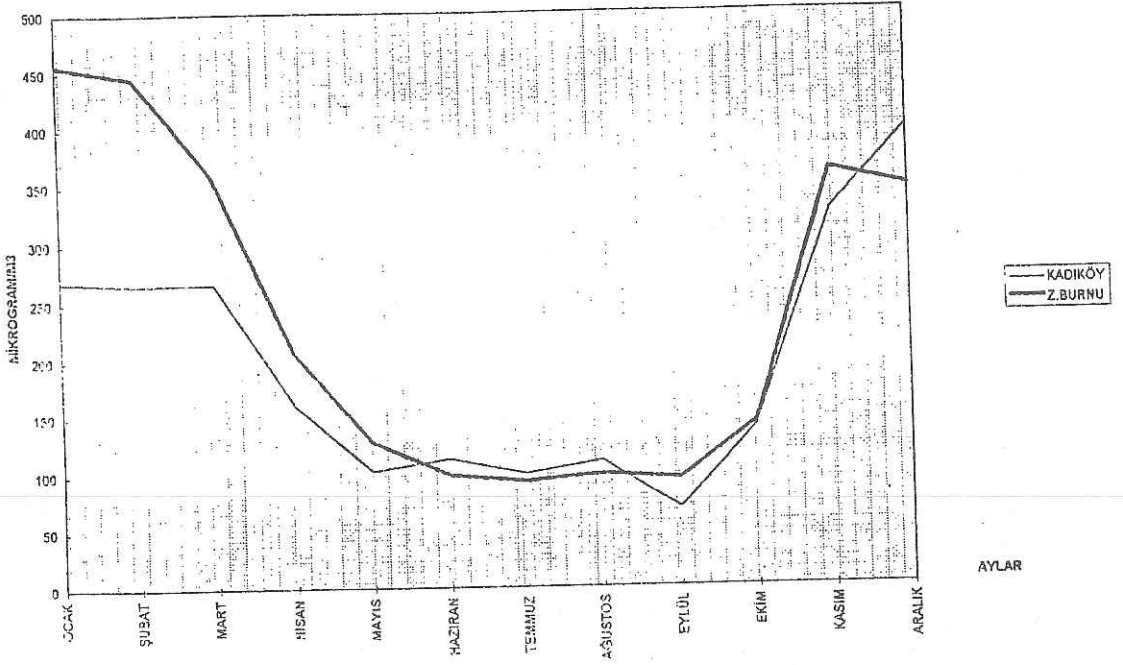
Aylar	R ü z g a r Y ö n ü									Rüzgar hızı (m/sn)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	
Ocak	.362	.345	.023	.017	.098	.121	.006	.029	.030	2.5
Şubat	.263	.269	.013	.013	.163	.225	.256	.025	.020	2.7
Mart	.278	.278	.011	.028	.161	.150	.028	.067	.015	2.5
Nisan	.230	.247	.035	.035	.132	.201	.052	.069	.015	2.6
Mayıs	.286	.220	.012	.042	.167	.173	.042	.060	.035	2.8
Haziran	.204	.291	.052	.017	.157	.186	.029	.064	.020	2.2
Temmuz	.400	.528	.056	.006	.006	.011	--	.028	--	3.4
Ağustos	.453	.436	.017	--	.028	.022	.017	.028	--	3.0
Eylül	.230	.362	.052	.023	.098	.081	.052	.103	--	2.4
Ekim	.341	.308	.033	.033	.066	.082	.017	.121	.020	2.6
Kasım	.333	.195	.023	.017	.098	.161	.035	.138	.015	2.4
Aralık	.216	.205	.028	.023	.171	.186	.017	.057	.025	2.8
12 ay ort.	.300	.307	.030	.020	.110	.140	.045	0.66	.016	2.66



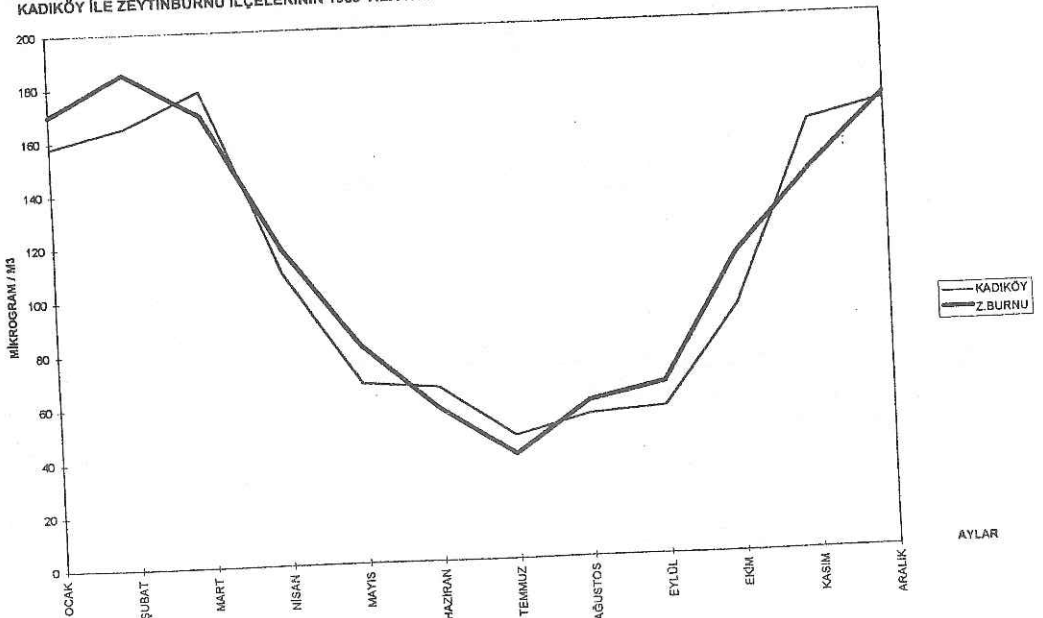
Vort = 2.66 m/s



Şekil: 1.3.1 Göztepe İstasyonuna Göre 1989 Yılı Ortalama Rüzgar Yönleri ve Esme Frekansları

KADIKÖY İLE ZEYTİNBURNU İLÇELERİNİN 1989 YILI AYLIK ORTALAMA SO₂ KONSANTRASYONLARININ MUKAYESESİ

KADIKÖY İLE ZEYTİNBURNU İLÇELERİNİN 1989 YILI AYLIK ORTALAMA PM KONSANTRASYONLARININ MUKAYESESİ



Şekil : 1.3.2.

Tablo 1.1.3. Göztepe meteoroloji istasyonunda 1989 yılı için 1,2,3,4, bofor rüzgar hızına göre esme sayıları ve yüzdesi

Tablo 1.1.3.1. Ocak 1989 için

Rüzgar hızı		Rüzgar yönleri ve esme sayıları									Toplam
bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	
1	2	9.5	5	0.5	1.5	2.5	1.5	0.5	1		22.5
2	3.6	12.5	18	1.5	--	5	7	--	1		45.0
3	5.6	7.5	6.5	--	--	1	2	--	--		17.0
4	7.9	2	0.5	--	--	--	--	--	0.5	6	3.0
Toplam		31.5	30	2	1.5	8.5	10.5	0.5	2.5		87.0
%'si		36.2	34.5	2.3	1.7	9.8	12.4	0.6	2.9		100.0
Hakim rüzgar yönü kuzey (%36), sonra kuzey-doğu (%35) yönünde...											

Tablo 1.1.3.2. Şubat 1989 için

Rüzgar hızı		Rüzgar yönleri, esme sayıları ve yüzdeleri										Toplam
bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW			
1	2	2	3	1	0.5	5	4.5	1.5	0.5		18.0	
2	3.6	9.5	9.5	---	0.5	6	12	0.5	1		39.0	
3	5.6	8.5	8	---	---	1.5	1	0.5	0.5		20.0	
4	7.9	1	1	---	---	0.5	0.5	---	---		3.0	
Toplam		21	21.5	1	1	13	18	2.5	2	4	80.0	
%'si		2.3	26.9	1.3	1.3	16.3	22.5	3.1	2.5		100.0	

Hakim rüzgar yönü kuzey-doğu (%30) ve kuzey (%26) dir.

Tablo 1.1.3.3. Mart 1989 için

bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	Toplam
1	2	5	63	1	2.5	9.5	5.5	0.5	2		32.0
2	3.6	11.5	11.5	--	--	3.5	7.5	2	2		38.0
3	5.6	7.5	7.5	--	--	1.5	0.5	--	1		18.0
4	7.9	1	--	--	--	--	--	--	1		2.0
Toplam		25	25	1	2.5	14.5	13.5	2.5	6	3	90.0
%'si		27.8	27.8	1.	2.8	16.1	15.0	2.8	6.7		100.0

Hakim rüzgar yönü eşit sayıda kuzey-doğu ve kuzeydedir.

Tablo 1.1.3.4. Nisan 1989 için

bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	Toplam
1	2	2	2.5	2.5	2	5	3	2	2		21..0
2	3.6	8.5	12	0.5	1	5	12.5	2	2.5		44.0
3	5.6	7.5	5	--	--	1.5	2	0.5	1.5		18.0
4	7.9	2	2	--	--	--	--	--	--		4.0
Toplam		20	21.5	3	3	11.5	17.5	4.5	6	3	87.0
%'si		23.0	24.7	3.5	3.5	13.2	20.1	5.2	6.9		100.0

Hakim rüzgar yönü kuzey-doğu (%25), sonra kuzey (%23) dir.

Tablo 1.1.3.5. Mayıs 1989 için

Rüzgar hızı		Rüzgar yönleri, esme sayıları ve yüzdeleri									Toplam
bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	
1	2	1.5	0.5	0.5	2.5	4.5	3	2.5	2		18.0
2	3.6	11.5	10	0.5	1	8.5	10.5	1	2		39.0
3	5.6	7.5	4.5	--	--	0.5	0.5	--	1		20.0
4	7.9	3.5	3.5	--	--	0.5	0.5	--	--		3.0
Toplam		24	18.5	1	3.5	14	14.5	3.5	5	9	80.0
%'si		28.6	22.0	1.2	4.2	17	17.3	4.2	6.0		100.0

Hakim rüzgar yönü kuzey-doğu (%30) ve kuzey (%26) dir.

Tablo 1.1.3.5. Haziran 1989 için

bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	Toplam
1	2	4	7.5	2.5	1.5	5	5.5	0.5	1.5		28.0
2	3.6	9	13	2	--	7	10	2	4		47.0
3	5.6	4	4	--	--	1.5	0.5	--	--		10.0
4	7.9	0.5	0.5	--	--	--	--	--	--		1.0
Toplam		17.5	25	4.5	1.5	13.5	13.5	2.5	5.5	4	86.0
%si		20.4	29.1	5.2	1.7	1.7	15.7	2.9	6.4		100.0

Hakim rüzgar yönü kuzey-doğu (%28), sonra kuzey (%20) yönündedir.

Tablo 1.1.3.6. Temmuz 1989 için

bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Toplam
1	2	3.5	6.5	3.5	0.5	0.5	---	---	0.5	15.0
2	3.6	15	19.5	1.5	---	---	1	---	1	38.0
3	5.6	11	14	---	---	---	---	---	1	26.0
4	7.9	6.5	7.5	---	---	---	---	---	---	14.0
Toplam		36	47.5	5	0.5	0.5	1	---	2.5	93.0
%'si		38.7	51.1	5.4	0.54	0.54	1.1	-	2.7	100.0

Hakim rüzgar kuzey-doğu (%51), sonra kuzey (%39) yönündedir.

Tablo 1.1.3.8. Ağustos 1989 için

Rüzgar hızı		Rüzgar yönleri, esme sayıları ve yüzdeleri								Toplam
bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
1	2	10.5	8.5	1.5	0.5	1	1	0.5	1	24.5
2	3.6	15	17	--	--	1.5	1	1	0.5	36.0
3	5.6	8.5	8.5	--	--	--	--	--	1	17.0
4	7.9	5.5	4	--	--	--	--	--	--	9.5
5	10.2	1.5	1.5	--				--		3.0
Toplam		41	39.5	1.5	0.5	2.5	2	1.5	2.5	90.0
%si		45.6	43.9	1.7	0.6	2.7	2.2	1.7	2.7	100.0

Hakim rüzgar kuzey (%46), sonra kuzey-doğu (%44) yönündedir.

Tablo 1.1.3.12. Aralık 1989 için

bofor	m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	
1	2	3	3.5	1.5	0.5	4	7.5	0.5	1.5		22.0
2	3.6	6.5	6.5	--	1.5	8	13.5	1	2		39.0
3	5.6	8	6.5	1	--	2.5	3.5	--	1.5		23.0
4	7.9	1	1.5	--	--	0.5	0.5	--	--		3.5
Toplam		18.5	18	2.5	2	15	25	1.5	5	5	87.5
%'si		21.1	20.6	2.9	2.3	17.1	28.6	1.7	5.7		100.0
Hakim rüzgar yönü güney-batı (%29), sonra kuzey (%21) yönündedir.											

Tablolardan görüleceği gibi esen rüzgarın hakim yönü Şubat, Nisan, Haziran, Temmuz, Eylül ayları, yani , yılın 5 ayı kuzey-doğu; Ocak, Mayıs, Ağustos, Ekim, Kasım ayları kuzey; bir ay, yani, Mart'da eşit oranda (%27.8) kuzey ve kuzey-doğu; yalnız Aralık ayında güney-batı yönündedir. Sonuç olarak, yıllık hakim rüzgar yönü kuzey-doğu (%30.7) yu az bir farkla kuzey (%30) yönü izlemektedir (6).

Tablo:1.1.4. Zeytinburnu ilçesi için Rüzgar esme frekansının yönlerle göre dağılımı ve ortalama hızları (T.C.Tarım Bakanlığı,1989)

Aylar (1989)	Ort hız (24 sa.)	Min	Max	Ort. hız (aylık)	En hızlı rüzgar yön-hız	Fırtınalı gün sayısı	Kuvvetli rüzgar gün sayısı
Ocak	2.3 m/s	1.1	4.9	2.5 m/s	NNW - 5.3	(14) --	7
Şubat	2.6 m/s	0.7	4.8	2.7 m/s	SSW - 25.1	(28) 3	6
Mart	2.4 m/s	0.8	4.5	2.5 m/s	NNE - 18.6	(24) 2	11
Nisan	2.5 m/s	0.7	4.6	2.6 m/s	SSW - 15.0	(15) --	10
Mayıs	2.6 m/s	0.7	5.4	2.8 m/s	NNE - 21.0	(23) 1	11
Haziran	2.1 m/s	0.7	3.6	2.2 m/s	NW -13.1	(7) --	4
Temmuz	3.4 m/s	1.2	5.5	3.4 m/s	N -17.0	(16) --	26
Ağustos	3.0 m/s	1.0	6.5	3.0 m/s	NNE - 19.6	(18) 2	14
Eylül	2.3 m/s	1.0	3.9	2.4 m/s	NNE - 17.3	(5) 1	9
Ekim	2.5 m/s	0.8	5.5	2.6 m/s	N - 23.2	(17) 1	5
Kasım	2.4 m/s	0.7	5.2	2.4 m/s	N - 18.3	(24) 1	10
Aralık	2.6 m/s	0.6	4.9	2.8 m/s	SSW - 17.9	(28) 1	12
Ortalama	2.56 m/s	0.8	4.9	2.66 m/s			

En hızlı rüzgarın estiği tarih, fırtınalı gün sayısı sütununa paranteze alınarak belirtilmiştir. Ocak, Haziran, Temmuz, Ağustos, Kasım, Aralık aylarında esen rüzgarlar çevreye zarar vermezken Eylül ayında (20.27-22.43 arası) esen rüzgar, kara trafiğini aksatmış; Mayıs ayında (01.30-18.30 arası, aralıklı) esen rüzgar bazı binaların kiremetlerini uçurmuştur. Şubat, Mart, Nisan, Ekim aylarında (özellikle gece saatlerinde, aralıklı) esen rüzgar ise deniz trafiğini aksatmıştır.

1.4. BÖLGEDE KİRLİLİK KAYNAKLARI:

Hava kirliliğine neden olan kaynaklar genel olarak beş kategoride toplanabilir.

- 1)Endüstriyel (sınai) prosesler,
- 2)Sabit kaynaklarda kullanılan kömür (taşkömürü, kok, linyit vs.) , fuel-oil, odun gibi yakıtlar,
- 3)Katı atıkların uzaklaştırılması,
- 4)Sabit olmayan kaynaklar (motorlu taşıtlar, gemiler, uçaklar, demiryolları vs.),
- 5)Orman yangınları, rüzgarın sürüklediği tozlar, tarımsal faaliyetler gibi çeşitli kaynaklar hava kirliliğine sebep olabilir.

Zeytinburnu ilçesinde en önemli hava kirlilik kaynaklarını sabit kaynaklarda (yerleşim ve endüstride) kullanılan fuel-oil, kömür çeşitleri, odun gibi yakıtlar oluşturulmaktadır. Yakıtlar, sabit kaynaklardan yerleşim bölgelerinde ısıtma; endüstri bölgelerinde hem ısıtma hem de enerji üretim işlemleri için kullanılmaktadır. Yapılan ölçümler ve hesaplamalardan görüleceği gibi kış mevsiminde hava kirliliğinin yüksek seviyelere ulaşması, Zeytinburnu'nda önemli hava kirlilik kaynağının, sabit kaynaklarda kullanılan yakıtlar olduğunu kanıtlamaktadır. Kullanılan her bir yakıt, farklı miktarda toplam hava kirliliğine katkıda bulunur.

Aşağıdaki değerler alan kaynaklarda (yerleşim, endüstri ve ticaret) ve nokta kaynaklarda (termik santraller vb. büyük emisyon oluşturan fb.lar) kullanılan yakıtlar, toplu olarak gösterilmiştir.

Tablo:1.4.1.'den İstanbul'da kişi başına tüketilen yakıt miktarı 6.036.790 (ton)6817400 (kişi) = 0.88 (ton/kişi-yıl) olarak bulunur.

Tablo:1.4.1. İstanbul'da 1989 Yılı için Sabit Kaynaklarda Kullanılan Yakıt Miktarları (3),
(DİE, İnşaat İstatistikleri,1989) (DİE Çevre İstatistikleri , 1989) (DİE,
Türkiye İstatistikleri Yıl.,1989)

Yakıt Cinsi	Toplam (ton)	%
1. Fuel-oil	1.095.825	18.15
2. Taş kömürü	368.000	6.09
3. Linyit	4.191.465	69.43
4. Kok	31.500	0.52
5. Odun	300.000	4.96
6. Asfalt (Biriket)	50.00	0.82
TOPLAM	6.036.679	≈100.00

Sabit kaynaklar ve endüstriyel prosesler, alan kaynaklar ve nokta kaynaklar olmak üzere iki grupta toplanabilir. Alan kaynaklar, geniş bir alana yayılan irili ufaklı yerleşim birimleri (ev, apartman), idari hizmet binaları (hastahane, okul, belediye, vs) ve sanayi kuruluşlarından oluşurken; nokta kaynaklar ise, herhangi bir bölgede tek bir noktadan büyük miktarda emisyon meydana getiren elektrik santrali, fabrika vb. tesislerden oluşmaktadır. Genellikle senelik kirlenici emisyonu 100 ton, yani, 3 Milyon mikrogram/saniye'den fazla olan kaynaklar, nokta kaynağı statüsünde değerlendirilir.

Zeytinburnu ilçesinde alan kaynaklarını, yerleşim bölgeleri (Merkezefendi, Çırpıcı, Yeşiltepe, Telsiz, Beştelsiz, Seyitnizam, Gökalp, Veliefendi ile Sümer, Nuripaşa ve Yenidoğan'nın bir bölümü), endüstri bölgeleri (Maltepe, Kazlıçeşme) meydana getirmektedir.

Zeytinburnu bölgesinde SO₂ ve P.M. (partikül madde) gibi hava kirleticileri yönünden senelik emisyonları 100 ton veya daha fazla olan nokta kaynaklar bulunmamaktadır. Bundan dolayı hesaplamalarda nokta kaynaklar yerine alan kaynaklar dikkate alınmıştır.

1.5. BÖLGEDE EMİSYON ENVANTERİ

Zeytinburnu ilçesinde yerleşim ve endüstri bölgelerinde 1989 yılında tüketilen yakıt cinsleri ve miktarları eklerde sunulan anket çalışması ve bölgenin nüfus ve sanayi kapasiteleri dikkate alınarak, yapılan hesaplama sonucu Tablo:1.5.1'de sunulmuştur. Hava kirliliğine neden olan SO₂ (Kükürt di oksit) emisyonu, kullanılan yakıttaki S (Kükürt) yüzdesi ile doğrudan orantılıdır; yanma sırasında kükürt, kükürt dioksit dönüşür ve gaz halinde atmosfere yayılır. Diğer hava kirleticisi partikül emisyonu ise, SO₂ gibi yakıt cinsi ile yakından ilgilidir; yakıtta bulunan kül, yanma sonucunda partikül halindeki kirlenici emisyonunu neden olur.

Tablo:1.5.1.Zeytinburnu ilçesinde 1989 Yılında Sabit Kaynaklarda Kullanılan Bir Yıllık Miktarları

Yakıt	Kullanıldığı Yerler ve Miktarları (Ton/yıl)		
Cinsi	Yerleşim + idari	Endüstri Bölge.	Toplam
1. Fuel-oil	1.400	25.300	26.700
2. Linyit (r)	81.500	32.654	114.154
3. Linyit (ö)	500	4.120	4.620
4. Odun	1.600	-----	1.600
Toplam (%'si)	85.000 (%52.8)	62.074 (%42.2)	147.074 (%100)

1989 yılında hesaplama tahmin edilen Türkiye'nin nüfusu 55.541 milyon, İstanbul'un nüfusu 6.817.400. Zeytinburnu'nun nüfusu 161.989 olduğuna göre İstanbul n./Türkiye=0.12275, Zeytinburnu nüfusunun Türkiye nüfusuna oranı:0.0029166, İstanbul nüfusuna oranı:0.02376 dır.

Yanma sonucunda çıkan SO_2 ve partikül gibi kirleticilerin miktarını tahmin edebilmek amacı ile aşağıdaki emisyon faktörü tabloları kullanılmaktadır (Perkins,1974).

Tablo:1.5.2 Sabit Kaynaklarda Yakıt Yanması için Emisyon Faktörleri (kg/ton)

Kirleticisi	Yakıt Cinsi				
	Fuel-oil		Kömür		Odun
	Mesken	Endüstri	Mesken	Endüstri	Mesken-Gn.Hiz.Binaları
Kükürtdioksit (SO_2)	19.9 S	19.9 S	19.0 S	19.0	-
Partikül (P.M.)	3.0	3.0	25.0	25.0	15.0
Karbondioksit (CO)	0.25	0.25	25.0	1.5	-
Hidrokarbon (HC)	0.25	0.25	5.0	0.5	-
Azotoksitler (NO_x)	9.1	9.1	4.0	10.0	-

S : Fuel*oil ve kömür'deki kükürt yüzdesi (%S)

Tablo:1.5.2'den de görüleceği gibi kükürtdioksit (SO_2) emisyonları büyük ölçüde yakıtın içindeki kükürt yüzdesine bağlıdır. Kömür için partikül 25 kg/ton, fuel-oil için ise 3 kg/ton'luk ortalama emisyon faktörü kabul edilmiştir (Kömür Satış Tevzii Müessesesi,1989). Zeytinburnu bölgesinde kullanılan yakıtların özellikleri Tablo:1.5.3'de gösterilmiştir (Koning et. al., 1978),(Türk Petrol Ofisi,1989).

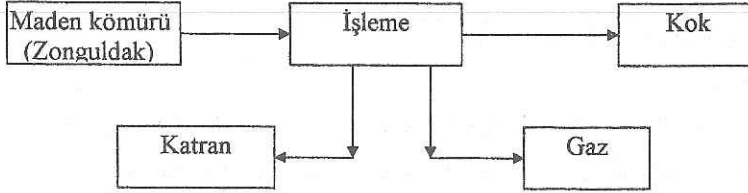
Tablo:1.5.3. İstanbul Büyükşehir'de Kullanılan Yakıtların Özellikleri (Koning et al., 1978)(TPO, 1989).

Yakıt Cinsi	Kükürt (%)	Kül (%)	Nem (%)	Isıl Değeri (kcal/kg)
Fuel-oil	1.5 (max)	1.10		10.250 (Özel kalorifer Yakıtı)
Fuel-oil (5)	4.0	0.09		10.000 (Numara:5)
Fuel-oil (6)	4.5	0.10		9.500 (Numara:6)
Kok kömürü	0.5-1.0	10.00	8.0	6.500 (İETT Gn.Md.Rp)
Taş kömürü	0.78	12.00		7.400 (Zonguldak)
Taş kömürü	0.84	13.00		7.577 (Çatalağzı)
Linyit	0.7-1.2	13-33	14-23	2.800-4.400 (Soma)
Linyit	0.7-0.9	12-33	9-14	3.700-4.900 (Önen)
Linyit	3.0-4.0	20-30	20-30	2.000-3.500 (Orhaneli)
Linyit	2.0-3.0	15-30	35-45	1.500-3.000 (Keles)
Kuru kömür	1.2	23.6	16.8	3.756 (Dumansız yakıt)
Odun	-	0.50		4.200 kcal/dm ³

Tablo:1.5.3.1. İstanbul Büyükşehir’de Kullanılan Yakıtların Özellikleri (İst Büyük Şehir Bld. Kömür İşl. Gen. Müd.,1989).

Yıl	Tüketim (kg/yıl) (%değ.)	Diğer Özellikleri
1988	31.291.271 (100.00)	* Uçucu madde (%10),
1989	31.407.778 (100.37)	* Sabit sıcaklık 75-80 °C
1990	31.439.784 (100.47)	* Kok tüketimi 1988 yılına göre kıyaslanırsa;
1991	23.697.750 (75.73)	1989’da %0.37’lik artış, 1990’da %0.47’lik artış,
1992	19.514.750 (62.36)	1991’de %2.27’lik azalış, 1992’de ise %37.64’lük azalış oldu.

Basit imalat akım şeması:



Son yıllarda kok üretiminin azalması, bu kömür tüketiminin azalmasına neden olmuştur. Marmara bölgesinde yukarıda belirtilen linyit kömüründen başka Çan, Seyitömer, Saray, Mengen, Helvacı, Paşalık, Demirci linyit kömürleri de kullanılmaktadır. Bunların özellikleri de aşağıdaki gibidir:

Tablo : 1.5.3’ün devamı....

Yakıt Cinsi	Kükürt (%)	Kül (%)	Nem (%)	Isıl Değeri (kcal/kg)
Linyit	2-7	15-30	10-25	3.000-5.000 (Çan)
Linyit	1-1.3	33-37	10-33	1.750-3.250 (S. Ömer)
Linyit	2	35-45	15-36	1.500-2.500 (Saray)
Linyit	1-7	11-16	11-18	4.900-5.300 (Mengen)
Linyit	3.9		10	5.449 (Helvacı)
Linyit	2.7		18	3.553 (Paşalık)
Linyit	5.12		31	4.990 (Demirci)

Yakıtların özellikleri, emisyon faktörleri ve bölgede bir yılda kullanılan yakıt miktarları bilindiğine göre Zeytinburnu ilçesinde 1989 yılına ait kükürt dioksit ve partikül madde emisyonları hesaplanabilir. Hesaplamalara örnek olması bakımından aşağıda bir uygulama yapılmıştır.

Konutları ısıtmada kullanılan fuel-oil miktarı: 1400 ton/yıl

Fuel-oil emisyon faktörü: $(19.9) \times (\%S)$ kg/ton

Fuel-oil (5 numara) kükürt yüzdesi, (%S): 4.0

$$\begin{aligned} \text{SO}_2 \text{ emisyonu} &= (1400 \text{ ton/yıl}) \times (19.9 \times 4 \text{ kg/ton}) \\ &= (111.440 \text{ kg/yıl}) / (1.000 \text{ kg/ton}) \\ &= 111.440 \text{ ton/yıl} \end{aligned}$$

bulunur.

Benzer işlem partikül emisyonu için yapılırsa;

Konutları ısıtmada kullanılan fuel-oil miktarı: 1.400 ton/yıl

Fuel-oil emisyon faktörü: 3.0 kg/ton

$$\begin{aligned} \text{Partikül emisyonu} &= (1.400 \text{ ton/yıl}) \times (3 \text{ kg/ton}) \\ &= 4.200 \text{ kg/yıl} \\ &= (4.200 \text{ kg/yıl}) / (1.000 \text{ kg/ton}) \\ &= 4,2 \text{ ton/yıl} \end{aligned}$$

bulunur.

$$\begin{aligned} \text{Kısaca, P.M. emisyonu} &= (1.400)(3) \times (10^{-3}) \text{ 'den} \\ &= 4,2 \text{ ton/yıl} \end{aligned}$$

olur.

Yukarıdaki örnek diğer yakıtlar ve bölgeler için uygulandığında meydana gelen SO₂ ve partikül (P.M.) emisyonları Tablo: 1.5.4. 'de gösterilmiştir.

Tablo: 1.5.4. Zeytinburnu 1989 Yılı Kükürt Dioksit (SO₂) ve Partikül (P.M.) Emisyonları

Bölge	Yakıt Cinsi	Yakıt Miktarı (ton/yıl)	Kükürt Yüzdesi (%)	Emisyonlar (ton/yıl)	
				SO ₂	Partikül
Y E R L E Ş İ M	Fuel-oil	1.400	4.0	111	4
	Linyit(resmi)	81.500	0.8*	1.239	2.038
	Linyit (özel)	500	3.8*	36	13
	Odun	-	-	-	-
	Toplam Emisyon	83.400		1.386	2.079
E D Ü S T R İ	Fuel-oil	25.300	4.0	2.014	76
	Kok kömürü	1.000	0.45	9	25
	Linyit(resmi)	32.654	0.8*	496	816-
	Linyit (özel)	4.120	3.8*	298	103
	Toplam Emisyon	63.074		2.817	1.020
Zeytinburnu İlçesinde		TOPLAM EMİSYON		4.203	3.099

* Ortalama Kükürt yüzdesi

Yukarıdaki tablodan görüleceği gibi Zeytinburnu İlçesinde sabit kaynaklardan oluşan SO₂ emisyon miktarı (4.203 ton/yıl), partikül emisyon miktarından (3.099 ton/yıl) daha fazladır. SO₂ emisyonu artışına oldukça yüksek kükürt % si içeren fuel-oil'den kaynaklanmaktadır. Bu, toplam SO₂ emisyonunun yaklaşık %51'ini teşkil etmektedir. Partikül emisyonların büyük çoğunluğu, %97,4'ü kömür yakılmasından ileri gelmektedir. Gerçekten, bölgede en çok sobalı konut vardır, çok az kaloriferli apartmana rastlamak mümkündür. Sosyal refah seviyesinin düşük olması, bireyleri ekonomik koşullar zorunlu olarak daha ucuz yakıt kullanımına yönlendirmektedir. Bilindiği gibi özellikle, kış aylarında kalitesiz kömür (kükürt ve kül oranı yüksek, ucuz; aslında pahalı) kullanımına, soba ve bina bacalarının uygunsuzluğu ve de yakıtların cinslerine uygun yakma tekniğinden, insanımızın gerekli bilgilerden yoksun olması eklendiği zaman hava kirliliğini arttıran önemli etkenler olmaktadır.

Bir sahil ilçesi olan Zeytinburnu, Marmara Denizine ve rüzgarlara açık olmasına karşılık, eski gecekondular yerini bitişik düzen apartman bloklarına hem de hızlı tempode terkedişi, bölgedeki rüzgar hız ve frekansının azalmasına neden olmuş ve doğal hava sirkülasyonuna engel teşkil etmiştir. Hava kirleticileri bölgeden uzaklaştıracak ve dağıtacak en önemli etken, meteorolojik koşullar içerisinde rüzgardır. Bu da bozuk yapılaşma ile rüzgar akımına doğal olarak engel olunursa yaşanan çevrenin ekolojik dengesini insanlar, kendi elleriyle bozmuş olurlar.

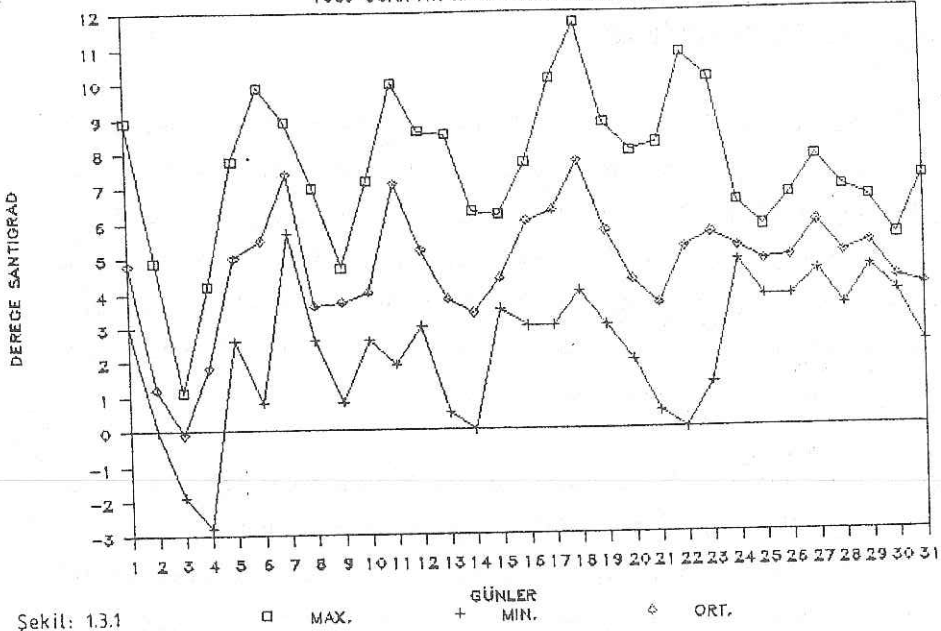
Bölgede Topkapı-Sahil yolu şeridinde bulunan Sağlık Bakanlığı Zeytinburnu ilçesi İstanbul Bölgesi Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü tarafından kendi bölgesinde günlük yaptığı bir tek ölçümlerin verileri ay bazında grafik olarak bundan sonraki sayfalarda verilmektedir. Aşağıda sadece özeti Tablo:1.6.1.'de İstanbul ile kıyaslanarak sunulmuştur.

Tablo: 1.6.1. Zeytinburnu Hıfzısıhha Enstitüsü'nde Ölçülen Kirleticilerin Ortalama Konsantrasyon Değerleri

Ay	(SO ₂)			Zeytinburnu			(P.M.)			İstanbul (mik. g/m ³)	
	Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort.	Max.	SO ₂ (Ort.)	P.M. (Ort.)
Ocak	212	456	689	84	185	371	322			178	
Şubat	191	444	676	61	185	296	312			177	
Mart	194	359	663	67	169	378	274			164	
Nisan	110	205	341	55	118	259	159			105	
Mayıs	69	130	275	36	81	171	118			69	
Haziran	26	96	208	19	59	147	116			74	
Temmuz	31	70	117	20	37	93	94			54	
Ağustos	30	60	133	11	43	81	104			60	
Eylül	23	67	187	16	62	245	95			69	
Ekim	64	137	291	34	95	174	138			91	
Kasım	145	304	830	64	177	497	385			189	
Aralık	134	309	661	62	151	324	403			178	
YIL ORT.		220			114		205			152	
							150			150	
UVS Değer	(Uzun Vadeli Sınır Değerleri)										

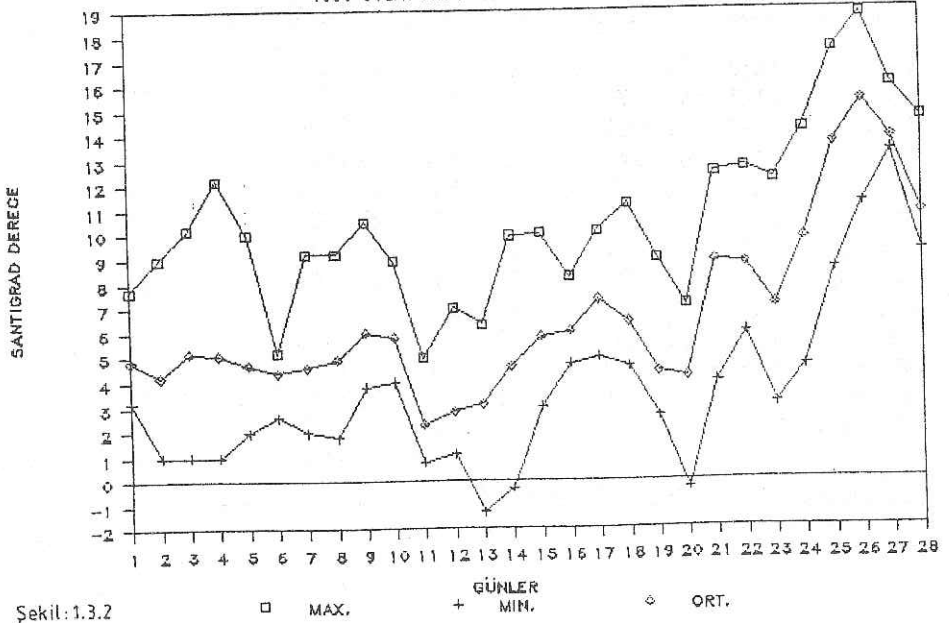
İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MD.

1989 OCAK AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



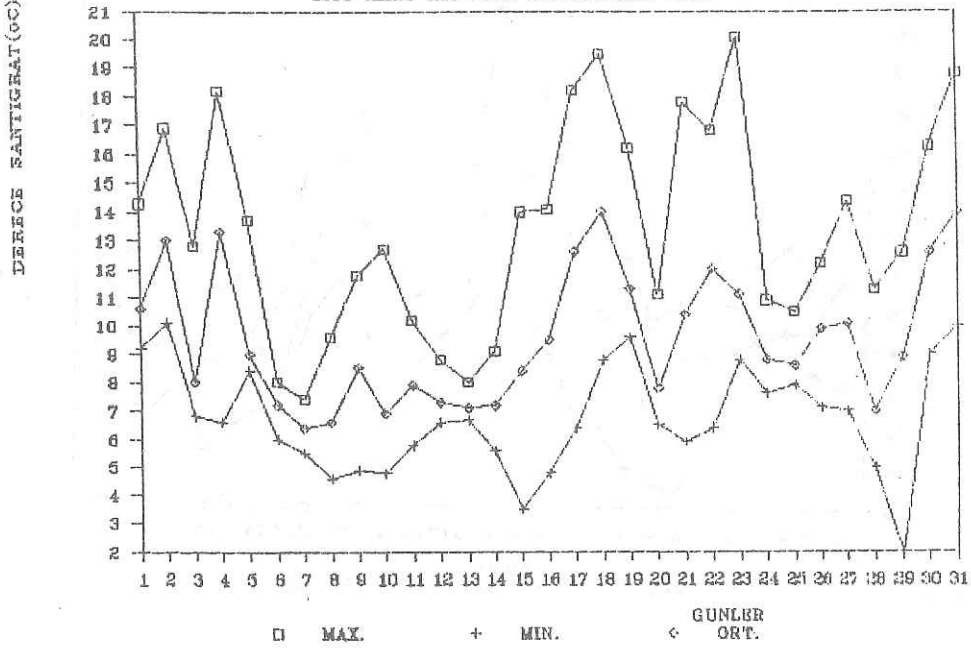
İSTANBUL / KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MD.

1989 SUBAT AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



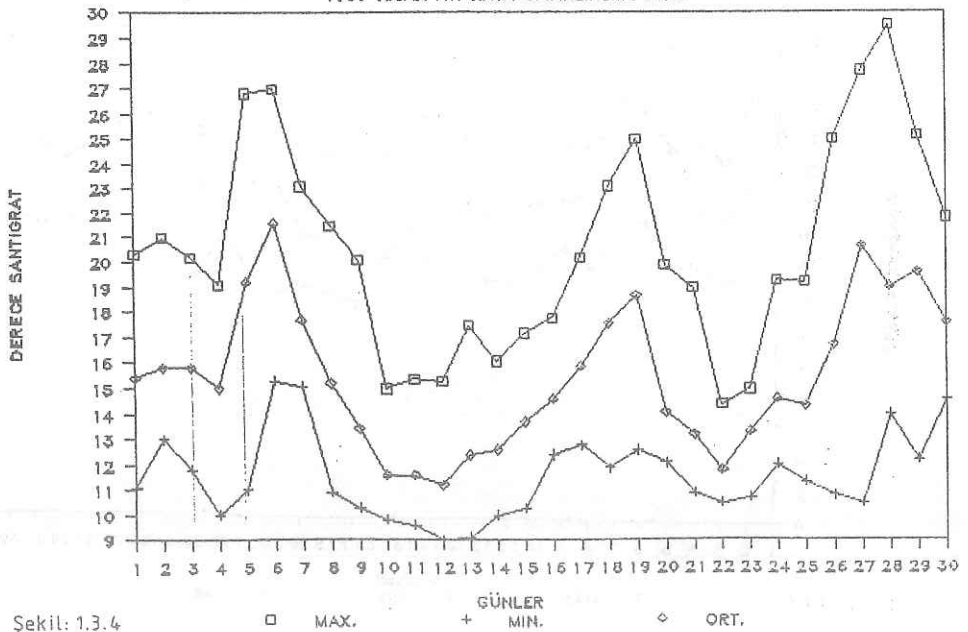
İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.

1989 MART AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



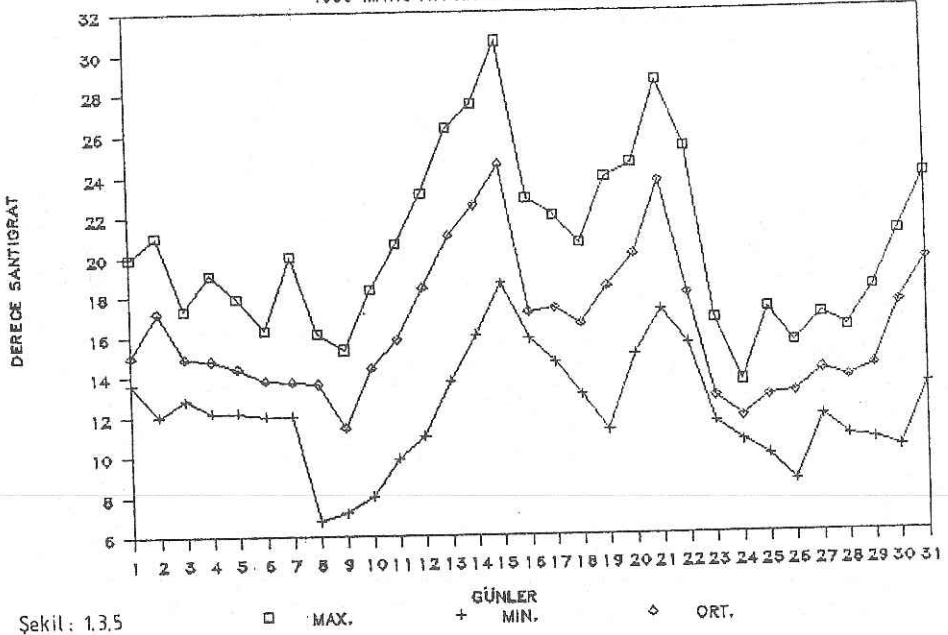
İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.

1989 NİSAN AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



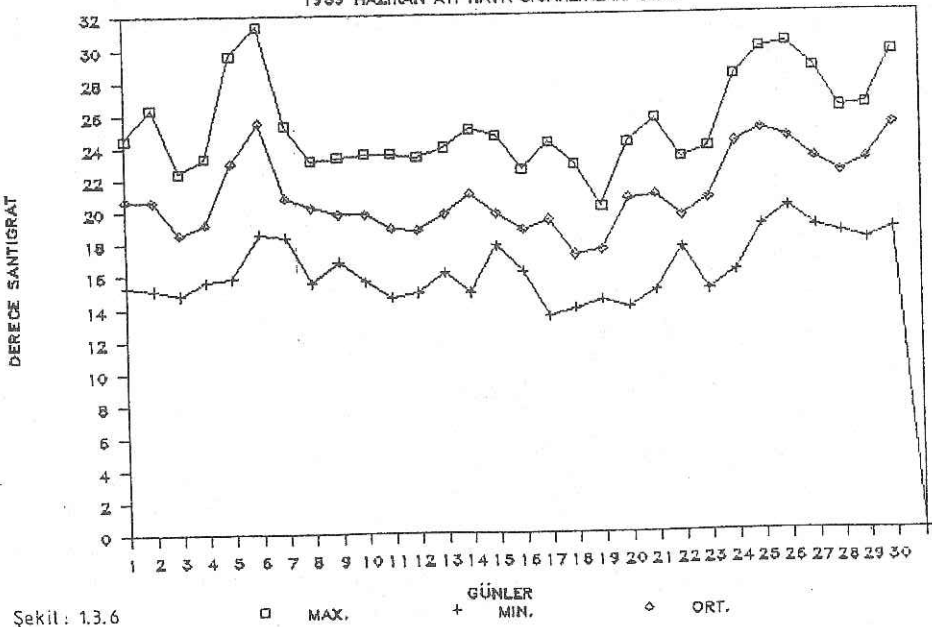
Şekil: 1.3.4

İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.
1989 MAYIS AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



Şekil : 1.3.5

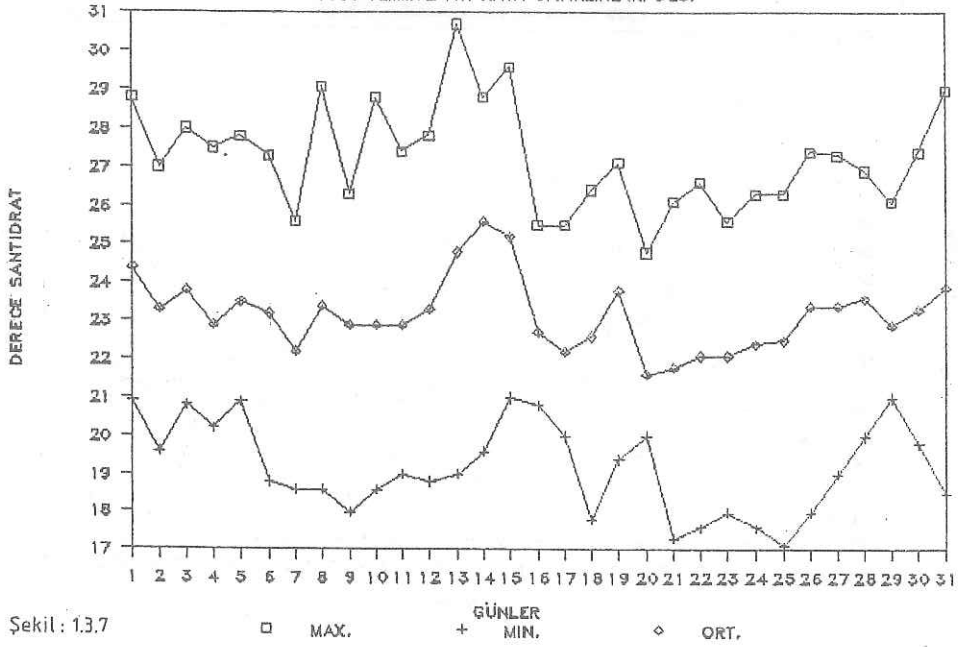
İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.
1989 HAZİRAN AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



Şekil : 1.3.6

İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.

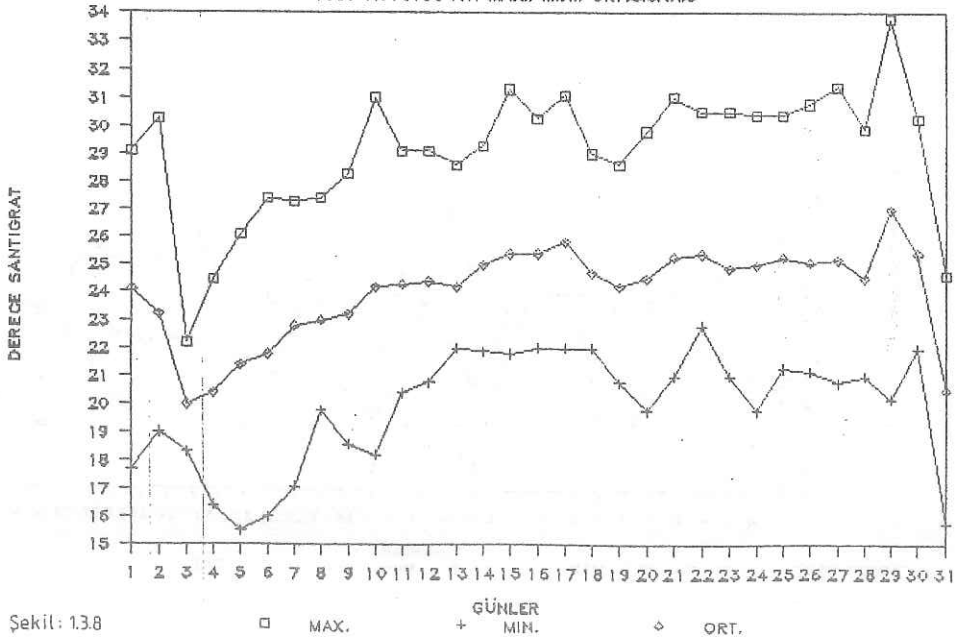
1989 TEMMUZ AYI HAVA SICAKLIKLARI DEG.



Şekil: 1.3.7

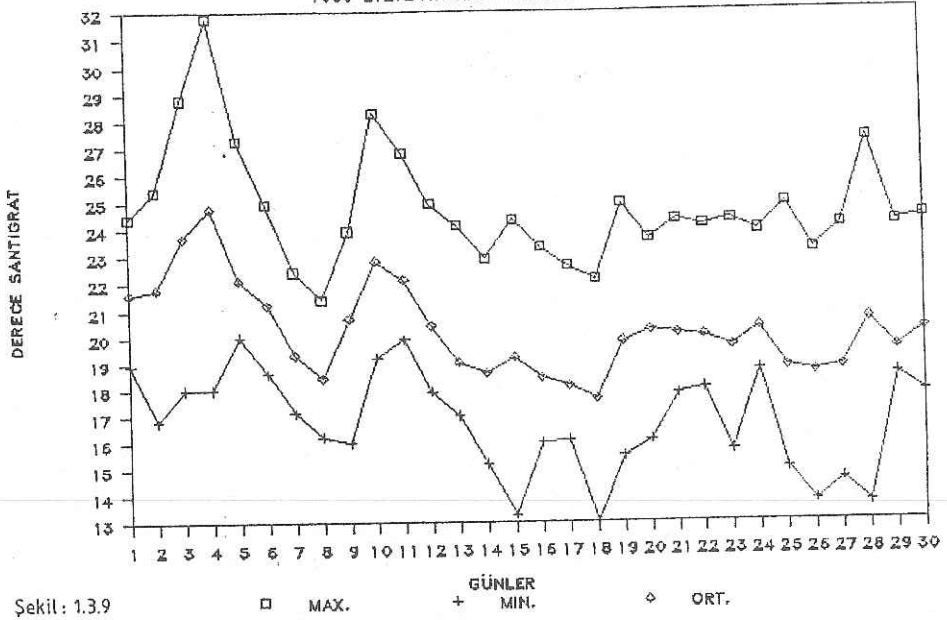
İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.

1989 AGUSTOS AYI MAX./MIN./ORT.SICAK.D



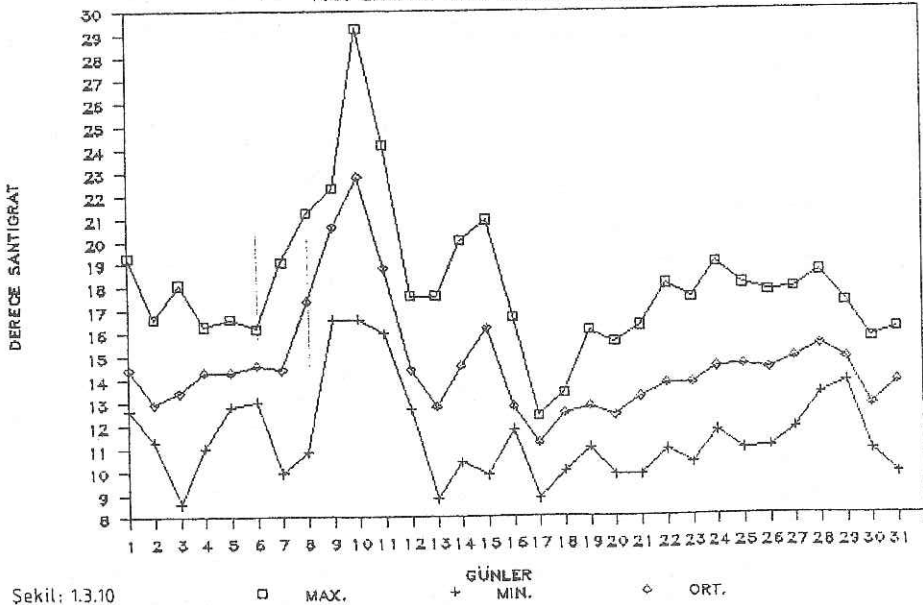
Şekil: 1.3.8

İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.
1989 EYLÜL AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



Şekil: 1.3.9

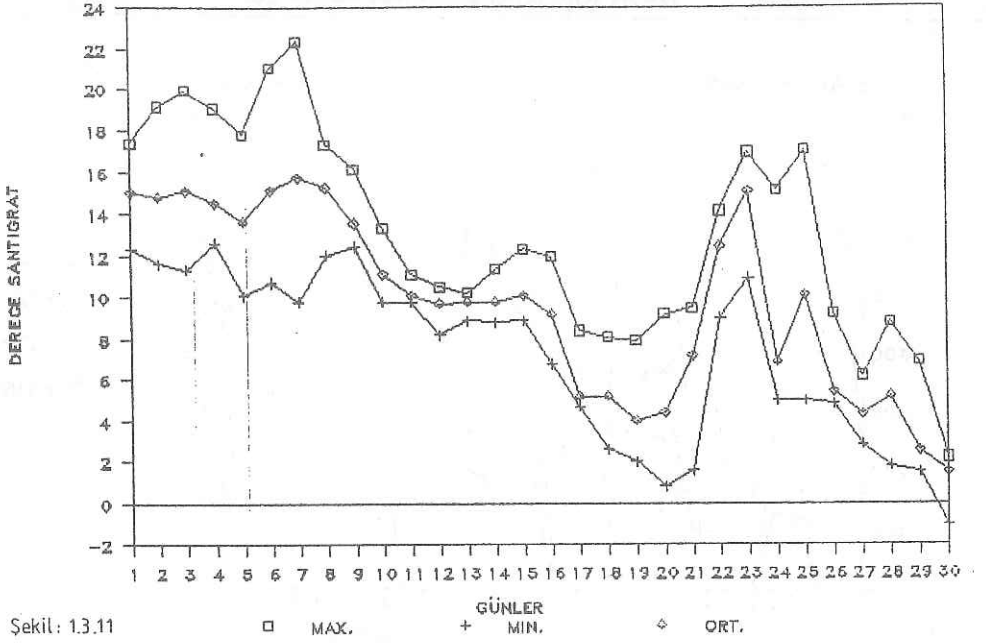
İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.
1989 EKİM AYI HAVA SICAKLIK DEĞERLERİ



Şekil: 1.3.10

İSTANBUL/KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MÜD.

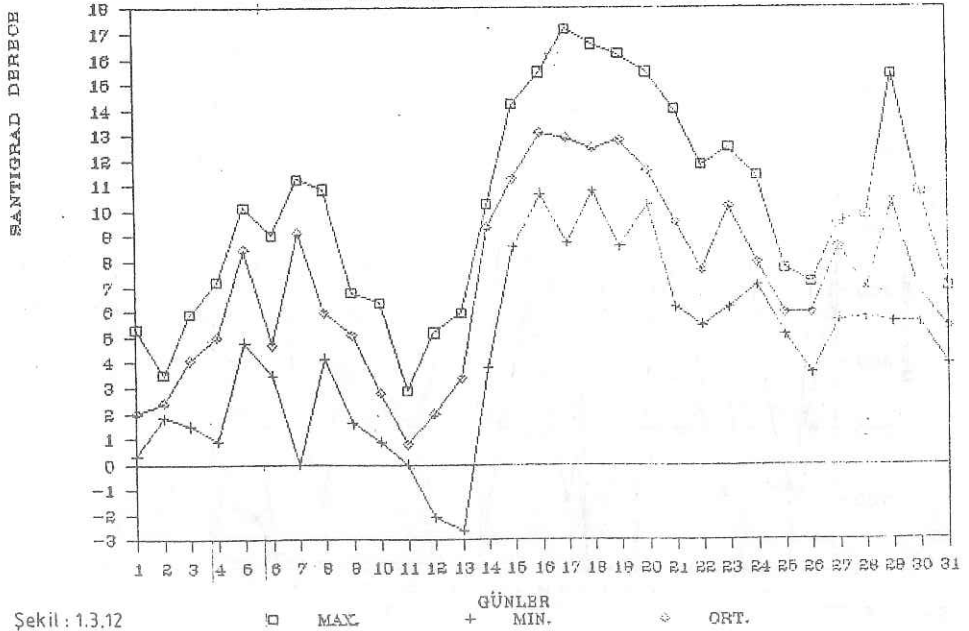
1989 KASIM AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



Şekil: 1.3.11

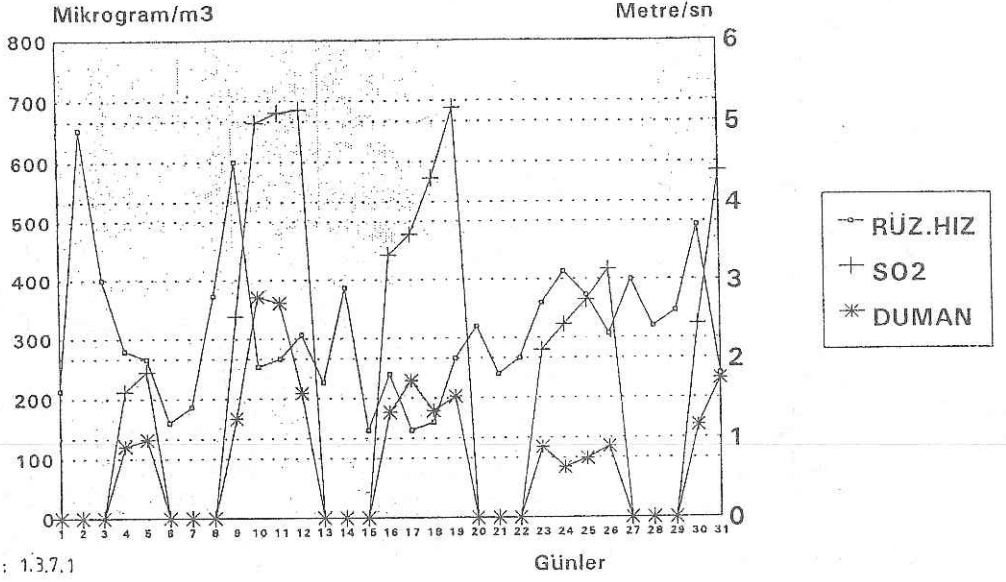
İSTANBUL / KADIKÖY METEOROLOJİ BÖLGE MD.

1989 ARALIK AYI HAVA SICAKLIKLARI DEĞ.



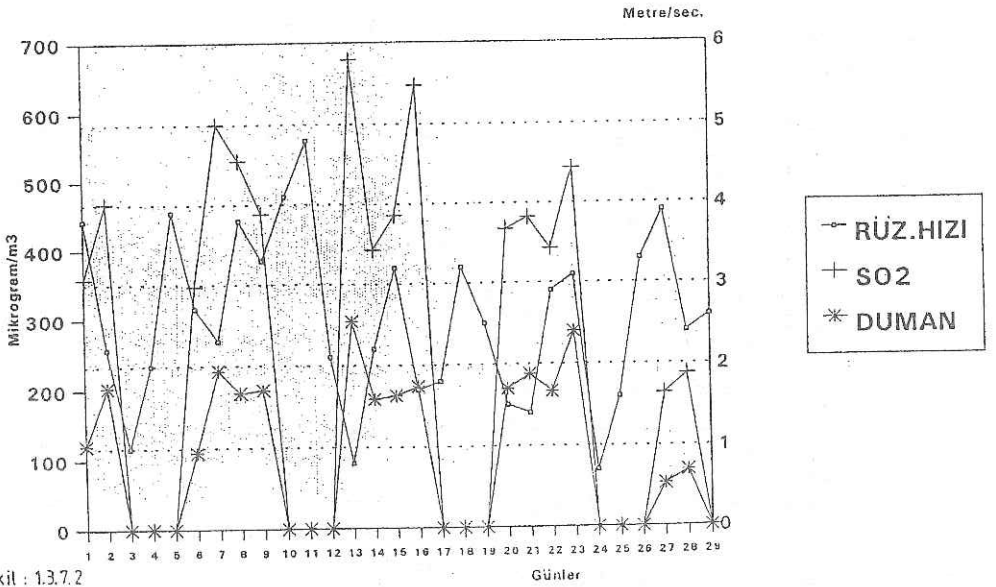
Şekil: 1.3.12

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN OCAK 1989 YILI HAVA KİRLİLİĞİ DEĞERLENDİRMESİ



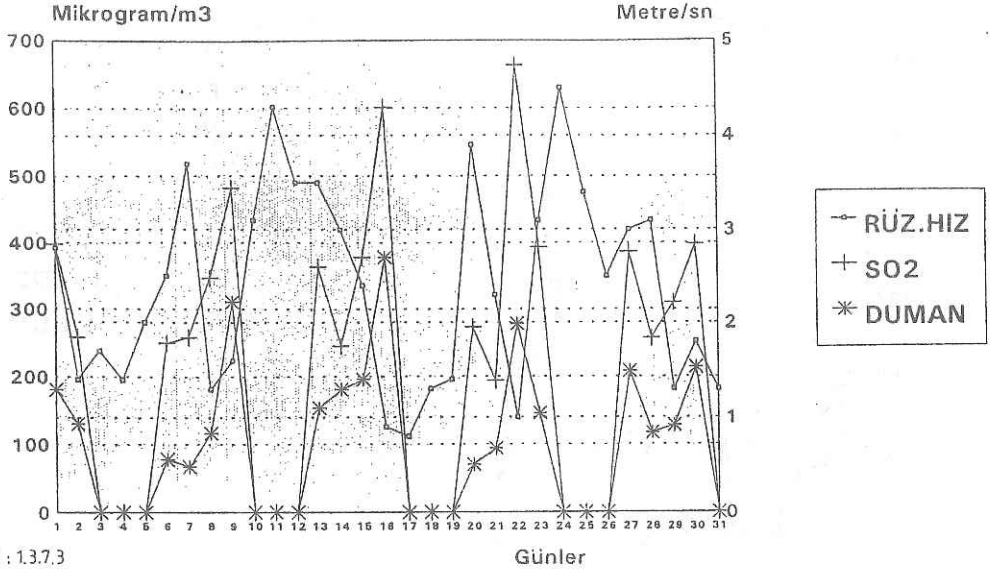
Şekil : 1.3.7.1

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN ŞUBAT 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ

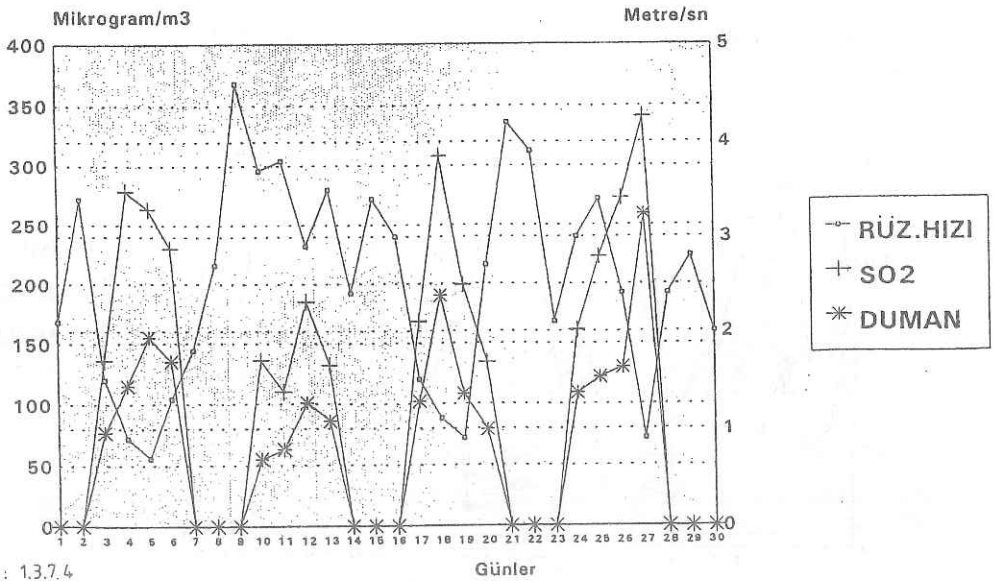


Şekil : 1.3.7.2

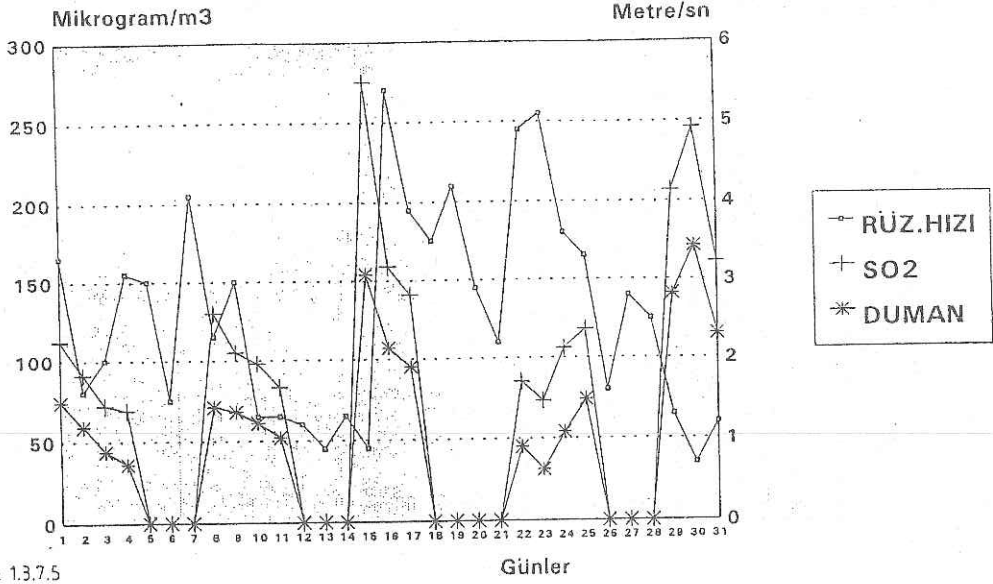
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ MART 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



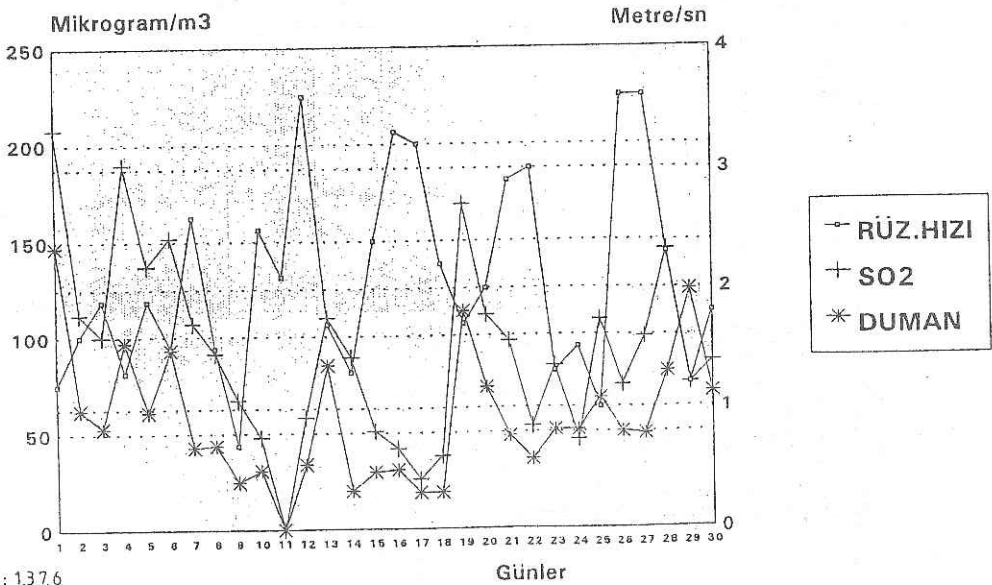
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN NİSAN 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



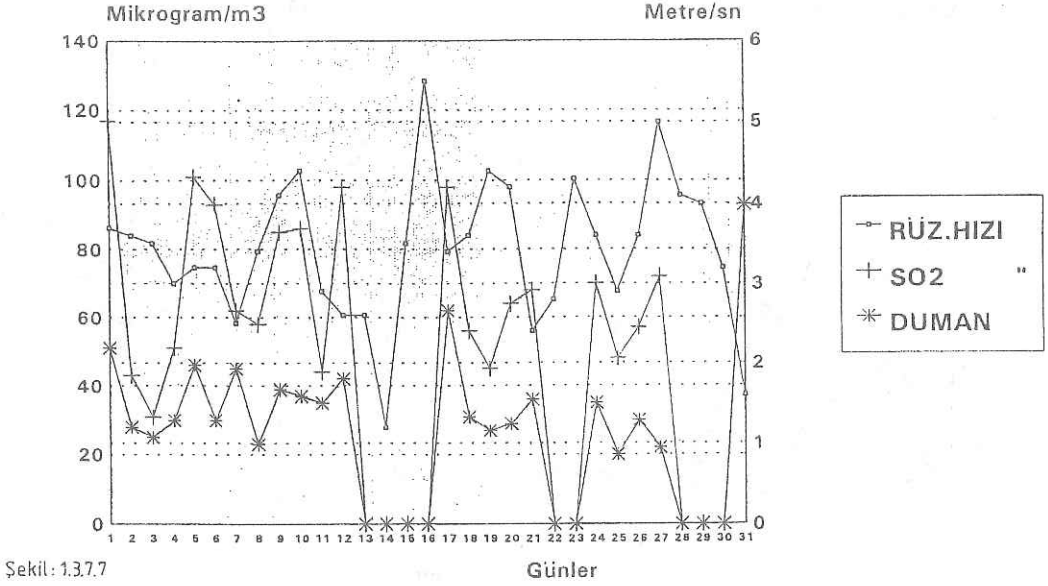
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN MAYIS 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



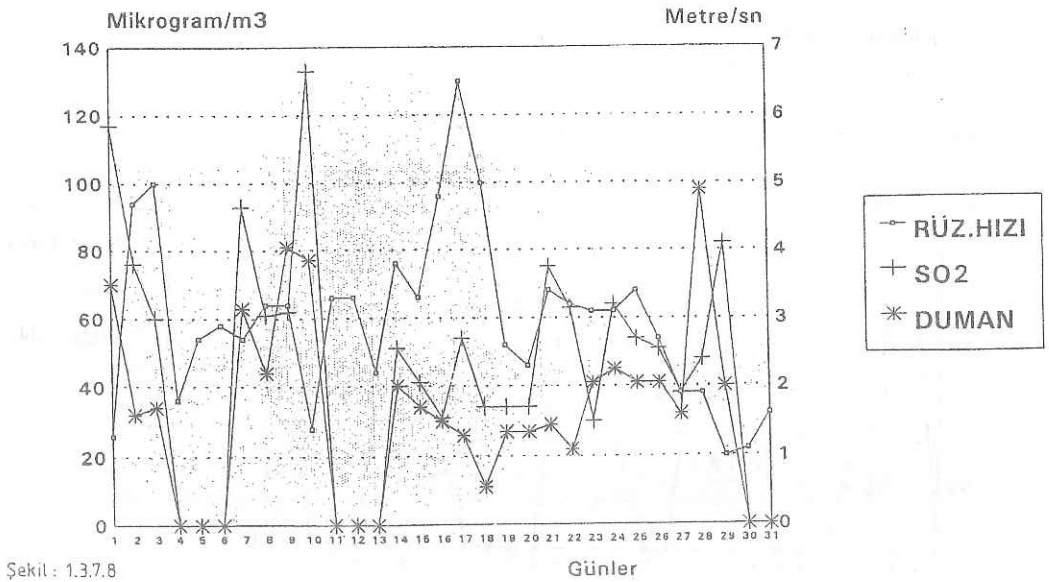
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN HAZİRAN 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



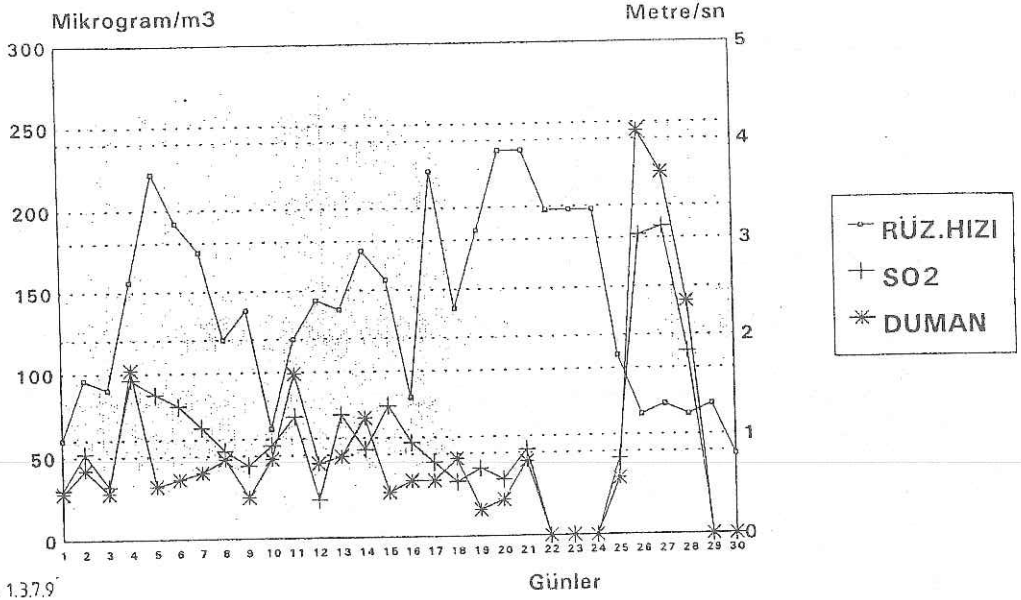
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN TEMMUZ 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



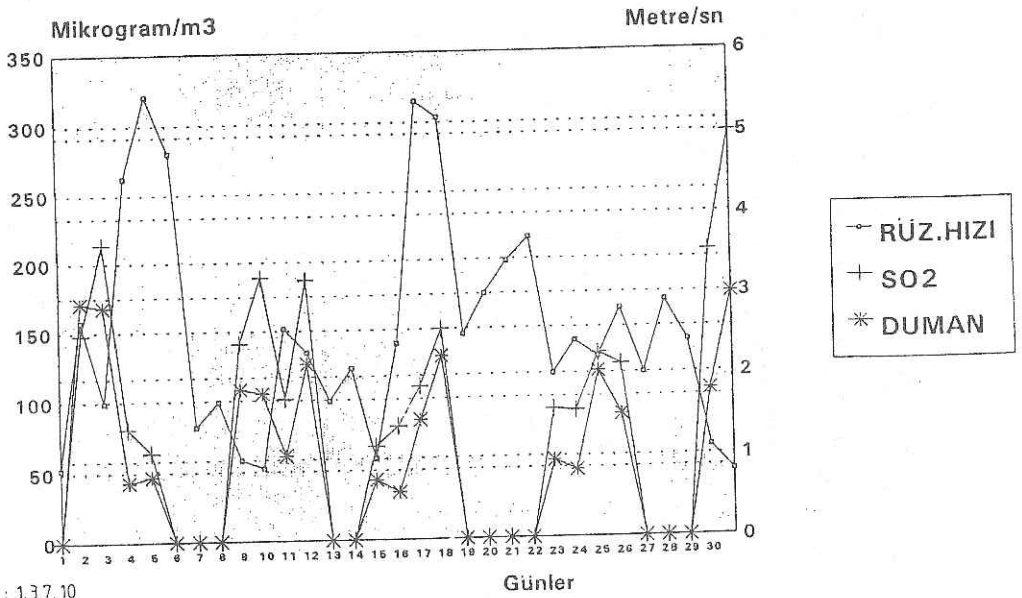
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN AĞUSTOS 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



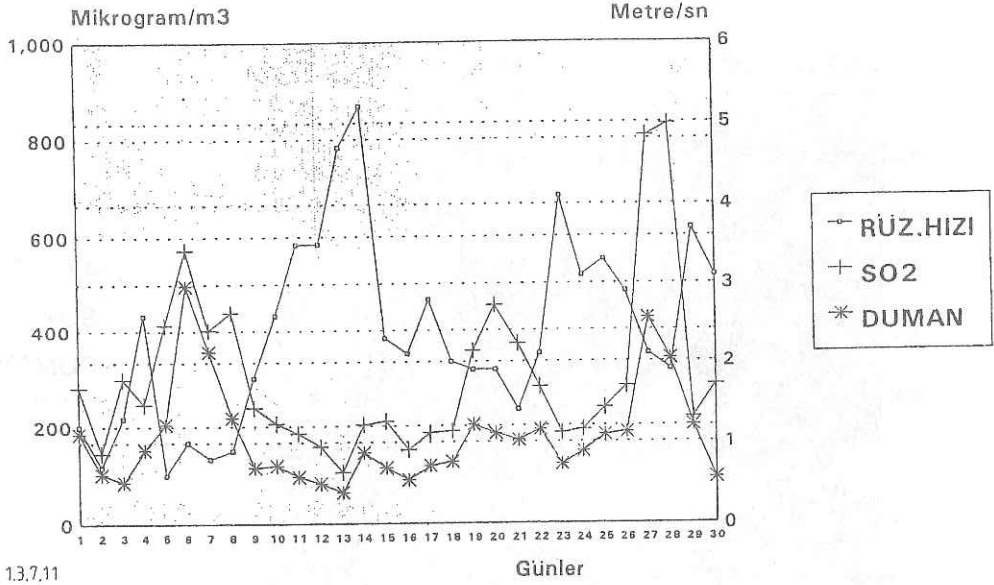
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN EYLÜL 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



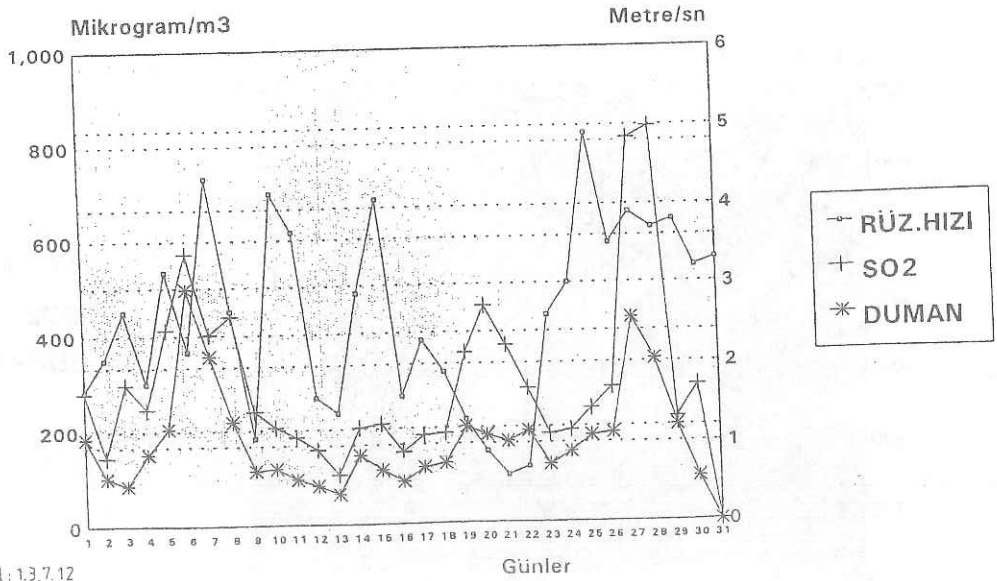
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN EKİM 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



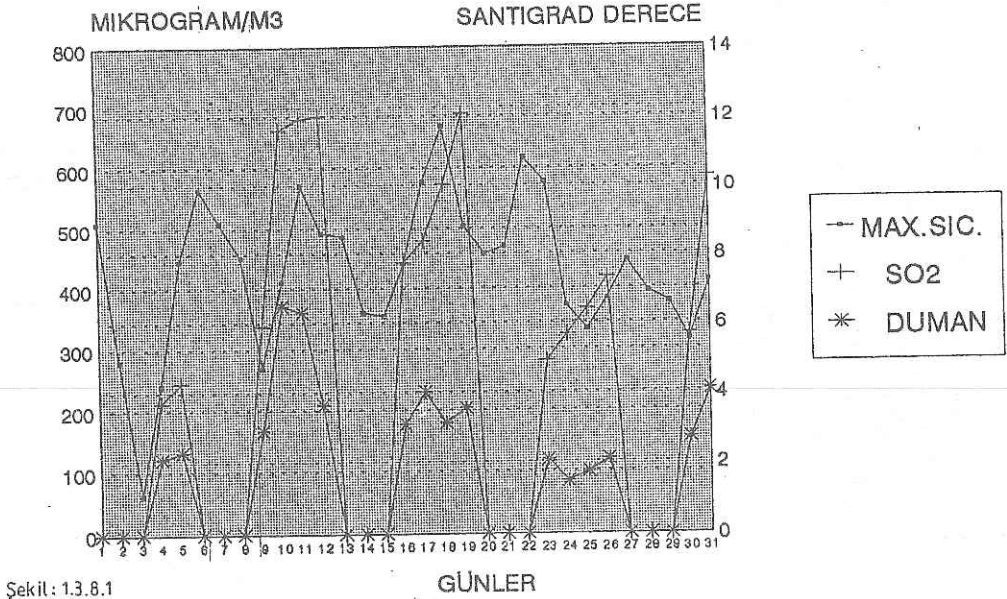
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN KASIM 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



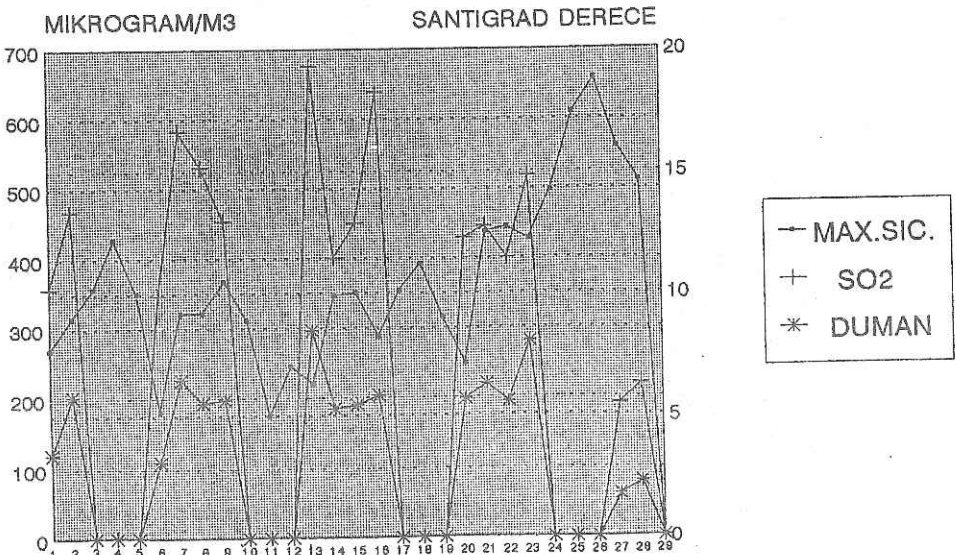
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN ARALIK 1989 YILI RÜZGAR YÖN-HIZ ORTALAMASI VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



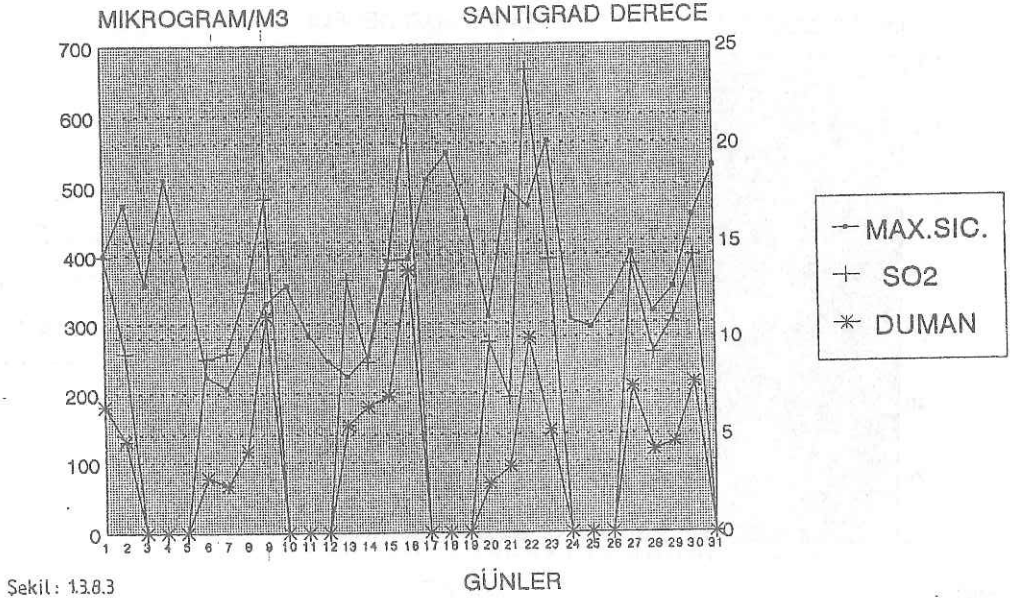
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 OCAK AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 ŞUBAT AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ

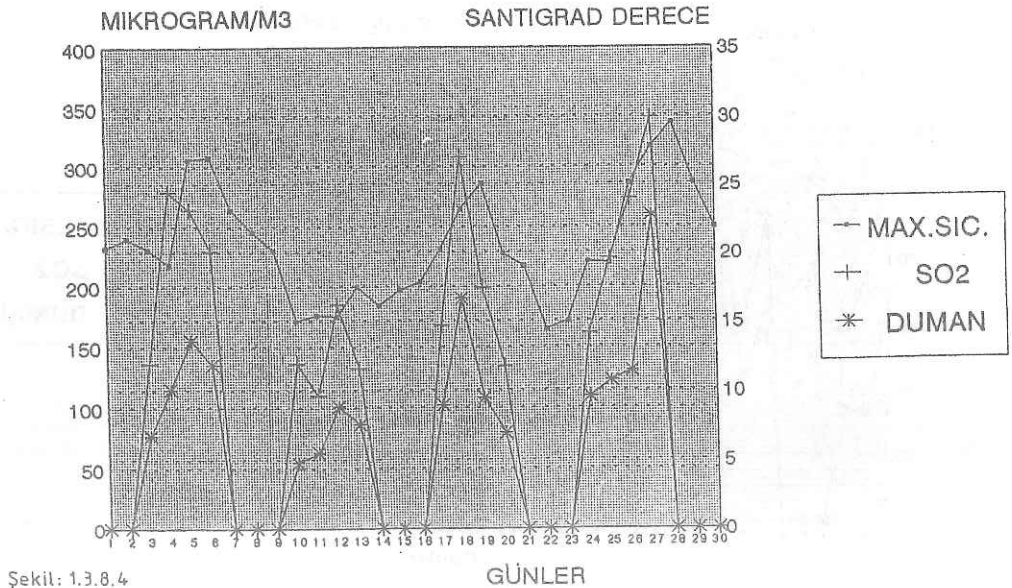


ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 MART AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



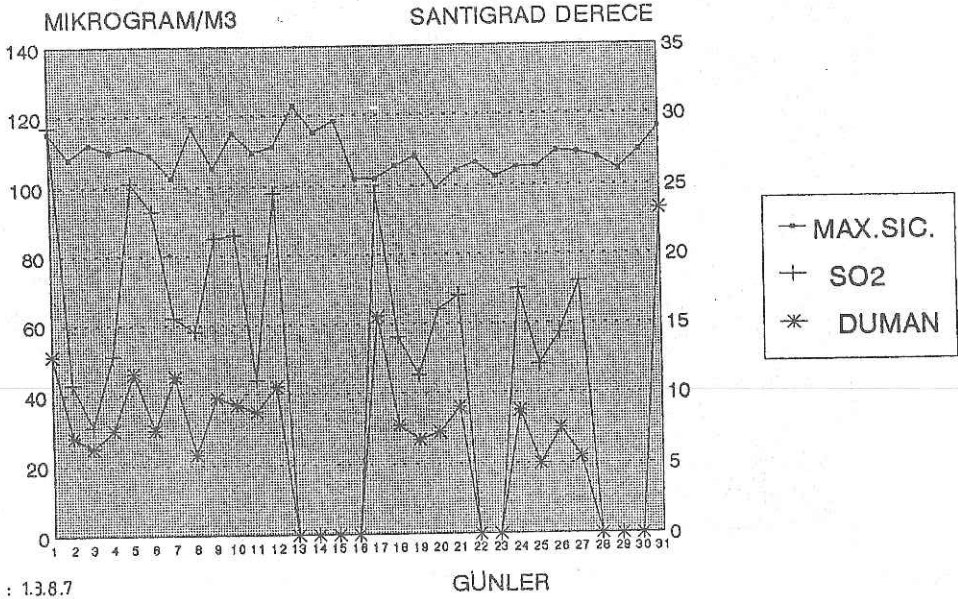
Şekil: 13.8.3

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 NİSAN AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



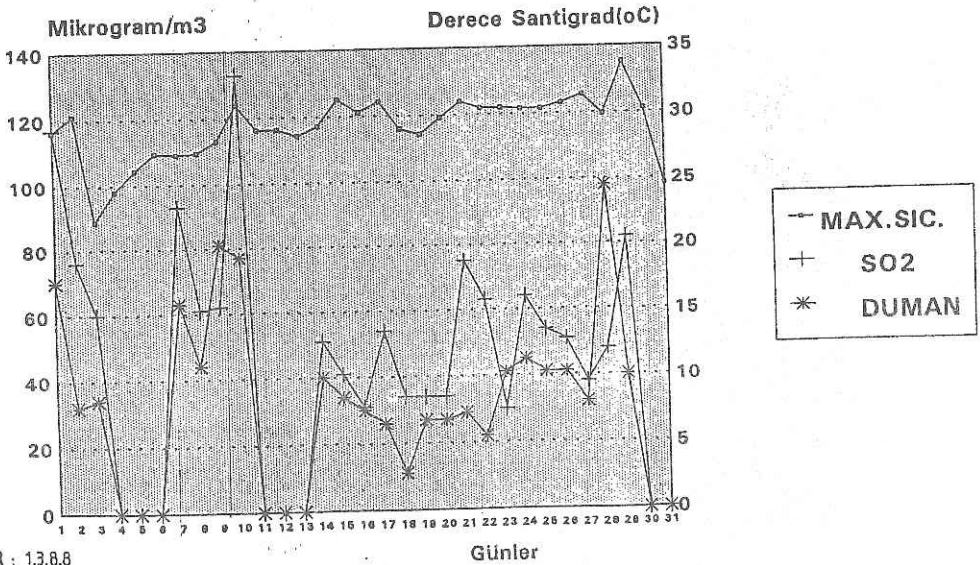
Şekil: 13.8.4

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 TEMMUZ AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



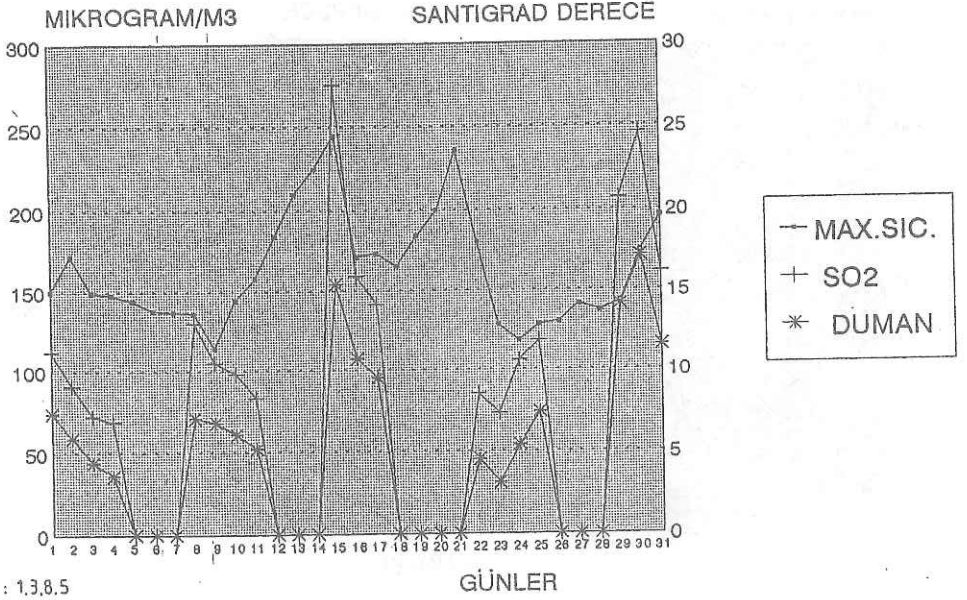
Şekil : 1.3.8.7

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ AĞUSTOS 1989 YILI MAKSİMUM GÜNLÜK SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



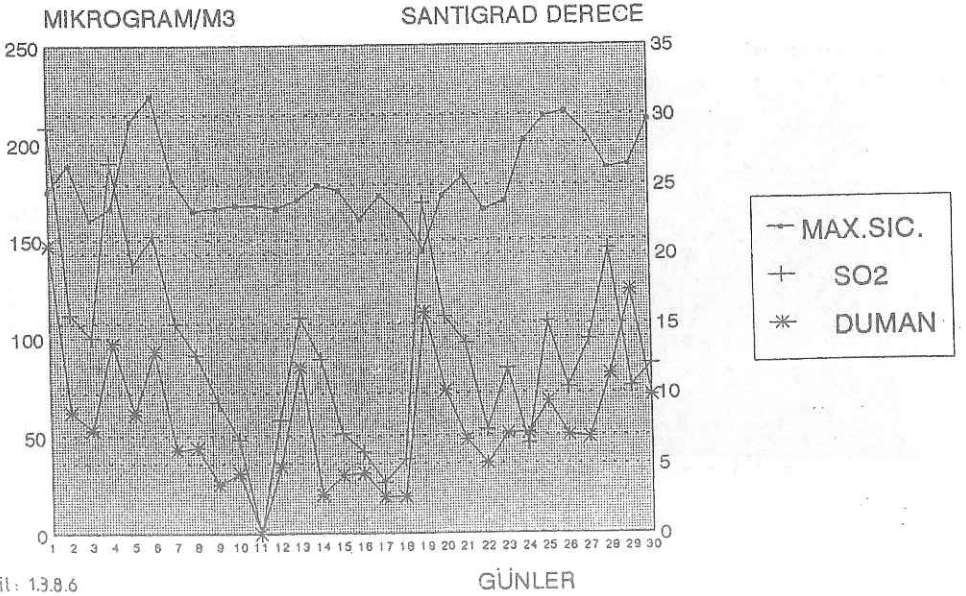
Şekil : 1.3.8.8

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 MAYIS AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



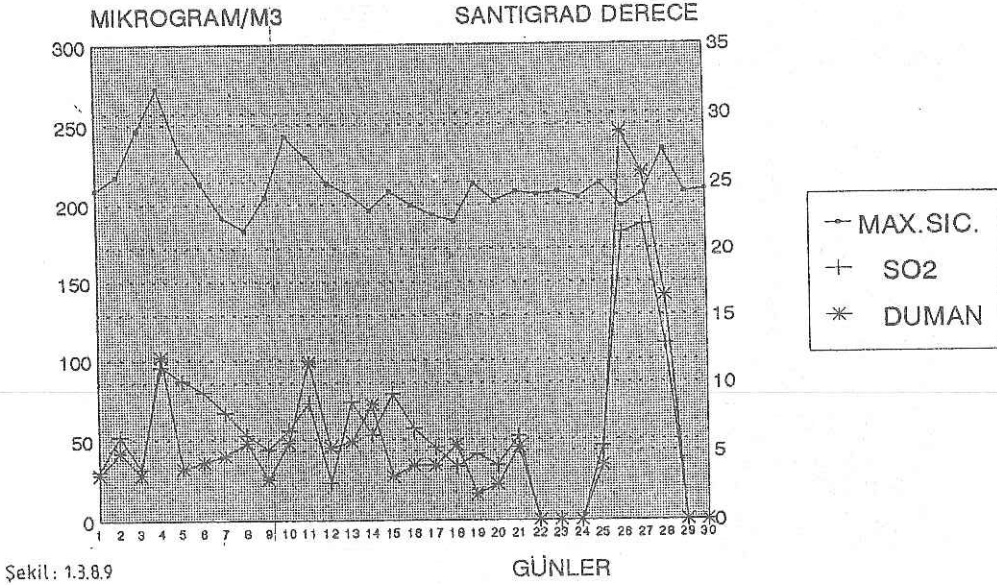
Şekil : 1.3.8.5

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 HAZİRAN AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ

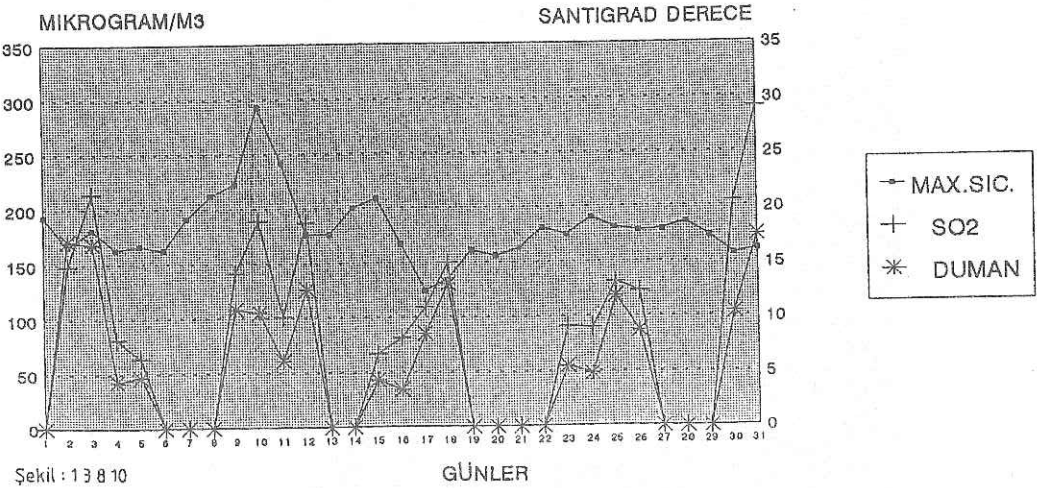


Şekil : 1.3.8.6

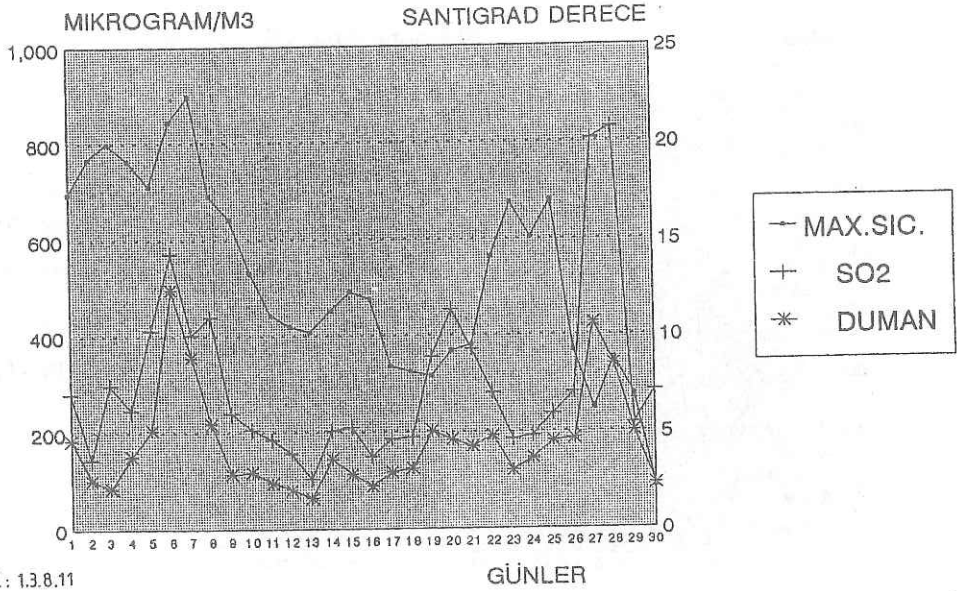
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 EYLÜL AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 EKİM AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ

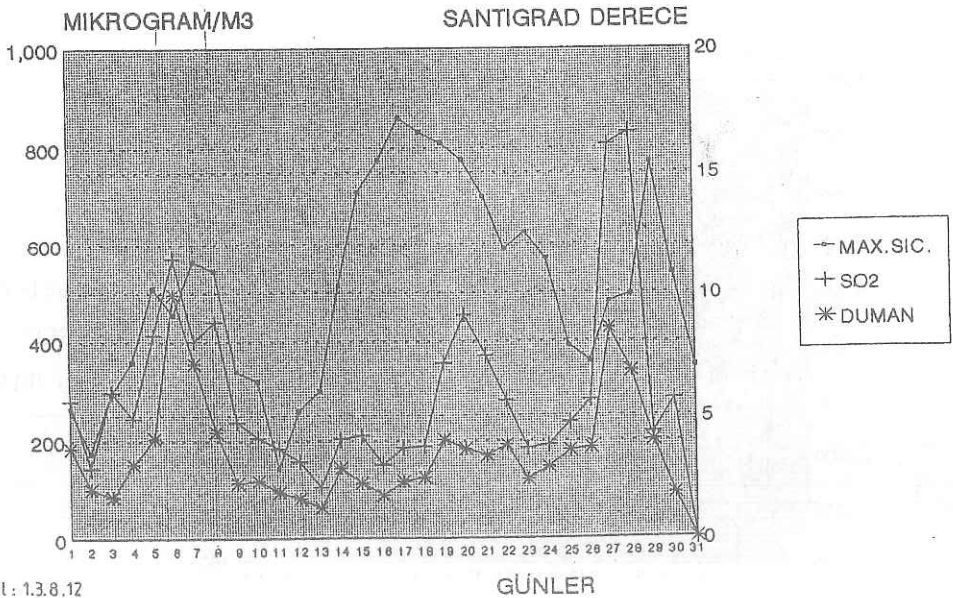


ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 KASIM AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



Şekil : 13.8.11

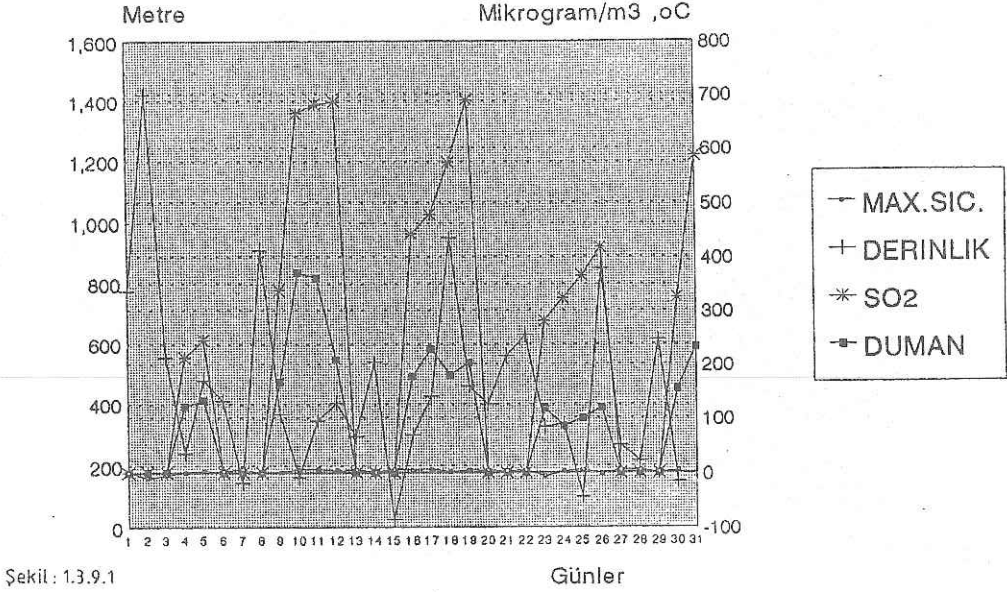
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN 1989 ARALIK AYI GÜNLÜK MAXIMUM SICAKLIK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



Şekil : 13.8.12

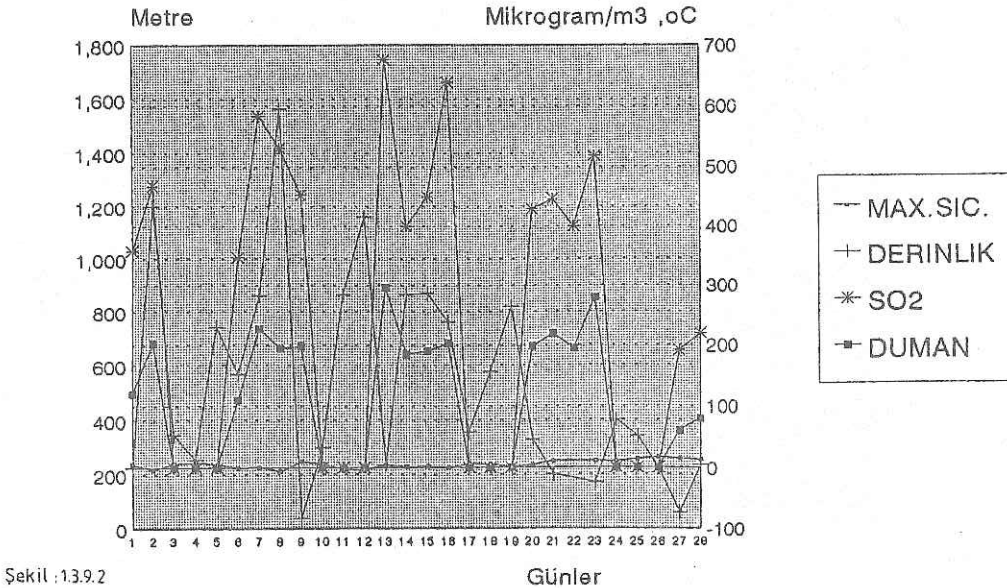
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ OCAK 1989 GÜNDÜZ

MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



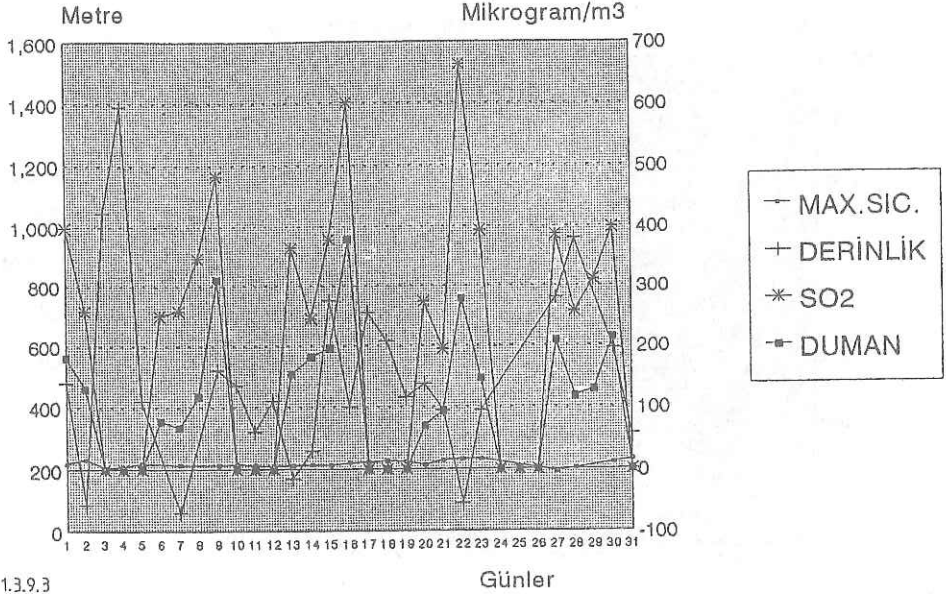
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ ŞUBAT 1989 GÜNDÜZ

MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ MART 1989 GÜNDÜZ

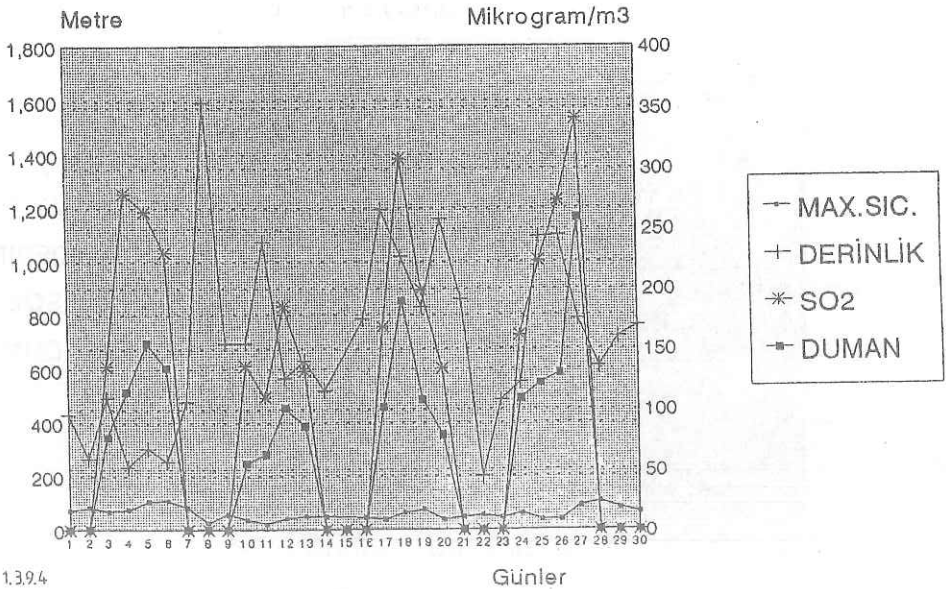
MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



Şekil : 1.3.9.3

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ NİSAN 1989 GÜNDÜZ

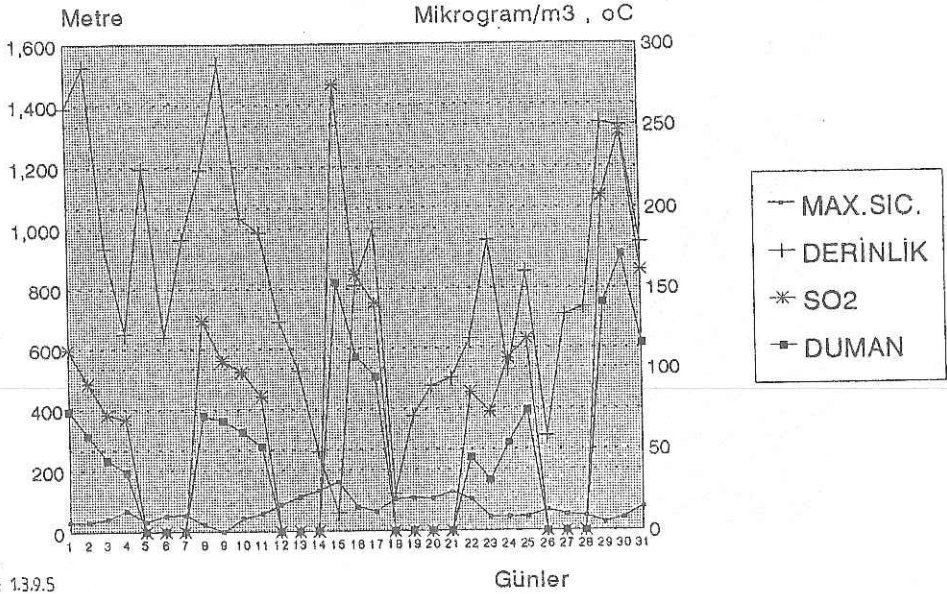
MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



Şekil : 1.3.9.4

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ MAYIS 1989 GÜNDÜZ

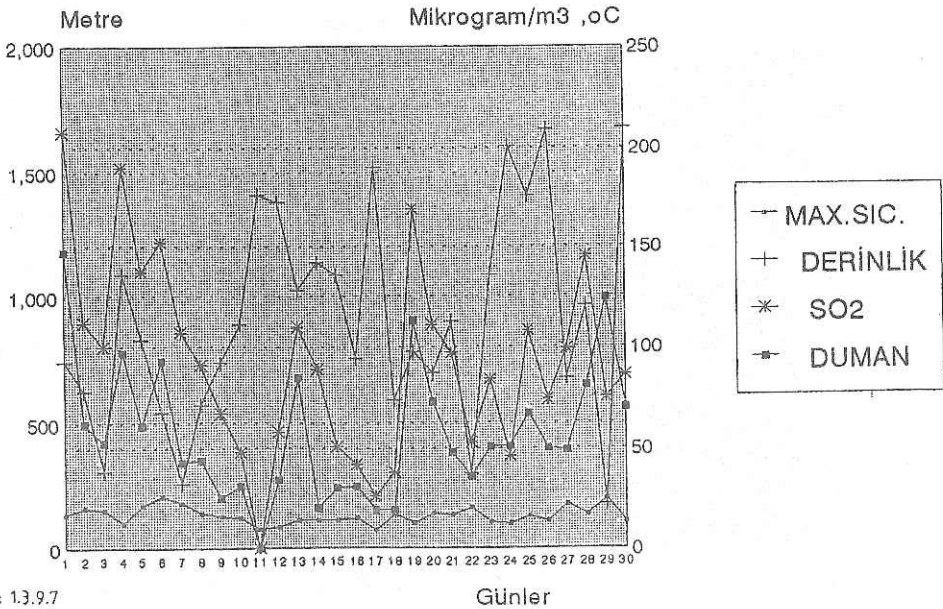
MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



Sekil : 13.9.5

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 HAZİRAN AYI(12.00/GÜNDÜZ)

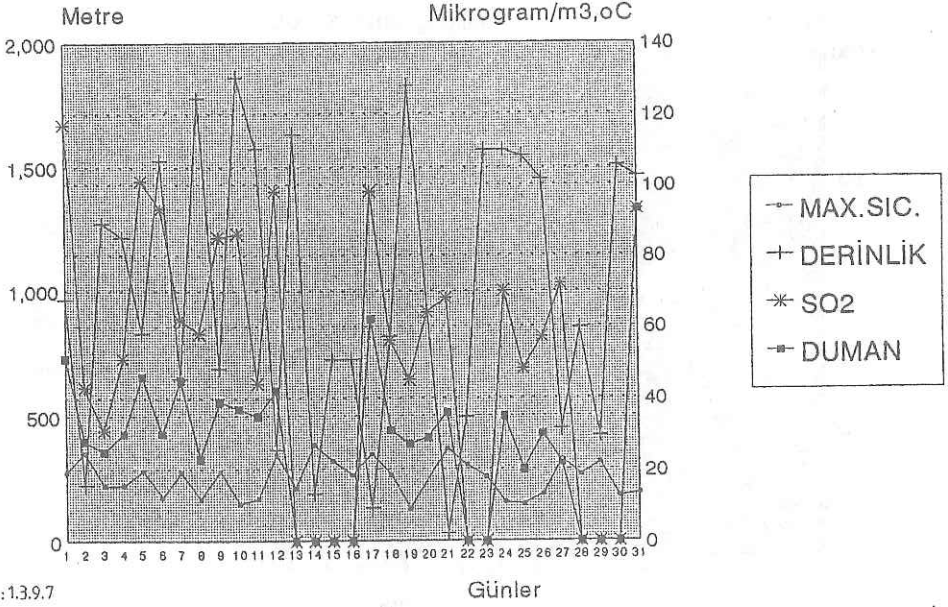
MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



Sekil : 13.9.7

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ TEMMUZ 1989 GÜNDÜZ

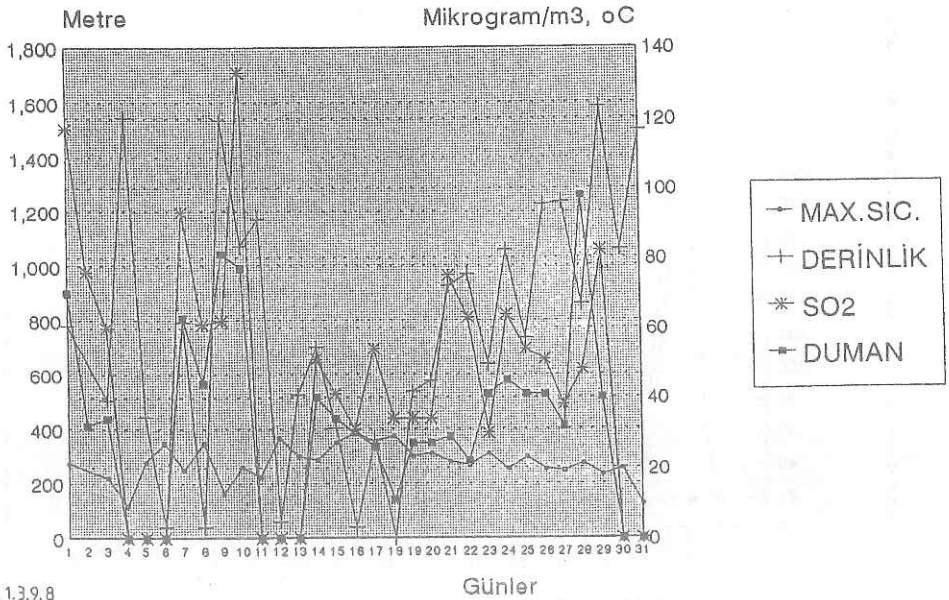
MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



Şekil: 1.3.9.7

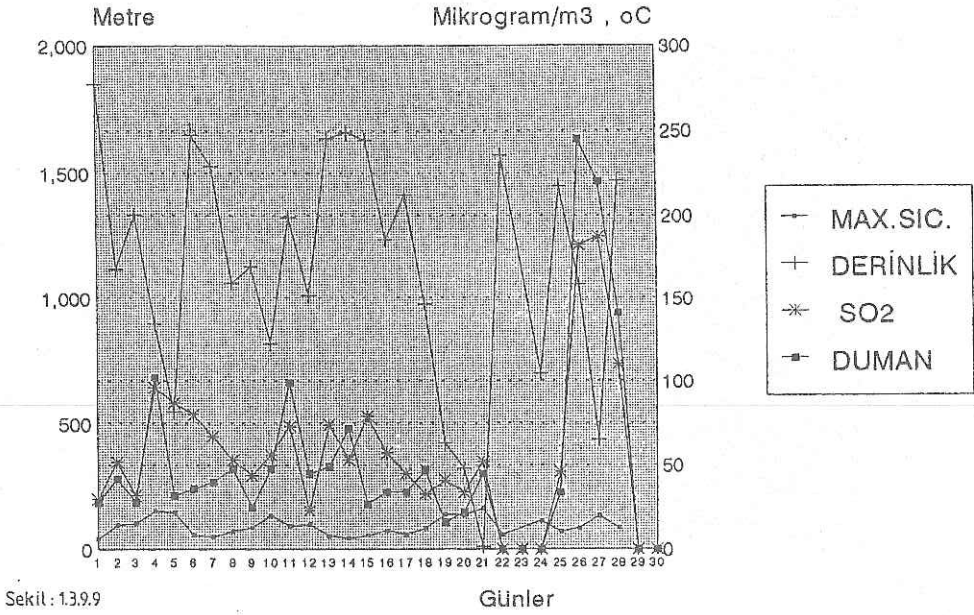
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ AĞUSTOS 1989 GÜNDÜZ

MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞ.



Şekil: 1.3.9.8

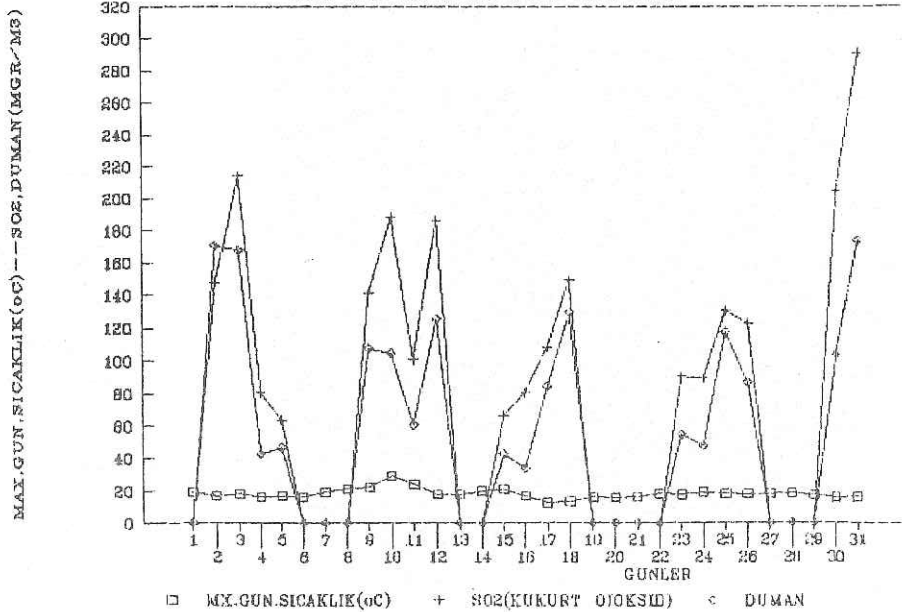
ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 EYLÜL AYI(12.00/GÜNDÜZ)
MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



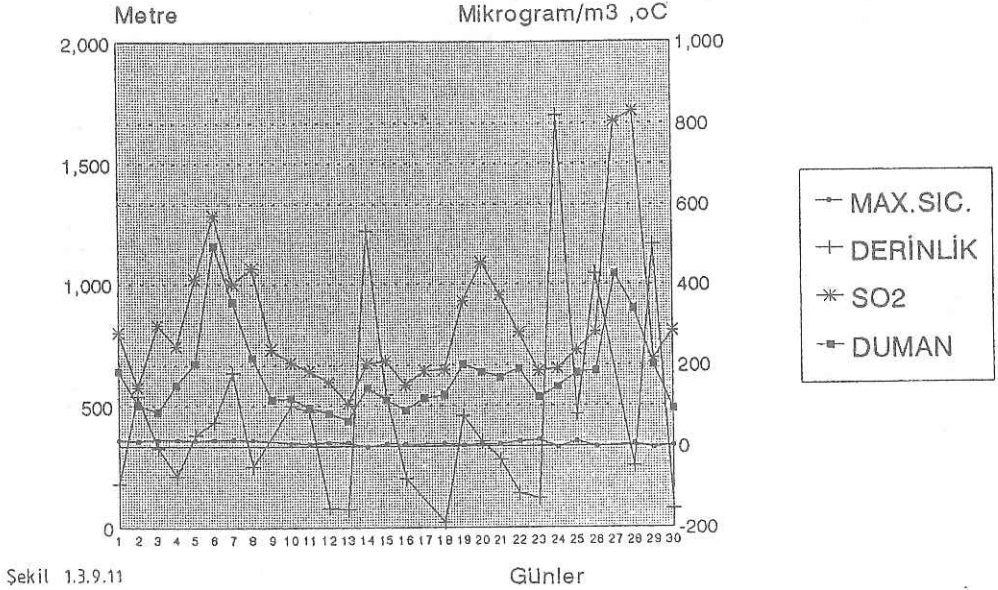
Sekil : 13.9.9

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ

EKİM 1989 MAX.GÜN.SICAK.VE HAVA KİRLİ.

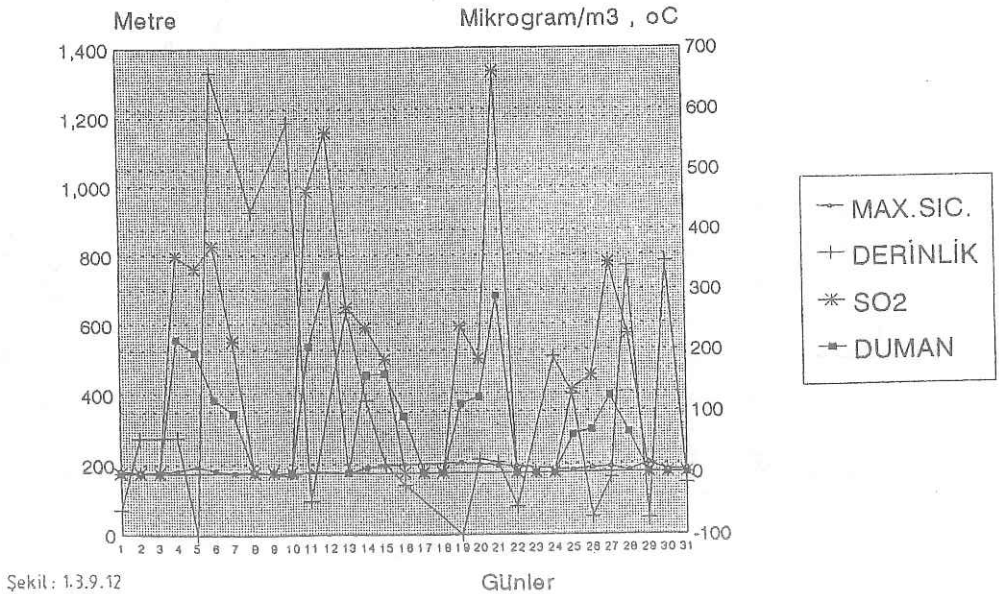


ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ 1989 KASIM AYI MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



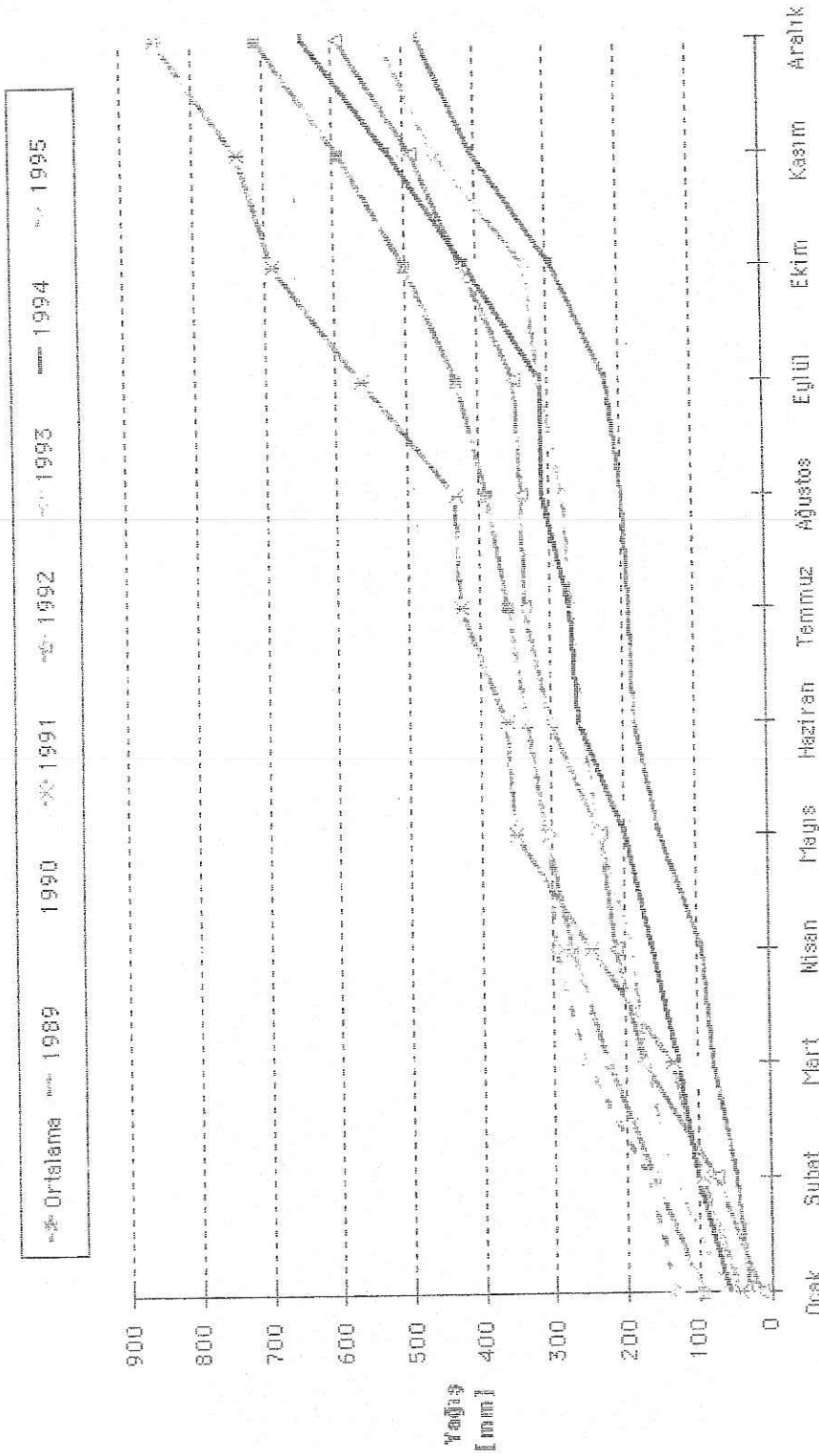
Şekil 1.3.9.11

ZEYTİNBURNU/İSTANBUL İLÇESİ ARALIK 1989 GÜNDÜZ MAXIMUM KARIŞIM SICAKLIK, DERİNLİK VE HAVA KİRLİLİK DEĞERLERİ



Şekil: 1.3.9.12

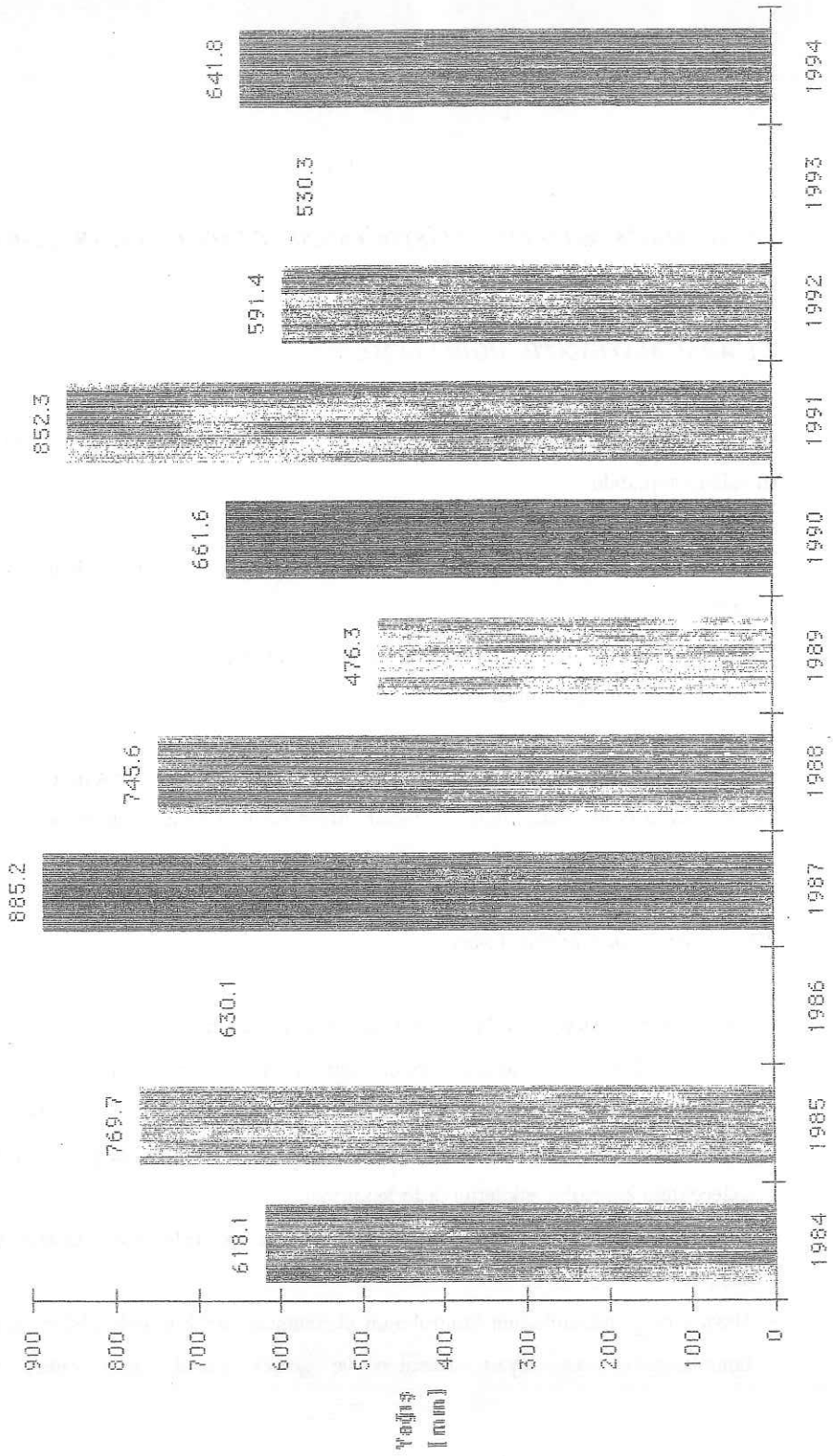
İSTANBUL YAĞIŞLARI (MAYIS 1995)



Şekil : 1.3.10.

İSTANBUL'UN 1989-1990-1991-1992-1993-1994-1995 YAĞIŞLARININ 40 YILLIK ORTALAMA İLE KARŞILAŞTIRILMASI

İSTANBUL YAĞIŞLARI



Şekil: 1.3.11.

2. BÖLÜM

MATEMATİK MODELİN GELİŞTİRİLMESİ VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. ARAÇ-MATEMATİK MODELLEME

Hava kirliliği modellemesi, birçok hava kirliliği çalışmasında gerekli bir araçtır. Modeller şu dallara ayrılabilir:

- * Fiziksel modeller -- olayın küçük ölçekli, laboratuvar takdimi (örnek: rüzgar tüneli, su tankı)
- * Matematik modeller -- problemin fiziksel ve kimyasal yönünü açıklayan, analitik/sayısal algoritmalar kümesi.

Fiziksel modeller (Puttoch, 1979; Willis and Deardorff, 1981; Milsumoto and Ueda, 1993; Alessio et al., 1983) ilginç sonuçlar ortaya koymuşlardır ve matematik modelleri geliştirenlere denetleme verisi sunarak mekanizmaları aydınlatmışlardır.

2.1.1. Matematik Modelin Amacı

Hava kalitesi modelleri, aşağıdakiler için bulunmaz bir araçtır (Seinfeld, 1975).

- * Emisyon kontrol yönetmeliklerinin oluşturulması; yani, sabit hava kalitesi standartlarını sağlayabilecek maksimum izin verilmiş emisyon hızlarını belirleme;
- * Teklif edilmiş emisyon kontrol tekniklerinin ve senaryolarını-değerlendirme; yani, gelecekteki kontrolün etkilerini değerlendirme;
- * Kirleticilerin çevresel etkilerini minimize edebilme için gelecekteki kaynak yerlerini seçme;
- * Hava kirliliği dönemlerinin kontrolünün planlanması; anlık uygulanabilen stratejilerin tanımlanması (yani, uyarı sistemleri ve gerçek saatlik, kısa vadeli emisyon

düşürme/azaltma senaryoları). Var olan hava kirliliği seviyeleri için sorumlulukları değerlendirme; yani şu andaki alıcı-kaynak ilişkilerinin değerlendirilmesi (Gifford, 1970).

Model, herhangi bir bölgede çeşitli emisyon kaynakları ve meteorolojik koşullara göre gerçek kirletici konsantrasyonlarını tahmin etmek için geliştirilen ve çeşitli varsayımlardan hareketle basitleştirilen matematik ifadedir.

Matematik model, herhangi bir hava kirliliğinin optimum fayda-maliyet esasına göre kontrolünde, kirleticilerin atmosferde difüzyonu ve taşınmasını ifade eden bir modeldir.

Hava kalitesi modelleri üç ana adımdan oluşmaktadır:

1-Gerekli verilerin tahmini ve dönüşümler için kullanılan alt modeller.

2-Ana modeller ve fiziksel formülasyonlar (Emisyonlar, taşınım, difüzyon, transformasyon ve giderim).

3-Gerekirse kalibrasyon tekniği.

Modeller, hava kirliliği kontrol alanlardaki ulaşımı ile arazi kullanımını planlamada bulunan karar vericilerin düzenli olarak karşılaştıkları kontrol stratejileri ile ilgili birçok soruya objektif olarak cevap verebilmelerine katkıda bulunur.

Bu tezde de Zeytinburnu ilçesi'nde hava kirliliğinin kontrol edilmesi ve azaltılması için uygun stratejilerin hava kirlenmesi kontrolü için uygulaması Şekil:2.1.1'de gösterilmiştir. Modelin giriş parametrelerini, meteorolojik veriler, kirletici kaynakları ve cinsleri;çıkış parametrelerini, kirletici konsantrasyon dağılımı oluşturmaktadır. Kirletici konsantrasyon seviyesini alıcılar (insanlar, hayvanlar, bitkiler, cansız varlıklar/yapı malzemeleri) üzerinde etkisini azaltmak; özellikle, insan sağlığı açısından standartlara göre uygun kontrol stratejisinin saptanması da modelin "geri besleme=feed-back)" bölümünü oluşturmaktadır.

2.1.2. Modelleme Konuları

Simülasyon modelleme teknikleri, hava kirliliği probleminin tüm yönlerine uygulanabilir: yani, (1) emisyon hızlarını değerlendirme, (2) atmosferde gerçekleşen olayları açıklama, (3) belirli bir bölgede istenmeyen kirlenici etkilerinin büyüklüğünü belirleme. Bu tez çalışmasında sadece ikinci kategori işlenmiştir. Bu da aşağıdaki konuların matematiksel modellenmesini ihtiva etmektedir:

- * Atmosferik taşınım,
- * Atmosferik difüzyon,
- * Atmosferik dispersiyon.

Hava, su, kara ilişkilerine dayalı hava kirliliği olayları birkaç saat denklemle modellenir. Drake (1979) hakim denklemleri tam bir kümesi üzerinde çalışmıştır. Businger (1982) atmosferik türbülans ve hava kirliliği kavramlarının ve denklemlerinin önemli bir çalışmasını yapmıştır. Dutton(1976) and Pielke(1984) ise meteorolojik denklemlerin ve modellemenin tam bir tartışmasını takdim etmişlerdir. Atmosferik kimya konusunda ise Seinfeld (1986) ve Finlayson-Pitts and Pitts (1986) ayrıntılı çalışma yapmışlardır.

2.1.2.1. DİSPERSİYON MODEL TEKNİKLERİ

Hava kirliliği difüzyonu sayısal olarak birkaç teknikle simüle edilebilir:

1. Eulerian modeller,
2. Lagrangian modeller.

Bunlardan her birinin atmosferik olayları incelemede avantajları mevcuttur. Birkaç yazar ve özellikle Lamb (Longhetto, 1980)'den iki yaklaşım ve aralarındaki ilişkiyi ayrıntılarıyla incelemiştir.

Eulerian ve Lagrangian'ın bakış açısının temel farklılığı Eulerian'ın referans sisteminin ortalama atmosferik hareketi takip etmesidir. Bu çalışmada kullanılmış Gaussian

Dispersiyon Modelleri hem Eulerian, hem de Lagrangian metodolojisini ihtiva etmektedir (Lamb, 1983)

2.2. MATEMATİK MODELLE HAVA KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ VE BU KONUDA YAPILAN ÇALIŞMALAR :

Atmosferdeki kirleticilerin modellenmesi konusunda iki yaklaşım vardır. Bunlar, istatistik ve analitik (fiziksel) metodlardır. İstatistik modeller, yalnızca uygulandığı bölge için geçerli olmasına karşın, fiziksel modeller hemen hemen her yere uygulanabilir. Fiziksel metotta, fiziksel prensiplerin anlaşılmasına ve sebep-sonuç zincirinin kurulmasına çalışılır ve meydana gelen olayları duyarlı bir şekilde yansıttığı umulan formüllere uygulanır.

Atmosferde kirleticilerin *dispersiyonu* (dağılımı) ile ilgili yeterli seviyede teorik bir denklem geliştirilmemekle beraber, kısmen ampirik bazı ifadeler vardır.

2.2.1. Modelleme

Her bir modellemenin kendine özgü sorunları bulunan birçok kentsel difüzyon (dağılım) modelleri vardır. Bunlardan başlıcaları:

- 1)Kirletici konsantrasyonları ile emisyonları arasında ilişki olduğu kabul edilen "rollback (geriye dönme) model" dir. (Örnek:Barth, 1973)(Hanna, 1975).
- 2)Sıcaklık, emisyonlar, rüzgar hızı/yönü vs.gibi değişkenler ve kirletici konsantrasyonlar arasında istatistik ilişkiyi sağlayan "istatikselsel modeller"dir (Örnek:Peterson 1972) (Hanna, 1975).
- 3)Basit gerekseminin olduğu "analitik (fiziksel) modeller"dir (Örnek:Lettau,1970; Gifford ve Hanna, 1970) (Hanna, 1975)
- 4)Bilgisayarda farklı teknikler yardımıyla çözülen modellerdir (Örnek:Reynolds, 1970)(Hanna, 1975).

5)Sabit bir nokta veya parsel yörüngesi boyunca kirletici konsantrasyonlarında arıtmayı değiştirenler ve “K Teorisi”ne dayanan modeldir (Hanna, 1975).

Yukarıdaki modellere kısaca değinelim:

2.2.1.1. Rollback Modeli

Rollback modeli, emisyonlar ile kirletici konsantrasyonların orantılı olduğunu kabul eder. Dolayısıyla, konsantrasyonda %50 düşme istenirse, emisyonlar da %50 olarak düşmüş olacaktır. Difüzyonun net etkisinde değişiklik olmayacak.

Bath (1973), birinci kirleticiler için “federal motor” araç emisyon hedeflerini incelemede bu modeli kullandı. İkinci kirleticiler için “modife edilmiş, biraz geliştirilmiş rollback tekniği”ni ileri sürdü.

Rollback model hakkında ileri süren geçerli eleştiri, SO_2 toplam emisyonların çoğu için sayılabilen, uzun bacalara uygulanmasının güven vermediğidir; fakat, yerseviyesinde SO_2 konsantrasyonları kabul edilebilir sınırlarda olduğu tasarlandı.

Rolback metodu hava kirlenmesi sorunlarını, emisyonların temeline götürür.

Hava kirlenmesi kendiliğinden meydana gelmez; sinoptik (ayarlı) veya global (küresel) bakımdan hava kirlenmesi, kaynağın başlangıç yüksekliğini değiştirmez. Global hava kirlenmesi sorunları, yalnızca “rollback modeli” ile çözülebilir (Hanna, 1975).

2.2.1.2. Deterministik ve İstatistiksel Modeller

Matematik modeller;

* Etkilerin (yani, hava kirliliği) sebeplerle (emisyonlar) oluşturulduğu atmosferik proseslerin temel matematiksel tanımına dayanan deterministik modeller olabilir;

* Mevcut veri ve ölçüm arasındaki yarı deneysel istatistiksel ilişkilere dayalı "istatistiksel modeller olabilir;

Deterministik modellere bir örnek olarak (konsantrasyon alanı) belirli girdilerin (emisyon hızları gibi atmosferik parametreler) matematiksel işlemden hesaplanan difüzyon modeli gösterilebilir. İstatistiksel modele bir örnek olarak, belirli bir bölgede gelecek birkaç saat için konsantrasyon seviyelerini istatistiksel fonksiyonu şeklinde (1) şu anda elde mevcut ölçümlerden, (2) bu ölçümlerin geçmişteki ilişkilerinden ve konsantrasyon trendlerinden hareketle oluşturulmuş bir tahmin gösterilebilir.

Deterministik modeller, pratik uygulamalar açısından en önemlileridir. Çünkü, doğru kalibre edilip kullanılırlarsa karmaşık olmayan deterministik kaynak-alıcı ilişkisini ortaya koyarlar. Böyle bir ilişki, ya hava kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan, ya da gelecekteki şehir ve endüstriyel korumayı amaçlayan herhangi bir çalışmanın amacıdır (Gifford, 1970).

İstatistiksel model, kentsel alanlarda meteorolojik istasyonlar ve hava ölçme istasyonlarından ileri gelen gözlemler sonucunu veren, değişkenler arasında bazı istatistiksel bağıntıları hesaplamayı mümkün kılar.

Bu tip istatistik modeller bazı bilim adamları tarafından günlük ortalama SO₂ konsantrasyonları analiz edilmiş ve bazı yerlere uygulanmıştır. Örneğin, Bruntz vs.(1974) tarafından New York şehrinde gelen O₃ (ozon) konsantrasyonunun analizinde Welfare Adası için aşağıdaki eşitlikle en iyi tahmin yapıldı. Ozon konsantrasyonu, her gün için ortalama 1-3 ppm bulundu. Denklem aşağıda ifade edildiği gibidir.

$$\log_{10}(O_3+5) = -3.29 + 0.21 \log_{10}(S) - 0.61 \log_{10}(U) + 2.65 \log_{10}(T) \quad (2.2.1)$$

Burada,

S : Solar radyasyon (Tek yön bükümlü, 8'den öğlene kadar)

U : Rüzgar hızı (m/sa ort.7'den 10' kadar)

T : Günlük maksimum sıcaklık (°F)

Burada ozon konsantrasyonu ve karışım derinliği olayı arasında bağıntının önemi yokken, rüzgar hızı ile solar radyasyon arasında ilişki önemlidir; ayrıca, ozon konsantrasyonuna umulandan daha fazla olumlu etkisi olacak parametre sıcaklıktır.

Başka bir uygulama, Smith Jeffrey (1973) tarafından İngiltere'de şehirler için geliştirildi.24 saat ortalama SO₂ konsantrasyonunu temsil eden C_{int} dir.

$$C_{int}=0.085[\bar{C}_m/6)] [1 - (T-t)/28] [5\bar{C} + 4C_p) + 0.15\bar{C} \quad (2.2.2)$$

Burada,

$\bar{C}_m = 1$ (Yalnızca Londra için karışım derinliği düşükse, diğer tarafta sıfırdır.)

T(°C) = Minimum sıcaklık, 24 saatlik 9'dan 9'a

t = Ortalama rüzgar 5 km/sa'den aşağı düştüğü saatler

$\bar{C}$ = Ortalama konsantrasyon

C_p = Dünkü konsantrasyon

Yukarıdaki denkleme giren ana faktörler: karışım derinliği, rüzgar hızı, minimum sıcaklık Gözlemlerle model tahminlerin karşılaştırılmasında, gözlemlerle tahminler arasındaki yaklaşık korelasyon 0.7 olduğu, ortalama konsantrasyon (yaklaşık 200 mik. g/m³) %30 tahmin edildiği bulundu (Hanna, 1975).

2.2.1.3. Analitik (Fiziksel) Modeller

Fiziksel ve kimyasal etkiler biliniyor ve şehirselle bir bölge içerisindeki grid noktalarındaki bilgiler elde edilmek isteniyorsa, bilgisayar programı gerekecektir. Şehirselle difüzyon integral problem olarak görülebilir ve ayrıntılı kirletici bilgileri gerekmezse analitik çözümler yapılabilir. Bunlardan en uygunu alan kaynakların sebep olduğu

konsantrasyonlar için 1970 yılında Lettau tarafından önerilendir. Bu moment ve ısı korunumu temel alınarak yapılan çözümlerin benzeridir. Şehir büyüklüğü, rüzgar hızı ve kaynak gücünün bağlı etkileri yaklaşımları kullanılarak kolaylıkla hesaplanabilir.

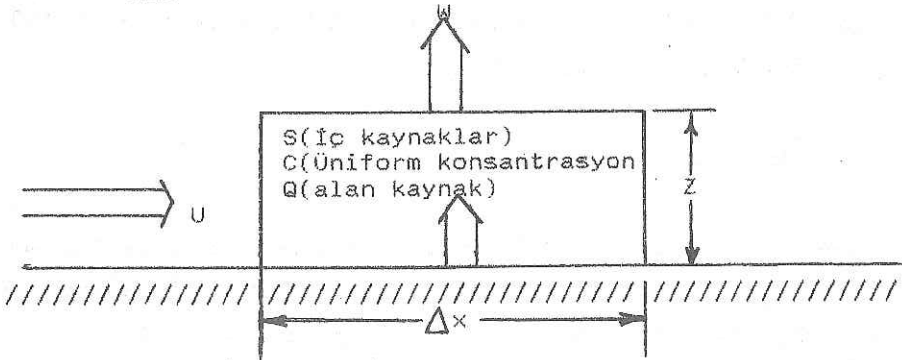
Bu kutu modelin geometrisi Şekil:2.2.1'de gösterilmiş olup, burada x , şehir çapını, Z , şehir karışım derinliğini, U ve V yatay rüzgar hızının bileşenleri W , dikey rüzgar hızını, $S(g/s)$ cinsinden iç kaynağı veya çıkışı, $C (g/m^3)$ yerel kirletici konsantrasyonunu göstermektedir. Primitiv eşitliğin basitleştirilmiş ifadesi:

$$\partial \bar{C} / \partial t + \partial (\bar{U} \bar{C}) / \partial x + \partial (\bar{V} \bar{C}) / \partial y = \bar{S} - \partial (\bar{W} \bar{C}) / \partial z \quad (2.2.3)$$

Burada sembollerin üzerindeki çizgiler zaman ortalamasını, üstteki kesik çizgiler ise zaman ortalamasından sapmaları gösterir. Sözle denklemin ifade edecek olursak, konsantrasyonun yerel değişimi (+), kaynakların veya çıkışın sebep olduğu yatay adveksiyon dengeleri (-), dikey türbülans (çalkantının) yakınsamasının sebep olduğu yerel değişimler (-) olarak etki etmektedir.

Herhangi bir fonksiyonun ortalamasını g ile gösterecek olursak,

$$[g] = (1/z \Delta x) \int \int g dx dz \quad (2.2.4)$$



Şekil: 2.2.1. Şehrsel Kutu Modelin Geometrisi

Kesen rüzgar uzaklığı y , kanunun basitleşmesi açısından yer verilmedi.

Alan kaynak şiddetinin kendisi $W'C'$ nin en düşük sınır değeridir. Mesela, Z yüksekliğindeki kirleticinin dikey çalkantı akışı sıfıra eşittir. Kaynak fonksiyonu:

$$Q(t) = [(\overline{W'C'})_0] + [\overline{ZS}] \quad (2.2.5)$$

şeklinde tanımlanır. İlgilinilene bağlı değişken ortalama alan konsantrasyonu C' dir.

$$C(t) = [\overline{C}] \quad (2.2.6)$$

Yatay adveksiyon U^* şeklinde tanımlanan en büyük/bulk rüzgar hızı ile ifade edilir.

$$U^*(t) = (\Delta x/C)[\partial(\overline{UC})/\partial x + \partial(\overline{VC})/\partial y] \quad (2.2.7)$$

Akma frekansı $f^*(sn^{-1})$, kutunun üstündeki dikey eddy flux $\overline{W'C'}$ ve bulk rüzgar hızının yardımıyla tanımlanır.

$$f^* = U^* / \Delta x + (1/ZC) [\overline{W'C'}]_z \quad (2.2.8)$$

Bu tanımlardan sonra şehirsal difüzyon kutu modelinden şu sonuç olur:

$$\partial C / \partial t = Q / Z - C f^* \quad (2.2.9)$$

Bu eşitliğin daha ileri şeklini, Lettau kirletici konsantrasyonun denge değeri olarak tanımlar.

$$C^* = Q / Z f^* \quad (2.2.10)$$

Boyutsuz zaman, t'

$$dt' = f^* dt \quad (2.2.11)$$

Esas eşitlik;

$$\partial C / \partial t = C^* - C \quad (2.2.12)$$

şeklinde olur.

Bunun da çözümü:

$$C = e^{-t'} (C_0 + \int_0^{t'} C^* dt') \quad (2.2.13)$$

Burada C_0 , başlangıç konsantrasyonudur.

Bu modelin en basit uygulamasında iç kaynak veya çıkışın olmadığı ($S=0$) ve kutunun üstündeki dikey eddy flux(girdaplı akış) $[(\overline{W'C'})_z]$ olmadığı, yani, U sabit ve arkazeminin konsantrasyonu sıfır olduğu kabul edilir. Bundan dolayı, 2.2.5'den 2.2.13'e kadar olan eşitlikler:

$$Q(t) = [(\overline{W'C'})]_0 \quad (2.2.5a)$$

$$C(t) = [\overline{C}] \quad (2.2.6a)$$

$$U^*(t) = \overline{U} \quad (2.2.7a)$$

$$f^* = \overline{U} / \Delta x \quad (2.2.8a)$$

$$\partial C / \partial t = Q / Z - C \overline{U} / \Delta x \quad (2.2.9a)$$

$$C^* = Q \Delta x / \overline{U} Z \quad (2.2.10a)$$

$$dt' = \overline{U} dt / \Delta x \quad (2.2.11a)$$

$$\partial C / \partial t' = Q \Delta x / \overline{U} Z - C \quad (2.2.12a)$$

$$C = e^{-t'} (C_0 + Q \Delta x (e^{t'} - 1) / \overline{U} Z) \quad (2.2.13a)$$

şekline dönüşür.

Bu basitleştirilmiş durumda, akış frekansı f^* şehrsel alanın üzerinden havanın geçmesi için gereken zamanın tersi ve denge konsantrasyonu C^* , Z derinliğinde Δx uzunluğunda kutunun içerisinde bir maddenin U hızındaki rüzgar tarafından karıştırılmasıyla elde edilen, sabit durum (steady-state) konsantrasyondur.

2.2.13a eşitliğinden, başlangıç konsantrasyonu ne olursa olsun, zaman arttıkça gerçek konsantrasyonun denge konsantrasyonuna yaklaştığı görülür.

Lettau'nun (1970) modeli, iyi bilinen kutu modelini en basit şekline indirirken, ayrıca iç kaynak ve çıkışlarla ilgili uygulamalar, kutunun üzerinde gerçekleştirilen kirlетici fluxları ve değişken adveksiyon şekillerini gözönüne alıyor. Lettau, kuvvet fonksiyonunun veya ortalama kirlетici giriş hızının 20 faktörü üzerinde günlük bir değişime sahip olduğu kabul edilebilir. Lettau daha büyük bir şehrin kirlетici giriş hızında veya kuvvet fonksiyonundaki değişmelere daha yavaş cevap verdiğini ve meydana gelen değişimleri daha yavaş düzelttiğini buldu (Hanna, 1975).

Lettau (1970). bu modelin şehrsel alanlardaki momentum drain'ine ve ısısal kirlenmeye nasıl uygulanabildiğini gösterdi. Momentum Drain ve yüzey pürüzlülüğü bilgisi, akış frekansının hesaplanmasında kullanılmak üzere, rüzgar hızının saptanmasına izin verir. Bu model avantajının önemli faktörleri gözönüne alırken, şehrsel difüzyon sorunlarına nispeten çabuk bir analiz olanağı olduğu açıktır.

"Kutu Modeli" için fiziksel temeli özetleyen diğer bir çalışmada 1971'de Hanna, 1973'de ise Gifford ve Hanna tarafından yapılmıştır. Onların modeli emisyonların üniform grid kareler halinde verildiği şehrsel alan kaynaklarına uygulanmak üzere gerçekleştirilmiştir. Tipik bir grid karenin büyüklüğü 1 ile 10 kilometre arasındadır. Fakat, kirlетici bulutunun tüm yerlerde karışma yüksekliğine kadar ulaştığını farzetmek yerine, kirlетicinin $Z(x)$ yüksekliğine kadar iyi karışmış olduğu kabul edilir.

$$\sigma_z(x) = ax^b$$

$$(2.2.14)$$

Burada, a ve b kararlılığa bağlı parametrelerdir. Kirleticilerin dikey dağılımlarının “Gaussian” olduğunu kabul etmek en uygun yoldur ve 1968’de Smith tarafından önerilen a ve b parametreleri:

Tablo:2.2.1. Atmosferik kararlılığa bağlı olarak “a ve b” parametrelerindeki nümerik değerler:

Meteorolojik Şartlar	Stabilite	a	a
1. Çok kararsız	A	0.40	0.91
2. Kararsız	B	0.33	0.86
3. Az kararsız	C	0.22	0.80
4. Nötr	D	0.15	0.75
5. Kararlı	E	0.06	0.71

Gifford’un “karşıt hüzmeye (reciprocal plume)” hipotezi sabit durum koşullarında, iç kaynaklar ya da çıkışların olmadığı, dikey çalkantılı adveksiyonun bulunmadığı durumlar ve sabit rüzgar hızı U etkisi altındaki olayların çözümüne izin verir. Bu şu şekilde yazılır.

$$C = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (Q / \pi \cdot U \cdot \sigma_x \sigma_y) e^{-y^2/2\sigma_y^2} e^{-x^2/2\sigma_x^2} dx dy \quad (2.2.15)$$

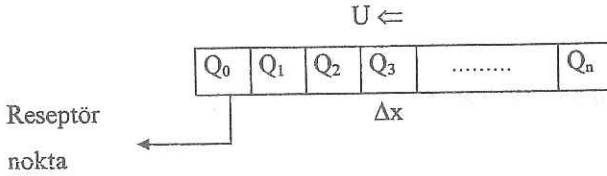
Burada σ_y ve σ_x bir nokta kaynaktan x uzaklığındaki hüzmeye içindeki yatay ve dikey karşı rüzgar dağılımlardaki standart sapmalardır. “Dar hüzmeye” hipotezi Q’nun y’ye bağımlılığını ortadan kaldırır. Çoğu hüzmeler yaklaşık 20° lik açılar içerdikleri için reseptörden (alıcıdan) yukarı rüzgar yönündeki 20° lik sektörün dışındaki kaynaklar reseptörün konsantrasyonunu çok az etkiler. Bu durumda 2.2.15. eşitliği

$$C = \int_0^{\infty} (Q \sqrt{2/\pi} / U \cdot \sigma_x) e^{-x^2/2\sigma_x^2} dx \quad (2.2.16)$$

şeklinde olur. Bu eşitlik aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$C = \sqrt{2/\pi} (\Delta x/U)(Q/\sigma_z) \quad (2.2.17)$$

Bu ise Lettau'nun denge konsantrasyonuna eşittir.



Şekil:2.2.3. Grid Karelere Bölünmüş Alan Kaynak

Eğer kaynak şiddeti (Q), yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi ise, σ_z parametresi ve Δx grid büyüklüğü de 2.2.4.eşitlikteki gibi ise, σ_z parametresi 2.2.14 eşitliğinde ve Tablo:2.2.1'deki gibi değişir. Parçalı tarzda integrasyon ile elde edilen çözüm:

$$C = \left[\sqrt{2/\pi} (\Delta x/2)^{1-b} / U.a.(1-b) \right] \left[(Q_0 \sum_{i=1}^n Q_i [2i+1]^{1-b} - (2i-1)^{1-b}) \right] \quad (2.2.18)$$

Bu ifade, Δx uzunluğunda olan alıcı grid (reseptör), grid karelerin merkezinde ise ve rüzgar yalnızca bir yönde esiyorsa, alıcı noktanın memba tarafındaki gridlerin emisyon kuvvetlerin toplamı şeklinde yazılabilir (Hanna, 1973). 2.2.18.'deki n, üst akış grid blokları sayısı olup, şehrin sınırına kadar genişler.

Gifford-Hanna (1970) ve Hanna (1972) tarafından gözlem sonuçlarıyla yapılan karşılaştırmalar sonunda, reseptör gridin dışındaki kaynak terimleri, Q_i 'lerdeki değişimlerin başlangıç karenin içindeki konsantrasyona büyük bir etkisinin olmadığı keşfedilmiştir. Bunun nedeni, kaynak dağılımları genel olarak düzgün ve 2.2.18. eşitlikteki Q_i terimleri Q_0 terimlerinden küçük olmasıdır. Bu yüzden, pekçok uygulama

için tüm kaynak terimleri reseptör kaynak terimine eşit farzetmek güzel bir uygulamadır. Dolayısı ile 2.2.18 eşitliği;

$$C = (\sqrt{2/\pi} (\Delta x(2n+1)/2)^{1-b} / a(1-b) Q_0/U = A Q_0/U \quad (2.2.19)$$

olur.

Yukarıda A ile tanımlanan boyutsuz parametre

$$A = (\sqrt{2/\pi} (\Delta x(2n+1)/2)^{1-b} / a(1-b)$$

ifadesine eşittir (Hanna, 1971).

Q_0 = Alıcının bulunduğu şebeke gözündeki emisyon kuvveti ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{-s}$).

u = Rüzgar hızı (m/s)

C = Konsantrasyon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Çeşitli sanayi bölgelerinde meydana gelen partikül emisyonları, Hanna tarafından geliştirilen basit model (Hanna, 1977) kullanılarak, herhangi bölgedeki alan kaynaklardan oluşan yer seviyesindeki konsantrasyonu genel anlamda şu şekilde gösterilebilir:

$$C = A \frac{Q_i}{u} \text{ buradan } Q_i = A \frac{C}{u} \quad (2.2.19a)$$

yazılabilir.

Denklem (2.2.19a) 'da ifade edilen A parametresi görüldüğü gibi stabilitenin (a ve b) fonksiyonudur ve değeri, kararsız, nötr ve kararlı durumlar için sırasıyla, 50,200,600 olduğu hesaplanmıştır (Hanna, 1977). Nötr durumdaki değerin (200) , aynı zamanda bir

gün veya daha uzun süreler için geçerli olduğu varsayılmaktadır. A değeri deneysel olarak da Hanna tarafından doğrulanmıştır (Hanna, 1977).

Gifford (1970) analizinde, kirleticilerin dikey dağılım formunun yer seviyesi kirletici konsantrasyonunu etkilemediğini gösterdi. Alçak ve orta yükseklikteki şehirler için, gündüz karışım yüksekliği veya enversiyon yüksekliği, genel olarak kirletici bulutun yüksekliği Z 'den çok büyüktür (Hanna, 1975).

Birbirinden küçük farklarla ayrılan, fakat hepsi de kutu modelini veren benzer analitik hesaplamalar bazı bilim adamları; Calder (1970), Lebedeff ve Hameed (1975) tarafından yapılan raporun sonucu; "kirletici konsantrasyonlarının en çok kaynak emisyonuna ve rüzgar hızına bağlı olduğudur" (Hanna, 1975).

Genel olarak, tahmin edilen ve gözlenen konsantrasyonlar arasındaki korelasyonlar, bu modelin uygulanmasında 0.5-0.9 civarındadır. Kutu modeli için kesin zaman veya boşluk sınırlamaları yoktur. Zaman veya bölge meteorolojik şartlarda ani değişiklikler veya sabit durum kabulünü geçersiz kılacak emisyonlar olmadığı sürece, herhangi bir zaman veya boşluk kullanılabilir (Hanna, 1975).

2.2.1.4. K Modeli

Moleküller difüzyon ile benzer yolla dikey türbülans veya maddenin eddy flux'ı, yani F_z madde konsantrasyonun gradyanına orantılı olduğu varsayılabilir.

$$F_z = -K_z \partial C / \partial z \quad F_z [\text{gm}^2\text{s}^{-1}] ; K_z [\text{m}^2\text{s}^{-1}] \quad (2.2.20)$$

2.2.1.5. Kriging Yöntemi

Kriging'in esas temeli, $s_1, \dots, s_n$ gibi bilinen noktalarda gözlemlenmiş $Z_{(s1)}, \dots, Z_{(sn)}$ verilerinden $Z(\cdot)$ rastgele sürecinin bilinmeyen değerleri hakkında çıkarımlar yapmaktır.

Bir jenerik tahmin edici $g(Z(.))$, $p(Z;g)$ ile gösterilmektedir. Matheron [1971], Journel and Huijbregts [1978] ve Cressie [1991] Kriking'e aşağıdaki tahmin etme kabulü ile yaklaşmaktadırlar:

$$p(Z;B) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(Z(s_i), \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (2.2.21)$$

burada L_i ler katsayılarıdır ve toplamlarının 1'e eşit olması uniform bir unbiasedness durumu sağlar. Optimal $L_1, \dots, L_n$ aşağıdaki formülden elde edilebilir.

$$\lambda_0 = \Gamma_0^{-1} \gamma_0 \quad (2.2.22)$$

burada,

$$h \geq a$$

$$\gamma_0 = (\gamma(s_0-s_1), \dots, \gamma(s_0-s_n), 1)$$

$$\Gamma_0 = \begin{Bmatrix} \gamma(s_i-s_j) & i=1, \dots, n & j=1, \dots, n \\ 1 & i=n+1 & j=1, \dots, n \\ 0 & i=n+1 & j=n+1 \end{Bmatrix}$$

ve sadece s_i-s_j artışının bir fonksiyonu olan $\gamma(.)$ semivariogram, Γ_0 simetrik $(n+1) \times (n+1)$ matrisi, ve $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ 'i sağlayan bir Lagrange çarpanıdır.

Semi-varyans hesaplayıcı aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(s_i) - Z(s_i + h)]^2 \quad (2.2.23)$$

burada h iki gözlem noktası arasındaki mesafe, $N(h)$, h mesafesindeki çiftlerin sayısıdır. İdeal durumda, semivariogram 0'dan 1'e ulaşan bir varyans değeri alır. Maksimum varyansa karşılık gelen mesafeye "range" denir ve bu mesafeden daha kısa durumlarda uzayda iki nokta arasında bir korelasyon ve kovaryans vardır. İteratif algoritmalar uygulamadan kullanılan küresel model aşağıdaki şekilde ifade edilebilir;

$$\gamma(h) = \gamma(0) + (3h/2a - h^3/2a)[\gamma(a) - \gamma(0)] \quad h < a$$

$$\gamma(h) = \gamma(a) \quad h \geq a \quad (2.2.24)$$

Burada a "range", $\gamma(a)$ nugget etki" ve $\gamma(0) - \gamma(a)$ "sill"dir. Küresel modelde eksik veri değerinden olan mesafenin tersi oranında, $(1/d^2)$, ağırlıklar düşer. İstanbul hava kirliliği haritasının çıkarılması esnasında kullanılan kriging parametre değerleri nugget için 0, sill için 1 ve range için istasyonların dağılımına göre ayrı ayrı hesaplanmış değerlerdir.

Metodun daha ayrıntılı bir açıklaması Matheron [1971], Delfiner ve Delhomme[1975], Journel ve Huijbregts [1978], Cressie [1991] tarafından verilmiştir.

2.2.2. İstanbul'un Zeytinburnu İlçesine Uygulanan Matematik Model

Şehirlerdeki alan kaynaklardan oluşan hava kirlenmesini tahmin eden modeller için, her geçen yıl daha karmaşık matematiksel ifadeler kullanmak gereksinimi ortaya çıkmıştır (Stern, 1970). Bu ise atmosferdeki fiziksel olayları daha iyi ve doğru tahmin edebilmekten doğmaktadır. Bu modeller fiziksel olayları çok karmaşık denklemlerle tahmin etmesine rağmen, çoğunda modelle tahmini yapılan değerler, gerçek ölçümlerle kıyaslanmamış ve karşılaştırmanın yapıldığı çalışmalarda da tahmin edilen ile gerçek

konsantrasyon dağılımı arasındaki korelasyonun, daha basit modellerdeki korelasyon ile pek farklı olmadığı, hatta düşük olduğu görülmüştür (Hanna, 1970).

Bu çalışmada, özellikle Gifford ve Hanna (Gifford et al., 1970) tarafından geliştirilen, A.B.D. ve Avrupa'da birçok büyük şehir için uygulanmış (Hanna et al., 1970)(Hanna, 1972) basit matematik modeller; Türkiye'nin nüfus ve endüstri yoğunluğu bakımından en büyük şehri, bir dünya kenti olan İstanbul'un Zeytinburnu İlçesi'ndeki SO₂ ve partikül emisyonlarını tahmin edebilmek için de "ATDL model"leri uygulanmıştır. Bu modelin alan ve nokta kaynaklara uygulanması aşağıda açıklanmıştır.

2.2.2.1. Alan Kaynaklar

Bir bölgede alan kaynaklardan oluşan yer seviyesindeki kirlenici konsantrasyonunu hesaplayabilmek için bölge karesel gridlere bölünerek, alan kaynak kuvvetlerinin grid boyunca uniform olduğu kabul edilir. Alan kaynaklardan meydana gelen yer seviyesindeki kirlenici konsantrasyon (C), alan kaynak kuvvetlerinin ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{-s}$) dağılımının rüzgar yönü ve hızının ve atmosferdeki stabilite durumunun fonksiyonudur. Herhangi bir alıcı noktada (reseptör), memba tarafındaki alan kaynaklardan oluşan yer seviyesindeki kirlenici konsantrasyon;

$$C = \int_0^D \frac{1}{\sqrt{2/\pi}} (Q_A/u.\sigma_z)dx \quad (2.2.25)$$

Q_A : Kaynak emisyon kuvveti ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{-s}$),

D : Şebeke alanının uzunluğu (m)

σ_z : Dikey dispersiyon katsayısı (m)

u : Ortalama rüzgar hızı (m/s).

Yukarıdaki denklemin çözümü için bazı varsayımlar aşağıda kabul edilmiştir.

- 1) Alan emisyon kuvveti (Q), ölçü yapılan şebekenin herhangi bir birim alanı için sabit olup, bölgeden bölgeye düzgün bir dağılım göstermektedir.

2) Rüzgar hızı (u) sabit ve tek bir yönde esmektedir.

3) Kirleticinin dikey yöndeki değişimi Gauss veya normal bir dağılıma haizdir. Bu dağılımın standart sapması, z, grafiksel (Turner) veya ampirik olarak (Smith, 1968) ifade edilebilir.

Bu varsayımlar çerçevesinde denklem (2.2.25) çözüldüğünde, alıcı noktanın memba tarafındaki şebeke gözlerinin emisyon kuvvetlerinin toplamı şeklinde denklem (2.2.18)'de ifade edildi. Bu denklem, rüzgarın tek yönde estiği varsayımı kabul edilerek çıkarılmıştı. şimdi, rüzgarın belirli frekanslarla 16 ana yönden estiği kabul edilirse, alıcı noktadaki yer seviyesi konsantrasyon ifadesi:

$$C = \sqrt{2/\pi} (\Delta x/2^{1-b} / u.a.(1-b)) \{Q(0,0) + \sum_{i=\pm 1} \sum_{j=\pm 1} Q(i,j)f(i,j) [(2r+1)^{1-b} - (2r-1)^{1-b}]\} \quad (2.2.26)$$

Bu eşitlikte, $r_i(i,j)$ şebeke gözü ile merkezde olduğu kabul edilen alıcı nokta arasındaki şebeke gözü sayısıdır. Örneğin merkezi alıcı gridle bitişik olan 8 gridin oluşturduğu halka için $r=1$ 'dir.

2.2.2.2. Nokta Kaynaklar

Nokta kaynaklardan oluşan yer seviyesindeki konsantrasyonlar, Gauss tipi hüzme dağılımının temel denklemleri uygulanarak hesaplanmıştır. Bu uygulamalardan bazıları Slade (1968) tarafından verilmiştir. Kaynaktan r uzaklığında olan bir alıcı noktası için konsantrasyonu aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$C = \sqrt{2/\pi} (f Q_p / \sigma_z.r.u..2\pi/16) e^{-H^2/2\sigma_z^2} \quad (2.2.27)$$

Burada,

Q_p : Nokta kaynaktan çıkan emisyon ($\mu\text{g/s}$),

H : Etkin baca yüksekliği (m),
 r : Alıcı noktanın kaynaktan uzaklığı (m),
 f : Rüzgar yönü frekansı

olmaktadır. Etkin (efektif) baca yüksekliği, H, baca yüksekliği (h_b) ile hüzme yüksekliğinin (h_p) toplamı olup, hesaplanmasına ait bir çok metod geliştirilmiştir (Wark, 1976)(Briggs, 1969)(Carson, 1969)(Thomas, 1970)(Carpenter, 1970)

Bunlardan birisi Briggs formülü olup aşağıdaki gibidir:

$$h_p = 2.9 \{ W_o R_o^2 [T_{po} - T_{eo}] / [U(dT_c/dZ + 0.01 \text{ } ^\circ\text{C/m})]^{1/3} \} \quad (2.2.28)$$

Burada,

g : Yerçekimi ivmesi,
 T : Mutlak sıcaklık,
 W_o : Baştaki hüzme,
 R_o : Baca radyüsü.

Bu çalışmada pilot bölge olarak, Zeytinburnu İlçesi seçilmiştir. Bölgede kayda değer nokta olmadığından, emisyon kaynaklarını alan kaynaklar meydana getirmiştir. Dolayısıyla, Denklem (2.2.21) Fortran IV dili (Hanna, 1970) QBasic diline çevrilerek, bilgisayar yardımıyla çözülerek alan kaynaklardan oluşan yer seviyesindeki konsantrasyon dağılımı elde edilmiştir. QBasic dilindeki bilgisayar programı ekte sunulmuştur.

2.2.3. Matematik Modelin Uygulandığı Yerler Ve Literatür Çalışmaları

Gerek analitik gerekse istatistik modeller, homojen şartlar ve uzun difüzyon süreleri için Gauss tipi bir konsantrasyon ihtimal dağılımı vermektedir. Bugüne kadar yapılan

çalışmaların birçoğunda "Gauss tipi model"ler çeşitli şekilde modifiye edilerek uygulanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan ve Gauss hüzme eşitliğine dayanan ATDL (The Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory) modelinin Almanya'nın Frankfurt şehrine uygulanmasında, modelin iki ayrı versiyonu kullanılmıştır (Munshi et al., 1981). Basit modelde ($C = \text{Background/arka zemin} + 50 Q/u$), yüksek bacalardaki emisyonlar nokta kaynak olarak dikkate alınmış ve bunların konsantrasyonları Gauss hüzme eşitliği kullanılarak hesaplanmış, fakat bunlar nokta kaynaklarla karşılaştırıldığında ihmal edilebilir miktarlarda oldukları gözlenmiştir. Daha karmaşık olan modelde ise 5 kg/saat'ten daha büyük olan emisyon kuvvetine sahip olan nokta kaynaklar hesaba katılmış ve arka zemin SO_2 konsantrasyonu $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak alınmıştır. Bu durumda da nokta kaynakların toplam konsantrasyona katkısının çok küçük bir yüzde olduğu görülmüştür (Munshi et al., 1981).

Basit şehrsel dispersiyon modeli ATDL'nin birinci versiyonunda, arkazemin konsantrasyonu $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rüzgar hızı 2 m/s, grid karelerin kenar uzunluğu 4 km olup, alanı 16 km^2 'dir. Altı gözetleme istasyonunda SO_2 konsantrasyonu $54\text{-}125 \mu\text{g}/\text{m}^3$; hesaplanan ile gözlemlenen arasındaki korelasyon 0.83'dür.

Modelin daha karmaşık, ikinci versiyonunda, sonuçlanan konsantrasyonlar, daha basit versiyon tarafından, tahmin yapılan konsantrasyonlardan çok farklı değillerdir (korelasyon 0.98). Tahmin edilen ile gözlenen arasında korelasyon 0.80'dir. Sonuçlar itibariyle; a) yer seviyesindeki SO_2 konsantrasyonu $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, b) nokta kaynaklar ihmal edilebilir, c) yer seviyesindeki SO_2 konsantrasyonu C/u veya 25 s/m datalardan hesaplandı.

Tablo:2.2.3.1.de model çeşitlerine SO_2 konsantrasyonun dağılımı verilmektedir (Munshi et al., 1981).

Tablo:2.2.3.1. Frankfurt'da Yıllık SO₂ Konsantrasyonunun Gözlemleri ve Model Tahminleri

İstasyon	Gözlenen, C µg/m ³	Daha Basit ATDL C	Daha Karışık ATDL C	(a) CDM C	(a) CDM36 C	(b) Texas C	(c) Neth C	(d) Sca C
1	95	97	88	68	71	123	79	72
2	96	125	111	59	60	97	65	57
3	93	116	104	71	76	111	88	75
4	62	67	65	50	53	85	70	47
5	77	54	59	29	30	23	45	21
6	68	70	78	35	37	51	42	38

Frankfurt'un aksine Hindistan'ın Bombay şehri için nokta kaynakların ihmal edilemeyecek değerlerde olduğu hesaplanmıştır (Hanna,1973). Buradaki çalışmada, bir griddeki nokta kaynakların efektif (etkin) baca yüksekliklerinin eşit olduğu ve üniform olarak dağıldıkları kabul edilerek SO₂ konsantrasyonları bulunmuştur.

İstanbul'un Haliç Bölgesine uygulanan modelde bölge, yerleşim, ticaret ve endüstri alanları olmak üzere 3'er km.lik grid karelere bölünmüştür (Ertürk,1981). Yerleşim bölgesini, Kağıthane, Feriköy, Şişli, Nişantaşı, Topkapı, Edirnekapı, Fatih; ticari bölgesini Okmeydanı, Taksim, Harbiye, Beyoğlu, Eminönü, Sirkeci; endüstri bölgesini ise, Silahtar, Hasköy, Halıcıoğlu, Unkapanı, Şişhane semt ve ilçeleri meydana getirmektedir. Nokta kaynak olarak sadece Silahtarağa Elektrik Santrali gözününe alınarak alan ve nokta kaynaklardan teşekkül eden konsantrasyonlar hesaplanmıştır. Modelin kalibrasyonu sonucunda işlerliği ortaya konduktan sonra, hava kirliliğini azaltmak ve kontrol etmek amacı ile çeşitli stratejiler uygulanmıştır (Ertürk,1981).

Knox Country, Tennessee'de ise ATDL modeli kullanılarak farklı meteorolojik şartlar için SO₂ ve partikül madde konsantrasyonları hesaplanmıştır. Yüksek nokta kaynakların (H>100 m), yer seviyesindeki SO₂ konsantrasyonuna katkısının kararlı (stabil) koşullarda

önemsiz olduğu, kararsız (instabil) durumunda alan kaynaklardan daha fazla katkısının olduğu nötr stabilite durumlarında ise, alan kaynaklardan meydana gelen kirlilikle eşit değerde olduğu görülmüştür. Ayrıca nokta kaynakların, toplam yer seviyesi konsantrasyonuna katkısının partikül maddeye göre SO_2 'den daha fazla olduğu saptanmıştır. Nötr ve kararlı şartlar için yer seviyesindeki kirlletici konsantrasyonuna azaltmada kaynak yüksekliğinin önemli bir rol oynadığı vurgulanmıştır (Hanna, 1975).

Modelin Rocwood-Harriman, Tennessee'ye uygulanmasında partikül madde emisyonları, toplam kömür tüketiminin %5'i alınarak hesaplanmıştır. Partikül madde arka zemin konsantrasyonu $50 \mu g/m^3$ alınmış ve modelin basit versiyonu ($C=200 Q/u$) kullanılarak 1.2 km. lik grid mesafeleri için konsantrasyonlar bulunmuştur. Bir griddeki toplam emisyonun yarısından daha fazla emisyon verebilen kaynaklar, nokta kaynak olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada basit ATDL modelinin, tipik bölgesel hava kirliliği sorunu olan küçük yerleşimler için başarıyla uygulanabileceği ifade edilmiştir (Hanna, 1975).

Tablo: 2.2.3.2. Rockwood-Harriman Sahasında Gözlenen ve Tahmin Edilen Ort. Yıllık Asılı P.M. Konsantrasyonlarının Kıyası

İstasyon	Gözlenen ($\mu g/m^3$)	Tahmin Edilen ($\mu g/m^3$)
Canay Creak	61	59
Harriman	77	73
Met-Station	93	96
Rockwood	129	107

Tablo:2.2.3.2'de tahmin edilenin gözlenen değerlere oranı (r) =0.95 bulunur.

Tablo:2.2.3.3. Rockwood-Harriman, Tennessee’de Asılı Partikül Konsantrasyonu ile
Günlük Ortalama Rüzgar Hızı Arasındaki Bağntı

İstasyon	Korelasyon: $r(x, 1/u)$
Bütün İstasyonların Ortalaması	0.53
Caney Creak	0.43
Harriman	0.41
Met-Station	0.44
Rockwood	0.53

Bu korelasyondan, kirletici konsantrasyonlarının çeşitliliği yaklaşık %24’ü, rüzgar hızının farklılığa sebep olduğunu gösteriyor. Bu farklılık, kaynak şiddetinde olası varyasyonlara neden olmaktadır (Hanna,1975).

Matematik Model uygulamalarında atmosferik stabilitenin farklı olması halinde dikey dispersiyon katsayısına etki eden a ve b sabiteleri de değiştiğinden dolayı, sonuçta kirletici konsantrasyonları oldukça farklılık arz etmektedir (Bkz.3.Bölüm). Literatürde yapılan çalışmalardan aşağıda bir kaçından bahsedilecektir.

2.2.3.1. Tennessee’in Oak Ridge Şehri Yakınında Ölçülmüş Atmosferik Stabilitate (Hanna, 1970)

Kabul edilmiş bulunan iki düzenleyici metod ile gösterildiği gibi, atmosferik stabilite verisi, Tennessee’nin Oak Ridge şehrinin civarında bulunan Enerji Koruma Bakanlığındaki bir yerde mevcut üç değişik seviye için bulundu. Buradaki gaye, nükleer bir yapının inşaa iznini sağlamaktır. Yıllık, mevsimlik ve günlük veri grupları karşılaştırıldığı ve belirgin bir şekilde değiştiği keşfedildi. Önceden bilinen atmosferik stabilite sınıfının çok az korelasyonunu gösteren uygun veri gruplarının mukayesesi ortaya çıktı (Hanna, 1970).

Veriler iki metodla bulundu. Yüzeyin yakınındaki tabakalar, hem aşırı derecede değişen ve hem de sabit koşulların büyük olaylarına maruz kalırken, dikey sıcaklık değişim metodu ($\Delta T/\Delta Z$) yükselen bir tabaka için mevcut bulunan nötr atmosferik koşullarını gösterdi. Bu numune, değişimin en çok yazın beyan edilmesi hariç, her mevsim için tutarlı idi. Günlük bir kuralda da yüzeyin yakınındaki tabaka verileri, geceleyin görülen sabit koşulların ve gündüzün ortaya çıkan değişen şartların klasik değişimine uğradı. Ancak yükselen tabaka, atmosferik stabilite şartlarının daha az beyan edilen bir değişimini gösterdi. (Hanna, 1975).

Diğer yöntemle bulunan veriler, yani yatay rüzgar yönü metodu (σ_ϕ) 'nın standard sapması, eğilimin yükselen seviyelerdeki nötr şartlara doğru olmasına rağmen, yüzeyin yukarıdaki her bir ölçüm seviyesi için önce değişen atmosferik stabilite şartlarını belirtti. Gündüzün stabilite şartları, en yüksek seviye için çok az değişti. Oysaki, daha düşük seviye, en büyük değişimi, bilhassa kış mevsiminde gösterdi iki metod için mevcut atmosferik stabilite sınıfını hesaplamada karşılaşılan bu farklılıklar tek metod gerçeğine hükmedilebilir. Bu gerçek (σ_ϕ) 'dır ki yerde ortaya çıkan geceye, ait drenaj rüzgarlarından kaynaklanan değişen koşulların nedenini açıklayabilir. Böylece, eğer, dağılım hesapları yapılacaksa, atmosferik stabilite şartlarını tanımlamada dikkatle hareket edilmelidir (Hanna, 1975).

2.2.3.2. Atmosferik Stabilite ve Difüzyon Katsayılarının Tahmini için Kullanılan Metodların Karşılaştırılması

Son 40 yıldır yapılan çalışmalar nokta kaynaklardan yayılan kirleticilerin yer seviyesi konsantrasyonların hesaplanmasında kullanılacak metodlar geliştirildi. Bunlar içerisinde en basit ve en çok kullanılan difüzyon hesaplama metodlarından "Gauss Tipi" eşitlikleridir. Gauss tipi hüzmünün standard sapma değerleri olan yatay ve dikey standard sapma katsayılarına sabit olmayıp, X'in rüzgar hızı ve atmosferik türbülansın (karışımın) fonksiyonlarıdır.

Tablo:2.2.3.4. Her Bir Metod Tarafından Tanımlanan Stabilitenin Bağlı Sıklık Dereceleri
(Frekansları)

Metod Frekansı (%)						
Stabilite sınıfı	STAR	Turner	Pullman	BR	BM	DR
A Çok kararsız	0.3	1.8	7.2	25.8	22.1	35.2
	a ²	a/b	b	c	c	d
B Orta kararsız	4.4	7.4	13.5	9.4	10.5	6.4
Önemli Fark	a	a/b	c	a/b	b	a/b
C Az kararsız	10.9	11.2	9.7	21.1	16.3	9.7
Önemli fark	a	a/b	a	c	b/c	a
D Nötr	55.3	55.7	26.8	14.7	22.2	20.9
Önemli fark	c	c	b	a	a/b	a/b
E Az kararlı	15.2	2.8	19.8	17.7	14.1	13.3
Önemli fark	a	b	a	a	a	a
F Orta kararlı	13.9	21.1	18.0	11.2	14.8	14.3
Önemli fark	a	b	a/b	a	a/b	a

1 BR = Brookhaven, BM=Brookhaven Modife Edilmiş, DR=Yön-Dizi

3. BÖLÜM

MATEMATİK MODELİN ZEYTİNBURNU İLÇESİNE UYGULANMASI

3.1. Matematik Model ile Alan Kaynaklardan Oluşan Kirlетici Konsantrasyonlarının Hesaplanması

Matematik Modelin uygulandığı bölge Şekil 3.1.1.'de görüldüğü gibi kenar uzunluğu 1.5 kilometre olan 8 adet grid kareye bölünmüştür. Herbir griddeki alan kaynaklardan meydana gelen SO_2 ve partikül madde konsantrasyonları Ek1 de sunulan Qbasic dilinde geliştirilen program, alan kaynaklarda rüzgarın 16 yönden esmesi durumunda kirlетici konsantrasyonun bulunuşu denklemi (2.2.26)'e uygulanarak hesaplanmıştır. Bölüm:3.2.1 ve 3.2.2'de hesaplanmış olan herbir gride ait SO_2 ve Partikül emisyon kuvvetleri, 1.5 km.'lik grid uzunluğu, Tablo:1.1.2.'deki rüzgar yönü esme frekansı ile 1989 yılına ait 2.66 m/sn'lik ortalama rüzgar hızı ve atmosferin nötr (D) Stabilitede (kararlılıkta) olduğu varsayımı programın giriş verilerini oluşturmuştur. Sonuçlar ilgili grid karedeki SO_2 ve partikül konsantrasyonları parantez içinde emisyon kuvvetleri ile birlikte Şekil:3.1.2.'de gösterilmiştir.

3.2. ZEYTİNBURNU İLÇESİ'NDE GRİD KARELERİNDEKİ EMİSYONLARIN HESAPLA TAHMİN EDİLMESİ

3.2.1. Kükürt Dioksit Emisyonları

A)Yerleşim Bölgesi:

Yerleşim bölgesindeki kükürt dioksit emisyonları 1.386 ton/yıl'dır. Yerleşim birimlerinde yakıtın 6 ay kullanıldığı varsayımı ile,

$$\begin{aligned}\text{Kükürt Dioksit (SO}_2\text{) Emisyonu} &= 1.386(\text{ton / yıl}) \times \frac{10^{12}(\text{mikrogram / t})}{24 \times 60 \times 30 \times 3600(\text{s / y})} \\ &= 8.91203 \times 10^7 \text{ mikrogram/saniye}\end{aligned}$$

olur.

Yerleşim bölgesi şekilden de görüleceği gibi $(1.5 \text{ km}) \times (1.5 \text{ km}) = 2.25 \text{ km}^2$ lik 4 şebeke gözünden oluşmaktadır. Yerleşim bölgesindeki toplam emisyonun, grid karelere eşit dağıldığı kabul edilirse, her bir şebeke gözündeki emisyon kuvveti:

$$Q_{i(\text{yer})} = \frac{8.91203 \times 10^7 \text{ mikrogram / s}}{4(1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 (\text{m}^2 / \text{km}^2)} = 9.902 \text{ mg / m}^2 - \text{s}$$

B) Endüstri Bölgesi:

Bu bölgenin alan kaynaklarında oluşan toplam SO_2 emisyonu: 2.817 ton/yıl'dır. Bölgede yakıtın 1 yıl boyunca kullanıldığı kabul edilirse,

$$\text{SO}_2 \text{ emisyonu} = \frac{2.817 \times 10^{12} \text{ mikrogram}}{24 \times 365 \times 3600 \text{ saniye}} = 8.93265 \times 10^7 \text{ mik. gram / s}$$

Endüstri bölgeleri 2.25 km^2 lik 4 şebeke gözünden meydana geldiğinden, her bir griddeki SO_2 emisyonu

$$Q_{i(\text{end})} = \frac{8.93265 \times 10^7 \text{ mikrogram / s}}{4 \times 2.25 \times 1.000.000 \text{ m}^2} = 9.925 \text{ mik. g / m}^2 - \text{s}$$

bulunur.

3.2.2. Partikül Emisyonları

A) Yerleşim Bölgesi:

Toplam partikül emisyonu : 2.079 ton/yıl
 $= 1.3368 \times 10^8$ mik. g/s

Her bir şebekedeki emisyon kuvveti (Q_i):

$$Q_{i(\text{yer})} = \frac{1.3368 \times 10^8 \text{ mikrogram/s}}{4 \times 2.25 \times 10^6 \text{ m}^2} = 14.853 \text{ mik. g/m}^2 - \text{s}$$

B) Endüstri Bölgesi:

Toplam partikül emisyonu: 1.020 ton/yıl
 $= 3.2344 \times 10^7$ mik. g/s

Her bir şebekedeki emisyon kuvveti(Q_i):

$$Q_{i(\text{end})} = \frac{3.2344 \times 10^7 \text{ mikrogram/s}}{4 \times 2.25 \times 10^6 \text{ m}^2} = 3.594 \text{ mik. g/m}^2 - \text{s}$$

KÜKÜRT DİOKSİT (SO ₂) (mik.g/m ³)	
C 135	C 223
D 224	D 386
(3.308)	(6.617)
C 195	C 316
D 345	D 530
(4.951)	(9.902)
C 325	C 302
D 558	D 509
C 229	C 113
D 399	D 196
(6.617)	(3.308)

PARTİKÜL (P.M.) (mik.g/m ³)	
C 77	C 112
D 149	D 208
(1.198)	(2.396)
C 260	C 422
D 458	D 708
(7.427)	(14.817)
C 433	C 413
D 731	D 690
C 113	C 60
D 210	D 111
(2.396)	(1.198)

Şekil: 3.1.2. Zeytinburnu İlçesinde 1989 yılı için Matematik Modelle <<C>> ve <<D>>

stabilite şartlarında ortalama rüzgar frekansı ve hızları esas alınarak

Hesaplanan Kükürt Dioksit ve Partikül Konsantrasyon Dağılımları. Parantez

İçindeki Rakamlar Şebeke Gözlerindeki Emisyon Kuvvetlerini "mikro gram/m²-s" olarak göstermektedir.

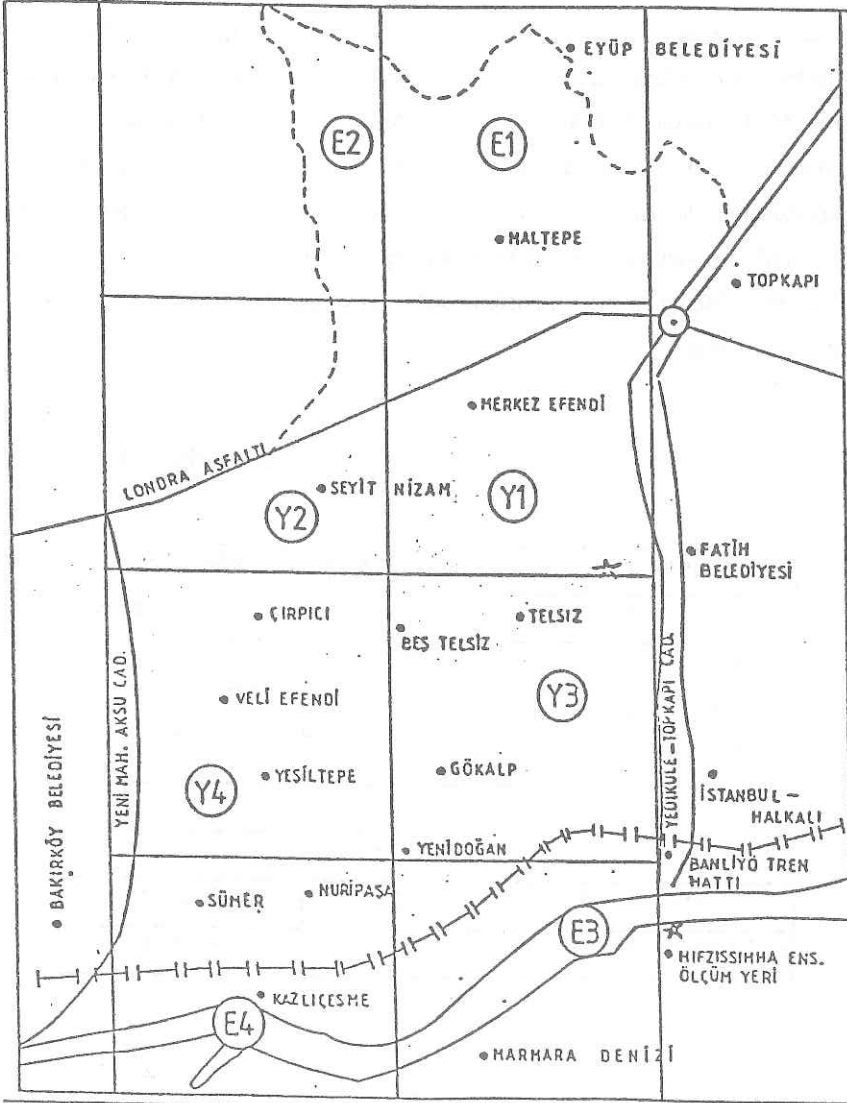
Matematik modelle hesaplanan yukarıdaki değerleri, SO₂ kirleticisi noktasında kıyaslandığında ölçülen değerlerle yakınlık neredeyse aynı olduğu görülürken, P.M. (Partikül) açısından özellikle yerleşim bölge değerleri kullanılan kömürden ileri gelen, ölçülen değerlere göre oldukça büyük, neredeyse iki katı, hesapla tahmin edilen değerlerle karşılaşılmaktadır. Endüstri bölgelerindeki değerler birbirinin aynısı olduğu gözlenmektedir.

Çalışma bölgesi Zeytinburnu İlçesinde hava kirliliğini azaltmak için kontrol stratejileri 4. Bölüm'de incelenmiş ve her bir senaryonun uygulanmasında bulunan kirleticili konsantrasyon dağılımları şebeke gözleri bazında verilmiştir. Bilgi olması açısından rüzgar hızının Bofor rasatlarına göre yapılan ölçümlerinin M.K.S. birimler sistemine dönüştürme tablosu aşağıda sunulmuştur.

Ayrıca, bu bölümde meteorolojik veriler bakımında oldukça öneme haiz atmosferik stabilitenin gereği, kıstasları ve hesaplama yöntemleri da açıklanacaktır.

Tablo: 3.2. Meteorolojik Birimlerin Birbirine Dönüşümü (T.C. Tarım Bakanlığı- Göztepe İstasyonu, 1989)

Rüzgar Hızı		Sınırlar Arası	Ortalama Eşdeğer
Bofor	Aralıkları (m/s)	Fark	Rüzgar Hızı (m/s)
0	0 - 1.3	1.3	0.8
1	1.4 - 2.7	1.3	2.0
2	2.8 - 4.5	1.7	3.6
3	4.6 - 6.6	2.0	5.6
4	6.7 - 8.9	2.2	7.9
5	9.0 - 11.3	2.3	10.2
6	11.4 - 13.8	2.4	12.6
7	13.9 - 16.4	2.5	15.1
8	16.5 - 19.2	2.7	17.8
9	19.3 - 22.4	3.1	20.8
10	22.5 - 26.0	3.5	24.2
11	26.1 - 30.0	3.9	28.0



SEKİL: 3.1.1. ZEYTİNBURNU İLÇESİNİN GRİD KARELERE BÖLÜNMESİ
Y:YERLEŞİM BÖLGESİ E: ENDÜSTRİ BÖLGESİ

3.3. *ATMOSFERİK STABİLİTE VE DİSPERSİYON SABİTELERİNİN TESBİTİ*

Atmosferik stabilite, hava kirleticilerin atmosferde dağılımını etkileyen önemli etkenlerden olup, dikey rüzgar hızının ve sıcaklık gradyanının birer fonksiyonudur (Hanna, 1975)(Hanna, 1973)(Stern, 1970). Atmosferik stabilite (kararlılık) bilinirse, atmosferde rüzgar yönündeki hava kirleticili konsantrasyonunu tahmin etmek mümkündür. Burada Gauss modeli dispersiyona veri olarak kullanılan Pasquill atmosferik stabilite sınıfı programlanan el bilgisayardan hesap edilerek Tablo: 2.1. 'i oluşturan 12 aylık 12 tablo elde edilmiştir. Atmosferik stabilite hesaplanmasına esas teşkil eden tablo aşağıda gösterilmiştir.

Tablo: 3.2. Atmosferik Stabilitenin Sınıflandırılması (Hanna)

Stabilite		Yatay Rüzgar Yönü	Yükseklikte Sıcaklık
Tipi	Sınıfı	(Sigma Teta),°C	Değişimi (°F/200ft)
En kararsız	A	> 22.5	< -2.08
Orta kararsız	B	22.5-17.5	-2.08ile-1.87
Hafif kararsız	C	17.5-12.5	-1.87 ile -1.65
Nötr	D	12.5-7.5	-1.65 ile -0.55
Hafif kararlı	E	7.5-3.75	-0.55 ile -1.65
Orta kararlı	F	3.75-2.1	-1.65 ile -4.39
En kararlı	G	< 2.1	< 4.39

Aylar	Stb	E2	E1	Y2	Y1	Y4	Y3	E4	E3
Ocak	C	75	73	259	252	258	251	474	67
	D	322	293	838	773	823	754	298	233
	E	957	899	2406	2230	2386	2170	914	692
Şubat	C	72	64	246	231	241	230	66	60
	D	267	239	775	690	769	680	257	201
	E	961	721	2407	1978	2277	1944	783	592
Mart	C	74	71	260	251	258	249	71	65
	D	304	272	837	758	822	739	277	219
	E	935	826	2444	2179	2392	2116	844	645
Nisan	C	71	68	250	241	248	239	69	62
	D	283	246	805	717	793	702	262	204
	E	899	794	2350	2095	2300	2034	812	620
Mayıs	C	67	63	233	224	230	221	62	57
	D	325	244	822	674	872	1853	232	185
	E	851	742	2209	1938	2125	1853	700	540
Haziran	C	64	60	231	222	232	222	65	58
	D	317	279	939	841	948	836	331	252
	E	758	658	2149	1893	2173	1885	796	584
Temmuz	C	55	55	188	187	190	188	59	52
	D	225	222	585	579	604	582	259	197
	E	706	693	1705	1685	1773	1694	822	603
Ağustos	C	65	64	215	213	214	211	63	57
	D	276	270	674	665	669	649	266	210
	E	866	838	1975	1931	1952	1874	822	630
Eylül	C	77	73	268	261	269	261	78	70
	D	310	273	851	790	856	788	321	246
	E	953	828	2475	2270	2494	2263	989	733
Ekim	C	75	72	249	244	247	240	69	63
	D	322	292	800	755	775	722	273	216
	E	999	902	2334	2184	2249	2073	835	640
Kasım	C	82	78	273	264	266	258	71	65
	D	361	319	887	814	831	758	258	210
	E	1123	980	2597	2352	2409	2165	775	612
Aralık	C	64	61	233	222	232	220	62	56
	D	252	220	753	657	744	643	235	182
	E	429	404	1553	1478	1546	1466	915	375

Şekil: 3.1.3. Zeytinburnu 'nda Matematik Modelle Hesaplanan P.M. Kons.
ların Atmosferik Stabiliteye Göre Dağılımı (mikro g/ m³).

Aylar	Stb	E2	E1	Y2	Y1	Y4	Y3	E4	E3
Ocak	C	176	172	180	175	179	172	175	166
	D	594	548	621	574	618	545	576	491
	E	1726	1599	1816	1684	1803	1585	1691	1406
Şubat	C	167	156	169	159	169	157	162	152
	D	540	481	560	501	559	482	533	445
	E	1688	1393	1753	1457	1748	1391	1566	1269
Mart	C	177	170	179	172	179	170	174	165
	D	590	530	610	551	604	529	569	482
	E	1741	1538	1803	1609	1785	1533	1670	1374
Nisan	C	169	162	172	164	172	162	168	158
	D	562	497	583	516	579	499	546	459
	E	1656	1436	1722	1500	1708	1439	1602	1308
Mayıs	C	159	152	160	153	159	151	155	146
	D	535	474	545	486	536	466	500	423
	E	1579	1377	1610	1414	1580	1345	1461	1203
Haziran	C	199	190	203	194	203	192	200	187
	D	650	578	686	610	688	591	661	550
	E	1908	1667	2024	1771	2032	1708	1945	1569
Temmuz	C	128	127	133	132	133	129	131	124
	D	413	408	452	443	458	420	438	378
	E	1220	1202	1354	1322	1374	1241	1308	1096
Ağustos	C	147	145	150	149	150	146	145	139
	D	484	477	514	505	511	475	476	420
	E	1441	1404	1534	1495	1523	1391	1406	1207
Eylül	C	182	176	187	180	187	178	183	173
	D	595	543	634	581	636	562	603	514
	E	1747	1572	1875	1697	1883	1631	1775	1472
Ekim	C	171	166	173	169	172	166	166	159
	D	576	533	595	554	583	528	537	467
	E	1704	1560	1764	1629	1724	1540	1572	1335
Kasım	C	187	180	188	181	185	178	178	170
	D	643	578	645	585	622	558	561	490
	E	1910	1690	1913	1712	1835	1617	1633	1391
Aralık	C	158	150	160	151	159	150	156	146
	D	524	455	539	469	534	454	510	421
	E	1548	1317	1593	1361	1577	1308	1496	1197

Şekil: 3.1.4. Zeytinburnu 'nda Matematik Modelle Hesaplanan SO₂ Kons.'larının
Atmosferik Stabiliteye Göre Dağılımı (mikro g/ m³).

Tablo: 3.3. Göztepe Meteoroloji İstasyonunda 1989 Yılı Günlük Sıcaklık
Değişimine Göre Atmosferik Stabilitelerin Sınıflandırılması

Tablo: 3.3.1. Ocak 1989 Günlük Atmosferik Stabiliteler Dağılımı

Günler		Gece (00:00) Ölçümleri				Gündüz (12:00) Ölçümleri			
		1000Mb.	850 Mb.	1.Inv.	2.Inv.	1000Mb.	850 Mb.	1.Inv.	2.Inv.
1		E	E	E	-	D	D	E	-
2		E	D	-	-	C	D	-	-
3		D	D	E	E	D	D	-	-
4		D	E	-	-	D	E	-	-
5		D	E	E	-	A	E	D	E
6		E	E	E	E	C	D	-	-
7		E	D	E	-	B	D	-	-
8		D	D	-	-	D	D	-	-
9		E	D	-	-	D	D	-	-
10		E	D	E	-	D	D	-	-
11		E	E	E	E	A	E	E	E
12		E	E	E	E	D	D	-	-
13		E	E	E	E	D	D	E	-
14		E	E	E	E	D	D	-	-
15		E	D	-	-	E	D	E	E
16		E	D	-	-	D	D	E	E
17		E	E	E	E	B	E	E	E
18		E	E	E	E	D	E	E	-
19		E	E	F	E	D	D	E	-
20		E	E	-	-	D	D	-	-
21		E	D	F	-	C	D	E	E
22		E	E	E	E	B	E	E	-
23		F	E	F	E	C	D	-	-
24		D	E	G	-	D	D	E	E
25		D	D	E	-	D	D	E	-
26		D	E	E	-	C	D	F	-
27		D	D	F	-	D	D	F	G
28		E	E	E	-	D	D	E	E
29		E	D	-	-	D	D	F	-
30		D	D	E	-	D	D	E	-
31		D	E	F	-	D	D	E	-
ORT.		E	E	E	E	D	D	E	E
S	A	-	-	-	-	2	-	-	-
t	B	-	-	-	-	3	-	-	-
b	C	-	-	-	-	5	-	-	-
.	D	10	13	-	-	20	24	1	-
t	E	19	18	17	10	1	7	15	8
ü	F	2	-	5	-	-	-	3	-
r	G	-	-	1	-	-	-	-	1

Tablo: 3.1.3. Şubat 1989 Günlük Atmosferik Stabilité Dağılımı

Günler		Gece (00:00) Ölçümleri				Gündüz (12:00) Ölçümleri			
		1000Mb.	850 Mb.	1.İnv.	2.İnv.	1000Mb.	850Mb.	1.İnv.	2.İnv.
1		E	D	E	E	D	D	E	-
2		E	D	F	E	D	D	E	-
3		E	E	E	E	D	E	E	E
4		F	E	E	-	D	E	E	E
5		E	E	E	-	D	E	E	E
6		E	E	-	-	D	E	E	E
7		E	D	-	-	D	D	E	-
8		E	E	E	-	D	D	E	-
9		E	E	E	-	D	D	E	-
10		E	D	E	-	D	D	F	E
11		D	D	E	-	B	D	E	E
12		D	D	E	-	D	D	E	E
13		E	E	E	-	D	D	E	-
14		E	E	E	E	A	D	E	-
15		E	E	-	-	B	E	-	-
16		E	D	E	-	C	D	F	E
17		D	D	E	-	C	D	-	-
18		E	D	-	-	D	D	-	-
19		E	E	E	E	D	D	E	-
20		E	D	E	-	D	E	E	E
21		E	E	E	E	D	E	E	-
22		E	E	F	E	E	D	-	-
23		D	E	E	E	E	E	E	E
24		F	E	E	-	D	D	-	-
25		E	E	E	-	A	D	-	-
26		G	E	E	-	D	D	E	-
27		G	D	-	-	G	E	F	-
28		G	D	-	-	A	D	-	-
ORT.		E	E	E	E	D	E	E	E
S	A	-	-	-	-	3	-	-	-
t	B	-	-	-	-	2	-	-	-
b	C	-	-	-	-	2	-	-	-
.	D	4	12	-	-	12	19	-	-
t	E	19	16	20	8	2	9	18	10
ü	F	2	-	2	-	-	-	3	-
r	G	3	-	-	-	1	-	-	-
TOPLAM		28	28	22	8	28	28	21	10
		OCAKGÜNDÜZ		OCAK GECE		ŞUBAT GÜNDÜZ		ŞUBAT GECE	
D		45 ADET(%50)		68 ADET(%37)		37 ADET(%43)		16 ADET(%19)	
E		31 ADET (%34)		64 ADET(%67)		39 ADET(%45)		63 ADET (%73)	

Tablo: 3.3.3. Mart 1989 Günlük Atmosferik Stabilité Dağılımı

Günler		Gece (00:00) Ölçümleri				Gündüz (12:00) Ölçümleri			
		1000Mb.	850 Mb.	1.İnv.	2.İnv.	1000Mb.	850Mb.	1.İnv.	2.İnv.
1		E	D	E	E	C	D	E	-
2		F	E	F	E	E	D	E	-
3		D	E	E	-	A	D	E	E
4		E	E	E	E	A	D	E	-
5		D	D	E	E	D	D	-	-
6		E	E	E		D	E	E	-
7		E	D	E	E	E	D	F	-
8		D	D	F	-	B	D	E	-
9		C	E	E	-	D	E	E	E
10		E	E	E	-	D	D	G	-
11		D	E	F	E	D	E	-	-
12		D	E	F	-	D	E	E	-
13		D	E	E	G	D	E	F	-
14		E	D	E	E	D	D	-	-
15		D	E	E	E	D	D	E	E
16		F	E	E	E	D	D	E	-
17		F	E	E	-	E	D	-	-
18		E	E	E	-	D	E	E	-
19		E	E	E	-	D	E	E	-
20		E	E	E	-	A	E	E	-
21		D	E	F	-	E	E	E	F
22		E	E	F	-	F	E	E	-
23		F	E	E	-	A	E	F	E
24		D	E	E	E	D	E	E	E
25		A	E	F	E	B	E	E	E
26		D	E	E	E	D	D	E	E
27		E	E	E	E	D	D	E	-
28		F	D	F	E	B	D	E	-
29		F	E	F	F	D	D	-	-
30		F	E	F	E	D	E	E	E
31		E	E	E	-	D	D	E	F
ORT.		E	E	E	E	D	D	E	E
S	A	1	-	-	-	4	-	-	-
t	B	-	-	-	-	3	-	-	-
b	C	1	-	-	-	1	-	-	-
.	D	10	6	-	-	18	17	-	-
t	E	12	25	21	15	4	14	22	8
ü	F	7	-	10	1	1	-	3	2
r	G	-	-	-	1	-	-	1	-
Toplam		31	31	31	17	31	31	26	10
D = 16 ADET (%15); E = 73 ADET (%66)						D=35 AD.(%35);E=48 AD.(%49)			

Tablo: 3.3.4. Nisan 1989 Günlük Atmosferik Stabilité Dağılımı

Günler		Gece (00:00) Ölçümleri				Gündüz (12:00) Ölçümleri			
		1000Mb.	850 Mb.	1.lnv.	2.lnv.	1000Mb.	850 Mb.	1.lnv.	2.lnv.
1		F	E	F	-	A	D	E	E
2		E	E	E	F	D	D	-	-
3		E	E	F	-	A	D	-	-
4		F	E	F	E	B	E	E	E
5		G	E	G	E	E	E	E	-
6		F	E	F	E	D	E	E	-
7		F	E	F	E	A	D	E	-
8		D	E	E	-	C	D	-	-
9		F	E	F	E	A	D	E	-
10		D	E	E	E	C	D	E	E
11		C	E	E	-	D	D	E	E
12		D	E	F	E	A	E	F	-
13		D	E	F	E	A	E	E	-
14		C	E	E	-	A	D	-	-
15		D	D	E	E	A	D	-	-
16		A	D	-	-	B	D	E	-
17		D	D	E	E	B	D	-	-
18		E	E	F	E	A	D	E	E
19		F	E	E	F	A	D	E	-
20		E	E	E	E	E	E	E	-
21		D	E	G	F	D	E	G	-
22		D	E	F	F	E	E	E	G
23		E	E	G	F	A	E	E	E
24		G	E	G	F	A	D	E	E
25		D	E	E	F	A	D	-	-
26		F	E	F	E	A	D	-	-
27		F	E	F	E	D	D	E	-
28		G	E	G	E	E	E	E	E
29		A	E	F	-	A	D	E	-
30		G	E	E	E	-	--	-	-
ORT.		E	E	F	E	A	D	F	E
S	A	2	-	-	-	14	-	-	-
t	B	-	-	-	-	3	-	-	-
b	C	2	-	-	-	3	-	-	-
.	D	9	3	-	-	4	19	-	-
t	E	5	27	11	16	4	10	20	8
ü	F	8	-	13	7	-	-	1	-
r	G	4	-	5	-	-	-	1	-
TOPLAM		Nisan GECE		Nisan GÜNDÜZ		GENEL TOPLAM		NOT: STABİLİTE "E"	
D		12 ADET(%11)		23 ADET(%26)		35 ADET(%18)		OLUP (%51)'İ	
E		59 ADET(%53)		42 ADET(%48)		101 ADET(%51)		KAPSIYOR.	

Tablo: 3.3.6. Haziran 1989 Günlük Atmosferik Stabilité Dağılımı

Günlr		Gece (00:00) Ölçümleri				Gündüz (12:00) Ölçümleri			
		1000Mb.	850 Mb.	1.lnv.	2.lnv	1000Mb.	850 Mb.	1.lnv.	2.lnv
1		A	D	G	E	A	D	-	-
2		E	D	E	-	E	D	E	-
3		E	E	E	-	A	D	-	-
4		D	D	E	-	A	D	E	-
5		G	E	E	E	A	D	E	-
6		A	E	F	F	A	D	E	-
7		-	E	E	E	A	D	-	-
8		D	D	-	-	C	D	E	-
9		D	D	E	-	G	D	E	E
10		A	D	F	E	A	D	E	-
11		B	D	-	-	A	D	E	-
12		D	D	E	-	A	D	-	-
13		D	E	-	-	A	D	-	-
14		A	D	E	E	A	D	-	-
15		D	D	E	E	A	D	-	-
16		D	D	E	-	A	D	E	E
17		E	E	E	F	A	D	E	-
18		D	E	E	-	A	D	-	-
19		D	D	E	-	A	D	E	-
20		E	E	F	E	A	D	E	-
21		A	D	F	E	A	D	-	-
22		A	D	E	E	E	D	F	-
23		A	D	F	E	D	D	E	E
24		E	D	E	G	A	D	-	-
25		A	D	E	E	D	D	E	-
26		A	D	F	E	A	D	-	-
27		D	E	F	-	A	D	E	-
28		D	E	E	E	A	D	G	E
29		E	E	F	E	A	D	-	-
30		C	D	F	E	A	D	-	-
ORT.		A	D	F	G	A	D	E	E
S	A	10	-	-	-	24	-	-	-
t	B	1	-	-	-	-	-	-	-
b	C	1	-	-	-	1	-	-	-
.	D	10	19	-	-	2	30	-	-
t	E	6	11	17	15	2	-	15	3
u	F	-	-	9	2	-	-	1	2
r	G	1	-	1	1	1	-	1	-
TOPLAM		29	30	27	18	30	30	17	5

GECE: D=29AD(%28); E= 49 (%47); GÜN: D=3 2AD (%39);A= 24 AD (29)
HAKİM OLAN STABİLİTE: E=69 AD(%37); SONRA, D=61 AD (%33)

SO₂ (Mikrogram/m³)

Aylar	E2	E1	Y2	Y1	Y4	Y3	E4	E3	Aylık Ortalama	
									Kons.	Hız(m/s)
Ocak	401	218	559	311	553	503	242	364	391	2.5
Şubat	372	184	537	267	538	452	223	308	360	2.7
Mart	397	205	555	297	555	494	236	334	384	2.5
Nisan	308	151	33	23	24	27	180	284	129	2.6
Mayıs	287	142	28	23	23	29	168	264	121	2.8
Haziran	362	177	44	28	26	28	212	336	152	2.2
Temmuz	225	120	17	34	25	29	118	217	102	3.4
Ağustos	256	138	46	37	30	37	134	246	116	3.0
Eylül	326	163	44	30	31	32	181	308	140	2.4
Ekim	303	155	591	31	30	41	164	284	132	2.6
Kasım	444	229	487	327	563	521	224	336	404	2.4
Aralık	344	172	526	250	500	430	212	289	336	2.8
Ortalama	376	196	526	284	521	468	224	318	364	2.66

Şekil : 3.1.5. Zeytinburnu İlçesi İçin 1989 Yılına Ait Her Ayın Ortalama Rüzgar Hızı ve Frekansları, Kış Ayları (Ocak, Şubat, Mart, Ekim, Kasım, Aralık) ve Yerleşim, Ticaret, Endüstri Bölgelerinden Gelen Emisyonların Tamamı; Yaz Ayları (Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) ve Yerleşim, Ticaret Bölgelerinden Hiç Hava Kirletici Emisyonunun Gelmediği, Ancak Endüstri Bölgelerinden Gelen Emisyonların Tamamı, D= Nötr Atmosferik Stabilitate Şartlarında Matematik Medelle Hesaplanan Kükürt Dioksit Konsantrasyonları.

Yukarıdaki şekilden ilgili ilçenin yalnızca Y1 grid kareye karşılık gelen bölgede aylık ortalamayı temsil eden tek ölçüm bulunmasından dolayı, aynı bölgenin hesapla bulunan değerleri bold rakamlarla gösterilirken, "Aylık Ortalama" sütunundaki değerler aynı ayda hesapla bulunan 8 grid karedeki SO₂ konsantrasyonların aritmetik ortalamaları alınmıştır. En alt yatay çizgide "ortalama" bölümündeki rakamlar yıllık ortalama rüzgar frekansları

ve hızı (2.66 m/s) esas alınarak, D stabilite koşullarında matematik modelin uygulanması sonucu bulunan değerlerdir.

P.M. (Mikrogram/m³)

Aylar	E2	E1	Y2	Y1	Y4	Y3	E4	E3	Aylık Ortalama	
									Kons.	Hız(m/s)
Ocak	243	143	787	426	798	713	162	179	431	2.5
Şubat	220	110	770	372	760	649	133	151	396	2.7
Mart	232	127	791	414	803	704	144	165	423	2.5
Nisan	111	55	12	8	9	10	65	103	47	2.6
Mayıs	104	51	10	8	8	10	61	96	50	2.8
Haziran	131	64	16	10	9	10	77	122	55	2.2
Temmuz	81	43	17	12	9	11	43	79	37	3.4
Ağustos	93	50	17	13	11	14	49	89	42	3.0
Eylül	118	59	18	11	11	12	65	111	51	2.4
Ekim	257	142	769	423	751	684	146	165	417	2.6
Kasım	286	153	845	458	808	729	127	154	445	2.4
Aralık	187	99	701	354	729	620	118	134	368	2.8
Ortalama	225	124	745	394	750	665	114	161	397	2.66

Şekil : 3.1.6. Zeytinburnu İlçesi 1989 Yılı İçin Kış Aylarında Emisyon Kuvvetlerinin Tamamı, Yaz Aylarında Yalnız Endüstriyel Bölgeden Gelen Emisyon Kuvvetleri Dahil Edilmiş, Yerleşim ve Ticaret Bölgelerinden Hava Kirleticilerinin Oluşmadığı, Her Ayın Ortalama Rüzgar Hızı ve Frekansları, "D= Nötr" Atmosferik Stabilite Koşullarında Matematik Uygulanarak Her Grid Karedeki P.M. Konsantrasyonları..

Yukarıdaki şekilde "matematik model" le hesaplanan ile ölçülen değerlerin karşılaştırılmalarına olanak tanımak amacıyla, ölçüm yapılan bölgede rastgelen Y1 Grid Kare'nin değerleri bold olarak gösterilirken, her ayın 8 grid kare için bulunan konsantrasyon değerlerinin aritmetik ortalamaları "aylık ortalama" sütununun "konsantrasyon" kısmında belirtilmiştir. En alt çizgide "ortalama" bölümünde ise, yıllık

rüzgar hızı ortalaması (2.66 m/s) ve rüzgar frekans ortalamaları "D" atmosferik stabilite koşullarında matematik model de uygulanarak P.M. konsantrasyonları bulunmuştur.

Aylar	Ölçülen SO ₂			Hesaplanan SO ₂			Hesaplanan SO ₂		
	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.
Ocak*	689	212	456	559	242	311	798	143	426
**	371	84	185						
Şubat*	676	191	444	538	184	267	770	110	372
**	296	61	185						
Mart*	663	194	359	555	205	297	803	127	414
**	378	67	169						
Nisan*	308	110	205	308	23	23	111	9	8
**	259	55	118						
Mayıs*	275	69	130	287	23	23	104	8	8
**	171	31	81						
Haziran*	208	26	96	362	26	28	131	9	10
**	147	13	59						
Temmuz*	117	31	70	225	25	34	81	9	12
**	93	20	37						
Ağustos*	133	30	60	256	30	37	93	11	13
**	81	11	43						
Eylül*	187	23	67	326	30	30	118	11	11
**	245	16	62						
Ekim*	291	64	137	303	30	31	110	11	11
**	174	34	95						
Kasım*	830	145	304	591	224	327	854	127	458
**	497	82	177						
Aralık*	661	134	309	500	172	250	729	99	354
**	379	69	151						
Ortalama	420	120	220	401	101	138	391	56	175
* : Gözlenen SO ₂ Konsantrasyonu (mikrogram/m ³)									
** : Gözlenen P.M. Konsantrasyonu (mikrogram /m ³)									

Şekil: 3.1.7. Zeytinburnu İlçesinde 1989 Yılı İçin Gözlenen İle
Hesaplanan SO₂ ve P.M. Konsantrasyonların
Karşılaştırılması

Aylar	Kükürt Dioksit (SO ₂)				Partikül Madde (PM)				Aritmetik ort.	
	Göz- lenen	Mat.	(C=AQ/u)		Göz- lenen	Mat.	(C=AQ/u)		SO ₂	PM
		Mod. H.	A=50	A=200		Mod. H.	A=50	A=200		
Ocak	456	311	198	792	185	426	297	1188	391	431
Şubat	444	267	183	134	185	372	275	1100	360	396
Mart	359	297	198	792	169	414	297	1188	384	423
Nisan	205	23	190	762	118	8	286	1143	129	47
Mayıs	130	23	177	707	81	8	265	1061	121	50
Haziran	96	28	225	900	59	10	338	1350	152	55
Temmuz	70	34	146	583	37	12	218	874	102	37
Ağustos	60	37	165	660	43	13	248	990	116	42.0
Eylül	67	30	206	825	62	11	309	1238	140	51
Ekim	137	306	190	762	95	423	286	1143	132	417
Kasım	304	327	206	825	177	458	309	1238	404	445
Aralık	309	250	177	707	151	354	265	1061	336	368
Arit.Ort.	220	138	198	754	114	175	279	1131	364	397

Şekil : 3.1.8. Zeytinburnu İlçesi 1989 Yılı İçin Aylık Ortalama Gözlenen Kirlenici Konsantrasyonları İle Gerek Matematik Modelle, Gerek "C= AQ/u" (u= Aylık Ortalama Rüzgar Hızı) Modelin C ve D Atmosferik Stabilitelerde Uygulanmasından Hesaplanan Değerlerin Mukayesesi

Örnek olması bakımından C =AQ/u formülünde uygulamayı görelim:

a) Kış ayları için (Ocak):

$$C_{so_2} = (200 \times 9.902 \text{ mik.g/m}^2\text{-s}) / 2.5 \text{ m/s} = 792 \text{ m.g./m}^3$$

$$C_{ort(SO_2)} = (200 \times 6.813) / 2.66 = 512 \text{ mik.g. /m}^3$$

b) Yaz ayları (Nisan) :

$$C_{SO_2} = (200 \times 0) / 2.6 \text{ m/s} = 0 \text{ m.g./m}^3$$

$$C_{ort(SO_2)} = (200 \times 4.963) / 2.66 = 373 \text{ mik.g. /m}^3$$

Sonuç olarak; aritmetik ortalama olarak ölçüm yapılan Y1 Grid karedeki SO₂ konsantrasyonu, kış için 512; yaz için 373 mikrogram/m³ olarak bulunur.

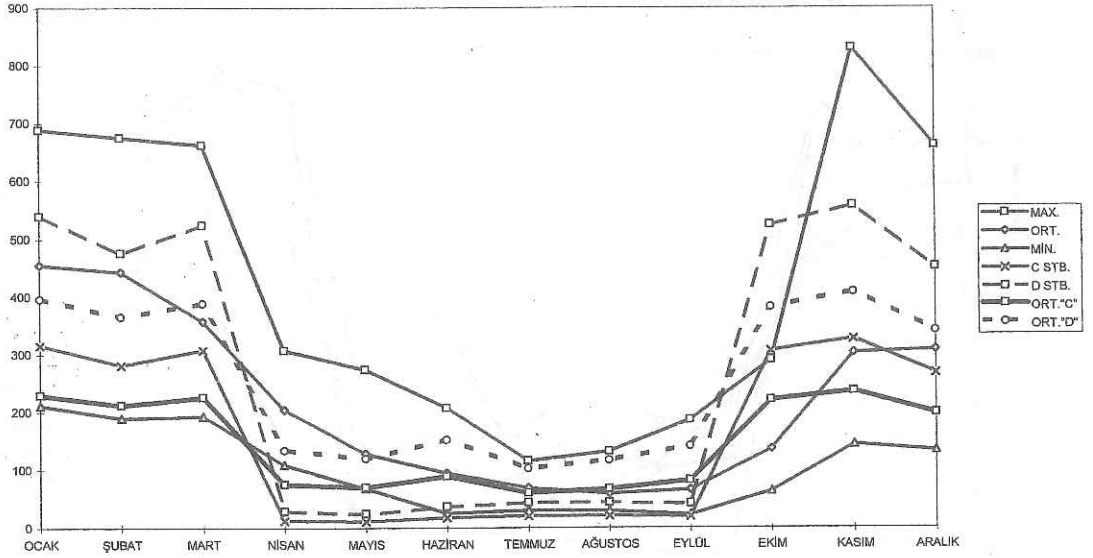
Şekil : 3.1.8. ' den görüldüğü gibi AQ/u formülüyle hesaplanan değerlerin, ölçülen konsantrasyonlarla karşılaştırıldığında, özellikle, C (az kararsız) atmosferik stabilite şartlarında hesaplanan rakamlar arasında bir yaklaşma vardır.

$$SO_2 \text{ için } (188/200) \times 100 = \%94 \text{ yani } -\%6;$$

$$P.M. \text{ için } (175/114) \times 100 = \%153.5 \text{ yani } +\%53.5$$

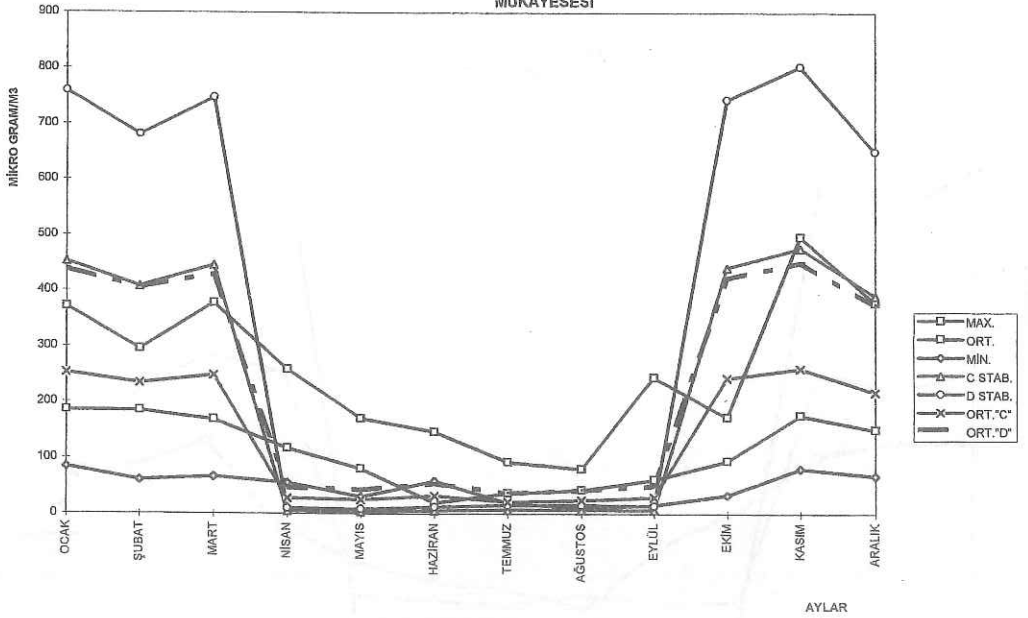
oranında gerçekleştirme olmaktadır.

ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE 1989 YILINDA ÖLÇÜLEN İLE HESAPLANAN AYLIK ORTALAMA SO₂ KONSANTRASYONLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

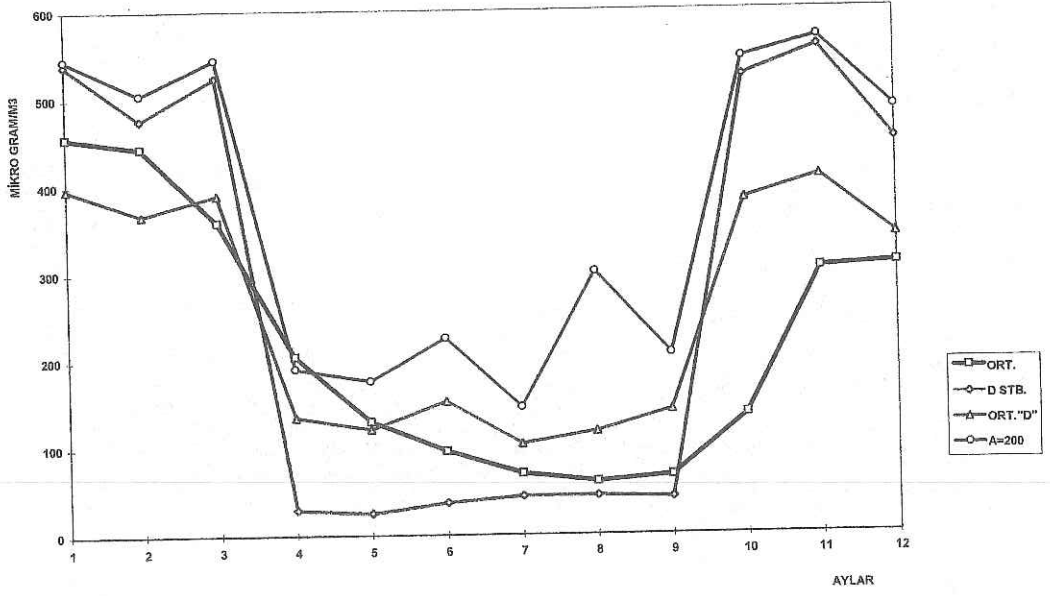


Şekil : 3.1.9.

ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE 1989 YILINDA ÖLÇÜLEN İLE HESAPLANAN AYLIK ORTALAMA PM KONSANTRASYONLARIN MUKAYESESİ

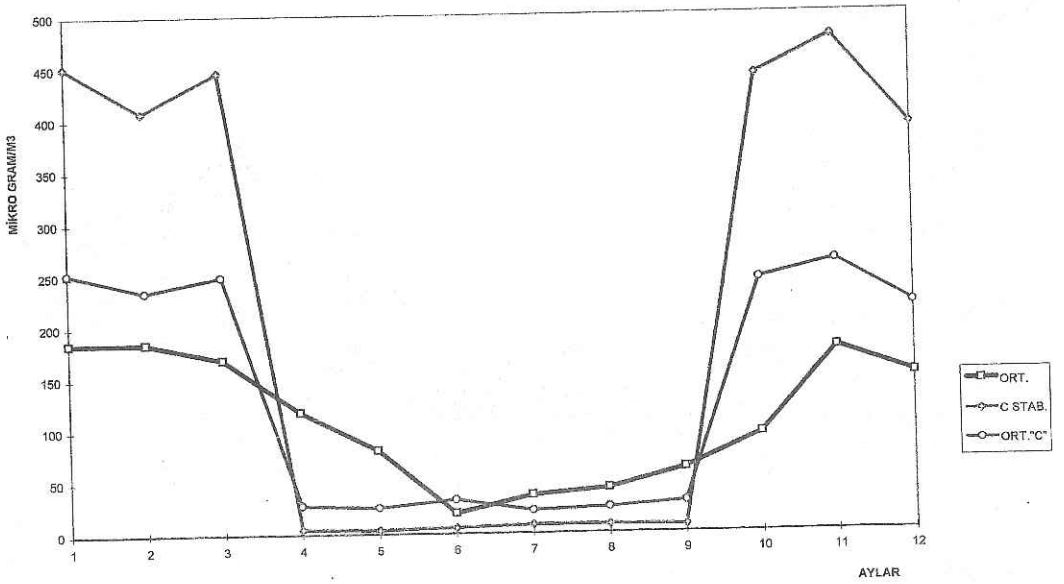


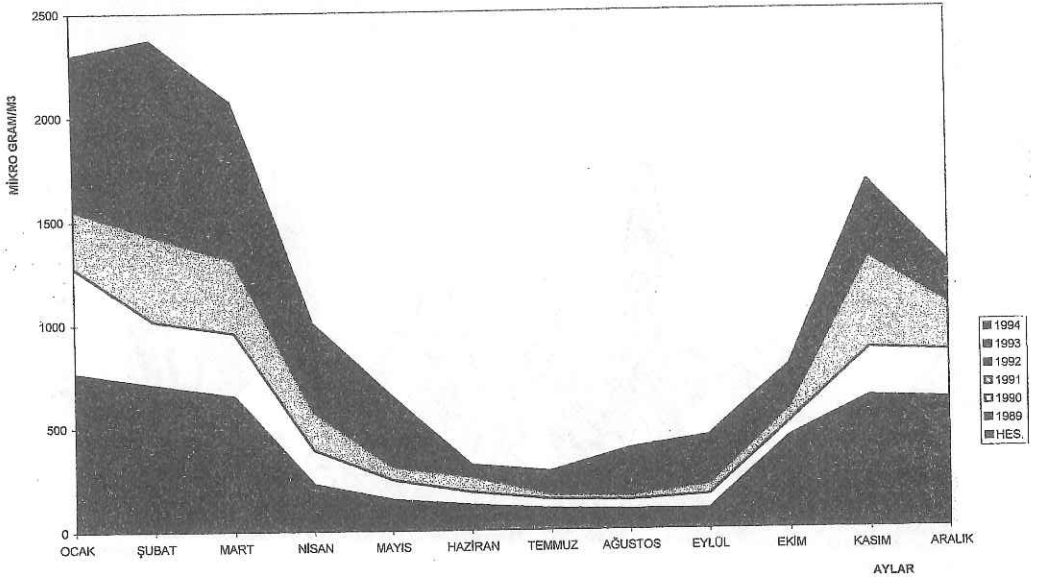
Şekil : 3.1.10.

ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE ÖLÇÜLEN İLE ÇEŞİTLİ KOŞULLARDA HESAPLANAN SO₂ KONSANTRASYONLARIN MUKAYESESİ

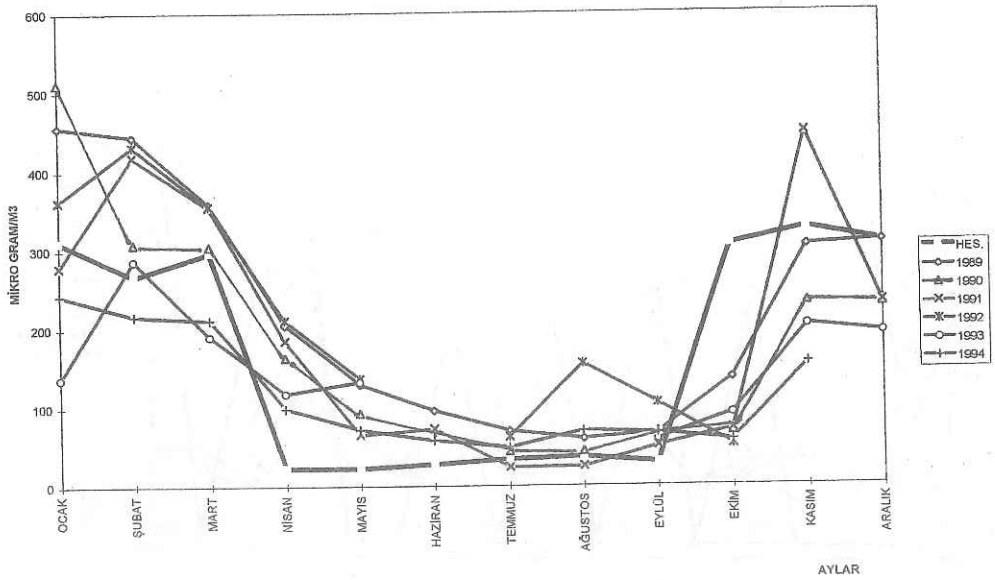
Şekil : 3.1.11.

ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE 1989 YILINDA ÖLÇÜLEN İLE C STABİLİTEDE HESAPLANAN PM KONSANTRASYONLARIN MUKAYESESİ

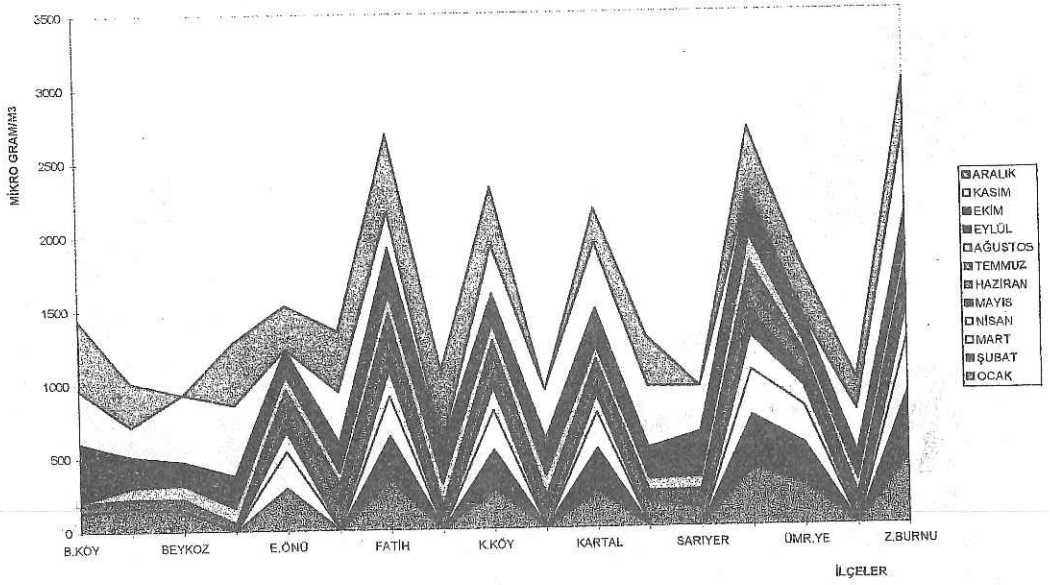


ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE 1989-1994 YILLARI ARASINDA ÖLÇÜLEN AYLIK ORTALAMA SO₂ KONSANTRASYONLARI

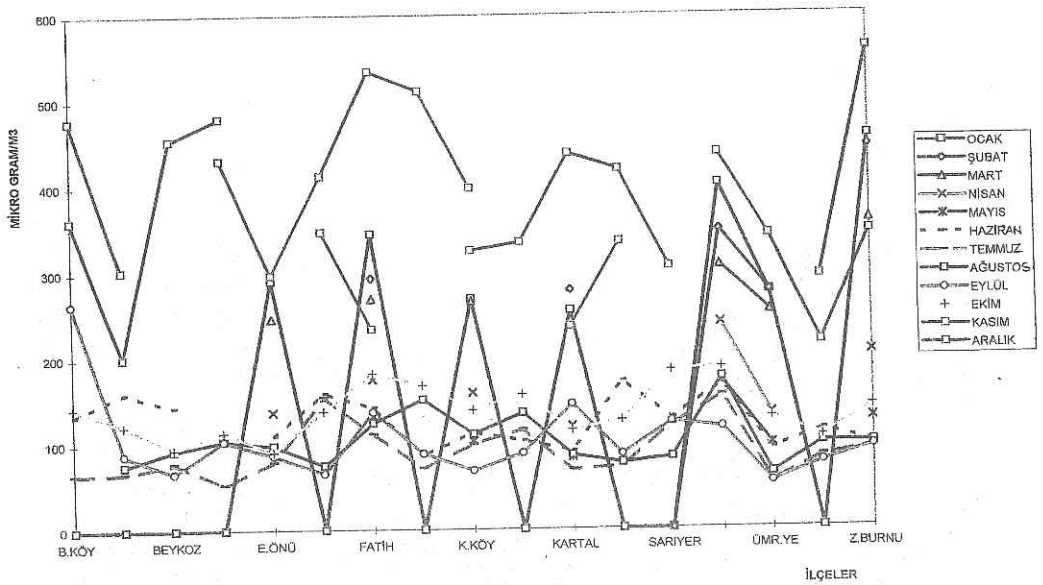
Şekil : 3.1.13-

ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE 1989-1994 YILLARI ARASINDA ÖLÇÜLEN AYLIK ORTALAMA SO₂ KONSANTRASYONLARI

Şekil : 3.1.14.

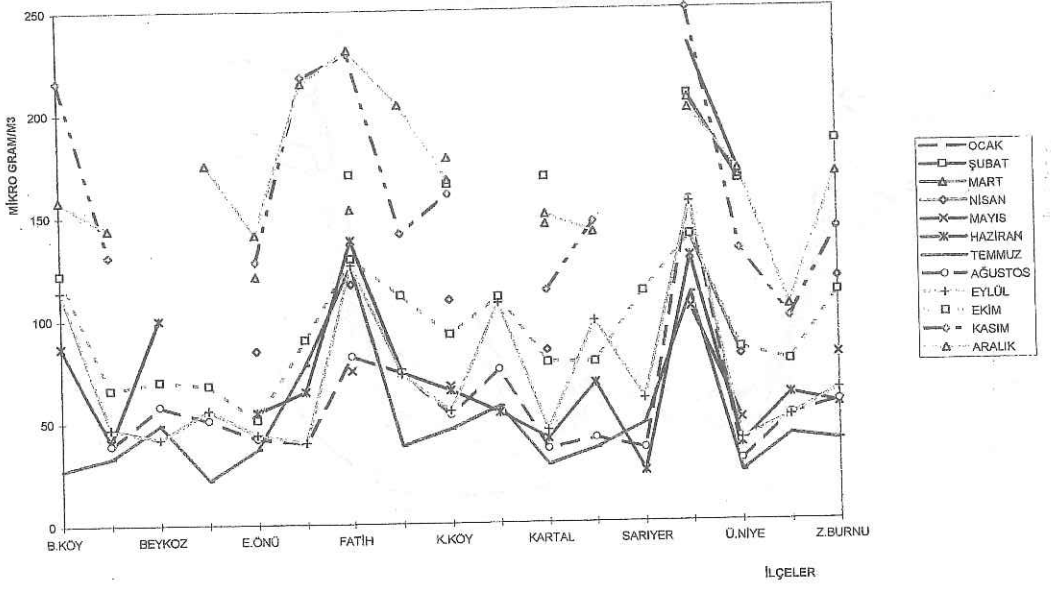
İSTANBUL İLÇELERİNDE 1989 YILINDA ÖLÇÜLEN AYLIK ORTALAMA SO₂ KONSANTRASYONLARI

Şekil : 3.1.15.

İSTANBUL İLÇELERİNDE 1989 YILI AYLIK ORTALAMA SO₂ KONSANTRASYONLARI

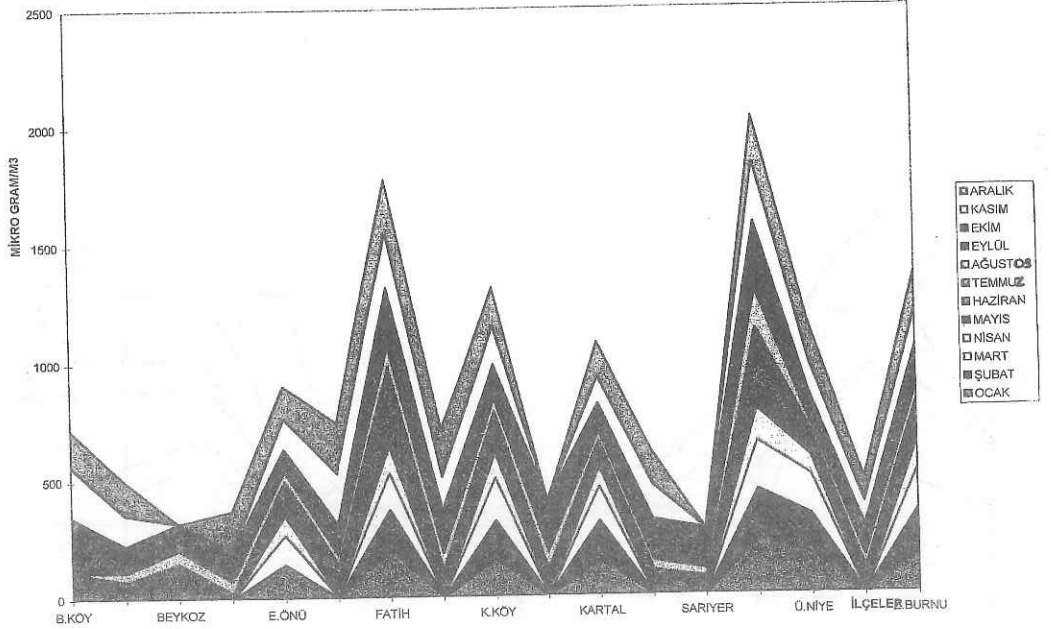
Şekil : 3.1.16.

İSTANBUL İLÇELERİNDE 1989 YILINDA ÖLÇÜLEN AYLIK ORTALAMA PM KONSANTRASYONLARI

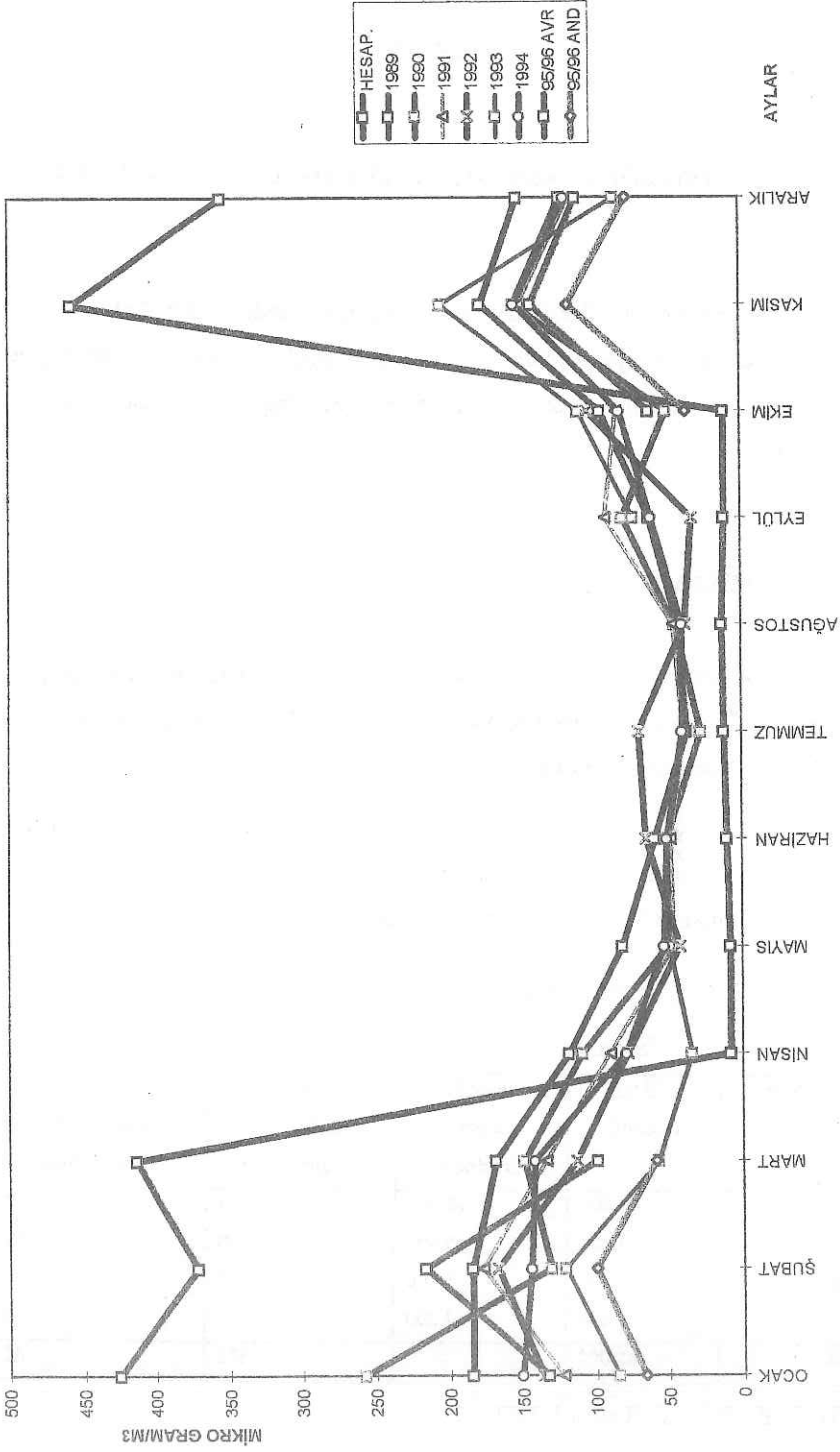


Şekil : 3.1.17.

İSTANBUL İLÇELERİNDE 1989 YILINDA ÖLÇÜLEN AYLIK ORTALAMA PM KONSANTRASYONLARI



ZEYTİNBURNU İLÇESİNDE 1989-94 YILLARI ARASINDA İSTANBUL'UN 1995-96 KIŞ AYLARININ ÖLÇÜLEN ORTALAMA
PM KONSANTRASYONLARIN DAĞILIMI



Şekil : 3.1.21.

4. BÖLÜM

ÇEŞİTLİ KONTROL SENARYOLARININ UYGULANMASI VE KIYASI

Bu bölümde Zeytinburnu İlçesi'nde hava kirliliğine neden olan SO₂ ve partikül emisyonlarını uygun düzeylerde tutmak amacıyla kontrol senaryoları incelenmiş ve her bir senaryo için hesapla bulunan konsantrasyon dağılımları şebeke gözlerinde gösterilmiştir.

4.1. KONTROL SENARYOLARININ UYGULANMASI

4.1.1. Yerleşim Bölgesinde Fuel-oil, Yüksek-Kükürtlü Linyit Yerine Dumansız Kömür; Endüstri Bölgesinde Yüksek Kükürtlü Linyit Yerine Fuel-oil Kullanılması (Senaryo I)

Yerleşim bölgesinde fuel-oil, linyit kömürü ve odun yerine dumansız kömür kullanılması durumunda, aynı kalorifik değeri karşılamak için gereken eşdeğer dumansız kömür (5.200 kcal/kg) miktarı Tablo: 4.1.1. 'de gösterilmiştir.

Tablo:4.1.1. Yerleşim Bölgesinde Eşdeğer Dumansız Kömür Miktarı
(Senaryo I)

Yakıt Cinsi	Miktar (ton/yıl)	Kalorifik Değeri (kcal/kg)	Toplam Kalorifik Değer (Tcal)	Eşdeğer Dumansız Kömür Miktarı (ton/yıl)
Fuel-oil	1.400	10.000	14	2.692
Linyit(r)	81.500	5.000	408	78.462
Linyit(ö)	500	5.000	3	481
Odun	1.600	4.200	7	1.289
Toplam	85.000		432	82.925

Burada, Tcal = 10¹² cal. (Gifford, 1970).

Yukarıda eşdeğer dumansız kömür miktarının bulunmasına bir örnek verelim:

$$\text{Linyit (r)} = \frac{81.500 \left(\frac{\text{ton}}{\text{yıl}} \right) \times 10^3 \left(\frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times 10.000 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right) \times 10^3 \left(\frac{\text{cal}}{\text{kcal}} \right)}{10^{12} \left(\frac{\text{cal}}{\text{Tcal}} \right)}$$

$$= 14 \text{ Tcal olur.}$$

Kısa yoldan,

$$\text{Eşdeğer Dumansız Kömür} = 81.500 \times 5.000 / 5.200 = 78.462 \text{ ton /y}$$

A) Yerleşim Bölgesi:

SO₂ Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

$$82.924 \text{ (t/yıl)} \times 19 \text{ (kg/t)} \times 0.35 \times 10^{-3} \text{ (t/kg)} = 551,4 \text{ ton/yıl}$$

$$Q_{\text{SO}_2} = \frac{551,4 \text{ (t / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / t)}}{24 \text{ (sa / gün)} \times 30 \text{ (gün / ay)} \times 6 \text{ (ay / yıl)} \times 3600 \text{ (s / sa)}} = 3.546 \times 10^7$$

$$Q_{i(\text{SO}_2)} = \frac{3.546 \times 10^7 \text{ (mik.g./s)}}{4 \times (1,5 \times 1,5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ (m}^2 / \text{km}^2)} = 3.9395 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}$$

P.M. Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

$$82.924 \text{ (t/yıl)} \times 25 \text{ (kg/t)} \times 10^{-3} \text{ (t/kg)} = 2.073 \text{ ton/yıl}$$

$$Q_{\text{PM}} = \frac{2.073 \text{ (t / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / t)}}{24 \text{ (sa / gün)} \times 30 \text{ (gün / ay)} \times 6 \text{ (ay / yıl)} \times 3.600 \text{ (s / sa)}} = 1.333 \times 10^8$$

$$Q_{i(\text{PM})} = \frac{1.333 \times 10^8 \text{ (mik.g./s)}}{4 \times (1,5 \times 1,5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ (m}^2 / \text{km}^2)} = 14.81 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}$$

B) Endüstri Bölgesinde:

Tablo: 4.1.2. Endüstri Bölgesinde Eşdeğer Fuel-Oil Miktarları:

Yakıt Cinsi	Miktar (ton/yıl)	Kalorifik Değeri (kcal/kg)	Toplam Kalorifik Değer (Tcal)	Eşdeğer Fuel- Oil Miktarı (ton/yıl)
Fuel-oil	25.300	10.000	253	25.300
Linyit(r)	32.654	5.000	163	16.327
Linyit(ö)	4.120	5.000	21	2.060
Toplam	62.074		437	43.687

SO₂ Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

SO₂ Emisyonu : 43.687 (t/yıl) × 19(kg/t) × 0.35×10⁻³ (t/kg) = 291 ton/yıl

$$Q_{SO_2} = \frac{291 \text{ (t / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / t)}}{24(\text{sa / gün}) \times 365(\text{gün / yıl}) \times 3600(\text{s / sa})} = 9.228 \times 10^6 \text{ mik.g./s}$$

$$Q_{i(SO_2)} = \frac{9.228 \times 10^6 \text{ (mik.g./s)}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ (m}^2 / \text{km}^2)} = 1.025 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}$$

P.M. Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

P.M. Emisyonu: 43.687 (t/yıl) × 3(kg/t) × 10⁻³ (t/kg) = 131 ton/yıl

$$Q_{PM} = \frac{131 \text{ (t / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / t)}}{24(\text{sa / gün}) \times 365(\text{gün / ay}) \times 3.600(\text{s / sa})} = 4.1540 \times 10^6 \text{ mik. g./s}$$

$$Q_{i(PM)} = \frac{4.1540 \times 10^6 \text{ (mik.g./s)}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ (m}^2 / \text{km}^2)} = 0.4616 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}$$

KÜKÜRT DİOKSİT KONS. (mik. g/m ³)		PARTİKÜL MAD. KONS.(mik.g./m ³)	
(D) : 81.1	72.7	143.5	125.5
(E) : 221.5	192.4	361.5	310.0
(1.025)	(1.025)	(0.462)	(0.462)
(D) : 208.3	191.0	758.7	696.4
(E) : 601.6	529.7	2186.3	1929.7
(3.940)	(3.940)	(14.810)	(14.810)
(D) : 205.0	186.4	744.4	684.1
(E) : 608.1	572.3	2215.8	1941.8
(3.940)	(3.940)	(14.810)	(14.810)
(D) : 75.1	59.1	122.2	79.7
(E) : 232.3	171.5	400.6	245.0
(1.025)	(1.025)	(0.462)	(0.462)

Şekil: 4.1.1. Zeytinburnu İlçesi 'de Senaryo I İçin Nötr (D) ve Kararlı (E)

Stabilite Durumunda Hesaplanan SO₂ ve PM konsantrasyon

Dağılımı. Parantez İçindeki Değerler SO₂ ve PM Emisyon Kuvvetini

Göstermektedir.

4.1.2. Yerleşim Bölgesinde Yüksek Kükürtlü Linyit ve Odun Yerine Dumansız Yakıt Kullanıldığı; Endüstri Bölgesinde Fuel-Oil Kullanılması (Senaryo II)

A) Yerleşim Bölgesi :

Tablo: 4.1.2. Yerleşim Bölgesinde Yüksek Kükütlü Linyit ve Odun Yerine Eşdeğer Dumansız Yakıt Miktarları

Yakıt Cinsi	Miktar (ton/yıl)	Kalorifik Değeri (kcal/kg)	Toplam Kalorifik Değer (Tcal)	Eşdeğer DumansızKömür Miktarı (ton/yıl)
Fuel-oil	1.400	10.000	14	1.400
Linyit(r)	81.500	5.000	408	78.462
Linyit(ö)	500	5.000	3	481
Odun	1.600	4.200	7	1.289
Toplam	85.000			81.632

SO₂ Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

$$(\text{Dumansız Yakıt}) : 80.232 \text{ (t/yıl)} \times 19 \text{ (kg/t)} \times 0.35 \times 10^{-3} \text{ (t/kg)} = 533.5 \text{ ton/yıl}$$

$$(\text{Fuel-oil}) : 1400 \text{ (t/yıl)} \times 19.9 \text{ (kg/t)} \times 4 \times 10^{-3} \text{ (t/kg)} = 111.5 \text{ ton/yıl}$$

(Toplam SO₂ emisyonu) = 645 ton/yıl olur. Buradan;

$$Q_{\text{SO}_2} = \frac{645 \text{ (t / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / t)}}{24 \text{ (sa / gün)} \times 30 \text{ (gün / ay)} \times 6 \text{ (ay / yıl)} \times 3600 \text{ (s / sa)}} = 4.147 \times 10^7 \text{ mik.g./s}$$

$$Q_{i(\text{SO}_2)} = \frac{4.147 \times 10^6 \text{ (mik.g./s)}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ (m}^2 / \text{km}^2)} = 4.608 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}$$

P.M. Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

$$(\text{Dumansız Yakıt}) : 80.232 \text{ (t/yıl)} \times 5 \times 10^{-3} \text{ (t/kg)} = 401 \text{ ton/yıl}$$

$$(\text{Fuel-oil}) : 1400 \text{ (t/yıl)} \times 3 \times 10^{-3} \text{ (t/kg)} = 4 \text{ ton/yıl}$$

(Toplam P.M. Emisyonu) = 405 ton/yıl olur. Buradan;

$$Q_{\text{PM}} = \frac{405 \text{ (t / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / t)}}{24 \text{ (sa / gün)} \times 365 \text{ (gün / ay)} \times 3.600 \text{ (s / sa)}} = 12.843 \times 10^6 \text{ mik. g./s}$$

$$Q_{i(\text{PM})} = \frac{12.843 \times 10^6 \text{ (mik.g./s)}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ (m}^2 / \text{km}^2)} = 1.427 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}$$

B) Endüstri Bölgesi:

Tablo: 4.1.3. Endüstri Bölgesinde Yüksek Kükürtlü Resmi Özel Linyit
Kömürleri Yerine Fuel-Oil Kullanılması (Senaryo II)

Yakıt Cinsi	Miktar (ton/yıl)	Kalorifik Değeri (kcal/kg)	Toplam Kalorifik Değer (Tcal)	Eşdeğer Fuel- Oil Miktarı (ton/yıl)
Fuel-oil	25.300	10.000	253	25.300
Linyit(r)	32.654	5.000	163	16.327
Linyit(ö)	4.120	5.000	21	2.060
Toplam	62.074			43.687

SO₂ Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

SO₂ Emisyonu : 43.687 (t/yıl) × 19.9(kg/t) × 4×10⁻³ (t/kg) = 3.478 ton/yıl

$$Q_{SO_2} = \frac{3.478 \text{ (t/ yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / t)}}{24(\text{sa / gün}) \times 365(\text{gün / yıl}) \times 3600(\text{s / sa})} = 1.103 \times 10^8 \text{ mik.g./s}$$

$$Q_{i(SO_2)} = \frac{1.103 \times 10^8 \text{ (mik.g./s)}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ (m}^2 / \text{km}^2)} = 12.256 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}$$

P.M. Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

P.M. Emisyonu: 43.687 (t/yıl) × 3(kg/t) × 10⁻³ (t/kg) = 131 ton/yıl

$$Q_{PM} = \frac{131 \text{ (t/ yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / t)}}{24(\text{sa / gün}) \times 365(\text{gün / ay}) \times 3.600(\text{s / sa})} = 4.154 \times 10^6 \text{ mik. g./s}$$

$$Q_{i(PM)} = \frac{4.1540 \times 10^6 \text{ (mik.g./s)}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ (m}^2 / \text{km}^2)} = 0.462 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}$$

SO₂ ve Partikül Madde Emisyon Kuvvetleri Matematik Modelde (QBasic Sistem) uygulandığında Şekil: 4.1.2. 'deki konsantrasyonlar "mikrogram/m³" olarak hesaplanmaktadır.

SO ₂ KONSANTRASYONU (mik.g./m ³)		P.M.KONSANTRASYONU (mik g/m ³)	
(D) : 620.8	567.4	33.7	30.3
(E) : 795.3	1571.6	92.8	80.7
(12.254)	(12.254)	(0.462)	(0.462)
(D) : 323.6	293.4	76.1	69.7
(E) : 947.9	820.2	219.9	193.5
(4.608)	(4.608)	(1.427)	(1.427)
(D) : 325.6	271.7	75.0	67.9
(E) : 939.7	747.7	222.1	192.0
(4.608)	(4.608)	(1.427)	(1.427)
(D) : 610.3	533.2	31.5	25.2
(E) : 4812.9	1503.8	96.8	72.8
(12.254)	(12.254)	(0.462)	(0.462)

Şekil:4.1.2. Zeytinburnu İlçesinde, Senaryo II için Hesaplanan Kükürt Dioksit (SO₂) ve Partikül Madde (P.M.) Konsantrasyon Dağılımı

4.1.3. Gerek Yerleşim, Gerek Endüstri Bölgelerinde Yüksek Kükürtlü Linyit Yerine Düşük Kükürtlü Linyit Kömürü Kullanılması (Senaryo III)

A) Yerleşim Bölgesi

Tablo: 4.1.3. Yerleşim Bölgelerinde Senaryo III İçin Gereken Eşdeğer Düşük

Kükürtlü (%0.35) Linyit Miktarı

Yakıt Cinsi	Miktar (t/yıl)	Kal. Değeri (kcal/kg)	Top. Kal. Değ. (Tcal)	Eşdeğer D.K. Linyit Miktarı (t/yıl)
Fuel-oil	1.400	10.000	14	1.400
Linyit (r)	81.500	5.000	408	101.875
Linyit (ö)	500	5.000	3	625
Odun	1.600	2.000	7	1.680
Ara Toplam	83.600			104.180
Genel Toplam	85.600			105.580

Eşdeğer Düşük Kükürtlü Linyit Miktarının Hesaplanması:

Linyit (r) için; $81.500 \text{ (t/yıl)} \times 5.000 / 4.000 = 101.875 \text{ t/yıl}$.

Senaryo I ve II 'de olduğu gibi, benzer tarzlarda hesaplama yapıldığında, SO₂ emisyonu Fuel-oil 'den 111 t/yıl, Düşük Kükürtlü Linyit 'den 693 ton /yıl; Genel Toplam = 804 t/yıl beher şebeke gözünde SO₂ emisyon kuvvetleri = 5.744 mikrogram/m²-s P.M. Emisyonu Genel Toplam = 2.605 t/yıl olduğuna göre şebeke gözlerindeki emisyon kuvvetleri :
 $Q_{i(\text{SO}_2)} = 5.7513 \text{ mikrogram / m}^2\text{-s}$, $Q_{i(\text{PM})} = 18.661 \text{ mikrogram/m}^2\text{-s}$ olur.

B) Endüstri Bölgesi:

Tablo: 4.1.4. Endüstri Bölgesinde Senaryo III İçin Eşdeğer Düşük Kükürtlü

Linyit (%0.35) Miktarları

Yakıt Cinsi	Miktar (t/yıl)	Kal. Değeri (kcal/kg)	Top. Kal. Değ. (Tcal)	Eşdeğer D.K.L. Miktarı (t/yıl)
Fuel-oil	25.300	10.000	253	25.300 Fuel-oil
Linyit (r)	32.654	5.000	163	40.818
Linyit (ö)	4.120	5.000	21	5.150
GenelToplam	62.074			70.268

Düşük Kükürtlü Linyit Kömürünün Kalorifik Değeri: 4.000 Kcal/kg 'dir (Hanna, 1970)

SO₂ Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

Aynı tarzdan hesaplama yapıldığında Fuel-oil SO₂ Emisyonu =2.014 ton/yıl ; Düşük Kükürtlü Linyit için SO₂ Emisyonu = 306 ton/yıl olur. Toplam 2.014 + 306 = 2.320 ton/yıl bulunur. Buradan SO₂ Emisyon Kuvveti (Q_i =8.1741 mikrogram /m²-s) olarak elde edilir.

P.M. Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

Kullanılan Fuel-oil 'den P.M. Emisyonu 76 t/yıl Düşük Kükürtlü Linyit 'den ileri gelen P.M. Emisyonu =1.149 t/ yıl olup, toplam P.M. Emisyonu = 1,225. ton /yıl bulunur. Yukarıdaki hesaplama metodu ile partikül madde emisyon kuvveti (Q_i =4.316 mikrogram /m²-s) olarak bulunur.

Şekil: 4.1.4. 'de Atmosferik stabilitenin nötr (D) ve az kararlı (E) durumunda "Matematik Model - QBasic Sistem" ile hesaplanan SO_2 ve P.M. konsantrasyonları, mikrogram / m^3 olarak her bir grid kare (şebeke gözleri) için bulunan değerler emisyon kuvvet şiddetleri ile beraber parantez içinde gösterilmiştir. Burada düşük kükürtlü linyit kömür kullanılmasıdan dolayı, özellikle partikül emisyonu bir hayli büyük çıkmıştır. Şekil: 4.1.4. 'den görüleceği gibi yerleşim bölgelerinde D(nötr) stabilitede P.M. konsantrasyon değerleri daha büyük çıkmıştır.

KÜKÜRT DİOKSİT KONS. (mik. g/m ³)		PARTİKÜL MAD. KONS.(mik.g./m ³)	
(D) : 436.0	397.5	358.4	321.0
(E) : 1251.3	1094.2	974.3	845.4
(8.1741)	(8.1741)	(4.3161)	(4.3161)
(D) : 352.4	321.0	983.0	901.1
(E) : 1025.7	894.4	983.0	2499.2
(5.7513)	(5.7513)	(18.6610)	(18.6610)
(D) : 351.1	304.5	967.0	880.2
(E) : 1025.7	848.8	2869.1	2491.0
(5.7513)	(5.7513)	(18.6610)	(18.6610)
(D) : 425.2	366.5	330.4	257.1
(E) : 1270.0	1037.5	1025.3	248.9
(8.1741)	(8.1741)	(4.3161)	(4.3161)

Şekil : 4.1.3. Zeytinburnu İlçesinde Senaryo III İçin Matematik Modelle

Hesaplanan SO_2 ve P.M. Konsantrasyonlarının Dağılımı. Parantez
İçindeki Değerler Emisyon Kuvvetlerini Göstermektedir.

4.1.4. Yerleşim Bölgelerinde Kullanılan Yakıtlar Yerine Dumansız Yakıt; Endüstri Bölgesinde Kullanılan Tüm Yakıtlar Yerine Düşük Kükürtlü Fuel-Oil Kullanılması Durumu (Senaryo IV)

A) Yerleşim Bölgesi:

Senaryo I 'de yerleşim bölgesi için yapılan hesaplamada olduğu gibi, bu bölgenin SO_2 ve P.M. emisyon kuvvetleri aşağıdaki gibidir:

$$Q_{i(SO_2)} = 3.940 \text{ mikrogram/m}^2 \text{-s} ; Q_{i(PM)} = 14.810 \text{ mikrogram/m}^2 \text{-s}$$

B) Endüstri Bölgesi :

Bu bölge için de benzer tarzda hesaplamalar sonucunda, emisyon kuvvetleri;

$$Q_{i(SO_2)} = 3.062 \text{ mikrogram/m}^2 \text{-s} ; Q_{i(PM)} = 0.462 \text{ mikrogram/m}^2 \text{-s 'dir}$$

Yukarıdaki emisyon kuvvetleri kullanılarak Matematik Model'de uygulanırsa Zeytinburnu ilçesi şebeke gözlemlerindeki SO_2 ve P.M. konsantrasyonu "mikrogram /m³" olarak Şekil 4.1.4. 'deki değerler bulunmaktadır. Değerler incelendiğinde yerleşim bölgelerinde, özellikle P.M. konsantrasyonu yüksek çıktığı görülmüştür.

KÜKÜRT DİOKSİT KONS. (mik. g/m ³)		PARTİKÜL MAD. KONS.(mik.g./m ³)	
178.0 (3.062)	161.6 (3.062)	143.5 (0.462)	125.5 (0.462)
223.1 (3.940)	203.9 (3.940)	758.7 (14.810)	696.4 (14.810)
220.9 (3.940)	196.3 (3.940)	744.4 (14.810)	684.1 (14.810)
171.4 (3.062)	144.6 (3.062)	122.2 (0.462)	79.7 (0.462)

Şekil 4.1.4. Zeytinburnu İlçesi "D=Nötr Atmosferik Stabilité" Matematik Modelle Hesaplanan SO_2 ve PM Konsantrasyonları Dağılımı. Parantez İçindeki Değerler Şebeke Gözlerinin Emisyon Kuvvetlerini Göstermektedir.

4.1.5. Gerek Yerleşim Gerek Endüstri Bölgelerinde Kullanılan Yakıtlar Yerine Düşük Kükürtlü (%0.35) Fuel-Oil Kullanılması Hali (Senaryo V)

Tablo: 4.1.5. Yerleşim ve Endüstri Bölgelerinde Senaryo V İçin Gereken Düşük Kükürtlü Fuel-Oil Miktarları (t/y)

Yakıt Cinsi	Miktar (t/yıl)	Kal. Değeri (kcal/kg)	Top. Kal. Değ. (Tcal)	Eşdeğer D.K.Fuel-oil Miktarı (t/yıl)
A) YERLEŞİM BÖLGESİ:				
Fuel-oil	1.400	10.000	14	1.400
Linyit (r)	81.500	5.000	408	40.750
Linyit (ö)	500	5.000	3	250
Odun	1.600	2.000	7	672
Toplam	85.000			43.072
B) ENDÜSTRİ BÖLGESİ:				
Fuel-oil	25.300	10.000	14253	25.300
Linyit (r)	32.654	5.000	163	16.327
Linyit (ö)	4.120	5.000	21	2.060
Toplum	62.074			43.687
GenelToplam	147.074			86.759

Yukarıdaki değerlerden SO₂ ve PM emisyon kuvvetleri yerleşim ve endüstri bölgeleri için aşağıdaki gibidir:

Bölge	Q _i (SO ₂) (mikrogram/m ² -s)	Q _i (PM) (mikrogram/m ² -s)
YERLEŞİM	6.123	0.922
ENDÜSTRİ	3.062	0.462

Emisyon kuvvetlerinden hareket ederek Matematik Modelde uygulama yapıldığında SO₂ ve P.M. konsantrasyonları Şekil : 4.1.5. 'deki gibi dağılım göstermektedir.

KÜKÜRT DİOKSİT KONS. (mik. g/m ³)		PARTİKÜL MAD. KONS. (mik.g./m ³)	
195.9 (3.062)	177.1 (3.062)	29.5 (0.462)	26.7 (0.4621)
334.4 (6.123)	306.1 (6.123)	50.4 (0.922)	46.1 (0.922)
330.1 (6.123)	296.8 (6.123)	49.7 (0.922)	44.7 (0.922)
186.2 (3.062)	153.4 (3.062)	28.1 (0.922)	23.1 (0.922)

Şekil : 4.1.5. Zeytinburnu İlçesinde "D = Nötr Atmosferik Stabilite"
Şartlarında Matematik Modelle Hesaplanan SO₂ ve P.M.
Konsantrasyonları Dağılımı Olup, Parantez İçindeki Değerler
Şebeke Gözlerindeki Emisyon Kuvvetlerini Göstermektedir.

4.1.6. Endüstri Bölgesinde P.M. %70 Verimde Tutan Arıtma Araçları (Siklonlar) Kullanılması İle Beraber Senaryo I 'in Uygulanması (Senaryo VI)

Şebeke gözlerindeki SO₂ emisyon kuvveti :

$$Q_{Y(SO_2)} = 3.904 \text{ mik.g./m}^2\text{-s; } Q_{E(SO_2)} = 1.025 \text{ mik.g./m}^2\text{-s;}$$

Şebeke gözlerindeki P.M. emisyon kuvveti :

$$Q_{E(PM)} = (0.462 \text{ mik.g./m}^2\text{-s}) \times 0.30 = 0.139 \text{ mikrogram/m}^2\text{-s olur.}$$

$Q_{Y(PM)} = 14.810 \text{ mikrogram/m}^2\text{-s}$ olduğuna göre Matematik Modelle hesaplanan SO₂ ve P.M. konsantrasyonları Şekil : 1.4.6. 'da gösterilmiştir.

81.1 (1.025)	72.7 (1.025)	128.1 (0.139)	111.4 (0.139)
208.4 (3.940)	191.0 (3.940)	756.4 (14.810)	694.4 (14.810)
205.0 (3.940)	186.4 (3.940)	741.9 (14.810)	682.6 (14.810)
75.1 (1.025)	59.1 (1.025)	107.0 (0.139)	66.1 (0.139)

Şekil : 4.1.6. Senaryo VI 'ya Göre Şebeke Gözlerindeki SO₂ ve P.M.
Konsantrasyonlarının (Mikrogram / m³) Dağılımı.

**4.1.7. Endüstri Bölgesinde SO₂ için %90 Verimli Islak "Scrubber"; Partikül
Maddeyi %70 Verimde Tutan Siklonların Kullanılması İle Birlikte Senaryo I
'in Uygulanması (Senaryo VII)**

$$Q_{E(SO_2)} = 1.025 \times 0.10 = 0.1025 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s)}$$

$$Q_{E(PM)} = 0.462 \times 0.30 = 0.139 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s) olur.}$$

KÜKÜRT DİOKSİT KONS. (mik. g/m ³)		PARTİKÜL MAD. KONS.(mik.g./m ³)	
37.2 (0.1025)	32.5 (0.1025)	128.1 (0.139)	111.4 (0.139)
201.7 (3.940)	185.1 (3.940)	756.4 (14.810)	694.4 (14.810)
197.9 (3.940)	182.0 (3.940)	741.9 (14.810)	682.6 (14.810)
31.6 (0.1025)	20.3 (0.1025)	107.0 (0.139)	66.1 (0.139)

Şekil : 4.1.7. Zeytinburnu İlçesinde Senaryo VII 'ye Göre Matematik Modelle

"D = Nötr Atmosferik Stabilité" İçin Hesaplanan SO₂ ve P.M.

Konsantrasyonların Dağılımı Olup, Parantez İçindeki Değerler

Şebeke Gözlerindeki Emisyon Kuvvetlerini Göstermektedir.

**4.1.8. Endüstri Bölgesinde Kükürt Dioksit ve Partikül Arıtma Tesisleri İle Birlikte
Senaryo II 'nin Uygulanması (Senaryo VIII)**

$$Q_{E(SO_2)} = 12.254 \times 0.10 = 1.225 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s)}$$

$$Q_{E(PM)} = 0.462 \times 0.30 = 0.139 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s) olur.}$$

KÜKÜRT DİOKSİT KONSANTRASYONU (mik. g/m ³)		PARTİKÜL KONSANTRASYONU (mik. g/m ³)	
96.1 (1.225)	86.2 (1.225)	18.3 (0.139)	16.2 (0.139)
243.9 (4.608)	223.5 (4.608)	73.8 (1.427)	67.7 (1.427)
240.0 (4.608)	218.1 (4.608)	72.5 (1.427)	66.4 (1.427)
89.1 (1.225)	70.2 (1.225)	16.2 (0.139)	11.6 (0.139)

Şekil : 4.1.8. Zeytinburnu İlçesine Senaryo VIII 'in "D = Nötr Sıbrilite "
Koşullarında Matematik Modelin Uygulanması Halinde Şebeke
Gözlerindeki SO₂ ve P.M. Konsantrasyonlarının Dağılımı.
Parantez İçindeki Değerler Emisyon Kuvvetlerini
Göstermektedir.

**4.1.9. Endüstri Bölgesinde Kükürt Dioksit ve Partikül İçin Arıtma Araçlarının
Kullanılması İle Beraber Senaryo III'ün Uygulanması (Senaryo IX)**

$$Q_{E(SO_2)} = 8.1741 \times 0.10 = 0.817 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s)}$$

$$Q_{E(PM)} = 4.3161 \times 0.30 = 1.295 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s) olur.}$$

KÜKÜRT DİOKSİT KONSANTRASYONU (mik.g/m ³)		PARTİKÜL KONSANTRASYONU (mik.g/m ³)	
86.1 (0.817)	76.5 (0.817)	214.7 (1.295)	189.2 (1.295)
299.2 (5.751)	274.5 (5.751)	961.1 (18.661)	882.0 (18.661)
294.0 (5.751)	268.8 (5.751)	943.5 (18.661)	865.5 (18.661)
77.6 (0.817)	57.6 (0.817)	187.7 (1.295)	130.4 (1.295)

Şekil 4.1.9. Senaryo IX 'a Göre Matematik Modelin "D = Nötr Atmosferik Stabilité" de Hesaplanan SO₂ ve P.M. Konsantrasyonlarının Dağılımı Parantez İçindeki Değerler Emisyon Kuvvetlerini Göstermektedir.

4.1.10. Endüstri Bölgesinde Arıtma Araçları İle Birlikte Senaryo IV 'ün Uygulanması (Senaryo X)

Endüstri Bölgesinde SO₂'i %90 verimde tutan "Islak Scrubber" ; P.M. 'yi ise %70 verimde tutan "Siklon " ların kullanılması halinde oluşan emisyon kuvvetleri:

$$Q_{E(SO_2)} = 3.060 \times 0.10 = 0.306 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s)}$$

$$Q_{E(PM)} = 0.462 \times 0.30 = 0.139 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s) olur.}$$

KÜKÜRT DİOKSİT KONSANTRASYONU (mik. g/m ³)		PARTİKÜL KONSANTRASYONU (mik.g/m ³)	
46.9 (0.306)	41.4 (0.306)	128.1 (0.139)	111.4 (0.139)
203.2 (3.940)	186.4 (3.940)	756.4 (14.810)	694.4 (14.810)
199.5 (3.940)	182.9 (3.940)	741.9 (14.810)	682.6 (14.810)
41.2 (0.306)	28.9 (0.306)	107.0 (0.139)	66.1 (0.139)

Şekil : 4.1.10. Senaryo X 'a Göre "D = Nötr Atmosferik Stabilitede"

Matematik Modelde Hesaplanan SO₂ ve P.M. Konsantrasyonları
Dağılımı. Parantez İçindeki Değerler Emisyon Kuvvetini
Göstermektedir.

4.1.11. Endüstri Bölgesinde Arıtma Araçları İle Birlikte Senaryo V 'in Uygulanması (Senaryo XI)

Endüstri Bölgesinde SO₂ 'yi %90 verimde tutan "Islak Scrubber" ; P.M. 'yi ise %70 tasfiye eden "Siklon" ların kullanılması halinde oluşan emisyon kuvvetleri aşağıda hesaplandığı gibidir.

$$Q_{E(SO_2)} = 3.0618 \times 0.10 = 0.306 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s)}$$

$$Q_{E(PM)} = 0.462 \times 0.30 = 0.139 \text{ (mikrogram/m}^2\text{-s) olur.}$$

KÜKÜRT DİOKSİT KONSANTRASYONU (mik. g/m ³)		PARTİKÜL KONSANTRASYONU (mik. g/m ³)	
64.8 (0.306)	56.9 (0.306)	14.2 (0.139)	12.6 (0.139)
314.5 (6.123)	288.7 (6.123)	48.0 (0.922)	44.1 (0.922)
308.7 (6.123)	283.4 (6.123)	47.2 (0.922)	43.1 (0.922)
56.0 (0.306)	37.8 (0.306)	12.8 (0.139)	9.6 (0.139)

Şekil : 4.1.11. Senaryo XI'a Göre "D = Nötr Atmosferik Stabilitede" Matematik Modelde Hesaplanan SO₂ ve P.M. Konsantrasyonları Dağılımı.

4.1.12. Gerek Yerleşim Gerekse Endüstri Bölgelerinde " Doğal Gaz " Kullanılması Halindeki Durum (Senaryo XII)

Tablo 4.1.12.1. Yerleşim Bölgelerinde Kullanılan Yakıtlara Eşdeğer Doğal Gaz Miktarları:

Yakıt Cinsi	Miktar (ton/yıl)	Ortalama Kalorifik D. (kcal/kg)	Toplam Kalorifik Değer (Tcal)	Eşdeğer Dumansız Kömür Miktarı (ton/yıl)
Fuel-oil	1.400	10.000	14	1.697
Linyit(r)	81.500	5.000	408	46.412
Linyit(ö)	500	5.000	3	303
Odun	1.600	4.200	7	815
Toplam	85.000		432	49.227

Doğal Gaz 'ın kalorifik değeri: 8.250 kcal/m³ ; Emisyon faktörü SO₂ için 0.92 (yerleşim ve endüstri), P.M. için 4.4 (yerleşim); 4.14 (Endüstri) geçerlidir; yoğunluk = 0.65 kg/m³ 'dür (İGDAŞ 1994).

A) Yerleşim Bölgesi

SO₂ Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

$$= 49.227 \text{ (m}^3/\text{yıl)} \times 0.65 \text{ (kg/m}^3) \times 10^{-3} \text{ (ton/kg)} \times 0.92 \text{ (kg/ton)} \times 10^{-3} \text{ (ton/s)}$$

$$= 0.0294 \text{ (ton/yıl)}$$

$$Q_{SO_2} = \frac{0.0294 \text{ (ton / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / ton)}}{24(\text{sa / gün}) \times 30(\text{gün / ay}) \times 6(\text{ay / yıl}) \times 3600(\text{s / sa})} = 1893 \text{ mikrogram / s}$$

$$Q_{i(SO_2)} = \frac{1893 \text{ mikrogram / s}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ m}^2 / \text{km}^2} = 2.103 \times 10^{-4} \text{ mikrogram / m}^2 \text{ - s olur.}$$

P.M. Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

$$= 49.227 \text{ (m}^3/\text{yıl)} \times 0.65 \text{ (kg/m}^3) \times 10^{-3} \text{ (ton/kg)} \times 4.4 \text{ (kg/ton)} \times 10^{-3} \text{ (ton/s)}$$

$$= 0.1408 \text{ (ton/yıl)}$$

$$Q_{PM} = \frac{0.1408 \text{ (ton / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / ton)}}{24(\text{sa / gün}) \times 30(\text{gün / ay}) \times 6(\text{ay / yıl}) \times 3600(\text{s / sa})} = 9.053 \times 10^3 \text{ mikrogram / s}$$

$$Q_{i(PM)} = \frac{9.053 \times 10^3 \text{ mikrogram / s}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ m}^2 / \text{km}^2} = 1.006 \times 10^{-3} \text{ mikrogram / m}^2 \text{ - s olur.}$$

Azot Monoksit (NO) Emisyon Kuvvetinin Hesabı:

$$49.227 \times 0.65 \times 9 \times 10^{-6} = 0.2880 \text{ ton/yıl}$$

$$Q_{NO} = \frac{0.288 \text{ (ton / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / ton)}}{24 \times 30 \times 6 \times 3600(\text{s})} = 1.852 \times 10^4 \text{ mikrogram / s}$$

$$Q_{i(NO)} = \frac{1.852 \times 10^4 \text{ mikrogram / s}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ m}^2 / \text{km}^2} = 2.058 \times 10^{-3} \text{ mikrogram / m}^2 \text{ - s olur.}$$

B) Endüstri Bölgesi:

Endüstri Bölgesinde Kullanılan Yakıtlar Yerine Eşdeğer Doğal Gazı Miktarının Bulunması

Tablo : 4.1.12.2. Endüstri Bölgesinde Eşdeğer Doğal Gazın Miktarı

Yakıt Cinsi	Miktarı (ton/yıl)	Ortalama Kalorifik D.(kcal/kg)	Toplam Kalorifik D.(Tcal)	Eşdeğer Doğal Gaz Miktarı (m ³ /yıl)
Fuel-oil	25.300	10.000	253	30.667
Linyit (resmi)	32.654	5.000	163	19.790
Linyit (özel)	4.120	5.000	21	2.497
Toplam	62.074		437	52.954

SO₂ Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

$$= 52.954 \text{ (m}^3\text{/yıl)} \times 0.65 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times 10^{-3} \text{ (ton/kg)} \times 0.92 \text{ (kg/ton)} \times 10^{-3} \text{ (ton/kg)}$$

$$= 0.03167 \text{ (ton/yıl)}$$

$$Q_{SO_2} = \frac{0.03167 \text{ (ton / yıl)} \times 10^{12} \text{ (mikrogram / ton)}}{24 \text{ (sa / gün)} \times 365 \text{ (gün / yıl)} \times 3600 \text{ (saniye / sa)}} = 1.004 \text{ mikrogram / s.}$$

$$Q_{i(SO_2)} = \frac{1.004 \text{ mikrogram / s}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ m}^2 / \text{km}^2} = 1.1157 \times 10^{-4} \text{ mikrogram / m}^2 \text{ - s olur.}$$

P.M. Emisyon Kuvvetinin Hesaplanması:

$$\text{P.M. Emisyonu} = 34.420 \text{ (m}^3\text{/yıl)} \times 10^{-3} \text{ (ton/kg)} \times 4.14 \text{ (kg/ton)} \times 10^{-3} \text{ (ton/kg)}$$

$$= 0.1425 \text{ (ton/yıl)}$$

$$Q_{PM} = \frac{0.1425 (\text{ton} / \text{yıl}) \times 10^{12} (\text{mikro} / \text{ton})}{24(\text{sa} / \text{gün}) \times 365(\text{gün} / \text{yıl}) \times 3600(\text{s} / \text{sa})} = 4.5186 \times 10^3 \text{ mikrogram} / \text{kg}$$

$$Q_{Y(PM)} = \frac{4.5186 \times 10^3 \text{ mikrogram} / \text{s}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ m}^2 / \text{km}^2} = 5.021 \times 10^{-4} \text{ mikrogram} / \text{m}^2 - \text{s} \text{ olur.}$$

Azot Monoksit (NO) Emisyon Kuvvetinin Hesabı:

$$\begin{aligned} (\text{NO}) \text{ Emisyonu} &= 34.420(\text{kg/yıl}) \times 10^{-3} (\text{ton/kg}) \times 9(\text{kg/ton}) \\ &= 0.30978 \text{ ton/yıl} = 0.3098 \text{ ton/yıl} \end{aligned}$$

$$Q_{NO} = \frac{0.3098 (\text{ton} / \text{yıl}) \times 10^{12} (\text{mikro} / \text{ton})}{24(\text{saat} / \text{gün}) \times 365(\text{gün} / \text{yıl}) \times 3600(\text{saniye} / \text{saat})} = 9.823 \times 10^3 \text{ mikrogram} / \text{kg}$$

$$Q_{i(NO)} = \frac{9.823 \times 10^3 \text{ mikrogram} / \text{s}}{4 \times (1.5 \times 1.5 \text{ km}^2) \times 10^6 \text{ m}^2 / \text{km}^2} = 1.092 \times 10^{-3} \text{ mikrogram} / \text{m}^2 - \text{s} \text{ olur.}$$

O halde Matematik modelle kirletici konsantrasyonlarının hesaplanmasına esas teşkil edecek olan emisyon kuvvetleri aşağıdaki gibidir:

Kirletici	Yerleşim (mik.g/m ² -s)	Endüstri (mik.g/m ² -s)
Kükürt Dioksit (SO ₂)	0.0002103	0.0001116
Partikül Madde (P.M.)	0.0010060	0.0005021
Azot Monoksit (NO)	0.0020580	0.0010920

Şekil: 1.4.12. 'de Senaryo XII 'nin çok kararsız stabiliteden (A), kararlı stabiliteye (E) kadar olan tüm stabilite hali için matematik modelle yapılan hesaplamada kirletici konsantrasyonları hava standartları bakımından uygun seviyelerde olduğu görülür. Bu haliyle "doğal gaz" ı kullanmak en iyi çözümdür; kendi başına alternatiftir.

Doğalgazın yanması sonucunda karbon ve azot oksitleri (CO_x , NO_x) kirleticiler oluşur. Doğalgazdan başka çevre dostu diyebileceğimiz, tedbirleri alındığında çok daha az rizikolu Hidrojen, Nükleer, Solar Enerji çeşitlerini de burada zikredebiliriz!..

Zeytinburnu İlçesi 'nde tüketilen yakıtlardan meydana gelen hava kirleticilerinden kükürt dioksit (SO_2) ve partikül madde (P.M.) konsantrasyonlarını Dünya Sağlık Teşkilatı Standartları 'na göre oldukça makul seviyelerde olması senaryo V, VIII, XI ve son olarak, en ideali XII ile sağlanmıştır.

Aşağıda, yerleşim ve endüstri bölgesi için yıllık ortalama rüzgar hızı, rüzgar frekansları ve "D" nötr atmosferik stabilite şartlarında hesaplanan Azot Monoksit emisyon kuvveti, matematik modele uygulanması sonucu muhtemel konsantrasyonları göstermektedir.

E2: 0.4211 (0.000364)	E1: 0.6197 (0.000728)
Y2 : 0.8848 (0.01029)	Y1 : 0.1002 (0.002058)
Y4 : 0.1042 (0.002058)	Y3 : 1.3063 (0.002058)
E4 : 0.6367 (0.000728)	E3 : 0.3026 (0.000364)

Şekil : 4.1.11. Senaryo XII 'nin Matematik Modelle Şebeke Gözleri İçin Hesaplanan NO Konsantrasyonları (mikrogram/ m^3)

Zeytinburnu İlçesi'nin tüm bölgelerinde "doğal gaz" kullanılması halinde NO (Azot monoksit)'den meydana gelebilecek olası kirletici konsantrasyonu 0.1-1.3 mikrogram / m^3 arası hesaplanmıştır ki, çok ideal bir durumdur.

KÜKÜRT DİOKSİT KONSANTASYONU				PARTİKÜL MADDE KONSANTASYONU	
Stab	Bölge	(mikrogram/m ³)		(mikrogram/m ³)	
(A)	Endüs- tri	0.065	0.137	0.156	0.295
(B)		0.076	0.187	0.190	0.348
(C)		0.085	0.302	0.339	0.164
(D)		0.481	0.446	0.169	0.291
(E)		0.491	0.190	0.517	0.873
EMK		0.0000372	0.0000744	(0.000167367)	(0.00033473)
(A)	Yerle- şim	0.093	0.003	0.101	0.217
(B)		0.109	0.187	0.151	0.242
(C)		0.312	0.302	0.381	0.392
(D)		1.212	1.311	0.174	0.661
(E)		0.270	0.400	0.566	0.141
EMK		(0.0001052)	(0.0002103)	(0.0000503)	(0.001006)
(A)	Yerle- şim	0.169	0.165	0.016	0.214
(B)		0.183	0.183	0.242	0.238
(C)		0.312	0.294	0.293	0.381
(D)		1.311	1.209	0.662	0.638
(E)		0.418	0.382	0.141	0.135
EMK		(0.0002103)	(0.0002103)	(0.001006)	(0.001006)
(A)	Endüs- tri	0.066	0.122	0.298	0.151
(B)		0.078	0.144	0.353	0.179
(C)		0.134	0.068	0.012	0.311
(D)		0.180	0.137	0.298	0.151
(E)		0.192	0.360	0.899	0.452
EMK		(0.0000744)	(0.000372)	(0.00033473)	(0.00016737)

Şekil: 4.1.12. Zeytinburnu İlçesi 'nde "Doğal Gaz " Kullanılması Halinde Çok

Kararsız (A) Stabilteden Kararlı (E) Stabilliteye Kadar Tüm

Stabilteler İçin " Matematik Model " le Hesaplanan Hava

Kirleticilerinin (SO₂ ve P.M.) Konsantasyonlarının Dağılımı.

Parantez İçindeki Değerler Emisyon Kuvvetlerini

Göstermektedir.

4.2. KONTROL SENARYOLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

İstanbul ilinin Zeytinburnu İlçesi 'nde hava kirliliğini kontrol etmek için Matematik Model 'in uygulandığı çeşitli senaryoların sonuçları toplu halde Tablo: 4.2.2. 'de gösterilmiştir.

4.2.1. Hava Kalitesi Standartları ile Karşılaştırılması

Türkiye'de henüz daha tam anlamıyla hava kirliliği standartları geliştirilmediği için, Zeytinburnu Bölgesi 'ndeki kirlilik diğer ülkelerde uygulanan ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen standartlarla karşılaştırma yapılmamıştır.

Tablo: 4.2.1. 'de kükürt dioksit ve partiküller için kullanılan standartlar gösterilmiştir.

Tablo: 4.2.1. Kükürt Dioksit (SO₂) ve Partiküller İçin Kullanılan Standartlar (Hanna, 1970)

KİRLLETİCİ	Standartlar	
	Mik.g/m ³	ppm
1. Kükürt Dioksit (SO ₂)		
1.1. Yıllık Ortalama	80	0.03
1.2. Günlük (24 Saatlik) maksimum konsantrasyon	365	0.14
1. Partikül Madde (PM))		
1.1. Yıllık Ortalama	75	-
1.2. Günlük (24 Saatlik) maksimum konsantrasyon	200.	-
3. Her İki Kirletici İçin Uzun Vadeli Sınır Değerleri	150(*)	-

(*) : D.İ.E. İstatistik Rapor (1989)

Zeytinburnu İlçesi'ne "D = Nötr Atmosferik Stabilité" koşullarında uygulanan "Matematik Model " sonucu elde edilen konsantrasyonlar Tablo: 4.2.2. 'de gösterilmiştir ve Tablo 4.2.1. 'deki standart değerlerle karşılaştırıldığında zaman, senaryolardan en

uygun olanı sırayla V, VIII, X ve XI 'dir. Diğer senaryolar yerleşim bölgelerinde SO₂ bakımından uygun, endüstri bölgelerinde senaryo III 'ün dışında genel olarak uygundur. PM açısından Yerleşim bölgesinde fazla ancak endüstri bölgesinde senaryo II, III dışında diğer konsantrasyonlar uygundur. Standart dışı değerlerin oluşmasında kullanılan yakıtın miktarı ve yakıtta bulunan S(kükürt) oranı sebep olmaktadır. Fuel-oil 'de P.M. emisyon faktörü 3 kg/ ton, kömürler için 25 kg/t gibi neredeyse 8 misli emisyon artar.

Aşağıdaki Tablo: 4.2.2. 'de özetlendiği gibi, Senaryo I 'de, yerleşim bölgesinde, yüksek kükürlü linyit, odun ve fuel-oil yerine dumansız yakıt; kullanılması halinde harcanan yakıt = $(82.924) : ((85.000) \times 100 = \% 97.56$ yani, % 2.24 azalmıştır. Yerleşim bölgesi emisyon kuvveti 2/3 oranında azalarak 3.94 mik.g /m²-s olmuştur. SO₂ konsantrasyonu oldukça makul seviyelere çekilmiştir. (Aritmetik ortalaması =196 mik.g/m³; öncesi 520 mik.g/m³ idi.) Endüstri Bölgesinde ise linyit kömürleri yerine de fuel-oil kullanılması halinde toplam harcanan yakıt yaklaşık %30 oranında azalmış, emisyon kuvveti 9.925 'den 1.025 mik. g./ m²-s 'ye düşmüştür; konsantrasyon ise 493 'den 68 mik.g./ m³ 'e (%86) gerilemiştir. Burada açık ve seçik olarak %0.35 kükürt ihtive eden dumansız yakıtın kullanılması ile hem emisyon hem de SO₂ ve PM konsantrasyonu önemli ölçüde düşüş gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Tablo: 4.2.2. Zeytinburnu Bölgesinde Çeşitli Senaryolar İçin Hesaplanan
Kükürt Dioksit ve Partikül Konsantrasyon Dağılımları
(mik.g./m³).

Senaryo Türü	SO2 ve PM	Yerleşim				Endüstri			
		Y1	Y2	Y3	Y4	E1	E2	E3	E4
Kontrol- stüz	SO2	526.5	586.7	504.1	582.4	503.4	563.4	456.9	536.0
	PM	718.2	798.2	701.3	774.4	262.4	307.6	211.3	270.5
Senaryo I	SO2	191.0	208.3	186.4	205.8	72.7	81.1	59.1	75.1
	PM	696.4	758.7	684.1	744.1	125.5	143.5	79.7	122.2
Senaryo II	SO2	293.4	323.6	271.7	325.6	567.4	620.8	533.2	610.3
	PM	69.7	76.1	67.9	75.0	30.3	33.7	25.2	31.5
Senaryo III	SO2	321.0	352.4	304.5	351.1	397.5	436.0	366.5	425.2
	PM	901.1	983.0	880.2	967.0	321.0	358.4	257.1	330.4
Senaryo IV	SO2	203.9	223.1	196.3	220.9	161.6	178.0	144.6	171.4
	PM	696.4	758.7	684.1	744.4	125.5	143.5	79.7	122.2
Senaryo V	SO2	306.1	334.4	296.8	330.1	177.1	195.9	153.4	186.2
	PM	46.1	50.4	44.7	49.7	26.7	29.5	23.1	28.1
Senaryo VI	SO2	191.0	208.4	186.4	205	72.7	81.1	59.1	75.1
	PM	694.4	756.4	682.6	741.9	111.4	128.1	66.1	107.0
Senaryo VII	SO2	185.1	201.7	182.0	197.7	32.5	37.2	20.3	31.6
	PM	694.4	756.4	682.6	741.9	111.4	128.1	66.1	107.0
Senaryo VIII	SO2	223.5	243.9	218.1	240.0	86.2	96.1	70.2	89.1
	PM	67.7	73.8	66.4	72.5	16.2	18.3	11.6	16.2
Senaryo IX	SO2	274.5	299.2	268.1	294.0	76.5	86.1	57.6	77.6
	PM	882.0	961.1	865.5	943.5	189.2	214.7	130.4	187.7
Senaryo X	SO2	182.9	203.2	182.9	199.5	41.4	41.4	28.9	41.2
	PM	694.4	756.4	682.6	741.9	111.4	128.1	66.1	107.0
Senaryo XI	SO2	288.7	314.5	283.4	308.7	56.9	64.8	37.8	56.0
	PM	44.1	42.7	48.1	42.8	12.2	10.7	12.9	9.4
Senaryo XII	SO2	1.3	1.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.1	0.2
	PM	0.7	0.2	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3

Tablo 4.2.3. Zeytinburnu İlçesinde Ölçülen ile Hesaplanan SO₂
Konsantrasyonlarının Mukayesesi

KÜKÜRT DİOKSİT KONS. KIYASI						PARTİKÜL KONS. KIYASI					
Ayl.	Ölçülen			Kont.süz Hes. Kons.*		Ayl.	Ölçülen			Kont.süz Hes. Kons.*	
	Min.	Max.	Ort.	C	D		Min.	Max.	Ort.	C	D
Ocak	212	689	456	316	539	Ocak	84	371	185	253	760
Şub.	191	676	444	282	476	Şub.	61	296	185	235	681
Mar.	194	663	359	309	524	Mar.	67	169	378	249	748
Nis.	110	341	205	13	29	Nis.	55	259	118	28	10
May.	69	275	130	12	25	May.	36	171	81	26	9
Haz.	26	208	96	18	37	Haz.	19	147	59	33	13
Tem.	31	117	70	21	44	Tem.	20	93	37	22	16
Ağu.	30	133	60	21	44	Ağu.	11	81	43	25	16
Eyl.	23	187	67	20	42	Eyl.	16	245	62	30	15
Ekim	64	291	137	307	524	Ekim	34	174	95	244	744
Kas.	145	830	304	328	557	Kas.	64	497	177	261	804
Ara.	134	661	309	268	451	Ara.	62	324	151	219	651

KÜKÜRT DİOKSİT (SO₂)

Yıllık Ortalama Konsantrasyonla Kıyası	Ölç..	Ksüz*	I	II	III	IV	V	VI	VII
	220	370	191	292	321	204	306	191	185
Senaryolar		VIII	IX	X	XI	XII	UYGUN OLANLAR		
Hesaplanan Ort.lar		224	275	186	289	I	I, IV, VII, X, XII		

PARTİKÜL MADDE (P.M.)

Yıllık Ortalama Konsantrasyonla Kıyası	Ölç..	Ksüz*	I	II	III	IV	V	VI	VII
	114	408	696	70	901	696	46	694	694
Senaryolar		VIII	IX	X	XI	XII	UYGUN OLANLAR		
Hesaplanan Ort.lar		70	882	694	44	1	III, VI, XI, XII		

*Matematik Modelin D stabilite ve yıllık ortalama değerlerden (rüzgar hızı= 2.66 m/s ve rüzgar frekanslarından) bulunan, 8 gridkare konsantrasyonun aritmetik ortalamasından elde edilmiştir.

Senaryo II 'de yerleşim bölgelerinde fuel-oil dışındaki yakıtların yerine dumansız yakıt devreye alınması halinde, SO_2 konsantrasyonu sınır seviyesinde tutulmuş, fakat PM konsantrasyonu fevkalade düşük sınırlara çekilmiştir. Ancak, endüstri bölgelerinde yalnızca fuel-oil kullanılması S (kükürt) oranının büyük olması SO_2 konsantrasyonunu arttırırken, emisyon faktörünün küçük olmasından dolayı (3 kg/ton) PM konsantrasyonu oldukça küçük değer sergilemiştir (Ort. : 29 mik.g./m³).

Senaryo III incelendiğinde SO_2 konsantrasyonu standart seviyelerde iken, özellikle PM konsantrasyonu her iki bölgede de standartın oldukça üstündedir. Bu, tamamen kükürtlü (%0.35) linyitten kaynaklanmaktadır.

Senaryo IV 'de yerleşim bölgesinde dumansız yakıt, endüstri bölgesinde ise düşük kükürtlü fuel-oil (%1 kükürt ihtiva eden) kullanılması halinde, SO_2 konsantrasyonu her iki bölgede, PM konsantrasyonu yalnızca endüstri bölgesinde kabul sınırlarında iken, yerleşim bölgesinde PM konsantrasyonu 1 misli kabul değerlerden daha fazla çıkmıştır. Buna ise dumansız yakıtın emisyon faktörünün büyük olması . sebep olmuştur.

Yerleşim ve endüstri bölgelerinde düşük kükürtlü fuel-oil kullanılması gözönüne alındığında oldukça küçük değerli kirletici konsantrasyonları ile karşılaşmıştır. Bundan dolayı, senaryo V arzulanan çözüm olmayı sağlamıştır.

Senaryo VI, VII, IX ve X 'da yerleşim bölgesinde PM konsantrasyonu dışında, her iki bölgedeki kirletici konsantrasyonlar da çok çok uygun değerlerdedirler.

Senaryo VIII ve XI'de kirletici konsantrasyonları oldukça düşük seviyelere çekilmiş, çözüm için ideal, en uygun olma özelliklerini korumuşlardır. Demek ki, standartlara en uygun olan senaryolar, XI ve XII'lerdir.

GRD	STR	EM. KUV	KIŞ	YAZ	ORT	GRD	EM. KUV	KIŞ	YAZ	ORT
E2	I	0.342	41	18	30	E1	0.683	57	29	43
	II	4.085	242	216	229		8.169	382	350	366
	III	2.725	177	144	161		5.449	274	233	254
	IV	1.021	77	54	66		2.041	115	87	101
	V	1.021	89	54	72		2.041	131	87	109
	VI	0.342	41	18	30		0.683	57	29	43
	VII	0.034	26	2	14		0.068	31	3	17
	VIII	0.408	48	22	35		0.817	68	35	52
	IX	0.272	48	14	31		0.545	64	23	44
	X	0.102	28	5	17		0.204	37	9	23
	XI	0.102	41	5	23		0.204	52	9	31
	XII	0.063	5	3	4		0.125	8	5	7
Y2	I	1.970	122	3	63	Y1	3.940	188	4	96
	II	2.304	179	40	110		4.608	258	43	151
	III	2.876	200	27	114		5.751	298	28	163
	IV	1.970	128	10	69		3.940	195	11	103
	V	3.062	194	10	102		6.123	297	11	154
	VI	1.970	122	3	63		3.940	188	4	96
	VII	1.970	120	0.3	60		3.940	185	0.4	93
	VIII	2.304	142	4	73		4.608	220	4	112
	IX	2.876	175	3	89		5.751	272	3	138
	X	1.970	119	1	60		3.940	186	1	94
	XI	3.062	185	1	93		6.123	288	1	145
	XII	0.163	10	0.6	6		0.326	15	0.6	8

Y4	I	3.940	194	5	100	Y3	3.940	183	2	93
	II	4.608	282	61	172		4.608	232	20	126
	III	5.751	317	41	179		5.751	278	13	146
	IV	3.940	204	15	110		3.940	186	5	96
	V	6.123	309	15	162		6.123	287	5	146
	VI	3.940	194	5	100		3.940	183	2	93
	VII	3.940	193	0.5	97		3.940	182	0.2	91
	VIII	4.608	226	6	116		4.608	214	2	108
	IX	5.751	280	4	142		5.751	266	1	134
	X	3.940	191	2	97		3.940	182	0.5	92
	XI	6.123	295	2	149		6.123	282	0.5	142
	XII	0.326	17	1	9		0.326	15	0.3	8
E4	I	0.683	58	31	45	E3	0.342	30	14	22
	II	8.169	403	371	387		4.085	190	171	181
	III	5.449	287	248	268		2.725	138	114	126
	IV	2.041	120	93	107		1.021	59	43	51
	V	2.041	134	93	114		1.021	68	43	56
	VI	0.683	58	31	45		0.342	30	14	22
	VII	0.817	61	3	32		0.034	18	1	10
	VIII	0.545	57	37	47		0.405	36	17	27
	IX	0.545	64	25	45		0.272	35	11	23
	X	0.204	36	9	23		0.102	20	4	12
	XI	0.240	51	9	30		0.102	29	4	16
	XII	0.125	8	6	7		0.063	4	3	4

Şekil: 4.21.. Zeytinburnu İlçesi 'ne 1989 Yılı İçin 12 Farklı Senaryonun "D" Atmosferik
 Stabilité ve Kış-Yaz Şartlarında Matematik Modelin Uygulanması
 Sonucu Hesaplanan SO₂ (mik.g /m³) Konsantrasyonların Dağılımı

GRD	STR	EM. KUV	KIŞ	YAZ	ORT	GRD	EM. KUV	KIŞ	YAZ	ORT
E2	I	0.154	94	8	51	E1	0.308	119	13	66
	II	0.154	16	23	20		0.308	23	13	18
	III	1.436	184	76	130		2.877	256	123	190
	IV	0.154	94	8	51		0.308	119	13	66
	V	0.154	14	8	11		0.308	20	13	17
	VI	0.046	88	2	45		0.093	109	4	57
	VII	0.046	88	2	45		0.093	109	4	57
	VIII	0.046	11	2	7		0.093	14	4	9
	IX	0.432	131	23	77		0.863	170	37	104
	X	0.463	106	20	63		0.093	110	5	58
	XI	0.463	25	20	23		0.093	11	5	8
	XII	0.259	23	14	19		0.518	33	22	28
Y2	I	7.405	446	2	224	Y1	14.81	695	2	349
	II	0.714	44	2	23		1.427	68	2	35
	III	9.33	574	14	294		18.661	889	15	452
	IV	7.41	446	2	294		14.81	695	2	349
	V	0.461	29	2	16		0.922	45	2	24
	VI	7.41	445	1	223		14.81	694	1	348
	VII	7.41	445	1	223		14.81	694	1	348
	VIII	0.714	43	1	22		1.427	67	1	34
	IX	9.33	564	4	284		18.661	878	5	442
	X	7041	447	2	225		14.81	695	1	348
	XI	0.461	30	2	16		0.922	45	1	23
	XII	0.779	49	3	26		1.557	76	3	40

Y4	I	14.81	713	2	358	Y3	14.81	683	1	342
	II	1.427	71	2	37		1.427	67	1	34
	III	18.661	917	22	470		18.661	866	7	437
	IV	14.81	713	2	358		14.81	683	1	342
	V	0.922	47	2	25		0.922	43	1	22
	VI	14.81	711	1	356		14.81	682	0.2	341
	VII	14.81	711	1	356		14.81	682	0.2	341
	VIII	1.427	69	1	35		1.427	66	0.2	33
	IX	18.661	902	6	454		18.661	861	2	432
	X	14.81	712	1	357		14.81	684	2	343
	XI	0.922	45	1	23		0.922	45	2	24
	XII	1.557	79	4	42		1.557	73	1	37
E4	I	0.308	114	14	64	E3	0.154	67	7	37
	II	0.308	24	14	19		0.154	12	7	10
	III	2.877	257	131	194		1.439	139	60	98
	IV	0.308	114	14	64		0.154	67	7	37
	V	0.308	20	14	17		0.154	10	7	9
	VI	0.093	105	4	55		0.046	62	2	32
	VII	0.093	105	4	55		0.046	62	2	32
	VIII	0.093	14	4	9		0.046	8	2	5
	IX	0.863	166	39	103		0.432	94	18	56
	X	0.093	106	6	56		0.463	80	19	50
	XI	0.093	12	6	9		0.463	23	19	21
	XII	0.518	34	24	29		0.259	17	11	14

Şekil: 4.22.). Zeytinburnu İlçesi 'ne 1989 Yılı İçin 12 Farklı Senaryonun "D"

Atmosferik Stabilité ve Kış-Yaz Şartlarında Matematik

Modelin Uygulanması Sonucu Hesaplanan P.M. (mik.g /m³)

Konsantrasyonlarının Dağılımı.

AYLAR	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN ORTALAMA AYLIK (SO ₂) KONSANTRASYONU						
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	ORT.
OCAK	311	456	511	279	362	137	243	291
ŞUBAT	267	444	308	418	431	287	217	351
MART	297	359	305	355	356	191	212	296
NİSAN	23	205	164	185	211	118	99	164
MAYIS	23	130	93	66	137	133	72	105
HAZİRAN	28	96	61	73	?	?	58	72
TEMMUZ	34	70	44	24	62	?	49	50
AĞUSTOS	37	60	44	25	155	?	70	71
EYLÜL	30	67	69	51	105	59	67	70
EKİM	306	137	69	72	52	92	58	80
KASIM	327	304	233	447	?	204	156	269
ARALIK	250	309	230	232	?	194	?	241

Şekil: 4.23. Zeytinburnu İlçesi İçin 1989-1994 Yılları Arasında Aylık Ortalama Ölçülen İle Hesaplanan SO₂ Konsantrasyonları.

AYLAR	HESAPLANAN	ÖLÇÜLEN ORTALAMA AYLIK (SO ₂) KONSANTRASYONU						
		1989	1989	1990	1991	1992	1993	1994
OCAK	426	185	258	123	137	85	116	151
ŞUBAT	372	185	131	178	168	121	87	145
MART	414	169	149	134	113	57	69	142
NİSAN	8	118	109	90	78	34	43	79
MAYIS	8	81	50	46	42	49	51	53
HAZİRAN	10	59	51	48	65	?	31	51
TEMMUZ	12	37	27	39	70	?	26	40
AĞUSTOS	13	43	45	46	38	?	30	40
EYLÜL	11	62	80	92	33	73	27	61
EKİM	11	95	50	84	104	110	49	82
KASIM	458	177	154	150	?	204	83	154
ARALIK	354	151	122	116	?	85	?	119
ORT.	175	114	102	96	85	91	56	91

Şekil: 4.24. Zeytinburnu İlçesi İçin 1989- 1994 Yılları Arasında Ortalama Ölçülen İle Hesaplanan P.M. Konsantrasyonları.

4.2.2. Ekonomik Yönden Karşılaştırma

Bu çalışmada önerilen en önemli yakıtlardan birisi " dumansız yakıt(kömür)" olup, hava kirliliğini azaltıcı özelliği vardır. Bu nedenle, ülkemizde, özellikle büyük şehirlerde ısıtma amaçlı fuel-oil, linyit, taş kömürü ve kok kömürü kullanılmaktadır. Yerleşim birimlerinden, özellikle gecekonde bölgelerinde önemli miktarda odun da yakacak olarak tüketilmektedir. (Bkz. Tablo: 1.4.1.).

Taşkömürü ve kok, ülkemizde demir-çelik endüstrisinin temel gereksinimlerinden olması, büyük şehirlerimizde ısıtma ve enerji üretimi amacı ile kullanılmaları önerilmektedir.

Yurt dışından yüksek kükürt oranlı (%4-5) ithal edilen ham petrolden fuel-oil meydana gelmekte; bundan dolayı büyük ölçüde SO₂ emisyonuna yol açmakta; ithalatan dolayı "döviz çıktı" sına sebep olmaktadır. (Bkz. Tablo:1.4.1. ve 1.5.1.)

Kükürt muhtevası %0.8-5 arasında değişen özel ve resmi kuruluşların işlettiği işletmelerden elde edilen linyit kömürü, depolama sırasında bozulmaları, yanma esnasında kükürt oranlarının ve emisyon faktörlerinin büyüklüğünden dolayı hava kirlenmesine ve enerji kaybına neden olmaktadır.

Ülkemizde linyit kömürlerinin kalitesini iyileştirmek, yanma esnasındaki enerji kaybını önlemek amacı ile M.T.A. (Maden Tetkik Arama Kurumu), T.K.İ. (Türkiye Kömür İşletmeleri) ve diğer kuruluşların desteği ile "dumansız kömür" projesi geliştirilmiş ve ihtiyaca yeterli olmamakla beraber tesis işletmeye alınmıştır. "Dumansız Kömür", fuel-oil ve linyit kömüre göre hem kükürt oranı düşük (%0.35), hem de fiyatı ucuzdur. Ancak, teknik sorunlardan dolayı üretim yapılamamaktadır.

Tablo: 4.2.2.'den görüleceği gibi, hava kalitesi standartlarına en uygun olan kükürt dioksit (SO₂) ve partikül (PM) dağılımı Senaryo V, VIII, XI ve XII ile sağlanmaktadır. Senaryo V' de yerleşim ve endüstri bölgelerinde " Düşük Kükürtlü (%0.1) Fuel-Oil " kullanılması önerilmiş, bu durumda yerleşim bölgelerinde standarda yakın değer elde edilirken, endüstri bölgesinde takriben standartın yarı değerinde SO₂ konsantrasyonları ile

karşılaşılmaktadır. PM konsantrasyonu ise standartların 1/5 - 1/6 değeriindeki sonuçları vermiştir.

Senaryo VIII'de endüstri bölgesinde SO₂ ve arıtacak tesislerle beraber tüm kullanılan yakıtlar yerine yalnızca "Yüksek Kükürtlü (%4) Fuel-Oil" tüketilmesi, yerleşim bölgelerinde ise kullanılan yakıtlar yerine sadece "Dumansız Yakıt (Kömür)" tüketilmesi önerilmiş, aynı yakınlıkta sonuçlar elde edilmiştir.

Senaryo XI 'de ise endüstri bölgesinde arıtma araçları ile beraber senaryo V in önerilmesi durumunda Kükürt Dioksit (SO₂) bakımından yerleşim bölgesinde elde edilen sonuçlar kabul edilebilir sınırlar içerisinde (yaklaşık 300 mik.g. /m³) iken, endüstri bölgesinde standart değerlerin 1/7 'ine düşmüştür. Partikül konsantrasyonu açısından standart değerlerle kıyaslandığında, yerleşim bölgesindeki konsantrasyonlar 1/5'ini endüstri bölgesindeki değerler ise 1/20 'sini teşkil etmektedir.

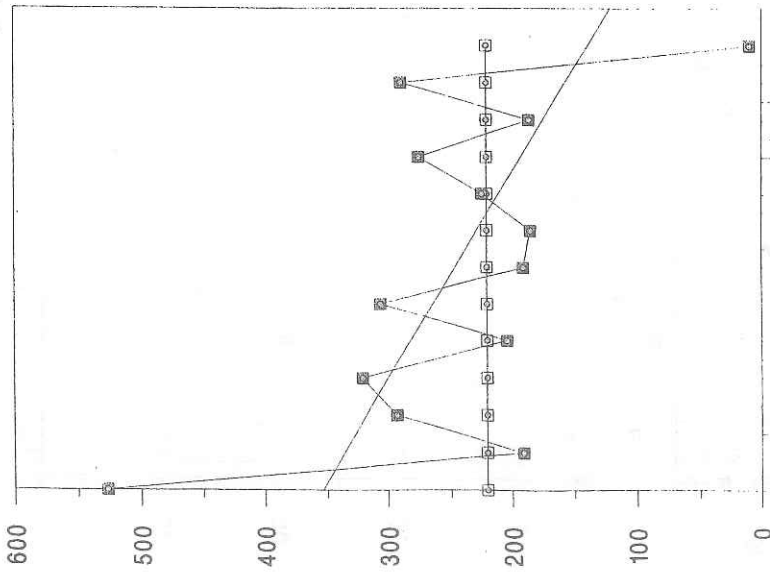
Standartlara en uygun kükürt dioksit ve partikül madde dağılımı sağlayan senaryolarda önerilen yakıtlar, "Dumansız Yakıt" ve "Düşük Kükürtlü Fuel- Oil" dir. Bilindiği gibi "Dumansız Yakıt", özellikle başkent Ankara 'nın hava kirliliğine çözüm olması için geliştirilen proje idi. Başta İstanbul ve diğer illerin de ihtiyacına cevap verebilmesi için Seyitömer 'de 200.000 ton/yıl kapasiteli kurulan tesise ilave olarak diğer linyit yataklarının bulunduğu yörelere de aynı tesislerden kurmak gerekecektir. "Düşük kükürtlü fuel-oil" temini için iki alternatif vardır. Bunların birisi, yüksek kükürtlü fuel-oil 'deki kükürt miktarını düşürmek, diğeri ise, yani düşük kükürtlü (%1 ihtava eden) ham petrol veya fuel-oil ithal etmektir. Bu ise, fevkalade döviz kaybına neden olmaktadır. Birinci alternatifi temin etmek için "kükürt arıtma tesisi" ne gereksinim vardır. Ülkemizde rafinerilerde bu tesisler var olmakla beraber, jet yakıtı, motorin, benzin gibi hafif yakıtlar için ayrılmıştır.

Hava kirliliği kontrol modellerinde en önemli faktörlerden birisi ekonomik olanlardır. Standartlara uygun sonuçlar veren öneriler, ekonomik olurlarsa uygulama imkanı bulabilirler. Fayda-maliyet açısından en uygun önlemin araştırılması, doğrusal (lineer) ve dinamik optimizasyon teknikleri ile yapılması mümkündür.

KÜKÜRT DİOKSİT(Mikro gram/m³)

— SO₂(ÖLÇ.)
— SO₂(STR.)

$$y = 3.5375E+2 - 1.7907E+1x \quad r^2 = 3.5498E-1$$



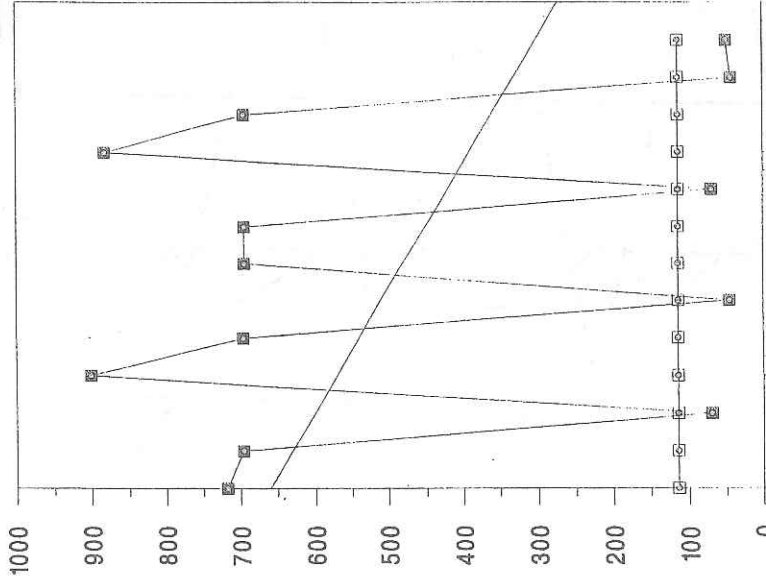
STRATEJİLER

Şekil : 4.2.1.

PARTİKÜL MADDE(Mikro gram/m³)

— PM.(STD.)
— PM.(STR.)

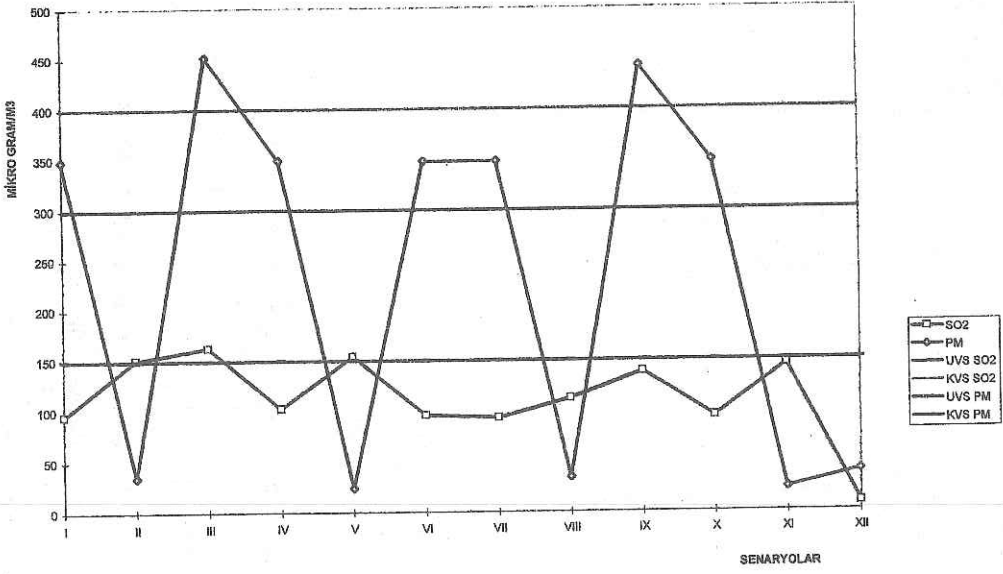
$$y = 6.6026E+2 - 2.9852E+1x \quad r^2 = 1.0630E-1$$



STRATEJİLER

Şekil : 4.2.2.

ZEYTİNBURNU İLÇESİNİN 1999 YILINDAKİ HAVA KİRLİLİĞİNE ÇÖZÜM SENARYOLARININ MUKAYYESESİ

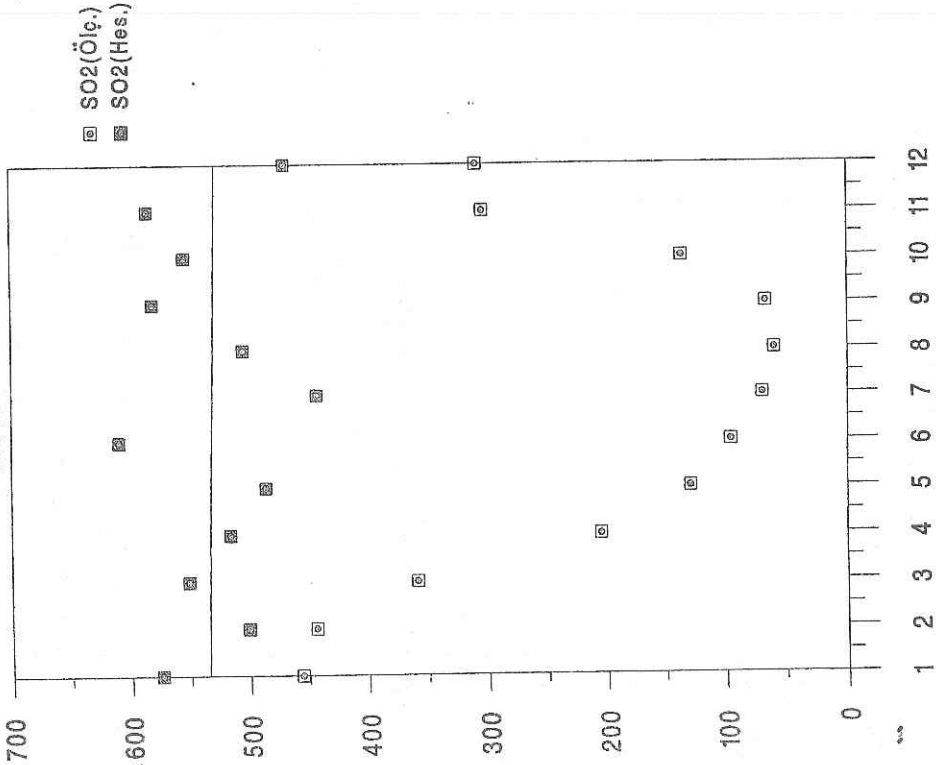


Şekil : 4.2.3.

KÜKÜRT DİOKSİT

$$y = 5.3495E+2 - 5.6993E-1x$$

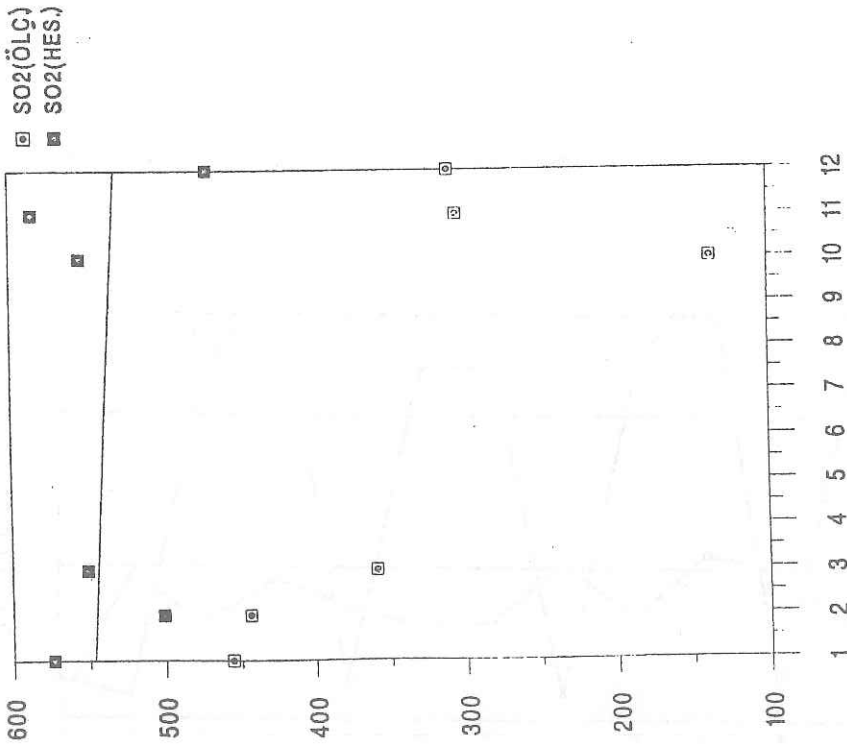
$$r^2 = 1.5562E-3$$



Şekil:4.2.4.Zeytinburnu ilçesinde ölçülen ile AY hesaplanan SO2 konsantrasyonlarının kıyasında ortaya çıkan istatistiksel bağıntı ve regresyon sayısı

KÜKÜRT DİOKSİT(Mikro gram/m³)

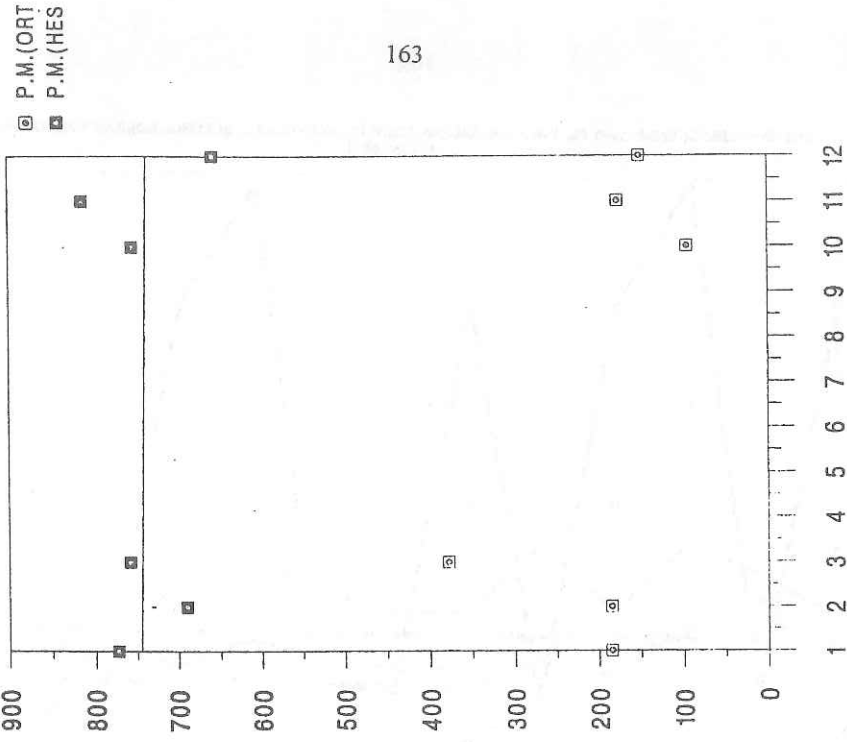
$$y = 5.4879E+2 - 1.5060E+0x \quad r^2 = 2.8310E-2$$



Sekil:4.2.5.Zeytinburnu ilçesinde ölçülen ile hesaplanan SO₂ konsantrasyonlarının kıyasında ortaya çıkan istatistiksel bağıntı ve regresyon sayısı

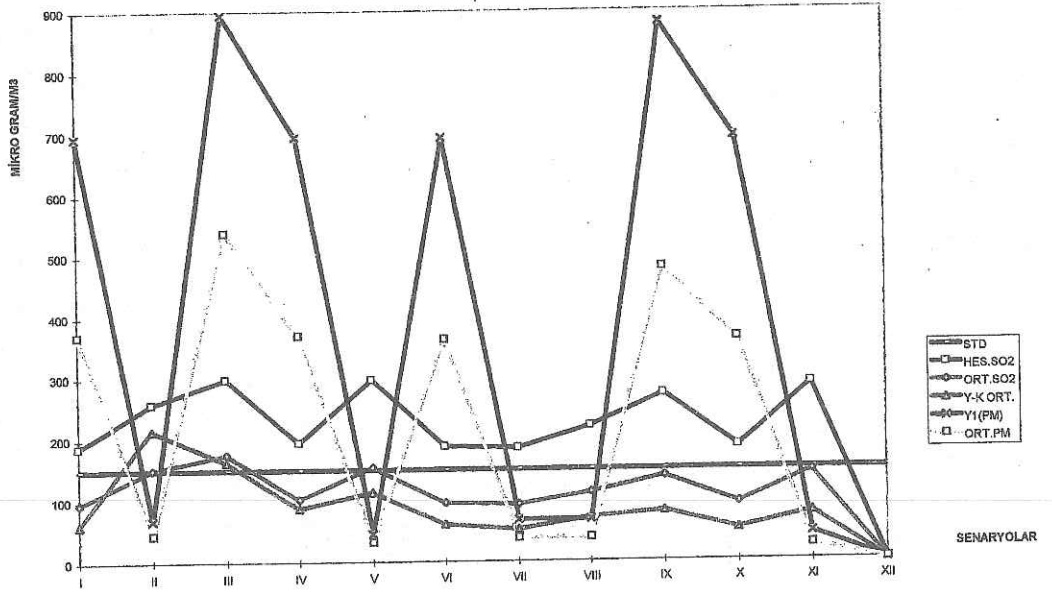
PARTİKÜL MADDE(Mikro gram/m³)

$$y = 7.4585E+2 - 7.2112E-1x \quad r^2 = 3.9564E-3$$



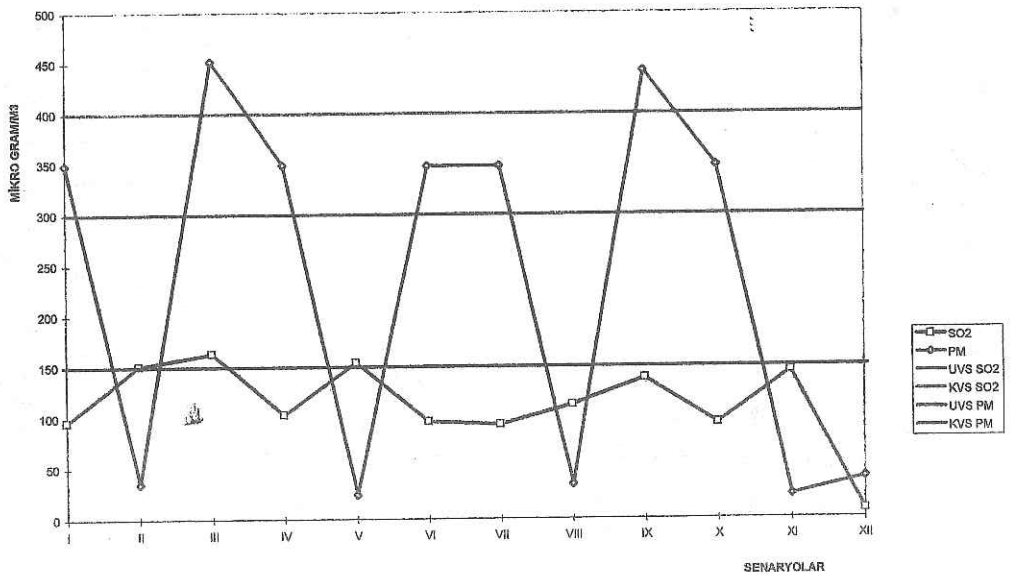
Sekil:4.2.6.Zeytinburnu ilçesinde ölçülen ile hesaplanan P.M.konsantrasyonlarının kıyasında ortaya çıkan istatistiksel bağıntı ve regresyon sayısı

ZEYTİNBURNU İLÇESİNİN 1989 YILI HAVA KİRLİLİĞİNİN ÇEŞİTLİ SENARYOLARLA BULUNAN KONSANTRASYONLARIN MUKAYESESİ



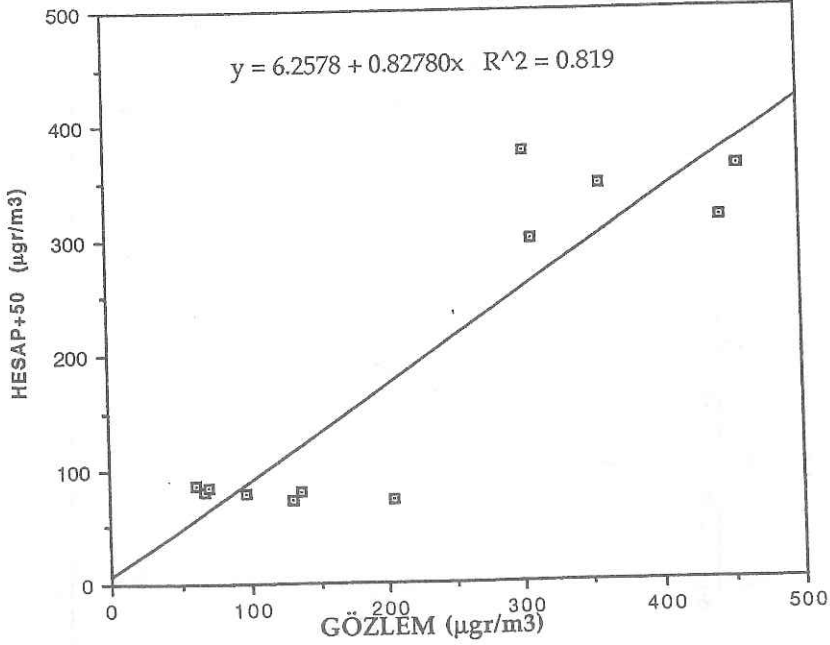
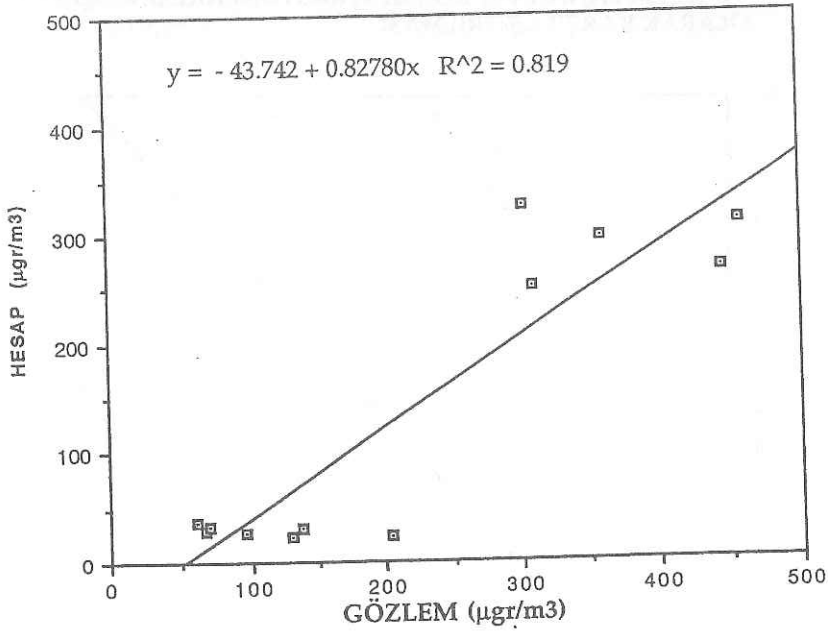
Şekil : 4.2.7.

ZEYTİNBURNU İLÇESİNİN 1989 YILINDAKİ HAVA KİRLİLİĞİNE ÇÖZÜM SENARYOLARININ MUKAYESESİ



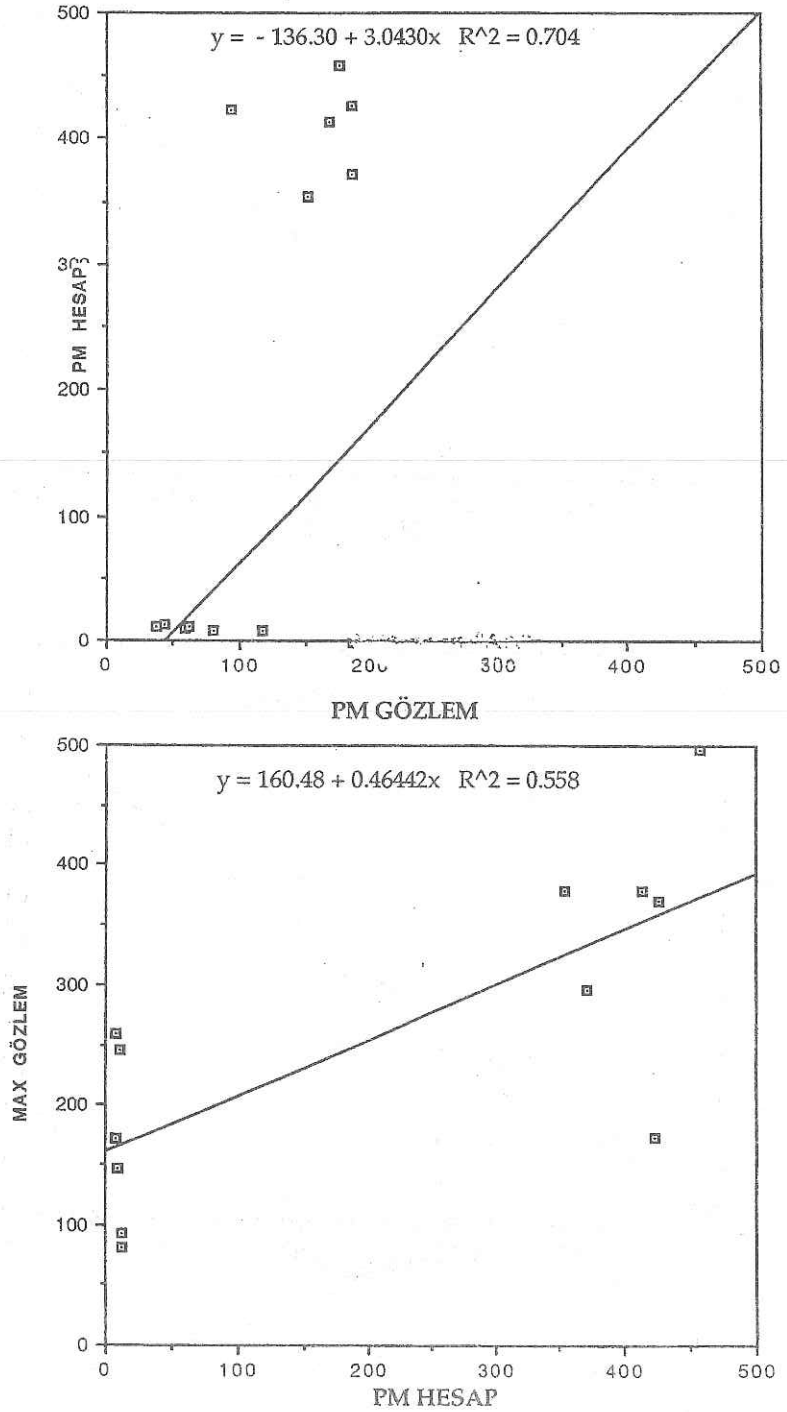
Şekil : 4.2.8.

ZEYTİNBURNU İLÇESİNE AİT 1989 GÖZLENEN VE HESAPLANAN
SO₂ KONSANTRASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI



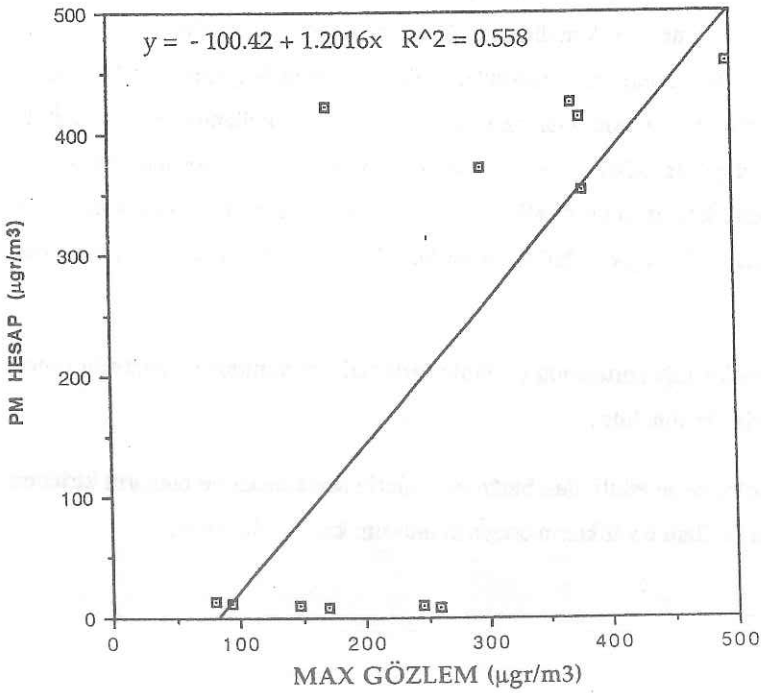
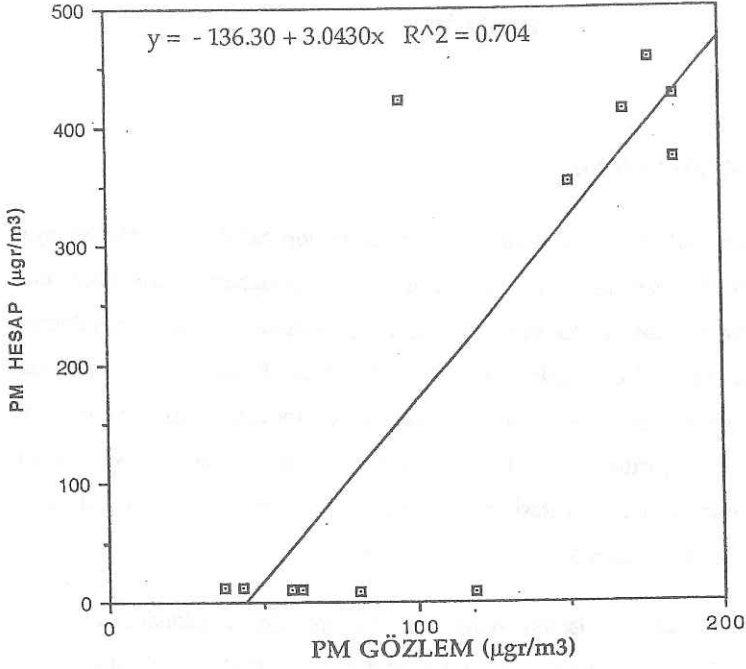
Şekil:4.2.10.

ZEYTİNBURNU İLÇESİNE AİT 1989 YILI İÇİN GÖZLENEN
VE HESAPLANAN PM KONSANTRASYONLARININ ($\mu\text{gr}/\text{m}^3$)
OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI



Şekil : 4.2.9.

ZEYTİNBURNU İLÇESİ 1989 YILI GÖZLENEN VE HESAPLANAN
PM KONSANTRASYONLARININ MUKAYESESİ



Şekil:4.2.11.

V. BÖLÜM

5.1. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tezde, yer seviyesinde hava kirleticilerinin konsantrasyon dağılımını hesaplamaya yarayan "Gauss Hüzme" eşitliğine dayanan ATDL (The Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory) bir matematik model geliştirilmiş ve İstanbul İli 'nin Zeytinburnu İlçesi'ne uygulanmıştır. Bu model aracılığı ile hesaplanan aylık ortalama konsantrasyonlar ölçüm sonuçları ile karşılaştırılmış, modelin kalibrasyonu ve verifikasyonu gerçekleştirilmiştir. Modelin işlerliği ortaya konduktan sonra konsantrasyon dağılımları hava kalitesi standartları ile kıyaslanmıştır. Hava kirliliğini azaltmak amacı ile çeşitli çözüm önerileri ileri sürülmüştür.

Önerilen senaryolar, yakıt kalitesini iyileştirme esasına dayanmaktadır. Önerilen yakıtlar, genellikle, "dumansız yakıt", "düşük kükürtlü linyit", "düşük kükürtlü fuel-oil" ve özellikle, "doğal gaz" üzerinde durulmuştur. Oniki senaryo içerisinde, İstanbul'un Zeytinburnu İlçesi 'nde yerleşim birimleri gecekondu, apartman dairesi veya müstakil evlerden meydana gelmesi ve konutların çoğunlukla sobalı olmasından, ayrıca sosyo-ekonomik açıdan fakir bölgemiz olmasından dolayı yerleşim bölgeleri için "dumansız yakıt" veya bugün için temini mümkün olan "doğal gaz" kullanılması önerilebilir. Maltepe ve Kazlıçeşme Mahallelerinde yoğunlaşan endüstri bölgesinde ise arıtma araçları ile birlikte kükürt oranı düşük (%4) fuel-oil veya çevre koşullarına en uygun olması bakımından "doğal gaz " kullanılması bu bölge için en pratik çözüm olacaktır. (Senaryo VIII)

Bir bölgede hava kirliliği sorununun çözümü; kirleticilerin tanıtımı ve kontrolü olmak üzere iki aşamada ele alınabilir.

Tanıtımı için kirlenmede etkili olan bütün etmenlerin saptanması ve bunların kirlenme değerlendirmesi ile ilgili özelliklerin ortaya konmasını kapsar. Sırasıyla;

*Bölgenin meteorolojik ve topoğrafik özellikleri saptanır,

*Bölgedeki kirleticilerin kaynakları belirlenir. Kirleticilerin emisyon envanterleri hazırlanır. Bu emisyon envanterleri o bölgenin kirliliği hakkında alınabilecek kararların tespitine olanak verir.

İstanbul'un havasının özellikle, son 10 yılda artan hızla kirlenmekte olduğunu yukarıdaki bulgular göstermiştir. SO₂ ve PM kirliliğinin büyük bir yüzdesi kalitesiz kömür ve yüksek kükürtlü fuel-oilden kaynaklanmakta olup, ısınma sezonundaki kükürt dioksit ve partikül madde nitelikli hava kirliliğindeki toplam payları takriben %98 'dir (Delfiner, 1975). Artan nüfus, dolayısıyla yerleşim birimlerine istegın artması, hava kirliliğinin bu boyutlara ulaşmasında etkili olmuştur. Kirliliğın mertebesini, plansız yapılaşma sonucu insan müdahalesiyle değışen topoğrafya ve bunun beraberinde meteorolojik faktörler arttırmıştır.

Hava kirliliğinin azaltılmasında en etkin önlem, kirletici kaynaklarının kontrol altına alınmasıyla mümkündür. Özellikle fosil türü yakıtlarda kükürt dioksit ve partikül emisyonlarının kontrolü kirliliğı önemli ölçüde azaltacaktır. Bu kirleticilerin emisyonu doğal gaz için ihmal edilebilecek kadar düşük seviyededir. Bu bakımdan, doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması, bilhassa kış aylarında kükürt dioksit ve partikülden kaynaklanan ve insan sağlığının tehdit edici hava kirliliğinin kontrol altına alınmasını sağlayacaktır. Buna en iyi örnek olarak, Ankara 'da 1990 yılından itibaren doğal gazın kullanılmasının yaygınlaştırılması sonucunda hava kirliliğinin önemli ölçüde azalması gösterilebilir (Ertürk, 1995). Meteorolojik faktörlerin kontrolü mümkün olmadığından insan faktörünün tesirli olduğu tedbirlerin alınması şarttır. Bu kirletici kaynaklarının etkisini azaltmak için alınması gereken önlemler şu şekilde sıralanabilir.

5.1.1. Doğal Gaz Kullanımına Öncelik Verilecek Bölgeler

Doğalgaz şebekesinin ulaşığı bölgelerde, doğal gaz kullanımı teşvik edilmeli ve hava kirliliğinin yoğun olabileceğı tahmin edilen bölgelere doğal gaz şebekesi bağlanmalıdır. Hava kirliliğine maruz kalabilecek bölgelerden biri yeni sanayi bölgesi ve toplu konut

alanları olarak planlanan Mahmutbey, İkitelli, Halkalı Yenibosna ve Havaalanına uzanan vadidir. Bu bölgede kesinlikle yeşil alan artırılarak doğal gaz kullanımı zorunlu hale getirilmelidir. Bu bölgenin vadi özelliği ileride meydana gelebilecek yoğun hava kirliliğine maruz kalacağının işaretlerini vermektedir. Avrupa yakasında birinci derecede kirlilik potansiyeline sahip bölgelerden biri de Şirinevler, Bahçelievler, Güngören ve Bağcılar 'ı içine alan bölgedir. Bu alanlar, Ataköy 9. ve 10. kısımlardaki yapılaşmanın hem denizden gelebilecek meltem rüzgarlarını hem de siklonik aktiviteden doğabilecek gradyan rüzgarlarını engellemesinden dolayı daha fazla kirlenmeye maruz kalmıştır. Anadolu yakasında ise E -5 karayolu etrafında 1980 'den sonra hızla oluşan yeni yerleşim alanları da hem kış aylarında evsel ısınma maksadıyla kullanılan yakıtlardan ve sanayiden gelen, hem de motorlu taşıtlardan çıkan egzost kirliliği açısından büyük potansiyele sahiptirler. Bu kesimde hava kirliliği açısından en kritik bölge, özellikle Kasım - Mart dönemini içeren kış sezonunda hava kirliliğinin maksimum seviyeye ulaştığı üst Göztepe - Hasanpaşa arasında bulunan vadidir.

Doğal gazın ivedi olarak kullanılması gereken bölgeler şu şekilde sıralanabilir:

- a) Haliç Vadisi (Eminönü, Fatih, Bayrampaşa, Gaziosmanpaşa, Eyüp, Kağıthane, Okmeydanı, Kasımpaşa ve Beyoğlu 'nu kapsayan bölge),
- b) Üst- Göztepe, Kozyatağı, Örnek Mahallesi, Bulgurlu, Acıbadem, Hasanpaşa ve Fikirtepe 'yi ihtiva eden bölge,
- c) Şişli 'nin Büyükdere Caddesi 'ni içeren alan (Fulya Mahallesi),

Hızla yerleşim alanı haline gelen ve kirlenmeye maruz kalabilecek mahalleler de doğalgaz kullanımı özendirilmeli ve desteklenmelidir. İstanbul 'un bu bölgelerini şu şekilde sıralamak mümkündür.

- 1) Avrupa Yakasında: Bahçelievler, Kocasinan, Şirinevler, Güngören, Bağcılar, Mahmutbey, İkitelli, Yenibosna, Cennet Mahallesi ve Halkalı Toplu Konutları 'nı içeren bölge.

2) Anadolu Yakası: E-5 karayolunun kuzeyinde oluşan yeni yerleşimler: Küçükbakkalköy, Türkîş Blokları, Esenkent, Cevizli, Yakacak ve Kaynarca, Ümraniye, Dudullu, Sultanbeyli 'yi içeren bölge.

5.1.2. Yakıt Kalitesinin İyileştirilmesi

Genellikle İstanbul 'da, ya da herhangi bir ilçesinde SO_2 'den kaynaklanan hava kirliliği, kış aylarını kapsayan Kasım- Mart Döneminde ısınma veya enerji elde edilme amacıyla kullanılan kükürt ve su yüzdesi yüksek, kalorifik değeri düşük, kalitesiz kömür ve fuel-oil (5 ve 6 numara) vb. yakıtlardan meydana gelmektedir. Daha önce yapılan modelleme çalışmaları, İstanbul 'da hava kalitesinin SO_2 ve PM açısından standartlarda öngörülen seviyeye getirilmesi için, yerleşim bölgeleri ve sanayi tesislerinde düşük kükürtlü yakıtların (kükürt muhtevası %1 'in altında olan kömür ve fuel-oil vb.) ve partiküler emisyonu düşük olan kaliteli kömürlerin kullanılması gerektiği belirlenmiştir (Ertürk, 1986).

Doğal gazda SO_2 ve PM emisyonlarının ihmal edilebilecek kadar düşük olması dolayısıyla, öncelikle mevcut şebekenin kullanıcılara sağlanabilecek mali destekle tam kapasite olarak kullanılması, yakıt kullanımında ortaya çıkan SO_2 ve PM 'den ileri gelen hava kirliliğini önemli ölçüde azaltabilecektir. Doğalgazın ulaşmadığı bölgelerde ise, kalorifik değeri yüksek, partiküler madde emisyonu ve kükürt içeriği düşük kömür ve 4 numaralı fuel-oil kullanımına öncelik verilmelidir.

Alınması gerekli tedbirler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- a) Toplu Taşımacılığa önem verilmeli,
- b) Kurşunsuz benzin kullanımı teşvik edilmeli,
- c) Motorlu taşıtlarda egzost emisyonlarının denetimi yapılmalı,
- d) Kalorifer ateşçileri eğitilmeli,

- e) Yeni yapılan binalarda gerek proje ve gerekse iskan ruhsatı aşamasında ısı yalıtımı zorunluluğu getirilmeli,
- f) Şehir içinde bina yıkımı ve yapımı kontrol edilerek hava sürkilasyonunu etkileyecek yüksek binaların yapımına kesinlikle izin verilmemelidir.

Buna örnek olarak; Şişli Bölgesi'nde, Büyükdere Caddesi üzerinde yapılması düşünülen gökdelenler engellenmelidir. Aksi taktirde bu durum, hem egzostlardan gelen hem de evsel yakıtlardan çıkan kirleticilerin çok yoğun olduğu bir bölge olan Şişli İlçesi 'nin daha da kirlenmesine neden olacaktır (Ertürk,1995).

Nisan 1996 'da Ertürk ve arkadaşlarının hazırladığı "son 2 yılın ısınma sezonlarında hava kirliliğinin meteorolojik açıdan incelenmesi" ile ilgili araştırma projesi sonuçlarını özetlersek;

* Hava kirliliğinin 1994-95 ve 1995-96 ısınma sezonu durumu ve zamansal değişimi ile rüzgar şiddeti ve yönü enversiyon yüksekliği gibi meteorolojik değerlerin analizleri kıyaslandığında aralarında belirgin bir farkın olmadığı, yağışlı bir karaktere sahip olduğu, özellikle, 1995-96 ısınma sezonu nisbi olarak bir önceki yıldan daha soğuk olduğu tespit edilmiştir (Ertürk, 1996).

* 1995-96 sezonunun daha soğuk olması, daha fazla yakıt tüketimini, dolayısıyla İstanbul 'da daha yüksek hava kirliliği gözlenmesi beklenirken, aksine hava kalitesinde büyük bir iyileşme gözlenmiştir. Kaliteli yakıt kullanımının bu kirliliğin azalışında çok önemli bir rol oynadığı aşıkardır.

* 1995-96 ısınma sezonunda kaliteli yakıt kullanımının teşvik edilmesi veya doğalgaza geçilmesi, yakıt denetiminin sıklığı ve ısrarlı olması İstanbul'a kalitesiz yakıtın girmemesine sebep olmuş, dolayısıyla, hava kirliliğine neden olan unsurların ortadan kalkması sağlanmıştır. Örnek olarak geçen yıl hava kirliliği bakımından en yoğun bölgeler Haliç Koridoru (Şişli'den Fatih'e kadar olan bölge) ile Üst Göztepe'den Hasanpaşa'ya kadar olan alanlar iken, 1995-96 yılında aynı bölgelerde hava kirliliği gözlenmemiştir;

çünkü, bu bölgede doğal gaz dönüşüm olması en büyük etkidir. Aynı şekilde Bağdat Caddesi 'nden Üst Göztepe' deki Soyak Sitesi 'ne kadar arada kalan bölgedeki konutların çoğu bu sene ya doğal gaz geçmişler ya da denetimli yakıt kullanmışlardır.

* Sonuç olarak, geçen sezona göre Kükürt Dioksitteki azalışın en kuvvetli nedeni olarak doğal gazın yaygınlaşması ve önceki senelere göre daha kaliteli kömürün kullanılmasıdır. Meteorolojik koşulları arasında belirgin bir farklılığın gözlenmemesi ve geçen senedeki kirliliğin en yoğun olduğu iki bölgenin bu geçtiğimiz sezon gözlenmemesi bu neticeyi doğrulamaktadır (Ertürk, 1995).

Bu tezde, yukarıda belirtilen konuların dışında elde edilen sonuçları aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

1. Geliştirilen "Gauss Hüzmesi" esaslı "matematik model", herhangi bir bölgede hava kirliliğini istenilen seviyeye azaltmak, hava kalitesi standartlarının altında tutmak ve kontrol etmek için çeşitli alternatifler, senaryolar ve öneriler geliştirmek için oldukça faydalı bir şekilde kullanılabilir.
2. "Matematik Model " aracılığı ile, herhangi bir bölgedeki işlevlerde oluşabilecek değişikliklerin hava kalitesine etkisi hesaplanarak alınacak önlemlerin planlaması yapılabilir. İşlevlerdeki değişikliklerden amaç, yeni sanayi tesislerinin kurulması, nüfus artışı, yakıt kalitesinin veya cinsinin değişmesi anlatılmaktadır.
3. "Matematik Model " ile herhangi bir bölge için yer seviyesindeki kirleticilerin mekanla değişimini "kriking metodolojisi "ni kullanarak hesaplama olanağı vardır (Delfiner, 1975).
4. Herhangi bir bölge için hava kalitesi standardını bozmayacak şekilde kaynaklardaki emisyonlar için uygun standartları geliştirme olanağını sağlar.
5. "Matematik Model " ile herhangi bir bölge için yer seviyesinde istenilen hava kalitesi standartlarında kurulacak olan yeni tesislerin ve fabrikaların sayısı ve yerlerinin saptanmasını olanaklı kılar.

6. Herhangi bir nokta kaynağının (elektrik santrali, çimento, metal-döküm fabrikaları, vs.) baca gazlarını ve prosesten çıkan diğer kirleticileri atmosfere vermeden önce uyulması için gerekli önlemler bu model sayesinde hesaplanabilir.

Son olarak, İstanbul'da hava kirliliği sorunu özellikle 1980'li yıllardan itibaren insan sağlığını tehdit eden boyutlara ulaşmış, kirletici konsantrasyonları hava kalitesi standartlarının birkaç kat üzerine çıkmıştır. Düzenli SO₂ ve PM ölçümlerinin Türkiye'nin birçok şehrinde 1985'te başlamış olması son 10 yıldaki verilerin geçmişteki değerlerle mukayesine imkan vermemektedir. Başlıca kaynağı motorlu taşıtlar olan "fotokimyasal kirleticilerin" ölçümüne ise 1995 yılından itibaren başlanmıştır.

Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre (DİE, 1992), 1985 yılından itibaren SO₂ ve P.M. (Partikül Madde) konsantrasyonlarının aylık ortalama değeri giderek artmıştır. Ocak 1985'te aylık ortalaması 150 µg/m³ olan SO₂ konsantrasyonu, Ocak 1990'da 510 µg/m³ aylık ortalama değere ulaşarak lineer bir artış eğilimi göstermektedir. (Ertürk et al., 1995). Aradaki salınlar tamamıyla o aylarda hüküm süren meteorolojik koşulların (Siklon sayısı, enversiyon tekrarlama sıklığı, rüzgar hızı, v.b.) etkisinden dolayıdır.

Gerçekten, Zeytinburnu İlçesinde ölçülen kirletici konsantrasyonu yıllara göre azalmasında a) meteorolojik faktörlerin kirleticileri dağıtması yönünde siklon sayısında ve enversiyon tekrarlama aralığının sık olması, rüzgar hızı, yanında, siklon sayısındaki artış; dolayısıyla yağışların artması da faktörlerin arasındadır. Ayrıca, diğer önemli konu özellikle Kazlıçeşme mahallerinde bulunan Dericilerin bu mahalden taşınarak farklı üç bölgeye gitmeleri de hava kirleticileri konsantrasyonlarının aşağı çekilmelerinde çok önemli katkıları olmuştur. Matematik Modelle yaptığı çalışmada sonuçları gereği, hesaplanan ile ölçülen arasında <<SO₂>> için özellikle <<C>> atmosferik stabilite seçilmeli; C=AQ/u tipi modelle hesaplamalarda ise C stabilite şartları için A=20 ila 50; D stabilite şartlarında A= 150-170 alınır; <<PM>> için de <<C>> atmosferik koşullar seçilirse model kalibre edilip uygun sonuçlar elde edilmektedir. Normal <<Matematik Model>> 'le hesaplamalarda daima D=nötr atmosferik stabilite, ilgili ayın ortalama rüzgar hızı ve rüzgar frekansları data girdileri olarak alınmıştır. Halbuki her ayın günlük

stabilite tesbiti tablolarından görüleceği gibi A'dan F'ye kadar değişen stabilite türleri bulunmuştur. Modelin kalibrasyonunda data girdilerinde A, a, b gibi stabilitelerde değişiklik yaparak uygunluğu araştırılmıştır.

Hesaplanan ile ölçülen SO₂ ve P.M. konsantrasyonları <<credit craft>> programı kullanılarak grafiklendirilmiş, lineer denklemleri ve regresyon sayıları bulunmuştur.

İstanbul ve Ankara'da son 60 yıllık dönemde şehir ısı adası üzerinde yapılan çalışma (Karaca, et al., 1995) şehirlerdeki sıcaklığın kırsal kesime nazaran daha yüksek olduğunu ortaya koymuş ve bu durum Mann-Kendall test vasıtasıyla istatistiksel olarak incelenmiştir. şehirlerdeki yüksek sıcaklığın bir sebebi de yoğun hava kirliliği olduğu tesbit edilmiştir.

KAYNAKLAR

"A Nomographic Solution of The Gaussian Diffusion Equation", 1985. A.E., Volume 19, No.1, pp. 87-91,.

"A Simple Model For Diffusion of SO₂ In Bergen", 1985. A.E., V1.19, p.p.415-422.

Ak, N., 1989. "Zeytinburnu İlçesi Sanayinin Yakıt Tüketimi İle İlgili Anket Formu"

Alessio, S., Briatore, L., Elisei, G., and Longhetto, A., 1983. "A Laboratory Model of Wake-Affected Stack 'S Emissions" Atmos. Environ., 21; (1) p.p. 1-5.

Ayalp, A. 1976. "İstanbul'da Atmosfer Kirlenmesi", Doktora Tezi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası.

Briggs, G.A., 1969. "Plume Rise", USAEC Rept. No Tid 25075.

Businger.J.A., and Andayra,S.P., 1974. "Heights Of The Mixed Layer In The Starif, Staratifaed Planetary Boundary Layer" Adv.Geophys., 18; 73-92.

Carpenter, C.H., et., al., 1970. "Principal Plume Dispersion Models" TVA Power Plants, 63 Rd., Annual Meeting, Japca.

Carson , J.E., and Moses, H., 1969. "The Validity of Several Plume Rise Formulas" , Journal Air Poll. Cont.Assoc. (Japca) 19, p.p. 862-866.

Cheng, Y.S., Yeh, H.C., Carpenter, R.L., Hanson, R.L., Newton, G.J., and Henderson, R.F., 1976. "Low Coal Gas Compustion Emission Characteristics", Japca, Volume-33, No. 11.

Delfiner, P., and J.P. Delhomme, 1975. "Optimum Interpolation by Kriking" İn J.C.Davis And M.J. Mccollagh (Eds.), Display and Analysis of Spatial Data., Willey, London, p.p. 96-114

Drake, R.L., 1979. "Mathematical Models For Atmospheric Pollutions", Appendix C: " Governing Equations For Atmospheric Trace Constituents and Solution Techniques" Electric Power Research Institute Report Aa-1131, Palo-Alto, California.

Dutton, J.A., 1976. "The Ceaseless Wind, An Introduction To The Theory Of Atmospheric Motion", New York, McGraw-Hill.

Ertürk, F., 1981. "Hava Kirliliği", MMLS Ders Notları, İ.T.Ü.

Ertürk, F., Karaca, M., Tayanç, M., Pişkin, C., Ekinçi, B.M., 1996. "1995-96 ile 1995-96 Isınma Sezonlarında Hava Kirliliğinin Meteorolojik Açidan İncelenmesi", Araştırma Projesi, İst. B. Şehir Belediyesi Çev. Kor. ve Gel. Da. Bşk.

Ertürk, F., Karaca, M., Tayanç, M., Saral, A., 1995. "İstanbul'un Hava Kirliliği Haritasının Çıkarılması ve Doğal Gaz Kullanımına Öncelik Verilecek Bölgelerin Belirlenmesi", Araştırma Projesi, İst. B.Şehir Belediyesi Çev. Kor. Ve Gel. Da. Bşk.

Ertürk, F., 1981. "İstanbul'un Haliç Bölgesinde Hava Kirlenmesinin Matematik Modelle İncelenmesi", Doçentlik Tezi, İ.T.Ü.

Gifford, F.A. 1981. "Computation of Pollution From Several Sources" , Int. Journal of Air Pollution, 2, p.p. 209-110.

Gifford, F.A., Jr. And Hanna, S.R., 1970. "Urban Air Pollution Modelling", Meeting of The Int. Union of Air Pollution Prev. Assoc. Washington.

Hanna, S., R., 1971. "A Simple Method of Calculating Dispersion From Urban Area Sources", Japca, 21, p.p. 774-777.

Hanna, S., R., 1977. "A Stability Correction For A Simple Urban Dispersion Model", Proceedings of Ams Conference on Applications of Air Pollution Meteorology, Salt Lake City, 20 Nov-2 Dec.

Hanna, S.R. And Swisher, 1970. "Air Pollution Meteorology of The Rockwood-Harriman. Tennessee, Industrial Corridor" Atm. Turb. and Diffusion Laboratory Report.40, Oak Ridge, Tennessee.

Hanna, S.R., 1973. "Application of The Simple Dispersion Model to A Rural Industrial Region" Presented at the 3rd Annual Industrial Air Pollution Control Conference, Knoxville, Tennessee.

Hanna, S.R., 1970. "Description of Atdl Computer Model For Dispersion From Multiple Sources" Industrial Air Pollution Control, Volume :1, p.p. 23-32.

Hanna, S.R., and Gifford, F.A., Jr. 1977. Application of The Atdl Simple Urban Dispersion Model To Frankfurt, West Germany", Prodeceedings of The Nato/Ccms 8th International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and Its Application, September, 20-23, Louvain-La-Neuve, Belgium.

Hanna, S.R., 1973. "Description of Atdl Computer Model For Dispersion From Multiple Sources", In Industrial Air Pollution Control, K.Noll And J. Duncan, Ann Arbo Science Inc., P.O.Box 1425.

Hanna, S.R., 1975. Enviromental Research Laboratories, "Air Resources Atmospheric and Diffusion Laboratory Oak Ridge, Tennessee, p.p. 212-219.

Hanna,S.R., 1971. "A Simple Method of Calculating Dispersion from Urban Area Sources", J. Air Pollution Control Ass., 21, p.p. 774-777.

Hanna. S.,R., 1972. "An Air Quality Model For Knox Country, Tennessee " Atm.Turb And Diff. Lab., Rept. 55, Box, E., Oak Ridge, Tennessee

İGDAŞ İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi Ve Ticaret A.Ş. 1994. "Doğal Gaz Spesifikasyonları"

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Geliştirme Daire Başkanlığı, 1996. "Mobil Araçla Ölçülen Hava Kirleticileri Verileri".

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Basın ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü, 1989. "Basın Tanıtım Bülteni"

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 1989. "Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü" Raporları.

İstanbul Sanayi Odası, 1989. "Zeytinburnu İlçesi Sanayi Kesiminin İş Türlerine Göre Sınıflandırılması".

Jauregui, E., Godinez, L., and Cruz, F., 1992. "Aspects of Heat-Island Development In Guadalajara Mexico, Atmos. Environ. 26B, p.p. 391-396.

Karaca, M., Tayanç, M., and Toros, H., 1995. "Effects of Urbanization on climate of Istanbul and Ankara ", Pergamon, Atmos. Environ. p.p. 3411-3421.

Koning, H.W., And Arceivala, S.J., 1978. "Report on Air Pollution Control in Ankara".

Kömür Satış Tevzii Müessesesi, 1989. "İstanbul Bölge Müdürlüğü, Kömür Analiz Raporları".

Kor, M.N., 1974.. "Çevre Sağlığı ve Teknolojisi" Cilt: 1, "Kullanılmış Suların Uzaklaştırılması ve Tasfiyesi ", İ.T.Ü. Matb.

Lamb, R.G., 1983.. "A Regional Scale (1000 Km) Model Of Photochemical Air Pollution ", Part I, Theoretical Formulation, U.S: Epa Document EPA 600/ 3-83-035.

Mitsumoto, S., and Ueda, H., 1983. "A Laboratory Experiment On The Dynamics Of The Land Sea Breeze", J. Atmos., Sci., 40; 1228-1240.

Munshi, U. and Patil, R.S., 1981."Application Of Atdl Model To Bombay", Japca Journal Of The Air Pollution Control Association , Volume : 31, 998-1001.

Myrick R.H. and Asquin, D.M., 1992." Air Quality Monitoring Report For Alberta", Environmental Assessment Division, Alberta Environmental, Technical Report No; 92-2a, p.p. 149.

Myrick, R.H., Sakiyama, S.K., Angle, R.P., and Sandhu, H.S., 1994. " Seasonal Mixing Heights And Inversions at Edmonton, Alberta", Pergamon Atmos.Environ. Vol. 28., No. 4, p.p.723-729.

Nevers, N. 1995. " Air Pollution Control Engineering "Mcgraw-Hill, New York.

Syneysers, R. 1990. "On The Statistical Analysis of Series of Obversitions", Who Tech. Note 143, p.p.192

Perkins, H.C., 1974. "Air Pollution", Mcgraw-Hill Publishing Co.

Pielke, R.A., 1984. "Mesoseal Meteorological Modeling", Orlando; Florida; Academic Press.

Pissimapis, D.K., Karras, G.S., and Natoridou, V.A., 1991. "On The Meteorological Conditions During Some Strong Smoke Episodes In Athens", Atmospheric Environment 258, p.p. 193-202.

Puttock, J.S., 1979. "Turbulent Diffusion From Sources Near Obstacles With Separated Wakes", Part-II. Concentration Measurements Near A Circular Cylinder In Uniform Flow. Atmos.Environ., 13; p.p. 15-22.

Sandusky, W.F., 1985. "Measured Atmospheric Stability Near Dakridge, Tennessee, Japca", Volume: 35 , No 2., p.p.121-126.

Seinfeld, J.H., 1975. "Air Pollution-Physical And Chemical Fundamentals", New York; Mcgrow-Hill.

Skaggs, D.L., and Robinson, E., 1976. "A Comparison of Methods For Estimating Atmospheric Stability And Diffusion Coefficients", Japca, Volume 26, No.9.

Slade, D. (E.D.), 1968. "Meteorology And Atomic Energy" USAEC Rept. No. TID-24190.

Smith, M.C., Ed. 1968. "Recommended Guide For The Prediction of The Dispersion of Airborne Effluents, ASME.

Stern. A.C., ed. 1970. "Proceedings of Symposium on Multiplesource Urban Diffusion Models", Epa, Air Pollution Control off., Research Triangle Park, N.C.1970).

T.C. Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı, 1986. "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği", T.C. Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı Yayınları 4.

T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1980-1990. "Çevre İstatistikleri Hava Kirliliği".

T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1989. "Türkiye İstatistik Yıllığı".

T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1989. "İnşaat İstatistikleri".

Tarım Bakanlığı İstanbul-Kadıköy Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, 1989. "Göztepe İstasyonu Verileri".

"Technical Note Modelling Urban Air Pollution", 1973.,A.E., Vol.7, p.p.131-136.

Thomas, F.W., Carpenter, S.G., Colbaugh, W.C., 1970. " Plume Rise Estimates For Electric Generating Stations" (Japca) , 20.

Touma, J.S., 1977. "Dependence of The Wind Profile Power Law on Stability For Various Locations", Japca, V.27, N.9.

Türk Petrol Ofisi, 1989. "Yakıtlar ve Yağların Özellikleri".

Turner, D, S., "Workbook Of Atmospheric Dispersion Estimates" Washington, D.C. , Hew.

Wark, K. And Warner, C.F., 1976. "Air Pollution Its Origin And Control", Harper and Row Publishers, Inc.

Willis, G. E., And Deardorff, J.W. 1981. "A Laboratory Study of Dispersion From A Source In The Middle Of The Convectively Mixed Layer", Atmos. Environ., 16; p.p. 109-117.

Turners, D.B.1992. "Will Accuracy of Air Quality Simulation Models be Improved Soon? ", Pittsburgh IV-16A. In 9th World Clean Air Congress and Exhibition, Montreal, Canada, 31 Aug to 4 Sep 1992, Air and Waste Management Association,

Zannetti, P., 1990. " Air Pollution Modeling", Theories Computational Methods And Available Software, Aero Vironment Inc., Monrovia, California, New York, Chapter; 2; p.p. 30-31.

Zeytinburnu İlçesi Belediyesi, Basın ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü, 1989. "Basın Tanıtım Bülteni".

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Namık AK
Doğum Tarihi	:13 Aralık 1956
Doğum Yeri	:Konya
Eğitimi	:1971-1974 Konya Gazi (Erkek) Lisesi 1974-1978 Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü'nde "Kimya Mühendisi" olarak Lisans, 1981-1983 İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalı Çevre Programı'nda Master, (Yüksek Lisans) 1997 Y.T.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora,
İş Hayatı	:1979-1984 Mehtap Emaye A.Ş.'de İşletme ve Laboratuvar Şefi, 1984-1988 Ülker ve Uzay A.Ş.'de İşletme, Planlama, İmalat, Kalite, Kontrol Şefi, 1988-1991 Tayaş A.Ş.'de Genel Koordinatör, 1991-1994 Vestaş A.Ş.'de İşletme Müdürü, 1994-1997 İstanbul Büyükşehir Belediyesi önce Suser A.Ş.'de Genel Müdür Danışmanı, Satınalma Müdürü sonra İSTAÇ A.Ş.'de Satınalma-Satış Müdürü, 1997-1999 Kombassan Holding' de "Genel Koordinatör" Endüstri Holding' de "Genel Müdür", 1/11/1999-.... İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAÇ A.Ş.'de "Genel Müdür Teknik Yardımcısı",
Medeni Hali	:Evli ve üç çocuk babası
Yabancı Dili	:İngilizce (iyi)

Bilimsel Çalışmaları: * "Alüminyum Emaye El Kitabı" adıyla tercüme eseri, 1981.

* "Emaye Endüstrisi Sıvı Atıklarının Tasfiyesi Yüksek Lisans Tezi" İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1983.

* "İstanbul- Zeytinburnu İlçesinde Hava Kirliliğinin Matematik Modelle İncelenmesi" doktora tezi 1997.

* "İstanbul-Zeytinburnu İlçesi Alanında Hava Kirliliğinin Dispersiyon Modeli ile İncelenmesi", Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Rektörlüğü, Nisan 1997.

* "Bayrampaşa Sarıdökümcüler Sitesindeki Hava Kirliliğinin ve Ağır Metal Emisyonlarının Araştırılması Projesi Raporu", İ.B.Ş.B., Temmuz 1997.

* "Kombassan Holding A.Ş. İş Merkezi Ön ÇED Raporu", Ağustos 1997.

* "Piyalepaşa İş Merkezi İnşaatı ÇED Raporu", Aralık 1997.

* "Teknik ve Kültürel Dergilerde" yayınlanmış 25 kadar makale....

EKLER

EK-1 TABLOLAR

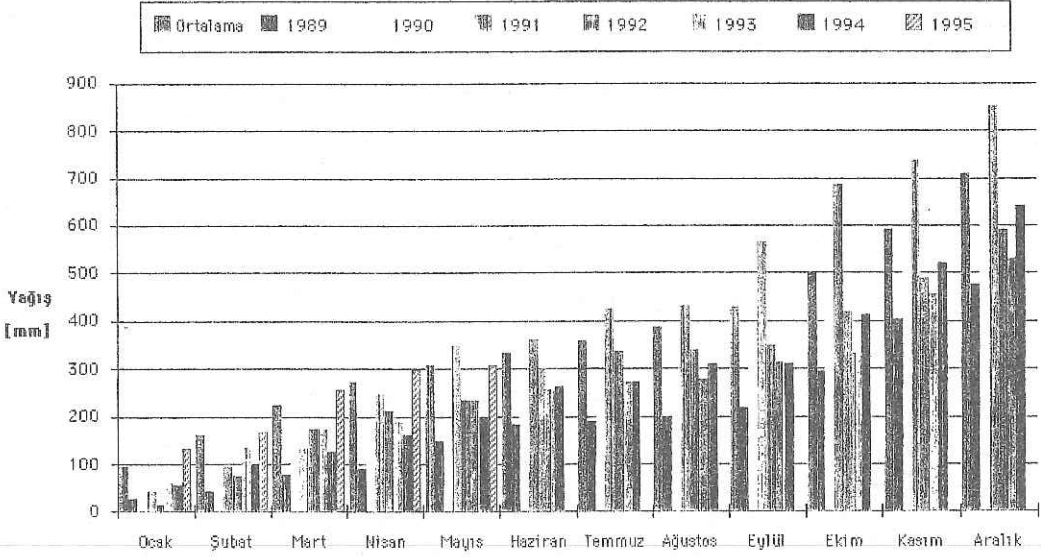
AYLAR	İSTANBUL YAĞIŞLARI													
	40 Yıllık Yağış Normalleri		Aylık Yağışlar 1989		Yıllık Yağışlar 1990		Aylık Yağışlar 1991		Yıllık Yağışlar 1992		Aylık Yağışlar 1993		Yıllık Yağışlar 1994	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Ocak	94.7	94.7	27.5	35.3	35.3	41.7	41.7	13.3	13.3	62.7	62.7	56.3	56.3	132.6
Şubat	65.5	160.2	16.1	43.6	33.3	68.6	53.2	94.9	61.5	74.8	135.5	43.9	100.2	167.5
Mart	64.7	224.9	34.0	77.6	33.2	101.8	38.0	132.9	100.0	174.8	37.6	25.8	126.0	256.3
Nisan	47.4	272.4	13.1	90.7	43.9	145.7	113.2	246.1	36.9	211.7	17.0	190.1	160.9	296.8
Mayıs	34.1	306.5	56.8	147.5	44.2	189.9	102.9	349.0	21.0	232.7	44.7	35.8	196.7	305.6
Haziran	27.6	334.0	34.8	182.3	47.4	237.3	12.6	361.6	67.8	300.5	21.5	256.3	64.7	261.4
Temmuz	24.9	359.0	6.9	189.2	5.5	242.8	63.0	424.6	55.6	336.1	14.4	270.7	10.9	272.3
Ağustos	28.8	387.7	9.7	198.9	19.4	262.2	6.2	430.8	1.5	337.6	9.1	279.8	36.8	309.1
Eylül	41.5	429.3	17.8	216.7	79.0	341.2	133.9	564.7	10.6	348.2	33.1	312.9	0.9	310.0
Ekim	69.4	498.7	77.0	293.7	56.9	398.1	122.6	687.3	71.6	419.8	18.5	331.4	102.6	412.6
Kasım	93.0	591.7	109.0	402.7	109.8	507.9	50.0	737.3	68.3	488.1	126.2	457.6	108.2	520.8
Aralık	114.8	706.5	73.6	476.3	153.7	661.6	115.0	852.3	103.5	591.4	72.7	530.3	121.0	641.8

TABLO : E.2. İSTANBUL ÇİVARI 1995 YAĞIŞLARININ UZUN YILLAR ORTALAMALARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

AYLAR	KARTAL				FLORYA				KUMKÖY			
	Ortalama Yağış		1995 Ortalama Toplam Yağışlar		Ortalama Yağış		1995 Ortalama Toplam Yağışlar		Ortalama Yağış		1995 Ortalama Toplam Yağışlar	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Ocak	89.0	87.1	89.0	87.1	87.2	121.6	87.2	121.6	99.9	197.0	99.0	197.0
Şubat	67.1	22.8	156.1	109.9	64.9	25.3	152.1	146.9	67.3	49.7	166.3	246.7
Mart	60.8	80.6	216.9	190.5	59.4	97.6	211.5	244.5	69.5	95.0	235.8	341.7
Nisan	48.2	48.3	265.1	238.8	45.3	37.2	256.8	281.7	43.5	32.8	279.3	374.5
Mayıs	30.6	3.2	295.7	242.0	30.6	5.3	287.4	287.0	39.2	16.9	318.5	391.4
Haziran	24.0		319.7		26.8		314.2		31.4		349.9	
Temmuz	20.7		340.4		21.1		335.3		23.7		373.6	
Ağustos	20.6		361.0		21.8		357.1		40.8		414.4	
Eylül	38.2		399.2		34.6		391.7		50.0		464.4	
Ekim	60.4		459.6		61.2		452.9		82.5		546.9	
Kasım	81.5		541.1		85.7		538.6		99.1		646.0	
Aralık	103.9		645.0		102.2		640.8		114.4		760.4	

EK-2 GRAFİKLER

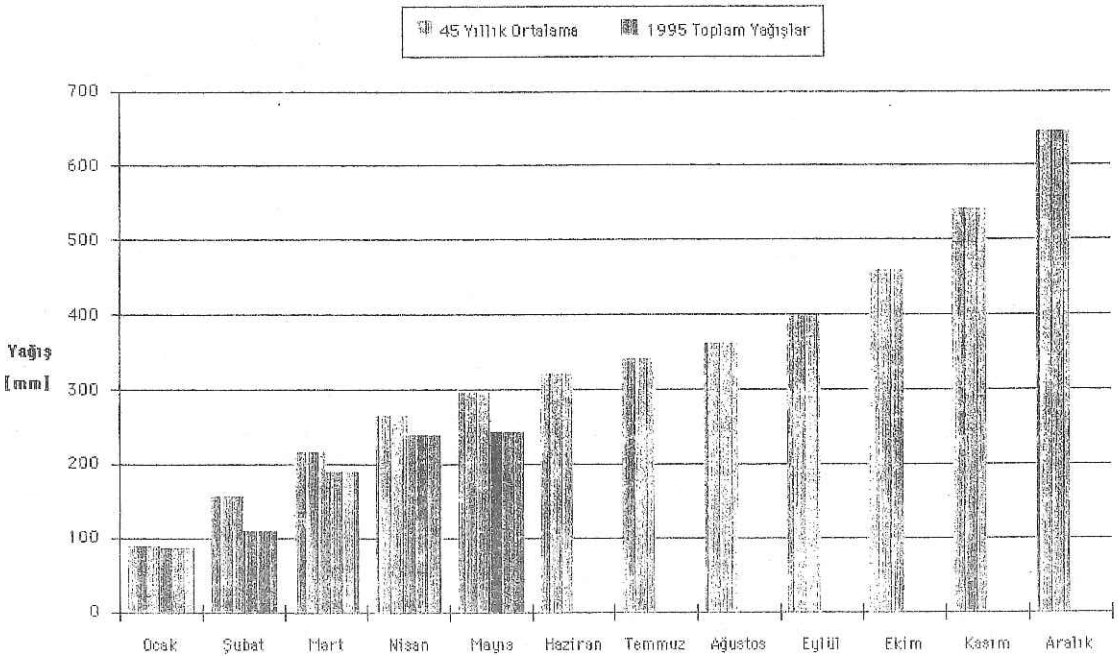
İSTANBUL YAĞIŞLARI



Şekil : E.1.

İSTANBUL'UN 1989-1990-1991-1992-1993-1994-1995 YAĞIŞLARININ 40 YILLIK ORTALAMA İLE KARŞILAŞTIRILMASI

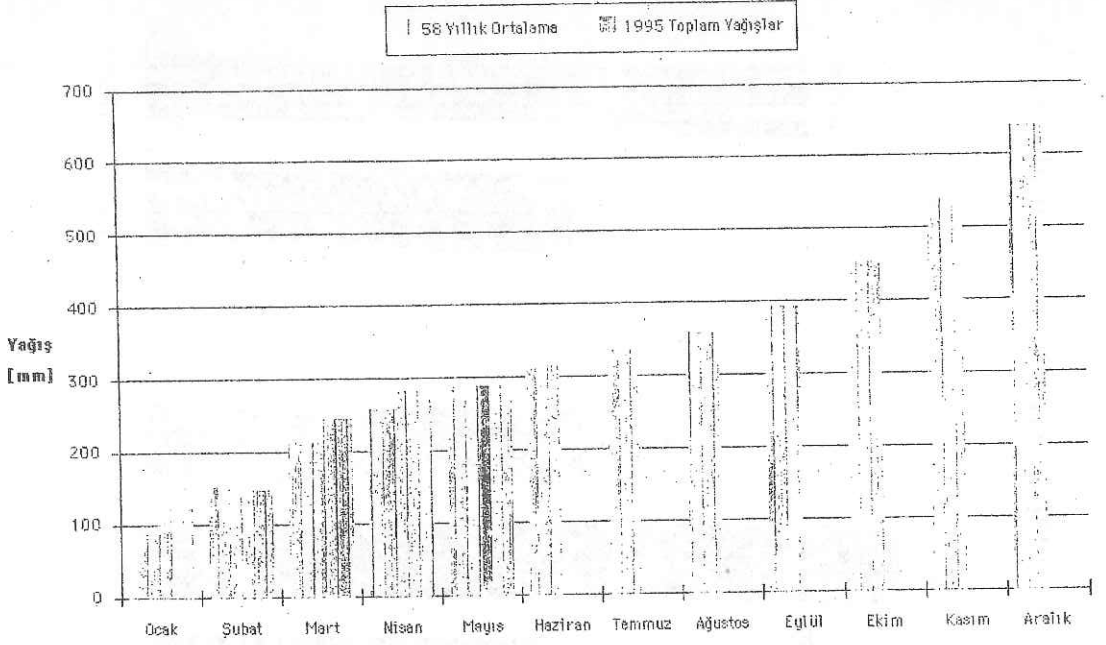
KARTAL



KARTAL İSTASYONUNUN 1995 YAĞIŞLARININ UZUN YILLAR ORTALAMASI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Sekil : E.2.

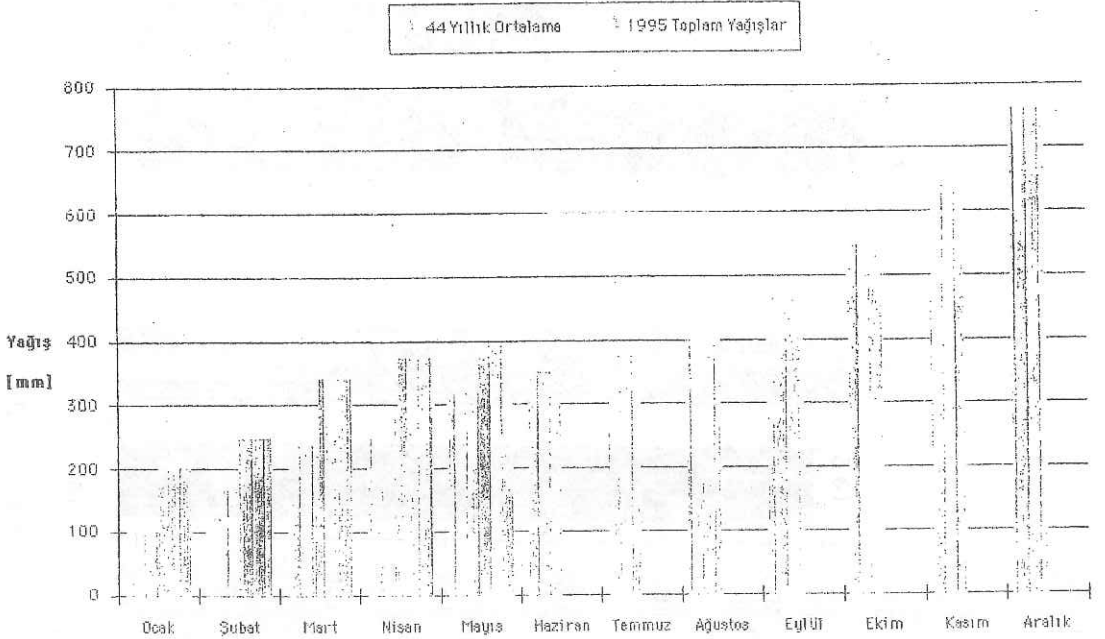
FLORYA



FLORYA İSTASYONUNUN 1995 YAĞIŞLARININ UZUN YILLAR ORTALAMASI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

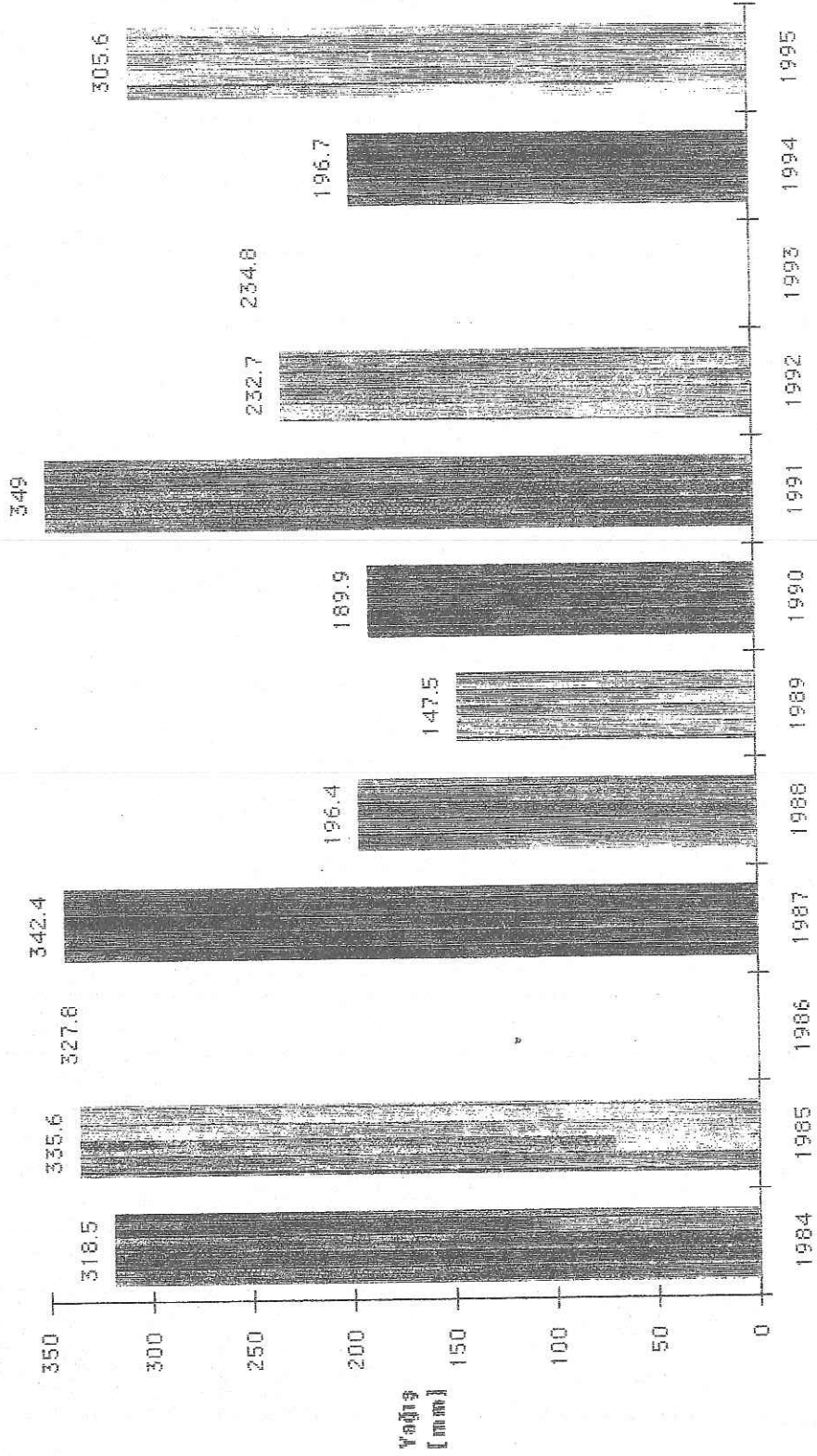
Şekil : E.3.

KUMKÖY

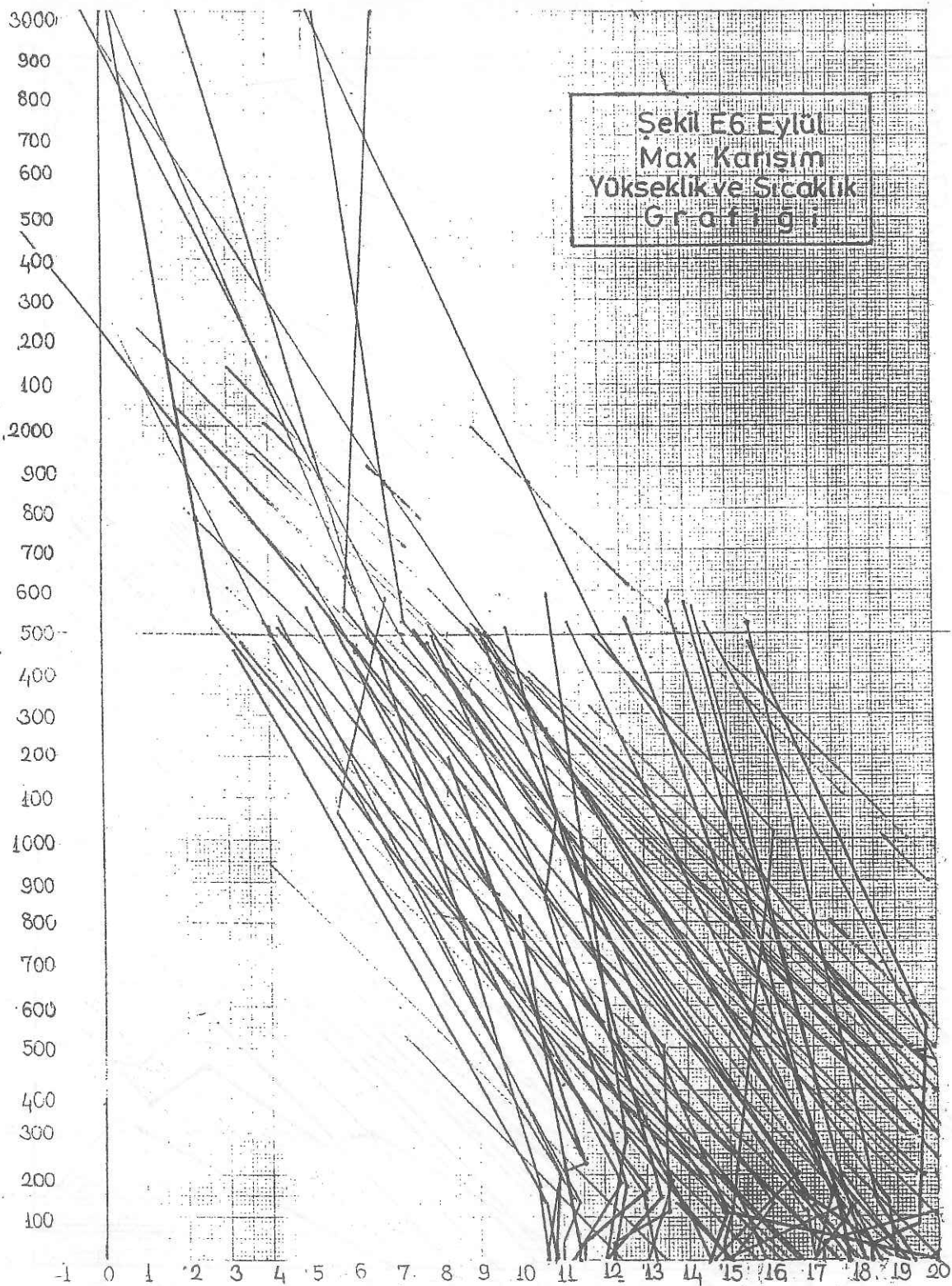


Şekil: E.4. KUMKÖY İSTASYONUNUN 1995 YAĞIŞLARININ UZUN YILLAR ORTALAMASI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

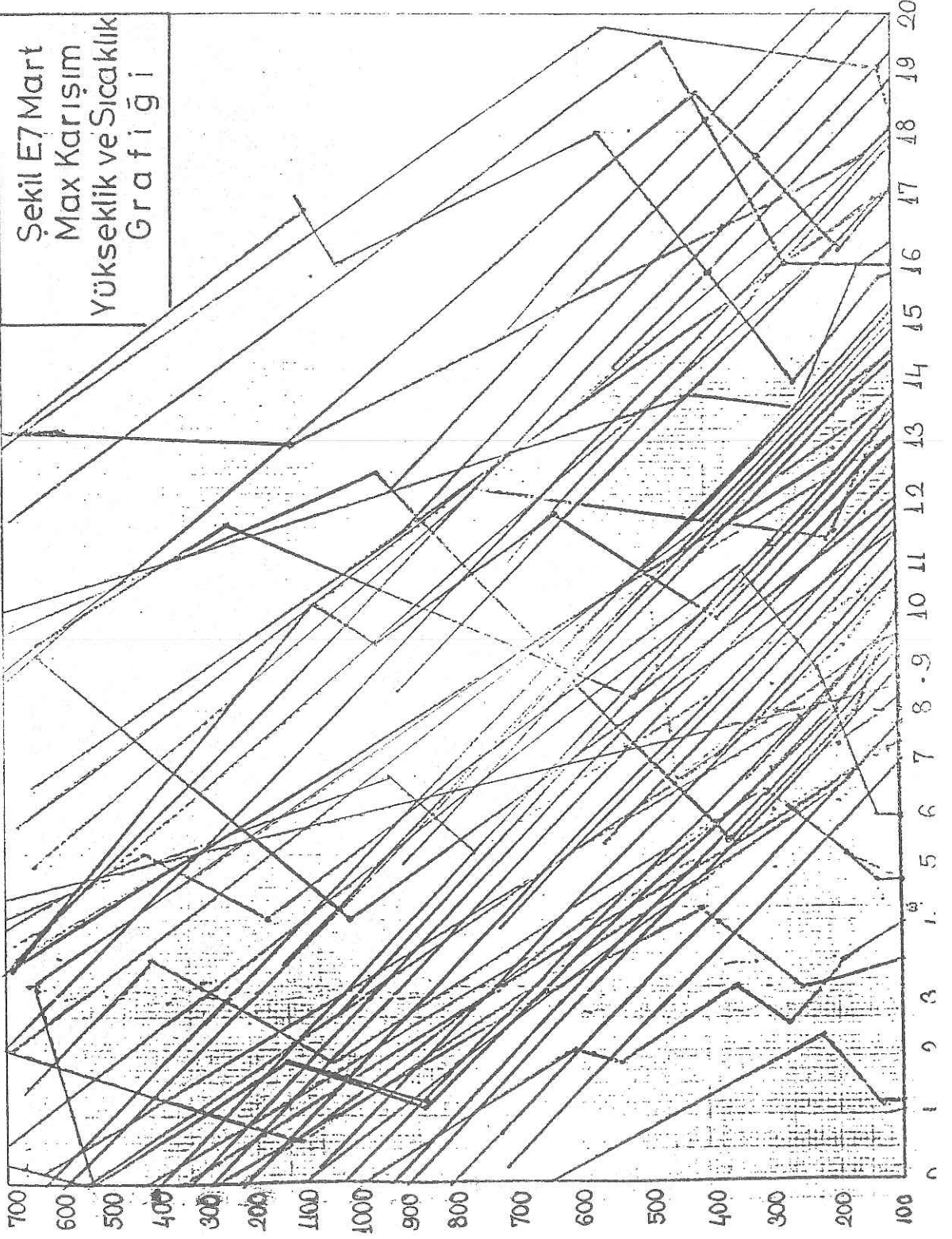
1995 YILI OCAK-ŞUBAT-MART-NİSAN-MAYIS AYLARINDA İSTANBUL'UN ALDIĞI
YAĞIŞLAR



Şekil : E.5.



Şekil E7 Mart
Max Karışım
Yükseklik ve Sıcaklık
Grafiği



EK-3

MATEMATİK MODEL PROGRAMI

```

CLS
E = 30: Z = 20: Y = 10
DIM S(E, E), FU(E, E), C(E, E), A(E, E), QE(E, E), SS(E, E), AA(E, E), AC(E, E)
DIM IC(Y, E), JC(Y, E), QEC(Y, E), ID(E), JD(E), ST(100), RX(Y), PX(Y), H(Z)
DIM NP(Z), AAB(E, E), RAT(E, E), F(16)
INPUT "DX, BX": DX, BX
INPUT "NR, NC": NR, NC
INPUT "NO, NH": NO, NH
FOR I = 1 TO NR: FOR J = 1 TO NC
S(I, J) = BX
NEXT J: NEXT I
NN = 1
FOR I = 1 TO NN
INPUT "RX(I)": RX(I)
NEXT I
FOR I = 1 TO NN
INPUT "PX(I)": PX(I)
NEXT I
INPUT "U": U
LPRINT "F MATRISI DATALARI"
FOR I = 1 TO 8
READ F(I)
NEXT I
DATA .307,.03,.02,.11,.14,.045,.066,.30
FOR I = 1 TO NO
INPUT "ID(I)": ID(I)
NEXT I
FOR J = 1 TO NO
INPUT "JD(J)": JD(J)
NEXT J
FOR J = 1 TO NO
INPUT "ST(J)": ST(J)
NEXT J
JI = NC - 4: IJ = NR - 4
LPRINT "S(I,J) DEGERLERININ GIRILMESI"
FOR I = 5 TO IJ: FOR J = 5 TO JI
LPRINT "I="; I; " J="; J
INPUT S(I, J)
NEXT J: NEXT I
FOR I = 1 TO NH: INPUT "H(I)": H(I): NEXT I
FOR I = 1 TO NH: INPUT "NP(I)": NP(I): NEXT I
FOR I = 1 TO NH: NNP = NP(I)
FOR J = 1 TO NNP: INPUT "IC(I,J)": IC(I, J): NEXT J
FOR J = 1 TO NNP: INPUT "JC(I,J)": JC(I, J): NEXT J
FOR J = 1 TO NNP: INPUT "QEC(I,J)": QEC(I, J): NEXT J
NEXT I
LPRINT "RUZGAR GULU"
FOR I = 1 TO 8: LPRINT "F("; I; ")="; F(I): NEXT I
FOR I = 1 TO 9: FOR J = 1 TO 9: FU(I, J) = 0: NEXT J: NEXT I
E = 1 / U
FU(5, 5) = E
FOR I = 1 TO 4
FU(5 - I, 5 + I) = F(2) * E
FU(5 + I, 5 + I) = F(6)
FU(5 + I, 5 - I) = F(10) * E
FU(5 - I, 5 - I) = F(14) * E
FU(5 - I, 5) = F(16) * E
FU(5, I + 5) = F(4) * E
FU(5 + I, 5) = F(8) * E
FU(5, 5 - I) = F(12) * E
NEXT I

```

```

FU(4, 5) = FU(4, 5) + E * (F(1) + F(15))
FU(5, 6) = FU(5, 6) + E * (F(3) + F(5))
FU(6, 5) = FU(6, 5) + E * (F(7) + F(9))
FU(5, 4) = FU(5, 4) + E * (F(11) + F(13))
FOR I = 1 TO 2
  FU(1 + I, 6) = F(1) * E
  FU(4, I + 6) = F(3) * E
  FU(6, I + 6) = F(5) * E
  FU(6 + I, 6) = F(7) * E
  FU(6 + I, 4) = F(9) * E
  FU(6, I + 1) = F(11) * E
  FU(4, I + 1) = F(13) * E
  FU(1 + I, 4) = F(15) * E
NEXT I
FU(1, 7) = F(1) * E
FU(3, 9) = F(3) * E
FU(7, 9) = F(5) * E
FU(9, 7) = F(7) * E
FU(9, 3) = F(9) * E
FU(7, 1) = F(11) * E
FU(3, 1) = F(13) * E
FU(1, 3) = F(15) * E
LPRINT "SATIR SAYISI="; NR
LPRINT "SUTUN SAYISI="; NC
LPRINT "NO="; NO
LPRINT "NH="; NH
LPRINT "m biriminde DX="; DX
LPRINT "BX="; BX
LPRINT "RUZGAR HIZI="; U; "M/SN"
FOR I = 1 TO NR: FOR J = 1 TO NC: QE(I, J) = 0: NEXT J: NEXT I
FOR K = 1 TO NO: I = ID(K): J = JD(K): S(I, J) = ST(K): NEXT K
FOR I = 1 TO NR: FOR J = 1 TO NC: PRINT "    S("; I; ", "; J; ")="; S(I, J),
NEXT J: NEXT I
FOR II = 1 TO NN: R = RX(II): B = PX(II)
PRINT
LPRINT "SIGMA USTEL KANUN PARAMETRELERINE AIT YENI SET"; " R="; R; " B="; B
1190 IF NO <= 0 THEN 1860 ELSE 1200
1200 FOR I = 1 TO 9: FOR J = 1 TO 9
  C(I, J) = 0
NEXT J: NEXT I
BB = ((DX / 2) ^ (1 - B)) / (R * (1 - B))
CC = 9 ^ (1 - B) - 7 ^ (1 - B)
DD = .8 * BB * CC
FOR J = 1 TO 9 STEP 2
  C(1, J) = DD * FU(1, J)
  C(9, J) = DD * FU(9, J)
NEXT J
FOR I = 3 TO 7 STEP 2
  C(I, 1) = DD * FU(I, 1)
  C(I, 9) = DD * FU(I, 9)
NEXT I
CC = 7 ^ (1 - B) - 5 ^ (1 - B)
DD = .8 * BB * CC
C(8, 8) = DD * FU(8, 8)
C(2, 2) = DD * FU(2, 2)
C(2, 8) = DD * FU(2, 8)
C(8, 2) = DD * FU(8, 2)
FOR J = 4 TO 6
  C(2, J) = DD * FU(2, J)
  C(8, J) = DD * FU(8, J)
NEXT J
FOR I = 4 TO 6
  C(I, 2) = DD * FU(I, 2)
  C(I, 8) = DD * FU(I, 8)
NEXT I
CC = 5 ^ (1 - B) - 3 ^ (1 - B)

```



```

DD = .8 * BB * CC
FOR J = 3 TO 7
C(3, J) = DD * FU(3, J)
C(7, J) = DD * FU(7, J)
NEXT J
FOR I = 4 TO 6
C(I, 3) = DD * FU(I, 3)
C(I, 7) = DD * FU(I, 7)
NEXT I
CC = 3 ^ (1 - B) - 1 ^ (1 - B)
DD = .8 * BB * CC
FOR J = 4 TO 6
C(4, J) = DD * FU(4, J)
C(6, J) = DD * FU(6, J)
NEXT J
C(5, 4) = DD * FU(5, 4)
C(5, 6) = DD * FU(5, 6)
C(5, 5) = .8 * BB * FU(5, 5)
LPRINT "ALAN KAYNAK KATSAYILARI MATRISI"
FOR I = 1 TO 9: FOR J = 1 TO 9: PRINT "    C("; I; ", "; J; ")="; C(I, J),
NEXT J: NEXT I
FOR I = 5 TO IJ: FOR J = 5 TO JI
A(I, J) = 0
FOR K = 1 TO 9: FOR L = 1 TO 9
A(I, J) = C(K, L) * S(I - 5 + K, J - 5 + L) + A(I, J)
NEXT L: NEXT K: NEXT J: NEXT I
LPRINT "YER KAYNAKLARININ KONSANTRASYONLARI"
FOR I = 5 TO IJ: FOR J = 1 TO JI: LPRINT "    A("; I; ", "; J; ")="; A(I, J),
NEXT J: NEXT I
1860 IF QEC(1, 1) <= 0 THEN 3130 ELSE 1870
1870 LPRINT "YUKSEK KAYNAKLAR"
FOR I = 5 TO IJ: FOR J = 5 TO JI: AAB(I, J) = 0
NEXT J: NEXT I
FOR NI = 1 TO NH: FOR KL = 1 TO NR: FOR KM = 1 TO NC: QE(KL, KM) = 0
NEXT KM: NEXT KL
LPRINT "EFEKTIF KAYNAK YUKSEKLIGI= H("; NI; ") ="; H(NI)
NNP = NP(NI)
FOR K = 1 TO NNP
LPRINT "SATIR SAYISI"; IC(NI, K)
LPRINT "SUTUN SAYISI"; JC(NI, K)
LPRINT "EMISYON (MIKROGRAM/SN)"; QEC(NI, K)
NEXT K
FOR K = 1 TO NNP: I = IC(NI, K): J = JC(NI, K): QE(I, J) = QEC(NI, K): NEXT K
FOR L = 1 TO 9: FOR K = 1 TO 9: D(L, K) = 0: NEXT K: NEXT L
XY = H(NI) ^ 2 / 2
P = EXP(-XY / (R ^ 2 * ((DX / 2) ^ (2 * B))))
PA = R * ((DX / 2) ^ (B + 1))
XINT = 0
DDR = 0
XX2 = DX / 2
FOR IJJ = 1 TO 100
IF IJJ <= 10 THEN DR = 100 ELSE DR = 1000
DDDR = DDR + DR / 2: DDR = DDDR + DR: XYZ = XY / (R ^ 2 * (DDDR ^ (2 * B)))
IF XYZ <= 20 THEN 2230 ELSE 2240
2230 XINT = XINT + DR * EXP(-XYZ) / (DDDR ^ B)
2240 IF XX2 <= DDR THEN IJJ = 100 ELSE 2250
2250 NEXT IJJ
D(5, 5) = XINT / (8 * R * XX2 ^ 2)
FOR L = 1 TO 4: E = 2 * L
EF = E ^ (2 * B): XF = 1.4 * E: FE = XF ^ (2 * B)
Z = P ^ (1 / EF) / (PA * (E ^ (B + 1)))
IF L <= 1 THEN 2390 ELSE 2340
2340 D(5, 5 + L) = Z: D(5, 5 - L) = Z: D(5 + L, 5) = Z: D(5 - L, 5) = Z
GOTO 2430
2390 D(5, 6) = Z / 3: D(5, 4) = Z / 3: D(6, 5) = Z / 3: D(4, 5) = Z / 3:
2430 Z = P ^ (1 / FE) / (PA * (XF ^ (B + 1))): D(5 + L, 5 + L) = Z

```

```

D(5 - L, 5 + L) = Z: D(5 + L, 5 - L) = Z: D(5 - L, 5 - L) = Z
NEXT L
FOR L = 1 TO 2: QQ = 2 * L + 2: QG = 1.1 * QQ: G = QG ^ (2 * B)
Z = P ^ (1 / G) / (PA * (QG ^ (B + 1))) : D(4 - L, 6) = Z: D(4 - L, 4) = Z
D(6 + L, 4) = Z: D(6 + L, 6) = Z: D(4, 4 - L) = Z: D(6, 4 - L) = Z
D(4, 6 + L) = Z: D(6, 6 + L) = Z
NEXT L
FOR L = 1 TO 2
QQ = 2 * L + 2
QG = 1.1 * QQ
G = QG ^ (2 * B)
Z = P ^ (1 / G) / (PA * (QG ^ (B + 1)))
D(4 - L, 6) = Z: D(4 - L, 4) = Z: D(6 + L, 4) = Z: D(6 + L, 6) = Z
D(4, 4 - L) = Z: D(6, 4 - L) = Z: D(4, 6 + L) = Z: D(6, 6 + L) = Z
NEXT L
Z = P ^ (.125 ^ (2 * B)) / (PA * (B ^ (B + 1)))
D(1, 7) = Z: D(3, 1) = Z: D(3, 9) = Z: D(7, 1) = Z: D(7, 9) = Z: D(9, 3) = Z: D
FOR K = 1 TO 9: FOR L = 1 TO 9
SS(K, L) = 2.04 * D(K, L) * FU(K, L)
NEXT L: NEXT K
LPRINT "YUKSEK KAYNAKLAR ICIN KATSAYILAR"
FOR I = 1 TO 9: FOR J = 1 TO 9
PRINT "SS("; I; ", "; J; ") = "; SS(I, J)
NEXT J: NEXT I
FOR I = 5 TO IJ: FOR J = 5 TO JI: AA(I, J) = 0
FOR K = 1 TO 9: FOR L = 1 TO 9: ADD = SS(K, L) * QE(I - 5 + K, J - 5 + L)
AA(I, J) = AA(I, J) + ADD: AAB(I, J) = AAB(I, J) + ADD
NEXT L: NEXT K: NEXT J: NEXT I
LPRINT H(NI); "YUKSEKLIGINDEKI KAYNAKLARIN KONSANTRASYONLARI"
FOR I = 1 TO 11: FOR J = 1 TO 11: LPRINT "AA("; I; ", "; J; ") = "; AA(I, J)
NEXT J: NEXT I

NEXT NI
IF NO <> 0 THEN 2960 ELSE 3130
2960 IF NH <> 0 THEN 2970 ELSE 3130
2970 FOR I = 5 TO IJ: FOR J = 5 TO JI: AC(I, J) = A(I, J) + AAB(I, J)
RAT(I, J) = A(I, J) / AC(I, J)
NEXT J: NEXT I
LPRINT "ALAN KAYNAKLARIN TOPLAM KONSANTRASYONA ETKI ORANI"
FOR I = 5 TO IJ: FOR J = 5 TO JI: LPRINT "RAT("; I; ", "; J; ") = "; RAT(I, J)
NEXT J: NEXT I
3130 NEXT II
END

```

```

F MATRISI DATALARI
S(I,J) DEGERLERININ GIRILMESI
I= 5      J= 5
I= 5      J= 6
I= 6      J= 5

```

RUZGAR GULU

F(1)= .307

F(2)= .03

F(3)= .02

F(4)= .11

F(5)= .14

F(6)= .045

F(7)= .066

F(8)= .3

SATIR SAYISI= 12

SUTUN SAYISI= 10

NO= 1

NH= 1

m biriminde DX= 1500

BX= 0

RUZGAR HIZI= 2.66 M/SN

S(1 , 1)= 0

S(1 , 4)= 0

S(1 , 7)= 0

S(1 , 10)= 0

S(2 , 3)= 0

S(2 , 6)= 0

S(2 , 9)= 0

S(3 , 2)= 0

S(3 , 5)= 0

S(3 , 8)= 0

S(4 , 1)= 0

S(4 , 4)= 0

S(4 , 7)= 0

S(4 , 10)= 0

S(5 , 3)= 0

S(5 , 6)= 3.594

S(5 , 9)= 0

S(6 , 2)= 0

S(6 , 5)= 14.853

S(6 , 8)= 0

S(7 , 1)= 0

S(7 , 4)= 0

S(7 , 7)= 0

S(7 , 10)= 0

S(8 , 3)= 0

S(8 , 6)= 3.594

S(8 , 9)= 0

S(9 , 2)= 0

S(9 , 5)= 0

S(9 , 8)= 0

S(10 , 1)= 0

S(10 , 4)= 0

S(10 , 7)= 0

S(10 , 10)= 0

S(11 , 3)= 0

S(11 , 6)= 0

S(11 , 9)= 0

S(12 , 2)= 0

S(12 , 5)= 0

S(12 , 8)= 0

C(1 , 1)= 0

C(1 , 4)= 0

C(1 , 7)= 1.359024

C(2 , 3)= 0

C(2 , 6)= 1.690856

C(2 , 9)= 0

S(1 , 2)= 0

S(1 , 5)= 0

S(1 , 8)= 0

S(2 , 1)= 0

S(2 , 4)= 0

S(2 , 7)= 0

S(2 , 10)= 0

S(3 , 3)= 0

S(3 , 6)= 0

S(3 , 9)= 0

S(4 , 2)= 0

S(4 , 5)= 0

S(4 , 8)= 0

S(5 , 1)= 0

S(5 , 4)= 0

S(5 , 7)= 0

S(5 , 10)= 0

S(6 , 3)= 0

S(6 , 6)= 14.853

S(6 , 9)= 0

S(7 , 2)= 0

S(7 , 5)= 14.853

S(7 , 8)= 0

S(8 , 1)= 0

S(8 , 4)= 0

S(8 , 7)= 0

S(8 , 10)= 0

S(9 , 3)= 0

S(9 , 6)= 0

S(9 , 9)= 0

S(10 , 2)= 0

S(10 , 5)= 0

S(10 , 8)= 0

S(11 , 1)= 0

S(11 , 4)= 0

S(11 , 7)= 0

S(11 , 10)= 0

S(12 , 3)= 0

S(12 , 6)= 0

S(12 , 9)= 0

C(1 , 2)= 0

C(1 , 5)= 0

C(1 , 8)= 0

C(2 , 4)= 0

C(2 , 7)= 0

C(3 , 1)= 0

S(1 , 3)= 0

S(1 , 6)= 0

S(1 , 9)= 0

S(2 , 2)= 0

S(2 , 5)= 0

S(2 , 8)= 0

S(3 , 1)= 0

S(3 , 4)= 0

S(3 , 7)= 0

S(3 , 10)= 0

S(4 , 3)= 0

S(4 , 6)= 0

S(4 , 9)= 0

S(5 , 2)= 0

S(5 , 5)= 3.594

S(5 , 8)= 0

S(6 , 1)= 0

S(6 , 4)= 0

S(6 , 7)= 0

S(6 , 10)= 0

S(7 , 3)= 0

S(7 , 6)= 14.853

S(7 , 9)= 0

S(8 , 2)= 0

S(8 , 5)= 3.594

S(8 , 8)= 0

S(9 , 1)= 0

S(9 , 4)= 0

S(9 , 7)= 0

S(9 , 10)= 0

S(10 , 3)= 0

S(10 , 6)= 0

S(10 , 9)= 0

S(11 , 2)= 0

S(11 , 5)= 0

S(11 , 8)= 0

S(12 , 1)= 0

S(12 , 4)= 0

S(12 , 7)= 0

S(12 , 10)= 0

C(1 , 3)= 0

C(1 , 6)= 0

C(1 , 9)= .1328037

C(2 , 5)= 0

C(2 , 8)= .1652302

C(3 , 2)= 0

C(3 , 2)= 0	C(3 , 3)= 0	C(3 , 4)= 0
C(3 , 5)= 0	C(3 , 6)= 2.309936	C(3 , 7)= .2257266
C(3 , 8)= 0	C(3 , 9)= 8.853578E-02	C(4 , 1)= 0
C(4 , 1)= 0	C(4 , 2)= 0	C(4 , 3)= 0
C(4 , 4)= 0	C(4 , 5)= 4.072579	C(4 , 6)= .3979719
C(4 , 7)= .1504844	C(4 , 8)= .1101535	C(5 , 1)= 0
C(4 , 9)= 0	C(5 , 1)= 0	C(5 , 2)= 0
C(5 , 3)= 0	C(5 , 4)= 0	C(5 , 5)= 41.97033
C(5 , 6)= 3.581747	C(5 , 7)= .8276643	C(6 , 1)= 0
C(5 , 8)= .605844	C(5 , 9)= .4869468	C(6 , 4)= 0
C(6 , 2)= 0	C(6 , 3)= 0	C(6 , 7)= 1.053391
C(6 , 5)= 4.855257	C(6 , 6)= 1.587908	C(6 , 9)= 0
C(6 , 8)= .7710742	C(7 , 1)= 0	C(7 , 2)= 0
C(7 , 1)= 0	C(7 , 2)= 0	C(7 , 3)= 0
C(7 , 4)= 0	C(7 , 5)= 2.257267	C(7 , 6)= .4965986
C(7 , 7)= .9006494	C(7 , 8)= 0	C(8 , 1)= 0
C(7 , 9)= .6197505	C(8 , 1)= 0	C(8 , 2)= 0
C(8 , 3)= 0	C(8 , 4)= 0	C(8 , 5)= 1.652302
C(8 , 6)= .3635064	C(8 , 7)= 0	C(9 , 1)= 0
C(8 , 8)= .6592685	C(8 , 9)= 0	C(9 , 4)= 0
C(9 , 2)= 0	C(9 , 3)= 0	C(9 , 7)= .2921681
C(9 , 5)= 1.328037	C(9 , 6)= 0	C(9 , 9)= .5298867
C(9 , 8)= 0		

ER KAYNAKLARININ KONSANTRASYONLARI

A(5 , 1)= 0	A(5 , 2)= 0	A(5 , 3)= 0
A(5 , 4)= 0	A(5 , 5)= 307.5625	A(5 , 6)= 262.4221
A(6 , 1)= 0	A(6 , 2)= 0	A(6 , 5)= 798.2499
A(6 , 3)= 0	A(6 , 4)= 0	A(7 , 1)= 0
A(6 , 6)= 718.2499	A(7 , 1)= 0	A(7 , 4)= 0
A(7 , 2)= 0	A(7 , 3)= 0	A(8 , 1)= 0
A(7 , 5)= 774.4448	A(7 , 6)= 701.3251	A(8 , 4)= 0
A(8 , 2)= 0	A(8 , 3)= 0	
A(8 , 5)= 270.5017	A(8 , 6)= 211.3314	

RUZGAR GULU

F(1)= .307

F(2)= .03

F(3)= .02

F(4)= .11

F(5)= .14

F(6)= .045

F(7)= .066

F(8)= .3

SATIR SAYISI= 12

SUTUN SAYISI= 10

NO= 1

NH= 1

m biriminde DX= 1500

BX= 0

RUZGAR HIZI= 2.66 M/SN

SIGMA USTEL KANUN PARAMETRELERINE AIT YENI SET R= .15 B= .75

YER KAYNAKLARININ KONSANTRASYONLARI

A(5 , 1)= 0

A(5 , 2)= 0

A(5 , 3)= 0

A(5 , 4)= 0

A(5 , 5)= 563.1802

A(5 , 6)= 503.3828

A(6 , 3)= 0

A(6 , 1)= 0

A(6 , 4)= 0

A(6 , 2)= 0

A(6 , 5)= 586.5592

A(6 , 6)= 526.4907

A(7 , 1)= 0

A(7 , 2)= 0

A(7 , 3)= 0

A(7 , 4)= 0

A(7 , 5)= 582.1986

A(7 , 6)= 504.1053

A(8 , 1)= 0

A(8 , 2)= 0

A(8 , 3)= 0

A(8 , 4)= 0

A(8 , 5)= 536.0265

A(8 , 6)= 456.8822

RUZGAR-GÜZÜ

F(2)= .03
F(3)= .02
F(4)= .11
F(5)= .14
F(6)= .045
F(7)= .066
F(8)= .3
F(9)= 0
F(10)= 0
F(11)= 0
F(12)= 0
F(13)= 0
F(14)= 0
F(15)= 0
F(16)= 0

SATIR SAYISI= 12

SUTUN SAYISI= 10

ND= 1

NH= 1

m biriminde DX= 1500

BX= 0

RUZGAR HIZI= 2.66 M/SN

S(1 , 1)= 0
S(1 , 4)= 0
S(1 , 7)= 0
S(1 , 10)= 0
S(2 , 3)= 0
S(2 , 6)= 0
S(2 , 9)= 0
S(3 , 2)= 0
S(3 , 5)= 0
S(3 , 8)= 0
S(4 , 1)= 0
S(4 , 4)= 0
S(4 , 7)= 0
S(4 , 10)= 0
S(5 , 3)= 0
S(5 , 6)= 9.925
S(5 , 9)= 0
S(6 , 2)= 0
S(6 , 5)= 9.902
S(6 , 8)= 0
S(7 , 1)= 0
S(7 , 4)= 0

S(1 , 2)= 0
S(1 , 5)= 0
S(1 , 8)= 0
S(2 , 1)= 0
S(2 , 4)= 0
S(2 , 7)= 0
S(2 , 10)= 0
S(3 , 3)= 0
S(3 , 6)= 0
S(3 , 9)= 0
S(4 , 2)= 0
S(4 , 5)= 0
S(4 , 8)= 0
S(5 , 1)= 0
S(5 , 4)= 0
S(5 , 7)= 0
S(5 , 10)= 0
S(6 , 3)= 0
S(6 , 6)= 9.902
S(6 , 9)= 0
S(7 , 2)= 0
S(7 , 5)= 9.902

S(1 , 3)= 0
S(1 , 6)= 0
S(1 , 9)= 0
S(2 , 2)= 0
S(2 , 5)= 0
S(2 , 8)= 0
S(3 , 1)= 0
S(3 , 4)= 0
S(3 , 7)= 0
S(3 , 10)= 0
S(4 , 3)= 0
S(4 , 6)= 0
S(4 , 9)= 0
S(5 , 2)= 0
S(5 , 5)= 9.925
S(5 , 8)= 0
S(6 , 1)= 0
S(6 , 4)= 0
S(6 , 7)= 0
S(6 , 10)= 0
S(7 , 3)= 0
S(7 , 6)= 9.902

$S(7, 7) = 0$
 $S(7, 10) = 0$
 $S(8, 3) = 0$
 $S(8, 6) = 9.925$
 $S(8, 9) = 0$
 $S(9, 2) = 0$
 $S(9, 5) = 0$
 $S(9, 8) = 0$
 $S(10, 1) = 0$
 $S(10, 4) = 0$
 $S(10, 7) = 0$
 $S(10, 10) = 0$
 $S(11, 3) = 0$
 $S(11, 6) = 0$
 $S(11, 9) = 0$
 $S(12, 2) = 0$
 $S(12, 5) = 0$
 $S(12, 8) = 0$

$S(7, 8) = 0$
 $S(8, 1) = 0$
 $S(8, 4) = 0$
 $S(8, 7) = 0$
 $S(8, 10) = 0$
 $S(9, 3) = 0$
 $S(9, 6) = 0$
 $S(9, 9) = 0$
 $S(10, 2) = 0$
 $S(10, 5) = 0$
 $S(10, 8) = 0$
 $S(11, 1) = 0$
 $S(11, 4) = 0$
 $S(11, 7) = 0$
 $S(11, 10) = 0$
 $S(12, 3) = 0$
 $S(12, 6) = 0$
 $S(12, 9) = 0$

$S(7, 9) = 0$
 $S(8, 2) = 0$
 $S(8, 5) = 9.925$
 $S(8, 8) = 0$
 $S(9, 1) = 0$
 $S(9, 4) = 0$
 $S(9, 7) = 0$
 $S(9, 10) = 0$
 $S(10, 3) = 0$
 $S(10, 6) = 0$
 $S(10, 9) = 0$
 $S(11, 2) = 0$
 $S(11, 5) = 0$
 $S(11, 8) = 0$
 $S(12, 1) = 0$
 $S(12, 4) = 0$
 $S(12, 7) = 0$
 $S(12, 10) = 0$

SIGMA USTEL KANUN PARAMETRELERINE AIT YENİ SET R= .15 B= .75

ALAN KAYNAK KATSAYILARI MATRİSİ

$C(1, 1) = 0$	$C(1, 2) = 0$	$C(1, 3) = 0$
$C(1, 4) = 0$	$C(1, 5) = 0$	$C(1, 6) = 0$
$C(1, 7) = 1.359024$	$C(1, 8) = 0$	$C(1, 9) = .1328037$
$C(2, 1) = 0$	$C(2, 2) = 0$	
$C(2, 3) = 0$	$C(2, 4) = 0$	$C(2, 5) = 0$
$C(2, 6) = 1.690856$	$C(2, 7) = 0$	$C(2, 8) = .1652302$
$C(2, 9) = 0$	$C(3, 1) = 0$	
$C(3, 2) = 0$	$C(3, 3) = 0$	$C(3, 4) = 0$
$C(3, 5) = 0$	$C(3, 6) = 2.309936$	$C(3, 7) = .2257266$
$C(3, 8) = 0$	$C(3, 9) = 8.853578E-02$	
$C(4, 1) = 0$	$C(4, 2) = 0$	$C(4, 3) = 0$
$C(4, 4) = 0$	$C(4, 5) = 4.072579$	$C(4, 6) = .3979719$
$C(4, 7) = .1504844$	$C(4, 8) = .1101535$	
$C(4, 9) = 0$	$C(5, 1) = 0$	$C(5, 2) = 0$
$C(5, 3) = 0$	$C(5, 4) = 0$	$C(5, 5) = 41.97033$
$C(5, 6) = 3.581747$	$C(5, 7) = .8276643$	
$C(5, 8) = .605844$	$C(5, 9) = .4869468$	$C(6, 1) = 0$
$C(6, 2) = 0$	$C(6, 3) = 0$	$C(6, 4) = 0$
$C(6, 5) = 4.855257$	$C(6, 6) = .5969579$	$C(6, 7) = 1.053391$
$C(6, 8) = .7710742$	$C(6, 9) = 0$	
$C(7, 1) = 0$	$C(7, 2) = 0$	$C(7, 3) = 0$
$C(7, 4) = 0$	$C(7, 5) = 2.257267$	$C(7, 6) = .4965986$
$C(7, 7) = .33859$	$C(7, 8) = 0$	
$C(7, 9) = .6197505$	$C(8, 1) = 0$	$C(8, 2) = 0$
$C(8, 3) = 0$	$C(8, 4) = 0$	$C(8, 5) = 1.652302$
$C(8, 6) = .3635064$	$C(8, 7) = 0$	
$C(8, 8) = .2478453$	$C(8, 9) = 0$	$C(9, 1) = 0$
$C(9, 2) = 0$	$C(9, 3) = 0$	$C(9, 4) = 0$
$C(9, 5) = 1.328037$	$C(9, 6) = 0$	$C(9, 7) = .2921681$
$C(9, 8) = 0$	$C(9, 9) = .1992055$	

YER KAYNAKLARININ KONSANTRASYONLARI

$A(5, 1) = 0$	$A(5, 2) = 0$	$A(5, 3) = 0$
$A(5, 4) = 0$	$A(5, 5) = 553.3678$	$A(5, 6) = 503.3828$
$A(6, 1) = 0$	$A(6, 2) = 0$	
$A(6, 3) = 0$	$A(6, 4) = 0$	$A(6, 5) = 576.7468$
$A(6, 6) = 526.4907$	$A(7, 1) = 0$	
$A(7, 2) = 0$	$A(7, 3) = 0$	$A(7, 4) = 0$
$A(7, 5) = 572.3634$	$A(7, 6) = 504.1053$	$A(8, 1) = 0$
$A(8, 2) = 0$	$A(8, 3) = 0$	$A(8, 4) = 0$

ANKET FORMU

ANKET

ANKET FORMU

EK-4 ANKET FORMU

ANKET FORMU

I. İŞLETME VEYA KONUT HAKKINDA GENEL BİLGİLER :

1. İşletme veya apt. adı :
2. Adresi :
3. Mahallesi :
4. Ürettiği ürünler :
5. Kuruluş yılı :

II. ANKETİ CEVAPLAYAN HAKKINDA BİLGİLER :

1. Adı ve soyadı :
2. Ünvanı/bölümü :
3. Telefon numarası :

3. BİNANIN TÜRÜ :

// Apartman // Müstakil // Diğer (...)

IV. ÜNİTE(BİRİM)ADEDİ :

// Daire // Diğer (.....)

V. BİNANIN KULLANILIŞ MAKSADI :

// Konut // İşyeri

VI. KONUT İSE :

// Müstakil // Daire

VII. İŞYERİ İSE :

Üretim Kapasitesi (Ton/yıl)
(Adet/Yıl)

- // Kasap
// Berber
// Marangoz
// Terzi
// Diğer (.....)
// Metal Sanayi
// Tekstil Sanayi
// Deri sanayi
// Gıda sanayi
// Kimya Sanayi (.....)
// Hizmet Sektörü (.....)
// Diğer (.....)

VIII. KULLANILAN YAKIT TÜRÜ :

- // Kömür // Odun
// Fuel oil // Motorin
// LPG // Gaz
// Diğer (.....)

IX. HANGİ MAKSATLA TÜKETİLDİĞİ :

// Isınma // İmalat

X. ISINMA MAKSATLI İSE :

// Kalorifer // Soba // Diğer (.....)

XI. KALORİFER İŞE KAZAN KAPASİTESİ :

/ / Kcal/h

/ /

XII. KULLANILAN YAKIT MİKTARI :

Aralık Ocak Şubat Mart Ton/yıl

/ / Kömür

/ / Odun

/ / Fuel oil

/ / Motorin

/ / LPG

/ / Gaz

/ / Diğer (.....)

XIII. KULLANILAN KÖMÜRÜN TÜRÜ :

/ / Linyit / / Taş kömürü / / Kok / / Top Kömür (Briket)

XIV. LİNYİT İŞE :

/ / Uzunköprü / / Saray / / Çan / / Seyitömer / /

/ / Diğer (.....)

XV. NÜFUSLA İLGİLİ BİLGİLER :

/BİNADA/ Kişi oturuyor.

/İşyerinde/ Kişi çalışıyor.

XVI. İŞYERİNDE / APARTMANDA KULLANILAN ARAÇLAR :

ADET

MOTOR APASİTESİ LT

/ / KAMYON

/ / Kamyonet

/ / Otomobil

/ / Minibüs

/ / Otobüs

/ / Forklift

/ / Diğer (.....)

XVII. İŞYERİNDE VARSA KULLANILAN ARITMA CİHAZLARI :

/ / Filtre / / Islak Arıtıcı

/ / Kuru Arıtıcı / / Siklon

/ / Diğer (.....)

Anketi Hazırlayan:

Yük. Müh. Namık AK

Yıldız Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Prog.

DOKTORA ÖĞRENCİSİ

833152

Namık AK

Yük. Müh.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Namık AK
Doğum Tarihi	: 13 Aralık 1956
Doğum Yeri	: Konya
Eğitimi	: 1971-1974 Konya Gazi (Erkek) Lisesi 1974-1978 Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü'nde "Kimya Mühendisi" olarak Lisans. 1981-1983 İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalı Çevre Programı'nda Master. (Yüksek Lisans) 1997 Y.T.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora.
İş Hayatı	: 1979-1984 Mehtap Emaye A.Ş.'de İşletme ve Laboratuvar Şefi. 1984-1988 Ülker ve Uzun A.Ş.'de İşletme, Planlama, İmalat, Kalite, Kontrol Şefi. 1988-1991 Tayaş A.Ş.'de Genel Koordinatör. 1991-1994 Vestas A.Ş.'de İşletme Müdürü. 1994-1997 İstanbul Büyükşehir Belediyesi önce Suser A.Ş.'de Genel Müdür Danışmanı, Satınalma Müdürü sonra İSTAÇ A.Ş.'de Satınalma-Satış Müdürü, 1997-1999 Kombassan Holding'de "Genel Koordinatör" Endüstri Holding'de "Genel Müdür", 1/1/1999-.... İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAÇ A.Ş.'de "Genel Müdür Teknik Yardımcısı".
Medeni Hali	: Evli ve üç çocuk babası
Yabancı Dili	: İngilizce (iyi)

Bilimsel Çalışmaları: "Alüminyum Emaye El Kitabı" adıyla tercüme eseri, 1981.

*"Emaye Endüstrisi Sıvı Atıklarının Tasfiyesi Yüksek Lisans Tezi" İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1983.

*"İstanbul- Zeytinburnu İlçesinde Hava Kirliliğinin Matematik Modelle İncelenmesi" doktora tezi 1997.

*"İstanbul-Zeytinburnu İlçesi Alanında Hava Kirliliğinin Dispersiyon Modeli ile İncelenmesi", Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Rektörlüğü, Nisan 1997.

*"Bayrampaşa Sarıdökümcüler Sitesindeki Hava Kirliliğinin ve Ağır Metal Emisyonlarının Araştırılması Projesi Raporu", İ.B.Ş.B., Temmuz 1997.

*"Kombassan Holding A.Ş. İş Merkezi Ön ÇED Raporu", Ağustos 1997.

* "Piyalepaşa İş Merkezi İnşaatı ÇED Raporu", Aralık 1997.

* "Teknik ve Kültürel Dergilerde" yayınlanmış 25 kadar makale....



ISBN: 975-461-285-4