

**ANKARA HAVA KİRLENMESİNİN BELLİ
KİRLETİCİLER VE METEOROLOJİK VERİLERE GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**İş Sağlığı Programı
BİLİM UZMANLIĞI TEZİ**

Canan GÜNAL

ANKARA - 1984

T.C.

HACETTEPE UNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANKARA HAVA KİRLENMESİNİN BELLİ
KİRLETİCİLER VE METEOROLOJİK VERİLERE GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ

CANAN GÜNAL
KİMYA MÜHENDİSİ

ANKARA-1984

T.C.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İş Sağlığı Programı
BİLİM UZMANLIĞI TEZİ

CANAN GÜNAL

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. İsmail TOPUZOĞLU

ANKARA - 1984

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa

I. GİRİŞ, KONUNUN ÖNEMİ VE GENEL BİLGİLER	
A. GİRİŞ	1
B. HAVA KİRLENMESİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	2
1. Tanımı	2
2. Tarihçe	2
3. Atmosfer ve Yapısı	5
4. Atmosferin doğal yapısı	5
5. Atmosferik kirlilik kaynakları	7
5.1 Doğal kirlilik kaynakları	7
5.2 İnsan faaliyetleri sonucu oluşan kirlilik kaynakları	7
6. SO _x ve Partiküler madde kaynakları	9
6.1 Doğal Kaynaklar	9
6.2 İnsanlar tarafından oluşturulan kaynaklar	9
6.2.1. Kaynak karakteristikleri	9
6.2.2. Yayılma ve Çevresel taşınmalar	10
6.2.3. Dönüşüm ve azalma	11
7. SO ₂ ve Asılı partiküler maddeler(Duman) ile ilgili Genel Bilgiler	11
7.1 Kimyasal ve Fiziksel Özellikler	11
7.1.1. Kükürtdioksit	11
7.1.2. Asılı partiküler maddeler	13
8. Ankara'da hava kirlenmesini etkileyen faktörler	14

8.1	Ankara, hava kirlenmesinin nedenleri	15
8.1.1.	Doğal etmenler	15
8.1.1.1.	İnversiyon olayı	15
8.1.1.2.	Rüzgar	15
8.1.1.3.	Basınç	15
8.1.1.4.	Sis ve Nem	16
8.1.1.5.	Topoğrafik yapı	16
8.1.2.	Yapay etmenler	16
8.1.2.1.	Plânsız kentleşme	16
8.1.2.2.	Yeşil alanların azalması	17
8.1.2.3.	Isınmada kullanılan yakıtlar	17
8.1.2.3(a)	Gaz yakıtlar	18
8.1.2.3(b)	Sıvı yakıtlar	19
8.1.2.3(c)	Katı yakıtlar	19
9.	SO ₂ ve Asılı Partiküler maddelerin insan sağlığına etkileri	20
9.1	SO ₂ gazının insan sağlığına etkileri	21
9.2	H ₂ SO ₄ aerosollerine maruziyet	22
9.3	SO ₂ ve diğer bileşiklerin Mortaliteye kısa süreli maruziyet etkileri	25
9.4	Asılı partiküler maddelerin insan sağlığına etkileri	30
9.4.1	Çevresel faktörler	32
9.4.2	Diğer gaz ve aerosollerin etkileri	32
10.	SO ₂ , Duman ve total asılı partiküler madde ölçümünde kullanılan yöntem ve cihazlar	33
10.1	SO ₂ ölçümünde kullanılan yöntem ve cihazlar	33
10.2	Asılı sülfatlar ve H ₂ SO ₄	37
10.3	Asılı partiküler maddeler	38

11. Ankara'da uygulanan yöntem ve cihazlar	41
11.1. SO ₂ ölçümünde kullanılan yöntem ve cihazlar	41
11.1.1. Aparatlar	41
11.1.2. Ayrıraçlar	42
11.1.3. Örneklem işlemi	43
11.2. Asılı partiküler madde analizinde kullanılan yöntem ve cihazlar	45
11.2.1. Aparatlar	45
11.2.2. Örneklem işlemi	46
C. METEOROLOJİK FAKTÖRLERLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	49
1. Meteorolojik öğeler	52
1.1. Sıcaklık	52
1.2. Atmosferik basınç	54
1.3. Rüzgar	56
1.4. Atmosferdeki su buharı	60
D. HAVA KİRLENMESİNİN METEOROLOJİ İLE İLİŞKİSİ	63
E. SO ₂ ve DUMAN İLE İLGİLİ ULUSLARARASI STANDARTLAR VE TÜRKİYE'DEKİ DURUM	72
E.1 SO ₂ Standartları	72
E.2 Duman Standartları	73

Sayfa

II. ARAŞTIRMANIN AMAÇLARI	74
III. KULLANILAN YÖNTEM VE ARAÇLAR	75
IV. BULGULAR VE TARTIŞMA	77
V. SONUÇ VE ÖNERİLER	
VI. ÖZET	
VII. KAYNAKÇA	
VIII. EKLER	

TABLO DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1:	Seçilen Gönüllülerde H_2SO_4 sisinin Akciğer Fonksiyonu Üzerine Etkilerini İncelemek Amacı İle Yapılan Laboratuvar Çalışmaları	22
Tablo 2:	SO_2 , Duman ve Asıllı Partiküler Maddelere Maruziyet-Etki İlişkileri:Kısa Süreli Maruziyet Etkileri	26
Tablo 3:	SO_2 , Duman, Toplam Asıllı Partiküler Maddelere Maruziyet-Etki İlişkileri: Uzun Süreli Maruziyet Etkileri	27
Tablo 4:	Belli Hava Kirleticilerinin Toplumun Seçilen Bir Bölümü Üzerine Beklenen Sağlık Etkileri: Kısa Süreli Maruziyet Etkileri	28
Tablo 5:	Belli Hava Kirleticilerinin Toplumun Seçilen Bir Bölümü Üzerine Beklenen Sağlık Etkileri:Uzun Süreli Maruziyet Etkileri	29
Tablo 6:	Sağlığın Korunması İçin Uygun Maruziyet Sınırları	29
Tablo 7:	SO_2 Analiz Yöntemleri	34
Tablo 8:	Asıllı Sülfatlar ve Sülfürik Asit İçin Analiz Yöntemleri	37
Tablo 9:	Asıllı Partiküler Maddeler İçin Analiz Yöntemleri	38

Tablo 10.A:	Kızılay SO ₂ Konsantrasyonlarının Gün Sayısı Olarak Aylara Göre Dağılımı	77
Tablo 10.B:	Kızılay Duman Konsantrasyonlarının Gün Sayısı Olarak Aylara Göre Dağılımı	77
Tablo 11.A:	Kavaklıdere SO ₂ Konsantrasyonlarının Gün Sayısı Olarak Aylara Göre Dağılımı	78
Tablo 11.B:	Kavaklıdere Duman Konsantrasyonla- rının Gün Sayısı Olarak Aylara Göre Dağılımı	78
Tablo 12.A:	Yenimahalle SO ₂ Konsantrasyonlarının Gün Sayısı Olarak Aylara Göre Dağılımı	79
Tablo 12.B:	Yenimahalle Duman Konsantrasyonla- rının Gün Sayısı Olarak Aylara Göre Dağılımı	79
Tablo 13.A:	Çanka SO ₂ Konsantrasyonlarının Gün Sayısı Olarak Aylara Göre Dağılımı	80
Tablo 13.B:	Çankaya Duman Konsantrasyonlarının Gün Sayısı Olarak Aylara Göre Dağılımı	80
Tablo 14.A:	Model sonucu Oluşturulan SO ₂ Denk- lemelerine Giren Değişkenler	166
Tablo 14.B:	Model Sonucu Oluşturulan Duman Denklemlerine Giren Değişkenler	167

Sayfa

Tablo 15.A:	Kızılay SO ₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı	168
Tablo 15.B:	Kızılay Duman Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı	169
Tablo 16.A:	Kavaklıdere SO ₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı	170
Tablo 16.B:	Kavaklıdere Duman Konsantrasyonları- nın Aylara Göre Dağılımı	171
Tablo 17.A:	Yenimahalle SO ₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı	172
Tablo 17.B:	Yenimahalle Duman Konsantrasyonları- nın Aylara Göre Dağılımı	173
Tablo 18.A:	Çankaya SO ₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı	174
Tablo 18.B:	Çankaya Duman Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı	175

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1:	Yarıotomatik SO ₂ ve Duman Ölçer Sistem Şeması	44
Şekil 2:	OECD Uluslararası Standart Kalibrasyon Eğrisi	47
Şekil 3:	Reflektometre	48
Şekil 4:	Lapse-rate, Stabilite ve Duman Şekilleri(Plume)	51
Şekil 5:	Atmosferik Stabilitenin Duman Şekillerine Etkisi	51
Şekil 6:	Maksimum Karışma Yüksekliği	66

I. GİRİŞ, KONUNUN ÖNEMİ VE GENEL BİLGİLER

A. GİRİŞ

Hava kirlenmesinin nedenleri arasında genellikle sanayileşmenin büyük bir payı olduğu kabul edilmektedir. Ülkemizde de bireysel sanayi kuruluşlarının değişik kentlerde olumsuz etkileri giderek daha sık olarak gündeme gelmektedir. Ancak elimizdeki veriler, araç ve gereçler, önemli sanayi kuruluşlarının oluşturduğu hava kirlenmesini açıklamaya yeterli değildir. Sanayi kuruluşlarının hava kirlenmesine olan olumsuz etkilerini iyice kavrayabilmek için en azından kükürtdioksit (SO_2), Duman(asılı partiküler maddeler) gibi parametrelerle meteorolojik faktörler arasındaki ilişkinin iyi anlaşılması zorunludur. Bu tür bir ilişkinin Ankara kenti hava kirlenmesi verilerinden yararlanılarak ortaya konabileceği düşünülmektedir.

Aslında şimdiye kadar Türkiye'de kentsel hava kirlenmesi ile meteorolojik etmenlerin ilişkisine çok az değinilmiştir. Bu konunun daha ayrıntılı incelenmesi hem kentsel hava kirlenmesi nedenlerinin açıklığa kavuşturulmasında; hem de gerektiği zaman sanayi kuruluşlarının hava kirlenmesine olan olumsuz etkilerinin payını saptamakta yararlı olacaktır.

Bu düşüncelerle "Ankara hava kirlenmesinin belli kirlenmeler ve meteorolojik verilere göre değerlendirilmesi" konulu tezin hazırlanmasına girişilmiş ve iki bölümden oluşmak üzere hazırlanmıştır. Birinci bölüm hava kirlenmesine ilişkin genel bilgilerden oluşmakta, ikinci bölümde ise araştırmanın amaçları, yöntemleri, bulgular ve tartışma yer almaktadır. Ayrıca sonuç, öneriler, özet ve bibliyografya bölümleri tezi tamamlamaktadır.

B. HAVA KIRLENMESİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

1. TANIMI

Hava kirlenmesi nedir?

İnsan, hayvan, bitki veya eşyalara zarar verebilecek miktarlarda toz, tütsü (fume), gaz, sis (mist), koku, duman veya buharlar gibi dış atmosferde bulunan bir veya daha fazla kirletici hava kirlenmesini oluşturmaktadır.

Bir resmi belgede bu tarif şu şekilde belirlenmiştir.

"İnsan, hayvan, bitki veya eşyalar üzerinde zarar oluşturabilecek bir veya daha fazla kirleticinin veya bunların karışımlarının değişen miktarlarda dış havada bulunmasıdır." (1)

Hava kirlenmesini geniş anlamda; "Havanın doğal yapısında bulunan esas maddelerin yüzde miktarının değişmesi veya yapısına yabancı maddelerin girmesi sonucu insan sağlığını ve huzurunu bozan; hayvan, bitki ve eşyaya zarar verecek derecede kirlenmiş olan hava" şeklinde tanımlayabiliriz.

Hava kirlenmesi günümüzün en ilgi çeken ve tüm canlılarda olumsuz etkiler gösteren çevre sorunlarından biridir. Bu tür kirlenme kentsel ve endüstriyel gelişme ile motorlu taşıt araçlarının hergeçen gün biraz daha artması sonucu ağırlaşmıştır. Hava kirlenmesinde SO_2 , asıllı partiküler maddeler, bazı toksik gazlar, kanserojen iz elementler ve havadaki değişik gazların kendi aralarında meydana gelen reaksiyon ürünleri önemli rol oynar. Bütün bunlara ek olarak şehir üzerindeki hava kitlelerinin seyreltme potansiyelinin yetersiz kalması da söz konusudur.

2. TARİHÇE

Atmosfer kirliliği yeni bir olay değildir. Atmosferin kirlenmesi prehistorik devirlerde başlamıştır. Sosyal bünyenin ilk basamağı olan ailenin kurulması ve bir meskende yerleşmesi ile başlayan havanın kirlenmesi, daha sonra bu bünyenin gelişmesi,

köylerin kurulması ve insanların toplu olarak bir arada, bir bölgede yaşamaları ile, buralarda yaptıkları çeşitli ev işleri ve faaliyetleri ile gün geçtikçe artmış; Zaman zaman volkan patlamalarından, toz fırtınalarından, orman yangınlarından meydana gelen kirliliklerde insan faaliyetlerinden oluşan kirliliklere eklenmiştir . (2)

Tarihin ilk zamanlarında insanların kullandıkları enerji kaynağı odundu. 13.yüzyılda kömürün bulunması ile kömür odunun yerini aldı ve endüstride de kullanılan tek yakıt maddesi haline geldi. Böylece kömürün kullanılması ile meydana gelen duman ve gazların zararları bakımından ilk tepkiler İngiltere'de başlamıştır . (1272)

Hava kirlenmesi geçmişindeki önemli tarihleri şu şekilde sıralayabiliriz:

1300	1578	1661	1772
I.Edward parlamento toplantısında kömür kullanımını yasaklamıştır.	I.Elizabeth kömür dumanından rahatsız olarak şikayetçi olmuştur.	John Evelyn'in kitabı	Evelyn'in kitabının 2. baskısı
1819	1843	1845	1866
I. İngiliz komitesinin seçilmesi	II.Komitenin seçilmesi	Parlamento lokomotiflerin kendi dumanlarını elimine etmeleri için bir yasa hazırlamıştır.	Hava kirlenmesinin sağlık üzerine etkileri ile ilgili ilk rapor

1875	1905-1911	1919	1930
Hava kirlenmesi epizoduna bağlı olarak Londra'daki siğır ölümleri gösterilmiştir.	Dr.Des-Voeux «Smoke-fog» yerine «Smog» teriminin kullanımını getirmiştir.	Taşıtlardan kaynaklanan hava kirlenmesi ile ilgili ilk rapor.	Belçika, Meuse Vadisi epizodu.
1948	1952	1955	1956
Donora felaketi	Londra felaketi	I. U.S. Federal yasası	İngiliz temiz hava yasası
1963	1966	1970	1975
U.S. Temiz hava yasası	East Coast Thanksiving epizodu (Doğu kıyısı şükran günü epizodu)	U.S. Dzelttilmiş temiz hava yasası	U.S.Birincil Standartları

Ülkemizdeki duruma gelince; hava kirlenmesi sakıncalarını da dolaylı olarak içine alan 1930 yılında kabul edilen 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanununun 268-275.inci maddelerinde yer verilen Gayri Sıhhi Müesseseler, hava kirlenmesine değinin ilk hükümler olarak düşünülebilir. Daha sonra 1957 lerden itibaren Ankara hava kirlenmesinin basında gündeme geldiği görülür ve bunu izleyen yıllarda değişik hkmetler programlarında hava kirlenmesinden söz edilir ve hatta hava kirlenmesinde çalışma konusu alan Devlet Bakanlığı oluşturulur. Konu özellikle kiş mevsimlerinde İl Hıfzıssıhha kurullarında görüşülür. Orada sakıncaların azaltılması amacı ile yerel önlemleri ngren kararların alındığı gözlenir. Örneğin, Kademeli uyarı plânı koşulları gibi. Hava kirlenmesine ilişkin daha kesin hükümler 9/8/1983 tarih ve 2873 sayılı evre Yasasında yer almıştır.

3. ATMOSFER VE YAPISI

Atmosfer kirliliklerine geçmeden önce atmosfer hakkında kısa bir bilgi vermek ve bazı terimleri açıklamak yerinde olacaktır.

Yeryüzünün etrafını çeviren ve bir çok gazların karışımından meydana gelen hava tabakasına atmosfer denir ve şu kısımlara ayrılır.

- 3.1. Nitrojenosfer
- 3.1.1. Troposfer
- 3.1.2. Stratosfer
- 3.2. Hidrojenosfer
- 3.3. Geokronyosfer

Troposfer: Havanın yeryüzünden 12 km. yüksekliğine kadar olan bölümüdür. Troposferin yeryüzünden itibaren ilk 4 km.si içinde siklonlar, fırtınalar, önemli hava akımları, yağışlar gibi hava olayları meydana gelir. Sürekli hareket halindedir. Troposferin ilk 4 km.si ile 12 km. arasındaki hava tabakası ise ilk 4 km.ye göre daha sakin olup hava akımları daha hafiftir. Canlılar troposfer tabakası içinde yaşamakta olup onları etkisi altına alan hava olayları da burada meydana gelmektedir. (2)

4. ATMOSFERİN DOĞAL YAPISI

Kirlenmiş bir atmosfer; tabii olmayan atmosfer olarak düşünülür. Hava kirlenmesi tarifinin bir yöntemi; ilk önce temiz veya normal kuru atmosferik hava bileşiminin tanımlanması ve sonra insan, hayvan, bitki veya eşyalara zarar verecek diğer maddeler varsa bunların atmosferdeki artan miktarının veya diğer maddelerin eklenmesidir.

Kuru atmosfer havasının kimyasal bileşimi:

<u>Gaz</u>	<u>Hacmen-milyonda kısım (ppm)</u>
Azot (N ₂)	780.900
Oksijen (O ₂)	209.500
Argon (Ar)	9.300
Karbondiyoksit (CO ₂)	315
Neon (Ne)	18
Helyum (He)	5.2
Metan (CH ₄)	1.2
Kripton (Kr)	0.5
Azotoksit (N ₂ O)	0.5
Hidrojen (H ₂)	0.5
Ozon (O ₃)	0.01 - 0.04
Ksenon (Xe)	0.08
Azotdioksit (NO ₂)	0.02
Su buharı	Değişik miktarlarda (3)

Bu bileşimi sabit kalan havaya temiz hava denir. Değişik kaynaklardan meydana gelerek havaya karışan çeşitli maddeler atmosferin temizliğini bozarlar. Atmosfere yayılarak yapısını bozan kirleticiler katı, sıvı ve gaz halindedir. Değişik kaynaklardan meydana gelen bu kirlilik maddeleri toz, tütsü, sis, gaz, duman olarak havaya karışırlar. (2)

5. ATMOSFERİK KİRLİLİK KAYNAKLARI

Atmosfer kirliliğini meydana getiren maddeler;

5.1. Doğal kaynaklardan,

5.2. İnsan faaliyetleri sonucu yapay kaynaklardan gelmek üzere iki sınıfa ayrılırlar.

5.1. Doğal kaynaklar ve bu kaynaklardan meydana gelen kirlilikler: Su (sis), Tozlar (meteorlar ve diğer kaynaklardan), NaCl (denizlerin çalkalanmasından), Duman (orman yangınlarından), Polenler, Bakteriler, Sporlar gibi.

5.2. Yapay kaynaklardan meydana gelen kirlilikler:

5.2.1. Belirli ve bilinen kaynaklardan çıkan esas kirlilikler.

5.2.2. Esas kirlilik maddelerinden ara reaksiyonlarla oluşan yan kirlilikler olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Atmosferin esas kirliliğini yapan kaynaklar ve kirlilik maddeleri:

<u>Sınıf</u>	<u>Aerosoller</u>	<u>Gazlar ve buharlar</u>
Yanma ürünleri	.Toz, uçucu küller duman, tütsü	- NO ₂ , SO ₂ ve buharlar
Motorlu araçlardan	.Tütsü, duman	- NO ₂ , CO asitler ve organik maddeler
Petrol Endüstrisi	.Toz, tütsü	- SO ₂ , H ₂ S, NH ₃ , CO, Hidrokarbonlar, merkaptanlar, v.b..
Kimya Endüstrisi	.Toz, tütsü, çeşitli serpintiler.	- Yapılan işin özelliğine göre SO ₂ , CO, NH ₃ Halojenli bileşikler, asitler.
Piro ve Elektro metalurji sanayii	.Yapılan işin özelliğine göre toz, tütsü,	- Yapılan işin özelliğine göre SO ₂ , CO, Fluorürler, Organik maddeler.
Mineral işler	.Yapılan işin özelliğine göre toz, tütsü.	- Yapılan işin özelliğine göre SO ₂ , CO, Fluorürler, Organik maddeler
Toprak, taş, çimento, suni gübre kayaların kırılma ve öğütülme işleri	.Yapılan işin özelliğine göre tozlar	- Yapılan işin özelliğine göre bazı gazlar

Genel olarak esas kirlilik maddeleri şu şekilde sıralanabilir:

- İnce (küçük) katı maddeler:
Karbon, Uçucu küller
- Adi partiküller:
Ca, SiO₃, ZnO, PbO, PbCl₂, v.b.
- Kükürtlü bileşikler:
SO₂, SO₃, H₂S, Merkaptanlar.
- Organik bileşikler:
Aldehitler, Ketonlar, Polisiklik aromatik hidrokarbonlar.
- Azot Oksitleri:
NO, NO₂, NH₃, v.b.
- Oksijen bileşikleri:
O₃, CO₂, CO
- Halojenli bileşikler:
HF, HCl, v.b.
- Radyoaktif maddeler. (2)

1960 yılına kadar çeşitli yöntemler kullanılarak yapılan araştırmalarda atmosferi kirleten inorganik gazlardan SO₂ ve tüm atmosfer kirlilikleri probleminin büyük bir bölümünü asılı partiküller maddeler (duman) oluşturmaktadır. Araştırma amacımız içinde bu iki kirletici ele alındığından bundan sonraki bölümlerde özellikle bunlar üzerinde durulacaktır.

5.2.2.

Esas kirlilik maddelerinden ara reaksiyonlarla meydana gelen ikinci derecede kirlilik maddeleri:

Atmosfere karışan kirliliklerden bir kısmı atmosferde fotoşimik reaksiyonlarla ve oksidasyonla değişikliğe uğrayarak bir takım serbest kökler ara maddeleri ve yeni maddeler meydana gelmektedir. Örneğin organik peroksitler, perasitler, hidroksiperasitler, peroksil nitrat, azot oksitler gibi azot içeren bileşikler, ozon bu meydana sayılabilir. Böylece herhangi belirli bir

kaynaktan gelmeyen fakat atmosferde oksidasyon ve foto-şimik olaylarla meydana gelen yeni maddeler, ara maddeleri ve yan maddeler diğer kirliliklere eklenirler ve çeşitli zararlı etkilerini gösterirler.

6. SO_x VE PARTİKÜLER MADDE KAYNAKLARI

6.1. Doğal Kaynaklar

Sülfür bileşikleri, kirlenme kaynağından uzakta bulunan ortam havasında az miktarlarda bulunur. Gaz fazında hidrojen sülfür veya SO₂ şeklindedir.

SO₂ ve H₂S, volkanlardan ve ayrıca topraktaki anaerobik bakteri etkileri ile bataklıklarda oluşurlar. Partiküler sülfatın bir bölümü direk olarak volkanlardan veya deniz çalkalanmaları ile oluşabilir,

Asıllı partiküler maddeler genelde volkanik hareketlerden, ağaç ve diğer bitki tozlarından meydana gelebilir. Orman yangınları da büyük ölçüde partiküler madde oluşturur.

6.2. İnsanlar tarafından oluşturulan kaynaklar

Atmosfere SO₂ olarak karışan sülfürün çoğu ısınma ve enerji üretimi için kullanılan fosil yakıtların yanması sonucu oluşmaktadır. Petrol, eritme işlemleri v.b. gibi çeşitli endüstriyel faaliyetler önemli SO₂ ve S bileşikleri emisyonlarına neden olmaktadır. İnsan faaliyetleri sonucu oluşan emisyonlar daha çok büyük kentler ve çevre alanları için söz konusudur. Partiküler emisyonların birincil kaynakları yanma ve endüstriyel işlemlerdir.

6.2.1. Kaynak karakteristikleri

Kentsel alanlarda havadaki SO₂ ve asıllı partiküler maddelerin çoğu yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır. Ancak bunun yanı sıra yakıtın tipi, yanma etkinliği ve baca gazı hızı, emisyonların kalite ve kantitesini de içine alan daha pek çok faktör vardır.

Evsel kaynakların hakim olduğu nüfusu yoğun alanlardaki bacalar dağınık alan kaynaklar olarak düşünülebilir. Büyük endüstriyel kaynaklar nokta kaynak olarak ele alınmalıdır. Motorlu taşıt araçlarının oluşturduğu SO₂ ve partiküler madde emisyonu, evsel ve endüstriyel bacalarla karşılaştırıldığında nispeten küçüktür. Kaynak kuvveti; saatler, günler ve mevsimler ile değişim göstermektedir. Kaynaktan çıkan kirletici konsantrasyonu tayininde meteorolojik koşullar önemlidir. Kış mevsiminde SO₂ ve partiküler madde emisyonları her zaman yazdan daha yüksektir.(4,5)

6.2.2 Yayılma ve Çevresel taşınmalar

Yaşanabilir bir çevrenin sağlanması, büyük ölçüde kirleticilerin yayıldığı ortamdaki türbülansa ve rüzgara bağlıdır.

Yanma kaynaklarından çıkan SO₂ ve partiküler madde dağılımını etkileyen faktörler:

a. Sıcaklık ve gazların akış hızı: Evsel ocaklar veya insineratörler gibi küçük kaynaklardan çıkan emisyonların, emisyon noktasındaki sıcaklık çevre sıcaklığından yüksek olmadığından hareket yetenekleri düşüktür.

b. Baca Yüksekliği: Kirleticilerin seyrelmesi ve dağılmasında baca yüksekliği önemli bir faktördür. Evsel kaynaklardan oluşan SO₂ ve partiküler madde emisyonu fazlalığı birincil olarak bina yüksekliği ile bağlantılıdır.

c. Topoğrafi ve diğer binaların yakınlığı: Tepelerin veya yüksek binaların bulunmasının alan kaynaktan veya nokta kaynaklardan çıkan dumanların dağılmasında önemli etkileri vardır.

d. Meteoroloji: Meteorolojik faktörler, kirlenmenin dağılımında büyük rol oynar.

SO₂ konsantrasyonu değişimlerinde lokal iklim etkisinden, lokal olarak havadaki değişimlere kadar tüm faktörler gözönüne alınmalıdır. Özellikle sıcaklık inversiyonları, beklenen değerlere göre çok daha fazla diğer kirleticilerin yanısıra SO₂ konsantrasyonlarını da oluşturabilir.

6.2.3. Dönüşüm ve azalma:

Havaya karışan SO_2 'nin bir bölümü değişmeden toprak, su bitkiler tarafından tutulur. Kalanı ise sülfürik asit(H_2SO_4) veya sülfatlara (SO_4) dönüşür. Emisyonlar birincil olarak SO_2 şeklindedir. SO_2 'nin tamamının sülfata dönüşümü çok kompleks bir işlemdir. Burada SO_2 'nin absorpsiyon hızı, partikül veya damlacık boyutları, kimyasal bileşimi, aerosol içeriğinin difüzyon hızı gibi durumları ve bağlı nemi içeren faktörler vardır. Ayrıca NH_3 gibi alkali bileşiklerinin bulunması, damlacıktaki tamponlama kapasitesine göre reaksiyon hızını arttırabilir. Havadaki SO_2 'nin yarı ömrünün 3-5 saat olabileceği hesaplanmıştır.

Önemli sorulardan birisi; SO_2 'nin H_2SO_4 'e ve SO_4 'e dönüşümünde partiküler maddelerin rolüdür. Bazı eser metalik bileşikler bu reaksiyonlarda katalizör olarak görev yaparlar. (4)

7. SO_2 VE ASILI PARTİKÜLER MADDELER (DUMAN) İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

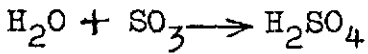
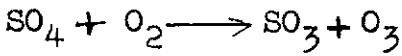
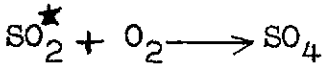
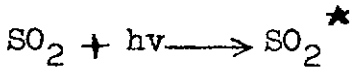
7.1. Kimyasal ve Fiziksel Özellikler:

7.1.1. Kükürt dioksit (SO_2)

SO_2 ; renksiz ve kokusuz bir gaz olup havadaki konsantrasyonu 1000-3000 $\mu g/m^3$ (0.35 - 1.05 ppm) olduğunda hissedilebilir. Daha yüksek konsantrasyonlarda (10.000 $\mu g/m^3$ ün üstünde; 3.5 ppm) keskin bir kokusu vardır. Suda hızla sülfürözaside (H_2SO_3) ve bu çözeltide yavaş yavaş havanın oksijeni ile yükseltgenerek sülfürik aside (H_2SO_4) dönüşür. Manganez veya demir tuzları gibi kirli katalizin varlığında dönüşüm daha hızlı olur. SO_2 diğer hava kirleticileri ile fotokimyasal veya katalitik olarak SO_3 , H_2SO_4 ve sülfatları oluşturabilir. SO_3 ; yüksek oranda reaktif bir gazdır. Havada nemin varlığında hızla H_2SO_4 'e hidrate olur. Bu nedenle havada H_2SO_4 aerosolü şeklinde SO_3 den daha fazla bulunur. Asit kuvvetli higroskopik olup damlacıklar çevresi ile denge oluşuncaya kadar havadan nem alır.

Sülfür bileşiklerinin çoğu kentsel hava kirleticilerinin kompleks karışımında vardır. Fakat pratik olarak yalnız SO_2 , SO_4 ve sülfatlar asıllı partiküler madde oluşturanları gibi düşünülebilir. (4) (6)

SO_2 nin atmosferdeki kimyasal reaksiyonları:



Özellikle elektrik santralleri, fabrikalar ve motorlu taşıt araçlarından oluşan kirleticilerle yağmurun karışması sonucu H_2SO_4 ve HNO_3 'e dönüşüm sözkonusudur. Asit yağmuru olarak adlandırılan bu durum yeni bir fenomen değildir. Fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere verilen kükürt ve azot bileşikleri rüzgar ile binlerce kilometre uzaklara taşınarak kaynaktan çok uzaktaki ülkelerde asit yağmuruna neden olabilir. Asit yağmurunun çevresel zararlara neden olduğu bir çok yerde saptanmıştır. Fosil yakıtların yakıldığı her bölgede asit yağmurunun oluşması doğaldır. Avrupa ve Kuzey Amerika'da asit yağmurundan 5-10 milyon km^2 .lik bir alanın etkilendiği saptanmıştır.

İnsanlar tarafından oluşturulan kaynakların yanısıra doğal proseslerden de kükürt ve azot bileşikleri atmosfere verilmektedir. Yapılan tahminler SO_x olarak yılda 78-284 milyon ton sülfürün ve NO_x olarak 20-90 milyon ton azotun havaya karıştığını göstermektedir. Yılda 75-100 milyon ton sülfürün insanlar tarafından atmosfere verildiği tahmin edilmektedir. İnsanlarca oluşturulan emisyonların % 60'ı kömür yanması % 30'u petrol ürünlerinin yanması ve % 10'u değişik endüstriyel proseslerden kaynaklanmaktadır.

Asit yağmurlarından direkt olarak ilk etkilenen alanlar göller ve nehirlerdir. İskandinavya'da, Kuzey-doğu Birleşik Devletlerinde, Güney-doğu Kanada'da ve Güney-batı İskoçya'da yüzlerce göl aside dönüşmüştür. Asidiçikasyon için topraklar göllerden daha dirençlidir. Asit yağmurları, ayrıca köprüler, endüstriyel teçhizat, su kaynak şebekeleri, yeraltı depolama tankları, hidro-elektrik türbinler ve elektrik ve telekomünikasyon kablolarında korozyonu hızlandırır. Asit kirlenmesini kontrol etmenin en geçerli yolu yakıtlardaki kükürt içeriğinin düşürülmesidir. (47)

7.1.2. ASILI PARTİKÜLER MADDELER (DJMAN)

Asılı partiküler terimi katı ve sıvılar olmak üzere ikiye ayrılır. Yanma işlemleri, endüstriyel faaliyetler veya doğal kaynaklardan havaya karışabilirler.

Havada küre şeklindeki partiküllerin çökme hızları:

Asılı partiküler madde	Çap μm	Çökme hızı, ms^{-1}
	0.1	8×10^{-7}
	1.0	4×10^{-5}
	10	3×10^{-3}
	100	0.25
Birikmiş madde	1000	3.9

(4)

Partiküller tek moleküllerden (Moleküller yaklaşık olarak 0.0002 μ çaplıdır.) daha büyük katı ve sıvı hava kaynaklı parçacıklar olarak tanımlanır. 0.1 μ daha küçük partiküller Brown hareketleri ile birbirlerini çekerler. 0.1-1 μ arasındaki partiküller havada rüzgar hızına göre çökerler. 1 mikrondan daha büyük olanların hızı daha anlamlı olmakla birlikte düşük çökme hızı vardır. 20 μ dan daha büyük olanlar ağırlıkları ile atmosferden uzaklaşırlar. 10 μ çapın altındaki partiküler maddeler, rüzgar ve hava türbülansı ile, yağmur ile temizleninceye kadar saatler veya günler periyodunda süspansiyon halinde havada asılı olarak kalabilirler.

5-10 µ çaplı partiküllere asılı partiküler madde olarak bakılır. Asılı partiküler maddelerin sağlık ile olan ilişkisi önemlidir. Daha büyük çaplı partiküllerden daha uzun süre atmosferde kaldıkları gibi solumaya ve solunum sahası içine girmeye eğilimlidirler. Ayrıca, görüş uzaklığını azalttıkları gibi diğer hava kirleticileri ile de reaksiyon verebilirler. Asılı partiküller genel olarak heterojen karışımları içerirler ve karakteristiklerinde bir yerden bir başka yere önemli ölçüde farklılıklar gösterebilirler.(4)

8. ANKARA'DA HAVA KIRLENMESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kurtuluş savaşından sonra Cumhuriyetin ilan edildiği yıllarda 30.000 kadar nüfusu olan Ankara kenti, küçük bir anadolu kasabası görünümünde idi.

Jansen tarafından yapılan kent plânında nüfusun 1980 yılında 300.000 dolayında olacağı varsayılmıyordu. Topoğrafik ve iklim koşullarını dikkate alan Jansen kentin Dikmen yönünde gelişmesini öneriyor ve kişi başına 20 m².lik yeşil alan düşmesini öngörüyordu.

İkinci Dünya Savaşından sonra 1950'li yıllardan başlayarak kent nüfusunda hızlı bir artış başladı. Bir yandan merkezde dikey yükselme sürerken öte yandan kent çevresindeki araziler gecekondu ile kaplanıyordu.

Yapılan binalarda ısı ekonomisi gözetilmiyor, yalıtım yapılmıyor, bol pencere kullanılıyor, kalorifer kazanları ve tesisatı bir esasa dayandırılmıyor, bacalar gelişigüzel inşa ediliyordu. Bu suretle 1980'li yıllarda tahmin edilen 300.000 lik bir kent yerine, 2.000.000 nüfuslu, havanın kirlenmesi için her türlü koşula sahip olan bir kent ortaya çıkıyordu.

8.1. Ankara hava kirlenmesinin nedenleri:

8.1.1. Doğal etmenler (Meteorolojik)

Meteorolojik olayları belirleyen etmenlerden en önemlileri sıcaklık, basınç, rüzgar ve nemdir. Bunlardan yalnızca sıcaklık bağımsız olarak düşünülebilir.

Bazı kentlerde hava kirlenmesinin, güneş radyasyonunun yere kadar ulaşabilen kısmını % 15-20 kadar azalttığı belirlenmiştir. Bu kaybolan enerjinin bir kısmı kent üzerindeki atmosfer tarafından, diğer bir kısmı ise kent içindeki yer örtüsü, asfalt, beton, taş ve tuğlalar tarafından tutulmaktadır. Böylece kent üzerindeki hava kütesinin çevreye göre daha sıcak olduğu belirlenmiştir.

8.1.1.1. İnversiyon Olayı:

Hava kirlenmesi meteorolojisinde, hava sıcaklığının yükseklikle azalma hızı kirleticilerin düşey dağılma olasılığını etkileyen önemli bir etkidir.

8.1.1.2. Rüzgar:

Hava kirleticilerinin taşınması, dağılımı ve seyrelmesinde en önemli etkenlerden biri de rüzgardır.

8.1.1.3. Basınç:

Atmosferde; yörenin denize yakınlığına veya kara içlerinde olduğuna bağlı olarak ısınma-soğuma biçimleri az çok değişir. Buna ek olarak yerkürenin kendi eksenini etrafındaki dönüşüne bağlı olarak hava kütleleri savrulma ve çevrilme hareketi yaparlar. Bu iki ana nedenden kaynaklanan kütleli girdaplar, siklon ve antisiklonlar olarak adlandırılırlar.

8.1.1.4. Sis ve Nem:

Denizden uzak bulunması nedeniyle Ankara havasının nem miktarı oldukça azdır. Ankara havasında nemin az oluşu, SO_2 'nin güneş ışınları tesiriyle veya oksitleyici diğer maddelerle SO_3 haline geçmesi durumunda asit yağışlarının oluşmasını önlemektedir. Kent içindeki kış ve kışa yakın aylarda teşekkül eden sis ise; radyasyon ve inversiyon sisidir. Sonbahar ve kış aylarında bacalardan çıkan kirleticiler içindeki yoğunlaşma çekirdeği durumundaki maddeler Ankara'da radyasyon sisi teşekkülü olayını kolaylaştırmaktadır. (7) Meteorolojik faktörler daha sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

8.1.1.5. Topoğrafik yapı:

Hakim rüzgarlara açık olmayan kentler üzerinde yeterli hava hareketi olmayacağından hava kirlenmesi söz konusudur. Ankara'da en hakim rüzgarlar kuzeydoğulu, ikinci derecede hakim rüzgarlar ise güneybatılı rüzgarlardır. Bu rüzgarlar dağ ve vadi meltemleridir. Durgun veya hızı düşük olan bu rüzgarlar sıklıkla sabahları ve geceleri esmektedir. Hakim rüzgarların hızı ve yönü; yörenin topoğrafik yapısından etkilenir.

Ankara kenti; en alçak kısmı denizden 840 metre yükseklikte olan ve etrafı 1000-1500 metre arasında yükseklikte tepe ve dağlarla çevrili çanak biçiminde bir konuma sahiptir. Bu durum hakim rüzgarları engellemekte ve kirliliğin kent üzerinde bir çatı gibi kalmasına neden olmaktadır.

8.1.2. Yapay etmenler:

8.1.2.1. Plânsız kentleşme:

Sosyal ve ekonomik nedenlerle kırsal kesimden kentlere göç olayının çoğalması ve hızlı kentleşme beraberinde plânsız ve programsız yapılaşmayı getirmektedir. Ankara'da merkezi çekirdek kısa zamanda kısmen muntazam yapıllı semtler ve daha çok

gecekondularla sarılmaya başlamıştır. Bu plânsız ve dağınık kentleşme biçimi zaten yetersiz olan hakim rüzgarları daha da kısıtlamış, ısınmadan dolayı yakıt tüketiminin artması ile kirlilik hızla artış göstermiştir.

8.1.2.2 Yeşil alanların azalması:

Yeşil alanlar; kentlerin doğallıktan uzaklaşan iklimini bir dereceye kadar normale getiren araçlardan biridir. Diğer önemli bir nokta yeşilliklerin tozu önleme ve miktarını azaltma etkisidir. Yeşil örtüler kirli hava için filtre ve adsorbent görevi yaparlar. Bir kente eklenen her yapı, hacmi kadar havanın yerini işgal edeceğine göre şehircilik standartlarına uygun olarak miktar ve dağılımları tespit edilmiş yeşil alanlar, hem hava temizleyicisi olarak rol oynarlar ve hem de hava kirlenmesi için üretim kaynağı olan yapıların sayısını ve yoğunlaşmasını azaltırlar.

Ülkemizin büyük kentleri arasında özellikle Ankara hava kirlenmesi yönünden önemli problemlerle yüklüdür. Bunun nedenleri arasında; kentin hava sirkülasyonu doğal olarak uygun bir çöküntü havzasında kurulmuş olmasına öncelik tanımak doğru olur.

Ankara kentinde kişi başına düşen yeşil alan miktarı 1 m^2 yi geçmemektedir. Bu nedenle hava kirliliğindeki önleyici fonksiyonu yok denecek kadar azdır.

8.1.2.3. Isınmada kullanılan yakıtlar:

Ankara'da kaloriferli konutların artması ile birlikte önceleri linyit, daha sonra da ucuz, temiz ve kolay yakılır olması nedeniyle fuel-oil artan miktarda kullanılmaya başlandı. Dışarıdan getirilen yüksek kükürt içerikli fuel-oil Ankara havasındaki SO_2 miktarını tehlikeli boyutlara doğru arttırıyordu.

Yükselen hava kirliliği nedeniyle 1960'lı yılların sonlarında alınan bir karar ile kaloriferlerin fuel-oil yakan bir şekle çevrilmesi önerilmiş ve yeni yapılan binalarda yağ-yakıtlı (fuel-oil) sistem öngörülmüştür. Bu dönemde petrol fiyatlarının henüz ucuz olması nedeni ile genellikle iyi kaliteli kalorifer yakıtı yakıldığından kirlenme oranı fazlaca artış göstermemiştir. Ancak 1976 yılından sonra petrol fiyatlarındaki artışlar, kaloriferlerde kalorifer yakıtı yerine 5 ve 6 numaralı yüksek kükürtlü fuel-oil kullanımını zorunlu kılmıştır.

1980'li yılların başında fuel-oil fiyatlarındaki büyük artışlar, birçok binalardaki kazanların kömüre çevrilmesini zorlamış ve bu binalarda da zaten ihtiyaca yetmeyen kötü kaliteli linyit kömürleri yakılmıştır. Bu dönemler Ankara hava kirliliğinin en fazla yükseldiği dönemlerdir. Hükümetçe 1982 yılında alınan bir kararla yağ-yakıtlı kazanlardan kömürlülere geçiş yasaklandı. 1982-1983 kışında Ankara hava kirliliğini azaltma plânı doğrultusunda yakıt kullanımının düzenlenmesi programı yapılmıştır.

Ankara'da hava kirliliğinin maksimum değere ulaştığı aylar ısınma mevsimi içine giren aylardır. Ankara'da ısınmak ve ısı sağlamak için kullanılan başlıca maddeleri üç sınıfta incelemek mümkündür:

8.1.2.3. (a) Gaz Yakıtlar:

Hava kirliliğinin önlenmesinde ideal bir yakıt türü olarak önem taşıyan gaz yakıtları; doğal yer gazları, rafinerilerde elde edilen sıvılaştırılabilir petrol gazları (LPG), düşük değerli kömürlerin basınç altında gazlaştırılması ile elde edilen gazlar, hava gazı gibi sınıflara ayırmak mümkündür. Ankara'da iki, İstanbul ve İzmir'de birer havagazı fabrikası bulunmaktadır. Bunlardan elde edilen havagazı pahalı olması ne-

deniyle ısınmadan çok mutfaklarda ve sıcak su elde etmede kullanılmaktadır.

8.1.2.3. (b) Sıvı yakıtlar:

Ankara'da kullanılan sıvı yakıtlar gazyağı ve yağ-yakıttır. Gazyağı yaklaşık olarak % 0.5 S içerir ve normal yanma sonucu havaya önemli miktarda kirletici vermez. Fuel-oil ise elde edilen ham petrole göre % 2.5-1.5 S içerir.

8.1.2.3. (c) Katı yakıtlar:

Ankara'da katı yakıt olarak odun, taş kömürü, linyit, briket, kok gibi maddeler kullanılmakta ve bu yakıtlar hava kalitesine değişik oranlarda etki etmektedirler. Ankara'da en çok kullanılan kömür Tunçbilek linyitleridir. Bu kömürün ısı değeri 4000 K.cal/kg. % 15 su, % 10 kül ve % 1.5 S içeren ülkenin en iyi linyitleri olup, yılda ortalama 1.000.000 ton linyit kömürü tüketilmektedir. 1982 yılında Ankara'ya ayrılmış olan ısınma amaçlı kok kömürünün toplamı 15.000 ton olup bu yakıt % 0.8 S içermektedir.

Ankara'da kullanılan linyit kömüründen havaya 26.000 ton/yıl SO_2 verilirken kok kömüründen salınan miktar 400 ton/yıldur. (7)

Sonuç olarak Ankara'da tüketilen yakıtlardan atmosfere atılan toplam kükürt miktarı 25.500 ton/yıl veya bunun SO_2 eşdeğeri 51.000 ton/yıl olup, kirliliğe en büyük katkının linyit ve fuel-oilden olduğu görülmektedir. (7)

Hava kirliliği her ne kadar kullanılan yakıtın kalitesine bağlı olarak artsa da yakma olayının iyi veya kötü olmasında bacadan çıkan kirletici miktarını etkilemektedir. Ayrıca soba ve kaloriferlerin usulüne uygun olarak yakılmaması nedeniyle hem belli bir sıcaklığa erişebilmek için daha fazla yakıt sarfedilmekte, hem de daha fazla kirletici gaz ve partikül, yetersiz yanma nedeniyle atmosfere salınarak kirliliği arttırmaktadır.

9. SO₂ ve ASILI PARTİKÜLER MADDELERİN (DUMAN) İNSAN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Hava kirlenmesinin etkileri ile ilgili bilgilerimiz daha çok kirlilikle yüklü günlerdeki (epizodlardaki) yüksek seviyeli kirlenmenin mortalite (ölüm) veya morbidite (hastalık) istatistiklerine olan etkilerine ve uzun süreli maruziyet sonuçlarından elde edilen epidemiyolojik bulgulara dayanmaktadır. Bu epizodların en ünlüleri Belçika'nın Meuse vadisi (1930), ABD'de Pennsylvania-Donora (1948), İngiltere'de Londra (1952) olup bu sıralarda buralarda yaşayanların solunum sisteminde hava da bulunan kimyasal maddeler nedeniyle tahrişler oluşmuştur. Bu epizodların diğer ortak bir yanı da toplumun özellikle akciğer-kalp rahatsızlığına sahip kesimiyle yaşlı ve çocuklarda görülen etkinin şiddetli oluşudur. Bu epizodların tek başına hava kirleticiler değil, sıvı ve katı aerosollerle SO₂'nin ortak etkisi ile oluştuğunda görüş birliği vardır.

Kirletici madde insan sağlığına iki tür etki yapar:

1. Kimyasal bakımdan çok yoğun inert maddelerin tahriş etkisi,
2. Kimyasal bakımdan çeşitli derecelerde aktif olan kirleticinin toksik etkisi,

Birinci gruba inert tozları, ikinci gruba ise bazı tozlarla, genellikle gazları dahil edebiliriz.

Havadaki kirletici madde konsantrasyonlarının, maruz kalma süreleri, akciğer ventilasyon koşulları ile yüksek kirlilik seviyelerinin zaman içindeki oluşum frekansına ve kişisel dirence bağlı olarak birey üzerindeki etkileri değişebilir. Yine de bazı kirleticilerin hangi miktarlarda ne gibi sağlık etkilerine sahip oldukları az çok bellidir. (8)

9.1. SO₂ gazının insan sağlığına etkileri:

SO₂, suda çözünen bir gaz olup kolayca kan dolaşımına girdiği bilinmektedir. Havada en çok rastlanan bu kirletici gaz üst solunum yollarında tahrişe, solunum yolları enfeksiyon sıklığının artmasına ve bunların iyileşmesinde güçlüğe neden olur. Bronş astması, bronşit gibi solunum hastalıkları olgularında özellikle yaşlılar ve çocuklarda etkisi daha açıktır. Kronik etkilerinden çok, çok yüksek konsantrasyonlarda akut etkisi ile tanınan SO₂ gazı, H₂SO₄ gibi etki ederek tahrişlere neden olabilir. Özellikle ince tozların yüzeyine adsorbe olan SO₂ gazı bu yolla alveollere kadar inerek havada bulunduğundan çok daha konsantre duruma ulaşır. (8)

Amdur ve arkadaşları 14 sağlıklı gönüllüyü (1953) 10 dak. süresince 2.9 - 23 mg/m³ (1-8 ppm) SO₂ konsantrasyonuna maruz bırakarak nabız sayısında artış, normal solunum hacminde azalma ve solunum sayısında artış gözlemişlerdir. (8)

Frank ve arkadaşları (1962) 11 sağlıklı gönüllüyü 10-30 dak. süresince sırası ile 2.9, 14 ve 37 mg/m³ (1.5 ve 13 ppm) seviyesinde SO₂ konsantrasyonuna maruz bırakarak solunum mekaniklerini ölçmüşlerdir. 11 gönüllünün yalnızca birinde 2.9 mg/m³ (1ppm) de solunum direnci artışı gözlenmesine karşılık özellikle yüksek konsantrasyonlarda tüm gönüllülerde solunum direncinde artış kaydedilmiştir.

Yine 4 sağlıklı gönüllü SO₂ gazına maruz bırakılarak zorlu vital kapasite (FVC), bir saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmi (FEV_{1.0}), yarımaksimal akış hızları (MMFR), % 50 de maksimal ekspirasyon akış hızları (MEFR₅₀), kapanma hacmi (Closing Volume) ve kapasiteleri ölçüldü. 30 dak. süresince 1.1 mg/m³ de (0.37 ppm) değişiklik gözlenmezken 2.1 mg/m³ (0.75 ppm) de FVC, FEV_{1.0}, MMFR ve MEFR₅₀ de hafif değişiklikler olmuş Closing Volume de her hangi bir etki gözlenmemiştir. (Bates and Hazucha, 1973).

9.2. H₂SO₄ aerosollerine maruziyet:

Amdur ve arkadaşları (1952 b) 15 sağlıklı kişiyi solunum yolu ile 5-15 dak. süresince 0.35-5 mg/m³ H₂SO₄ sisine maruz bırakmışlardır. 1 mg/m³ den daha düşük konsantrasyonlarda, 15 kişinin 5'inde hafif solunum hızı artışı görülmese rağmen anlamlı etkileri olmamıştır. 0.35 mg/m³ de normal solunum hacminde azalmalar gözlenirken 3 mg/m³ de tamamında irritasyon olmuştur. H₂SO₄ miktarındaki artışa paralel olarak solunum değişiklikleri de artış göstermiştir.

Bu çalışmaların sonuçları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo : 1 Seçilen Gönüllülerde H₂SO₄ sisinin Akciğer Fonksiyonu Üzerine Etkilerini İncelemek Amacı ile Yapılan Laboratuvar Çalışmaları.

Konsantrasyon (mg/m ³)	Partikül boyutu (µm)	Maruziyet Süresi (dak)	Bağıl nem (%)	Sıcaklık (°C)	Etkileri	Denekler	Referans
0.35	1	5-15		Oda	15'in 5'inde so- lunum hızı arttı ve normal so- lunum hacmi azaldı.	15	Amduretal (1952b)
39.4	0.99	60	62	18.4	Akciğer direncinde artış	12	Sim ve Pattle (1957)
20.8	1.54	30	91	24.5	Akciğer direncinde artış ve tahriş	12	Jim ve Fattle (1957)

Sağlıklı gençler $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$ H_2SO_4 'e 4 saat süresince maruz bırakılarak akciğer fonksiyon kapasiteleri ölçülmüştür. Random usulü deneysel olarak denek, (N:18) ve Kontrol (N:17) kişilik gruplar oluşturularak tamamı birgün boyunca temiz havaya maruz bırakılmıştır. İkinci gün H_2SO_4 'e her maruziyetin ilk 14 dakikasında ventilasyon ve 2-4 saatlik maruziyet sonucunda akciğer fonksiyon kapasiteleri ölçülmüştür. Sonuçta dakika ventilasyon solunum sayısı, normal solunum hacmi, solunum yolları direnci, zorlu vital kapasite (FVC), $\text{FEV}_{1.0}$, $\text{FEV}_{1.0}/\text{FVC}$ ölçümleri ile saptanan solunum fonksiyonlarının hiçbirisinde H_2SO_4 'e maruziyet sonucu anlamlı bir etki saptanamamıştır.

Sackner ve arkadaşları, normal ve astmalı hastaları 10 dak. süresince sırası ile 10, 100 ve 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ H_2SO_4 'e (0.1 μm) ağız yolu ile maruz bırakmışlardır. Her iki grup içinde akciğer mekanikleri veya hacimlerinde anlamlı değişiklikler gözlenmemiştir.

Lippman ve arkadaşları normal insanları 1 saat süresince sırası ile 100, 300 ve 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ H_2SO_4 'e (0.5 μm) burun yolu ile maruz bıraktıklarında solunum mekaniklerinde değişiklikler olmadığı halde mukosilyar temizlenmede bazı etkiler gözlenmiştir. (9) (41)

Newhouse ve çalışanları 1 mg/m^3 H_2SO_4 'e maruz bırakılarak gözlemlenmelerinde 2 saat sonra temizlenme hızında artış kaydedilmiştir. (43)

Leikauf ve arkadaşları izin verilebilir seviyelerin altındaki konsantrasyonlarda temizlenme hızında artış gözlerken 1 mg/m^3 de hızların önemli derecede azaldığını saptamışlardır. Leikauf ve arkadaşları bu karşıt sonuçları açıklamak için bir girişimde bulunmuşlardır. Newhouse ve arkadaşlarının çalışmasındaki deney grubunun burun pasajlarında blokaj bulunduğundan

ağız solunumu maruziyet hücrelerinde NH_3 birikimine neden olabileirdi. Eğer bu durum söz konusu ise NH_3 ile H_2SO_4 'ün kısmi nötralizasyonu asit konsantrasyonunun etkinliğini azaltabilir-
di. (44)

Larson ve arkadaşları 1977'de insan solunum sistemindeki NH_3 konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Bu çalışma vücut savunma mekanizmasının düşük seviyeli asit aerosolleri ve buharlarına karşı koruyuculuğunu göstermiştir. H_2SO_4 aerosolünün verilen NH_3 ile kısmi nötralizasyonuna ilişkin bir rapor Kleinmann ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır. (40)

Yazarlar genellikle solunum yollarında düşük seviyeli H_2SO_4 'ü nötralize etmek için yeterli konsantrasyonlarda NH_3 olduğunu göstermişlerdir. Ancak bu nötralize edicilerin önemli derecede bir koruyucu etkiye sahip olup olmadıkları deneysel olarak gösterilememiştir. (42)

Ayrıca H_2SO_4 ve asit sülfat aerosollerinin otomobil eksozu için kullanılan katalitik konverterlerden emisyonlara neden olmaları sebebiyle özel dikkat gösterilmesi gereken hava kirleticileri olduğu gösterilmiştir. (45)

Öte yandan ağır sanayi bacalarından çıkan SO_2 'nin daha sonra bölgedeki bağıl nemin zaman zaman çok yüksek olması nedeniyle H_2SO_4 'e dönüşmesi ve bu asidin yağmurla tekrar toprağa dönmesi sonucu asit yağmuru söz konusudur. Asit yağmurunun insanlarda özellikle çocuklarda üst solunum yolları açısından olumsuz etkiler yaptığına ilişkin yayınlar vardır.

9.3. SO₂ ve diğ er bileş iklerin Mortaliteye Kı sa süreli Maruziyet - Etkileri -

SO₂ ve partiküler maddelere maruziyet sonucu oluş an mortalite ile ilgili etkiler, yüksek kirlenme epizodlarında ölüm vakalarının ani artış göstermesidir. 1930'da Meuse Vadisinde, 1948'de Donora'da ve 1952'de Londra'daki olaylar buna örnek olarak gösterilebilir. Epizodlar incelendiğinde daha önceden kalp ve akciğ er hastalığı olan kişilerin toplumun enç ok etkilenen kesimi olduğu belirlenmiştir. Beş gün süren Londra epizodu sırasında ve hemen sonra normal koşullarda beklenenden 4000 kişilik bir ölüm fazlalığı olduğu saptanmıştır. Bir günde ölenlerin sayısı bir yılda beklenenden 3 kat fazlaydı. Şehir merkezinde ölçülen SO₂ konsantrasyonu 3.7 mg/m³ (1.3 ppm) kadar yüksekti.

Tablo : 2 SO₂ , Duman ve asılı partiküler maddelere maruziyet-etki ilişkileri - Kısa süreli maruziyet etkileri

Konsantrasyon 24 saatlik ortalama (µg/m³)

SO ₂	Duman	Toplam asılı partiküller	Etkiler
1000+	1000+	-	Londra , 1952, 5 günlük sis sırasında normale göre mortalite artışı çok fazla olmuştur. Maks.SO ₂ : 3700 µg/m ³ duman: 4500 µg/m ³ (Ministry of Health, UK, 1954)
710	750	-	Londra, 1958-59. Beklenen değerlere göre günlük mortalite de 1.25 kat artış (Lawther, 1963, Martin and Bradley, 1960)
500	500	-	Londra, 1958-60. Günlük mortalite ve hastaneye başvurularda artış.
500	-	-	Newyork, 1962-66. Kirlenme ile mortalite korelasyonu vardı.(Bueckly 1970)
500	250	-	Londra, 1954-68. Bronşitli hasta sayısında artış.
300	140	-	Vlaardinger, Netherlands, 1969-72, Solunum fonksiyonlarında geçici azalma.
200 ^a	-	150 ^b	Cumberland, WV, USA. Küçük bir grup hastada astım hastalığında artış (Cohenetal, 1972)

a. West Gaeke Yöntemi

b. High-Volume Sampler Yöntemi

Diğer ölçümler OECD veya İngiliz günlük duman/SO₂ yöntemi ile yapılmıştır. (Ministry of Technology. UK, 1966: OECD, 1965)

Tablo : 3 SO₂, Duman, Toplam asılı partiküler maddelere maruziyet - etki ilişkileri:Uzun süreli maruziyet etkileri:

Konsantrasyon 24 saatliklerin yıllık ortalama değerleri (µg/m³)

SO ₂	Duman	T.S.P	Etkileri
200	200	-	Sheffield, England, Çocuklarda solunum hastalıklarında artış. (Lunn et al. 1967, 1970)
-	-	180 ^b	Berlin, NH. USA. Erişkinlerde solunum fonksiyonu azalması, solunum semptomları artışı. (Ferris et al; 1973)
150	-	-	England and Wales.Çocuklarda solunum semptomlarında artış. (Colley and Reid. 1970)
125	170	-	Cracow, Poland.Erişkinlerde solunum semptomlarında artış. (Sawichi,1972)
140 ^d	140 ^d	-	Büyük Britanya. Çocuklarda alt solunum yolu hastalıklarında artış. (Douglas and Waller, 1966)
60-140 ^a	-	100-200 ^c	Tokyo, Erişkinlerde solunum semptomlarında artış (Suzuki and Hitosugi, yayınlanmamış veriler.1970)

a. Otomatik kondüktometrik yöntem

b. High-Volume sampler (2 aylık ort.)

c. Light Scattering (Işık saptırma) yöntemi

d. Çalışma sonucundaki gözlemlere dayalı hesaplamalar

Diğer ölçümler OECD veya İngiliz günlük duman/SO₂ yöntemleri ile yapılmıştır. (Ministry of Technology, UK. 1966; OECD, 1965)

Maruziyet Düzeyleri:

SO₂ , Duman ve asılı partiküler madde konsantrasyonları zaman ve yer içinde büyük oranda değişim gösterir.

Dünya Sağlık Örgütü Uzmanlar Komitesi 1972'te toplum maruziyetleri ile ilgili olarak pek çok epidemiyolojik çalışmalar yapmışlardır.

Tablo : 4 Belli hava kirleticilerininin toplumun seçilen bir bölümü üzerine beklenen sağlık etkileri:Kısa süreli maruziyet etkileri ^a

Beklenen Etkiler	24 saatlik konsantrasyon (µg/m ³)	
	SO ₂	Duman
Kronik hastalar veya yaşlılar arasında mortalite artışı	500	500
Solunum hastalığı bulunan hastaların durumunda kötüleşme	250	250

a. SO₂ ve Duman kons. OECD veya İngiliz günlük Duman/SO₂ yöntemine göre ölçülmüştür.

Tablo: 5 Belli hava kirleticilerinin toplumun seçilen bir bölümü üzerine beklenen sağlık etkileri: Uzun süreli maruziyet etkileri ^a

Beklenen Etkiler	Yıllık Ortalama Kons. (µg/m ³)	
	SO ₂	Duman
Genel nüfus (Yetişkin ve çocuklar) örneklerinde solunum semptomları artışı ve çocuklar arasında solunum hastalıkları sıklığının artış göstermesi	100	100

a. SO₂ ve Duman kons. OECD veya İngiliz günlük duman/SO₂ yöntemi ile ölçülmüştür.

Tablo: 6 Sağlığın korunması için uygun maruziyet sınırları ^a

	Konsantrasyon (µg/m ³)	
	SO ₂	Duman
24 saatlik ortalama	100 - 150	100 - 150
Yıllık aritmetik ortalama	40 - 60	40 - 60

a. SO₂ ve Duman kons. OECD veya İngiliz günlük duman/SO₂ yöntemine göre ölçülmüştür. (4)

9.4 ASILI PARTİKÜLER MADDELERİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Biyolojik olarak aktif maddeler (mekanik tahriş ediciler, toksik kimyasallar, allerjenler, mutajenler ve kanserojenler gibi) asılı partiküler hava kirleticileri olarak tanımlanırlar. Bu maddeler ve hastalık etkileri arasındaki ilişkiyi bulmak güçtür. Çünkü kişi cevapları değişim gösterip doz-etki ilişkileri geniş çapta belirlenemez.

Partiküler kirlenmenin en önemli etkisinin solunum sistemi üzerinde olacağı düşünülmelidir. 5 μ m den büyük partiküller üst solunum yollarında kalırlar ve daha çok gastroentestinal sistemden absorbe edilirler. (10) Bu gibi maddelere maruziyet sonucu insanlar üzerinde oluşacak etki (doz-etki ilişkileri) henüz tam olarak bilinmemektedir. Mide kanseri ve partiküler hava kirlenmesi arasındaki ilişki 1964'de Anderson ve Coffey tarafından öne sürülmüştür. (11) Noshville ve Erie'de yapılan hava kirlenmesi çalışmalarında hava kirlenmesi ve mide kanseri arasında ekonomik faktörlerden bağımsız olarak kuvvetli bir ilişki bulunduğu bildirilmiştir. (12) (13)

Şayet periyodik aşırı partiküler kirlenme ile uzun süreli düzeyleri arasında bir ilişki varsa yüksek kirlenmenin olduğu bölgelerde kardiovasküler ölüm sıklığı beklenebilir. (16)

Aralık 1930 Meuse vadisi epizodunda en fazla mortalite kalp ve akciğer hastalıkları bilinen yaşlı kişiler arasında idi. Tüm yaş gruplarının ortak hastalığı vücudun özellikle solunum sisteminin maruz kalan yüzeylerinde tahriş olarak belirlenmiştir. En genel semptomlar göğüs ağrısı, öksürük, nefes darlığı, göz ve burun tahrişi idi. Otopsi sonuçları, trakeal mukozaya ve büyük bronşlarda irritasyonu göstermiştir. Akciğerlerde fagositler içinde siyah noktacıklar gözlenmiştir. Epizodla ilgili orijinal raporda atmosferdeki SO₂ içeriğinin 25-100 mg/m³ olduğu görülmüştür.

Yine 1948 Donora epizodunda hakim semptom öksürüktü. Fakat tüm solunum sistemi, gözler, burun ve boğazlar tahriş olmuştu. Göğüs sıkışması, baş ağrısı gibi şikayetler vardı. Ölenler genelde daha önceden kardiyak ve solunum sistemi sorunları olan kişilerdi. Epizod sırasında yapılan çevresel ölçümler SO_2 'nin 4.4-5.5 mg/m^3 (0.5-2.0 ppm) olduğunu göstermiştir.

Poza-Rica'da 1950 yılında bir fabrikanın proses aşamalarından birisi olan H_2S 'nin yoğun bir şekilde atmosfere yayılması sonucu solunum ve merkezi sinir sistemi semptomları görülmüştür. (17)

Kömür kullanımının artması mortalite ve morbititeyi büyük ölçüde etkilemektedir. En dramatik ve en iyi bilinen örnek Aralık 1952'de Londra'da görülen epizoddur.

Bir haftalık atmosferik inversiyon sonucu yanma ürünleri SO_2 ve Duman yer seviyesine çok yakın bir aralıkta birikerek normal ölümler günde 250-800 iken akut hava kirlenmesi olayı süresinde ölüm sayısının beklenenden 4000 kişi fazla olduğu saptanmıştır. (17)

Küçük partiküller (10 μ 'dan daha küçük çaplı olanlar) sağlığa zararlı olarak düşünülür. Çünkü bunlar solunum yollarında tutulurlar, akciğerlerin derinliklerine kadar inerler ve ayrıca zararlı olabilecek iz metal bileşiklerini de içerirler. (17)

Dumanın kimyasal partiküller özellikleri nedeni ile büyük solunum yollarındaki reseptörleri uyarabilirler ve bronşlarda daralmalara neden olabilirler. Duman inhalasyonunu izleyen solunum yolları tıkanmasına ilişkin raporlar vardır. Hakim bulgular hastaların tümünde solunum semptomlarının görülmesi idi. Whitener ve arkadaşlarının bulguları da bu durumu desteklemektedir. (18) (19).

Partiküllerin solunum sisteminin değişik bölümlerinde birikmesi değişik fiziksel mekanizmalara bağlıdır. Her bölgedeki birikim etkinliği, partiküllerin aerodinamik özelliklerine, solunum yollarının anatomisine bağlıdır. (20)

9.4.1. Çevresel faktörler:

Sıcaklık ve nemin partikül birikimindeki etkisi konusunda çok az bilgi vardır. Ortam nemi kirletici partiküllerin boyutunu etkileyebilir ve dolayısı ile birikimde etkilenir.

9.4.2. Diğer gaz ve aerosollerin etkileri:

Solunan irritanlar; solunum ve temizleme fonksiyonu, hücrelerin dağılımını etkileyerek solunan partiküllerin toksisitesini arttırabilir. (21)

Trakeo bronşiyal yollarda partikül birikimi sigara içenlerde içmeyenlerden daha anlamlı bulunmuştur. (22) Wollf ve arkadaşları eksersiz bronşiyal temizlenmeyi hızlandırdığını göstermişlerdir. (23) Yüksek SO₂ konsantrasyonu bronşiyal temizliği yavaşlatabilir. Burun kateteri yolu ile SO₂'ye 30 dak. maruziyet bronşiyal temizliği geciktirmiş ve 300 ppm.i aşan konsantrasyonlarda eşeklerde burun yolu ile müküs boşaltımı ve öksürük görülmüştür. (24)

Sorokin ve Brain'e göre temizlenmenin kronik fazı maruziyetten 1-3 hafta sonra akciğerlerin bağ dokusunun makrofajları içinde partiküllerin görünmesi ile karakterize edilir. (25)

Heppleston, seri ölüm çalışmalarında fare ve tavşanları birkaç hafta kömür ve hematit tozuna maruz bırakmıştır. Her iki madde içinde tozun çoğu fagositler tarafından hızla alınmıştır. (26)

Alveolar yüzeyler içine giren partiküller, lenfatik drenaj sistemi içinden pleural ve trakeal lenf düğümlerine geçebilir. Geçiş çok yavaştır.

Thomas, lenf düğümlerindeki partikül konsantrasyonunun son inhalasyondan sonraki birkaç hafta süre ile aşırı düzeyde olduğunu kaydetmiştir. (27)

10. SO₂ , DUMAN (SMOKE) VE TOTAL ASILI PARTİKÜLER MADDE ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEM VE CİHAZLAR

10.1. SO₂ Ölçümünde kullanılan yöntem ve cihazlar:

Eğer hava kirleticisi yalnız SO₂'den ibaret olsaydı, yeterli hacimlerde örnekler almak suretiyle değişik yöntemlerin karşılaştırmasını sağlayan ve SO₂'nin gerçek miktarını gösteren bir tablo düzenlenebilirdi. (Tablo : 7)

Ancak kentsel alanlarda genelde diğer kirleticiler de bulunmakta ve partiküler madde karışmasını minimize etmek için hava önceden filtreden geçirilmesine rağmen değişik gaz ve buharların varlığında bir takım hatalara neden olmaktadır. Yöntem seçimini etkileyen pek çok faktör vardır. Tüm yöntemlerde 24 saatlik periyodun kullanılması uygundur. Daha kısa periyotlar için seçim daha sınırlı olup, konsantrasyondaki kısa süreli değişimlerle ilgili daha ayrıntılı bilgi ve cihazlarla ilgili yöntemleri gerektirir.

Tablo : 7 SO₂ Analiz Yöntemleri :

Yöntem	Prensip	Açıklama
Pararosanilin	SO ₂ , Potasyumtetra klöromerkürat çözeltisi içine absorbe edilir. Pararosanilin ve formaldehit ile kırmızımsı mor bir renk oluşması şeklinde reaksiyon verir ve kolorimetrik olarak analiz edilir.	Basit aparatlar kullanılır. 30 dak.-24 saat aralığında örnek alınabilir. Örnekler toplandıktan hemen sonra analiz edilmelidir. SO ₂ gazına NO _x ve bazı metallerin karışmasını önlemek için özel işlem yapılır.
Iodin	SO ₂ Isıtılmış şişe ile iyodin içeren yıkama şişesine absorbe edilerek tiyosülfatla titre edilir.	İş çevrelerinde uygulanabilir. Ancak geniş çapta kullanılmamaktadır. Yöntem kolorimetrik analizler için değiştirilmiştir.
Otomatik Cihazlar	İletkenlik, kolorimetre, kulometri, flamefotometri veya gaz kromatografi bazlıdır.	Özellikle konsantrasyonlardaki kısa süreli değişimleri izlemek için uygundur. Ancak verileri değerlendirme cihazları olmadığı takdirde 24 saatlik ortalama konsantrasyonların tayini için pratik değildir. Cihazlar pahalı olup deneyimli kişilerin kontrolünde kullanılmalıdır.

Yöntem	Prensip	Açıklama
Asidimetrik	Sıklıkla duman filtresi ile birlikte basit aparatlar kullanılır. Örnek alma periyodu olarak 24 saat uygundur. Bazı hallerde daha kısa aralıklarda da kullanılabilir.	SO ₂ ; seyreltik H ₂ O ₂ çözeltisine absorbe edilerek H ₂ SO ₄ oluşturulur ve standart alkaliye karşı titre edilir.
İletkenlik Ölçümleri	Asidimetrik yöntemde olduğu gibi H ₂ O ₂ içrikli deiyonize suda SO ₂ toplanarak, H ₂ SO ₄ 'e dönüştürülür ve iletkenlik ölçülür.	24 saatlik periyotlarda örnek almaya elverişli basit aparatlar kullanılır. Partiküler maddeleri uzaklaştırmak için genellikle bir filtre ile birlikte dir. Asimetrik yöntemeye göre daha az güvenilir dir. Bu prensip sıklıkla otomatik cihazlar da kullanılır. Kentsel veya endüstriyel çevrelerdeki nokta kontrollerde basit, taşınabilir cihazlar uygundur.
Detektör tüp	SO ₂ 'ye hassas bir indikatörle emdirilmiş silikajel içrikli tüp içinden hava geçirilir ve leke boyundan kons. tayin edilir.	Taşınabilir olup elek. enerjisine gerek yoktur. İş çevrelerinde noktasal kontroller için veya konsantrasyonun yüksek olabileceği tahmin edilen (3000 µg/m ³ den yukarı) durumlarda geniş çapta kullanılır.

Yöntem	Prensip	Açıklama
Sülfasyon hızı	Havadaki sülfür bileşikleri, kurşun peroksit içeren bir pasta ile kaplanmış silindir veya plâkaya maruz bırakılarak reaksiyon gerçekleştirilir. $BaCl_2$ ile sülfat tayini yapılır.	Elektrik enerjisine gereksinim olmayıp basit bir cihazdır. Örnek alma periyodu 30 gündür. Sonuçlar SO_2 /100 cm^2 / gün olarak verilir. Sülfür bileşiklerinin yüzeylerle olan reaksiyon hızını gösterir. SO_2 için spesifik değildir. Havadaki konsantrasyonu göstermez. Sıklıkla epidemiyolojik çalışmalarda kullanılır.

(4)

10.2. Asılı sülfatlar ve sülfirik asit:

Tablo 8'de verilen yöntemlerin çoğu filtre kağıdında toplanan suda eriyebilen sülfatları belirler. Genelde H_2SO_4 vardır. Havada asit olarak bulunan metaryalin bir bölümü örnek alma sırasında nötral sülfata çevrilebilir. Başka kirleticiler de bulunduğu başarılı olarak uygulanamaz. Ancak asılı partiküllerin asidik özelliklerini kontrol etmek için bazı işlemlerde tercih edilir.

Tablo: 8 Asılı Sülfatlar ve Sülfirik Asit için Analiz Yöntemleri

Yöntem	Prensip	Açıklama
Turbidimetrik	Örnek, sülfatsız glass-fiber veya başka etkin bir filtre üzerinde toplanır. Sülfat $BaCl_2$ ile ekstrakte edilerek çöktürülür ve Spektrofotometrik olarak süspansiyonun turbiditesi ölçülür.	Örnekler 24 saatlik periyodlarda High-Volume Sampler'la toplanır.
Metil timol mavisi	Örnekler, $BaCl_2$ ile ekstrakte edilir. Ancak çözelti içindeki Ba metil timol mavisi ile reaksiyona sokulur: birleşmeyen metil timol mavisi ölçülerek kolorimetrik olarak sülfat miktarı saptanır.	Turbidimetrik yöntemdeki uygulamalar gibidir.

Daha hassas tekniklerin uygulanması yolunda araştırmalar vardır. X ışını fluoresansı veya sülfatların termal konversiyonu flame-fotometri ile SO₂ veya pararosanilin yöntemi ile SO₂ tayini gibi.

10.3. Asılı Partiküler Maddeler:

Genelde rutin izleme amaçları için partiküler madde analizinde her birinin partikül boyutları veya kimyasal bileşimi bazlı bir tarif pratik değildir. Örnek karakteristikleri, çevredeki kaynak tipleri; hava koşulları ve kabul edilen örneklem işlemi ile tayin edilir.

Tablo: 9 Asılı Partiküler Maddeler İçin Analiz Yöntemleri

Yöntem	Prensip	Açıklama
Duman OECD Filter soiling method	Hava genellikle 24 saatlik periyodlarda beyaz filtre kağıdından geçirilir. Bulunan leke koyuluğu reflaktometre ile ölçülür. Değerler uluslararası duman birimlerine çevrilir.	Avrupa'da OECD'te geniş çapta önerilir. Sıklıkla asidimetrik yöntemde ölçülen SO ₂ ile birleştirilir.
Filtre lekesi için Amerikan Duman ölçüm yöntemi	Hava, glass-fiber filtre kağıdından geçirilir. Kontrol-lü sıcaklık ve nem koşullarında tartılarak toplanan maddede miktarı saptanır. Geniş çapta kullanılan cihaz High-Volume Sampler'dir.	USA'de geniş çapta kullanılmaktadır. Solunum boyut aralığı dışındaki partikülleri toplamak için elverişli olup özellikle kuru, tozlu bölgelerde etkin olabilir. Sürekli işlem için uygun değildir. Örnekler her 6 günlük periyotta 24 saatlik toplanır.

Yöntem	Prensip	Açıklama
Kütle konsantrasyonunun direkt tayini β ray sampler	Örnek serileri, seçilen periyotta (genellikle 30 dak.) filtre kağıdı şeridinde toplanır ve madde kütlesi β radyasyonu ile saptanır.	Federal Almanya'da izleme amacı ile kullanılmaktadır. Asılı partiküler maddelerle ilgili kısa vadeli çalışmalarda kullanılabilir.
Light Scattering	Asılı partiküler madde direk olarak light Scattering ile aerosol olarak saptanır.	Japonya'da S.P.M tayini için bazı alanlarda kullanılmaktadır. Ancak kalibrasyon gerekli olup sonuçlar direk ağırlıklarından gidilerek karşılaştırılmaz. Temel uygulama alanı endüstriyel çevrelerdir.
Boyut seçici örneklem	İmpaction ile çeşitli boyutlara ayrılan partiküller her bir madde miktarının direkt tartımı ile tayin edilir.	Spesifik boyutlardaki konsantrasyonları saptayabilir. Endüstriyel çevrelerde toz örnekleme için kullanılır.
Elektrostatik çökelticiler	Partiküller, geniş potansiyel aralığında çeper ve merkez boyunca iğne arasında metal bir tüpten geçirilerek toplanır. Çeperlerde toplanan miktar direkt tartım ile saptanır.	Dış ortam ölçümleri için uygun değildir. Genelde iş çevrelerinde kullanılır.

Yöntem	Prensip	Açıklamalar
Kişisel örnek alıcılar	Akü ile çalışan bir pompa kullanılarak hava küçük glass-fiber den geçirilir. Cihaz kişilerin üzerinde taşınabilir. Partiküller tartım ile veya spesifik olarak analiz edilir.	Birincil olarak, iş serilerindeki maruziyeti saptamak amacıyla ile endüstriyel çevrelere uygulanır. Büyük partikülleri uzaklaştırmak için elutriator(yıkayıcı) eklenebilir.
		(4) (28)

11. ANKARA'DA UYGULANAN YÖNTEM VE CİHAZLAR

11.1. SO₂ ölçümünde kullanılan yöntem ve cihazlar: (Asidimetrik Yöntem)

Yöntemin ilkeleri İngiliz Standartlar Enstitüsünce kabul edilmiştir. Havadaki SO₂, seyreltik H₂O₂ çözeltisi içine emilerek H₂SO₄ şekline dönüştürülmektedir. Çözeltinin asiditesi standart alkali ile titrasyon sonucu saptanır ve sonuç SO₂ olarak verilir. H₂SO₄ ile yapılan testler absorblama çözeltisine 1531 µg asit (1000 µg SO₂'ye eşdeğer) eklendiğinde bu işlemle analiz edilebileceğini göstermiştir. 10 tayin ortalaması 1022 µg SO₂ olup standart sapma 16 µg olarak hesaplanmıştır. Bu teknikle 50 ml. absorblama çözeltisi içinde 10 µg SO₂ den daha düşük konsantrasyonları hesaplamak olası değildir. Birisi yüksek akış hızında (5 dak - 4 saatlik örneklem süresi) ve diğeri düşük akış hızında (4-7 saatlik örneklem süresi) olmak üzere iki yöntem tariflenmiştir. 1000 µg/m³ ün üstündeki konsantrasyonlarda genellikle kısa örneklem süresi uygulanmaktadır.

11.1.1. Aparatlar:

11.1.1.1. Emici: Yüksek akış hızları için 500 ml. düşük akış hızları için 125 ml. lik drecshel tipi cam yıkama şişeleri uygundur.

11.1.1.2. Hava pompaları ve akış kontrolü: Pompa ve akış kontrol cihazı, yüksek akış hızı için absorblama çözeltisi içine 10-30 lt/dak, düşük akış hızı için ise 1.5-3 lt./dak. akış verebilir.

11.1.1.3. Gaz ve akış ölçer: 1-5 lt/dak veya 5-40 lt/dak. akış hızlarını ölçmek için bir flovmetre veya ± 0.02 m³ doğruluk sınırları içinde okumayı sağlayan kuru gaz ölçer.

- 11.1.1.4. Filtre taşıyıcısı: 4.25-7.0 cm. çapındaki filtre kağıtları için uygun bir taşıyıcı. Dairesel filtre kağıtları 2.5-5 cm. çaplıdır.
- 11.1.1.5. Partiküler filtre kağıdı: Whatman No:1 olan 4.25-7.0 cm. veya dairesel 2.5-5 cm. çaplı filtre kağıtları olup 0.1-5 μ çap aralığındaki solunabilir asılı partiküler maddeleri tutabilecek gözenek boyutlarına sahiptir.
- 11.1.1.6. Civalı manometre: 5 mm. Hg. doğruluklu.
- 11.1.1.7. Borular: Filtre taşıyıcısını absorblama şişesi girişine bağlayan PVC plastik boruları.
- 11.1.1.8. Pipetler: 50 ml. volumetrik.
- 11.1.1.9. Büretler: 10 ml.lik 0.01 ml. dereceli ve 25 ml.lik 0.1 ml. dereceli
- 11.1.1.10. Mezürler: Polietilen, 50 ml. dereceli.
- 11.1.1.11. Termometre: 1° C doğruluklu.
- 11.1.2. Ayıraçlar:
- 11.1.2.1. İndikatör çözeltisi: Karışım indikatör çözeltisi (0.06 gr. Bromkrezol yeşili, 0.04 gr. Metil kırmızısı ve 100 ml. metanol) PH: 4.5'da renk gridir.
- 11.1.2.2. Sodyum tetraborat çözeltisi: 0.01N. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Birincil Standart. Eğer Standardize edilirse NaOH veya Na_2CO_3 da kullanılabilir.
- 11.1.2.3. H_2SO_4 çözeltisi: 0.01N. H_2SO_4 çözeltisi. Birincil standart $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ya karşı standardize edilir.
- 11.1.2.4. H_2O_2 Çözeltisi: % 6 W/V (Ağırlık/Hacim)
- 11.1.2.5. Absorblama çözeltisi: 1 lt. % 0.3 W/V H_2O_2 çözeltisini hazırlamak amacı ile H_2O_2 seyreltilir. Hazırlanan çözeltinin 50 ml. sine 2-3 damla indikatör çözeltisi eklenir., ve 0.01 N alkali ile gri renk oluşuncaya kadar titre edilir. Şayet hazırlanan çözelti alkali ise yerine 0.01 N asit kullanılmalıdır.

Titrasyonda harcanan asit veya alkalinin 19 katı alınarak geride kalan 950 ml. seyreltik H_2O_2 çözeltisine eklenir. Bu H_2O_2 çözeltisi indikatör ile kontrol edildiğinde gri renk oluşmalıdır. Bu çözelti $2-8^{\circ}C$ aralığında indikatör içermemek koşulu ile enaz biray kararlıdır. Kullanımdan hemen önce indikatörle kontrol edilmelidir.

11.1.3. Örneklem işlemi

Partiküler filtre, absorber, akış kontrol cihazı ve pompayı içeren örneklem dizisi hazırlanır. Yıkama şişesi absorblama çözeltisi ile çalkalanarak 50 ml. çözelti konur. Örnek alma süresi ve akış hızı SO_2 konsantrasyonu ve ölçüm periyoduna bağlıdır. SO_2 konsantrasyonu $100 \mu g/m^3$. ü aşmadığı sürece 24 saatlik zaman periyodunun kullanılması uygun olacaktır.

Analitik işlem:

Numuneye 2 damla indikatör çözeltisi eklenerek 0.01N alkali ile nötral gri oluşuncaya kadar titre edilir. Deneyin gün ışığında yapılması halinde dönüm noktası daha kolay fark edilir. Alternatif olarak PH:4.5'a kadar PH-metre ile de saptama yapılabilir.

SO_2 konsantrasyonu şu şekilde hesaplanır:

$$S: \frac{32.000 \times N \times V}{Y}$$

S: SO_2 konsantrasyonu ($\mu g/m^3$)

N: Alkali normalitesi (0.01N)

v: Titrasyonda harcanan hacim (ml.)

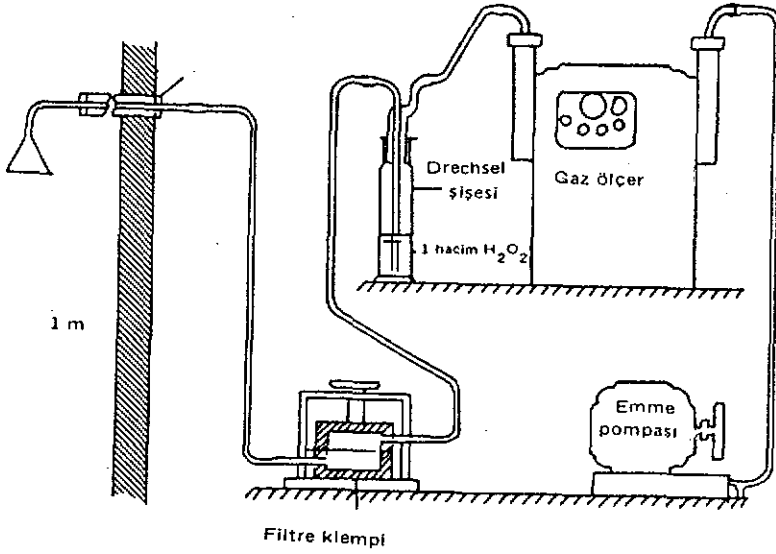
V: Hava numunesi hacmi, (m^3)

Amonyak (NH_3) gazı karışma olasılığına karşı, çözeltinin bir bölümünde NH_3 tayini yapılır.

Düzeltilmiş SO_2 kons. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) : $S + 1.88 y$

S: SO_2 konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

y: NH_3 konsantrasyonu (29) (28)



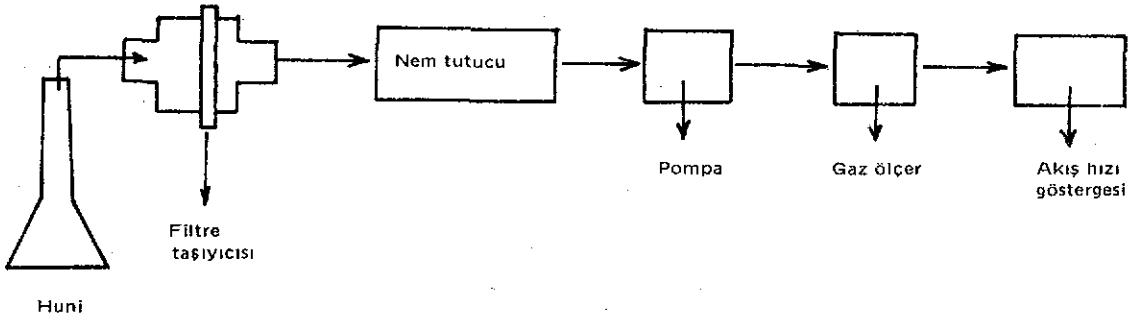
Şekil: 1 SO_2 ve Duman Ölçer Sistemin Şematik Düzeni. (46)

11.2. ASILI PARTİKÜLER MADDE (DJMAN) ANALİZİNDE KULLANILAN YÖNTEM VE CİHAZLAR

OECD Filter-Soiling (Filtre kirliliği) Method

Yöntemin esası duman şeklindeki asılı partiküler maddelerin genellikle 24 saatlik zaman periyodunda 25-50 mm. veya 100 mm.lik filtre kağıtları üzerinde toplanmasıdır. Toplama işleminden sonra partiküllerin yansıtması (reflektansı) ölçülür ve yüzey konsantrasyonu "International Standard Smoke" olarak saptanır.

OECD filter soiling yöntemi örneklem dizisi:



11.2.1. Aparatlar:

11.2.1.1. Emme pompası: Diyafram tipli bir pompa kullanılıp 24 saatte $1.5-2.25 \text{ m}^3$. hava geçirebilecek kapasitede olmalıdır.

11.2.1.2. Gaz ölçer: 0.01 m^3 . veya daha küçük aralıklarda kolayca okunabilir olmalıdır.

11.2.1.3. Duman filtresi bölümü: Değişik çaplarda klemlerden oluşur. İki parçadan ibaret olup uygun bir destekle vida klempi ile sıkıştırılır.

11.2.1.4. Filtre hunisi: Ortalama 40 mm. çaplı, borosilikatton mamul 60 derecelik bir hunidir.

Huni sapı 6.5 mm. I.D. olmalıdır.

11.2.1.5. Bağlantı boruları: Cam veya pürüzsüz transparent plastikten olup tercihen 6.5 mm. I.D. olmalıdır. Transparent PVC kullanılması uygundur.

11.2.1.6. Dairesel filtreler: Schneider CA32, Whatman No:1 veya CF/A fiberglass filtre kağıtları kullanılır. 0.1-5 μ . çap aralığındaki solunabilir asılı partiküler maddeleri tuta - bilecek kapasitedir.

11.2.1.7. Reflektometre: "EEL" veya "photovolt" tipi bir reflektometre kullanılır.

Aparatların yerleştirilmesi:

Bağlantı boruları 6 m.den daha uzun olmayıp kırılmalar bulunmamalıdır. Giriş yer seviyesinden en az 2.5 m. 3-5 m. yükseklikte ve beklenmeyen hava akımlarından uzak olmalıdır. Şayet kuru gaz ölçer kullanılıyorsa sayaçta oluşabilecek nem yoğunlaşmasını önlemek için $CaCl_2$ gibi uygun desikkantı içeren bir nem tutucu kullanılır. Aparatlar oda sıcaklığında muhafaza edilmelidir.

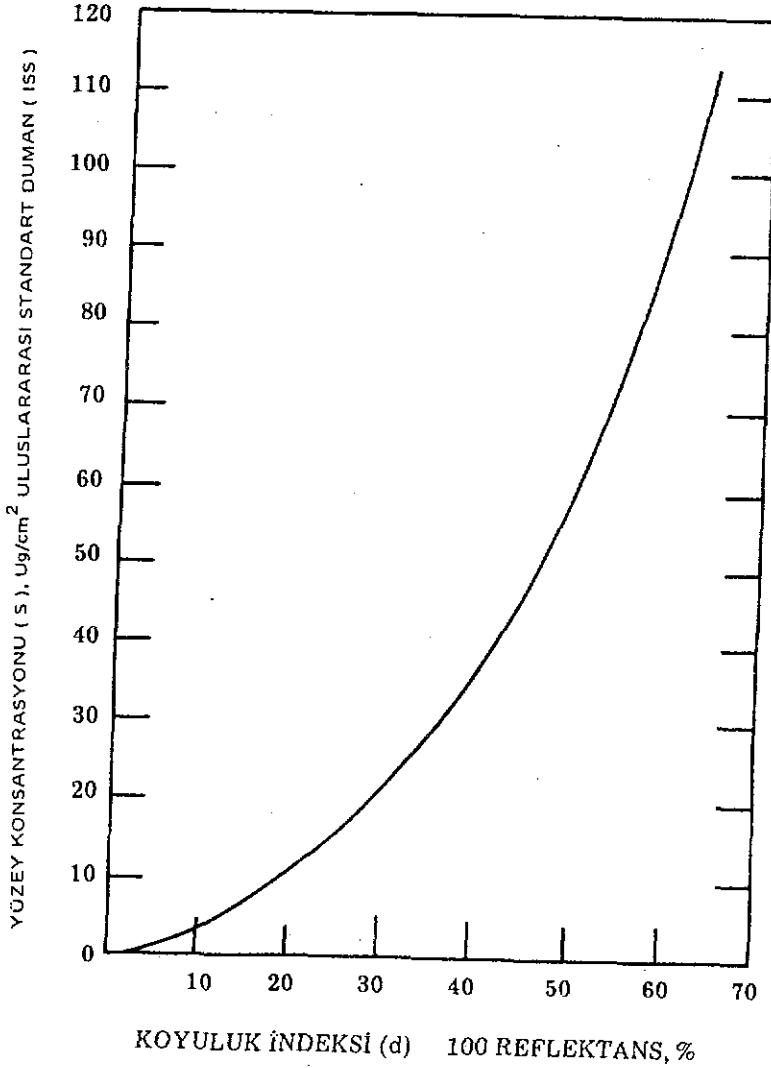
11.2.2. Örnek alma işlemi :

Filtreleme bölümünde temiz bir filtre kağıdı yerleştirilir. Şayet filtre kağıdının her iki yüzü aynı değilse, asılı partiküler maddelerin özellikle düzgün olan yüzeyde toplanmasına dikkat gösterilmelidir. Filtre kağıdı yerleştirildikten sonra klemp sıkıştırılır. Gaz ölçerin son okunan değeri kaydedilerek ölçüm süreci başlatılır.

Aparatlar istenen periyot süresince çalıştırıldıktan sonra pompa kapatılır. Sayacın son okunan değeri kaydedilerek filtre kağıdı alınır.

Analitik işlem:

Reflektometre kapalı iken sıfır ayarı yapılır. Elektrik bağlantısı yapılarak bir süre ısınması için beklenir. Schneider CA32 kullanılıyorsa % 100'e, Whatman No:1 filtre kağıdı kullanılıyorsa standart beyaz seramik bölümde % 100'e ayarlanır. Asıllı partiküler maddeleri üzerinde toplamış olan filtre kağıdının yansıtmasını bulmak için standart beyaz seramik üzerinde reflektometre değeri yüzde(%) olarak kaydedilir.



Şekil: 2 OECD Uluslararası Standart Kalibrasyon Eğrisi: Photovolt Reflektometre - Whatman No:1 Filtre kağıdı, 25 mm. çaplı (28)

"International Standart Smoke" olarak havadaki duman konsantrasyonunun hesaplanması:

Yüzey konstrasyonları havadaki duman miktarı ile bağıntılıdır.

$$C: \frac{SA}{V} \quad 25 \text{ mm.lik filtre kağıtları için.}$$

$$C: 0.92 \frac{SA}{V} \quad 50 \text{ mm.lik filtre kağıtları için.}$$

$$C: 0.80 \frac{SA}{V} \quad 100 \text{ mm.lik filtre kağıtları için.}$$

A: Filtre lekesi alanı, cm^2 .

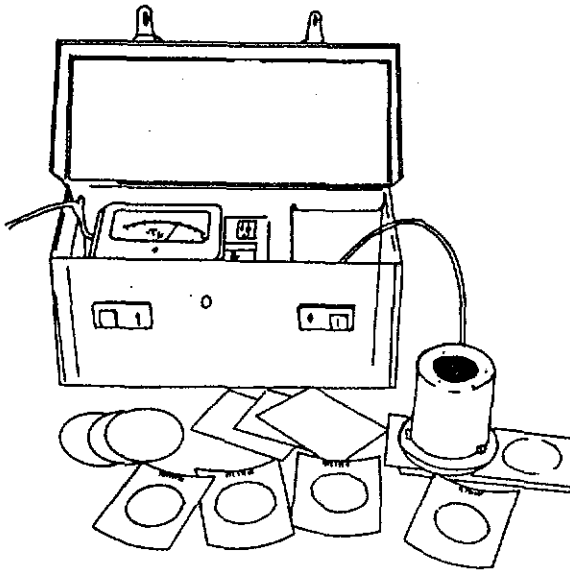
V: Hava hacmi, m^3

C: Duman konsantrasyonu, $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$

S: Yüzey konsantrasyonu, $(\mu\text{g}/\text{cm}^2)$

(Methods of Measuring Air pollution) OECD, Paris, Fransa, 1964

(28) (30)



Şekil: 3 Reflektometre (46)

C. METEOROLOJİK FAKTÖRLERLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Atmosferin bileşimi:

Dış atmosferde bulunan gazları üç grupta incelemek mümkündür.

1. Havada her zaman bulunan ve miktarları değişmeyen gazlar. (N_2 , O_2 , asal gazlar.)

2. Havada devamlı bulunan ve miktarları azalıp çoğalan gazlar. (CO_2 , H_2O buharı, Ozon)

3. Havada her zaman bulunmayan gazlar, tozlar, kirleticiler.

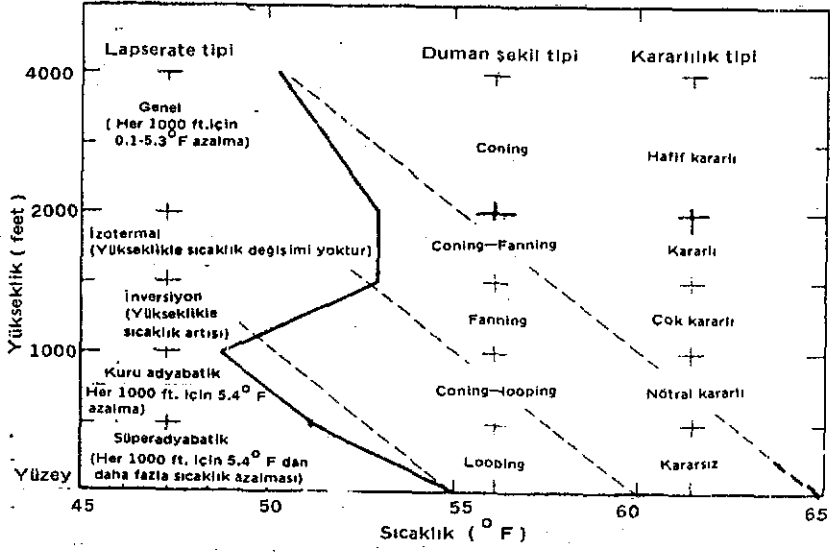
Atmosfer içinde bulunan gazların hacim oranları yatay ve dikey hava hareketleri nedeniyle ortalama 25 km. yüksekliğe kadar hemen hemen sabit kalır. Daha üst tabakalarda ise dikey hava hareketleri olmadığından gazlar Dalton kanununa göre ağırlıklarına uygun katmanlar halinde sıralanmışlardır. Havadaki miktarı değişmeyen gazlar hayatın devamı için bir kararlılık ögesidir. Miktarı değişen gazlar yani su buharı ile CO_2 'nin ise iklimler üzerinde önemli etkileri olmaktadır, H_2O buharı ve CO_2 , havanın basıncına, sıcaklığına ve yerel koşullara göre azalıp çoğalmaktadır. Fakat yine de 90 km.ye kadar yükseklikte atmosferdeki gazların hacim oranları önemli bir değişiklik göstermemektedir.

Sıcaklığa göre atmosferin katları:

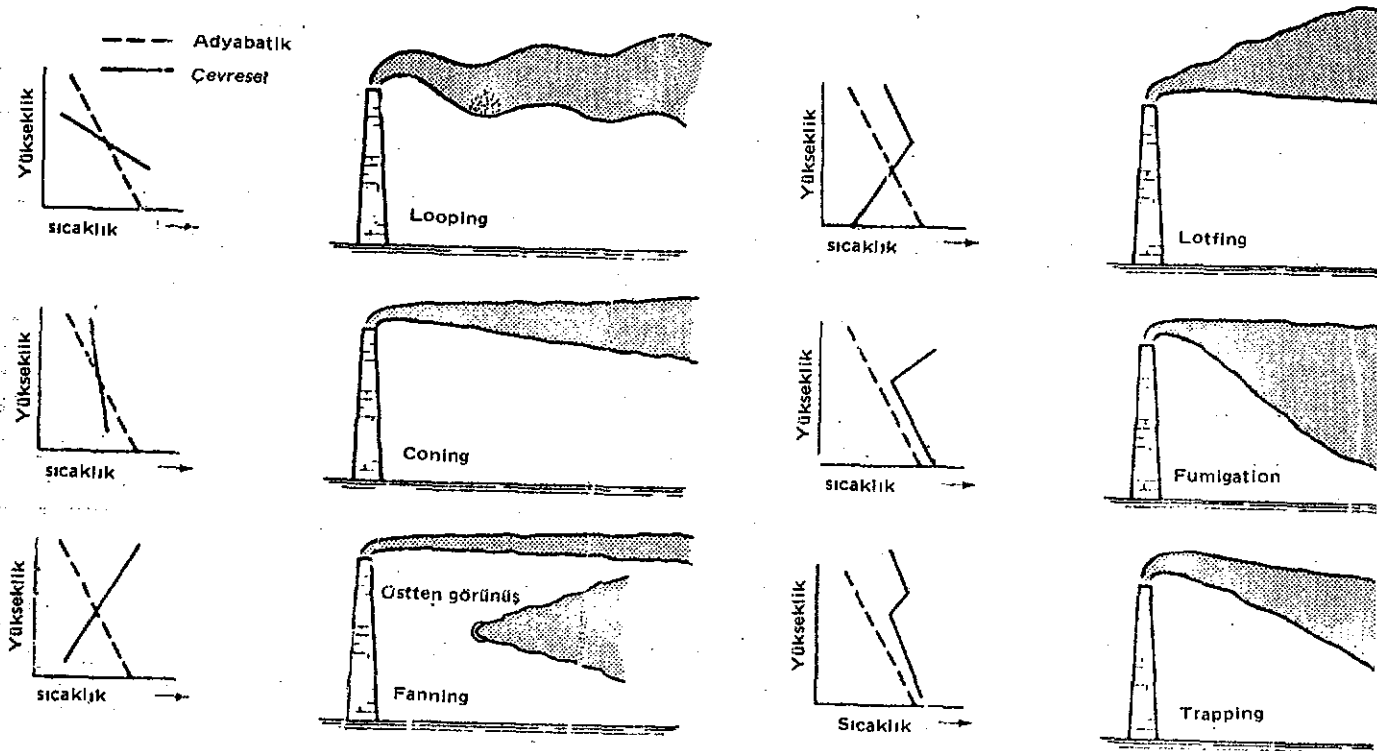
80 km	<u>Termosfer</u>	Mezopoz
45 - 50 km.	<u>Mezosfer</u>	Stratopoz
12 km.	<u>Stratosfer</u>	Tropopoz
	<u>Troposfer</u>	Yeryüzü

a) Troposfer: Yerden itibaren 12 km.ye kadar uzanan ilk atmosfer tabakasına troposfer denir. Önemli tüm meteorolojik olaylar bu tabakada görülür. Troposferin kalınlığı ekvator çevresinde 17 km. , kutuplarda ise 7 km. civarındadır. Bunun nedeni, havanın ekvatorde sıcak olması nedeniyle ısınarak dikey olarak yükselmesi, kutuplarda ise soğuk olması nedeniyle yere doğru çökmesidir. Troposferin en önemli özelliği, yükseldikçe sıcaklığın doğrusal olarak azalmasıdır. Sıcaklığın yükseklikle değişme oranına Lapse-rate denir. Bu tabakada sıcaklık her 100 metrede ortalama 0.65°C lik düşüş gösterir. Bu değer sabit olmayıp çeşitli nedenlere bağlı olarak değişebilir. Hatta bazen yükseklikle sıcaklığın arttığı dahi görülebilir. Bu duruma inversiyon veya sıcaklık terselmesi denir. Troposferde sıcaklık yükseklikle azalıyor ise pozitif Lapse-rate, yükseklikle artıyorsa negatif lapse-rate vardır. Yükseklikle sıcaklık değişimi yoksa izotermal durum söz konusudur.

Havanın kuru olduğunu kabul edersek yükseklikle sıcaklığın değişme oranı her 100 m.de 1°C dir. Hava nemli ise yükseklikle sıcaklığın düşme oranı her 150 m.de 1°C dir. Hava doymuş ise 0.5°C dir. Meteorolojik olaylar her ne kadar troposferde görülüyorsa da bu olayların büyük bir bölümü yerden itibaren 6000 m. yüksekliğe kadar olan bölgede oluşur. Bu nedenle bu bölgeye karışma bölgesi denir. Yükseklikle sıcaklığın azalmasının durduğu yere Tropopoz denir. Kalınlığı birkaç km.dir.



Şekil 4: Lapse-rate, Stabilite ve Duman Şekilleri (Plume) (33)



Şekil 5: Atmosferik Stabilitenin Duman Şekillerine Etkisi (33)

b) Stratosfer : Troposferden sonra gelen atmosferin ikinci katmanı Stratosferdir. Genel olarak durgun özellikli, yatay hava hareketlerinin görüldüğü bir tabakadır. Stratosfer, troposferdeki güçlü hareketler ve sıcaklık değişiminden oldukça az etkilenir. Sıcaklık yükseklikle artış göstermektedir. Yani negatif lapse-rate vardır. Bu tabakada yükseklikle sıcaklık artmasının tek nedeni içerisinde bulunan ozon gazıdır. Ozon, güneşten gelen ultraviyole ışınlarını emerek bu tabakanın sıcak olmasını sağlar. Yükseklikle sıcaklık artmasının durduğu yere stratopoz denir. Stratopozda ortalama sıcaklık 0°C 'ye yakındır.

c) Mezosfer: Bu tabakada yükseklikle sıcaklık azalması vardır. Yükseklikle sıcaklık azalmasının durduğu yere mezopoz denir ve sıcaklığı ortalama -90°C civarındadır. Bu nokta atmosferin en soğuk olduğu yerdir.

d) Termosfer: Bu tabakada yükseklikle sıcaklık, önceleri yavaş sonraları daha hızlı olarak artmaktadır. Gazlar genellikle iyon halinde bulunurlar. Termosferin üst sınırındaki sıcaklık $1000 - 2000^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Bu tabakada gece ile gündüz arasında 600°C ye varan sıcaklık farklılığı görülebilir.

1. METEOROLOJİK ÖĞELER-ÖLÇMEDE KULLANILAN PARAMETRELER:

Meteorolojik elemanlar, atmosferin o andaki durumunu belirten değişkenlerdir. Bu elemanlar; hava sıcaklığı, basınç, rüzgar, nem ve diğerleridir.

1.1. Sıcaklık:

Hayatımızı etkileyen en önemli meteorolojik elemanlardan birisi sıcaklıktır.

Cisimlerin molekülleri sürekli olarak hareket ve titreşim halindedir. Bu titreşimlerin nedeni cisimlerin içerisinde bulunan enerji ile ilgilidir. Katı cisimlerin molekülleri buldukları yerde küçük hareketlerle titreşirler. Sıvılarda bu titreşim

daha büyüktür ve moleküller yer dahi değiştirebilirler. Gaz molekülleri ise sürekli ve karışık yönlerde yer değiştirip hareket ederler. Bu molekül hareketlerinin şiddeti, cisimlere dışarıdan gelen enerjinin artması oranında artar veya gelen enerjinin azalması oranında azalır. Molekül titreşimleri nihayet belirli bir noktada durur. Bu noktaya mutlak sıfır noktası denir. Mutlak sıfır -273°C dir. İşte cismin kütlesi içinde sahip olduğu toplam enerjiye ısı denir. Cisimlerdeki molekül hareketini veya titreşimini sağlayan bu ısı enerjisi doğrudan doğruya hissedilip ölçülemez, ısı enerjisinin bir sonucu olan moleküllerin titreşimleri etrafa elektromagnetik dalgalar halinde etki yaparlar. Bu etkiye sıcaklık denir. Isı, cisimlerde mevcut potansiyel bir güç, sıcaklık ise bu gücün kinetik olarak çevreye olan etkisidir. Isı doğrudan doğruya ölçülmeyip sıcaklık yardımı ile bulunur ve birimi kaloridir. Kalori ise 1 gr. suyun sıcaklığını 1°C (14.5°C den 15.5°C 'ye) yükselten enerji miktarıdır.

Yeryüzü ve atmosferin tek enerji kaynağı güneştir. Güneşten elektromagnetik dalgalar halinde gelen enerjinin atmosfer sıcaklığı olarak belirmesi karışık birçok olayın sonucudur. Güneşten gelen enerjinin büyük bir bölümü atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır ve oradaki cisimleri ısıtarak tekrar yeryüzeyinden atmosfere ısı enerjisi olarak geçer. Atmosferi ısıtan genellikle bu olaydır. Bu nedenle atmosfer kısmen güneş ışınlarından, fakat daha çok yer yüzünden ısınır.

Yeryüzü çeşitli nedenlerle farklı ısınmaktadır. Bu durum atmosferde de sıcaklık farklılıkları oluşturarak hava hareketlerine neden olmakta ve çeşitli meteorolojik olayları meydana getirmektedir. Atmosfer sıcaklığı meteorolojik açıdan çok önemlidir. Hava sıcaklığı, termometre veya onun yazıcısı olan termografla ölçülüp derece cinsinden ifade edilir.

1.2. Atmosferik basınç:

Sıvı ve gazların temas ettikleri birim yüzeylere karşı uyguladıkları kuvvete basınç denir. Atmosferi oluşturan gazların bir ağırlığı vardır ve bu ağırlık atmosferin altındaki ve içindeki cisimler üzerinde etki yaparak hava basıncını meydana getirirler. Bir hava sütununun yaptığı basınç şu formülle bulunabilir. $P: -g.d.h$ (P:Basınç; g:yerçekim kuvveti; d:havanın yoğunluğu; h:Hava sütununun yüksekliği)

Bu formüle göre deniz seviyesindeki basınçların ve yükseklikle basınç azalmasının her yerde aynı olması gerekirdi. Basıncın değişmesine neden olan faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz:

a. Atmosfer basıncı yeryüzünden yukarılara doğru çıkıldıkça azalır. Çünkü formülde hava sütununun yüksekliği olan h küçülmektedir. h küçüldükçe atmosfer basıncı azalmaktadır. Yükseldikçe basınç azalması hızlanan bir tempoda olmaktadır. Bunun nedeni, havanın alt tabakalarının daha yoğun, üst tabakalarının ise daha az yoğun olmasıdır. Yükseklikle basınç arasındaki ilgiden yararlanılarak barometre yardımı ile yaklaşık olarak yükseklik tespit edilebilir.

b. Yukarıdaki formülden de anlaşılacağı gibi atmosfer basıncı havanın yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Yükseldikçe hava yoğunluğunun azalması nedeni ile basınç düşmektedir. Hava yoğunluğu sıcaklığa bağlı olduğundan yeryüzünde basınçlar oldukça değişiklik gösterirler.

c. Basınç ile hava sıcaklığı arasında sıkı bağlantılar vardır. Bilindiği gibi hava ısınınca genişler ve yoğunluğu azalarak basıncı düşer. Bunun aksine soğuyunca bir yerde toplanır ve yoğunluğu artarak basıncı yükselir. Hava sıcaklığı, yükseklikle

basınç düşme oranına da etki etmektedir. Sıcaklığı yüksek olan bir hava sütunu içinde yükseldikçe basınç daha yavaş bir şekilde azalır. Soğuk hava sütunu içinde ise yükseldikçe basınç azalması daha hızlı olmaktadır.

d. Atmosfer basıncı yerçekimi kuvvetine de bağlıdır. Yerçekim kuvveti enlem derecelerine bağlı olduğundan, basınç coğrafi enlemlere göre de değişir. Atmosfer basıncını ifade etmek için çeşitli birimler kullanılmaktadır. Bunlardan birisi civa sütunu yüksekliğidir. (mm. veya inç olarak) Diğer bir birim sistemi de milibardır. 1 mm.lik civa sütunu $\frac{4}{3}$ mb. a eşdeğerdir.

Deniz seviyesinde, 45°C enleminde ve 15°C lik sıcaklıkta bulunan basınca normal basınç denir. Bu basıncın değeri 760 mm. civa sütunu veya 1013.25 mb.dır.

Basınç düzeltmeleri, 1-yükseklik ve yerçekim kuvveti düzeltilmesi, 2-Sıcaklık düzeltilmesi, 3-Alet hata düzeltilmesi olmak üzere üç bölümde olmaktadır. Barometreden doğrudan doğruya okunan basınç değeri gerçek basınç değeri değildir. Barometreden okunan değer üzerinde yerçekim kuvveti düzeltilmesi, sıcaklık düzeltilmesi ve alet hatası düzeltilmesi yapılarak gerçek basınç bulunabilir. Bu basınca mahallî basınç denir. Mahallî basınç üzerinde de yükseklik düzeltilmesi yapılarak deniz seviyesine indirilmiş basınç bulunur. Atmosfer basıncı, hava sıcaklığı ve yoğunluk farklılıklarından ötürü yeryüzünde düzensiz olarak dağılmıştır. Basıncın bu yatay dağılışında aynı basınç değerleri birleştirilerek yer haritaları üzerinde eşbasınç eğrileri yani izobarlar elde edilmiş olur. Birim uzaklıkta bulunan iki nokta arasındaki basınç farkına basınç gradyanı denir.

Yüksek ve alçak basınç merkezleri:

Hava soğuduğu zaman yoğunlaşır ve yoğunlaşan hava yerçekimi etkisi ile ağırlaşarak aşağı doğru çöker. Bu ağır hava kütleleri alttaki yüzeylere daha fazla basınç yapar. Böylece yeryüzüne yakın hava katlarında bir yüksek basınç alanı oluşur.

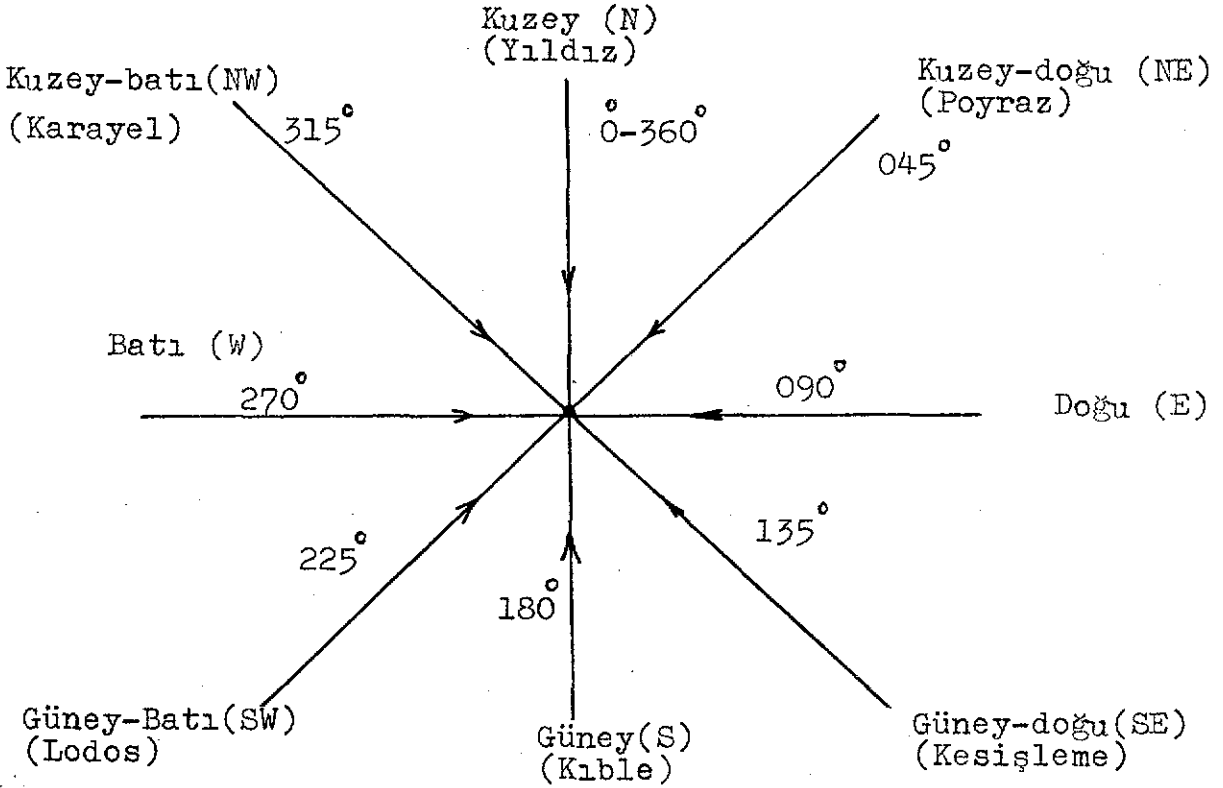
Bu alana yüksek basınç merkezleri veya antisiklon adı verilir. Aksine olarak hava ısınır ve genişleyerek hafifler ve alttaki yüzeylere daha az basınç yapar. Bu gibi yerlere de alçak basınç merkezleri veya siklon adı verilir. (Bunlar termik oluşumlu basınç merkezleridir. Ayrıca dinamik oluşumlu basınç merkezleri de vardır.) Yüksek ve alçak basınç merkezleri genellikle izobarik halkalar şeklinde bulunurlar. Yüksek basınç merkezleri saat ibresi yönünde dönerler. (Kuzey yarımkürede) ve rüzgar akışları merkezden dışarı doğrudur. Alçak basınç merkezleri de saat ibresinin ters yönünde dönerler ve rüzgar akışları merkeze doğrudur.

1.3. Rüzgar:

Yatay yönde yer değiştiren bir hava kütesinin hareketine rüzgar denir. Yeryüzünde yanyana bulunan iki bölgeden birinde hava sıcaklığının arttığını düşünelim. Böylece hava kütlesi genişler ve hafifleyerek yükselir. Bu durumda bir alçak basınç sahası oluşur. Sıcaklığı daha az olan bölgede ise hava soğuyarak sıkışır ve yoğunlaşarak aşağı doğru çöker. Bu durumda ise bir yüksek basınç sahası oluşur. Sıkışan bu hava komşu bölgeye doğru akmaya başlar ve rüzgar meydana gelir.

Rüzgar çevreye yaptığı etkilerle gözlenebilir. Rüzgarın etkileri bakımından üç belirgin özelliği vardır. Bu özellikler rüzgarın yönü, hızı ve esiş frekansıdır. Rüzgarın bulunduğu yere doğru geldiği yöne rüzgar yönü denir. Rüzgar yönü

dört coğrafi ana yönle ifade edilmektedir. Bu dört ana yön; Kuzey, Güney, Doğu ve Batıdır. Bu ana yönlere ek olarak dört tanede ara yön vardır.



Rüzgar hızı; hava hareketinin hızıdır. Bu hız m/sn, knot veya km/saat olarak belirtilebilir. Bir yerde rüzgarın hızlı esmesi, hava olaylarının güçlü geliştiğini gösteren bir işarettir. Rüzgarlar çarptıkları yerlere bir basınç yaparlar. Belirli bir rüzgarın esiş sıklığına o rüzgarın frekansı denir. Frekans, söz konusu rüzgarın esme süresi veya sayısının belirli zaman ölçülerine göre yüzde (%) olarak ifade edilmesidir.

Rüzgarı etkileyen faktörler:

a. Basınç gradyan kuvveti: Rüzgarlar yüksek basınçlardan alçak basınçlara doğru eserler. Bu rüzgarı harekete geçiren

gücün yönü izobar eğrilerine diktir. Bu güce basınç gradyan kuvveti denir. Basınç gradyanının kuvvetli olması rüzgarın hızlı esmesine neden olur.

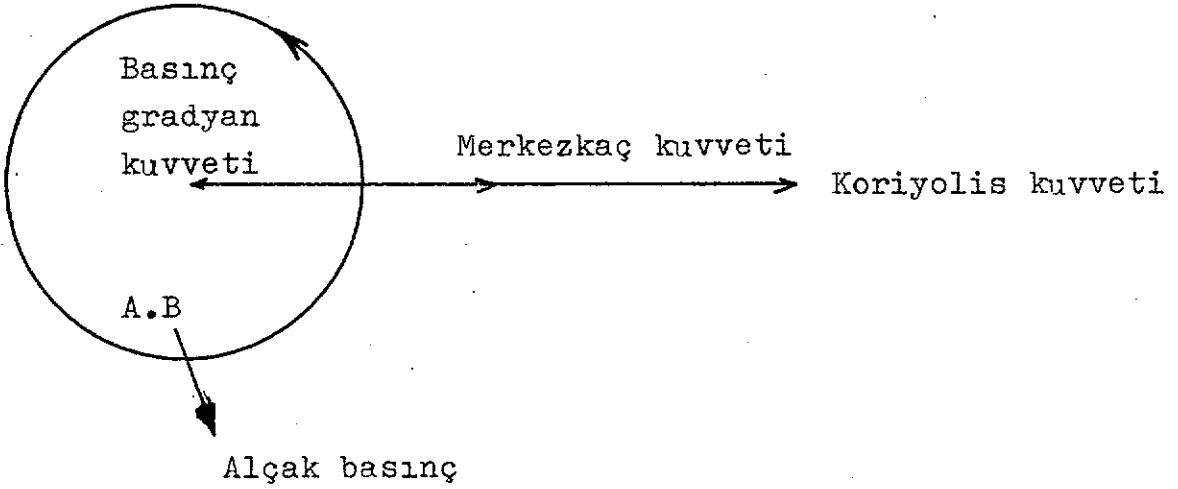
b. Dünyanın dönmesi: Dünya dönen bir küre olduğu için onun üzerinde hareket eden bir cisim, bu arada rüzgarlar, kuzey yarım kürede sağa, güney yarım kürede sola saparlar.

Rüzgarları saptıran bu güce Koriyolis kuvveti denir.

c. Sürtünme etkisi: Rüzgarın yeryüzüne sürtünmesi, hızını azaltan bir etkendir. Sürtünme etkisi yeryüzü koşullarına bağlı olarak değişir. Örneğin denizler üzerinde sürtünme etkisi daha azdır.

d. Merkezkaç etkisi: Özellikle dönüş hareketi gösteren hava bölümlerinde, rüzgarın yönü ve hızı üzerinde merkezkaç kuvvetinin de etkisi olmaktadır.

Gradyon rüzgarı



Günlük rüzgarlar:

Gün boyunca oluşan basınç farklılıkları, diğer rüzgar sistemlerine oranla çok daha kısa sürede kendini gösteren rüzgarları oluştururlar. Gün içindeki basınç değişimleri daha çok karalarla denizler ve dağlarla vadiler arasında kendini gösterir.

a. Kara ve deniz meltemleri: Bilindiği gibi karalar gündüzleri denizlere oranla daha çabuk dolayısı ile daha fazla ısınırlar; geceleri de daha çabuk, yani daha fazla soğurlar. Bunun sonucu olarak karalar gündüzleri alçak basınç, geceleri de yüksek basınç alanlarıdır. Denizler ise bunun tersine olarak gündüzleri yüksek basınç, geceleri ise alçak basınç alanlarıdır. Basınç merkezlerinin bu şekilde oluşu rüzgarların gündüzleri denizden karaya doğru, geceleri de karalardan denizlere doğru esmesine yol açar. Bu rüzgarların denizlerden karalara doğru esenlerine deniz meltemleri denir. Deniz meltemleri, günlük sıcaklığın en yüksek olduğu zamanlarda hissedilmeye başlar. Akşama doğru karaların soğuması ile basınç şartları değişir ve deniz meltemleri kesilir. Gece yarısına doğru rüzgar karadan denize doğru esmeye başlar, buda kara meltemidir. En şiddetli halini sabaha karşı alır, fakat güneşin doğması ile kesilir.

b. Dağ ve Vadi meltemleri: Dağlık bölgelerde gün boyunca meydana gelen sıcaklık farklılığından dolayı oluşur. Dağın güneşe bakan yamacı gündüzleri vadiye göre daha çabuk ısınır ve alçak basınç sahası oluşur. Vadi ise bir yüksek basınç sahası oluşturur. Bu durum rüzgarın vadiden dağa doğru esmesine yol açar. Bu rüzgara vadi meltemi denir. Vadi meltemi gün sıcaklığının en yüksek olduğu zamanlarda şiddetini arttırır. Güneşin batışına yakın kesilir. Geceleri ise tam tersine olarak

dağ yamaçları yüksek basınç, vadiler ise alçak basınç sahalarını oluştururlar. Bu rüzgarlara da dağ meltemi denir. Dağ meltemi bütün gece sürer ve sabaha doğru kesilir.

1.4. Atmosferdeki su buharı:

Yeryüzünün $3/4$ 'ünü kaplayan su, üç halde (katı, sıvı ve gaz) atmosferde daima mevcuttur. Atmosferde bulunan su miktarına atmosferin nemliliği denir. Atmosferdeki nemliliğin en önemli kaynağı yeryüzünde bulunan açık su yüzeyleridir. Ayrıca dünya üzerinde bulunan nemli kara parçaları, bitkiler, hayvanlar ve insanlarda atmosfer için birer nem kaynaklarıdır. Atmosferdeki su, yeryüzündeki suların güneş enerjisi yardımı ile buharlaşarak atmosfere karışmasından meydana gelir.

Buharlaşma: Su ve kara yüzeylerinin ısınması ve bu ısınma sonucunda su moleküllerinin hızlı hareket etmeleri ile moleküller arasındaki çekme kuvvetinin zayıflaması nedeni ile bazı moleküllerin atmosfere kaçmasıdır.

Suyun yüzeylerindeki buharlaşma miktarı başlıca şu faktörlere bağlıdır:

- a) Atmosferde bulunan su buharı miktarı fazla ise buharlaşma az olur.
- b) Rüzgar kuvvetli ise buharlaşma fazla olur.
- c) Hava basıncı yükseliyorsa buharlaşma az olur.
- d) Hava sıcaklığının yüksek olması buharlaşmayı arttırır.
- e) Su yüzeyinin ısınması buharlaşmayı arttırır.

Hava yeryüzündeki buharlaşmanın derecesine göre az veya çok miktarda su buharı içerir. Fakat havanın da belirli miktarda su buharı tutma kapasitesi vardır. Bu miktar havanın sıcaklığına göre değişmektedir. Hava sıcaklığı yüksekse daha fazla su buharı, düşük ise daha az su buharı bulundurabilir.

Şimdi atmosferdeki nemle ilgili bazı terimlerin tanımını yapalım:

- a) Doymuş hava: Belirli bir sıcaklıkta maksimum miktarda su buharı bulunduran havaya doymuş hava denir. Soğuk hava daima daha az su buharı taşıyabilir.
- b) Kuru hava: İçinde su buharı olmayan yada çok az nem taşıyan havaya kuru hava denir.
- c) Doymamış hava (nemli hava): İçerisinde doyma derecesine varmamak koşulu ile bir miktar su buharı bulunduran havaya nemli hava veya doymamış hava denir.
- d) Yaş hava: Doyma miktarı kadar su buharı ve yoğunlaşmış, katı veya sıvı su taşıyan havadır.
- e) Aşırı doymuş hava: Doyma miktarından çok su buharı taşıyan havadır.
- f) Mutlak nem: lm^3 . hava içindeki su buharının gram olarak ağırlığına mutlak nem denir. Bu değer atmosfer içindeki su buharı miktarını gösterir.
- g) Buhar basıncı: Hava içinde bulunan su buharının yapmış olduğu kısmî basınca buhar basıncı denir.

Buhar basıncı toplam hava basıncının yaklaşık % 1 i kadardır. Birimi mb. dir.

h) Özgül nem (Karışma oranı): 1 Kg. veya 1 gr. havadaki su buharının gram cinsinden miktarına özgül nem veya karışma oranı denir. Buhar basıncı ile arasındaki ilişki şu şekildedir.

$$W = \frac{0.62 \cdot e}{P}$$

W: Karışma oranı, e: Buhar basıncı

P: Hava basıncı

i) Bağıl nem: Hava her zaman alabileceği kadar su buharı taşımaz. Genellikle havada bulunan su buharı miktarı ile doyma miktarı arasında bir fark yani bir doyma açığı vardır. Uygulamada bu fark Bağıl nem şeklinde belirtilir. Mevcut basınç ve sıcaklıkta havadaki su buharı miktarının aynı basınç ve sıcaklıkta ki havanın alabileceği maksimum su buharı miktarı oranına bağıl nem denir ve yüzde olarak ifade edilir.

$$\text{Bağıl nem (RH)}: \frac{\text{Mutlak nem}}{\text{Doyma miktarı}} \times 100$$

Bağıl nem sıcaklık arttıkça azalır, sıcaklık düştükçe artar.

Havada daima asılı halde su zerrecikleri bulunur. Bu su zerrecikleri bazen hava bulanıklığı yaparlar ve görüş uzaklığının azalmasına neden olurlar. Bu tür su sonucu meydana gelen meteorolojik olayları şu şekilde sıralayabiliriz:

a) Sis: Yeryüzünde gözlemciyi saran ve yatay görüş uzaklığını her yönde 1000 m. ve daha altına düşürecek kadar yoğun bir bulut tabakasına sis denir. İstasyonun bulunduğu yerden 200m. ye kadar uzaktaki cisimler görülebiliyorsa kuvvetli sis, 500m. ye kadar uzaktaki cisimler görülebiliyorsa tabii sis, 1000m. ye kadar uzaktaki cisimler görülebiliyorsa buna da hafif sis denir. Sisler oluşum sebeplerine göre de şu tiplere ayrılır:

1. Buhar sisi: Soğuk hava, sıcak bir su yüzeyi üzerinden aktığı zaman sis meydana gelebilir. Bu sislere buhar sisi denir. Genel olarak buhar sisleri sıg olup su yüzeyi üzerinde dağılık duman kümeleri şeklindedir.

2. Cephesel sisler (Yağmur sisi): Bu tip sisler yüzey yakınındaki soğuk hava tabakası üzerindeki sıcak havadan düşen yağmurdan meydana gelirler. Böylece sisler soğuk ve sıcak cephele-
rin her ikisinde de oluşabilirler.
3. Radyasyon sisi: Yeryüzüne yakın hava nemli ise geceleri radyasyon sonucu soğuma nedeniyle hava doymuş hale geçer ve sis meydana gelebilir. Bu tip sislere radyasyon sisi denir.
4. Adveksiyon sisi: Nemli bir hava, soğuk bir yüzey üzerinden geçerken alttan soğuyarak sisi meydana getirebilir. Bu tür sisler çoğunlukla sahiller boyunca karalar üzerinde oluşurlar.
5. Yamaç sisi: Bu tür sisler dağ yamaçlarının rüzgar üstü taraflarında görülür. Alçak seviyelerde nadir oluşurlar.
6. İnversiyon sisi: Bu tür sisler, bir sıcaklık inversiyonu tabanı altında bulunan bir stratüs tabakasının aşağı doğru uzanmasının bir sonucu olarak meydana gelirler.
7. Vadi sisi: Rasat yerindeki yatay görüş uzaklığı 1 km.den fazla; fakat alçalarda (Dere, vadi veya şehir üzerinde) sis görülüyorsa, bu tür sislere de vadi sisi denir.
8. Pus: Havadaki pek küçük su zerrecikleri, yere yakın tabakalarda, görüş uzaklığını etkileyerek 1-2 km. arasında yapıyorlarsa bu olaya pus denir. Pus, sisle duman arasında bir geçit oluşturur. (31)

D. HAVA KİRLENMESİNİN METEOROLOJİ İLE İLİŞKİSİ

Günümüzün kaçınılmaz bir sorunu olarak bilhassa insan sağlığını etkileyen hava kirliliği önce atmosfer bileşiklerinin değişmesiyle başlamaktadır. Atmosfer genellikle içine karışan toksik maddeleri seyrelterek ve eriterek etkisiz bir hale getirmekle beraber topoğrafik ve meteorolojik koşullar altında

sürekli ve ciddi bir şekilde kirlenmektedir.

Epizod dediğimiz, hava kirlenmesinin akut etkileri ile belirlediği olaylarda sağlık bakımından zarar gören insan topluluğunun; kirletici kaynakların etkinliği kadar o günlerin belirli meteorolojik özellikleri etkisi altında kaldığı görülür. Bu nedenle hava kirlenmesinin belli başlı sağlık ve ekonomik etkilerini önlemenin yolu; en kötü meteorolojik koşulların yıl boyunca frekanslarıyla saptanıp bu koşullara göre, uygun kaynak kontrol teknolojisine başvurulmasıdır. Öyleyse hangi meteorolojik koşulların ne derecede hava kirlenmesini yaratacağını önceden kestirmek bu koşullar için sağlıklı sayısal verilerin derlenip değerlendirilmesiyle olasıdır. (8)

Bulutlar, sis, dolu, yağmur ve kırağı hava kirlenmesinde etkileri olan önemli ölçülebilir meteorolojik faktörlerdir. Yağmur ve kar partikül ve gaz halindeki kirleticileri toprak ve sulara taşır. Partiküller kirleticiler; pıhtılaşma, büyüme ve yere çökme eğilimi gösterirler. Bununla birlikte, daha hafif partiküller ve gaz halindeki kirleticiler atmosferik yayılma hareketinden etkilenecek esas kaynaklarından çok uzaklara taşınabilirler.

Jeofiziksel kara şekilleri (dağlar, vadiler, okyanuslar, kıtalar) üzerindeki hava kütleleri hava ve meteorolojik koşullarda büyük etkiye sahiptir. Örneğin; vadi, vadi eksenini boyunca rüzgar akışı oluşturma eğilimi gösterir. Gece saatlerinde yer küresi üzerinden ısının radyasyonu yerin soğumasına ve yere yakın havada yoğunluk değişimlerine neden olur. Vadi meyilleri boyunca hava daha yoğundur. Çünkü radyasyon yüzeylerinden vadi tabanı üzerindeki havadan daha uzaktır. Bu durum meyilli rüzgar

olarak daha soğuk havanın vadi içine aşağı doğru akmasına neden olur. Vadi havası daha da soğur. Soğuk hava kirli havanın üstünde kirletici dağılımını önleyecek şekilde bir kapak görevi yapar. Bu durumda sis olduğunda Los Angeles örneğindeki gibi dumanlı sis (smog) meydana gelir. Çünkü, akşam saatlerinde açık gökyüzünde radyasyonun uzaklaşması yüzünden yer büyük oranda ısı kaybeder ve yer ile temas eden hava soğur. Hava yeterince nemli olduğunda soğuma havayı doygunluk noktasına getirerek sisi oluşturur. Bu sis duman içerikli hava kirleticileri ile birleştiğinde dumanlı sis (smog) ortaya çıkacaktır. Böylece dumanlı sis üzerinde bir inversiyon tabakası oluşması ve bunun altında konsantre hava kirleticileri bulunacaktır.

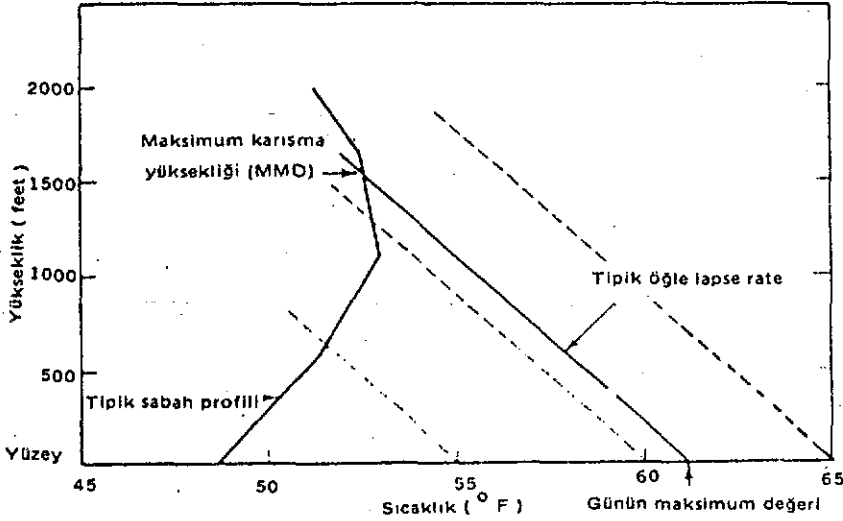
Kirleticilerin taşınması ve yayılmasında en önemli faktör rüzgarın etkisidir. Rüzgar hızı etkisi iki yönlüdür: Birinci etki rüzgar hızı, kirleticinin kaynaktan reseptöre (insan, bitki, hayvan) geçiş süresini belirler. Eğer reseptör kaynaktan bin metre aşağıda ve rüzgar hızı 5m/sn. ise kirleticinin kaynaktan reseptöre geçebilmesi için geçen süre 200 sn. olacaktır.

Bir diğer etki rüzgar yönünde kirleticinin seyrelme miktarıdır. Örneğin, bir kaynak sürekli 10 gr./sn. hızla bir kirleticiyi boşaltıyorsa ve rüzgar hızı 1m/sn. ise 1m. uzunluğundaki duman 10 gr. kirletici içerecektir. Kirletici konsantrasyonu rüzgar hızı ile ters orantılıdır. Rüzgar yönü, rüzgarın akış yönüdür. Eğer ölçülen rüzgar yönü kirleticinin açığa çıktığı yükseklikte rüzgar hareketinin temsilcisi ise ortalama rüzgar yönü kirleticilerin taşınma yönünün göstergesi olacaktır. (NW rüzgarı kirleticileri kaynağın güneydoğusuna hareket ettirecektir.) (43)

Hava kirliliği problemlerinde gözönünde tutulması gereken bir diğer meteorolojik değişken karışma yüksekliğidir. Bu yük-

sekiğidir. Bu yükseklikle yer seviyesi arasında kalan bölgede kirleticiler hapsolur.

Karışma yüksekliğini bulmak için, ele alınan günün maksimum sıcaklığından kuru adyabatik eğrilere paralel olarak çizilen doğrunun, o günkü gerçek sıcaklık eğrisini kestiği nokta saptanır. Bu noktanın yer seviyesinden olan yüksekliği karışma yüksekliği olarak tanımlanır.



Şekil 6: Maksimum Karışma Yüksekliği (33)

Günün maksimum sıcaklığı ne kadar yüksekse karışma yüksekliği de o kadar yüksek olacaktır. Bu durum havanın kirlilik durumunu kısmen azaltabilecek mahiyettedir. Öte yandan kuvvetli ve kalın bir inversiyon tabakasında karışma yüksekliğini azaltacağından, kirlilik açısından oldukça sakıncalıdır. (32) (33) Hava kirlenmesinin ilk göstergesi görme uzaklığının (vizibilitenin) bozulmasıdır. Atmosferik vizibilite azalmasının esas nedeni (nisbi nem % 70'in altında olduğunda) güneş ışınlarının atmosferde partiküller tarafından engellenmesidir. (33)

Şimdiye kadar ülkemizde kentsel hava kirlenmesi ile meteorolojik etmenler ilişkisine çokaz değinilmiştir. Ankara fiziksel, meteorolojik ve nüfus yerleşimi nedeniyle ciddi hava kirlenmesi sorunu ile karşı karşıya olan bir kenttir. Anadolu platosunda yerleşmiş, batı yönü haricinde tamamen 1000-1200 m. yükseklikteki tepelerle çevrilmiştir. Hakim rüzgarlar birincil olarak kuzeyden ve ikincil olarak güneybatıdan eser. Kışın meydana gelen sıcaklık inversiyonları sonuçta kalın sisleri oluşturmaktadır. Ortalama rüzgar hızının % 50 den fazlası 1.5m/sn. den düşüktür. (34)

Bir alana ait hava kirlenmesinin değerlendirilmesi ve kontrol seçeneklerinin geliştirilmesinde bir sistem yaklaşımının uygulanması, yeterli miktarda hava kalitesi verilerine ihtiyaç gösterir.

Ankara'da CCMS (Committee on the Challenges of Modern Society) çalışma grubunca 1 Ekim 1970-31 Mart 1971 tarihleri arası 13 ölçüm istasyonundan elde edilen SO₂ ve partiküler madde sonuçları ve meteorolojik veriler alınıp analiz edilerek bir model oluşturulmuştur.

Birinci dizi çalışmanın birinci kademesi toplanmış olan SO₂ ve toplam asılı partiküler madde (TSP) verilerini içermektedir. Bu veriler, diffüzyon modelinin geçerliliğinin tayininde kullanılmış ve Ankara'daki kirlenme probleminin başlangıç değerlendirilmesinde dikkate alınmıştır.

Genellikle ortalama konsantrasyon kent merkezinde en yüksek düzeyde olup, merkezden kenarlara doğru hakim rüzgara da bağlı olarak azalma gösterdiği kaydedilmiştir.

Ankara hava kalitesinin başlangıç değerlendirme ve projeksiyonunun yapılabilmesi için bir klimatolojik model seçilmiştir.

Gaussian plume (baca dumanı) dispersiyon formülünü kullanarak SO_2 için yapılan hava kalitesi hesapları Ankara'daki SO_2 değerlerinin bu yöntem ile normalden yüksek bulunduğunu göstermiştir. Benzer bir yaklaşım, asılı partiküllerin tahmini için bir işlemin oluşturulmasında da kullanılmıştır. Gaussian plume dispersiyonunda gözlenen hava kalitesi değerleri ile hesaplananlar arasındaki korrelasyon % 95'lik önem düzeyinden düşük bulunmuş ve böylece sonuçların % 5'den fazla bir olasılıkla şansa bağlı olduğu saptanmıştır. Bir diğer model Box model Dilution'ın uygulanması asılı partiküler konsantrasyonlarının tahminini düzeltememiştir. Tahmin edilen değerler, ölçülen değerlerden düşük bulunmuş ve buna ait katsayı % 95 önem düzeyinin altında kalmıştır.

Sonuçta, doğrusal korrelasyon katsayısı SO_2 için % 95'in üzerinde önemli bulunmasına karşın, partiküller için anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. (7) (35)

Meteorolojik parametrelerle SO_2 değişimini açıklayan bir diğer çalışma Kopenhag'da yapılmıştır. Kopenhag'da 1965 yılından beri çeşitli kirlilik ölçümleri yapılmakta olup 29 istasyonda düzenli olarak analizler gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma ile 24 saatlik ortalama SO_2 konsantrasyonunun meteorolojik elemanlardan rüzgar, sıcaklık, karışma yüksekliği ve vantilasyonla^x nasıl değiştiği ve değişen bu meteorolojik parametrelere göre 24 saatlik konsantrasyonları birgün önceki bölgelerden yararlanarak tahmin için geliştirilmiş ampirik bir denklemle açıklanmaya çalışılmıştır.

Bu araştırmada 1970-1971, 1971-1972 ve 1972-1973 yıllarına ait kış aylarının (Eylül-Mart) bütün günleri için SO_2 miktarı ile meteorolojik değerleri kullanılmıştır. Yaklaşık olarak 600 güne ait bu değerlerin dökümü yapılmış ve birbirleriyle muhtemel ilişkileri araştırılmıştır.

^xVantilasyon: Karışma yüksekliği x Karışma yüksekliği boyunca rüzgarın hızıdır.

SO₂ miktarının rüzgar hızı ile tam olarak nasıl değiştiğini inceleyebilmek için atmosferde kirliliğe etki eden bütün diğer faktörlerin sabit yalnız rüzgar hızının değişik olduğu periyotları seçmek gerekir ki bu hemen hemen imkansızdır. Ama genel olarak rüzgar hızında beklenen bir artış SO₂ miktarını mutlaka azaltmıştır.

Kaynaktan çıkan SO₂ mademki rüzgar ile taşınıyor, o halde rüzgarın yönünde daha çok yayılacağı açıktır.

Kirliliğin asıl kaynağı olan ısıtma için kullanılan yakıt miktarının hava sıcaklığı ile yakından ilgisi olması nedeniyle sıcaklıkla kirlilik arasında bir ilişki vardır. Kopenhag'daki araştırma, sıcaklıkla SO₂ arasında ters orantı bulunduğunu göstermektedir.

Çalışma sonunda karışma yüksekliği arttıkça SO₂ miktarının azalacağı açık olarak gösterilmiştir.

Karışma yüksekliği ile karışma yüksekliği boyunca ortalama rüzgar hızının çarpımına vantilasyon denir. SO₂ miktarı gerek rüzgar hızı ve gerekse karışma yüksekliği ile ters orantılı olduğundan çarpımları ile de ters orantılıdır. (36)

Yine hava kirleticileri ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiler 1974 ve 1976 Temmuz süresi içinde Ankara, Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde bu üniversite alanı için incelenmiştir. Bu çalışmada istatistik yöntemler kullanılarak, hava kirleticilerinin meteorolojik koşullarla nasıl etkilendikleri de araştırılmıştır. (37)

O.D.T.Ü. nde yapılan çalışmada ölçülen meteorolojik faktörler basınç, sıcaklık, rüzgar yönü ve şiddeti, bağıl nem, güneş radyasyonu miktarı ve yağıştır.

Günlük SO₂ verilerinin, günlük basınç ortalamaları ile değişimi incelendiğinde basınç değişikliklerinin ancak belli

bir miktarın altındaki SO_2 miktarını etkileyeceği düşünülmüştür.

SO_2 ile bağıl nem arasında doğru orantı olduğu gözlenmiştir.

SO_2 ile rüzgar hızı ve yönü arasındaki ilişki incelendiğinde rüzgar ölçü aletine göre batıda olan ısı santrali yönünden farklı bir yönde estiğinde ölçülen SO_2 miktarları yakılan fuel-oil miktarından bağımsız bulunmuştur. Rüzgar yönü ve şiddeti herhangi bir noktada ölçülen SO_2 miktarını etkilemektedir.

SO_2 ile yağış ve bulutluluk arasında anlamlı bir ilişki elde edilememiştir.

SO_2 ile karışma yüksekliği arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelendiğinde, karışma yüksekliği azalırken SO_2 miktarının arttığı görülmüştür.

SO_2 ile sıcaklık arasında ters bir doğrusal bağıntı olduğu kanıtlanmıştır. SO_2 ile rüzgar hızı arasında ters bir doğrusal bağımlılık denenen bütün bağıntılar için anlamlı bulunmuştur.

Aynı ilişkiler partiküler maddeler için arandığında; partiküler maddeler ile basınç arasında doğru orantı olduğu saptanmıştır.

Partiküler madde ile sıcaklık arasında anlamlı bir ilişki görülememiştir.

Hız azaldıkça partiküler madde artmaktadır.

Karışma yüksekliği de partiküler madde üzerinde ters anlamda etki etmektedir.

Bu ilişkiler incelendikten sonra bir model denemesi girişiminde bulunulmuştur. Hava kirletici kaynaklar farklı yüksekliklerde olduğu ve eşdüzlükte olmayan vadi görünümünü gösteren ortamlarda buldukları takdirde "kutu modeli" benimsenmektedir. (Örneğin, Zimmerman, 1971) Bu modelde kirleticilerin bir boyutu karışma yüksekliği, bir boyutu hava kirliliği dağılımı incelenen

yörenin herhangi bir boyutu-L, üçüncü boyutuda yüzey rüzgar şiddeti U olan bir kutu içinde dağıldığı varsayılmaktadır. Eğer Q birim zamanda açığa çıkan kirletici miktarı ise, birim zamanda (U.M.H.L) hacmi içinde bulunabilecek miktar, $C:Q/(U.M.H.L)$ olur. Hesaplanan C (SO_2) ve ölçülen SO_2 'ler arasında elde edilen istatistiksel sonuçlar bulunmuştur.

Sonuç olarak, ODTÜ'de (1974-1976) arasında yapılan bu ölçümlerin sonuçları, hava kirletici kaynakları ile hava kirletici miktarları arasındaki ilişkiye ve meteorolojik koşulların hava kirleticilerine etkisine ait bazı çözümler getirmektedir.

Ankara'ya kirleten kaynakların artma hızı veya yakıt için kullandıkları malzeme hakkında kesin tanımlama ve tahminler kesinleşmedikçe bir model geliştirebilmek oldukça güçtür. Örneğin, Zimmerman, geliştirdiği modelde 1990 yılında ODTÜ civarında ölçülmesi beklenen kış ortalama SO_2 ve partiküler madde miktarını $200 \mu g/m^3$ olarak hesaplamıştır. (Zimmerman, 1971) Ancak 4-5 yıllık bir süre içinde bile bu tahmin geçerliliğini kaybetmiştir. (37)

E. SO₂ ve Duman ile ilgili Uluslararası Standartlar ve Türkiye'deki Durum:

- HAVA KALİTESİ STANDARTLARI -

KIRLETİCİNİN ADI: için)	Primer standart($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sekonder standart($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	(Halk sağlığını korumak için)	(Sosyal huzuru korumak için)
E.1. SO₂		
A.D.S.Ö:		
- 24 saat süresince havada bulunmasına izin verilen max. kons. (MAC) :	150	-
- Yıllık aritmetik ort:	120	-
- Yılın yalnız 7 gününde bulunacak miktar :	350	-
B. BATI ALMANYA :		
- 24 saat süresince MAC:	140	-
- 1 saatlik Ort :	400	-
- Dumanlı siste max:	400	-
- Yıllık aritmetik ort:	100	-
C. A.B.D:		
- Yıllık aritmetik ort:	80	60
- Yılda birkez bulunacak 24 saatlik MAC:	365	260
- Yılda birkez bulunacak 3 saatlik MAC:	-	1300 (39)

D. KANADA:

- Yıllık ortalama;	60	-
- Yılın bir gününde 24 saatlik;	300	-
- Yılın bir gününde 1 saatlik;	900	-

E.2. DUMAN:

A.D.S.Ö:

- 24 saat süresince MAC;	75	-
- Yıllık arit, ort;	40	-
- Yılın yalnız 7 gününde bulunacak 24 saatlik MAC;	150	-

B. KANADA :

- Yıllık ort:	70	-
- Yılın bir gününde 24 saatlik MAC;	120	-

C. A/B.D:

- Yıllık arit. ort;	75	60
- 24 saatlik MAC;	260	150 (39)

Türkiyenin kendi özgü standartları olmadığından WHO (Dünya Sağlık Örgütü)nün kabul ettiği standartlara uymaktadır.

SO₂ için 24 saat süresince izin verilen MAC: 150 µg/m³
Duman için 24 saat süresince izin verilen MAC: 75 µg/m³

II. ARAŞTIRMANIN AMAÇLARI

1. Araştırmanın amaçlarından birisi, Ankara'da rutin olarak ölçümü yapılan SO₂ ve Dumanın günlük olarak meteorolojik faktörlerle olan ilişkisini incelemektir. Buna bağlı olarak Ankara içindeki toplam onbeş ölçüm istasyonu içinden seçilen dört istasyon verileri arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı, bölgeler arası günlük sonuçlar karşılaştırılarak saptanacak ve bölgeler arası farklılıklar belirlenmeye çalışılacaktır.

2. Araştırmanın bir başka amacı da, Ankara kentindeki hava kirleticileri ile meteorolojik veriler arasındaki ilişki benzerliğinin, sanayi kuruluşlarından oluşan hava kirlenmelerinde geçerli olup olamayacağı konusunda genel bir fikir vermektir.

III. KULLANILAN YÖNTEM VE ARAÇLAR

1. Araştırma yeri olarak Ankara S.S.Y.B. Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı, Çevre Sağlığı ve Araştırma Müdürlüğü, Hava Kirlenmesi Eğitim-Araştırma Bölümü seçilmiştir. Halen Ankara genel hava kirlenmesi ölçüm çalışmaları bu merkez laboratuvarında gerçekleştirilmektedir. Onbeş ayrı bölgeyi temsil eden istasyonlardan elde edilen sonuçlar Ankara Ortalaması olarak alınmaktadır. Araştırmada dört bölge (Kızılay, Kavaklıdere, Y.Mahalle, Çankaya) seçilerek sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. Araştırmada 1982-1983 Ekim-Mart kış dönemi günlük SO₂ ve Duman verileri ile aynı dönem günlük meteorolojik veriler ele alınmıştır.

3. SO₂ ve Duman verileri Merkez Laboratuvarı kayıtlarından alınmıştır. Veriler 24 saatlik zaman periyotları içinde alınmış olup günlük ortalamalar olarak değerlendirilmiştir.

4. Meteorolojik veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü kayıtlarından sağlanmıştır.

Hava Kirlenmesi Ölçüm cihazlarının yakın çevresinde meteorolojik ölçümleri yapmak mümkün olmadığından, değerlendirmeler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Keçiören Merkez İstasyonundan alınan sonuçlara göre yapılmıştır. Onsekiz farklı bağımsız değişken alınmıştır. Bağımlı değişkenler SO₂ ve Duman için günlük ortalamalar alındığından meteorolojik değişkenler için de genelde ortalama değerlerin alınmasına dikkat gösterilmiştir. Meteorolojik değişkenlerden sıcaklık, rüzgar yönü ve hızı için 14.00, 21.00, 07.00 değerleri ve ayrıca günlük ortalama değerleri alınmıştır. İnversiyon kalınlıkları, inversiyon altında hapsolan kalınlıklar, Ortalama karışma yükseklikleri ve $\Delta T/H$

oranları Keçiören'in deniz seviyesinden yüksekliğine bağlı olarak incelendiğinden seçilen dört belgenin bu değişkenleri ayrı ayrı deniz seviyesi ve Keçiören'e göre yükseklik farklılıkları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Basınç ve nisbî nem değerleri günlük ortalama, toplam yağış miktarı ise günün yağış toplamı olarak alınmıştır. Ancak tek merkez Keçiören'den alınan bu değişkenler 4 bölge içinde aynen uygulanmıştır.

Bağımlı değişkenlerimizden SO_2 ve Dumanın onsekiz farklı meteorolojik değişkenlerle olan ilişkisini incelemek amacı ile Step-Wise çoklu regresyon analiz tekniği uygulanmıştır.

5. STEP-WISE ÇOKLU REGRESYON ANALİZİ TEKNİĞİ HAKKINDA ÖZET BİLGİ

Bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasında ve tüm bağımsız değişkenler arasında önce ikili korrelasyon analizleri yapar ve bir korrelasyon matrisi geliştirir.

İkinci adımda bu korrelasyon matrisinde bağımlı değişkenle en yüksek korrelasyon katsayısına sahip bağımsız değişkeni olarak regresyon denklemine sokar.

Üçüncü adımda geri kalan değişkenler arasında bağımlı değişkenle kısmî korrelasyon katsayısını hesaplar ve katsayısı en yüksek olan değişkeni denkleme sokar.

Daha sonra denkleme alınan değişkenler için şu işlemleri yapar:

İlk giren değişken denkleme iken sonra alınan değişkenin denkleme kalmasına gerek olup olmadığını yine sonraki giren değişken denkleme girdiğinde ilk giren değişkenin denkleme kalıp kalmaması gerektiğini test eder. Kalması gerekliyse bırakır. Aksi takdirde denklem dışına çıkarır ve sürekli olarak girebilecek bağımsız değişkenler için aynı işlemi yapar.

Sonuçta denkleme kalması gereken değişkenler ve katsayılarını hesaplayarak işlemi bitirir. (38)

IV. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 10: A KIZILAY SO₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı (1982 - 1983 Ekim-Mart)

SO ₂ konsantrasyonu (µg/m ³)	GÜN SAYISI						
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Toplam
<150	3	-	1	-	1	3	8
150-399	18	10	15	17	13	21	94
400-699	2	14	9	10	13	6	54
700 +	-	6	6	4	1	1	18
TOPLAM	23	30	31	31	28	31	174
ORTALAMA	239.64	522.22	519.29	426.64	404.37	312.36	
STD.HATA	±22.49	±34.73	±64.48	±31.51	±32.06	±28.50	

Tablo 10: B KIZILAY DJMAN Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı (1982 - 1983 Ekim-Mart)

Duman konsantrasyonu (µg/m ³)	GÜN SAYISI						
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Toplam
<75	3	-	3	-	6	3	15
75-149	10	7	6	7	6	11	47
150-349	4	5	10	20	15	16	70
350-499	6	12	6	4	1	1	30
500 +	-	6	6	-	-	-	12
TOPLAM	23	30	31	31	28	31	174
ORTALAMA	179.45	341.72	333.40	230.62	192.16	177.57	
STD.HATA	±26.67	±34.06	±51.84	±19.30	±18.84	±15.50	

Tablo 11: A KAVAKLIDERE SO₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı (1982-1983 Ekim-Mart)

SO ₂ konsantrasyonu (µg/m ³)	GÜN SAYISI						Toplam
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	
< 150	10	-	-	-	-	1	11
150-399	12	9	10	13	6	18	68
400-699	1	13	10	10	15	11	60
700 +	-	8	11	8	7	1	35
TOPLAM	23	30	31	31	28	31	174
ORTALAMA	200.11	558.80	654.29	527.26	573.27	367.66	
STD. HATA	±21.71	±39.26	±63.21	±53.25	±42.51	±28.56	

TABLO 11: B KAVAKLIDERE DJMAN Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı (1982-1983 Ekim-Mart)

DJMAN Konsantrasyonu (µg/m ³)	GÜN SAYISI						Toplam
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	
< 75	7	1	1	-	-	3	12
75-149	5	1	8	11	7	6	38
150-349	11	12	11	15	12	19	80
350-499	-	9	4	3	7	3	26
500 +	-	7	7	2	2	-	18
TOPLAM	23	30	31	31	28	31	174
ORTALAMA	142.84	353.90	331.36	237.07	268.48	215.46	
STD. HATA	±21.99	±29.44	±41.56	±28.23	±27.98	±19.40	

Tablo 12: A Y.MAHALLE SO₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı (1982 - 1983 Ekim-Mart)

SO ₂ Konsantras- yonu (µg/m ³)	GÜN SAYISI						Toplam
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	
<150	15	3	16	14	10	17	75
150-399	8	11	10	14	18	14	75
400-699	-	14	4	2	-	-	20
700 +	-	2	1	1	-	-	4
TOPLAM	23	30	31	31	28	31	174
ORTALAMA	131.68	397.09	226.87	202.46	187.51	154.19	
STD. HATA	±11.39	±37.18	±30.65	±29.86	±17.02	±12.87	

Tablo 12: B Y.MAHALLE DJMAN Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı (1982-1983, Ekim-Mart)

DJMAN Konsantras- yonu (µg/m ³)	GÜN SAYISI						Toplam
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	
<75	11	5	5	3	4	11	39
75-149	6	6	10	17	12	9	60
150-349	6	11	10	11	12	11	61
350-499	-	6	6	-	-	-	12
500 +	-	2	-	-	-	-	2
TOPLAM	23	30	31	31	28	31	174
ORTALAMA	114.91	260.58	199.74	140.90	146.50	128.57	
STD. HATA	±15.71	±27.53	±25.70	±13.00	±15.78	±13.67	

TABLO 13: A ÇANKAYA SO₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı (1982-1983 Ekim-Mart)

SO ₂ konsantrasyonu (µg/m ³)	GÜN SAYISI						Topl.
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	
<150	17	10	15	16	15	18	91
150-399	6	19	12	15	12	13	77
400-699	-	1	4	-	1	-	6
700 +	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	23	30	31	31	28	31	174
ORTALAMA	108.80	234.80	207.04	171.72	180.12	135.03	
STD. HATA	±12.85	±18.42	±24.68	±13.70	±15.91	±11.00	

TABLO 13: B ÇANKAYA DJMAN Konstrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı (1982-1983 Ekim-Mart)

DJMAN konsantrasyonu (µg/m ³)	GÜN SAYISI						Toplam
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	
<75	13	7	16	13	15	21	85
75-149	8	6	9	16	10	7	56
150-349	2	16	5	2	3	3	31
350-499	-	1	1	-	-	-	2
500 +	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	23	30	31	31	28	31	174
ORTALAMA	69.99	161.40	109.02	85.19	80.59	63.40	
STD.HATA	±11.47	±17.05	±20.04	±9.13	±13.70	±9.31	

Bilindiği gibi hava kirlenmesi bölgelere, aylara, günlere, günlerin saatlerine göre değişim göstermektedir. Araştırmada incelenen dört bölge (Kızılay, K.dere, Y.Mahalle ve Çankaya)'nin 1982-1983 Ekim-Mart kış dönemi belli konsantrasyon aralıklarının aylara göre gün sayısı olarak dağılımı tablolarında gösterilmiştir. Sırası ile bölgelere göre dağılımlar incelendiğinde;

Tablo 10.A Kızılay bölgesi SO₂ konsantrasyonlarının aylara göre gün sayısı olarak dağılımını vermektedir. Konsantrasyonlar, Dünya Sağlık Örgütüncel kabul edilen ve ülkemizde de uygulanan 24 saat süresince izin verilen hava kirlenmesi maksimum değerleri (MAC) üstündeki ve altındaki değerler olmak üzere iki bölümde incelenmiştir.

SO₂ için verilen MAC değer 150 µg/m³ dir.

Tablo 10.A Kızılay bölgesi için Ekim ayını incelediğimizde; toplam 23 günün sadece 3 günü. MAC değerinin altında geri kalan 20 gün ise üstündeki değerlere maruz kalmıştır.

Tablo 11.A K.dere bölgesinde 10 gün altında, 13 gün üstünde;

Tablo 12.A Y.Mahalle bölgesinde 15 gün altında, 8 gün üstünde;

Tablo 13.A. Çankaya bölgesinde 17 gün altında 6 gün üstünde;

Yine aynı bölgelerin Ekim ayı duman konsantrasyonları incelendiğinde;

Duman konsantrasyonu için kabul edilen MAC değer 75 µg/m³ dir.

Tablo 10.B Kızılay bölgesinde 3 gün altında, 20 gün üstünde;

Tablo 11.B K.Dere bölgesinde 7 gün altında, 16 gün üstünde;

Tablo 12.B Y.Mahalle bölgesinde 11 gün altında, 12 gün üstünde;

Tablo 13.B Çankaya bölgesinde 13 gün altında, 10 gün üstündeki değerlere maruz kalmıştır.

Bölgelerin Ekim ayı konsantrasyonları incelendiğinde görülmektedir ki Y.Mahalle ve Çankaya diğer iki bölgeye göre gerek SO_2 ve gerekse duman açısından daha temizdir. Y.Mahalle ve Çankaya bölgeleri için Ekim ayı genelde doğrudan kış koşulları olarak düşünülmeden ihmal edilebilir.

Hava kirlenmesini etkileyen en önemli faktörlerden biri yakıt tüketimidir. Hava koşulları nedeniyle soba ve kaloriferlerin yanması Ekim sonunu bulmaktadır. Bu nedenle kış dönemi başlangıcı olarak değerlendirildiği halde kirlenme seviyesi genelde standartların altında bulunmaktadır.

Kasım ayı SO_2 konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.A Kızılay bölgesinde toplam 30 günün tamamında standartların üzerindeki değerlere maruziyet göstermektedir.

Tablo 11.A K.dere bölgesinde yine 30 gün standartların üzerindeki değerlere maruz kalmıştır.

Tablo 12.A Y.Mahalle bölgesinde 3 gün altında, 27 gün üstünde

Tablo 13.A Çankaya bölgesinde 10 gün altında, 20 gün üstünde değerlere maruz kalmıştır.

Kasım ayı Duman konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.B Kızılay bölgesinde toplam 30 gün standartların üstünde,

Tablo 11.B K.dere bölgesinde 1 gün altında, 29 gün üstünde,

Tablo 12.B Y.Mahalle bölgesinde 5 gün altında, 25 gün üstünde,

Tablo 13.B Çankaya bölgesinde 7 gün altında, 23 gün üstündeki değerlere maruz kalmıştır.

Aralık ayı SO₂ konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.A Kızılay bölgesinde toplam 31 günün 1 günü altında, 30 günü üstünde,

Tablo 11.A Kavaklıdere bölgesinde toplam 31 günün tamamında standartın üstünde,

Tablo 12.A Y.Mahalle bölgesinde 16 gün altında, 15 gün üstünde,

Tablo 13.A Çankaya bölgesinde 15 gün altında, 16 gün üstünde;

Aralık ayı Duman konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.B Kızılay bölgesinde 3 gün altında, 28 gün üstünde,

Tablo 11.B K.dere bölgesinde 1 gün altında, 30 gün üstünde,

Tablo 12.B Y.Mahalle bölgesinde 5 gün altında, 26 gün üstünde,

Tablo 13.B Çankaya bölgesinde 16 gün altında, 15 gün üstündeki değerlere maruziyet söz konusu olmuştur.

Ocak ayı SO₂ konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.A Kızılay bölgesinde toplam 31 günün tamamında standartın üstündeki değerlere maruz kalınmıştır.

Tablo 11.A K.dere bölgesinde toplam 31 günün tamamında standartın üstündeki değerlere maruz kalınmıştır.

Tablo 12.A Y.Mahalle bölgesinde 14 gün altında, 17 gün üstünde,

Tablo 13.A Çankaya bölgesinde 16 gün altında, 15 gün üstünde,

Ocak ayı Duman konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.B Kızılay bölgesinde toplam 31 günün tamamında standartın üstünde,

Tablo 11.B K.dere bölgesinde toplam 31 günün tamamında standartın üstünde,

Tablo 12.B Y.Mahalle bölgesinde 3 gün altında, 28 gün üstünde,
Tablo 13.B Çankaya; 13 gün altında, 18 gün üstünde;

Şubat ayı SO₂ konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.A Kızılay bölgesinde 28 günün 1 günü altında, 27 gün üstünde,

Tablo 11.A K.dere bölgesinde 28 gün boyunca standardın üstünde,

Tablo 12.A Y.Mahalle bölgesinde 10 gün altında, 18 gün üstünde,

Tablo 13.A Çankaya bölgesinde 15 gün altında, 13 gün üstünde,

Şubat ayı Duman konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.B Kızılay bölgesinde 6 gün altında, 22 gün üstünde,

Tablo 11.B K.dere bölgesinde 28 gün boyunca standardın üstünde,

Tablo 12.B Y.Mahalle bölgesinde 4 gün altında, 24 gün üstünde,

Tablo 13.B Çankaya bölgesinde 15 gün altında, 13 gün üstünde;

Mart ayı SO₂ konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.A Kızılay bölgesinde toplam 31 günün 3 günü altında, 28 gün üstünde,

Tablo 11.A K.dere bölgesinde 3 gün altında, 28 gün üstünde,

Tablo 12.A Y.Mahalle bölgesinde 17 gün altında, 14 gün üstünde,

Tablo 13.A Çankaya bölgesinde 18 gün altında, 13 gün üstünde;

Mart ayı Duman konsantrasyonlarının bölgelere göre dağılımları incelendiğinde;

Tablo 10.B Kızılay bölgesinde toplam 31 günün 3 günü altında, 28 gün üstünde,

Tablo 11.B K.dere bölgesinde 3 gün altında, 28 gün üstünde,

Tablo 12.B Y.Mah. Bölgesinde 11 gün altında, 20 gün üstünde,

Tablo 13.B Çankaya Bölgesinde 21 gün altında, 10 gün üstünde değerlere maruz kalmıştır.

Tablolar incelendiğinde Kızılay ve K.derenin, Y.Mahalle ve Çankaya'ya göre daha kirli olduğu görülmektedir. Aynı ay içindeki konsantrasyonlara maruz kalınan gün sayısı açısından Kızılay ve K.dere'de gerek SO_2 ve gerekse duman açısından farklılıklar ihmal edilebilir. Çankaya ve Y.Mahalle bölgeleri incelendiğinde SO_2 konsantrasyonları arasında maruziyet gün sayısı açısından pek farklılık olmamakla birlikte Y.Mahalle bölgesinin duman açısından Çankaya bölgesine göre daha kirli olduğu görülmektedir.

Yine Tablo 10.A Kızılay bölgesi SO_2 konsantrasyonları incelendiğinde, toplam 6 aylık 174 gün içinde sadece 8 gün standardın altında değerler,

Tablo 11.A K.dere bölgesinde 11 gün,

Tablo 12.A Y.Mahalle bölgesinde 75 gün,

Tablo 13.A Çankaya bölgesinde 91 gün,

standardın altında değerler saptandığı görülür.

Yine aynı durum duman konsantrasyonları açısından incelendiğinde;

Tablo 10.B Kızılay bölgesinde 15 gün,

Tablo 11.B K.dere bölgesinde 12 gün,

Tablo 12.B Y.Mahalle bölgesinde 39 gün,

Tablo 13.B Çankaya bölgesinde 85 gün, standartların altındaki değerler saptandığı görülür.

En yüksek SO_2 konsantrasyonlarına ulaşılan gün sayısı açısından;

Kızılay bölgesinde $700 \mu g/m^3$ + değerler toplam 18 iken,

K.dere bölgesinde $700 \mu g/m^3$ + değerler toplamı 35 iken,

Y.Mahalle bölgesinde $700 \mu g/m^3$ + değerler toplamı 4 iken,

Çankaya bölgesinde $700 \mu g/m^3$ + değerler toplamı -,

En yüksek Duman konsantrasyonlarına ulaşılan gün sayısı açısından;

Kızılay bölgesinde $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ + değerler toplam 12 iken,
K.dere bölgesinde $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ + değerler toplamı 18 iken,
Y.Mahalle bölgesinde $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ + değerler toplam 2,
Çankaya bölgesinde $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ + değerler toplam -,
olduğu görülmektedir.

Gerek SO_2 ve gerekse Duman konsantrasyonları açısından insan sağlığında zararlı etkiler oluşturabilecek konsantrasyonların daha çok Kızılay ve K.dere bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bölgelerarası bu farklılığı belirleyen pek çok faktör vardır. Yükseklik farklılıkları, bina yükseklikleri ve konumları, yakıt miktarı, kalitesi, topoğrafik yapı, meteorolojik faktörler önemlidir. Bina yükseklikleri ve konumları hava kirlenmesinde çok önemli etken olan rüzgar hızının büyük ölçüde değişmesine neden olmaktadır. Hava sirkülasyonunun düşük olması kirleticilerin seyrelmesini engellemekte, diğer meteorolojik faktörlerin de yardımcı olması sonucu bazı günler çok yüksek değerlere ulaştırabilmektedir. Bu değişiklik ters yönde de karşımıza çıkabilir. Meteorolojik faktörlerdeki küçük bir değişim kirleticilerin hızla seyrelerek dağılmasına olanak verebilir.

STEP - WISE ÇOKLU REGRESYON ANALİZİ SONUÇU OLUŞTURULAN
DENKİMLERİN SEMT VE AYLARA GÖRE DAĞILIMLARI:

Bağımlı Değişken:Kızılay:(SO₂)Ekim

<u>Bağımsız değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	915.70870	4.49575
2. 14.00 Sıcak.	18.67391	3.96005
3. 21.00 Sıcak.	11.14348	3.25895
4. 07.00 Sıcak.	6.22174	4.00159
5. ORT.Sıcak.	11.81739	3.40463
6. ORT. N.Nem	59.97826	10.14513
7. 14.00 R. Yön	9.82609	3.91561
8. 14.00 R.Hız	1.86957	1.41435
9. 21.00 R.Yön	8.60870	6.54869
10. 21.00 R.Hız	0.80435	0.70613
11. 07.00 R.Yön	8.09565	6.15936
12. 07.00 R.Hız	0.87391	0.97198
13. ORT.R.Hız	1.18696	0.68378
14. Top.Yağ.Mik.	0.94348	2.52151
15. Kız. I.Kal.	374.82609	363.86094
16. Kız. I.AHK.	455.21739	866.99135
17. Kız. Ort.Yük.	1560.47826	495.77175
18. Kız. ΔT/H	0.00551	0.00726
19. Kız. SO ₂	239.64043	107.95405

Bağımlı değişken : KIZILAY (SO₂) EKİM

Regresyon denklemine göre bağımsız değişkenler:

6. ORT. N. NEM

16. KIZ. IAHK

17. KIZ. ORT. YÜK.

$$\left[\begin{array}{c} \text{KIZILAY (SO}_2\text{)} \\ \text{EKİM} \end{array} \right] = 815.64023 - 7.13322X_6 - 0.03920X_{16} - 0.08351X_{17}$$

Kestirimin standart hatası: 58.76724

Çoklu korrelasyon katsayısı : 0.86259

Varyans analiz tablosu:

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler top.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	190771.4932	63590.4977	18.4129
Regresyondan ayrılış	19	65618.1771	3453.5883	
TOPLAM	22	256389.6703		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.74407

Bağımlı değişken: KIZILAY (DJMAN) EKİM

DJMAN	<u>ORTALAMA</u>	<u>STD.SAPMA</u>
	179.45478	128.02865

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

2. 14.00 Sıcak.
5. ORT. Sıcak.
8. 14.00 R.Hız
15. KIZ. I.KAL.
17. KIZ. ORT.YÜK.

$$\left[\begin{array}{c} \text{KIZILAY (DJMAN)} \\ \text{EKİM} \end{array} \right] = 75.84210 + 46.59154X_2 - 57.42454X_5 - 13.68053X_8 + 0.06343X_{15} - 0.05513X_{17}$$

Kestirimin standart hatası : 50.28309

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.93851

Varyans analiz tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler top.	Kareler ort.	F oranı
Regresyon	5	317626.7460	63525.3492	25.1248
Regresyondan ayrılış	17	42982.6094	2528.3888	
TOPLAM	22	360609.3554		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.88081

Bağımlı Değişken: KIZILAY (SO₂) KASIM

<u>Bağımsız değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	919.07000	3.99794
2. 14.00 Sıcak.	10.16333	4.57636
3. 21.00 Sıcak.	4.09000	4.02110
4. 07.00 Sıcak.	- 0.17667	4.54932
5. ORT. Sıcak.	4.50233	4.08555
6. ORT. N.Nem	60.03000	10.84296
7. 14.00 R.Yön	7.70000	4.76445
8. 14.00 R.Hız	1.66333	1.18801
9. 21.00 R.Yön	6.90000	5.35853
10. 21.00 R. Hız	1.28667	1.25828
11. 07.00 R. Yön	6.80000	5.92132
12. 07.00 R. Hız	0.76667	0.94977
13. ORT. R. Hız	1.20333	0.80493
14. Top. Yağ. Mik.	0.11000	0.35656
15. KIZ. I.KAL.	345.03333	227.71890
16. KIZ. IAHK.	378.83333	701.33071
17. KIZ. ORT.YÜK.	963.76667	312.67538
18. KIZ. ΔT/ H.	0.00653	0.00596
19. KIZ. SO ₂	522.22467	190.30382

Bağımlı değişken: KIZILAY (SO₂) KASIM

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

12. 07.00 R.HIZ
13. ORT. R.HIZ
14. TOP.YAĞ. MİK.
16. KIZ. IAHK

$$\left[\begin{array}{c} \text{KIZILAY(SO}_2\text{)} \\ \text{KASIM} \end{array} \right] = 743.02715 + 51.63056X_{12} - 165.61896X_{13} - 177.63718X_{14} - 0.10968X_{16}$$

Kestirimin standart hatası : 98.04832

Çoklu korrelasyon katsayısı : 0.87816

Varyans analiz tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler top.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	4	809913.9628	202478.4907	21.0619
Regresyondan ayrılış	25	240336.8415	9613.4737	
TOPLAM	29	1.0503E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı : 0.77116

Bağımlı değişken: KIZILAY (DJMAN) KASIM

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	341.71667	163.48680

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

6. ORT. N. Nem
7. 14.00 R. Yön
12. 07.00 R.Hız
13. ORT. R. Hız
14. TOP.YAĞ.MİK.
16. KIZ. IAHK
18. KIZ. ΔT/H

$$\left[\begin{array}{c} \text{KIZILAY (DJMAN)} \\ \text{KASIM} \end{array} \right] = 94.63865 + 4.80705X_6 + 8.58958X_7 + 37.62942X_{12} - 100.68844X_{13} - 223.37350X_{14} - 0.09622X_{16} + 6995.50129X_{18}$$

Kestirimin standart hatası: 60.14715

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.94727

Varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler top.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	7	695521.0943	99360.1563	27.4652
Regresyondan ayrılış	22	79588.9444	3617.6793	
TOPLAM	29	775110.0387		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.89732

Bağımlı değişken: KIZILAY (SO₂) ARALIK

<u>Bağımsız değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
1. Basiğ Ort.	916.14839	5.34639
2. 14.00 Sıcaklık	7.37419	4.19118
3. 21.00 Sıcaklık	2.78387	4.23502
4. 07.00 Sıcaklık	- 0.49032	4.59524
5. ORT. Sıcak.	3.08710	4.08009
6. ORT. N. Nem	68.00968	11.74468
7. 14.00 R. Yön	9.29032	3.79643
8. 14.00 R. Hız	1.74839	1.39663
9. 21.00 R. Yön	9.58065	5.79525
10. 21.00 R. Hız	0.93548	0.93007
11. 07.00 R. Yön	7.80645	6.37923
12. 07.00 R. Hız	0.99032	0.95616
13. ORT. R. Hız	1.22581	0.76200
14. TOP.YAĞ.MİK.	0.77097	2.12135
15. KIZ. I.KAL.	264.51613	288.77256
16. KIZ. IAHK.	386.12903	954.96554
17. KIZ. ORT.YÜK.	1028.41935	504.69943
18. KIZ. ΔT/H	0.00463	0.00469
19. KIZILAY SO ₂	519.29097	359.12941

Bağımlı Değişken: KIZILAY(SO₂) ARALIK

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 6. ORT. N. NEM
- 13. ORT. R. HIZ
- 15. KIZ. I.KAL

$$\left[\begin{array}{c} \text{KIZILAY(SO}_2\text{)} \\ \text{ARALIK} \end{array} \right] = 1334.6500 - 10.02798X_6 - 219.73749X_{13} + 0.51430X_{15}$$

Kestirimin Standart hatası: 280.56779

Çoklu Korrelasyon katsayısı: 0.67134

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	1.7438E+06	581274.7676	7.3842
Regresyondan ayrılış	27	2.1254E+06	78718.2829	
TOPLAM	30	3.8692E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı : 0.45069

Bağımlı Değişken: KIZILAY (DUMAN) ARALIK

<u>DUMAN</u>	<u>ORTALAMA</u>	<u>STD. SAPMA</u>
	333.39677	288.73668

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

6. ORT. N. NEM
8. 14.00 R. HIZ
15. KIZ. I. KAL.

$$\left[\begin{array}{c} \text{KIZILAY(DUMAN)} \\ \text{ARALIK} \end{array} \right] = 750.93178 - 5.86688X_6 - 74.92505X_8 + 0.42518X_{15}$$

Kestirimin Standart hatası: 232.25298

Çoklu korelasyon katsayısı: 0.64628

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	1.0446E+06	348215.6963	6.4554
Regresyondan ayrılış	27	1.4564E+06	53941.4459	
TOPLAM	30	2.5011E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.41768

Bağımlı değişken: KIZILAY (SO₂) OCAK

<u>Bağımsız değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>Standart Sapma</u>
1. Basınç Ort.	916.35000	7.38488
2. 14.00 Sıcak	- 1.42000	3.46563
3. 21.00 Sıcak.	- 4.27333	3.31079
4. 07.00 Sıcak.	- 5.78333	4.03221
5. Ort. Sıcak.	- 3.95900	3.21521
6. Ort. N. Nem	76.01333	7.34465
7. 14.00 R. Yön.	10.56667	4.10788
8. 14.00 R. Hız	1.61333	0.90506
9. 21.00 R. Yön	10.70000	4.76445
10. 21.00 R. Hız	1.01667	0.93554
11. 07.00 R. Yön	9.33333	5.56673
12. 07.00 R. Hız	1.06667	0.80187
13. Ort. R. Hız	1.22667	0.57412
14. Top. Yağ. Mik.	1.43000	4.05965
15. KIZ. İ. KAL.	341.13333	289.18515
16. KIZ. İAHK.	702.66667	793.87749
17. KIZ. ORT. YÜK.	612.63333	321.97724
18. KIZ. ΔT/H	0.00647	0.00587
19. KIZ. SO ₂	426.63833	175.48994

Bağımlı değişken: KIZILAY (SO₂) OCAK

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

6. ORT. N. NEM
9. 21.00 R. Yön
10. 21.00 R. Hız
15. KIZ. I. KAL.
16. KIZ. IAHK

$$\begin{array}{l} \text{KIZILAY (SO}_2\text{)} \\ \text{OCAK} \end{array} = 1477.10181 - 11.20119X_6 - 14.35614X_9 \\ - 51.25138X_{10} + 0.20012X_{15} - 0.08763X_{16}$$

Kestirimin Standart hatası : 118.16304

Çoklu korrelasyon katsayısı : 0.79044

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ort.	F oranı
Regresyon	5	558004.7376	111600.9475	7.9929
Regresyondan ayrılış	24	335100.1168	13962.5049	
TOPLAM	29	893104.8544		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.62479

Bağımlı değişken : KIZILAY (SO₂) ŞUBAT

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
1. Basınç Ort.	911.81429	5.65939
2. 14.00 Sıcak.	3.46071	4.79130
3. 21.00 Sıcak.	- 0.05714	4.49052
4. 07.00 Sıcak.	- 3.18929	4.93268
5. Ort. Sıcak.	0.15357	4.44993
6. Ort. N. Nem.	69.53571	7.60571
7. 14.00 R. Yön	9.25000	4.81990
8. 14.00 R. Hız	2.01071	0.91503
9. 21.00 R. Yön	8.57143	5.89054
10. 21.00 R. Hız	1.11429	0.94152
11. 07.00 R. Yön	6.35714	5.64515
12. 07.00 R. Hız	1.35357	1.09865
13. ORT. R. HIZ	1.58214	0.82509
14. TOP. Yağ. Mik.	1.32143	3.18531
15. KIZ. I. KAL.	288.96429	254.83524
16. KIZ. IAHK.	744.78571	1213.16340
17. KIZ. ORT. YÜK.	1196.39286	1038.63102
18. KIZ. ΔT/H	0.00379	0.00315
19. KIZ. SO ₂	404.36500	169.62492

Bağımlı değişken: KIZILAY (SO₂) ŞUBAT

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 2. 14.00 Sıcak.
- 5. ORT. Sıcak
- 7. 14.00 R. Yön
- 14. Top. Yağ. Mik.
- 18. KIZ. ΔT/H

$$\begin{array}{l} \text{KIZILAY (SO}_2\text{)} \\ \text{ŞUBAT} \end{array} = 351.21644 + 44.38530X_2 - 35.25463X_5 - \\ 14.72561X_7 - 12.89579X_{14} + 15376.37396X_{18}$$

Kestirimin standart hatası : 104.49933

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.83112

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	536618.1856	107323.6371	9.8281
Regresyondan ayrılış	22	240242.4033	10920.1092	
TOPLAM	27	776860.5889		

Çoklu tanımlama katsayısı : 0.69075

Bağımlı Değişken: KIZILAY (DUMAN) OCAK

<u>DUMAN</u>	<u>ORTALAMA</u>	<u>STD.SAPMA</u>
	230.61600	107.52499

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

6. ORT. N. NEM
8. 14.00 R. HIZ
9. 21.00 R. YÖN
10. 21.00 R. HIZ

$$\begin{array}{l} \text{KIZILAY (Duman)} \\ \text{OCAK} \end{array} = 792.11652 - 4.72885X_6 + 25.89441X_8 - \\ 17.27352X_9 - 58.02739X_{10}$$

Kestirimin standart hatası : 81.28826

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.71225

Varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	4	170092.5789	42523.1447	6.4353
Regresyondan ayrılış	25	165194.5205	6607.7808	
TOPLAM	29	335287.0993		

Çoklu tanımlama katsayısı : 0.50730

Bağımlı Değişken: KIZILAY (DJMAN) ŞUBAT

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
	192.15857	99.67338

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 2. 14.00 Sıcak.
- 3. 21.00 Sıcak.
- 9. 21.00 R. Yön
- 12. 07.00 R. Hız
- 18. KIZ. $\Delta T/H$

$\begin{aligned} \text{KIZILAY (DJMAN)} \\ \text{ŞUBAT} \end{aligned} = 136.52810 + 27.78436X_2 - 23.56136X_3 - \\ 5.88013X_9 - 30.61190X_{12} + 13198.79158X_{18}$

Kestirimin standart hatası: 55.26852

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.86572

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler top.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	201037.7353	40207.5471	13.1629
Regresyondan ayrılış	22	67201.4153	3054.6098	
TOPLAM	27	268239.1505		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.74947

Bağımlı Değişken: KIZILAY (SO₂) MART

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
1. Basınç Ort.	913.53548	3.20079
2. 14.00 Sıcak.	9.76452	7.58097
3. 21.00 Sıcak.	5.24839	6.06190
4. 07.00 Sıcak.	1.69032	4.84990
5. Ort. Sıcak.	5.49355	5.99839
6. Ort. N. Nem	63.61935	13.12772
7. 14.00 R. Yön	8.67742	3.88490
8. 14.00 R. Hız	2.54839	1.32385
9. 21.00 R. Yön	9.64516	5.36997
10. 21.00 R. Hız	1.11935	1.00114
11. 07.00 R. Yön	6.93548	5.24681
12. 07.00 R. Hız	1.12903	1.01397
13. ORT. R. Hız	1.60323	0.89610
14. Top. Yağ. Mik.	0.43226	1.20011
15. KIZ. I. KAL.	286.90323	224.50840
16. KIZ. IAHK	847.03226	1038.15389
17. KIZ. ORT. Yük.	1563.33871	641.02610
18. KIZ. ΔT/H	0.00519	0.00590
19. KIZ. SO ₂	312.35839	158.73604

Bağımlı Değişken: KIZILAY (SO₂) MART

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

4. 07.00 Sıcak.

8. 14.00 R. Hız.

17. KIZ. ORT. Yük.

$$\begin{array}{c} \text{KIZILAY (SO}_2\text{)} \\ \text{MART} \end{array} = 598.88578 - 11.25820X_4 - 37.61785X_8 - 0.10979X_{17}$$

Kestirimin Standart Hatası: 117.82030

Çoklu korrelasyon katsayısı : 0.71005

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	381110.1403	127036.7134	9.1514
Regresyondan ayrılış	27	374803.8131	13881.6227	
TOPLAM	30	755913.9534		

Çoklu tanımlama katsayısı : 0.50417

Bağımlı Değişken: KIZILAY (DJMAN) MART

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
	177.57032	86.32913

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 6. ORT. N. Nem
- 10. 21.00 R. Hız
- 12. 07.00 R. Hız

$$\begin{array}{l} \text{KIZILAY (DJMAN)} \\ \text{MART} \end{array} = -28.17309 + 3.53381X_6 - 48.59296X_{10} + 31.28126X_{12}$$

Kestirimin Standart hatası: 67.88664

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.66593

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	99149.4865	33049.8288	7.1713
Regresyondan ayrılış	27	124432.0956	4608.5961	
TOPLAM	30	223581.5821		

Çoklu tanımlama katsayısı : 0.44346

Bağımlı Değişken : KAVAKLIDERE (SO₂) EKİM

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
1. Basınç Ort.	915.70870	4.49575
2. 14.00 Sıcak.	18.67391	3.96005
3. 21.00 Sıcak.	11.14348	3.25895
4. 07.00 Sıcak,	6.22174	4.00159
5. ORT. Sıcak.	11.81739	3.40463
6. ORT. N. Nem	59.97826	10.14513
7. 14.00 R. Yön	9.82609	3.91561
8. 14.00 R. Hız	1.86957	1.41435
9. 21.00 R. Yön	8.60870	6.54869
10. 21.00 R. Hız	0.80435	0.70613
11. 07.00 R. Yön	8.09565	6.15936
12. 07.00 R. Hız	0.87391	0.97193
13. ORT. R. Hız	1.18696	0.68378
14. TOP.YAĞ. Mik.	0.94348	2.52151
15. K.DERE I.KAL.	354.73913	353.38779
16. K.DERE IAHK.	405.47826	859.45294
17. K.DERE ORT. Yük.	1497.91304	495.33725
18. K.DERE ΔT/H	0.00581	0.00739
19. K.DERE SO ₂	200.10870	104.21699

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE (SO₂) EKİM

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 3. 21.00 Sıcak.
- 6. ORT. N. Nem
- 11. 07.00 R. Yön
- 12. 07.00 R. Hız
- 15. K.DERE I.KAL.
- 16. K.DERE IAHK.

$$\begin{array}{l} \text{KAVAKLIDERE(SO}_2\text{)} \\ \text{EKİM} \end{array} = 605.00076 - 8.16147X_3 - 4.93338X_6 - \\ 3.90601X_{11} - 17.43961X_{12} + 0.12296X_{15} - \\ 0.03651X_{16}$$

Kestirimin Standart Hatası: 41.74788

Çoklu korrelasyon katsayısı : 0.93984

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	6	211059.8039	35176.6340	20.1830
Regresyondan ayrılış	16	27886.1685	1742.8855	
TOPLAM	22	238945.9725		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.88330

Bağımlı değişken : KAVAKLIDERE (DJMAN) EKİM

<u>DJMAN</u>	<u>ORTALAMA</u>	<u>STD. SAPMA</u>
	142.84043	105.57352

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

3. 21.00 Sıcak.
6. ORT. N.Nem
9. 21.00 R. Yön
13. ORT. R. Hız
14. TOP. Yağ. Mik.
15. K.Dere I.KAL

$$\left[\begin{array}{c} \text{KAVAKLIDERE (DJMAN)} \\ \text{EKİM} \end{array} \right] = 717.66822 - 13.46488X_3 - 6.57079X_6 - 3.05748X_9 - 50.13334X_{13} + 13.40741X_{14} + 0.11981X_{15}$$

Kestirimin standart hatası : 40.20072

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.94581

Varyans analiz tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	6	219349.3214	36558.2202	22.6213
Regresyondan ayrılış	16	25857.5713	1616.0982	
TOPLAM	22	245206.8927		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.89455

Bağımlı değişken: KAVAKLIDERE (SO₂) KASIM

<u>Bağımsız değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç ORT.	919.07000	3.99794
2. 14.00 Sıcak.	10.16333	4.57636
3. 21.00 Sıcak.	4.09000	4.02110
4. 07.00 Sıcak.	-0.17667	4.54932
5. ORT. Sıcak.	4.50233	4.08555
6. ORT. N. Nem	60.03000	10.84296
7. 14.00 R. Yön	7.70000	4.76445
8. 14.00 R. Hız.	1.66333	1.18801
9. 21.00 R. Yön	6.90000	5.35853
10. 21.00 R. Hız	1.28667	1.25828
11. 07.00 R. Yön	6.80000	5.92132
12. 07.00 R. Hız.	0.76667	0.94077
13. ORT. R. Hız	1.20333	0.80493
14. Top. Yağ. Mik.	0.11000	0.35656
15. K.Dere I.KAL.	322.63333	213.10779
16. K.Dere IAHK.	330.53333	693.59750
17. K.Dere ORT. Yük.	913.70000	328.95971
18. K.Dere $\Delta T/H$	0.00703	0.00642
19. K.Dere SO ₂	557.76700	215.16890

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE(SO₂) KASIM

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

4. 07.00 Sıcak
11. 07.00 R. Yön
13. ORT. R. Hız.
14. TOP. Yağ. Mik.
16. K.Dere IAHK

$$\left[\begin{array}{c} \text{KAVAKLIDERE(SO}_2\text{)} \\ \text{KASIM} \end{array} \right] = 801.17429 - 15.66611X_4 - 11.28709X_{11} - 100.37000X_{13} - 105.65938X_{14} - 0.11201X_{16}$$

Kestirimin standart hatası: 107.76459

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.89017

Varyans analiz tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	1.0639E+06	212783.0118	18.3225
Regresyondan ayrılış	24	278716.9683	11613.2070	
TOPLAM	29	1.3426E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.79241

Bağımlı değişken: KAVAKLIDERE(DJMAN) KASIM

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
	353.90433	161.32739

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 6. ORT. N. Nem
- 13. ORT. R. Hız.
- 14. TOP. Yağ. Mik.
- 16. K.Dere IAHK.
- 18. K.Dere $\Delta T/H$

$$\left[\begin{array}{c} \widehat{\text{KAVAKLIDERE(DJMAN)}} \\ \text{KASIM} \end{array} \right] = 97.23213 + 6.11402X_6 - 69.81018X_{13} - 220.08992X_{14} - 0.12849X_{16} + 5734.63635X_{18}$$

Kestirimin standart hatası: 83.54040

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.88209

Varyans analiz tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	587273.2932	117454.6586	16.8297
Regresyondan ayrılış	24	167495.9571	6978.9982	
TOPLAM	29	754769.2503		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.77808

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE(SO₂) ARALIK

<u>Bağımsız değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
1. Basınç Ort.	916.14839	5.34639
2. 14.00 Sıcak.	7.37419	4.19118
3. 21.00 Sıcak.	2.78387	4.23502
4. 07.00 Sıcak.	- 0.49032	4.59524
5. ORT. Sıcak.	3.08710	4.08009
6. ORT. N. Nem	68.00968	11.74468
7. 14.00 R. Yön	9.29032	3.79643
8. 14.00 R. Hız	1.74839	1.39663
9. 21.00 R. Yön	9.58065	5.79525
10. 21.00 R. Hız.	0.93548	0.93007
11. 07.00 R. Yön	7.80645	6.37923
12. 07.00 R. Hız.	0.99032	0.95616
13. ORT. R. Hız.	1.22581	0.76200
14. Top. Yağ. Mik.	0.77097	2.12135
15. K.Dere I.KAL.	244.19355	273.84392
16. K.Dere IAHK	345.48387	946.07554
17. K.Dere ORT.Yük.	957.35484	497.42132
18. K.Dere ΔT/H	0.00479	0.00478
19. K.Dere SO ₂	654.28839	352.10501

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE (SO₂) ARALIK

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

1. Basınç Ort.
11. 07.00 R. Yön
13. ORT. R. Hız.
15. K.Dere I.KAL.
16. K.Dere IAHK.
17. K.Dere Ort. Yük.

$$\left[\begin{array}{c} \widehat{\text{KAVAKLIDERE(SO}_2\text{)}} \\ \text{ARALIK} \end{array} \right] = - 9525.46816 + 11.02641X_1 - 9.66053X_{11} - \\ 158.80030X_{13} + 0.83966X_{15} - \\ 0.09802X_{16} + 0.18470X_{17}$$

Kestirimin Standart Hatası: 170.50848

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.90133

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	6	3.0216E+06	503597.1279	17.3217
Regresyondan ayrılış	24	697755.4412	29073.1434	
TOPLAM	30	3.7193E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.81240

Bağımlı değişken: KAVAKLIDERE (DJMAN) ARALIK

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
	331.36065	231.51189

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

1. Basınç ORT.
11. 07.00 R. Yön.
13. ORT. R. Hız.
15. K.Dere I.KAL.

$$\left[\begin{array}{c} \text{KAVAKLIDERE(DJMAN)} \\ \text{ARALIK} \end{array} \right] = -10442.36760 + 11.79154X_1 - 6.83369X_{11} - 68.92021X_{13} + 0.44538X_{15}$$

Kestirimin Standart Hatası: 128.07818

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.85718

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	4	1.1814E+06	295357.0419	18.0052
Regresyondan ayrılış	26	426504.5229	16404.0201	
TOPLAM	30	1.6079E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.73475

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE(SO₂) OCAK

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	916.31290	7.26369
2. 14.00 Sıcak.	- 1.20645	3.60887
3. 21.00 Sıcak.	- 4.09677	3.40034
4. 07.00 Sıcak.	- 5.68710	4.00048
5. ORT. Sıcak.	- 3.79258	3.29417
6. ORT. N. Nem	76.00323	7.22143
7. 14.00 R. Yön	10.64516	4.06242
8. 14.00 R. Hız.	1.61613	0.88998
9. 21.00 R. Yön	10.90323	4.81909
10. 21.00 R. Hız.	0.98387	0.93776
11. 07.00 R. Yön	9.09677	5.62942
12. 07.00 R. Hız	1.08065	0.79222
13. ORT. R. Hız.	1.22258	0.56492
14. Top.Yağ. Mik.	1.38387	3.99967
15. K.Dere I.KAL.	336.19355	280.44838
16. K.Dere IAHK.	629.29032	77.85201
17. K.Dere ORT. Yük.	547.03226	316.89656
18. K.Dere ΔT/H	0.00655	0.00575
19. K.Dere SO ₂	527.26226	296.61723

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE (SO₂) OCAK

Regresyon Denklemine giren bağımsız değişkenler:

1. Basınç Ort.
2. 14.00 Sıcak.
5. ORT. Sıcak.
10. 21.00 R. Hız.
14. Top. Yağ. Mik.
15. K.Dere I.KAL.
16. K.Dere IAHK.
18. K.Dere ΔT/H

$$\left[\begin{array}{c} \widehat{\text{KAVAKLIDERE}} \\ \text{OCAK} \end{array} (\text{SO}_2) \right] = 13306.34407 - 13.94919X_1 + 78.96212X_2 - 47.30769X_5 - 143.95275X_{10} - 44.01955X_{14} + 0.34271X_{15} - 0.10617X_{16} + 11107.05807X_{18}$$

Kestirimin Standart Hatası: 194.55116

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.82736

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	8	1.8068E+06	225843.7619	5.9668
Regresyondan ayrılış	22	832703.4139	37850.1552	
TOPLAM	30	2.6395E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.68452

Bağımlı değişken: KAVAKLIDERE(DJMAN) OCAK

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	237.06774	157.24381

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

2. 14.00 Sıcaklık
5. ORT. Sıcak.
10. 21.00 R. Hız.
14. Top. Yağ. Mik.
16. K.Dere. IAHK
18. K.Dere $\Delta T/H$

$$\left[\begin{array}{c} \wedge \\ \text{KAVAKLIDERE(DJMAN)} \\ \text{OCAK} \end{array} \right] = 222.02268 + 60.31345X_2 - 41.08831X_5 - 53.42360X_{10} - 18.26357X_{14} - 0.05675X_{16} + 6952.74656X_{18}$$

Kestirimin Standart Hatası: 105.69287

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.79910

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	6	473664.9525	78944.1587	7.0669
Regresyondan ayrılış	24	268103.5680	11170.9820	
TOPLAM	30	741768.5205		

Çoklu tanımlama Katsayısı: 0.63856

Bağımlı değişken: KAVAKLIDERE(SO₂) ŞUBAT

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basiğ Ort.	911.81429	5.65939
2. 14.00 Sıcak.	3.46071	4.79130
3. 21.00 Sıcak.	- 0.05714	4.49052
4. 07.00 Sıcak.	- 3.18929	4.93268
5. ORT. Sıcak.	0.15357	4.44993
6. ORT. N. Nem	69.53571	7.60571
7. 14.00 R. Yön.	9.25000	4.81990
8. 14.00 R. Hız	2.01071	0.91503
9. 21.00 R. Yön	8.57143	5.89054
10. 21.00 R. Hız.	1.11429	0.94152
11. 07.00 R. Yön	6.35714	5.64515
12. 07.00 R. Hız	1.35357	1.09865
13. ORT. R. Hız	1.58214	0.82509
14. Top. Yağ. Mik.	1.32143	3.18531
15. K.Dere I.KAL.	277.21429	242.04413
16. K.Dere IAHK.	699.78571	1201.99838
17. K.Dere Ort. Yük.	965.78571	524.79840
18. K.Dere ΔT/H	0.00386	0.00324
19. K.Dere SO ₂	573.26964	224.89062

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE (SO₂) ŞJBAT

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 7. 14.00 R. Yön
- 8. 14.00 R. Hız
- 10. 21.00 R. Hız
- 14. Top. Yağ. Mik.
- 15. K.Dere I.KAL

$$\left[\begin{array}{c} \text{KAVAKLIDERE (SO}_2\text{)} \\ \text{ŞJBAT} \end{array} \right] = 874.47320 - 16.91605X_7 - 57.89199X_8 - 64.90411X_{10} - 26.25016X_{14} + 0.28384X_{15}$$

Kestirimin Standart Hatası: 153.14722

Çoklu Korrelasyon Katsayısı : 0.78876

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	849556.8446	169911.3689	7.2444
Regresyondan ayrılış	22	515989.5613	23454.0710	
TOPLAM	27	1.3655E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.62214

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE (DJMAN) ŞJBAT

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	268.47786	148.00147

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

2. 14.00 Sıcak
3. 21.00 Sıcak.
7. 14.00 R. Yön
18. K.Dere $\Delta T/H$

$$\left[\begin{array}{c} \text{KAVAKLIDERE(DJMAN)} \\ \text{ŞJBAT} \end{array} \right] = 142.00007 + 43.31539X_2 - 35.98504X_3 - 11.34933X_7 + 20611.27915X_{18}$$

Kestirimin Standart Hatası: 86.76080

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.84099

Varyans Analiz Tablosu:

<u>Varyasyon kaynağı</u>	<u>Serbestlik derecesi</u>	<u>Kareler Topl.</u>	<u>Kareler Ort.</u>	<u>F oranı</u>
Regresyon	4	418288.6884	104572.1721	13.8921
Regresyondan ayrılış	23	173131.0271	7527.4360	
TOPLAM	27	591419.7155		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.70726

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE (SO₂) MART

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	913.53548	3.20079
2. 14.00 Sıcak.	9.76452	7.58097
3. 21.00 Sıcak.	5.24839	6.06190
4. 07.00 Sıcak.	1.69032	4.84990
5. ORT. Sıcak.	5.49355	5.99839
6. ORT. N. Nem	63.61935	13.12772
7. 14.00 R. Yön	8.67742	3.88490
8. 14.00 R. Hız	2.54839	1.32385
9. 21.00 R. Yön	9.64516	5.36997
10. 21.00 R. Hız	1.11935	1.00114
11. 07.00 R. Yön	6.93548	5.24681
12. 07.00 R. Hız	1.12903	1.01397
13. ORT. R. Hız	1.60323	0.89610
14. Top. Yağ. Mik.	0.43226	1.20011
15. K.Dere I.KAL.	277.41935	217.21967
16. K.Dere IAHK	798.25806	1026.43935
17. K.Dere Ort. Yük.	1498.59677	641.69116
18. K.Dere $\Delta T/H$	0.00587	0.00737
19. K.Dere SO ₂	367.66226	159.07440

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE (SO₂) MART

Regresyon Denkleminde Giren Bağımsız Değişkenler:

6. ORT. N. Nem

$$\left[\begin{array}{c} \widehat{\text{KAVAKLIDERE(SO}_2\text{)}} \\ \text{MART} \end{array} \right] = - 189.85975 + 8.76340X_6$$

Kestirimin Standart Hatası: 111.74015

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.72321

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	1	397049.9666	397049.9666	31.8000
Regresyondan ayrılış	29	362089.9641	12485.8608	
TOPLAM	30	759139.9307		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.52303

Bağımlı Değişken: KAVAKLIDERE (DJMAN) MART

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	215.45613	108.05162

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

1. Basınç Ort.
3. 21.00 Sıcak.
4. 07.00 Sıcak.
6. ORT. N. Nem
16. K.Dere IAHK.

$$\left[\begin{array}{c} \text{KAVAKLIDERE (DJMAN)} \\ \text{MART} \end{array} \right] = - 10429.67470 + 11.30936X_1 + 17.63453X_3 - 26.27322X_4 + 4.47768X_6 - 0.02428X_{16}$$

Kestirimin Standart Hatası: 61.99142

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.85188

Varyans Analiz Tablosu:

<u>Varyasyon kaynağı</u>	<u>Serbestlik derecesi</u>	<u>Kareler Topl.</u>	<u>Kareler Ort.</u>	<u>F oranı</u>
Regresyon	5	254181.1734	50836.2347	13.2285
Regresyondan ayrılış	25	96073.4031	3842.9361	
TOPLAM	30	350254.5765		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.72570

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(SO₂) EKİM

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	915.70870	4.49575
2. 14.00 Sıcak.	18.67391	3.96005
3. 21.00 Sıcak.	11.14348	3.25895
4. 07.00 Sıcak.	6.22174	4.00159
5. ORT. Sıcak.	11.81739	3.40463
6. ORT. N. Nem	59.97826	10.14513
7. 14.00 R. Yön	9.82609	3.91561
8. 14.00 R. Hız.	1.86957	1.41435
9. 21.00 R. Yön	8.60870	6.54869
10. 21.00 R. Hız.	0.80435	0.70613
11. 07.00 R. Yön	8.09565	6.15936
12. 07.00 R. Hız.	0.87391	0.97198
13. ORT. R. Hız.	1.18696	0.68378
14. Top. Yağ. Mik.	0.94348	2.52151
15. Y.Mah. I.KAL.	374.82609	363.86094
16. Y.Mah. IAHK.	446.17391	865.28858
17. Y.Mah. Ort. Yük.	1549.91304	495.33725
18. Y.Mah. ΔT/H	0.00551	0.00726
19. Y.Mah. SO ₂	131.67522	54.64743

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE (SO₂) EKİM

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Denklemler:

1. Basınç Ort.
9. 21.00 R. Yön
15. Y.Mah. I.KAL.

$$\left[\begin{array}{c} \widehat{\text{YENİMAHALLE(SO}_2\text{)}} \\ \text{EKİM} \end{array} \right] = -3952.28122 + 4.46614X_1 - 4.17158X_9 + 0.08052X_{15}$$

Kestirimin Standart Hatası: 26.92229

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.88904

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	51928.1283	17309.3761	23.8813
Regresyondan ayrılış	19	13771.3828	724.8096	
TOPLAM	22	65699.5112		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.79039

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE (DJMAN) EKİM

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
	114.91391	75.40986

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 6. ORT. N. Nem
- 8. 14.00 R. Hız.
- 15. Y.Mah. I.KAL.
- 17. Y.Mah. Ort. Yük.

$$\left[\begin{array}{c} \text{YENİMAHALLE (DJMAN)} \\ \text{EKİM} \end{array} \right] = 349.99151 - 2.74237X_6 - 22.81326X_8 + 0.07768X_{15} - 0.03681X_{17}$$

Kestirimin standart hatası: 38.55059

Çoklu korelasyon katsayısı: 0.88667

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	4	98355.5852	24588.8963	16.5454
Regresyondan ayrılış	18	26750.6622	1486.1479	
TOPLAM	22	125106.2473		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.78618

Bağımlı değişken : YENİMAHALLE (SO₂) KASIM

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
1. Basınç Ort.	919.07000	3.99794
2. 14.00 Sıcak.	10.16333	4.57636
3. 21.00 Sıcak.	4.09000	4.02110
4. 07.00 Sıcak.	- 0.17667	4.54932
5. Ort. Sıcak.	4.50233	4.08555
6. Ort. N. Nem	60.03000	10.84296
7. 14.00 R. Yön	7.70000	4.76446
8. 14.00 R. Hız	1.66333	1.18801
9. 21.00 R. Yön	6.90000	5.35853
10. 21.00 R. Hız	1.28667	1.25828
11. 07.00 R. Yön	6.80000	5.92132
12. 07.00 R. Hız.	0.76667	0.94077
13. ORT. R. Hız.	1.20333	0.80493
14. Top. Yağ. Mik.	0.11000	0.35656
15. Y.Mahl. I.KAL.	345.03333	227.71890
16. Y.Mah. IAHK.	370.40000	699.91101
17. Y.Mah. Ort. Yük.	963.13333	331.60953
18. Y.Mah. $\Delta T/H$	0.00653	0.00596
19. Y.Mah SO ₂	397.09300	203.74119

Bağımlı Değişkenler: YENİMAHALLE (SO₂) KASIM

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 8. 14.00 R. Hız.
- 10. 21.00 R. Hız.
- 11. 07.00 R. Yön
- 14.00 Top. Yağ. Mik.
- 18. Y.Mah. $\Delta T/H$

$$\left[\begin{array}{c} \text{YENİMAHALLE (SO}_2\text{)} \\ \text{KASIM} \end{array} \right] = 729.22235 - 64.23850X_8 - 80.69965X_{10} \\ - 8.06268X_{11} - 179.64351X_{14} - 717223976X_{18}$$

Kestirimin standart hatası : 110.48313

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.86985

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	910847.1601	182169.4320	14.9239
Regresyondan ayrılış	24	292956.5297	12206.5221	
TOPLAM	29	1.2038E+06		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.75664

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(DJMAN) KASIM

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	260.57733	150.84066

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 3. 21.00 Sıcak.
- 8. 14.00 R. Hız.
- 13. ORT. R. Hız
- 14. Top. Yağ. Mik.
- 16. Y.Mahl. IAHK.

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c} \text{YENİMAHALLE(DJMAN)} \\ \text{KASIM} \end{array} \right] &= 468.54547 - 6.78687X_3 - 30.74738X_8 \\ &- 62.27180X_{13} - 149.85617X_{14} \\ &- 0.10164X_{16} \end{aligned}$$

Kestirimin standart hatası: 69.47241

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.90799

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	544000.2710	108800.0542	22.5426
Regresyondan ayrılış	24	115833.9804	4826.4158	
TOPLAM	29	659834.2514		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.82445

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(SO₂) ARALIK

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
1. Basınç ORT.	916.14839	5.34639
2. 14.00 Sıcak.	7.37419	4.19118
3. 21.00 Sıcak.	2.78387	4.23502
4. 07.00 Sıcak.	- 0.49032	4.59524
5. ORT. Sıcaklık	3.08710	4.08009
6. ORT. N. Nem	68.00968	11.74468
7. 14.00 R. Yön	9.29032	3.79643
8. 14.00 R. Hız.	1.74839	1.39663
9. 21.00 R. Yön	9.58065	5.79525
10. 21.00 R. Hız.	0.93548	0.93007
11. 07.00 R. Yön	7.80645	6.37923
12. 07.00 R. Hız	0.99032	0.95616
13. ORT. R. Hız.	1.22581	0.76200
14. Top. Yağ. Mik.	0.77097	2.12135
15. Y. Mah. I.KAL.	264.51613	288.77256
16. Y.Mah. IAHK.	379.03226	953.34833
17. Y.Mah. Ort. Yük.	1017.41935	504.69943
18. Y.Mah. $\Delta T/H$	0.00463	0.00469
19. Y. Mah. SO ₂	226.86935	170.70661

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(SO₂) ARALIK

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 8. 14.00 R. Hız.
- 9. 21.00 R. Yön
- 10. 21.00 R. Hız.
- 15. Y.Mah. I.KAL.
- 16. Y.Mah. IAHK

$$\left[\begin{array}{c} \text{YENİMAHALLE (SO}_2\text{)} \\ \text{ARALIK} \end{array} \right] = 27.72913 - 44.88719X_8 + 16.52269X_9 + \\ 73.05841X_{10} + 0.24204X_{15} - 0.03442X_{16}$$

Kestirimin Standart Hatası: 114.71240

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.78974

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	545249.0045	109049.8009	8.2871
Regresyondan ayrılış	25	328973.3799	13158.9352	
TOPLAM	30	874222.3844		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.62370

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(DJMAN) ARALIK

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
	199.74258	143.15708

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

1. Basınç Ort.
8. 14.00 R. Hız
9. 21.00 R. Yön
15. Y. Mah. I.KAL.

$$\left[\begin{array}{c} \text{YENİMAHALLE(DJMAN)} \\ \text{ARALIK} \end{array} \right] = - 6049.86167 + 6.74313X_1 - 35.05705X_8 + 7.84257X_9 + 0.21948 X_{15}$$

Kestirimin standart hatası: 85.83390

Çoklu korelasyon katsayısı: 0.82972

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	4	423264.5671	105816.1418	14.3626
Regresyondan ayrılış	26	191553.8963	7367.4576	
TOPLAM	30	614818.4634		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.68844

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE (SO₂) OCAK

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	916.31290	7.26369
2. 14.00 Sıcak.	- 1.20645	3.60887
3. 21.00 Sıcak.	- 4.09677	3.40034
4. 07.00 Sıcak.	- 5.68710	4.00048
5. Ort. Sıcak.	- 3.79258	3.29417
6. Ort. N. Nem	76.00323	7.22143
7. 14.00 R. Yön	10.64516	4.06242
8. 14.00 R. Hız.	1.61613	0.88998
9. 21.00 R. Yön	10.90323	4.81909
10. 21.00 R. Hız.	0.98387	0.93776
11. 07.00 R. Yön	9.09677	5.62942
12. 07.00 R. Hız.	1.08065	0.79222
13. ORT. R. Hız.	1.22258	0.56492
14. Top. Yağ. Mik.	1.38387	3.99967
15. Y.Mah. I.KAL.	332.06452	288.77326
16. Y.Mah. IAHK.	671.22581	786.49801
17. Y.Mah. Ort. Yük.	600.64516	311.43855
18. Y.Mah. ΔT/H	0.00648	0.00577
19. Y.Mah. SO ₂	202.46097	166.31874

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE (SO₂) OCAK

Regresyon Denklemine giren bağımsız değişkenler:

13. ORT. R. Hız.

$$\begin{array}{c} \wedge \\ \text{YENİMAHALLE(SO}_2\text{)} \\ \text{OCAK} \end{array} = 315.78729 - 92.69435X_{13}$$

Kestirimin standart hatası: 160.55871

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.31485

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	1	82263.7984	82263.7984	3.1911
Regresyondan ayrılış	29	747593.8658	25779.0988	
TOPLAM	30	829857.6643		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.09913

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE (DJMAN) OCAK

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
	140.90452	72.41215

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

- 2. 14.00 Sıcaklık
- 8. 14.00 R. Hız.
- 10. 21.00 R. Hız.
- 14. Top. Yağ. Mik.
- 15. Y.Mah. I.KAL.
- 16. Y.Mah. IAHK.

$$\begin{aligned} \text{YENİMAHALLE(DJMAN)} \\ \text{OCAK} &= 168.01696 + 8.64432 X_2 + 20.08583X_8 \\ &\quad - 40.54083X_{10} - 11.63870X_{14} + 0.10371X_{15} \\ &\quad - 0.04111X_{16} \end{aligned}$$

Kestirimin standart hatası: 51.39468

Çoklu korrelasyon katsayısı: 0.77266

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	6	93911.6479	15651.9413	5.9256
Regresyondan ayrılış	24	63393.9230	2641.4135	
TOPLAM	30	157305.5710		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.59700

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(SO₂) ŞUBAT

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	911.81429	5.65939
2. 14.00 Sıcak.	3.46071	4.79130
3. 21.00 Sıcak.	- 0.05714	4.49052
4. 07.00 Sıcak.	- 3.18929	4.93268
5. Ort. Sıcak.	0.15357	4.44993
6. Ort.N.Nem	69.53571	7.60571
7. 14.00 R.Yön	9.25000	4.81990
8. 14.00 R.Hız	2.01071	0.91503
9. 21.00 R.Yön	8.57143	5.89054
10. 21.00 R.Hız	1.11429	0.94152
11. 07.00 R.Yön	6.35714	5.64515
12. 07.00 R.Hız	1.35357	1.09865
13. Ort. R.Hız.	1.58214	0.82509
14. Top.Yağ. Mik.	1.32143	3.18531
15. Y.Mah. I.KAL	288.96429	254.83524
16. Y.Mah. IAHK	736.92857	1211.17139
17. Y.Mah. Ort.Yük.	1017.78571	524.79840
18. Y.Mah. ΔT/H	0.00379	0.00315
19. Y.Mah. SO ₂	187.50571	90.01019

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE (SO₂) ŞUBAT

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 6. Ort. N. Nem
- 11. 07.00 R.Yön
- 14. Top.Yağ.Mik.

$$\begin{array}{l} \text{YENİMAHALLE(SO}_2\text{)} \\ \text{ŞUBAT} \end{array} = - 120.09341 + 5.15039X_6 - 5.40564X_{11} - 12.23886X_{14}$$

Kestirimin Standart Hatası: 75.93761

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.60608

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	80353.0171	26784.3390	4.6448
Regresyondan ayrılış	24	138396.5058	5766.5211	
TOPLAM	27	218749.5229		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.36733

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(DJMAN) ŞJBAT

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	146.50321	83.48879

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

1. Basınç Ort.
2. 14.00 Sıcak.
3. 21.00 Sıcak.
6. Ort. N. Nem
8. 14.00 R.Hız.
9. 21.00 R.Yön
10. 21.00 R. Hız.
11. 07.00 R. Yön
12. 07.00 R. Hız
13. Ort. R. Hız
14. Topl. Yağ. Mik.
16. Y.Mah. IAHK.
17. Y.Mah. Ort. Yük.

YENİMAHALLE(DJMAN)

ŞJBAT

$$\begin{aligned} &= - 5224.55387 + 5.37124X_1 + 20.36613X_2 \\ &\quad - 19.98080X_3 + 5.84726X_6 - 34.77774X_8 \\ &\quad + 3.16688X_9 + 30.33611X_{10} - 6.74200X_{11} \\ &\quad - 33.66553X_{12} + 36.73018X_{13} - 5.35276X_{14} \\ &\quad - 0.00929X_{16} + 0.04764X_{17} \end{aligned}$$

Kestirimin Standart hatası: 24.02301

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.97830

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	13	180120.7271	13855.4405	24.0085
Regresyondan ayrılış	14	8079.4702	577.1050	
TOPLAM	27	188200.1972		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.95707

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(SO₂) MART

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	913.53548	3.20079
2. 14.00 Sıcak.	9.76452	7.58097
3. 21.00 Sıcak.	5.24839	6.06190
4. 07.00 Sıcak.	1.69032	4.84990
5. Ort. Sıcak.	5.49355	5.99839
6. Ort. N. Nem	63.61935	13.12772
7. 14.00 R. Yön.	8.67742	3.88490
8. 14.00 R. Hız.	2.54839	1.32385
9. 21.00 R. Yön	9.64516	5.36997
10. 21.00 R. Hız	1.11935	1.00114
11. 07.00 R. Yön	6.93548	5.24681
12. 07.00 R. Hız	1.12903	1.01397
13. Ort. R. Hız.	1.60323	0.89610
14. Top. Yağ. Mik.	0.43226	1.20011
15. Y.Mah. I.KAL.	286.90323	224.50840
16. Y.Mah. IAHK.	850.90323	1039.10751
17. Y.Mah. Ort.Yük.	1550.59677	641.69116
18. Y.Mah. AT/H	0.00519	0.00590
19. Y.Mah. SO ₂	154.19194	71.71048

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE (SO₂) MART

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 7. 14.00 R. Yön
- 17. Y.Mah. Ort. Yük.

$$\begin{array}{c} \text{YENİMAHALLE(SO}_2\text{)} \\ \text{MART} \end{array} = 110.00336 + 10.19676X_7 - 0.02857X_{17}$$

Kestirimin Standart Hatası: 62.14003

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.54696

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	2	46153.0316	23076.5158	5.9762
Regresyondan ayrılış	28	108118.7463	3861.3838	
TOPLAM	30	154271.7779		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.29917

Bağımlı Değişken: YENİMAHALLE(DJMAN) MART

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	128.57097	76.14865

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 6. Ort. N. Nem
- 10. 21.00 R. Hız.
- 15. Y.Mah. I.KAL.

$$\begin{array}{l} \text{YENİMAHALLE(DJMAN)} \\ \text{MART} \end{array} = -27.59071 + 2.67793X_6 - 38.19316X_{10} + 0.09949 X_{15}$$

Kestirimin Standart Hatası: 61.51169

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.64245

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	71798.9178	23932.9726	6.3253
Regresyondan ayrılış	27	102159.5737	3783.6879	
TOPLAM	30	173958.4915		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.41274

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA(SO₂) EKİM

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	915.70870	4.49575
2. 14.00 Sıcak.	18.67391	3.96005
3. 21.00 Sıcak.	11.14348	3.25895
4. 07.00 Sıcak.	6.22174	4.00159
5. Ort. Sıcak.	11.81739	3.40463
6. Ort. N. Nem	59.97826	10.14513
7. 14.00 R. Yön	9.82609	3.91561
8. 14.00 R. Hız.	1.86957	1.41435
9. 21.00 R. Yön	8.60870	6.54869
10. 21.00 R. Hız	0.80435	0.70613
11. 07.00 R. Yön	8.09565	6.15936
12. 07.00 R. Hız.	0.87391	0.97198
13. Ort. R. Hız	1.18696	0.68378
14. Top. Yağ. Mik.	0.94348	2.52151
15. Çan. I. Kal.	289.60870	326.90126
16. Çan. IAHK.	284.95652	845.27755
17. Çan. Ort. Yük.	1343.91304	495.33725
18. Çan. ΔT/H	0.00778	0.01035
19. Çan. SO ₂	108.79826	61.69999

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA(SO₂) EKİM

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

2. 14.00 Sıcak.
7. 14.00 R. Yön
8. 14.00 R. Hız.
13. Ort. R. Hız.
15. ÇAN. I.KAL
16. ÇAN. IAHK
17. ÇAN. Ort. Yük.

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(SO}_2\text{)} \\ \text{EKİM} \end{array} = 141.61173 + 5.76510X_2 - 6.7508X_7 - \\ 11.66118X_8 - 23.34688X_{13} + \\ 0.09799X_{15} - 0.01178X_{16} - 0.03689X_{17}$$

Kestirimin Standart Hatası: 29.29610

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.91994

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	7	70877.6468	10125.3781	11.7975
Regresyondan ayrılış	15	12873.9191	858.2613	
TOPLAM	22	83751.5659		

Çoklu Tanımlama Katsayısı: 0.84628

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (DJMAN) EKİM

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD. Sapma</u>
	69.99043	55.06452

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

2. 14.00 Sıcak.
3. 21.00 Sıcak.
4. 07.00 Sıcak.
8. 14.00 R. Hız.
15. ÇAN. I.KAL.

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(DJMAN)} \\ \text{EKİM} \end{array} = 17.78239 + 9.50862X_2 - 7.44726X_3 - 7.06749X_4 - 10.02072X_8 + 0.07023X_{15}$$

Kestirimin Standart Hatası: 24.45410

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.92065

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	5	56540.1737	11308.0347	18.9097
Regresyondan ayrılış	17	10166.0526	598.0031	
TOPLAM	22	66706.2263		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.84760

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (SO₂) KASIM

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	919.07000	3.99794
2. 14.00 Sıcak.	10.16333	4.57636
3. 21.00 Sıcak.	4.09000	4.02110
4. 07.00 Sıcak	- 0.17667	4.54932
5. Ort. Sıcak.	4.50233	4.08555
6. Ort. N. Nem.	60.03000	10.84296
7. 14.00 R. Yön	7.70000	4.76445
8. 14.00 R. Hız.	1.66333	1.18801
9. 21.00 R. Yön	6.90000	5.35853
10. 21.00 R. Hız.	1.28667	1.25828
11. 07.00 R. Yön	6.80000	5.92132
12. 07.00 R. Hız.	0.76667	0.94077
13. Ort. R. Hız.	1.20333	0.80493
14. Top. Yağ. Mik.	0.11000	0.35656
15. ÇAN. I.KAL	240.50000	171.95804
16. ÇAN. IAHK.	212.46667	678.89092
17. ÇAN. Ort. Yük.	764.00000	321.66967
18. ÇAN. ΔT/H	0.01097	0.01379
19. ÇAN. SO ₂	234.80067	100.93870

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA(SO₂) KASIM

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 5. Ort. Sıcak.
- 13. Ort. R. Hız.
- 16. Çan. IAHK.
- 17. Çan. Ort. Yük.

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(SO}_2\text{)} \\ \text{KASIM} \end{array} = 293.39879 - 8.37327X_5 - 51.70099X_{13} - \\ 0.10011X_{16} + 0.08192X_{17}$$

Kestirimin Standart Hatası: 60.98156

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.82786

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	4	202501.2408	50625.3102	13.6135
Regresyondan ayrılış	25	92968 .7618	3718.7505	
TOPLAM	29	295470.0026		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.68535

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (DJMAN) KASIM

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	161.39833	93.44459

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 4. 07.00 Sıcak.
- 13. Ort. R. Hız.
- 16. ÇAN. IAHK.

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(DJMAN)} \\ \text{KASIM} \end{array} = 217.68792 - 9.90346X_4 - 35.12539X_{13} - 0.07423X_{16}$$

Kestirimin Standart Hatası: 53.44023

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.84070

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	178972.5481	59657.5160	20.8895
Regresyondan ayrılış	26	74252.3110	2855.8581	
TOPLAM	29	253224.8590		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.70677

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA(SO₂) ARALIK

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	916.14839	5.34639
2. 14.00 Sıcak.	7.37419	4.19118
3. 21.00 Sıcak.	2.78387	4.23502
4. 07.00 Sıcak.	- 0.49032	4.59524
5. Ort. Sıcak.	3.08710	4.08009
6. Ort. N. Nem	68.00968	11.74468
7. 14.00 R. Yön	9.29032	3.79643
8. 14.00 R. Hız	1.74839	1.39663
9. 21.00 R. Yön	9.58065	5.79525
10. 21.00 R. Hız	0.93548	0.93007
11. 07.00 R. Yön	7.80645	6.37923
12. 07.00 R. Hız	0.98032	0.95616
13. Ort. R. Hız	1.22581	0.76200
14. Top. Yağ. Mik.	0.77097	2.12135
15. ÇAN. I.KAL.	169.67742	227.99830
16. ÇAN. IAHK.	246.12903	928.25240
17. ÇAN. Ort. Yük.	811.41935	504.69943
18. ÇAN. ΔT/H	0.02099	0.05135
19. ÇAN. SO ₂	207.04484	137.45547

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA(SO₂) ARALIK

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

1. Basınç Ort.
8. 14.00 R. Hız.
15. Çan. I.KAL.

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(SO}_2\text{)} \\ \text{ARALIK} \end{array} = -9229.91898 + 10.30868X_1 - 24.59201X_8 + 0.21027X_{15}$$

Kestirimin Standart Hatası: 98.45185

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.73368

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	305115.4783	101705.1594	10.4929
Regresyondan ayrılış	27	261704.6947	9692.7665	
TOPLAM	30	566820.1730		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.53829

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (DJMAN) ARALIK

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	109.02226	111.47025

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

1. Basınç Ort.
8. 14.00 R. Hız.
9. 21.00 R. Yön
15. Çan. I.KAL.

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(DJMAN)} \\ \text{ARALIK} \end{array} = - 5230.48262 + 5.80564X_1 - 29.26896X_8 + 5.16516X_9 + 0.13180X_{15}$$

Kestirimin Standart Hatası: 85.24556

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.70225

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	4	183831.5937	45957.8984	6.3244
Regresyondan ayrılış	26	188936.9349	7266.8052	
TOPLAM	30	372768.5285		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.49315

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA(SO₂) OCAK

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	916.31290	7.26369
2. 14.00 Sıcak.	- 1.20645	3.60887
3. 21.00 Sıcak	- 4.09677	3.40034
4. 07.00 Sıcak.	- 5.68710	4.00048
5. Ort. Sıcak.	- 3.79258	3.29417
6. Ort. N. Nem	76.00323	7.22143
7. 14.00 R. Yön	10.64516	4.06242
8. 14.00 R. Hız	1.61613	0.88998
9. 21.00 R. Yön	10.90323	4.81909
10. 21.00 R. Hız	0.98387	0.93776
11. 07.00 R. Yön	9.09677	5.62942
12. 07.00 R. Hız	1.08065	0.79222
13. Ort. R. Hız	1.22258	0.56492
14. Top. Yağ. Mik.	1.38387	3.99967
15. Çan. I.KAL.	316.32258	272.21957
16. Çan. IAHK.	505.09677	755.05935
17. Çan. Ort. Yük.	393.03226	316.89656
18. Çan. ΔT/H	0.00735	0.00663
19. Çan. SO ₂	171.71710	76.33004

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (SO₂) OCAK

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 9. 21.00 R. Yön
- 13. Ort. R. Hız.
- 17. Çan. Ort. Yük.

$$\widehat{\text{ÇANKAYA(SO}_2\text{)}}_{\text{OCAK}} = 92.09742 + 6.24202X_9 - 32.24115X_{13} + 0.12971X_{17}$$

Kestirimin Standart Hatası: 54.10886

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.74009

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	95738.4966	31912.8322	10.9001
Regresyondan ayrılış	27	79049.7647	2927.7691	
TOPLAM	30	174788.2612		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.54774

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (DJMAN) OCAK

<u>DJMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	85.18903	50.83668

Regresyon denklemine giren bağımsız değişkenler:

1. Basınç Ort.
8. 14.00 R. Hız
10. 21.00 R. Hız
11. 07.00 R. Yön
16. Çan. IAHK.
17. Çan. Ort. Yük.

$$\begin{aligned} \widehat{\text{ÇANKAYA(DJMAN)}} \\ \text{OCAK} &= -2844.71203 + 3.15333X_1 + 11.70477X_8 - \\ & 20.97808X_{10} + 2.12595X_{11} - 0.02172X_{16} \\ & + 0.08604X_{17} \end{aligned}$$

Kestirimin Standart Hatası: 32.13886

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.82478

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	6	52741.2835	8790.2139	8.5102
Regresyondan ayrılış	24	24789.7584	1032.9066	
TOPLAM	30	77531.0419		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.68026

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (SO₂) ŞUBAT

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	911.81429	5.65939
2. 14.00 Sıcak.	3.46071	4.79130
3. 21.00 Sıcak.	- 0.05714	4.49052
4. 07.00 Sıcak	- 3.18929	4.93268
5. Ort. Sıcak.	0.15357	4.44993
6. Ort. N. Nem	69.53571	7.60571
7. 14.00 R. Yön	9.25000	4.81990
8. 14.00 R. Hız	2.01071	0.91503
9. 21.00 R. Yön.	8.57143	5.89054
10. 21.00 R. Hız	1.11429	0.94152
11. 07.00 R. Yön	6.35714	5.64515
12. 07.00 R. Hız.	1.35357	1.09865
13. Ort. R. Hız.	1.58214	0.82509
14. Top. Yağ. Mik.	1.32143	3.18531
15. Çan. I.KAL.	232.96429	203.29717
16. Çan. IAHK.	589.78571	1177.26693
17. Çan. Ort. Yük.	811.78571	524.79840
18. Çan. ΔT/H	0.00450	0.00375
19. Çan. SO ₂	180.12357	84.14261

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (SO₂) ŞUBAT

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 8. 14.00 R. Hız.
- 14. Top. Yağ. Mik.
- 16. Çan. IAHK
- 17. Çan. Ort. Yük.

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(SO}_2\text{)} \\ \text{ŞUBAT} \end{array} = 156.08891 - 31.30813X_8 + 10.48173X_{14} + \\ 0.02463X_{16} + 0.07220X_{17}$$

Kestirimin Standart Hatası: 56.40524

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.78562

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	4	117983.7293	29495.9323	9.2709
Regresyondan ayrılış	23	73175.6798	3181.5513	
TOPLAM	27	191159.4090		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.61720

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (DUMAN) ŞUBAT

<u>DUMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	80.58571	72.46319

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 9. 21.00 R. Yön
- 13. Ort. R. Hız
- 18. Çan. $\Delta T/H$

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(DUMAN)} \\ \text{ŞUBAT} \end{array} = 129.56467 + 4.43815X_9 - 38.00212X_{13} - 5976.76652X_{18}$$

Kestirimin Standart Hatası: 57.04139

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.67022

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	63685.3693	21228.4564	6.5244
Regresyondan ayrılış	24	78089.2924	3253.7205	
TOPLAM	27	141774.6617		

Çoklu tanımlama Katsayısı: 0.44920

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA (SO₂) MART

<u>Bağımsız Değişkenler</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
1. Basınç Ort.	913.53548	3.20079
2. 14.00 Sıcak.	9.76452	7.58097
3. 21.00 Sıcak.	5.24839	6.06190
4. 07.00 Sıcak.	1.69032	4.84990
5. Ort. Sıcak.	5.49355	5.99839
6. Ort. N. Nem	63.61935	13.12772
7. 14.00 R. Yön	8.67742	3.88490
8. 14.00 R. Hız	2.54839	1.32385
9. 21.00 R. Yön	9.64516	5.36997
10. 21.00 R. Hız	1.11935	1.00114
11. 07.00 R. Yön	6.93548	5.24681
12. 07.00 R. Hız	1.12903	1.01397
13. Ort. R. Hız.	1.60323	0.89610
14. Top. Yağ. Mik.	0.43226	1.20011
15. Çan. I.KAL.	243.93548	200.32356
16. Çan. IAHK.	679.03226	1000.24685
17. Çan. Ort. Yük.	1344.59677	641.69116
18. Çan. ΔT/H	0.00648	0.01002
19. Çan. SO ₂	135.03484	61.26025

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA(SO₂) MART

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

2. 14.00 Sıcak.

12. 07.00 R. Hız.

17. Çan. Ort. Yük.

$$\begin{array}{l} \text{ÇANKAYA(SO}_2\text{)} \\ \text{MART} \end{array} = 246.23938 - 5.29566X_2 - 26.66420X_{12} - 0.02186X_{17}$$

Kestirimin Standart Hatası: 43.76010

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.73536

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	60880.9941	20293.6647	10.5975
Regresyondan ayrılış	27	51703.5445	1914.9461	
TOPLAM	30	112584.5386		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.54076

Bağımlı Değişken: ÇANKAYA(DUMAN) MART

<u>DUMAN</u>	<u>Ortalama</u>	<u>STD.Sapma</u>
	63.40387	51.85934

Regresyon Denklemine Giren Bağımsız Değişkenler:

- 6. Ort. N. Nem
- 11. 07.00 R. Yön
- 18. Çan. $\Delta T/H$

ÇANKAYA(DUMAN)
MART

$$= - 113.35347 + 2.30273X_6 + 3.07554X_{11} + 1377.72174X_{18}$$

Kestirimin Standart Hatası: 40.73732

Çoklu Korrelasyon Katsayısı: 0.66681

Varyans Analiz Tablosu:

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Topl.	Kareler Ort.	F oranı
Regresyon	3	35874.4407	11958.1469	7.2057
Regresyondan ayrılış	27	44807.2997	1659.5296	
TOPLAM	30	80681.7403		

Çoklu tanımlama katsayısı: 0.44464

Hava kirliliğine etki eden meteorolojik faktörlerin incelenmesi:

Bu bölümde seçilen dört bölgenin(Kızılay, K.Dere, Çankaya ve Y.Mahalle) günlük SO_2 ve Duman bağımlı değişkenleri, onsekiz farklı meteorolojik değişkenle Step-wise çoklu regresyon analiz tekniği ile işleme alınarak ölçülen bağımlı değişkenleri etkileyen bağımsız değişkenler katsayıları ile belirlenmiş ve her bölge için doğrusal denklemleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modellerin bölgelere ve aylara göre dağılımları incelendiğinde; önce onsekiz bağımsız değişkenin aylara göre ortalamaları standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Meteorolojik veriler Keçiören Merkez İstasyonundan alındığından her bölgeye aynı değerler olarak uygulanmıştır. Yani meteorolojik verilerde bölgeler arası farklılıklar değerlendirilememiştir.

Daha sonra bağımlı değişkenler SO_2 ve Duman sıra ile daha önce Step-wise çoklu regresyon analiz tekniğinde ayrıntılı olarak açıklandığı gibi meteorolojik faktörlerle işleme alınmıştır. F giriş ve F çıkış değerleri 2.00 olarak saptanmış ve modeller buna göre oluşturulmuştur. Modelleri sırası ile incelediğimizde;

EKİM AYI MODELLERİNE GİREN DEĞİŞKENLER:

Kızılay (SO_2): Regresyon denkleminde giren bağımsız değişkenler:

- Ort. Nisbi Nem, IAHK ve Karışma Yüksekliğidir.
- Çoklu tanımlama katsayısı R^2 : 0.74 olarak hesaplanmıştır.

Yani elimizdeki meteorolojik faktörlerle ölçülen SO_2 değerimizi tam olarak açıklayabilseydik R^2 : 1.00 olması gerekirdi. Bizim bilmediğimiz veya farkında olmadan işleme almadığımız % 26'lık başka değişkenlerde vardır. Bu nedenle toplamın ancak % 74'lük bölümünü açıklayabiliyoruz.

Kızılay (Duman):

- 14.00 Sıcaklık, Ort.sıcaklık, 14.00 R. Hız, I.Kal ve Karışma yüksekliği,
- Çoklu tanımlama katsayısı R^2 : 0.88

Kavaklıdere (SO₂):

- 21.00 Sıcaklık, Ort. Nisbi nem, 07.00 R. Yön, 07.00 R. Hız. I.Kal, IAHK,
 R^2 : 0.88

Kavaklıdere(Duman):

- 21.00 sıcaklık, Ort. Nisbi nem, 21.00 R. Yön, Ort.R. Hız, Top. Yağ. Mik. I.Kal.
 R^2 : 0.89

Yenimahalle(SO₂):

- Ort. Nisbi nem, 21.00 R. Yönü, I.Kal.
 R^2 : 0.79

Yenimahalle(Duman):

- Ort.Nisbi nem, 14.00 R.Hız, I.Kal, Karışma yüksekliği
 R^2 :0.79

Çankaya(SO₂):

- 14.00 Sıcaklık, 14.00 R.Yönü, 14.00 R. Hızı, Ort.R.Hızı, I.Kal. IAHK, Karışma yüksekliği,
 R^2 : 0.85

Çankaya(Duman):

- 14.00 Sıcaklık, 21.00 sıcaklık, 07.00 sıcaklık, 14.00 R.Hızı I.Kal.
 R^2 : 0.85

KASIM AYI MODELLERİNE GİREN DEĞİŞKENLER:

Kızılay (SO₂):

- 07.00 R. Hız, Ort. R. Hız, Top. Yağ. Mik. ve IAHK.
- R²: 0.77

Kızılay (Duman):

- Ort.Nisbi nem, 14.00 R. Yönü, 07.00 R. Hızı, Ort. R. Hızı, Top. Yağ. Mik. IAHK, ΔT/H
- R²:0.90

Kavaklıdere (SO₂):

- 07.00 Sıcaklık, 07.00 R. Yönü, Ort.R.Hızı, Top.Yağ. Mik. IAHK,
- R²:0.79

Kavaklıdere(Duman):

- Ort.Nisbi Nem, Ort.R.Hızı, Top.Yağ. Mik. IAHK, ΔT/H
- R²: 0.78

Yenimahalla(SO₂):

- 14.00 R. Hızı, 21.00 R.Hızı, 07.00 R.Yönü, Top.Yağ.Mik. ΔT/H
- R²: 0.76

Yenimahalle(Duman):

- 21.00 Sıcaklık, 14.00 R.Hızı, Ort.R.Hızı, Top.Yağ.Mik. IAHK,
- R²:0.82

Çankaya(SO₂):

- Ort.Sıcaklık, Ort.R.Hızı, IAHK, Karış Yük.
- R²: 0.69

Çankaya(Duman):

- 07.00 sıcaklık, Ort.R.Hızı, IAHK,
- R²:0.71

ARALIK AYI MODELLERİNE GİREN DEĞİŞKENLER:

Kızılay (SO₂):

- Ort.Nisbi Nem, Ort.R.Hızı, I.Kal.
- R²: 0.45

Kızılay (Duman):

- Ort.Nisbi Nem, 14.00 R.Hızı, I.Kal.
- R²:0.42

Kavaklıdere(SO₂):

- Basınç Ort. 07.00 R.Yönü, Ort.R.Hızı, I.KAL, IAHK, Karışma Yüksekliği,
- R²:0.81

Kavaklıdere(Duman):

- Basınç Ort., 07.00 R.Yönü, Ort.R.Hızı, I.Kal.
- R²:0.73

Yenimahalle(SO₂):

- 14.00 R.Hızı, 21.00 R.Yönü, 21.00 R.Hızı, I.Kal. IAHK,
- R²:0.62

Yenimahalle (Duman):

- Basınç Ort. 14.00 R.Hızı, 21.00 R.Yönü, I.Kal.
- R²:0.69

Çankaya(SO₂):

- Basınç Ort. 14.00 R.Hızı, I.Kal.
- R²: 0.54

Çankaya(Duman):

- Basınç Ort., 14.00 R.Hızı, 21.00 R.Yönü, I.Kal.
- R²:0.49

OCAK AYI MODELLERİNE GİREN DEĞİŞKENLER:

Kızılay (SO₂):

- Ort.Nisbi nem, 21.00 R.Yönü, 21.00 R.Hızı, I.Kal., IAHK,
- R²: 0.62

Kızılay(Duman):

- Ort.Nisbi Nem, 14.00 R.Hızı, 21.00 R.Yönü, 21.00 R.Hızı
- R²: 0.51

Kavaklıdere(SO₂):

- Basınç Ort., 14.00 sıcaklık, Ort.sıcaklık, 21.00 R.Hızı,
- Top.Yağ. Mik., I.Kal. IAHK, T/H.
- R²: 0.68

Kavaklıdere(Duman):

- 14.00 sıcaklık, Ort.sıcaklık, 21.00 R.Hızı, Top.Yağ.Mik.
- IAHK, $\Delta T/H$,
- R²: 0.64

Yenimahalle(SO₂):

- Ort.R.Hızı
- R²: 0.10

Yenimahalle(Duman):

- 14.00 sıcaklık, 14.00 R.Hızı, 21.00 R.Hızı, Top.Yağ.Mik.
- I.Kal. IAHK,
- R²: 0.60

Çankaya (SO₂):

- 21.00 R.Yönü, Ort.R.Hızı, Karış. Yük.
- R²: 0.55

Çankaya(Duman):

- Basınç Ort. 14.00 R.Hızı, 21.00 R.Hızı, 07.00 R.Yönü,
- IAHK, Karış. Yük.
- R²: 0.82

ŞUBAT AYI MODELLERİNE GİREN DEĞİŞKENLER:

Kızılay (SO₂):

- 14.00 sıcaklık., Ort.Sıcaklık, 14.00 R.Yönü, Top.Yağ.Mik.
ΔT/H
- R²:0.69

Kızılay(Duman):

- 14.00 sıcaklık, 21.00 sıcaklık, 21.00 R.Yönü, 07.00 R.Hızı
- R²: 0.75

Kavaklıdere(SO₂):

- 14.00 R.yönü, 14.00 R.Hızı, 21.00 R.Hızı, Top.Yağ.Mik.
I.Kal.
- R²:0.62

Kavaklıdere(Duman):

- 14.00 sıcaklık, 21.00 sıcaklık, 14.00 R.Yönü, ΔT/H
- R²: 0.71

Yenimahalla(SO₂):

- Ort.Nisbi Nem, 07.00 R.Yönü, Top.Yağ.Mik.
- R²:0.37

Yenimahalle (Duman):

- Basınç Ort. 14.00 sıcaklık, 21.00 sıcaklık, Ort. nisbi nem,
14.00 R.Hızı, 21.00 R.Yönü, 21.00 R.Hızı, 07.00 R.Yönü,
07.00 R.Hızı, Ort.R.Hızı, Top. yağ.Mik., IAHK, Karış.Yük.
- R²: 0.98

Çankaya(SO₂):

- 14.00 R.Hızı, Top.Yağ.Mik., IAHK, Karış.yük.
- R²: 0.62

Çankaya(Duman):

- 21.00 R.Yönü, Ort.R.Hızı, ΔT/H
- R²:0.45

MART AYI MODELLERİNE GİREN DEĞİŞKENLER:

Kızılay(SO₂):

- 07.00 Sıcaklık, 14.00 R.Hızı, Karış.Yük.
- R²:0.50

Kızılay(Duman):

- Ort.Nisbi Nem, 21.00 R.Hızı, 07.00 R.Hızı.
- R²:0.44

Kavaklıdere(SO₂):

- Ort.Nisbi Nem.
- R²: 0.52

Kavaklıdere(Duman):

- Basınç Ort. 21.00 sıcaklık, 07.00 sıcaklık, Ort.Nisbi Nem, IAHK,
- R²:0.73

Yenimahalle (SO₂):

- 14.00 R.Yönü, Karış.Yük.
- R²:0.30

Yenimahalle(Duman):

- Ort.Nisbi Nem, 21.00 R.Hızı, I.Kal.
- R²:0.41

Çankaya(SO₂):

- 14.00 sıcaklık, 07.00 R.Hızı, Karış.yük.
- R²: 0.54

Çankaya (Duman):

- Ort.Nisbi Nem, 07.00 R.Yönü, ΔT/H
- R²:0.44

IAHK: İncersiyon altında hapsolan kalınlıklar,
I.Kal: İncersiyon kalınlığı.

TABLO 14.A: MODEL SONUÇ OLUŞTURULAN SO₂ DENKLEMINE GİREN DEĞİŞKENLER
1982-1983 EKİM - MART

BÖLGELER AYLAR	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART
KIZILAY	ORT.N.NEM	07.00 R.HIZ	ORT.I.NEM	ORT.N.NEM	14.00 SICAK	07.00 SICAK
	IAHK	ORT.R.HIZ	ORT.R.HIZ	21.00 R.YÖN	ORT.SICAK	14.00 R.HIZ
	ORT.YÜK.	TOP.YAĞ.MİK.	I.KAL	21.00 R.HIZ	14.00 R.YÖN	ORT.YÜK.
		IAHK		I.KAL.	TOP.YAĞ.MİK.	
				IAHK	ΔT/H	
K.DERE	21.00 SICAK	07.00 SICAK	BASINÇ ORT.	BASINÇ ORT.	14.00 R.YÖN	14.00 R.YÖN
	ORT.N.NEM	07.00 R.YÖN	07.00 R.YÖN	14.00 SICAK	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ
	07.00 R.YÖN	ORT.R.HIZ	ORT.R.HIZ	ORT.SICAK	21.00 R.HIZ	ORT.N.NEM
	07.00 R.HIZ	TOP.YAĞ.MİK.	I.KAL	21.00 R.HIZ	TOP.YAĞ.MİK	
	I.KAL	IAHK	IAHK	TOP.YAĞ.MİK.	I.KAL	
	IAHK		ORT.YÜK.	I.KAL	IAHK	
				IAHK		
				ΔT/H		
ÇANKAYA	14.00 SICAK	ORT.SICAK	BASINÇ ORT.	21.00 R.YÖN	14.00 R.HIZ	14.00 SICAK
	14.00 R.YÖN	ORT.R.HIZ	14.00 R.HIZ	ORT. R.HIZ	TOP.YAĞ.MİK.	07.00 R.HIZ
	14.00 R.HIZ	IAHK	I.KAL	ORT.YÜK.	IAHK	ORT.YÜK.
	ORT.R.HIZ	ORT.YÜK.			ORT.YÜK.	
	I.KAL					
	IAHK					
Y.MAHALLE	ORT.YÜK.					
	BASINÇ ORT.	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	ORT.N.NEM	ORT.N.NEM	14.00 R.YÖN
	21.00 R.YÖN	21.00 R.HIZ	21.00 R.YÖN	ORT.R.HIZ	07.00 R.YÖN	ORT.YÜK.
	I.KAL	07.00 R.YÖN	21.00 R.HIZ	ORT.R.HIZ	TOP.YAĞ.MİK.	
		TOP.YAĞ.MİK.	I.KAL			
		ΔT/H	IAHK			

1982 - 1983 EKİM - MART Kış Dönemi

BÖLGELER	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART
AYLAR						
KIZILAY	14.00 SICAK	ORT.N.NEM	ORT.N.NEM	ORT.N.NEM	14.00 SICAK	ORT.N.NEM
	ORT.SICAK	14.00 R.YÖN	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	21.00 SICAK	21.00 R.HIZ
	14.00 R.HIZ	07.00 R.HIZ	I.KAL.	21.00 R.YÖN	21.00 R.YÖN	07.00 R.HIZ
	I.KAL	ORT.R.HIZ		21.00 R.HIZ	07.00 R.HIZ	
	ORT.YÜK.	TOP.YAĞ.MİK.				
		IAHK				
K. DERE	21.00 SICAK	ORT.N.NEM	BASINÇ ORT.	14.00 SICAK.	14.00 SICAK	BASINÇ ORT.
	ORT.N.NEM	ORT.R.HIZ	07.00 R.YÖN	ORT.SICAK	21.00 SICAK	21.00 SICAK
	21.00 R.YÖN	TOP.YAĞ.MİK.	ORT.R.HIZ	21.00 R.HIZ	14.00 R.YÖN	07.00 SICAK
	ORT.R.HIZ	IAHK	I.KAL	TOP.YAĞ.MİK.	ΔT/H	ORT.N.NEM
	TOP.YAĞ.MİK.	ΔT/H		IAHK		IAHK
	I.KAL			ΔT/H		
	14.00 SICAK	07.00 SICAK	BASINÇ ORT.	BASINÇ ORT.	21.00 R.YÖN	ORT.N.NEM
	21.00 SICAK	ORT.R.HIZ	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	ORT.R.HIZ	07.00 R.YÖN
	07.00 SICAK	IAHK	21.00 R.YÖN	21.00 R.HIZ	ΔT/H	ΔT/H
	14.00 R.HIZ		I.KAL	07.00 R.YÖN		
I.KAL.			IAHK			
Y. MAHALLE	ORT.N.NEM	21.00 SICAK	BASINÇ ORT.	14.00 SICAK.	BASINÇ ORT.	ORT.N.NEM
	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	14.00 SICAK	21.00 R.HIZ
	I.KAL	ORT.R.HIZ	21.00 R.YÖN	21.00 R.HIZ	ORT.N.NEM	I.KAL
	ORT.YÜK.	TOP.YAĞ.MİK.	I.KAL	TOP.YAĞ.MİK.	14.00 R.HIZ	
		IAHK		I.KAL.	21.00 R.YÖN	
				IAHK	21.00 R.HIZ	
ÇANKAYA	14.00 SICAK	07.00 SICAK	BASINÇ ORT.	BASINÇ ORT.	21.00 R.YÖN	ORT.N.NEM
	21.00 SICAK	ORT.R.HIZ	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	ORT.R.HIZ	07.00 R.YÖN
	07.00 SICAK	IAHK	21.00 R.YÖN	21.00 R.HIZ	ΔT/H	ΔT/H
	14.00 R.HIZ		I.KAL	07.00 R.YÖN		
	I.KAL.			IAHK		
				ORT.YÜK.		
	ORT.N.NEM	21.00 SICAK	BASINÇ ORT.	14.00 SICAK.	BASINÇ ORT.	ORT.N.NEM
	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	14.00 R.HIZ	14.00 SICAK	21.00 R.HIZ
	I.KAL	ORT.R.HIZ	21.00 R.YÖN	21.00 R.HIZ	ORT.N.NEM	I.KAL
	ORT.YÜK.	TOP.YAĞ.MİK.	I.KAL	TOP.YAĞ.MİK.	14.00 R.HIZ	
	IAHK		I.KAL.	21.00 R.YÖN		
			IAHK	21.00 R.HIZ		
			ORT.YÜK.	07.00 R.YÖN		
				07.00 R.HIZ		
				TOP.YAĞ.MİK.		
				IAHK		
				ORT.YÜK.		

Ölçümle ve Model Sonucu Bulunan SO₂ ve Duman Konsantras-yonlarının Bölgelere ve Aylara Göre Dağılımları:

Tablo 15.A: Kızılay SO₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı

(γ : Ölçülen değer, η : Model Sonucu oluşturulan tahmini değer)

1982-1983 Ekim-Mart

AYLAR	SO ₂ Konsant. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	γ	S.H	η
EKİM	239.64	± 22.49	244.93
KASIM	522.22	± 34.73	522.84
ARALIK	519.29	± 64.48	517.14
OCAK	426.64	± 31.51	424.85
ŞUBAT	404.37	± 32.06	407.75
MART	312.36	± 28.50	311.96

Tablo 15.B: Kızılay Duman Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı 1982-1983 Ekim-Mart

AYLAR	Duman Konst. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	\bar{y}	S.H	\hat{y}
EKİM	179.45	\pm 26.67	170.26
KASIM	341.72	\pm 34.06	344.19
ARALIK	333.40	\pm 51.84	334.32
OCAK	230.62	\pm 19.30	230.29
ŞUBAT	192.16	\pm 18.84	195.15
MART	177.57	\pm 15.50	177.34

Tablo 16.A: Kavaklıdere SO₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı
1982 - 1983 Ekim-Mart

AYLAR	SO ₂ Konsantrasyonu (µg/m ³)		
	ȳ	S.H.	ŝ
EKİM	200.11	± 21.71	197.91
KASIM	557.77	± 39.26	557.23
ARALIK	654.29	± 63.22	651.79
OCAK	527.26	± 53.25	528.59
ŞUBAT	573.27	± 42.51	572.53
MART	367.66	± 28.56	367.45

Tablo 16.B: Kavaklıdere Duman Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı

1982-1983 Ekim-Mart

AYLAR	DTMAN Konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	γ	S.H.	δ
EKİM	142.84	\pm 21.99	142.84
KASIM	353.90	\pm 29.44	353.86
ARALIK	331.36	\pm 41.56	330.82
OCAK	237.07	\pm 28.23	238.13
ŞUBAT	268.48	\pm 27.98	271.51
MART	215.46	\pm 19.40	219.68

Tablo 17.A: Yenimahalle SO₂ Konsantrasyonlarının
Aylara Göre Dağılımı
1982 - 1983 Ekim-Mart

	SO ₂ Konsantrasyonu		
	γ	S.H.	δ
EKİM	131.68	± 11.39	135.03
KASIM	397.09	± 37.18	372.19
ARALIK	226.87	± 30.65	228.22
OCAK	202.46	± 29.86	202.71
ŞUBAT	187.51	± 17.02	187.53
MART	154.19	± 12.87	152.02

Tablo 17.B: Yenimahalle Duman Konsantrasyonlarının
Aylara Göre Dağılımı
1982-1983 Ekim-Mart

AYLAR	DJMAN Konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	\bar{y}	S.H.	\hat{y}
EKİM	114.91	± 15.71	115.64
KASIM	260.58	± 27.53	261.49
ARALIK	199.74	± 25.70	196.93
OCAK	140.90	± 13.00	140.69
ŞİBAT	146.50	± 15.78	147.47
MART	128.57	± 13.67	128.83

Tablo 18.A: Çankaya SO₂ Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı
1982-1983 Ekim-Mart

AYLAR	SO ₂ Konsantrasyonu (µg/m ³)		
	ȳ	S.H.	σ
EKİM	108.80	± 12.85	105.65
KASIM	234.80	± 18.42	233.56
ARALIK	207.04	± 24.68	208.19
OCAK	171.72	± 13.70	171.87
ŞUBAT	180.12	± 15.91	175.62
MART	135.03	± 11.00	137.49

Tablo 18.B: Çankaya Duman Konsantrasyonlarının Aylara Göre Dağılımı
1982 - 1983 Ekim - Mart

AYLAR	Duman Konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	\bar{y}	S.H.	\bar{y}
EKİM	69.99	± 11.47	69.89
KASIM	161.40	± 17.05	162.44
ARALIK	109.02	± 20.01	112.72
OCAK	85.19	± 9.13	84.71
ŞUBAT	80.59	± 13.70	77.69
MART	63.40	± 9.31	62.63

Tablo 14.A ve 14.B Model sonucu oluşturulan SO₂ ve Duman denklemlerine giren değişkenleri toplu olarak göstermektedir.

Oluşturulan denklemlerde de görüleceği gibi tüm meteorolojik faktörler tüm bölgeleri aylara göre çok farklı derecelerde etkilemektedir.

Tablo 15.A ve 15.B, Tablo 16.A - 16.B, Tablo 17.A-17.B ve Tablo 18.A-18.B, ölçümle ve model sonucu bulunan SO₂ ve duman konsantrasyonlarının bölgelere ve aylara göre dağılımlarını göstermektedir. Tablolarda da görüldüğü gibi bulunan \hat{Y} Tahmini değerleri, Y :Ölçümle bulunan değerlere çok yakın bulunmuştur. Yani aylık olarak düşündüğümüzde denklemlerle elde edilen meteorolojik faktörler ölçümle bulduğumuz bağımlı değişkenlerimiz SO₂ ve Dumanı büyük oranda açıklamaktadır. Buda meteorolojik faktörlerin SO₂ ve Duman ile olan yakın ilişkisini açıkça göstermektedir.

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Step-wise çoklu regresyon analizi sonucu oluşturulan denklemlerde görüldüğü üzere tüm meteorolojik faktörler seçilen dört bölgeyi aylara göre farklı derecelerde etkilemektedir. Meteorolojik faktörleri aylara, bölgelere veya kirleticilere göre sınıflandırarak bir genelleme yapabilmek mümkün olamamıştır.

Daha önce de açıklandığı gibi seçilen dört bölgede kirleticiler 24 saatlik zaman periyotları içinde rutin olarak ölçüldüğü halde, bu istasyonlara yakın merkezlerden meteorolojik verileri sağlamak mümkün olamamıştır. Keçiören, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan günlük değerler dört bölgede ayrı ayrı aynı değerlerin uygulanması şeklinde olmuştur. Örneğin; Keçiören'de ölçülen rüzgar hızı ve yönünün şehrin her bölgesini aynı derecede etkileyeceği düşünülemez. Ancak inversiyon kalınlıkları, inversiyon altında hapsolan kalınlıklar ve karışma yükseklikleri bölgelerin deniz seviyesinden ortalama yükseklikleri alınarak Keçiören'den ölçülen kalınlıkların seçilen bu dört bölgeyi hangi kalınlıkta(düzlemsel) etkileyeceği hesaplanmaya çalışılmıştır.

Denklemlerin, bölgelerin ölçümle bulunan SO_2 ve duman konsantrasyonlarına tanımlama katsayılarına bakıldığında hiçbiri için $R^2 = 1.00$ oranındaki açıklayıcılık mümkün olmamıştır. Bunun gerçek nedeni ya elimizdeki değişkenler ölçümle bulunan değerleri tam olarak açıklamaya yeterli değildir veya bu değerleri açıklayabilecek bizim bilmediğimiz ya da işleme almadığımız başka değişkenler vardır. Ayrıca, hava kirlenmesini etkileyen meteorolojinin dışında değişkenler de vardır. Bir nedende tek merkezden alınan sonuçlar özellikle bazı faktörler bölgelere göre büyük farklılıklar gösterebileceğinden sonucu

etkilemiş olabilir.

Tek merkezden alınan meteorolojik verilerin farklı dört bölgeye aynı şekilde uygulanması hatalı sonuçlara neden olabilir.

Her bölgede kendi ölçümlerini yapabilecek ve o bölgeyi daha iyi temsil edebilecek meteorolojik istasyonlara gereksinim vardır. Ayrıca elimizdeki bulgulara göre bölgeler arası kirletici konsantrasyonları farklılığını belirleyen değişkenleri sınıflandırarak bir genelleme yapabilmek mümkün olmamıştır. Ölçüm periyodu sadece 1982-1983 Ekim-Mart kış dönemi alınarak incelenmiştir. Gözlem sayısı arttırıldığında genelleme yapabilme olasılığında artabilecektir.

Ölçüm istasyonlarının çok yakın çevresine meteorolojik faktörleri saptayan bir sistem yerleştirilerek ölçülen SO₂ ve Duman sonuçları ile işleme alındığında ileriye yönelik \hat{Y} tahmini kirletici konsantrasyonlarını elde edebilecek daha geçerli denklemleri oluşturmak olasıdır. Bu çalışma sadece bir kış periyodunu içeren örnek bir çalışma niteliğindedir. Uzun yıllar periyodunda belli merkezlerde çalışmalar yapılarak oluşturulan denklemlerle; özellikle Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü bu denklemleri meteorolojik faktörlere göre kullanarak tıpkı meteorolojik tahminler gibi, kirletici tahminlerini de yapabilir.

Alan kaynakların yanısıra, özellikle meteorolojik faktörlerin çok daha kolay tek merkezden sağlanabileceği nokta kaynaklar (fabrikalar) için bu denklemler çok daha geçerli olabilir.

Ayrıca kent genelinde modellerin oluşturulması tüm kenti temsil edebilecek sayıda ölçüm merkezlerini ve meteorolojik istasyonları gerektirecektir.

Anlık ölçüm yapan ve günün en yüksek kirletici pik değerlerini kolayca gözleyebildiğimiz otomatik cihazlarla çalışıldığında ve aynı anlarda meteorolojik faktörlerde saptandığında oluşturulacak modeller daha anlamlı sonuçlar verebilecektir.

VI. ÖZET

Günümüzün kaçınılmaz bir sorunu olarak bilhassa insan sağlığını etkileyen hava kirliliği önce atmosfer bileşiklerinin değişmesiyle başlamaktadır. Her ne kadar atmosfer genellikle içine karışan toksik maddeleri seyrelterek ve eriterek etkisiz bir hale getirmekte ise de belli topoğrafik ve meteorolojik koşullar altında sürekli ve ciddi bir şekilde kirlenmektedir.

Bu nedenle hava kirlenmesinin belli başlı sağlık ve ekonomik etkilerini önlemenin yolu en kötü meteorolojik koşulların yıl boyunca frekanslarıyla saptanıp ölçülen kirletici konsantrasyonları ile ilişkileri gözönünde tutularak uygun önceden belirleme (prediction) olanağı oluşturmaktır.

Şimdiye kadar ülkemizde kentsel hava kirlenmesi ile meteorolojik etmenler ilişkisine çok az değinilmiştir. Ankara fiziksel ve meteorolojik koşulları nedeniyle ciddi hava kirlenmesi sorunuyla karşı karşıya olan bir kenttir.

Halen Ankara Merkezinde kirletici konsantrasyonlarını saptamak amacı ile onbeş yarı otomatik istasyon bulunmaktadır.

Araştırmada bunlar içinden dört istasyondan (Kızılay, K.dere, Y.Mahalle-Çankaya) alınan SO_2 ve Duman sonuçları günlük olarak meteorolojik faktörlerle birlikte düşünülerek bir model elde edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 1982-1983 Ekim Mart kış periyodu alınarak bu dönemde ölçülen SO_2 ve Duman verilerinin onsekiz farklı meteorolojik değişkenle olan ilişkileri Step-Wise çoklu regresyon analiz tekniği ile açıklanmaya çalışılmıştır. Sonuçta bağımlı değişkenleri belli oranlarda açıklayan doğrusal denklemleri oluşturulmuştur.

Meteorolojik faktörlerin seçilen dört bölgeyi aylara göre farklı derecelerde etkilediği ve aylara, bölgelere veya kirleticilere göre sınıflandırarak bir genellemenin elimizdeki verilere göre simdilik yapılamayacağı görülmüştür. Farklı meteorolojik faktörlerin bağımlı değişkenleri açıklayıcılığı oldukça yüksek çıkmıştır. Ancak yalnız bir kış periyodu incelendiği için sonucu genelleştirmek mümkün değildir.

Daha anlamlı sonuçların alınabilmesi için her bölgede kendi ölçümlerini yapabilecek ve o bölgeyi daha iyi temsil edebilecek meteorolojik istasyonlara gereksinim olduğu sonucuna varılmıştır. Ölçüm periyodu sadece bir kış periyodudur. Gözlem sayısı arttırıldıkça genelleme yapabilme olasılığı daha fazla olacaktır.

Uzun yıllar periyodunda seçilen belli bölgelerde buna benzer çalışmalar yapmak suretiyle tıpkı meteorolojik tahminler gibi kirletici tahminlerini de, meteorolojik faktörlere göre denklemlerin çözülmesi yolu ile yapılabileceği düşünülmektedir.

Alan kaynakların yanısıra özellikle meteorolojik faktörlerin çok daha sağlıklı bir şekilde tek bir merkezden alınabileceği ve kontrol edilebileceği nokta kaynaklar (fabrikalar) için bu denklemlerin daha geçerli olabileceği düşünülmüştür.

Ayrıca anlık ölçüm yapan otomatik cihazlarla bulunan sonuçların daha anlamlı olacağı kanısındayız.

VII. K A Y N A K Ç A

1. Perkins, Henry C, AIR POLLUTION. United States of America, Mc Graw-Hill book company, (1974)
2. Yumuturuğ , Sevim, Sungur, Türkan. HIJYEN Koruyucu Hekimlik, I. Baskı, Sayı:393, Ank. Üniv. Tıp Fak. Yayınları, Ankara, (1980)
3. HANDBOOK OF AIR POLLUTION, AP-44 (PB 190-247), PHS Publication, (1968) (40).
4. "SO_x and SPM", Environmental Health Criteria 8. WHO, Geneva (1979)
5. Hobson, THE THEORY AND PRACTICE OF PUBLIC HEALTH", 2.bs, London Oxford Univ. Press, (1965)
6. Kenneth Wark, Cecil F. Warner, AIR POLLUTION Its origin and Control, Newyork, Harper & Row Inc, (1976).
7. Akalan, İlhan, "HAVA KIRLENMESİ Ankara Örneği" TÜBİTAK, Ankara, (1984)
8. Müezzinoğlu, Aysen , "HAVA KİRLİLİĞİ KONTROLÜ", SEGEM Seminer notları, Ankara, 21-25 Kasım (1983)
9. Horstman D, et al, "EFFECT OF SUBMICRONIC H₂SO₄ AERESOL OR HUMAN PULMONARY FUNCTION" Arc, Env. Health. May-June:37 (3), 136-41, (1982)
10. BIOLOGIC EFFECTS OF AIR POLLUTION PARTICULATE ORG. MATTER, Committee on Biologic effects of Atmospheric Pollutants, Washington DC, National Academy of Sciences, (1972)
11. Andersen MD, Coffey RJ, "The declining incidence of Carcinoma of the Stomach" George town, Med. Bull 17: 201-7, 1964

12. Hagstrom RM, Sprague HA, Londau E, "Mortality from Cancer in relation to air pollution" The Nashville Air Pollution Study VII, Arch. Env. Health, 15:237-48, (1967)
13. Winkelstein WJr, Kantors, Stomach Cancer; Positive association with SP air poll, Arch. Env. Health, 18:544-7, (1969)
14. Gore AT, Shaddick CW, Atmospheric Pollution and Mortality in the Country of London, Br. J. Prev. Soc. Med, 12:104-13, (1958)
15. Schrenk HH, Heimann H, Clayton DG, etal, Air Poll. in Donora, Pensil. Epi. of the Unusual Smog episode of October, 1948. Preliminary report Bull. Public Health Service, (1949)
16. Winkelstein WJr, et. al, "Health effects of particulate pollution", Am. J. Epidemiol, 115(3):471-5, Mar. (1982)
17. James Mc Caroll, Electric Power Research Institute, Vol:30, No:6, June (1980)
18. Cooke NT, et al, "Air flow obstruction after smoke inhalations", Anaesthesia, Vol:23, No:12, Dec: 82, 1982 Aug; 37 (8): 830-2
19. Whitener Dr. Whitener LM, Robertson KJ, Baxter CR, Pierce AK, "Pulmonary function measurements in patients with thermal injury and smoke inhalation", American Review of Respiratory Disease, (1980) 122 731-9
20. Lippmann M et al, "Deposition retention and clearance of inhaled particles", Br. J. Ind. Med. (1980) Nov:37 (4): 337-62

21. Lipmann M, Altshuler B, Air pollution and the lung, "Regional deposition of aerosols", In: Aharonson EF, Ben-David. A, Klinberg MA. eds, Jerusalem:Halsted Press John Wiley, 1976:25-48.
22. Wolff RK. Dolovich M, Rossman C, Newhouse MT, "SO₂ and tracheobronchial clearance in Man, Arch. Env. Health. 1975:30:521-7.
23. Wolff RK, Dolovich M, Obminski G, Newhouse MT, Inhaled particles, "Effect of SO₂ on tracheobronchial clearance at rest and during exercise", In:Walton WH.ed. IV.Oxford: Pergaman Press, 1977:321-30.
24. Spiegelman JR, Hansan GD, Lazarus A, Bernett R, Lippmann M, Albert RE, Arch. Env. Health, Effect of SO₂ exposure on bronchial clearance in the donkey, 1968:17:321-6.
Deposition, retention and clearance of inhaled particles. Lippmann M. et al. Br. J. Ind. Med. 1980 Nov; 37 (4): 337-62 .
25. Sorokin SP, Brain JD, Anat.Rec. Pathways of clearance inmouse lungs exposed to iron oxide aeresols, 1975;181: 581-625.
26. Heppleston AG, Journal of Pathology and Bacteriology, The disposal of coal and haematite dusts inhaled succe- sively, 1958; 75:113.
27. Thomas RG, Assesment of airborne particles, An interspecies model for retention of inhaled particles, In:Mercer TT, Morrow PE, stoberw, eds. Springfield, Ellinois:CC Thomas, 1972:405-18.

28. WHO, Selected Methods of Measuring air pollutants, WHO offset Publication, No:24, Geneva, 1976.
29. Methods for measurement of Air Pollutant, Part.3
Determination of SO₂, British Standart Institution,
London, England, Std. 1747, Part 30. 1969
30. "Methods of Air Sampling and Analysis", American Public
Health Association, 1015, Eighteenth Street, N.W.
Washington D.C. 1972.
31. Genel Meteoroloji I-II , Hazırlayanlar: Kemal Öncüler,
A.Yanar Erdem, Handan Sipahioğlu, Mahmut Akkaş, Ankara
1982, DMI Met. Meslek Lisesi Ders Kitabı.
32. Tuna, Taşkın, Fiz. Yük. Müh., Hava Kirliliği Meteorolojisi,
Ankara, 1971.
33. Dean E. Painter, AIR POLLUTION TECHNOLOGY, ©
1974 by RESTON PUBLISHING COMPANY INC. Reston, Virginia,
Printed in the United States of America.
34. Tuna, Taşkın. A synoptic - Climatological Study of Air
Pollution potential for Ankara, Deputy Director of
synoptic Division Turkish Med. Office.
35. Guidelines to Assesment of Air Quality, No.6 Appendix A-
Assesment of Air Quality in Ankara, Turkey, October 1971.
36. Erbaz, Yaşar. "Meteorolojik parametrelerle SO₂ Değişimi"
Fiz. Yük. Müh. DMİGM. Hava İşl. Şb. Md. Yrd. Kopenhag
1974 (Çeviri).
37. Prof.Dr.Namık K. Aras, Yrd.Prof.Dr. Yurdanur K. Tulunay,
"Hava Koşulları ile Hava Kirleticileri Arasındaki İliş-
kiler, TÜBİTAK. Proje No. 186 A. 186 B. O.D.T.Ü, Ankara,
Ekim, 1976.

38. Norman Draper, Harry Smith, "Applied Regression Analysis" John Wiley and Sons, Inc. Newyork, London, Sydney, 1966.
39. Federal Register 36, ANON Federal Ambient, Air Quality Standarts, No.84. Part 11, pp.8186-8201
40. Kleinman MT, Bailey RM, Chang YC, Clark KW, Jones MP, Linn WS, Hackney JD: Exposures of Human volunteers to a controlled atmospheric mixture of O_3 , SO_2 ve H_2SO_4 . Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 42:61-69.1981.
41. Sackner MA, Ford D Fernandez R, Ciplej J, Perez D, Kwoka M, Reinhart M, Michaelson ED, Schreck R, Wanner A: Effects of H_2SO_4 aerosol on Cardiopulmonary function of dogs, sheep and humans. Am. Rev. Respir. Dis. 118:497-510, 1978.
42. Larson TV, Covert DS, Frank R, Charlson RJ: Ammonia in the human airways: Neutralization of Inspired acid sulfate aerosols. Science 197:161-63, 1977.
43. Newhouse MT, Dolovich M, Obminski G, Wolff RK: Effect of TLV levels of SO_2 and H_2SO_4 on bronchial clearance in exercising man. Arch. Environ. Hea. 35:24-32, 1978.
44. Leikauf G. Yeates DB, Wales KA, Spektor D. Albert RE, Lippmann M: Effects of H_2SO_4 aerosol on respiratory Mechanics and mucociliary particle clearance in healty nonsmoking adults. Am. Ind. Hyg. Assoc.3. 4:273-282, 1981
45. Shycm, Finklea JF: Air Pollution Effects Community Health. Environ. Sci. Technol. 7:204-08. 1973.
46. National Survey of Smoke and SO_2 , Instruction Manual. Warren Spring Laboratory. Ministry of Technology, 1966.
47. The State of the Environment 1983. United Nations Environment Programme, © UNEP 1983, First published in 1983, Printed by United Nations Environment Programme P.O Box.30552. Nairobi-Kenya

VIII. EKLER:

EK:1

TEZDE GEÇEN TERİMLERİN AÇIKLAMASI

Aerosol: Büyüklükleri mikroskopik olan katı ve sıvı maddelerin (partiküllerin) bir gaz ortamda yayılmasıdır. Aerosol denince bunun içine her hangi bir bölgenin atmosferinde bulunan katı ve sıvı maddeler, kül, is, duman, metalik tozlar, tütsü, silikatlar, polenler, bakteri ve virüsler, küfler, mantarlar girmektedir. Boyutlar genellikle 0.1μ veya daha küçük - 100μ aralığındadır.

Asılı Partiküler Madde: Havadaki ağırlıkları nedeniyle çökemeyecek kadar küçük sıvı ve katı partiküllerdir. Bunlar uygun bir filtreden geçirilmek suretiyle havadan uzaklaştırılabilen partiküllerdir. Duman toplam asılı partiküler maddelerin sadece bir bölümünü oluşturur, yüzde olarak yansıtmasından gidilerek sonuca ulaşılır. Toplam asılı partiküler maddeler High-Volume Sampler'la toplanır. Gravimetrik analiz yapılır. Akış hızı $1-2 \text{ m}^3 / \text{dak.}$ dür. Duman ise İngiliz Volumetrik cihazı ile toplanır. Çekiş gücü $1-1.5 \text{ lt/dak.}$ dir.

Closing volume: Zorlu ve maksimal bir ekspirasyondan sonra akciğerden çıkarılamayan bir hava vardır. Bu hava hacmine rezidüel volüm denir. Ekspirasyonun sonuna doğru akciğer parenkimasında oluşan pozitif basınç solunum yollarının kapanmasına sebep olur ve akciğerden bir bölüm havanın (rezidüel volüm) çıkmasını önler. Ancak akciğer birimlerinde bu kapanma aynı zamanda meydana gelmez. Oturan veya ayakta duran bir kişide yerçekimi nedeni ile akciğerlerin tabanlarında solunum yollarının kapanması apikal bölgelerden daha önce meydana gelir. Bu değişiklikten yararlanarak "kapanma hacmi" ölçülür.

Duman (Smoke): Katı ve akaryakıtlar gibi karbonlu maddelerin tam yanmaması ile meydana gelen katı ve sıvı partiküllerle gaz karışımıdır. Dumanda bulunan partiküllerin büyüklükleri 0.001-0.3 μ . dur. Genelde fuel-oil dumanı partikülleri 0.03-1.0 μ . ve kömür dumanı ise 0.01-0.2 μ . çaplıdır.

Dumanlı sis (Smog): Serbest havada sis ve dumanın birlikte bulunması ile meydana gelir. Bu terim, ince toz partikülleri ve sıvı damlacıklarının karışımı olarak da kullanılır.

Emisyon: Bir kaynaktan birim zamanda boşaltılan kirletici miktarı veya boşaltılan gazın birim hacmindeki kirletici miktarı olarak ifade edilir.

Emisyon kaynağı: Bir fabrika, tesis, ocak, kimyasal bir proses sonucu dış havaya kirletici boşaltan yerlerdir.

Epizod: Beklenmeyen, olağanüstü durumlarda (Sıcaklık inversiyonu, endüstri faaliyetleri sırasında kaza sonucu kaçan kirleticiler v.b.) hava kirlenmesinin birdenbire beklenen değerlerin çok üstüne çıkması ve bu seviyede birkaç gün kalarak hastalık ve ölümlerde artışa neden olması olayıdır.

Gazlar: Hava gibi akıcı olan fakat belli bir şekli, hacmi bulunmayan, hacimce genişlemeye elverişli maddeler olup diffüze olma karakterleri fazladır.

Gaussian plume dispersiyon: Baca dumanı dağılımı.

Partiküler madde: 500 μ . dan küçük ($1\mu:10^{-4}$ cm.) tek moleküllerden büyük (moleküller ortalama 0.0002 μ çaplıdır.) Katı ve sıvı partiküllerin havada dağılımıdır.

Genelde hava kaynaklı partiküller 0.001-500 μ çap aralığındadır. Atmosferdeki partikül kütlesi 0.1-10 μ . çaplıdır. 0.1 μ . dan küçük partiküller moleküller gibi hareket ederler. 1 μ . dan büyük 20 μ .dan küçük partiküller gaz hareketi ile taşınırlar.

20 µ. dan büyük partiküller anlamlı çökme hızına sahiptir. Kısa bir zaman periyodu için havada kalırlar. 0.01-01 µ. çaplı partiküllerin % 50'sinin akciğere nüfuz ederek biriktiği tahmin edilmektedir. Partikül boyut dağılımı ile ilgili çok az bilgi vardır. Sağlık etki çalışmalarında kullanılan partiküller maddelerin farklı ölçüm metodları nedeniyle karşılaştırılabilir bir tayin yapmak çok güçtür. Duman; siyahlık, koyuluk terimi ile ifade edilir. Yanmamış yakıt ile birleştirilen kirlenmedir. Toplam asıllı partiküller maddeler ağırlık ile tayin edilen daha geniş bir kavramdır.

Tozlar: Kaya, metal, kömür, odun v.b. gibi organik ve inorganik maddelerin öğütülme, ezilme, sıkıştırma, patlama veya yanmalarından oluşan 0.1-150 µ. aralığındaki ince partiküllerdir. İnce partiküller 100 µ. dan küçük, kaba tozlar ise 100 µ. dan büyüktür. Elektrostatik güçlerin dışında floküle olamazlar. Havada diffüze olmazlar. Ağırlıkları ile çökerler.

Genellikle 20 µ. çapın üstünde olurlar. Bacalardan çıkan uçan kül 3-80 µ, bakteriler 1.0-15 µ, çimento 10-150 µ, bitki sporları 10-30 µ, bitki polenleri 20-60 µ. aralığındadır.

Sis (Mist): Çok küçük sıvı damlacıkların gazlarla kondan- se olarak bir nükleus meydana getirmesi veya köpürme, sıçrama ile parçalanana 0.01-10 µ. çaplı sıvı partiküllerin dağılması, yayılmasıdır.

Tütsü (Fume): Fiziko-şimik reaksiyonlarla oluşan çok küçük katı partiküllerdir. Isıtılmış veya eritilmiş metallerin buharlarının kondenzasyonundan-çoğunlukla oksidasyon gibi şimik reaksiyonlarla-meydana gelirler. Daha kısa bir ifade ile: Gaz maddelerin yoğunlaşmasından oluşan partiküllerin bir gaz içinde yayılmasıdır. Bunlar 1 µ. dan küçük, 0.001-1.0 µ. çaplı, kolaylıkla floküle olabilen partiküllerdir.

Vizibilite: Verilen bir yönde çıplak gözle en iyi görülebilen ve fark edilebilen sahadır.

Yoğunlaşma Çekirdeği: Şayet havada yabancı cisimler mevcut değilse havadaki su buharı, yoğunlaşma olmadan doymuş halde kalır. Eğer hava partikülleri içerirse, partiküller, buharın yoğunlaşması için bir çekirdek teşkil eder. Sisin oluşunda önemli rol oynarlar. Bu nedenler, partiküllerle kirli olan havada sisin meydana gelmesini açıklamaktadır.

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ hacim gazlı kirletici}}{10^6 \text{ hacim (Kirletici + hava)}}$$

$$0.0001 \% = 1 \text{ ppm.}$$

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{molekül ağırlığı}}{24.5} \times 10^3$$

REGRESYON DENKLEMLERİNE GİREN TÜM METEOROLOJİK DEĞİŞKENLER

- X₁ : BASINÇ ORTALAMASI
X₂ : 14.00 SICAKLIK
X₃ : 21.00 SICAKLIK
X₄ : 07.00 SICAKLIK
X₅ : ORTALAMA SICAKLIK
X₆ : ORTALAMA NİSBE NEM
X₇ : 14.00 RÜZGAR YÖNÜ
X₈ : 14.00 RÜZGAR HIZI
X₉ : 21.00 RÜZGAR YÖNÜ
X₁₀ : 21.00 RÜZGAR HIZI
X₁₁ : 07.00 RÜZGAR YÖNÜ
X₁₂ : 07.00 RÜZGAR HIZI
X₁₃ : ORTALAMA RÜZGAR HIZI
X₁₄ : TOPLAM YAĞIŞ MİKTARI
X₁₅ : INVERSIYON KALINLIĞI
X₁₆ : INVERSIYON ALTINDA HAPSOLAN KALINLIK
X₁₇ : MAKSİMUM KARIŞMA YÜKSEKLİĞİ
X₁₈ : $\Delta T/H$ Lapse-Rate ORANI

STEP-WISE ÇOKLU REGRESYON ANALİZİ SONUCU OLUŞTURULAN DENKLEMLER

EK:3

KIZILAY

SO2

DUMAN

EKİM	$\hat{y} = 815.64 - 7.13X_6 - 0.04X_{16} - 0.08X_{17}$	$\hat{y} = 75.84 + 46.59X_2 - 57.42X_5 - 13.68X_8 + 0.06X_{15} - 0.06X_{17}$
KASIM	$\hat{y} = 743.03 + 51.63X_{12} - 165.62X_{13} - 177.64X_{14} - 0.11X_{16}$	$\hat{y} = 94.64 + 4.81X_6 + 8.59X_7 + 37.63X_{12} - 100.69X_{13} - 223.37X_{14} - 0.10X_{16} + 6.995.50X_{18}$
ARALIK	$\hat{y} = 1334.65 - 10.03X_6 - 219.74X_{13} + 0.51X_{15}$	$\hat{y} = 750.93 - 5.87X_6 - 74.93X_8 + 0.43X_{15}$
OCAK	$\hat{y} = 1477.10 - 11.20X_6 - 14.36X_9 - 51.25X_{10} + 0.20X_{15} - 0.09X_{16}$	$\hat{y} = 792.12 - 4.73X_6 + 25.89X_8 - 17.27X_9 - 58.03X_{10}$
ŞUBAT	$\hat{y} = 351.22 + 44.39X_2 - 35.25X_5 - 14.73X_7 - 12.90X_{14} + 15376.37X_{18}$	$\hat{y} = 136.53 + 27.78X_2 - 23.56X_3 - 5.88X_9 - 30.6X_{12} + 13198.79X_{18}$
MART	$\hat{y} = 598.89 - 11.26X_4 - 37.62X_8 - 0.11X_{17}$	$\hat{y} = - 28.17 + 3.53X_6 - 48.59X_{10} + 31.28X_{12}$

STEP-WISE ÇOKLU REGRESYON ANALİZİ SONUÇ OLUŞTURULAN DENKLEMLER

EX:4

KAVALLİDERE

DİMAN

SO₂

EKİM $\hat{y} = 605.00 - 8.16X_3 - 4.93X_6 - 3.91X_{11} - 17.44X_{12} + 0.12X_{15} - 0.04X_{16}$

KASIM $\hat{y} = 801.17 - 15.67X_4 - 11.29X_{11} - 100.37X_{13} - 105.66X_{14} - 0.11X_{16}$

ARALIK $\hat{y} = -9525.47 + 11.03X_1 - 9.66X_{11} - 158.80X_{13} + 0.84X_{15} - 0.10X_{16} + 0.18X_{17}$

OCAK $\hat{y} = 13306.34 - 13.95X_1 + 78.96X_2 - 47.31X_5 - 143.95X_{10} - 44.02X_{14} + 0.34X_{15} - 0.11X_{16} + 11107.06X_{18}$

ŞUBAT $\hat{y} = 874.47 - 16.92X_7 - 57.89X_8 - 64.90X_{10} - 26.25X_{14} + 0.28X_{15}$

MART $\hat{y} = -189.86 + 8.76X_6$

$\hat{y} = 717.67 - 13.46X_3 - 6.57X_6 - 3.06X_9 - 50.13X_{13} + 13.41X_{14} + 0.12X_{15}$

$\hat{y} = 97.23 + 6.11X_6 - 69.81X_{13} - 220.09X_{14} - 0.128X_{16} + 5734.64X_{18}$

$\hat{y} = -10442.37 + 11.79X_1 - 6.83X_{11} - 68.92X_{13} + 0.45X_{15}$

$\hat{y} = 222.02 + 60.31X_2 - 41.09X_5 - 53.42X_{10} - 18.26X_{14} - 0.06X_{16} + 6952.75X_{18}$

$\hat{y} = 142.00 + 43.32X_2 - 35.99X_3 - 11.35X_7 + 20611.28X_{18}$

$\hat{y} = -10429.67 + 11.31X_1 + 17.63X_3 - 26.27X_4 + 4.48X_6 - 0.02X_{16}$

STEP-WISE ÇOKLİ REGRESYON ANALİZİ SONUÇU OLUŞTURULAN DENKLEMLER

EK:5

YENİMAHALLE

DUMAN

SO₂

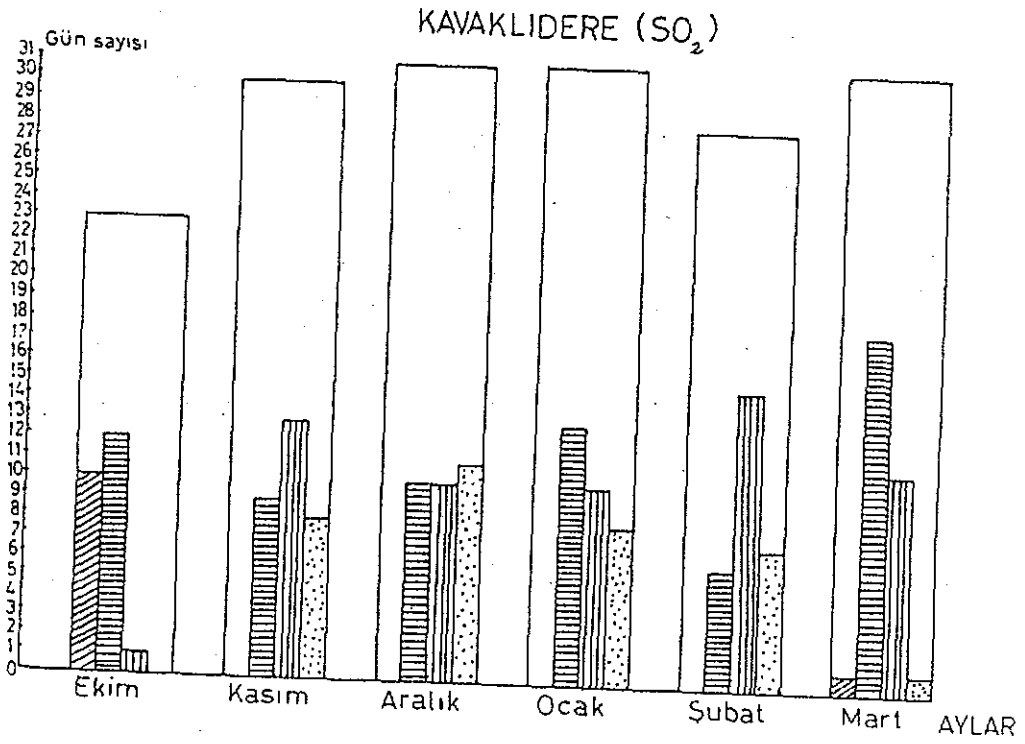
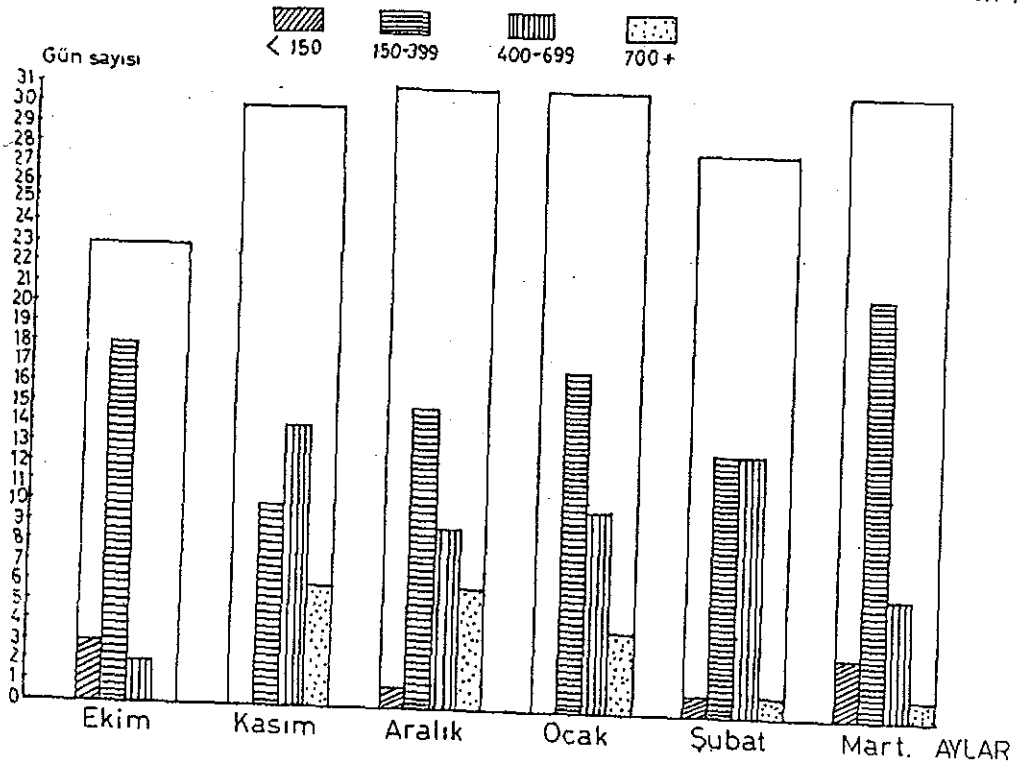
EKİM	$\hat{Y} = -3952.28 + 4.47X_1 - 4.17X_9 + 0.08X_{15}$	$\hat{Y} = 350 - 2.74X_6 - 22.81X_8 + 0.08X_{15} - 0.037X_{17}$
KASIM	$\hat{Y} = 729.22 - 64.24X_8 - 80.70X_{10} - 8.06X_{11} - 179.64X_{14} - 7172.26X_{18}$	$\hat{Y} = 468.55 - 6.79X_3 - 30.75X_8 - 62.27X_{13} - 149.86X_{14} - 0.10X_{16}$
ARALIK	$\hat{Y} = 27.73 - 44.89X_8 + 16.52X_9 + 73.06X_{10} + 0.24X_{15} - 0.03X_{16}$	$\hat{Y} = -6049.86 + 6.74X_1 - 35.06X_8 + 7.84X_9 + 0.22X_{15}$
OCAK	$\hat{Y} = 315.79 - 92.69X_{13}$	$\hat{Y} = 168.02 + 8.64X_2 + 20.09X_8 - 40.54X_{10} - 11.64X_{14} + 0.10X_{15} - 0.04X_{16}$
ŞUBAT	$\hat{Y} = -120.09 + 5.15X_6 - 5.41X_{11} - 12.24X_{14}$	$\hat{Y} = -5224.55 + 5.37X_1 + 20.37X_2 - 19.38X_3 + 5.85X_6 - 34.78X_8 + 3.17X_9 + 30.34X_{10} - 6.74X_{11} - 33.67X_{12} + 36.73X_{13} - 5.35X_{14} - 0.01X_{16} + 0.05X_{17}$
MART	$\hat{Y} = 110.00 + 10.20X_7 - 0.03X_{17}$	$\hat{Y} = -27.59 + 2.68X_6 - 38.19X_{10} + 0.10X_{15}$

STEP-WISE ÇOKLU REGRESYON ANALİZİ SONUÇU OLUŞTURULAN DENKLEMLER

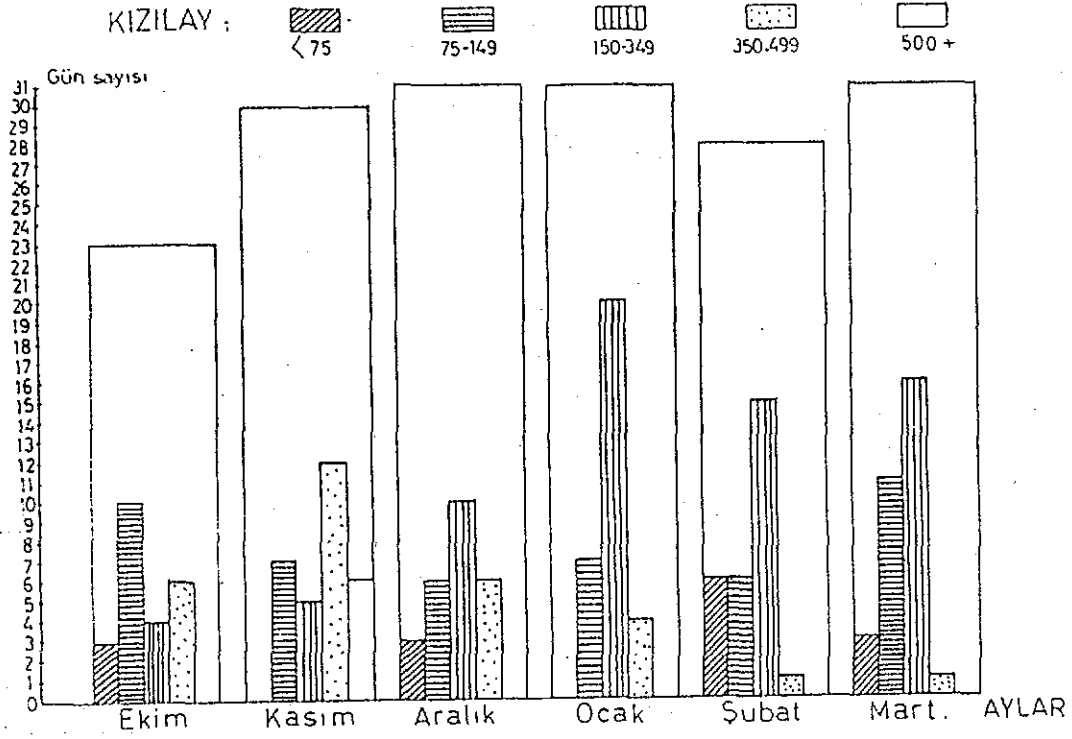
EK:6

ÇANKAYA

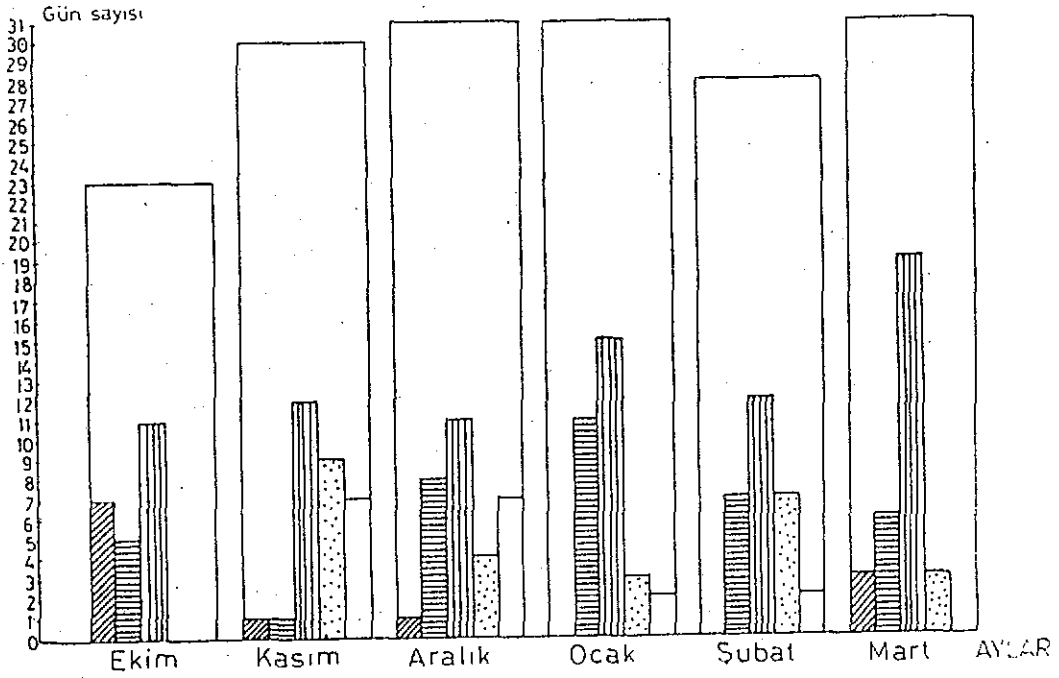
	SO ₂	DUMAN
EKİM	$\hat{y} = 141.61 + 5.77X_2 - 6.76X_7 - 11.66X_8 - 23.35X_{13} + 0.10X_{15} - 0.01X_{16} - 0.04X_{17}$	$\hat{y} = 17.78 + 9.51X_2 - 7.45X_3 - 7.07X_4 - 10.02X_8 + 0.07X_{15}$
KASIM	$\hat{y} = 293.40 - 8.37X_5 - 51.70X_{13} - 0.10X_{16} + 0.08X_{17}$	$\hat{y} = 217.69 - 9.90X_4 - 35.13X_{13} - 0.07X_{16}$
ARALIK	$\hat{y} = 9229.92 + 10.31X_1 - 24.59X_8 + 0.21X_{15}$	$\hat{y} = -5230.48 + 5.81X_1 - 29.27X_8 + 5.17X_9 + 0.13X_{15}$
OCAK	$\hat{y} = 92.09 + 6.24X_9 - 32.24X_{13} + 0.13X_{17}$	$\hat{y} = -2844.71 + 3.15X_1 + 11.70X_8 - 20.98X_{10} + 2.13X_{11} - 0.02X_{16} + 0.09X_{17}$
ŞUBAT	$\hat{y} = 156.09 - 31.31X_8 + 10.48X_{14} + 0.02X_{16} + 0.07X_{17}$	$\hat{y} = 129.56 + 4.44X_9 - 38.00X_{13} - 5976.77X_{18}$
MART	$\hat{y} = 246.24 - 5.30X_2 - 26.66X_{12} - 0.02X_{17}$	$\hat{y} = -113.35 + 2.30X_6 + 3.08X_{11} + 1377.72X_{18}$

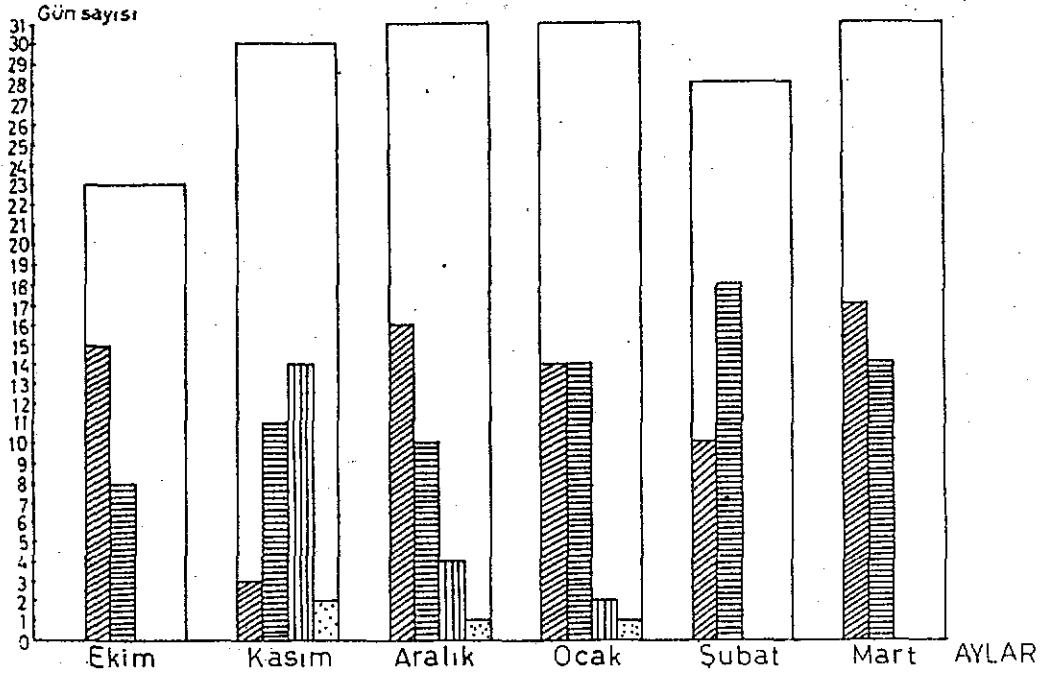
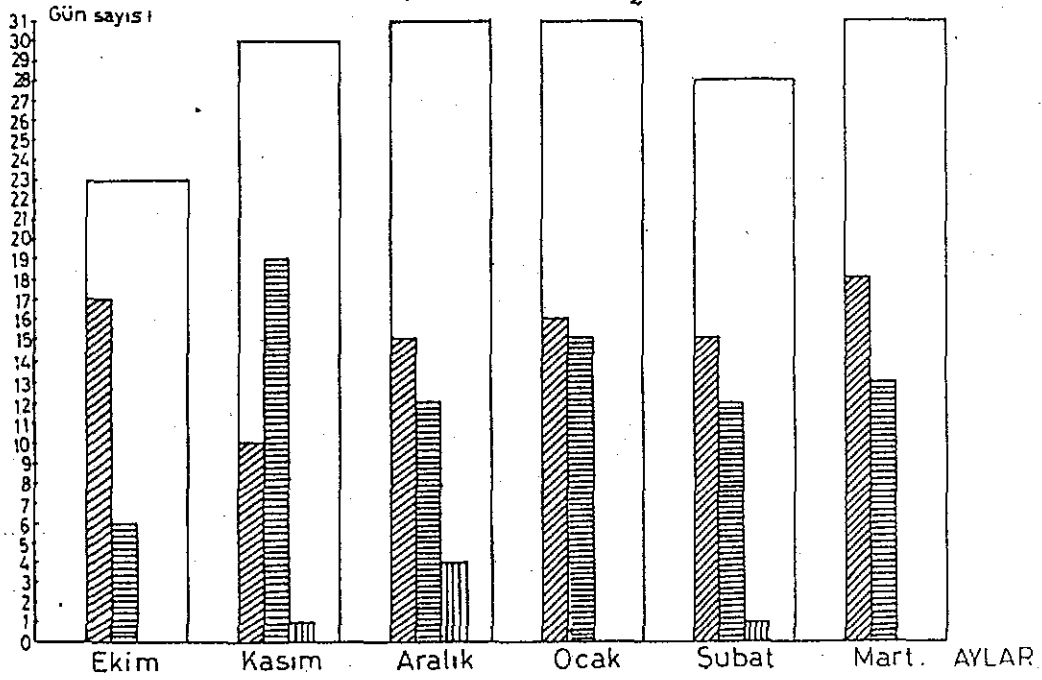
KIZILAY SO₂ KONSANTRASYONLARININ AYLARA GÖRE DAĞILIMI

DUMAN KONSANTRASYONLARININ AYLARA GÖRE DAĞILIMI

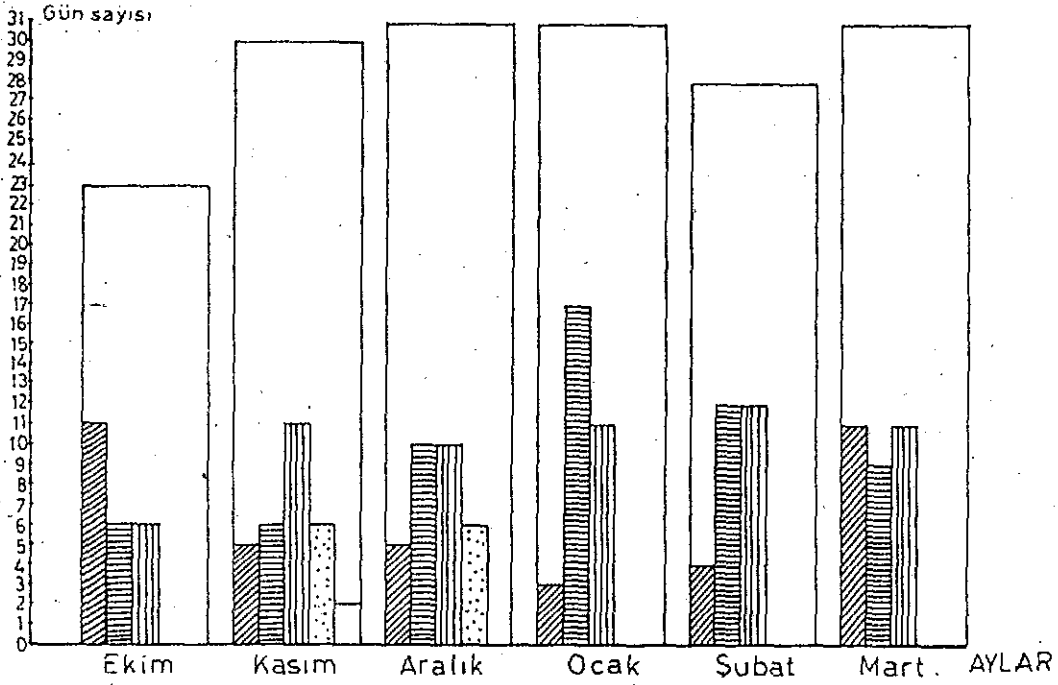


KAVAKLIDERE (DUMAN)

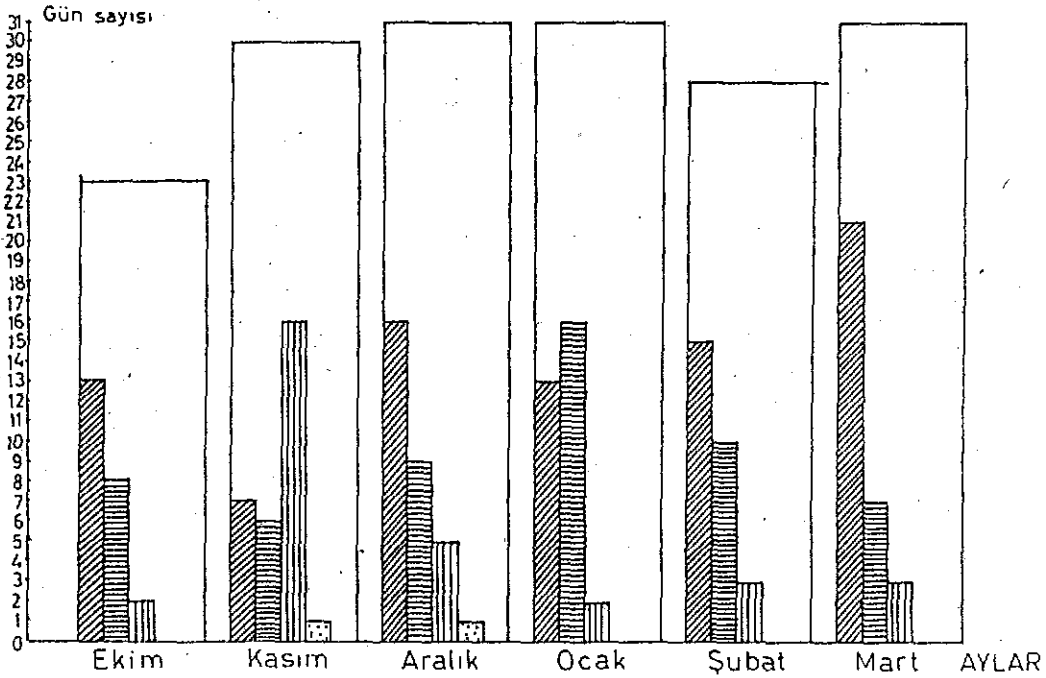


YENİMAHALLE (SO₂)ÇANKAYA (SO₂)

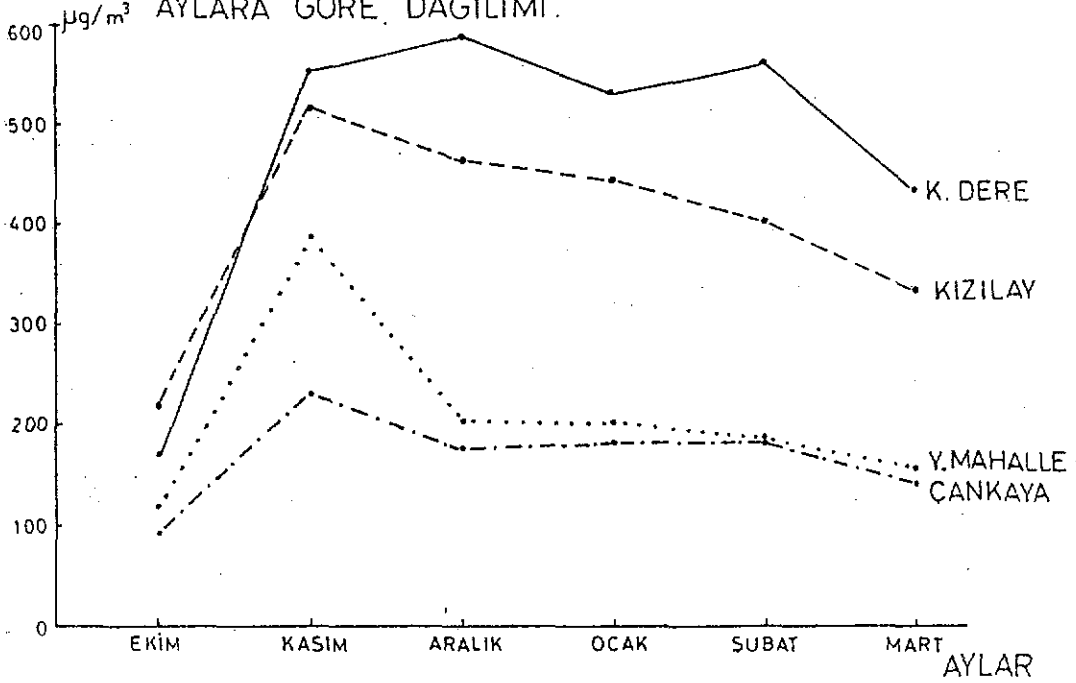
YENİMAHALLE (DUMAN)



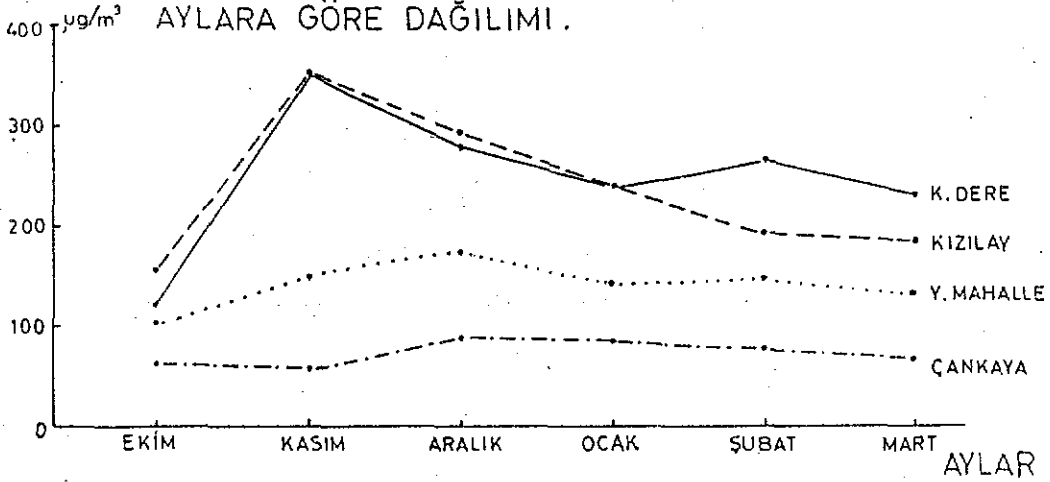
ÇANKAYA (DUMAN)



1982-1983 EKİM -MART KIŞ DÖNEMİ SO₂ (KÜKÜRT DİOKSİT) KONSANTRASYONLARININ BÖLGELERE VE AYLARA GÖRE DAĞILIMI.



1982-1983 EKİM -MART KIŞ DÖNEMİ DUMAN KONSANTRASYONLARININ BÖLGELERE VE AYLARA GÖRE DAĞILIMI.



1982-1983 EKİM-MART KIŞ DÖNEMİ KIRLETİCİ
KONSANTRASYONLARININ AYLARA DAĞILIMI.