



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZLER İLE TOKAT İLİ  
HAVA KİRLİLİĞİNİN TAHMİNİNDE  
ERKEN UYARI SİSTEMİ'NİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

**Osman Demir**

**Biyoistatistik Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Yrd. Doç. Dr. İlker Etikan**

**Tokat**

**2012**

**Her Hakkı Saklıdır**



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZLER İLE TOKAT İLİ  
HAVA KİRLİLİĞİNİN TAHMİNİNDE  
ERKEN UYARI SİSTEMİ'NİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

**Osman Demir**

**Biyoistatistik Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Yrd. Doç. Dr. İlker Etikan**

**Tokat**

**2012**

**Her Hakkı Saklıdır**

**ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZLER İLE TOKAT İLİ HAVA  
KİRLİLİĞİNİN TAHMİNİNDE ERKEN UYARI SİSTEMİ'NİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

Tezin Kabul Ediliş Tarihi: 04/01/2012

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

**Prof. Dr. Hafize SEZER**  
(Başkan)

**Yrd. Doç. Dr. İlker ETİKAN**  
(Üye, Danışman Öğretim Üyesi)

**Yrd. Doç. Dr. Ünal ERKORKMAZ**  
(Üye)

Bu tez, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../..... tarih ve ..... sayılı oturumunda belirtilen jüri tarafından kabul edilmiştir.

**Doç. Dr. Hüseyin ÖZYURT**

Mühür

Enstitü Müdürü

İmza

## TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

İmza

Osman DEMİR

## **TEŞEKKÜR**

Bu tez çalıőmamın her aőamasında yardımlarını gördüğüm kıymetli hocalarım Yrd. Doç. Dr. İlker ETİKAN'a, Yrd. Doç. Dr. Ünal ERKORKMAZ'a ve içerisinde bulunmaktan mutluluk duyduğum Biyoistatistik ailesine teşekkür ederim.

Benden sevgilerini eksik etmeyen sevgili eşime ve oğlum Mehmet Batu'ya teşekkür ederim.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZLER İLE TOKAT İLİ HAVA KİRLİLİĞİNİN TAHMİNİNDE ERKEN UYARI SİSTEMİ'NİN GELİŞTİRİLMESİ

OSMAN DEMİR

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Tıp Fakültesi

Biyoistatistik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İlker ETİKAN

Bu tez çalışmasında, endüstrileşme, nüfus artışı, evlerin ısınmasında kullanılan yakıt, trafik gibi kaynaklardan gelen 07:00, 14:00, 21:00 saatlerinde ölçülen kükürt dioksit ( $SO_2$ ) ve partiküler madde (PM) hava kirleticilerinin, meteorolojik etkenlerle olan ilişkisi Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi ve Kanonik Korelasyon Analizi kullanılarak belirlenmektedir. Ayrıca bu ilişkiyi kullanarak bir gün sonrasının hava kirliliğini tahmin edecek, bir Erken Uyarı Sistemi modellenmektedir.

**2012, 115 sayfa**

**Anahtar kelimeler:** Hava kirliliği, Çoklu Doğrusal Regresyon, Kanonik Korelasyon

**ABSTRACT**

Undergraduate Thesis

DEVELOPMENT OF EARLY WARNING SYSTEM IN AIR POLLUTION  
FORECASTING IN THE CITY OF TOKAT WITH MULTIVARIATE ANALYSIS

OSMAN DEMİR

Gaziosmanpasa University

Medical Faculty

Department of Biostatistic

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. İlker ETİKAN

In this thesis, the relations between sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), particulate matter (PM) air pollutants measured at 07:00, 14:00, 21:00 hours, arising from resources like industrialization, population increase, fuel used for heating of home and meteorologic factors are determined by use of Multiple Linear Regression Analysis and Canonical Correlation Analysis. Besides by use of this relations, Early Warning System estimating air pollution a day later are modelled.

**2012, 115 pages**

**Key words:** Air pollution, Multiple Lineer Regression, Canonical Correlation

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
TABLOLAR LİSTESİ .....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	xiii

### I. BÖLÜM

#### 1. GİRİŞ

1.1. ARAŞTIRMA PROBLEMİ.....	3
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI .....	4
1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ .....	4
1.4. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	5

### II. BÖLÜM

#### 2. HAVA KİRLİLİĞİ, KİRLETİCİLERİ ve METEOROLOJİSİ

2.1. HAVA KİRLİLİĞİ .....	9
2.2. HAVA KİRLETİCİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	11
2.2.1. Birincil ve İkincil Kirleticiler .....	12
2.2.2. Kriter ve Toksik Hava Kirleticiler .....	13
2.3. HAVA KİRLETİCİLERİ .....	13
2.3.1. Gaz Kirleticiler.....	13



2.3.1.1. Kükürt Dioksit (SO <sub>2</sub> ) ve Sağlık Etkisi .....	13
2.3.1.2. Azot Oksitler (NO <sub>x</sub> ) ve Sağlık Etkisi .....	16
2.3.1.3. Karbon Monoksit (CO) ve Sağlık Etkisi.....	20
2.3.1.4. Ozon (O <sub>3</sub> ) ve Sağlık Etkisi.....	22
2.3.1.5. Uçucu Organikler (UOB) ve Sağlık Etkisi .....	24
2.3.2. Kalıcı Organik Kirleticiler ve Sağlık Etkisi .....	25
2.3.3. Ağır Metaller ve Sağlık Etkisi.....	27
2.3.4. Partiküler Madde (PM) ve Sağlık Etkisi .....	28
<b>2.4. HAVA KİRLİLİĞİ METEOROLOJİSİ .....</b>	<b>31</b>
2.4.1. Meteoroloji .....	31
2.4.2. Atmosfer.....	31
2.4.3. Atmosferin Bileşimi .....	31
2.4.4. Atmosferin Katları.....	32
2.4.5. Atmosferik Kararlılık .....	33
2.4.6. Hava Kirliliğini Etkileyen Meteorolojik Faktörler ve Sağlık Etkisi .....	36
2.4.6.1. Sıcaklık.....	37
2.4.6.2. Basınç .....	37
2.4.6.3. Rüzgar .....	38
2.4.6.4. Yağış .....	38
2.4.6.5. Nem.....	38
2.4.6.6. Güneş Radyasyonu.....	39

2.4.6.7. Bulutluluk.....	40
--------------------------	----

### III. BÖLÜM

#### 3. TOKAT'TA HAVA KİRLİLİĞİ

<b>3.1. TOKAT'IN HAVA KALİTESİNİ ETKİLEYEN BAŞLICA ETKENLER ....</b>	<b>41</b>
3.1.1. Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği.....	41
3.1.2. Atmosferik Özelliklerden Kaynaklanan Hava Kirliliği .....	42
3.1.3. Topoğrafyadan Kaynaklanan Kirliliği .....	43
3.1.4. Trafikten Kaynaklanan Hava Kirliliği.....	45
3.1.5. Nüfus Artışı ve Plansız Kentleşme.....	46

### IV. BÖLÜM

#### 4. GEREÇ VE YÖNTEM

<b>4.1. GEREÇ .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2. YÖNTEM .....</b>	<b>48</b>
4.2.1. Araştırma Modeli .....	48
4.2.2. Veri Analiz Yöntemleri.....	48
4.2.2.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi .....	48
4.2.2.1.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli.....	49
4.2.2.1.2. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizinde Varsayımlar .....	51
4.2.2.1.3. Çoklu Doğrusal Regresyonda Hipotez Testi.....	53
4.2.2.1.4. Regresyon Katsayılarının Test Edilmesi.....	54

4.2.2.1.5. Belirlilik Katsayısı ( $R^2$ ) ve Düzeltilmiş $R^2$ .....	55
4.2.2.1.6. Modele Girecek Değişkenlerin Seçimi .....	56
4.2.2.1.6.1. Tüm Olası Regresyon Eşitlikleri .....	56
4.2.2.1.6.2. İleriye Doğru Seçim (Forward Selection) .....	56
4.2.2.1.6.3. Geriye Doğru Eleme (Backward Selection).....	57
4.2.2.1.6.4. Adım-Adım Regresyon (Stepwise Selection) .....	57
4.2.2.2. Kanonik Korelasyon Analizi .....	57
4.2.2.2.1. Kanonik Korelasyon Analizinin Varsayımları.....	58
4.2.2.2.2. Kanonik Korelasyon Katsayısının Anlamlılığının Sınanması	58
4.2.2.2.3. Açıklanabilirlik Belirleme (Redundancy) İndeksi .....	59

## V. BÖLÜM

### 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

<b>5.1. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER</b> .....	60
<b>5.2. ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON MODELLERİ</b> .....	70
<b>5.2.1. Partiküler Madde Modelleri</b> .....	71
<b>5.2.1.1. Saat 07 için Partiküler Madde Modeli</b> .....	71
<b>5.2.1.2. Saat 14 için Partiküler Madde Modeli</b> .....	73
<b>5.2.1.3. Saat 21 için Partiküler Madde Modeli</b> .....	76
<b>5.2.2. Kükürt Dioksit İçin Modeller</b> .....	79
<b>5.2.2.1. Saat 07 İçin Kükürt Dioksit Modeli</b> .....	83

5.2.2.2. Saat 14 İçin Kükürt Dioksit Modeli .....	82
5.2.2.3. Saat 21 İçin Kükürt Dioksit Modeli .....	84
<b>5.3. KANONİK KORELASYON ANALİZİ SONUÇLARI .....</b>	<b>87</b>
5.3.1. Saat 07 İçin Kanonik Korelasyon .....	87
5.3.2. Saat 14 İçin Kanonik Korelasyon .....	91
5.3.3. Saat 21 İçin Kanonik Korelasyon .....	95

## VI. BÖLÜM

### 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. SONUÇLAR .....	100
6.2. ÖNERİLER .....	102
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>103</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>115</b>

## TABLOLAR LİSTESİ

		<b>SAYFA</b>
Tablo 2.1	Hava Kirliliğine Neden Olan Başlıca Kirleticiler	11
Tablo 2.2	Birincil ve İkincil Hava Kirleticileri	12
Tablo 2.3	SO <sub>2</sub> 'nin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi	15
Tablo 2.4	SO <sub>2</sub> ile İlgili Sınır Değerler	16
Tablo 2.5	Kısa Süreli NO <sub>2</sub> Konsantrasyonunun İnsanlara Etkisi	18
Tablo 2.6	Çeşitli Ülkelerde Uygulanan Azot Dioksit İçin Sınır Değerleri	19
Tablo 2.7	Azot Dioksitin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi	19
Tablo 2.8	Şehir İçi Bölgelerde Bir Saatlik Ortalama Karbon Monoksit Konsantrasyonu	21
Tablo 2.9	Karbon Monoksitin Sağlık Üzerine Etkisi	21
Tablo 2.10	Karbon Monoksit İçin Sınır Değerleri	22
Tablo 2.11	Ozon'un Sınır Değerleri ve Sağlık Üzerine Etkileri	23
Tablo 2.12	Bazı Uçucu Organik Bileşikler için Toksikite Değerleri	25
Tablo 2.13	12 Kalıcı Organik Kirletici ve Sağlık Etkisi	26
Tablo 2.14	Kurşunun İnsan Sağlığı Üzerinde Yaptığı Etkiler	27
Tablo 2.15	Hava Kalitesi İndeksi İçin Geliştirilen Renkler	29
Tablo 2.16	Partiküler Madde Konsantrasyonu ile İlgili HKİ İçin Kirletici- Spesifik Uyarı Açıklamaları ve Kirletici-Spesifik Sağlık Etkileri Açıklaması	30
Tablo 2.17	Atmosferde Bulunan Gazlar Hacimsel Yüzdesi, Moleküler Ağırlığı ve Havaya Göre Yoğunluğu	31

Tablo 2.18	Solar Ultraviyole Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	39
Tablo 2.19	Bulut Çeşitleri	40
Tablo 3.1	2007-2010 Yılları Tokat İli Nüfus Sayısı	41
Tablo 3.2	2007-2010 Yılları Tokat İli Araç Sayısı	45
Tablo 4.1	Çoklu Doğrusal Regresyonda Varyans Analizi Tablosu	54
Tablo 5.1a	Orijinal Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	60
Tablo 5.1b	Düzeltilmiş Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	61
Tablo 5.2a	Orijinal Değişkenlerin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri	63
Tablo 5.2b	Düzeltilmiş Değişkenlerin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri	64
Tablo 5.3a	Orijinal Değişkenler İçin Aralık Yöntemi	65
Tablo 5.3b	Düzeltilmiş Değişkenler İçin Aralık Yöntemi	67
Tablo 5.4a	Orijinal Değişkenler İçin In Dönüşümlü Çarpıklık-Basıklık Değerleri	68
Tablo 5.4b	Düzeltilmiş Değişkenler İçin In Dönüşümlü Çarpıklık-Basıklık Değerleri	69
Tablo 5.5	NPM7 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi	70
Tablo 5.6	NPM7 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler	71
Tablo 5.7	NPM14 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi	73
Tablo 5.8	NPM14 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler	74
Tablo 5.9	NPM21 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi	76
Tablo 5.10	NPM21 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler	77
Tablo 5.11	NSO2_7 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi	79
Tablo 5.12	NSO2_7 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler	80
Tablo 5.13	NSO2_14 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi	82

Tablo 5.14	NSO2_14 İçin oklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler	82
Tablo 5.15	NSO2_21 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi	84
Tablo 5.16	NSO2_21 İçin oklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler	84
Tablo 5.17	Saat 7 için Modele Giren Değişkenlerin Korelasyon Matrisi	88
Tablo 5.18	Saat 7 için Kanonik Korelasyon Analizi İstatistikleri	89
Tablo 5.19	Bağımlı Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler	90
Tablo 5.20	Bağımsız Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler	90
Tablo 5. 21	Saat 14 için Modele Giren Değişkenlerin Korelasyon Matrisi	92
Tablo 5.22	Saat 14 için Kanonik Korelasyon Analizi İstatistikleri	93
Tablo 5.23	Bağımlı Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler	93
Tablo 5.24	Bağımsız Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler	94
Tablo 5.25	Saat 21 için Modele Giren Değişkenlerin Korelasyon Matrisi	96
Tablo 5.26	Saat 21 için Kanonik Korelasyon Analizi İstatistikleri	97
Tablo 5.27	Bağımlı Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler	97
Tablo 5.28	Bağımsız Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler	97

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>SAYFA</b>
Şekil 2.1. Solunum Sistemi	9
Şekil 2.2. Hava Kirliliğinin Neticeleri	10
Şekil 2.3. Partiküler Madde Boyutu	28
Şekil 2.4 Dizel Partikül Bileşenleri	29
Şekil 2.5 Sıcaklığa Göre Atmosferin Tabakaları	33
Şekil 3.1 Tokat İli	45
Şekil 5.1 PM7 Artık Değer Gösterimi	72
Şekil 5.2 NPM7 Artık Değer Gösterimi	72
Şekil 5.3 PM14 Artık Değer Gösterimi	75
Şekil 5.4 NPM14 Artık Değer Gösterimi	75
Şekil 5.5 PM21 Artık Değer Gösterimi	78
Şekil 5.6 NPM21 Artık Değer Gösterimi	78
Şekil 5.7 SO <sub>2</sub> _7 Artık Değer Gösterimi	81
Şekil 5.8 NSO <sub>2</sub> _7 Artık Değer Gösterimi	81
Şekil 5.9 SO <sub>2</sub> _14 Artık Değer Gösterimi	83
Şekil 5.10 NSO <sub>2</sub> _14 Artık Değer Gösterimi	83
Şekil 5.11 SO <sub>2</sub> _21 Artık Değer Gösterimi	85
Şekil 5.12 NSO <sub>2</sub> _21 Artık Değer Gösterimi	86
Şekil 5.13 Saat 7 için Setler Arası Nokta Grafik	91
Şekil 5.14 Saat 14 için Setler Arası Nokta Grafik	95
Şekil 5.15 Saat 21 için Setler Arası Nokta Grafik	98



**KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ**

<b>mg</b>	Miligram
<b>m<sup>3</sup></b>	Metreküp
<b>min.</b>	Minimum
<b>ppm</b>	Milyonda bir
<b>sn</b>	Saniye
<b>sa</b>	Saat
<b>kcal</b>	Kilokalori
<b>°C</b>	Derece santigrat
<b>K</b>	Kelvin
<b>mbar</b>	Milibar
<b>cm<sup>2</sup></b>	Santimetrekare
<b>m<sup>2</sup></b>	Metrekare
<b>km</b>	Kilometre
<b>mm</b>	Milimetre
<b>µm</b>	Mikrometre
<b>dl</b>	Desilitre
<b>ml</b>	Mililitre
<b>nm</b>	Nanometre
<b>µg</b>	Mikrogram
<b>λ</b>	Özdeğer
<b>β</b>	Regresyon Katsayısı
<b>CO</b>	Karbon Monoksit
<b>CO<sub>2</sub></b>	Karbon Dioksit

<b>SO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub></b>	Kükürt Dioksit
<b>SO<sub>x</sub></b>	Kükürt Oksitler
<b>NO</b>	Azot Monoksit
<b>NO<sub>2</sub></b>	Azot Dioksit
<b>NO<sub>x</sub></b>	Azot Oksitler
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozon
<b>PM</b>	Partiküler Madde
<b>PM<sub>&lt;2,5</sub></b>	Çapı 2,5 mikrometreden küçük Partiküler Madde
<b>PM<sub>&lt;10</sub></b>	Çapı 10 mikrometreden küçük Partiküler Madde
<b>Pb</b>	Kurşun
<b>DSÖ</b>	Dünya Sağlık Örgütü
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
<b>APHEA</b>	Air Pollution and Health: A European Approach
<b>WHO</b>	Dünya Sağlık Örgütü
<b>ÇEM</b>	Çevre Mühendisliği
<b>SBRSHMB</b>	Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıhha Merkezi Başkanlığı
<b>ÇŞB</b>	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
<b>ÇOB</b>	Çevre ve Orman Bakanlığı
<b>DİE</b>	Devlet İstatistik Enstitüsü
<b>RSHMBÇSAM</b>	Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü
<b>TTB</b>	Türk Tabipler Birliği
<b>UOB</b>	Uçucu Organik Bileşikler
<b>UNEP</b>	Birleşmiş Milletler Çevre Programı

<b>KOK</b>	Kalıcı Organik Kirleticiler
<b>CATF</b>	Clean Air Task Force
<b>DMİGM</b>	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
<b>TÜİK</b>	Türkiye İstatistik Kurumu
<b>MPM</b>	Milli Prodüktivite Merkezi
<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>PM7</b>	Saat 07:00'de Ölçülen Partiküler Madde Miktarı
<b>PM14</b>	Saat 14:00'de Ölçülen Partiküler Madde Miktarı
<b>PM21</b>	Saat 21:00'de Ölçülen Partiküler Madde Miktarı
<b>SO<sub>2</sub>7, SO<sub>2</sub>_7</b>	Saat 07:00'de Ölçülen Kükürt Dioksit Miktarı
<b>SO<sub>2</sub>14, SO<sub>2</sub>_14</b>	Saat 14'de Ölçülen Kükürt Dioksit Miktarı
<b>SO<sub>2</sub>21, SO<sub>2</sub>_21</b>	Saat 21:00'de Ölçülen Kükürt Dioksit Miktarı
<b>TSIC7</b>	Saat 07:00'de Ölçülen Lokal 20 cm Toprak Sıcaklığı (°C)
<b>TSIC14</b>	Saat 14:00'de Ölçülen Lokal 20 cm Toprak Sıcaklığı (°C)
<b>TSIC21</b>	Saat 21:00'de Ölçülen Lokal 20 cm Toprak Sıcaklığı (°C)
<b>BuhBAS7</b>	Saat 07:00'de Ölçülen Lokal Buhar Basıncı (hPa)
<b>BuhBAS14</b>	Saat 14:00'de Ölçülen Lokal Buhar Basıncı (hPa)
<b>BuhBAS21</b>	Saat 21:00'de Ölçülen Lokal Buhar Basıncı (hPa)
<b>BulYUK7</b>	Saat 07:00'de Ölçülen Bulut Yüksekliği (m)
<b>BulYUK14</b>	Saat 14:00'de Ölçülen Bulut Yüksekliği (m)
<b>BulYUK21</b>	Saat 21:00'de Ölçülen Bulut Yüksekliği (m)
<b>Bul7</b>	Saat 07:00'de Ölçülen Bulutluluk
<b>Bul14</b>	Saat 14:00'de Ölçülen Bulutluluk
<b>Bul21</b>	Saat 21'de Ölçülen Bulutluluk

<b>NNem7</b>	Saat 7’de Ölçülen Nisbi Nem (%)
<b>NNem14</b>	Saat 14’de Ölçülen Nisbi Nem (%)
<b>NNem21</b>	Saat 21’de Ölçülen Nisbi Nem (%)
<b>RuzH7</b>	Saat 07:00’de Ölçülen Rüzgar Hızı (m/sn)
<b>RuzH14</b>	Saat 14:00’de Ölçülen Rüzgar Hızı (m/sn)
<b>RuzH21</b>	Saat 21:00’de Ölçülen Rüzgar Hızı (m/sn)
<b>YagM7</b>	Saat 07:00’de Ölçülen Yağış Miktarı (mm)
<b>YagM14</b>	Saat 14:00’de Ölçülen Yağış Miktarı (mm)
<b>YagM21</b>	Saat 21:00’de Ölçülen Yağış Miktarı (mm)
<b>FirtRH</b>	Günlük Fırtınalı Rüzgar Hızı (m/sn)
<b>GunSid</b>	Günlük Güneşlenme Şiddeti
<b>KuvRH</b>	Kuvvetli Rüzgar Hızı (m/sn)
<b>MakBAS</b>	Günlük Maksimum Basınç (hPa)
<b>MakMinSF</b>	Günlük Maksimum Minimum Sıcaklık Farkı ( <sup>0</sup> C)
<b>MakNem</b>	Günlük Maksimum Nem (%)
<b>MakRuzH</b>	Günlük Maksimum Rüzgar Hızı (m/sn)
<b>MakSIC</b>	Günlük Maksimum Sıcaklık ( <sup>0</sup> C)
<b>MakTSIC</b>	Günlük Maksimum 20 cm Toprak Sıcaklığı ( <sup>0</sup> C)
<b>MinTSIC</b>	Günlük Minimum 20 cm Toprak Sıcaklığı ( <sup>0</sup> C)
<b>OrtSIC</b>	Günlük Ortalama 20 cm Toprak Sıcaklığı ( <sup>0</sup> C)
<b>TUsMinSIC</b>	Günlük Toprak Üstü Minimum Sıcaklık ( <sup>0</sup> C)
<b>TopGunSur</b>	Günlük Toplam Güneşlenme Süresi (sa)
<b>TopYagM1</b>	Günlük Toplam Yağış (Çiğ ve Kırağı Hariç) (mm)
<b>TopYagM</b>	Günlük Toplam Yağış (mm)

<b>NPM7</b>	PM7'nin ln Dönüşümlüsü
<b>NPM14</b>	PM14'ün ln Dönüşümlüsü
<b>NPM21</b>	PM21'in ln Dönüşümlüsü
<b>NSO2_7</b>	SO2_7'nin ln Dönüşümlüsü
<b>NSO2_14</b>	SO2_14'ün ln Dönüşümlüsü
<b>NSO2_21</b>	SO2_21'in ln Dönüşümlüsü
<b>NBulYUK7</b>	BulYUK7'nin ln Dönüşümlüsü
<b>NRuzH7</b>	RuzH7'nin ln Dönüşümlüsü
<b>NYagM7</b>	YagM7'nin ln Dönüşümlüsü
<b>NBulYUK14</b>	BulYUK14'ün ln Dönüşümlüsü
<b>NRuzH14</b>	RuzH14'ün ln Dönüşümlüsü
<b>NYagM14</b>	YagM14'ün ln Dönüşümlüsü
<b>NBulYUK21</b>	BulYUK21'in ln Dönüşümlüsü
<b>NRuzH21</b>	RuzH21'in ln Dönüşümlüsü
<b>NYagM21</b>	YagM21'in ln Dönüşümlüsü
<b>NMakRuzH</b>	MakRuzH'nın ln Dönüşümlüsü
<b>NTopYagM1</b>	TopYagM1'nın ln Dönüşümlüsü
<b>NTopYagM</b>	TopYagM'nın ln Dönüşümlüsü
<b>X1</b>	NTopYagM1 + NTopYagM
<b>X10</b>	İlgili Saatteki Tüm Sıcaklık Değişkenleri Toplamı

## 1. GİRİŞ

Her canlı gibi insan da yaşamını sürdürebilmek için ihtiyaçlarını karşılama gereksinimi duymaktadır. Bu noktada, insanın bu sınırsız ihtiyaçları karşısında kıt olan dünya kaynaklarının kullanımı söz konusu olacaktır. En temel ihtiyaçlardan olan ısınma da, insanın ateşi bulmasından bu zamana kadar doğal olarak güncelliğini korumaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişimiyle ısınmada kullanılan materyal ve metotların çeşitliliği, dolaylı veya dolaysız olarak çevreye ve özellikle hava kalitesine etki etmektedir. Hava da tüm canlılar için gerekli olan kıt bir kaynaktır. Bu kaynağın yanlış kullanımı, insan sağlığı açısından olumsuz sonuçlar doğurabileceği muhakkaktır. DSÖ verilerine göre hava kirliliğinden her yıl 2.7 milyon insan ölmektedir (WHO, 2003).

Tarihte bilinen hava kirliliği bilgisi, milattan önce 61 yılında filozof Seneca'nın, Roma'nın havasından şikayetlenmesi gösterilmektedir (Boubel, Fox, Turner, & Stern, 1994). 1237'de Kral I. Edward, Londra havasından rahatsızlanarak deniz kömürü yakılmasını yasaklamıştır. 1300 yıllarında kullanılan yakıtlara vergi konularak, kirliliğin azaltılması sağlanmıştır (Topçu, 1993). 1400'lü yılların başında 5. Henry Londra'daki kömür kullanımını denetlemesi için bir heyet kurdurmuştur. 1661'de 2. Charles, bilim adamı John Evelyn'den şehirdeki hava kirliliğini artıran nedenleri araştırmasını istemiştir. Evelyn, kötü hava ve ölümcül hastalıklar arasında tanımladığı ilişki önemsenmemiştir (Noji, 1997).

Özellikle 18. ve 19. yüzyılda endüstrileşme döneminde sanayinin gelişimiyle hava kirliliğinin insan, hayvan ve bitki sağlığına olumsuz etkileri 20. yüzyıl başlarından itibaren görülmeye başlanmıştır. 1873'den beri en az 40 epizotun varlığından bahsedilmiştir (Noji, 1997). 1930 yılında Belçika'da Meuse Vadisi'nde 63 kişi, 1931 yılında İngiltere Manchester ve Salford'da 592 kişi (ÇEM, 2007b), 1948 yılında

ABD'de Donora'da 20 kişi ölmüştür (Bayram, Dörtbudak, Fişekçi, Kargın, & Bülbül, 2006; "The Donora Episode," 1950; Kotin & Falk, 1955). 1950 yılında Meksika'da Poza Rica epizotunda sayısız canlı ölmüş ve çeşitli hastalıklar görülmüştür (Shafi, 2005). 1952 yılında Londra'da yaşanan inversiyon olayında 4000'den fazla kişi hayatını kaybetmiştir (Bayram, et al., 2006; Boubel, et al., 1994; Folinsbee, 1992; Noji, 1997; Varınca, Güneş, & Ertürk, 2008). Yakın tarihte 1984 yılında, Bhopal Gas trajedisinde, 2 milyon civarında Bhopal yaşayanı bundan etkilenmiştir (Shafi, 2005). 1986 Chernobly Nükleer felaketi de yakın tarihte yaşanan bir başka çevresel olaydır (Greenpeace, 2006).

1950 yıllarında Avrupa'da "Temiz Hava Antlaşması (Clean Air Act)" ile kullanılan yakıtların değişimiyle hava kirliliği konusuna dikkat çekilmiştir. Yine Avrupa'da 1990'larda beş yıl süren APHEA çalışmasında, hava kirliliğinin uzun dönem sağlık etkileri incelenmiş ve ölüm oranları, solunum ve kalp hastalıklarının gelişimine ve kötüleşmesine etki ettiği ortaya koyulmuştur (Pazarlı, 2007). Teknolojiyle birlikte, geleneksel anlamdaki hava kirliliği yerini, kullanılan yakıtı göre daha küçük boyutlarda solunan farklı tipte hava kirliliğine bırakmıştır (Atımtay, et al., 2010).

Türkiye'de 1950'lerde endüstrileşmeyle birlikte özellikle büyük kentlerdeki hızlı nüfus artışı sonrasında hava kirliliği görülmeye başlanmıştır. Endüstri, kentsel ısınmada kullanılan yakıtlar, trafik, ulaşım, hava kirliliğinde etkin olmakla birlikte, rüzgar, sıcaklık, basınç ve nem gibi meteorolojik etkenler de bunların taşınmasına veya artmasına neden olmaktadır (Tecer, 2011).

Türkiye'de 1970'lerden sonra artan sağlık sorunlarıyla birlikte hava kirliliği konusuna dikkat çekilmiştir. İlk hava kalitesi ölçüm faaliyetleri, 1961 yılında Ankara'da 2 adet yarı otomatik kükürt dioksit ve duman ölçer cihazla, SBRSHMB bünyesinde

başlatılmıştır. Yine 1980'de yarı otomatik örneklem cihazları, CO<sub>2</sub> ve PM ölçümlerini yapmaya başlamış ve 1991 yılından itibaren de DİE, bu verileri yayınlamaya başlamıştır. 2005 yılında özellikle hava kirliliğinin yoğun olduğu yerler dikkate alınarak 36 ilde hava kalitesi ölçüm istasyonu kurulmuş, 2007 yılında bu sayıya 45 il ilave edilerek 81 ile çıkarılmıştır (ÇOB).

Türkiye'de Türkiye'deki yasal düzenlemeler; Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (2 Kasım 1986), Endüstriyle Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (7 Ekim 2004), Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (13 Ocak 2005), Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği (11 Haziran 2004), Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği (08 Temmuz 2005), AB direktifleri altında Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği hava kirliliği konusunda yapılan çalışmalardır (Atımtay, et al., 2010).

## **1.1. ARAŞTIRMA PROBLEMİ**

Hızlı üreten ve hızlı tüketen 21. yüzyıl insanı, sınırsız ihtiyaçlarını karşılamak için dünya kaynaklarını denetimsiz bir şekilde kullanmaktadır. Bu denetimsizlik doğrudan etkileşim içerisinde olunan doğanın dengesini olumsuz yönde etkilemektedir. Endüstrileşme, nüfus artışı, evlerin ısınmasında kullanılan yakıt, trafik gibi kaynaklardan gelen hava kirleticilerinin, meteorolojik etkenlerle birlikte kentlerin hava kalitesine olan olumsuz etkileri tartışılmazdır. Hava kalitesindeki olumsuzlukların canlılar ve özellikle insan üzerine olan etkileri, yapılan bilimsel çalışmalarla gösterilirken, hava kirleticileri ve meteorolojik etkenler arasındaki ilişkiyi araştırmak bir problem olarak ortaya çıkmıştır. Bir gün sonraki hava kirleticileri (Partiküler Madde ve



Kükürt Dioksit) ölçümlerinin teker teker, bağımlı değişken olarak, meteorolojik ölçümleri ise bağımsız değişken olarak, modele dahil edilerek, bu ilişkinin araştırılma problemini ortaya çıkarmaktadır. Bu problem, Çoklu Doğrusal Regresyon yardımıyla çözülecektir. Ayrıca her iki hava kirleticisinin, aynı anda bağımlı değişken olarak alınması ile oluşturulacak modelin de, hava kirleticileri ve meteorolojik faktörler arasındaki ilişkinin araştırılma problemini ortaya çıkarmaktadır. Bu problem ise Kanonik Korelasyon Analizi ile çözülecektir.

Biyostatistik; biyolojik ve sağlık olayları ile ilgili bilgilerin toplanması, sınıflandırılması ve sunulması tekniklerini içeren, toplum parametrelerini tahmin eden ve olayların nedenlerine ilişkin doğru kararların alınmasına yardımcı olan bir bilim dalıdır (Özdamar, 2010b). Bu tanımdan yola çıkarak, Biyoistatistik bu ilişkiyi ortaya koyacaktır.

## **1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI**

Endüstrileşme, nüfus artışı, evlerin ısınmasında kullanılan yakıt, trafik gibi kaynaklardan gelen kükürtdioksit ve partiküler madde hava kirleticilerinin, meteorolojik etkenlerle olan ilişkilerini saptayıp, bu ilişki göz önünde bulundurularak, havadaki SO<sub>2</sub> ve PM miktarlarını önceden tahminleyecek modelleri kurmaktır.

## **1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ**

İnsan hayatının vazgeçilmezi haline gelen teknoloji, yaşantıyı kolaylaştırmıştır. İnsan yaşantısına faydası tartışılmazken, teknolojinin kullanım bedeli ise hava kirliliği

olmuştur. Gerçi son yıllarda üretilen arabaların emisyon ölçüm değerleri eskiye nazaran çok makul seviyelerde olsa da, kentlerdeki araç sayısının fazlalığı, bu açığı kapatmaktadır. Buna hızlı nüfus artışı ve diğer kaynaklar eklenince hava kirliliği bir sorun haline dönüşmektedir.

Sağlık üzerine olumsuz etkilerinin olduğu, bilimsel çalışmalarla gösterilen hava kirliliğinin önlenmesi için atılacak adımların geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Bununla birlikte bu geniş uygulama alanı içerisinde, mevcut durumda insanların kirlenmiş havayla karşılaşmaması, ilk aşamada alınacak tedbirler arasında düşünülmelidir. Bu noktada yetkililerin acil eylem planı dahilinde başvuracakları bir materyale ihtiyaçları olacaktır. Bu ihtiyacı karşılamak için, mevcut durumda kükürtdioksit ve partiküler madde hava kirleticilerinin ve meteorolojik faktörlerin ilişkisinden yola çıkılarak kurulan bir *ERKEN UYARI* sistemi devreye sokulabilir. Bu sayede insanların ve özellikle bebekler ve gelişme çağındaki çocuklar, gebe ve emzikli kadınlar, yaşlılar, kronik solunum ve dolaşım sistemi hastalığı olanlar, endüstriyel işletmelerde çalışanlar, sigara kullananlar, düşük sosyoekonomik grup içinde yer alanlar gibi risk gruplarının kirli havanın etkilerine direkt maruz kalmaları ve bundan doğacak sağlık problemleri önlenebilecektir. Yine önceden yapılacak tahminle gerekli önlemlerin alınması sağlanabilecektir. Böylece zamanın ve maddi olanakların yerinde kullanılması söz konusudur.

#### **1.4. LİTERATÜR ÇALIŞMASI**

Literatürde hava kirliliği ile ilgili çok fazla çalışma olmasına karşın, bu tez çalışmasının diğerlerinden ayrılan noktası, kullanılan parametre sayısının fazlalığı ve

parametrelerin ilişkilerinin değişen parametre sayısı altında farklı bir yöntem barındırmasıdır. Ayrıca Tokat ili için bu şartlar altında hazırlanan bir çalışma olmadığı için faydalı bir kaynak niteliği taşımaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan bazı çalışmalar verilmiştir.

Kartal (1985), "*Kayseri'deki Hava Kirliliği ve Kirletici Konsantrasyonlarının Meteorolojik Parametrelerle İlişkisi*" adlı doktora çalışmasında kükürt dioksit ve duman eser elementler gibi kirleticilerin meteorolojik parametrelerle olan ilişkisi incelenmiştir. Kükürt dioksit konsantrasyonları geliştirilmiş West-Gaeke yöntemi, duman konsantrasyonları reflektometrik yöntem ile ölçülmüştür (Kartal, 1985).

Şen (1985), "*Ayırimsız Nötron Aktivasyon Analizi Sonuçlarını Kullanarak Geliştirilen Hava Kirliliği Analiz Yönteminin İzmir İline Uygulanması*" adlı doktora çalışmasında alışlagelmiş kirlilik değerlendirmesinden ayrı olarak, elementlerin atmosferdeki davranışlarını incelemiş ve kimyasal elementlerle meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiyi araştırmıştır (Şen, 1985).

Döğeroğlu (1988), "*Azot oksitlerin hava kalitesine etkileri, Uzaklaştırılma ve Değerlendirilebilme Seçenekleri*" adlı yüksek lisans çalışmasında hava kirliliğinin toplam çevre kirliliğine katkısı ve bu olumsuz katkıyı yaratan kirletici bileşenlerin canlı ve cansız varlıklara etkisi üzerinde durmuş konu ile ilgili yasal düzenlemeler hakkında bilgi vermiştir. Hava kalitesini olumsuz yönde etkileyen azot oksitlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, insan ve çevre sağlığına etkileri, oluşumu ve kaynakları, ikincil giderme yöntemleri ve hatta geri kazanılan azot oksitlerin yararlı ürünlere dönüştürülmesi konularına yer vermiştir (Döğeroğlu, 1988).

Özlu (1995), "*Samsun ve Yakın Çevresinin Coğrafi Yönden Hava Kirliliği*" adlı yüksek lisans tezinde büyük hava durumları ile hava kirliliğinin coğrafi yönden incelenmesi esasına dayalı bir çalışma yapmıştır (Özlu, 1995).

Etikan (1996). "*Hava Kirliliği İle İlgili Ölçümlerle Meteorolojik Ölçümlerin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle İncelenmesi*" adlı doktora tezi çalışmasında çeşitli meteorolojik faktörlerle hava kirliliğinin göstergesi olan kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ile partiküler madde (PM) ölçümlerini ve ilişkilerini çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle incelemiştir (Etikan, 1996).

Uçar (1996), "*Şanlıurfa'da Hava Kirliliği ve Kontrolü*" adlı yüksek lisans çalışmasında Şanlıurfa'nın mevcut kirlenici kaynaklarının neler olduğu ve boyutlarının hangi safhada olduğu, en önemlisi GAP'ın merkezi olmasından dolayı gelecekte Şanlıurfa'yı çevre, özellikle hava kirliliği açısından nasıl bir geleceğin beklediği belirlenmeye çalışılmıştır (Uçar, 1996).

Uysal (2002), "*Çanakkale'de 1991-2001 Yılları arasında Hava Kirliliği Sorunu*" adlı araştırma makalesinde SO<sub>2</sub> ve PM parametreleri bakımından hava kirliliği seviyeleri araştırılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir (Uysal, 2002).

Ertürk (2002), "*Kütahya'da Hava Kirliliğinin Koyunların Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi*" adlı yüksek lisans çalışmasında iki farklı bölgede bulunan yaş, ırk ve yetiştirme özellikleri benzer olan dağlıç ırkı koyunların kan özellikleri karşılaştırılmıştır (Ertürk, 2002).

İrmak (2005), "*Yalova İli 2003-2004 Dönemi Hava Kirliliği Çalışması*" adlı yüksek lisans çalışmasında meteorolojik veriler ile kükürt dioksit ve partiküler madde hava kirlenitçilerini değerlendirmiştir

Gündoğdu (2006) "*Meteorolojik Parametrelerin Hava Kirliliğine Etkilerinin Yapay Sinir Ağları Modeli İle İncelenmesi*" adlı yüksek lisans çalışmasında İstanbul ili ele alınarak, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO kirletici parametreleri için uygun modeller oluşturulmuş ve bu modeller yardımı ile meteorolojik parametrelerdeki değişimin kirletici konsantrasyonlarına olan etkileri incelenmiştir (Gündoğdu, 2006).

Taş (2006), "*Hava Kirliliği ve Kastamonu Şehir Merkezi İçin Değerlendirme*" adlı yüksek lisans çalışmasında hava kirliliği ve meteorolojik verileri kullanarak araç sayıları ve nüfus ile ilgili geleceğe yönelik projeksiyonlar yapılarak 2020 yılına kadar olan değerler bulunmuş ve kirliliğin çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur (Taş, 2006).

Kunt (2007), "*Hava Kirliliğinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Modellenmesi ve Tahmini*" adlı yüksek lisans çalışmasında hava kirliliği ve meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi yapay sinir ağlarını kullanarak incelemiştir (Kunt, 2007).

Yüksek (2007), "*Hava Kirliliği Tahmininde Çoklu Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları Yönteminin Karşılaştırılması*" adlı doktora çalışmasında havadaki SO<sub>2</sub> tahmini için Yapay Sinir Ağları, Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi ve Bulanık Sinir Ağları yaklaşımları ile modellerin kurulması ve bu modellerden elde edilen sonuçların karşılaştırılmasını yapmıştır (Yüksek, 2007).

Erden (2009), "*Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Algularına Göre Coğrafya Dersi Öğrenme-Öğretme Süreci Açısından Çan'daki Hava Kirliliğinin İncelenmesi*" adlı yüksek lisans çalışmasında Lise 1. sınıf coğrafya dersi öğrenme-öğretme sürecinde öğrenci algularına göre Çan'daki hava kirliliği incelenmiştir (Erden, 2009).

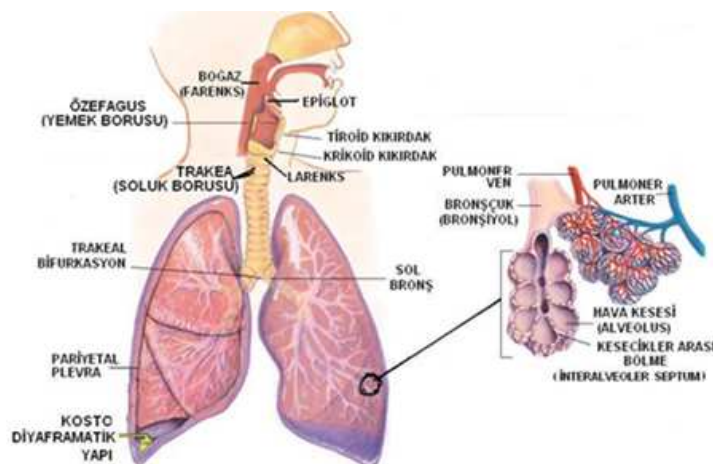
## II. BÖLÜM

### 2. HAVA KİRLİLİĞİ, KİRLETİCİLERİ VE METEOROLOJİSİ

#### 2.1. HAVA KİRLİLİĞİ

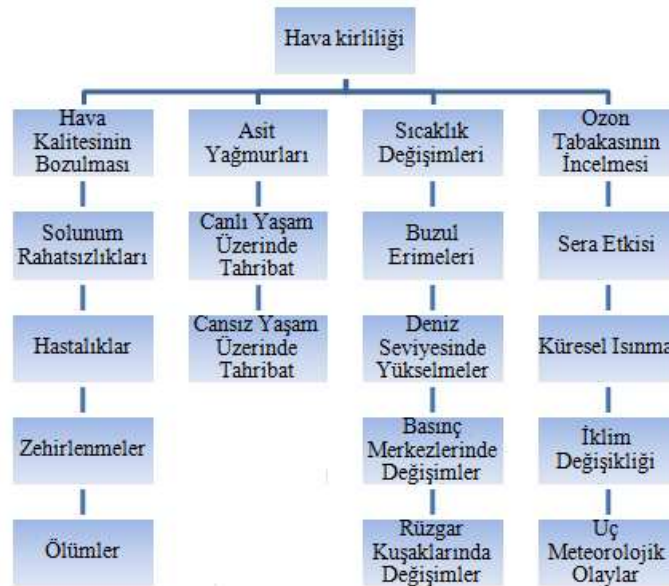
Hava, insan ve yaşayan tüm varlıkları direkt ilgilendiren önemli çevresel etkenlerden biridir (Chen, Huang, & Wang, 2009). İnsan için hayati önem taşıyan bu kaynağın kirlenmesi SO<sub>2</sub>, PM vb. kirleticilerin çevre ve sağlık üzerine olumsuz etki yapacak seviyede olmasıdır (Bayram, et al., 2006). Geniş anlamda hava kirlenmesi, "Havanın doğal yapısında bulunan esas maddelerin yüzde miktarlarının değişmesi veya yapısına yabancı maddelerin girmesi sonucu insan sağlığını ve huzurunu bozan hayvan, bitki ve eşyaya zarar verecek derecede kirlenmiş olan havadır" (R. S. H. M. B. Ç. S. A. Müdürlüğü).

İnsanın günlük ortalama 10-20 metreküp havaya gereksinimi bulunmaktadır. Hava kirleticileri insan vücuduna ağız, burun, nefes borusu ve akciğerler yolu ile girmektedir. Akciğere ulaşan hava kirleticileri kana karışarak vücuda yayılabilirler.



Şekil 2.1 Solunum Sistemi

Hava kirliliği solunum fonksiyonlarında bozulma, solunum sistemi hastalıklarında artış, kronik solunum sistemi hastalığı olan kişilerin hastalıklarının alevlenmesinde artış, göz, burun ve boğaz tahribatında artış, kronik kalp hastalığı olan kişilerin hastalıklarının alevlenmesinde artış, akciğer kanser vakasında artış, ölümlerde artış, iş veriminde ve üretiminde düşüş, sağlık tedavi masraflarında artış olmak üzere bir çok olumsuz etkisi bulunmaktadır (Öztürk, 2008b; TTB, 28.09.2011). Hava kirlleticilerin sağlığa olan etkisi belirli bir sürede ve belirli seviyelerdeki soluma ile gerçekleşmektedir. Savunma mekanizmaları tam olarak tamamlanmadığından, hava kirliliğinden en fazla etkilenen çocuklardır (Gökbel & Uzun, 1995). Yaşlılar da savunma mekanizmalarındaki yavaşlama nedeniyle diğer bir risk grubunu oluşturmaktadır. Bunların dışında gebe ve emzikli kadınlar, kronik solunum ve dolaşım sistemi hastalığı olanlar, endüstriyel işletmelerde çalışanlar, sigara kullananlar ve düşük sosyoekonomik grup içinde yer alanlar da hava kirliliğinden etkilenecek önemli risk gruplarını oluşturmaktadır.



Şekil 2.2. Hava Kirliliğinin Neticeleri (Varınca, et al., 2008)

## 2.2. HAVA KİRLİTİCİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Hava kirliliği için başlıca çevresel kirleticileri şu şekilde gösterilebilir.

**Tablo 2.1** Hava Kirliliğine Neden Olan Başlıca Kirleticiler (Yalaki, 2005)

Tarımsal Nedenler	Pestisid aerosoller, NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, katı partiküller
Elektrik üretimi	COX, NOX, SOX, UOX, PAH, nükleer fizyon
Endüstri şehirlerinden bırakılan gazlar	UOB, NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S
Maden ocakları	SO <sub>x</sub> , Pb, Cd, As, Hg, Ni, Tl, çeşitli partikül ve aerosoller
Metal endüstrisi	Çeşitli metaller, UOB' ler, asit yağmurları
Kimya ve elektronik endüstrisi	UOB'ler , Hg, çeşitli uçucu bileşenler
Genel kentsel / endüstri kaynakları	UOB, partiküller, aerosoller (PAH, PCB, dioksin, duman, çeşitli metaller)
Atıklar	Duman, aerosoller, çeşitli partiküller (COX, NOX, PAH, PCDD, PCDF....)
Taşımacılık	Eksoz gazları, aerosoller, çeşitli partiküller (Duman, COX, NOX, SOX, PAH, PAN, V, Mo....)
Olaysal kaynaklar (patlamalar vb.)	PAH, zehirli gazlar...
Hava taşımacılığı	Çeşitli PAH'lar

Hava kirliliği birincil ve ikincil kirleticiler ve kriter ve toksik hava kirleticileri olmak üzere iki grupta sınıflanmaktadır (Atımtay, et al., 2010).



### 2.2.1. Birincil ve İkincil Kirleticiler

Birincil hava kirleticileri, direkt olarak atmosfere verilenler, ikincil hava kirleticileri ise birincil kirleticilerle atmosferde bulunan birtakım kimyasal maddelerin reaksiyonu sonucu ortaya çıkanlardır.

Birincil ve ikincil hava kirleticileri atmosfere direkt verilip verilmeme durumuna göre değerlendirilip, doğal ve antropojenik kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğal kaynaklar, orman yangınları, volkanik olaylarda meydana gelen ince tozlar, doğada meydana gelen çiçek tozları vb. olmak üzere jeojenik ve biyojenik olarak değerlendirilmektedir (Bayat, 2011; Tecer, 2011). Antropojenik kaynaklar endüstri faaliyetleri, ulaşım, trafik, ısınmak için kullanılan yakıt kaynaklı olmak üzere insan etkisiyle oluşan kaynaklardır (Tecer, 2011).

Tablo 2.2'de birincil ve ikincil hava kirleticilerinin sınıflandırılması verilmiştir.

**Tablo 2.2.** Birincil ve İkincil Hava Kirleticileri (ÇEM, 2007b)

Sınıf	Birincil Kirleticiler	İkincil Kirleticiler
Kükürtlü Bileşikler	SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S	SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , sülfatlı bileşikler
Organik bileşikler	C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub> bileşikleri	Ketonlar, aldehitler, asitler
Azot bileşikleri	NO, NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> bileşikleri
Karbonun oksitleri	CO, (CO <sub>2</sub> )	Yok
Halojenler	HCl, HF	Yok
		Fotokimyasal Oksidantlar
		Oksidantlar (Ozon, PAN, NO <sub>2</sub> )

### 2.2.2. Kriter ve Toksik Hava Kirleticiler

Sağlık etkileri baz alınarak yapılmış sınıflamada kabul edilebilir hava kalitesi ile sağlıksız hava kalitesini birbirinden ayıran bir sınıflamadır (Atımtay, et al., 2010). Çevre ve halk sağlığı için zararlı olduğu düşünülen 6 kriter hava kirleticisi bulunmaktadır (Suh, Bahadori, Vallarino, & Spengler, 2000). EPA kriter hava kirleticilerini CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, çapı 10 ve 2.5  $\mu$ m'dan düşük olan PM, Pb partikülü olarak sıralarken (EPA, 2008), benzinin bir bileşeni olan benzen, enerji santralleri, imalat tesisleri, orman yangınları ve diğer yanma kaynaklarının ürettiği formaldehit, kuru temizleme tesislerinden yayılan perkloretilen, çoğu endüstri tarafından kullanılan metilen klorid (Daly & Zannetti, 2007; Suh, et al., 2000) gibi toksik kirleticileri ise 189 adet olarak belirlemiştir.

## 2.3. HAVA KİRLETİCİLERİ

Kirleticiler bir başka sınıflama olarak gaz kirleticiler, kalıcı organik kirleticiler, ağır metaller ve partiküler madde olmak üzere 4 grupta değerlendirilebilir (Castanas & Kampa, 2008; Varınca, et al., 2008).

### 2.3.1. Gaz Kirleticiler

#### 2.3.1.1. Kükürt Dioksit (SO<sub>2</sub>) ve Sağlık Etkisi

Dünya tarihinin ilk çağlarından beri SO<sub>2</sub> salınımı bulunmaktadır. İnsanlar, 1952 yılında Londra'daki epizottan sonra, havada yoğun olarak bulunan SO<sub>2</sub> ile ilgilenmiştir (Folinsbee, 1992).

Genel olarak katı ve sıvı yakıtların yanması sonucu yakıtta bulunan kükürtten dolayı oluşan SO<sub>x</sub> gazlar grubundan olan kükürt dioksit, renksiz, yanmaz, çözünebilen, tahriş edici ve patlamaz bir gazdır (Brook, et al., 2004). Suda çözünen ve havadaki su damlacıkları ile okside olan kükürt dioksitin atmosferdeki konsantrasyonu 785 µg/m<sup>3</sup>'e (300 ppb) ulaştığında (eşik değer) tadı, 1305 µg/m<sup>3</sup> (500 ppb) değerine (eşik değer) geldiğinde kokusu hissedilir (Etikan, 1996; Öztürk, 2010c).

Uzun mesafelere taşınabilen kükürt dioksit, nemle birlikte sülfirik asite dönüşerek gözleri, mukozayı ve solunum sistemini tahriş etmektedir. Yüksek konsantrasyondaki karbon dioksitin %95 üst solunum yollarından absorbe olur (Çimen & Öztürk, 2010). Solunum yollarının kasılmasına, pulmoner ödeme ve akciğer iltihabına, akut nefes darlığına, öksürüğe, burun akıntısına neden olmaktadır. Düşük konsantrasyonlardaki maruziyeti amfizem ve astım gibi kronik akciğer hastalıklarının kötüleşmesine neden olmaktadır. Yüksek dozda kükürt dioksit maruziyetinden sonra bulantı, kusma ve karın ağrısı rapor edilmektedir (Galea, 1964; Z. Meng, Zhang, Bai, Geng, & Liu, 2003; Öztürk, 2010c; Tecer, 2011).

Literatürde, 15-20 dakikalık bir kükürt dioksit maruziyetinden ölen iki insan konu edilerek yapılan bir çalışma (Galea, 1964), kısa süreli kükürt dioksit solunumundan sonra semptomatik bronkokonstrüksiyon üzerine bir çalışma (Balmes, Fine, & Sheppard, 1987), allerjik ergenlerde kükürt dioksit uyarılmış bronkokonstrüksiyonda albuterolün etkisi üzerine bir çalışma (Koenig, et al., 1987), akut ve kronik kükürt dioksit maruziyetinin, insanlar ve laboratuvar hayvanları üzerine etkisini araştıran bir çalışma (Petruzzi, Musi, & Bignami, 1994), kükürt dioksit solumasının astımlı insanların çoğunda bronkokonstrüksiyona neden olduğu üzerine bir çalışma (Lazarus, et al., 1997), fare üzerinde yapılan bir kükürt dioksit solumasının C

vitamini ve serulaplazmin üzerine olan etkilerini gösteren bir çalışma (Gumuslu, Korgun, Bilmen, Yargicoglu, & Agar, 2000), farenin çeşitli organlarındaki hücrelerde kükürt dioksitin etkilerinden zarar gören DNA üzerine bir çalışma (Z. Q. Meng, Qin, Zhang, & Bai, 2004), fareler üzerine yapılan yaşlanma süresince aktif kaçınılmaz öğrenme, antioksidan durumlar ve lipit peroksidasyon üzerinde kükürt dioksitin etkisi konulu çalışma (Yargicoglu, Sahin, Gumuslu, & Agar, 2007) olmak üzere tüm bu çalışmalar kükürt dioksitin insanlar ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkilerini göstermektedir.

**Tablo 2.3.** SO<sub>2</sub>'nin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi (Öztürk, 2010c)

SO <sub>2</sub> (ppm)	Maruz Kalma Süresi	Etkileri
0.037-0.092	Yıllık ortalama	185 µg/m <sup>3</sup> duman konsantrasyonu ile birlikte, solunum yolları ve akciğer hastalıklarında artışlar.
0.007	Yıllık ortalama	Yüksek partikül konsantrasyonu ile birlikte, çocuklarda solunum yolları hastalıklarında ilerleme.
0.11-0.19	24 saat	Düşük partikül konsantrasyonunda, yaşlı kimselerde solunum yolları hastalıklarında artış.
0.19	24 saat	Büyüklerde kronik solunum yolları hastalıklarında ilerleme.
0.19	24 saat	Düşük partikül konsantrasyonunda, ölüm oranlarında artış görülebilir.
0.25	24 saat	750 µg/m <sup>3</sup> duman konsantrasyonu ile birlikte, günlük ölüm oranlarında artış görülebilir (İngiltere). Hastalanmalarda ani artış.
0.5	10 dakika	Astım hastalarında egzersiz (hareket) halinde solunum direncinin artması.
5	24 saat	Sağlıklı kimselerde solunum direncinin artması.
10	10 dakika	Bronkospasm.
20		Göz tahrişi, öksürme.

**Tablo 2.4.** SO<sub>2</sub> ile İlgili Sınır Değerler (Öztürk, 2010c)

Ülkeler	Koruma Gerekeçesi	Ortalama Süre	Limit Değer	Marjinal Tolerans
<b>Türkiye</b>		24	400 µg/m <sup>3</sup>	
<b>AB</b>	İnsan Sağlığını Korumak	1 saat	350 µg/m <sup>3</sup>	Bir yıl içinde 24 defadan fazla olamaz
	Halk sağlığını Korumak	24 saat	125 µg/m <sup>3</sup>	Bir yıl içinde üç defadan fazla bu değer aşlamaz
	Ekosistem	Yıllık Kış ayı	20 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Avustralya</b>		1 saat	0.2 ppm	
		24 saat	0.08 ppm	
		Yıllık	0.02 ppm	
<b>Dünya Sağlık Teşkilatı</b>		10 dakika	500 µg/m <sup>3</sup>	
		24 saat	125 µg/m <sup>3</sup>	
		yıllık	50 µg/m <sup>3</sup>	
<b>A.B.D. EPA</b>		Yıllık	80 µg/m <sup>3</sup>	
		24 saat	365 µg/m <sup>3</sup>	

### 2.3.1.2. Azot Oksitler (NO<sub>x</sub>) ve Sağlık Etkisi

Hava kirliliği bakımından azot oksitler dış ortamda NO ve NO<sub>2</sub> olarak bulunmaktadır (Group, 1998). 1800 K'in üzerindeki yüksek sıcaklıklarda oluşan azot oksitlerin çoğu türü renksizdir, kokusuzdur, suda erimez ve solunum sisteminde en uç noktaya kadar solunurlar (Atımtay, et al., 2010). En uç noktaya kadar solunan azot oksitler kandaki hemoglobin ile birleşmektedir. Ciğerdeki nemle birleşip nitrik asit

oluşturur. Bu nitrik asitin yoğunluğu az olsa da zamanla birikerek solunum yolu hastalıkları semptomlarında artışa neden olmaktadır (Ergeneman, Arslan, Kutlar, & Mutlu, 1998). Araçların motorlarında yanma sonucu içerisinde azot oksitin de bulunduğu egzoz emisyonları olduğundan özellikle trafiğin yoğun olduğu yerlerde azot dioksitin solunması durumunda astımlılarda hava yolu duyarlılığında ve çocuklarda alt solunum yolu enfeksiyon görülme sıklığında artışlar görülmektedir (Folinsbee, 1992). Azot dioksit konsantrasyonu 150 ppm ( $285 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) üzeri olduğunda insan üzerinde öldürücü etkisi vardır (Öztürk, 2010a).

Literatürde, azot dioksite maruziyetin insan üzerine etkileri ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte yüksek konsantrasyonlu azot oksitlere maruziyet akciğerlerin tahriş olmasına ve dolayısıyla akut solunum hastalıklarına neden olabilir (Hasselblad, Eddy, & Kotchmar, 1992). Azot dioksit konsantrasyonlarının astımlı hastalarda ve belirgin olarak solunum sistemi hastalıklarına bağlı ölüm riskinde artışa neden olduğu görülmektedir (Sunyer, Basagaña, Belmonte, & Antó, 2002). Azot oksitin, pulmoner arteriyel hipertansiyonda etkili ve ayırıcı olduğu gösterilmektedir (Perez-Penate, et al., 2005). Akciğer gelişiminde solunan azot dioksit ve dizel egzozun yaşa bağlı olarak küçük ve büyük fareler üzerine etkileri araştırılmaktadır (Mauderly, et al., 1987).

**Tablo 2.5.** Kısa Süreli NO<sub>2</sub> Konsantrasyonunun İnsanlara Etkisi (Öztürk, 2010a)

Etki	NO <sub>2</sub> konsantrasyonu		Ek süresi
	mg/m <sup>3</sup>	ppm	
Koku eşiğinde	0.23	0.12	Derhal
Eşik değeri	0.14	0.075	Belgelenmemiş
koyuluk adaptasyon İçin	0.50	0.26	Belgelenmemiş
Artan solunum yolu direnci	1.3 – 3.8	0.7 – 2.0	20 dakika*
	3.0 – 3.8	1.6 – 2.0	15 dakika
	2.8	1.5	45 dakika**
	3.8	2.0	45 dakika***
	5.6	3.0	45 dakika+
	7.5 – 9.4	4.0 – 5.0	40 dakika++
	9.4	5.0	15 dakika
	11.3 – 75.2	6.0 – 40.0	5 dakika
Akciğer difüzyon kapasitesindeki azalma	7.5 – 9.4	4.0 – 5.0	15 dakika

\* Temas 10 dakikalıktır. Temasın bitiminden 10 dakika sonra akış direncine etki gözlenir.

\*\* Bu konsantrasyonda kronik solunum hastalıkları meydana gelir.

\*\*\* Kronik solunum hastalıkları oluşur.

+ Etkileşim oluşur.

++ Temas süresi 10 dakikaya uzadığında, 30 dakika sonra en büyük etki akış direncidir.

**Tablo 2.6.** Çeşitli Ülkelerde Uygulanan Azot Dioksit İçin Sınır Değerleri (Öztürk, 2010a)

Ülke	Temas Süresi	Sınır Değeri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Türkiye	24 saat	300
	Aylık	100
Dünya Sağlık Teşkilatı	1 saat	200
	Yıllık	40
AB	1 saat	200
	Yıllık	40 (2010)
A.B.D. EPA	Yıllık	100

\*: Azot dioksit için:  $\text{mikrogram}/\text{m}^3 = \text{ppm} \cdot 46 \cdot 10^3 / (62.36 \cdot (T \cdot P))$ ,  
 $(100 \text{ mikrogram}/\text{m}^3) / 1913 = 0.053 \text{ ppm}$

**Tablo 2.7.** Azot Dioksitin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

NO <sub>2</sub> (ppm)	Süre	Etkiler
0.12	-	Koku algılama sınırı.
0.3	3.75 saat	FVC ve FEV de küçük artışlar (%5-9).
1.5-2	2-3 saat	Sağlıklı yetişkinlerde havayla artan solunum yolu şikayetleri.
1	15 dakika	Bronşitli kişilerin solunum yollarında direncin artması .
2.5	2 saat	Sağlıklı kişilerde solunum yollarında direncin artması.
5	15 dakika	Akciğerde gaz alış-verişinin engellenmesi.



10	-	Koku algılanmasının engellenmesi.
50	-	Geri dönüşümlü bronşiyolitis.
150	-	2-3 hafta içinde bronşiyolitis fibrosa obliterans sonunda ölüm.
≥2	1-3 saat	Akciğer fonksiyonlarında değişme.

### 2.3.1.3. Karbon Monoksit (CO)

Karbon monoksit renksiz, kokusuz, tahriş etmeyen, zehirli, tatsız bir gazdır ve yakıttaki karbonun tam olarak yanmaması ile oluşmaktadır (Atımtay, et al., 2010; Goldsmith & Landaw, 1968; Öztürk, 2010b). Amerika'da karbon monoksit sonucu kaza ile 1000, intihar nedeniyle 6000 kişi hayatını kaybetmektedir (Doherty, 2000). Karbon monoksitin en büyük kaynağı motorlu araçlar başta olmak üzere, endüstriyel ürünler ve yangın da kaynak teşkil etmektedir. Karbon monoksit atmosferde %0.001 oranında bulunmaktadır (Kırel, Akın, Sezgin, Yalınbaş, & Ünal, 2005).

Bu gaz solunduğunda tam olarak anlaşılamayan bir anestezi etkisinin olduğu bilinse de vücut bunu dengelemezse kalp kası daha fazla oksijene ihtiyaç duyar ve solunum durması, oksijen yetersizliğine bağlı boğulma ve ölümle sonuçlanabilir (Gorman, Drewry, Huang, & Sames, 2003).

Literatürde karbon monoksitin insan sağlığına etkileri üzerine çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Karbon monoksitin yüksek konsantrasyonları kalp hastalığı riskini artırdığı görülmektedir (Omaye, 2002). Yangından kaynaklanan dumanın

solunması sonucu ölen bireylerin ciğerlerinde sıvı tutulumu ve ödem olduğu görülmektedir (Fein, Grossman, Jones, Hoeffel, & Mckay, 1980).

**Tablo 2.8.** Şehir İçi Bölgelerde Bir Saatlik Ortalama Karbon Monoksit Konsantrasyonu (Öztürk, 2010b)

<7.5 mg/m <sup>3</sup>	İyi Hava
7.5 ila 15 mg/m <sup>3</sup>	Kabul edilebilir hava
>15 mg/m <sup>3</sup>	Kötü Hava

**Tablo 2.9.** Karbon Monoksitin Sağlık Üzerine Etkisi (Öztürk, 2010b)

Karbon Monoksit (ppm)	Süre (saat)	COHb (%)	Etkisi
40	2	2	
200	2-3	5	Orta şiddetli baş ağrısı, yorgunluk, bulantı ve baş dönmesi
400	1-2		Ciddi baş ağrısı
10 – 15	≥8	≈2,5	Sinir sisteminde aksaklık
30	≥8	5	Piskomotor sisteminde aksamalar
100	8	≈10	Baş ağrısı, baş dönmesi, kandiyak, ve pulmoner fonksiyonlarda aksaklıklar.
		20	Kardiyovasküler sistemde arızalar elektrokardiyografik anormallikler.
		40	Hareket halindeyken düşmeler.
		60	Baygınlık, geri dönüşümün meydana gelmesi halinde ölüm
		80	Ölüm
3200	5-10 dakika		Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı ve maruz kalma bir saat devam ederse ölüm
6400	1-2 dakika		Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı ve maruz kalma 20-30 dakika devam ederse ölüm
12 800	1-3 dakika		Ölüm

**Tablo 2.10.** Karbon Monoksit İçin Sınır Değerleri (Öztürk, 2010b)

Ülke	Süre	Sınır Değer ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Türkiye	24 saat	30.000
	Yıllık	10.000
Avustralya	8 saat	9 ppm
AB	8 saat	10.000
İngiltere	8 saat	10.000
Dünya Sağlık Teşkilatı	15 dakika	100.000
	30 dakika	60.000
	1 saat	30.000
	8 saat	10.000
A.B.D. EPA	1 saat	35 ppm
	8 saat	9 ppm

#### 2.3.1.4. Ozon ( $O_3$ )

Renksiz, keskin kokulu bir gaz olan Ozon normal oksijenden daha az karardır. Ozonun yaklaşık %90'ı stratosfer tabakasında (15-30 km) bulunmaktadır. Güneş ışığı ile birlikte, azot oksitleri ve uçucu organik bileşikler arasındaki atmosferik reaksiyonlar sonucu oluşan ikincil bir kirleticidir (Çelik, Bacanlı, & Görgeç, 2008; Yeşilyurt & Akcan, 2001).

Ozonun fizyolojik etkileri ilk olarak 1851'de Schönbein tarafından öksürük ve göğüste acı şikayeti semptomları ile ortaya konulmaktadır (Folinsbee, 1992). İlkbahar

ve yaz aylarında Ozon artışına bağlı olarak astımlılarda ölüm riskinin arttığı gözlenmektedir (Sunyer, et al., 2002). Bir başka çalışmada yaz aylarında yüksek konsantrasyona maruz kalan astımlı yetişkinlerde astım semptomlarının arttığı gözlenmektedir (Khatri, et al., 2009). Akciğer iltihabı başlattığı gösterilmektedir (Schapira & Uysal, 2003). Bir başka çalışmada akciğer fonksiyonlarında azalmaya neden olduğu gösterilmektedir (Brauer, Blair, & Vedal, 1996).

**Tablo 2.11.** Ozon'un Sınır Değerleri ve Sağlık Üzerine Etkileri (Rasplicka)

Ozon (ppm)	Etkileri
0.001	Aşırı duyarlı insanlar tarafında algılanan en düşük değer. Ayrıntılı elektronik ekipman ile ölçülebilir.
0.003	%50 güvenli laboratuvar ortamında koku algılanacak eşik değer.
0.003-0.010	Temiz havada sıradan bir insanın algılayacağı eşik değer, çoğu normal insan algılayabilir.
0.020	%90 güvenli laboratuvar ortamında koku algılanacak eşik değer.
0.001-0.125	Doğal atmosferde bulunan tipik ozon miktarı. Konsantrasyon miktarı, yüksekliğe, atmosferik şartlara ve yere göre değişiklik gösterir.
0.020-0.040	1964'de bazı büyük şehirlerdeki temsili ortalama oksidant konsantrasyonu. Bu oksidantların yaklaşık %95 ya da fazlası genel olarak ozon olarak kabul edilir.
0.050	ASHRAE tarafından önerilen maksimum izin verilebilir konsantrasyon.
0.064	Fotokimyasal oksidantlar için önerilen ulusal çevre hava kalitesi standardı Maksimum 1 saat, yılda bir kereyi geçmeyecek.
0.100	Endüstriyel çalışma alanlarında maksimum izin verilebilir konsantrasyon Günde 8 saat, haftada 6 gün.
0.200	Mesleki ve deneysel durumlar altında uzun süre maruz kalanlarda hastalık görülmemiştir. Yaklaşık 0.300 ppm eşik seviyesinde burun ve boğazda tahrişe neden olmaktadır.
0.300	Bazı bitki çeşitlerinde ozonun etkileri görülmeye başlamaktadır. Ağaç yapraklarında siyah benekler, lekeler, genel solgunluk gözükür.
0.500	Mide bulantısı ve baş ağrısına neden olmaktadır. Maruziyetin uzaması akciğer

	ödemine, solunum yolu enfeksiyonlarının duyarlılığını artırmaktadır.
1.00-2.00	Gönüllüler tarafından 2 saat boyunca solunan bu seviye ozon baş ağrısı, göğüste yanma ve solunum yollarında kuruluğa neden olmaktadır.
1.40-5.60	70 dakika boyunca bu seviye ozona maruz kalan benekli fasulyenin tüm yapraklarında bazı zararlar gözükmemektedir.
5.00-25.00	3 saat boyunca kobaylarda yapılan 12 ppm lik ozon maruziyeti deneyleri, ölümle sonuçlanmaktadır.
25.00 ve üzeri	Hayvan deneyleri temel alınarak yapılan sonuçlardan, insan hayatı için ani bir tehlikedir.

### ***2.3.1.5. Uçucu Organikler (UOB) ve Sağlık Etkisi***

Alifatik veya Aromatik yapıda olan UOB'lerin, 300'den fazla çeşidi bulunmaktadır. Kaynama sıcaklığı 250<sup>0</sup> C'ye kadar olan ve atmosferik fotokimyasal reaksiyon ile hava kirliliğine neden olan hidrojen ve karbondan oluşan hidrokarbonlardır (Ellul & Nolle, 1998). Fosil yakıtlı motorlardan, boya çözücülerden, benzinden, atık arıtma tesislerinden kaynaklanan emisyonlar atmosferde güneş ışığı ile ozona dönüşür. Düşük konsantrasyonlarda baş ağrısı, sinir sistemine olan zararı, astım ve kanser, hematolojik problem gibi akut ve kronik olmak üzere geniş bir alanda sağlık üzerine etkisi bulunmaktadır (Harrison, Delgado-Saborit, Aquilina, Meddings, & Baker, 2009).

**Tablo 2.12.** Bazı Uçucu Organik Bileşikler için Toksikite Değerleri (Akyüz & Veli, 2006)

Kimyasal	Referans doz (mg/kg/gün)	Kanser faktörü (mg/kg/gün) <sup>-1</sup>	US EPA Kanser Sınıflandırması
Benzen	$8.57 \times 10^{-3}$	$2.73 \times 10^{-2}$	A (Kansorejen)
Toluen	$1.14 \times 10^{-1}$	-	-
Etilbenzen	$2.86 \times 10^{-1}$	-	-
Ksilen	$2.86 \times 10^{-2}$	-	-
Stiren	$2.86 \times 10^{-1}$	-	-
Karbon tetraklorür	$7 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-1}$	B2 (Kanser olma olasılığı yüksek)
Kloroform	$1 \times 10^{-2}$	$6.1 \times 10^{-3}$	B2 (Kanser olma olasılığı yüksek)
Vinil klorür	$9 \times 10^{-3}$	0.6	C (Kanser olma ihtimali var)
Metil klorür	$6 \times 10^{-2}$	$7.5 \times 10^{-3}$	B2 (Kanser olma olasılığı yüksek)
Etilen dibromür	-	85	B2 (Kanser olma olasılığı yüksek)

### 2.3.2. Kalıcı Organik Kirleticiler (KOK) ve Sağlık Etkisi

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından 12 belalı zehir diye adlandırılan ve hava, su ve toprakla taşınabilen KOK'lar, doğada uzun süre kalabilmekte, besin zinciriyle insana geçip yağ dokuda birikerek sağlığı tehdit etmektedir (Çakar). Fetüs ve bebeklerde gelişim bozukluğu, üreme problemleri, cilt hastalıkları, hormonal bozukluklar, duygu durum değişikliği, zihinsel performans azalması, diyabet, ve alyuvarlarda değişiklik, kanser riski, karaciğer hasarı, bağışıklık, endokrin sistem bozuklukları olmak üzere çok geniş bir etki alanı vardır (Damstra, 2002; Talsness, 2008).

**Tablo 2.13.** 12 Kalıcı Organik Kirletici ve Sağlık Etkisi (Ç. v. Ş. Bakanlığı)

<b>Kimyasal</b>	<b>Sağlık Etkisi</b>
Aldrin	Toksik, çevre için tehlikeli, kanserojenik etki için sınırlı delil, cilt ile temasında ve yutulduğunda toksiktir, uzun süreli maruziyette sağlığa ciddi hasar tehlikesi.
Klorodan	Zararlı, çevre için tehlikeli, kanserojenik etki için sınırlı delil, cilt ile temasında ve yutulduğunda sağlığa zararlıdır.
DDT	Toksik, çevre için tehlikeli, yutulması halinde toksik, kanserojenik etki için sınırlı delil, uzun süreli maruziyette sağlığa ciddi hasar.
Dieldrin	Çok toksik, çevre için tehlikeli, yutulması halinde toksik, cilt ile teması halinde çok toksik, kanserojenik etki için sınırlı delil.
Endrin	Çok toksik, çevre için tehlikeli, cilt ile temasında toksik, yutulması halinde çok toksik.
Heptaklor	Toksik, çevre için tehlikeli, cilt ile teması ve yutulması halinde toksik, asitlelerle temasında çok toksik gaz çıkarır.
Mireks	Zararlı, çevre için tehlikeli, cilt ile temasında ve yutulması halinde zararlıdır, doğurganlığı azaltma olası riski, doğmamış çocuğa zarar verme olası riski, emzirilen bebeklere zarar verebilir.
Toksafen	Toksik, çevre için tehlikeli, cilt ile temasında zararlı, yutulması halinde toksik, solunum sistemini ve cildi tahriş eder, kanserojenik etki için sınırlı delil.
Hekza-klorobenzen (BHC)	Patlayıcı, toksik, çevre için tehlikeli, kansere neden olabilir, uzun süreli maruziyette sağlığa ciddi hasar tehlikesi, yutulması halinde toksik.
Poliklorlu Bifeniller (PCB'ler)	Aşındırıcı, zararlı, çevre için tehlikeli, biriktirici etki tehlikesi.
Dioksinler	Klorakne, karaciğer hasarı, kanser, sinir, bağışıklık ve üreme sistemlerinde hasar, doğmamış bebeklerde bozuk oluşumlar, endokrin sistem bozulmaları (Çok, 2010).
Furanlar	Klorakne, karaciğer hasarı, kanser, sinir, bağışıklık ve üreme sistemlerinde hasar, doğmamış bebeklerde bozuk oluşumlar, endokrin sistem bozulmaları (Çok, 2010).

### 2.3.3. Ağır Metaller ve Sağlık Etkisi

Binlerce yıldır insanlar tarafından kullanılan, birim yoğunluğu  $5 \text{ g/cm}^3$  den fazla olan, fosil yakıtların yanması, endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan ağır metallerin başlıca tehlikeli olanları kurşun, kadmiyum civa ve arseniktir (Jarup, 2003).

İyi bir nörotoksin olarak bilinen ve en genel ağır metal kirleticisi olan kurşun, çocuklarda sinir gelişiminin, kemiklerde biriktiği için hamilelikte ve sonrasında bebeğin zarar görmesine neden olmaktadır (Organization, 2007). Akut kurşun zehirlenmesinde baş ağrısı, asabiyet, karın ağrısı ve sinir sistemi ile ilgili çeşitli semptomlar görülmektedir (Jarup, 2003).

**Tablo 2.14.** Kurşunun İnsan Sağlığı Üzerinde Yaptığı Etkiler (ÇEM, 2007a).

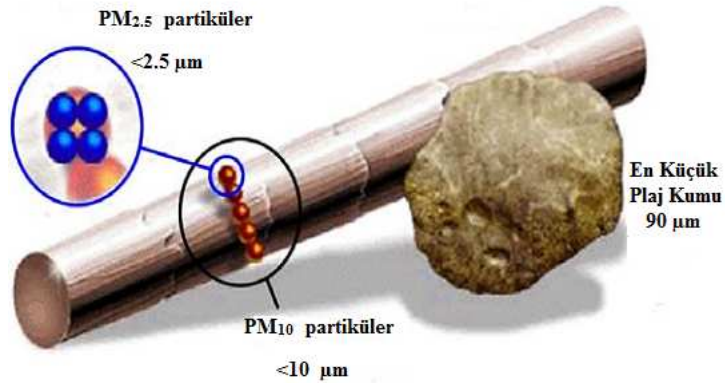
İnsan kanındaki kurşun seviyesi ( $\mu\text{g/dL}$ )	Etkiler
15	Tüm çocuk popülasyonu için öngörülen ortalama maksimum seviye.
30	Her bir çocuk için öngörülen maksimum seviye.
40	Çocuklarda anemi.
50	Erginlerde anemi, nörolojik bozukluklar. Çocuklarda sinir sisteminde bozukluklar.
80	Çocuklarda kalıcı şiddetli nörolojik tahribat.
100	Akut zehirlenme, mide-barsakda ve beyinde zararlı etkiler.
300	Koma, ölüm.
Hava Kalitesi Standardı	$1.5 \mu\text{g/m}^3$ .



### 2.3.4. Partiküler Madde (PM) ve Sağlık Etkisi

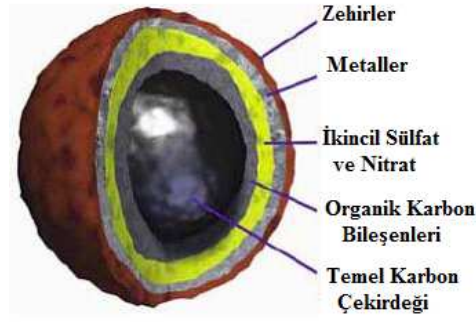
Havadaki partiküler madde, atmosferdeki asılı kalan çok küçük tanecikli katı veya sıvı partikülleri kapsamaktadır. Kükürt dioksit ile özelliklerle kentlerde mevcut olan bir kirleticidir (Yeşilyurt & Akcan, 2001). Bazı partiküller direkt kaynaktan yayılırken bazıları ise endüstri ve araçlardan salınan kükürt dioksit ve azot oksitlerin atmosferdeki reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Şekil 2.3'ten de görüldüğü gibi sağlık açısından zararlı partiküler maddeler çapı  $10 \mu\text{m}$  den küçük olan kaba partiküler madde denilen  $\text{PM}_{10}$  ve çapları  $2.5 \mu\text{m}$  den küçük olan ve ince partiküler madde denilen  $\text{PM}_{2.5}$  dir.

Gözle görülmeyen  $2.5 \mu\text{m}$ 'dan küçük olan partiküller solunumun en uç noktalarına kadar solunarak, solunum ve kardiyovasküler sistemi etkilemektedir. Kalp hastalıklarını kötüleştirmekte, ani kalp ataklarına neden olmaktadır (CATF, 2005).



Şekil 2.3. Partiküler Madde Boyutu (Auckland, 2007)

Normal olmayan kalp ritimleri ve kalp atakları ve damar sertliği, inme sıklığında artış, kalıcı solunum zararı, akciğer fonksiyonlarında kronik kötü etkiler gibi zararları bulunmaktadır (CATF, 2005). Şekil 2.4'de dizel partikül bileşenin yapısı verilmektedir.



**Şekil 2.4.** Dizel Partikül Bileşenleri (CATF, 2005)

Literatürde partiküler madde düzeyindeki artışın 65 yaş ve üzerindeki astım ve kronik obstrüktif akciğer hastalıklarında artış olduğu gözlenmektedir (Samet, Dominici, Curriero, Coursac, & Zeger, 2000). Partiküler maddeye bağlı olarak, kalp hastalığı şikayetleriyle klinik başvuruları arasında bir anlamlı bir ilişkinin olduğu gözlenmektedir (Ito, et al., 2011).

**Tablo 2.15.** Hava Kalitesi İndeksi İçin Geliştirilen Renkler (Öztürk, 2008a)

Hava Kalitesi İndeksi Değeri (Konsantrasyon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ))	Sağlıkla İlgili	Seviye
0 ila 50 (0-54)	İyi	Yeşil
51 ila 100 (55-154)	Orta	Sarı
101 ila 150 (155-254)	Hassas gruplar için sağlığa zararlı	Portakal Rengi
151 ila 200 (255-354)	Sağlığa zararlı	Kırmızı
201 ila 300 (355-424)	Sağlığa çok zararlı	Mor
301 ila 500 (425-504)	Tehlikeli	Kestane rengi

**Tablo 2.16.** Partiküler Madde Konsantrasyonu ile İlgili HKİ İçin Kirletici-Spesifik Uyarı Açıklamaları ve Kirletici-Spesifik Sağlık Etkileri Açıklaması (Öztürk, 2008a)

<b>İndeks* Değeri (Konsantrasyon (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>))</b>	<b>HKİ için Kirletici- Spesifik Uyarı Açıklamaları</b>	<b>HKİ için Kirletici-Spesifik Sağlık Etkileri Açıklaması</b>
0 ila 50 (0-54)	Hiçbiri	Hiçbiri
51 ila 100 (55-154)	Genel olmamak üzere hassas kişiler, uzun süreli açık veya yoğun açık havada güç harcamayı azaltmalıdırlar.	Hiçbiri
101 ila 150 (155-254)	Akciğer veya kalp hastası kişiler ile yaşlılar ve çocuklar, uzun süreli veya yoğun açık havada güç harcamayı azaltmalıdırlar.	Solunuma ilişkin semptomlarda artma ihtimali ve akciğer hastalarında, astımlı gibi, kötüleşme.
151 ila 200 (255-354)	Akciğer veya kalp hastası kişiler ile yaşlılar ve çocuklar, uzun süreli veya yoğun açık havada güç harcamayı azaltmalılar. Başkaca herkes, uzun süreli veya yoğun açık havada güç harcamayı azaltmalıdır.	Solunum sistemi semptomlarında artma ihtimali ve akciğer hastalığı olanlarda, astımlı gibi, kötüleşme; genel halk üzerinde muhtemelen solunumla ilgili etkiler.
201 ila 300 (355-424)	Akciğer veya kalp hastası kişiler ile yaşlılar ve çocuklar, açık havada tüm fiziksel aktivitelerden kaçınmalıdırlar. Başkaca herkes, uzun süreli veya yoğun açık havada güç harcamaktan kaçınmalıdır.	Solunuma ilişkin semptomlarda önemli artışlar ve akciğer hastalığı olan kişilerde, astımlı gibi, kötüleşme; genel halk üzerinde solunumla ilgili etkilerde artma ihtimali.
301 ila 500 (425-504)	Akciğer veya kalp hastası kişiler ile yaşlılar ve çocuklar, evde kalmalı ve aktivite seviyelerini azaltmalıdırlar. Başkaca herkes, açık havada tüm fiziksel aktivitelerden kaçınmalıdır.	Solunuma ilişkin semptomlarda ciddi riskler ve akciğer hastalığı olanlarda, astımlı gibi, kötüleşme; genel halk üzerinde muhtemelen solunumla ilgili etkiler.

\* Partikül madde (PM10) için HKİ 24 saatlik partikül madde kons. ortalaması esas alınarak belirlenmiştir.

## 2.4. HAVA KİRLİLİĞİ METEOROLOJİSİ

### 2.4.1. Meteoroloji

Meteoroloji, atmosferde meydana gelen hava olaylarının oluşumunu, gelişimini ve değişimini matematik, fizik, kimya gibi pozitif bilimlerin esaslarına dayanarak nedenleri ile inceleyen ve bu hava olaylarının canlılar ve dünya açısından doğuracağı sonuçları araştıran bir bilim dalıdır (Ertaş, 2004; D. M. İ. G. Müdürlüğü).

### 2.4.2. Atmosfer

Atmosfer, yer küreyi saran güneşten gelen enerjinin hızlı bir şekilde uzaya geri dönmesini önleyen hayatın gelişmesini ve sürekliliğini sağlayan gaz kütesidir (Çelik, 2008; D. M. İ. G. Müdürlüğü).

### 2.4.3. Atmosferin Bileşimi

Atmosferde bulunan ve canlı hayatı için önem arz eden, atmosferin %99'unu oluşturan en önemli iki gaz nitrojen ve oksijendir. Bunun dışında karbondioksit, su buharı, ozon gibi miktarı değişebilen gazlar ve her zaman havada bulunmayan kirleticiler grubuna giren gazlar mevcuttur. Tablo 2.18'da atmosferin kendi bileşimini oluşturan diğer gazlar verilmektedir.

**Tablo 2.17.** Atmosferde Bulunan Gazlar Hacimsel Yüzdesi, Moleküler Ağırlığı ve Havaya Göre Yoğunluğu (Ertaş, 2004)

Gaz Adı	Hacimsel Yüzdesi	Moleküler Ağırlığı	Havaya Göre Yoğunluğu
Azot (N <sub>2</sub> )	78.084 ± 0.004	28.016	0.967
Oksijen (O <sub>2</sub> )	20.946 ± 0.002	32.000	1.105

Argon (Ar)	$0.934 \pm 0.001$	39.942	1.379
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	$0.030 \pm 0.003$	44.010	1.529
Neon (Ne)	$(1.821 \pm 0.004) \times 10^{-3}$	20.182	0.695
Helyum (He)	$(5.239 \pm 0.005) \times 10^{-4}$	4.003	0.138
Kripton (Kr)	$(1.14 \pm 0.01) \times 10^{-4}$	83.800	2.868
Hidrojen (H <sub>2</sub> )	$5.0 \times 10^{-5}$	2.016	0.070
Xenon (Xe)	$(8.7 \pm 0.1) \times 10^{-6}$	131.300	4.524
Ozon (O <sub>3</sub> )	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$	48.000	1.624
Kuru Hava		28.966	1.000

#### 2.4.4. Atmosferin Katları

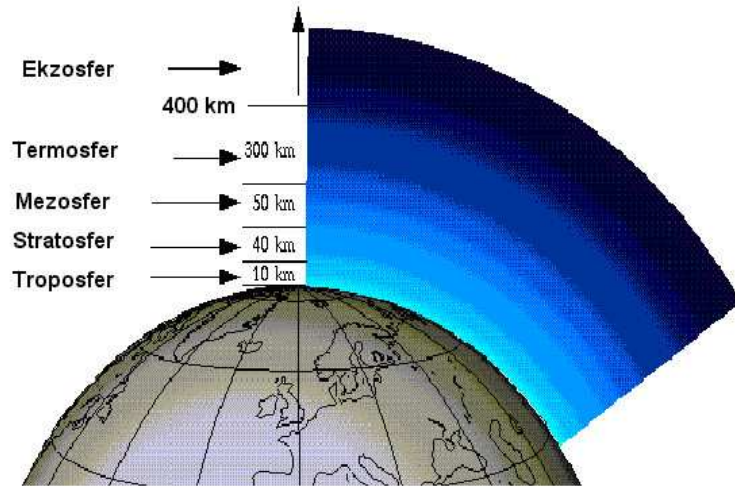
Atmosfer tabakalarının sınıflamaları gazlara, fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve sıcaklığına göre değişmektedir. Atmosferi oluşturan gazlar deniz seviyesinden 1000 km yukarı uzanmaktadır. Ayrıca gazları yoğun olduğu bölge ilk 40 km'lik kısımdır (D. M. İ. G. Müdürlüğü).

Troposfer, atmosferde oluşan tüm hava olaylarının gerçekleştiği yaklaşık olarak ilk 15 km'lik kısımdır. Hava olaylarının geneli troposferde ya da stratosferin alt kısımlarında gerçekleşmektedir. Troposfer atmosfer ağırlığının %75'ini, su buharının yaklaşık %99'unu barındırmaktadır ve sıcaklık yukarı çıkıldıkça her 100 metrede  $0.65^{\circ}\text{C}$  düşerek troposferin uç noktasında sıfırın altında  $50-60^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşmaktadır. Troposferde yükseldikçe sıcaklık azalmasının durduğu yere tropopoz denmekte ve kalınlığı 8 ila 18 km arasında değişmektedir (D. M. İ. G. Müdürlüğü).

Kararlı tabaka ya da ozonosfer de denilen stratosfer, yaklaşık 15 ila 50. km'ler arasındaki tabakadır. Güneş ile tepkimeye giren ozon gazını ihtiva etmesinden dolayı sıcaklık yükseldikçe artarak  $-45^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşmaktadır (D. M. İ. G. Müdürlüğü).

Mezosfer, stratosferden sonra yaklaşık 50 ila 80. km'ler arasında bulunan yükseldikçe sıcaklığın azalma gösterdiği tabakadır.

Sıcaklığın önce yavaş daha sonra hızla arttığı tabaka olan termosfer 100 ila 200. km'ler arasındadır. Sıcaklık  $1100-1650^{\circ}\text{C}$  arasında değişmektedir.



**Şekil 2.5.** Sıcaklığa Göre Atmosferin Tabakaları (D. M. İ. G. Müdürlüğü)

#### 2.4.5. Atmosferik Kararlılık

Kararlılık, sistemin bozulduğunda ne olacağını tanımlayan bir kavramdır. Bir gemi dalga tarafından yana doğru eğildiğinde kararlı olduğundan, hızlı bir şekilde dik pozisyona döner. Bir bowling topunun altındaki bir top kararlıdır. Azıcık bir itmenin ardından, geri başlangıç pozisyonuna döner. 1500 metre yükseklikteki büyük bir bulut

tabakası genellikle kararlıdır. Bu tabakanın, ne aşağıdan gelen yukarı yönlü hava akımlarının etkisiyle düzeni bozularak yükselişe geçer ne de yukardan gelen aşağı yönlü hava akımının etkisiyle aşağı iner. Örneğin yukarı yönlü bir hava akımı bir bulut tabakasını itmeye çalışabilir fakat hızlı bir şekilde önceki yüksekliğine geri düşecektir. Aşağı yönlü bir hava akımı için de aynı durum söz konusudur (JSR, 2008).

Nötr denge, mukavemet göstermeyen, genişlemeyen küçük bir değişiklik durumunu ifade ederken, kararsız denge ise küçük bir değişiklikle büyük değişikliğin oluşması ve bundan dolayı giderek değişikliğin artması olarak adlandırılır (JSR, 2008).

Atmosferik kararlılıkta, basıncın, yoğunluğun, sıcaklığın ve nem içeriğinin rolleri bulunmaktadır. Kararlılık, hava ve etrafındaki görelî yoğunluğa bağlıdır. Havanın yoğunlunu ölçmek kolay olmadığından, ölçümü çok daha kolay olan sıcaklık ve yoğunluk arasındaki bağıntı kullanılmaktadır. Saptanan sıcaklığa göre atmosferde düşey hareketlerin var olup olmayacağı yani atmosferik kararlılık durumunun bulunmasına yardımcı olacaktır (Etikan, 1996).

Tropopoz'a kadar hava her 100 metrede bir  $0.65^{\circ}\text{C}$  düşmektedir. Bu düşey sıcaklık skalasında hava tabakası bu yükseliş ve düşüşte dışarıdan ısı alıp vermeden yükseldikçe soğumakta ve düştükçe ısınmaktadır. Bu duruma adyabatik soğuma veya ısınma, diğer adıyla adyabatik lapse-rate denmektedir. Yani hava tabakası yükseldikçe basınç azalacağından hava genişlemekte ve enerjinin bir kısmı kullanılarak genişleyen hava içerisindeki moleköl çarpışmaları azalacağından soğuma meydana gelecektir. Alaldığında ise tam tersi bir durum söz konusu olacaktır. Bu durum havanın kuru ve nemli olmasına göre kuru adyabatik lapse-rate ve nemli adyabatik lapse-rate adlarını

almakta ve sıcaklık düşüşleri sırası ile her 100 metrede 1.0 °C ve 0.6 °C olmaktadır (Etikan, 1996; JSR, 2008).

Atmosferde her zaman yükseldikçe sıcaklık azalmamaktadır. Dikey olan yükselen havanın sıcaklığının azalması yani normal lapse-rate olayı gerçekleşmemektedir. Sıcaklık yükseklikle azalmayıp artıyorsa buna negatif lapse-rate yani inversiyon denmektedir. Kış mevsiminde yüksek basınçla görülen inversiyon durumunda soğuk havanın üstünü sıcak hava kaplamakta yani yer soğuk ve yukarılar yere nispeten daha sıcak olmaktadır (Cheremisinoff, 2002; Etikan, 1996).

Radyasyon inversiyonu, adveksiyon inversiyonu ve çökme inversiyonu olmak üzere temel olarak üç tip inversiyon vardır (Busch, Ebel, Kraus, & Schaller, 1982).

Radyasyon inversiyonu, açık havada ve rüzgarın sakin olduğu durumda gerçekleşmektedir. Dış atmosfere doğru uzun dalga radyasyonu prevalansından dolayı zemin hızla soğumaktadır. Bu durumda üst tabakadaki hava yerdeki havadan daha sıcak hale gelmektedir. Kentlerde özellikle etkili olan inversiyon çeşidi olmakla birlikte genelde gece başlamakta, sisin gelişmesine neden olabilmekte, dolayısıyla içinde kirleticileri barındırmaktadır. Özellikle hava kirliliğinin yoğun olduğu yerlerde uzun sürerken, güneşle birlikte soğuk alt tabaka ısınarak bu etki kırılmaktadır (Öztürk, 2009; Schnelle & Brown, 2002).

Adveksiyon inversiyonu, soğuk yer yüzeyinin üzerine, sıcak deniz esintilerinden gelen sıcak havanın oluşturduğu inversiyon çeşididir. Dolayısıyla sıcak tabaka altında kalan havada kirleticiler birikmesine neden olmaktadır (Öztürk, 2009).

Çökme inversiyonu, özellikle vadilerde açık hava ve sakin rüzgar olduğu durumda yüksek bölge üzerinden aşağı inen havanın sıkışıp ısınması sonucu belli



yükseklikte bir tabaka oluşturmaktadır. Yerden yükselen hava bu tabakaya kadar yükselecektir. Dolayısıyla kirleticilerin birikmesine neden olmaktadır. Kışın daha sık meydana gelmektedir. (Öztürk, 2009).

İnversiyon olayından dolayı 1930 yılında Belçika'da Meuse Vadisi'nde 63 kişi, 1948 yılında ABD'de Donora'da 20 kişi, 1948'de Londra'da 700-800 kişi, yine 1952 yılında Londra'da yaşanan inversiyon olayında 4000'den fazla kişi hayatını kaybetmiştir (Bayram, et al., 2006; Boubel, et al., 1994; Folinsbee, 1992; Noji, 1997; Varınca, et al., 2008).

Maksimum karışma yüksekliği, gün içindeki maksimum yer sıcaklığının, o güne ait sıcaklık profiline kesiştiği seviye yani kirli hava tabakasının geleceği maksimum yüksekliktir (Etikan, 1996).

#### **2.4.6. Hava Kirliliğini Etkileyen Meteorolojik Faktörler ve Sağlık Etkisi**

İklim değişikliği sağlık üzerinde direkt etkisi bulunmaktadır. Sel, fırtına, ısı dalgası vb. olaylar sonucu temiz su kaynakları ve besin zincirindeki kirlilik ortaya çıkacak hastalıklara zemin hazırlamaktadır. Bazı hastalıklar, bazı iklim elemanlarına karşı hassasiyeti bulunmaktadır. İklimin değişikliği ile ortaya çıkacak olumsuz durum su ve besin kaynaklarını etkilediğinden özellikle sosyo-ekonomik durumu belirli seviyenin altındaki kesimi etkileyecektir. Dolayısıyla yetersiz su ve besin risk gruplarında ishal diğer ve bağışıklık sisteminin zayıflaması ile hastalıklara davetiye çıkaracaktır. Sıcak ve yağışın olmasıyla birlikte çocuklarda ishal salgınlarında artışlar görülmektedir. Sıcaklıkların yükselmesi ve yağışlardaki düzensizlik virüs ve diğer hastalık etkenlerinin yayılımını etkileyecektir. Kuş gribi (as avian flu), kene (ick-bome babesia), kolera (cholera), parazitler (parasites), veba (plague), Lyme (Lyme disease),

zararlı deniz yosunları (red tides of algal blooms), ebola (ebola), verem (tuberculosis), kızıl humma, sıtma (red valley fever), uyku hastalığı (sleeping sicness), sarı humma, sıtma (yellow fever) Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılan bilimsel çalışmalar sonucu belirlenen hastalıklardır (Çelik, et al., 2008).

#### **2.4.6.1. Sıcaklık**

Isıyla karıştırılan bir kavram olarak karşımıza çıkmakla birlikte sıcaklık bir cismin sıcaklığının veya soğukluğunun ölçüsüdür. Teknik olarak ısı enerjisi sonucu molekül hareketlerinin bir ölçüsüdür. Aşırı sıcak davranışlarda düzensizliğe, kalp damar hastalıklarının kötüleşmesine, ishal, metabolizma ile ilgili hastalıklara neden olmaktadır. 1963 yılında sıcak hava nedeniyle 4600'den fazla kişi ölmüştür (Schuman, Anderson, & Oliver, 1964). 1973-1994 yılları arası veriler kullanılarak Amerika'da aşırı sıcağın neden olduğu rahatsızlardan ölen kişilerle ilgili çalışma yapılmıştır (Curriero, et al., 2002). Aşırı sıcakların, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki ölüm oranlarını arttırdığı gösterilmektedir (Hajat, Kovats, Atkinson, & Haines, 2002). Soğuk hava periyodunda ölüm oranlarındaki artışı gösteren pek çok çalışma vardır. Genel olarak ortalama kış ayındaki ölüm oranı yaz ayına göre %15 fazladır (Kalkstein & Valimont, 1987). Bunun yanında aşırı soğuğun etkisi ile hipotermi tehlikesi bulunmaktadır.

#### **2.4.6.2. Basınç**

Atmosfer gaz ağırlıklarının atmosfer içindeki ve altındaki cisimlere yaptığı etkidir. Yoğunluğun artmasıyla basınç da artmaktadır. Havadaki normal basınç 1013 milibardır (Çelik, 2008).

Yüksek basınç, 1013 milibardan yüksek olan basınç olmakla birlikte soğuyan havanın yoğunlaşp, yer çekiminin etkisiyle çökerek, altta kalan yüzeye yaptığı basınçtır.

Alçak basınç, 1013 milibardan az olan basınç olmakla birlikte, ısınan havanın genişleyerek, altındakilere yaptığı basıncın azalmasıdır (R. S. H. M. B. Ç. S. A. Müdürlüğü).

#### **2.4.6.3. Rüzgar**

Yönü, hızı ve sıklığı olmak üzere üç özelliği bulunan rüzgar, yüksek basınçtan alçak basınca doğru olan yatay hava hareketi olarak tanımlanmaktadır. Rüzgarların neden olduğu kasırgalarla tarih boyunca çok sayıda insan hayatını kaybetmiştir. 2005 yılında Amerika'daki Dennis, Katrina, Rita ve Wilma kasırgalarında 2002 kişi ölmüştür (Çelik, et al., 2008).

#### **2.4.6.4. Yağış**

Yeryüzünden buharlaşan su buharının yoğunlaşarak yere inmesi olarak tanımlanmaktadır. Yine tarihte çoğu sel felaketleri insanların ölümüne yol açmıştır. Ülkemizde 1957'de Ankara Hatip Çayı taşkını, 1995'de İzmir'de Yamanlar Deresi taşkını, 1998'de Batı Karadeniz Bölgesindeki sel, ve 2006'da Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki sel felaketlerinde çoğu insan hayatını kaybetmiştir (Çelik, et al., 2008)

#### **2.4.6.5. Nem**

Atmosferdeki su buharına nem denmektedir. 1 metreküp havadaki su buharı ağırlığı mutlak ne olarak bilinmektedir. Anlık havanın, doymuş haldeki havaya oranı ise nisbi nem miktarıdır.

#### 2.4.6.6. Güneş Radyasyonu

Güneşten gelen ve yayılan ışınlar olarak bilinen Global Solar Radyasyonun, atmosfer tarafından tutulduktan sonra yaklaşık %51'i yeryüzüne ulaşmaktadır. Geriye kalan ve yeryüzü tarafından tutulup yayılan radyasyon ise Net Radyasyon olarak bilinmektedir (Çelik, et al., 2008). Tablo 2.19'de solar ultraviyole radyasyonun insan sağlığı üzerine etkileri verilmektedir.

**Tablo 2.18.** Solar Ultraviyole Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri (Çelik, et al., 2008)

Deri Üzerine Etkileri	Malignat melanoma, deri kanseri olmayan tümörler, güneş yanıkları, kronik güneş yaralanmaları, photodermatoses.
Göze Etkileri	Konjivit, iklim ile ilgili korena damlacıkları, kalınlaşmış konjoktif tabakanın kornea üzerine yapışması, korneada kanser ve konjivit, katarak, uveal tümörler, retina hasarları, macular dejenerasyon.
Bulaşıcı Hastalıklar ve Bağışıklık Sistemine Etkileri	Bağışıklık sisteminin bastırılması, enfeksiyon hastalıkları duyarlılığının yükselmesi, bağışıklık sisteminde azalma belirlenmemiş enfeksiyon hastalıkları aktivitesi.
Diğer Etkiler	D-vitamini eksikliğine bağlı kemik erimesi hastalıkları, hipertansiyon, tüberküloz, prostat kanseri, göğüs kanseri, şizofreni vakası yükselme riski, genel iyilik hissinin eğişiimi, mevsim hissi karışıklıları, ruh hali.
Endirekt Etkileri	İklim üzerine etkileri, gıda teminine etkileri, kan emilmesi yolu ile geçen bulaşıcı hastalıklar, hava kirliliği vb.

### 2.4.6.7. Bulutluluk

Bulut, atmosferdeki su buharının dikey yönlü hareketinde yükselip soğuyarak meydana getirdiği su damlacıklarından oluşmaktadır. Bulutluluk ise, gökyüzünün bulutlarla kaplı olma oranıdır. Yerden yükseklik durumuna göre sınıflandırılırsa üç gruba ayrılmaktadır (Çelik, 2008).

**Tablo 2.19.** Bulut Çeşitleri (Çelik, 2008)

<b>Alçak Bulutlar</b>	<b>Orta Bulutlar</b>	<b>Yüksek Bulutlar</b>
2000 metrenin altında genellikle su damlacıklarından oluşan bulutlardır.	Genellikle 2000-7000 metre yükseklikte su damlacıklarından oluşan bulutlardır.	Buz kristallerinden oluşmuştur, yükseklikleri 5500-14000 metre arasındadır.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratocumulus</li> <li>• Stratus</li> <li>• Cumulus</li> <li>• Cumulonimbus (Dikine gelişimi en fazla olan bul.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altocumulus</li> <li>• Altostratus</li> <li>• Nimbostratus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirrus</li> <li>• Cirrostratus</li> <li>• Cirrocumulus</li> </ul>

### III. BÖLÜM

#### 3. TOKAT'TA HAVA KİRLİLİĞİ

##### 3.1. TOKAT'IN HAVA KALİTESİNİ ETKİLEYEN BAŞLICA ETKENLER

###### 3.1.1. Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği

Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 13 Ocak 2005 tarih ve 25699 sayılı, Isınmadan kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği gereği kullanılan yakıttan, yakıtı yakmak için kullanılan kalorifer kazanlarının özelliklerine, yakma yöntemlerinin yanlışlıklarına, yine kullanılan kazanların ve bacaların temizliklerine varıncaya kadar çoğu kalemde tedbir almayı gerektirecek önlemleri içermektedir (Ç. v. O. Bakanlığı, 2005). Bu bağlamda Tokat Valiliği denetiminde alınan tedbirler arasında, Çevre ve Orman Müdürlüğünden Satış İzin Belgesi alınmış katı yakıtların satışına izin verilmektedir. Bu da, kullanılan katı yakıtın neden olduğu kirliliğin kontrolünü, denetimsiz yakıtla göre azaltmaktadır.

**Tablo 3.1.** 2007-2010 Yılları Tokat İli Nüfus Sayısı (TÜİK)

	2007	2008	2009	2010
<b>İl Merkezi Nüfus Sayısı</b>	127.988	124.496	129.879	136.595

Tablo 3.1'de il merkezindeki nüfus artışı da göz önüne alındığında Tokat'ta hava kirleticisi olarak ilk sırayı, konut ve işyerlerinde kullanılan yakıtlar almaktadır. Tokat'a doğal gazın gelmesiyle, katı yakıtların yerini doğal gaz almaya başlamıştır. Belirli düzeyde kirliliğin önüne geçilmiştir. Bununla birlikte doğal gazın Tokat'ın eski yapılarının, gece kondularının ve alt yapısı eksik olan yerlerin bulunduğu bölgelere götürülememesi, coğrafyasından kaynaklanan kirliliğe neden olmaktadır. Bu yapıların

yerini, yapılacak şehirleşme planlarıyla yeni konutların alması sorunu büyük ölçüde çözüme kavuşturacaktır. 2000 yılı DİE verilerine göre (Güncel bilgilere “2011 Nüfus ve Konut Araştırması” çalışması kapsamında, yapılacak araştırmadan sonra Ekim 2012’de kullanıcılara sunulacaktır (TÜİK, 2011)) Tokat’ta 133,690 adet konut olduğu ve bunların ısınmak kullandığı yakıt ne olursa olsun, iklim üzerine etkisi olan, atmosfere saldıgı gazlar ve diğ er faktörler düşünöldüğünde, alınacak tedbirlerin sınırlı olmayacağı muhakkaktır.

### **3.1.2. Atmosferik Özelliklerden Kaynaklanan Hava Kirliliğı**

Tokat; Karadeniz, Orta Karadeniz iklimi, İç Anadolu ve İç-Doğ u Anadolu iklimi arasında bir geçiş iklimi özelliğı göstermektedir. Orta ve Doğ u Avrupa’dan gelen soğ uk hava, Doğ u akdeniz’e geçerken oluş an alçak basınç merkezleri Karadeniz’e doğ ru gelmektedir. Güneyden gelen sıcak hava kütleleriyle birleşerek, kıyı bölgelerimizde yağış ve rüzgar getirmektedir. Kış’ın, Avrupa’dan gelen hava dalgasının deniz üzerinden geçişi ile Karadeniz Bölgesinde kuvvetli yağışlar olmaktadır. Kışın kuzeyden gelen hava dalgasıyla yağış ve kar oluşmaktadır (Ünal, 2006).

Tokat’ta 1975-2010 yılları arasında, uzun yıllar içerisinde gerçekleşen ortalama sıcaklık 12.5 °C olarak ölçölmüştür. Tokat’ın yükseklik farkından dolayı şehrin farklı yerlerinde sıcaklık farklılıkları gözlenmektedir. Tokat’ta ölçölen en düşük sıcaklık 20.01.1972 tarihinde -23.4 °C , en yüksek sıcaklık 30.07.2000 tarihinde 45 °C’dir (DMİ). Tokat’ta araştırmaya konu olan tarihler arasında ise en düşük ve en yüksek sıcaklıklar 13.01.2008 tarihinde -4.70 °C ve 06.08.2010 tarihinde 40.80 °C’dir.

Tokat’ta 05.01.2007-31.12.2010 tarihleri arasındaki ölçölen ortalama basınç 946.89 mb’dir. Ölçölen en düşük basınç değeri 11.12.2010 tarihinde 926.80 mb ve en

yüksek basınç değeri 12.01.2009 tarihinde 966.30 mb'dır. İç Anadolu'dan Karadeniz'e gelen soğuk hava kütleleri, Tokat'ta güney yönlü rüzgarları oluşturmakta ve basıncın yükselmesine neden olmaktadır. Rüzgar yönü genel olarak doğu ve batı yönlüdür. Bunda Yeşilirmak vadisinin de rolü olduğu düşünülürse, Behzat vadisinde mevcut konutların hava kirliliğinden diğer yerlere göre yoğun olarak maruz kaldığı görülmektedir. İlgili tarihler arasında ölçülen en yüksek rüzgar hızı 21.03.2008 tarihinde 28.70 m/sn (103.3 km/sa) dir. Tokat'ta bilinen maksimum rüzgar hızı 01.01.1978 tarihinde 176.0 km/sa olarak ölçülmüştür.

Hava sıcaklıklarından direkt olarak etkilenen nisbi nemin ilgili tarihler arasında Tokat'taki en yüksek ölçüldüğü tarih 31.01.2009 olup, %100 ve en düşük nisbi nem miktarı ise 25.06.2009 tarihinde %14 olarak ölçülmüştür. Ortalama nisbi nem %56 ile %73 arasında değişmektedir.

Atmosferde gerçekleşen bir başka faktör olan yağış da ise ilgili tarihler arasında, 15.07.2009 tarihinde 33.60 mm olarak kayda geçmiştir.

### **3.1.3. Topoğrafyadan Kaynaklanan Kirliliği**

Tokat,  $35^{\circ} 27'$  -  $37^{\circ} 39'$  doğu boylamları ile  $39^{\circ} 52'$  -  $40^{\circ} 55'$  kuzey enlemleri arasındadır. Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nün iç kesiminde yer alan İl'in kuzeyinde Samsun, kuzeydoğusunda Ordu, güney-güneydoğusunda Sivas, güneybatısında Yozgat, batısında Amasya İlleri yer almaktadır. İlin yüzölçümü 998.242 km<sup>2</sup>'dir.

Hava kirliliğinde yerleşim yerindeki dağ ve yükseltiler inversiyon oluşumunda büyük rol oynadığından şehrin dağlarından birinci dağ sırasını kuzeydeki Canik Dağları



oluşturur. Bu bölümdeki başlıca dağlar; Erdembaba (2.181 m), Somun (1.780 m) ve Kel Tepe (1.794 m)'dir. İkinci dağ dizisi Kelkit ve Tozanlı (Yeşilirmak) vadilerini ayıran yükseltilerdir. Bu bölümün başlıca dağları Dönefe Dağı (1.820 m), İmamgazi (1.779 m) ve Topçam Tepesi (1.628 m)'dir. Üçüncü dağ sırası Yeşilirmak vadisinin güneyinde yer alır. Başlıca dağları ise Dumanlı (2.374 m), Asmalı (2.116 m) ve Tosak Dağı (2.112 m)'dir. İlin en yüksek dağı Almus Barajının güneyindeki Sehna Tepesi (2.385 m)'dir (T.İ.Ö. İdaresi, 2006).

Yine batı doğu istikametli rüzgarların bulunduğu en geniş vadisi Yeşilirmak (Tozanlı), kuzey güney istikametinde bulunan Çekerek (Behzat) vadisi, şehrin merkezine hakim olan vadilerdir. Ayrıca doğuda, Gümüşhane'den başlayıp Reşadiye, Niksar, Erbaa ve Taşova'ya uzanan Kelkit vadisi de bölgenin kuzeyinde bulunan vadidir. Yeşilirmak vadisi içerisinde Tokat'ın batısında bulunan etrafı dağlarla çevrili Kazova'nın da iklim özelliklerinin Tokat üzerinde etkisi bulunmaktadır (Özçağlar, 1992). Amasya Tokat arasında bulunan Dazya ovası, kuzey ve kuzeydoğuda bulunan Erbaa ve Niksar ovaları, yine güney batısına doğru Artova ve Zile ovaları olmak üzere tüm bu ovalardaki tarımsal faaliyetlerin iklim üzerine etkileri bulunmaktadır.

Su kaynaklarının da buharlaşmayla birlikte nemi artırdığı göz önünde bulundurulursa, şehrin en önemli su kaynağı Yeşilirmak'tır. Tozanlı, 2,801 m yükseklikte Sivas-Köse Dağından çıkan Yeşilırmağın koludur. Gümüşhane Kelkit'ten kuzey-batı doğrultusunda akan Kelkit kolu, Kaleköy'de Yeşilirmak'la birleşir. Çamlıbel Dağlarından doğup Çamlıbel'de diğer derelerle birleşen Çekerek kolu, Amasya Kayabaşında Yeşilirmak ile birleşir. Ayrıca şehrin Reşadiye ilçesinde bulunan Zinav ve Göllüköy gölleri, iklim üzerine etkisi kaçınılmaz olan merkeze 46 km uzaklıkta kuzeydoğuda bulunan Almus Barajı, yine Almus'da Ataköy Barajı, Zile'de bulunan Belpınar,

Boztepe Barajları ve 2011 sonunda bitirilecek Çekerek (Süreyya Bey), 2012 yılında bitirilecek Alpu, Güzelce, barajları şehrin dört bir yanında varlıklarını sürdürerek iklim üzerinde rol oynamaktadır (T.İ.Ö. İdaresi, 2006).



Şekil 3.1. Tokat İli (Merkezi, 2011)

#### 3.1.4. Trafikten Kaynaklanan Hava Kirliliği

Emisyon, teknolojinin hızla geliştiği bu çağda, tüm dünyanın üzerinde durduğu bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Arabaların sayısının gün geçtikçe artması hava kirliliğinde etkin rol oynamasına neden olmaktadır. Özellikle kent merkezlerinde belirli saatlerde yoğunlaşan trafik, egzoz gazlarının salınımının artmasına neden olmaktadır. Tablo 3.2’de yıllara göre Tokat ili araç sayısı verilmektedir.

Tablo 3.2. 2007-2010 Yılları Araç Sayısı (TÜİK)

	2007	2008	2009	2010
<b>İl Geneli Araç Sayısı</b>	103.865	109.766	114.217	119.736

Her ne kadar teknolojiyle birlikte araçların emisyon oranlarında bir düşüklük söz konusu olsa da bu şartları sağlamayan araçların trafikte olması, alınacak tedbirlerin önemini hatırlatmaktadır. Türkiye’de, 11 Haziran 2004 yılında araçlarda kullanılan yakıtın kalitesinin artırılmasına yönelik, “Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği” çıkarılmıştır. Yönetmelik çerçevesinde, çevre ve insan sağlığı esas alınarak, araçlarda kullanılan yakıtın yanması sonucu ortaya çıkan gazların kontrolünün sağlanması amaçlanmaktadır. 1 Ocak 2006 tarihinde kurşunlu benzin satışı yasaklanmış ve 1 Ocak 2007 tarihinden itibaren de AB normalarına uygun benzin ve motorin üretimi hedeflenmiştir. 08 Temmuz 2005 tarihinde “Trafikte Seyreden Motorlu Kara Taşıtlarından Kaynaklanan Egzoz Gazı Emisyonlarının Kontrolüne Dair Yönetmelik” çıkarılarak, araçların egzoz gazlarından kaynaklanan hava kirliliğini kontrol altına almaya çalışılmaktadır. AB uyum yasaları çerçevesinde, 1986’da çıkarılan “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği” yürürlükten kaldırılarak, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerini engellemek, hava kalitesini artırmak, havası iyi olan yerlerin durumunu muhafaza etmek, halkı bilinçlendirmek amaçlanarak, 06 Haziran 2008 tarihinde, “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği” çıkarılmıştır (Atımtay, et al., 2010).

### **3.1.5. Nüfus Artışı ve Plansız Kentleşme**

İnsan hava kirliliğine doğrudan ya da dolaylı olarak neden olduğu için, nüfusun fazla olması kirlilik oranı da buna paralel olarak artmaktadır. Tablo 3.1’den görüldüğü gibi 2008 yılında nüfusta biraz gerileme olsa da ilerleyen yıllarda nüfus devamlı olarak artmıştır. Bu da yeni konutların yapılması, alt ve üst yapı olmak üzere bu yerlere hizmet götürülmesi anlamına gelmektedir. Tüm bu hizmetler sağlanırken, kullanılan araçların ortaya çıkacağı çevresel sorunlar hava kirliliğinde rol oynayacaktır. Artan nüfusla

birlikte mevcut alt yapı ihtiyacı karşılayamamaktadır. Alt yapıyı yenilerken ortaya çıkacak her türlü olumsuzluk doğrudan ya da dolaylı olarak çevreyi etkileyebilmektedir. Hava kirliliğinin daha çok hissedildiği Behzat vadisi içerisindeki yapılaşma oldukça çarpıktır. Yeni yerleşim yerlerine kaydıkça, yapılaşma daha bilinçli yapılmaktadır.

## IV. BÖLÜM

### 4. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 4.1. GEREÇ

Tokat İli'ne ait meteorolojik 01.01.2007-31.12.2010 tarihleri arası veriler, Gaziosmanpaşa Üniversitesi ile Tokat Valiliği arasındaki yazışmalarla birlikte, Tokat Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Hava kirleticilerini içeren 05.01.2007-31.12.2010 tarihleri arası veriler ise aralıklı olarak Şubat, Mart 2011 tarihlerinde, Tokat Hava Kalitesi İzleme İstasyonunun internet sayfasından alınmıştır.

#### 4.2. YÖNTEM

##### 4.2.1. Araştırma Modeli

Bu tez çalışmasında, endüstrileşme, nüfus artışı, evlerin ısınmasında kullanılan yakıt, trafik gibi kaynaklardan gelen 07:00, 14:00, 21:00 saatlerinde ölçülen kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve partiküler madde (PM) hava kirleticilerinin, meteorolojik etkenlerle olan ilişkisi Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi ve Kanonik Korelasyon Analizi kullanılarak belirlenmektedir. Ayrıca bu ilişkiyi kullanarak bir gün sonrasının hava kirliliğini tahmin edecek, bir *ERKEN UYARI* Sistemi modellenmektedir.

##### 4.2.2. Veri Analiz Yöntemleri

###### 4.2.2.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi

Genel olarak istatistiksel yöntemler, kapsamlı teorik içerik ve uygun araştırma deseni içerisinde kullanılmaktadır. Bu yöntemler, altta yatan varsayımların geçerliliğiyle, verinin nasıl toplandığıyla, ya da bu yöntemlerin öngördüğü sonuçların

araştırmacıların sorduğu soruları cevaplayıp cevaplamadığı ile ilgilenmemektedir. Bunların hepsi, araştırmacı tarafından desen dizaynı süresince yapılmalıdır. Gelişen bilgisayar teknolojisi en karmaşık analizleri yapsa da, uygun olmayan veri için yanlış yöntemler uygulanabilmektedir (Thorndike, 2000).

Çok değişkenli düşüncesi ise değişken kümelerinin içerisindeki ve arasındaki birbirleri ile olan ilişkileri ortaya çıkaran işlemlerdir (Harlow, 2005).

Çoklu regresyon analizi, bir bağımlı değişken (Dependent variable) ya da kriter değişken ve iki yada daha fazla bağımsız değişken (Independent variable) arasındaki ilişkiyi doğrusal bir modelle açıklayıp, bağımsız değişkenlerin etki düzeylerini belirlemeye yarayan bir yöntemdir (Özdamar, 2010b; Tabachnick, 2007).

#### ***4.2.2.1.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli***

Hava Kirliliği parametrelerinden partiküler madde miktarını bir gün önceden tahmin edebilmek için bir önceki günün bağımsız değişken maksimum sıcaklık değeri ile o günün bağımlı değişken PM değeri kullanılarak oluşturulacak bir model, doğrusal regresyon analizi ile değerlendirilir. PM miktarındaki değişim, sadece MSIC ile açıklanamıyorsa, modele ilave bağımsız değişkenler (rüzgar, nem, ...) alınarak bu değişim miktarının açıklanma yüzdesi artırılabilir. Kabaca modeli oluşturmak gerekirse;

**PM miktarındaki toplam değişim = MSIC + Model dışında kalan değişkenler**  
modelinde doğrusal regresyon analizinden yararlanılırken,

**PM miktarındaki toplam değişim = MSIC + Rüzgar + ... + Model dışında kalan değişkenler**

modelinde çoklu doğrusal regresyon analizinden yararlanılmaktadır.

Analitik olarak durumu izah etmek için, bağımlı değişken  $y$  ve bağımsız değişkenler  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  ile gösterilirse;

$$\begin{aligned} y_1 &= \beta_0 + \beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{12} + \dots + \beta_q x_{1q} + \varepsilon_1 \\ y_2 &= \beta_0 + \beta_1 x_{21} + \beta_2 x_{22} + \dots + \beta_q x_{2q} + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ y_n &= \beta_0 + \beta_1 x_{n1} + \beta_2 x_{n2} + \dots + \beta_q x_{nq} + \varepsilon_n \end{aligned} \quad (4.1)$$

$x$ 'lerin sayısı  $q$  ile gösterilmektedir. (4.1) denkleminde  $\beta$ 'lar regresyon katsayılarını ya da tahmin edilecek parametrelerini,  $\varepsilon$ 'lar hata terimlerini ifade etmektedir. Model için

- $\forall i = 1, 2, \dots, n$  için  $E(\varepsilon_i) = 0$  ise  $E(y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_q x_{iq}$
- $\forall i = 1, 2, \dots, n$  için  $\text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$  ise  $\text{var}(y_i) = \sigma^2$
- $\forall i \neq j$  için  $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$  ise  $\text{cov}(y_i, y_j) = 0$

şartlarını sağlamaktadır. a varsayımı modelin doğrusal olduğunu ve  $y$ 'yi tahmin etmek için ilave terimlere ihtiyaç olmadığını belirtmektedir. b varsayımı her bir  $\varepsilon_i$ 'nin varyansı aynıdır. c varsayımı da hata terimlerinin ilişkisiz olduğu durumda  $y$ 'lerin de ilişkisiz olduğunu belirtmektedir.

(4.1) denklemini matris notasyonu ile gösterilirse;

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1q} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2q} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nq} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

ya da

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (4.3)$$

şeklinde gösterilir. Modelde

- a.  $E(\varepsilon) = 0$  olduğundan  $E(y) = X\beta$
- b.  $cov(\varepsilon) = \sigma^2 I$  olduğundan  $cov(y) = \sigma^2 I$

yazılabilir (Özdamar, 2010a; Rencher, 2002).

#### 4.2.2.1.2. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizinde Varsayımlar

Çoklu doğrusal regresyon analizinde varsayımlar şu şekildedir.

**Normal dağılım**, verilerin normal dağılıma uymasındır. Görsel olarak, grafik testleri (Q-Q, P-P, histogram, gövde-yaprak) kullanıldığı gibi, analitik olarak ki-kare uygunluk, Kolmogorov-Smirnov (K-S) ve Shapiro-Wilks (W istatistiği) testleri de normallik varsayımını denetlemek için kullanılmaktadır. Ayrıca dağılımın çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılarak da normallik varsayımı irdelenebilir.

**Eşkovaryans**, tüm gruplar için kovaryans matrislerinin eşit olmasını gerektirir. 1949 yılında Box tarafından geliştirilen Box-M istatistiği ile yapılmaktadır.

**Doğrusallık**, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki doğrusaldır. Doğrusallığın sağlanamadığı durumlarda dönüşümler uygulanabilir. Bunlar logaritmik dönüşüm, karakök dönüşüm, hiperbolik dönüşüm, kare dönüşümü, arcsin dönüşümü, logit dönüşüm ve Fisher Z dönüşümü olarak sıralanabilir. Bu dönüşümler normallik ve eşvaryanslılığın elde edilmesi için de kullanılan dönüşümlerdir.

**Çoklu doğrusal bağlantı**, bağımsız değişkenler arasında anlamlı doğrusal ilişki yoktur. Varsa bu durum çoklu bağlantı (multicollinearity) olarak adlandırılır. Modeldeki



bir bağımsız değişken, diğer bağımsız değişken(ler)ce tam olarak tahmin edilebiliyorsa, buna tekillik (singularite) denmektedir.

a. Çoklu bağlantı sorunu saptamak için basit korelasyon matrisi incelenebilir. İki değişken arasındaki korelasyon anlamlı ise çoklu bağlantı problemi olabilir.

b. Modele ilave edilen bağımsız değişkenlerin neden olacağı  $R^2$ 'deki değişim incelenebilir. İlave edilen bağımsız değişken  $R^2$ 'de önemli bir değişiklik oluşturmazsa, çoklu bağlantı problemi olabilir.

c. Kısmi korelasyon katsayıları incelenebilir. İki değişken arasında basit korelasyon anlamlı çıktığı halde, kısmi korelasyon katsayıları anlamsız ise çoklu bağlantı problemi olabilir.

d. Varyans şişme değerleri (VIF) yöntemi kullanılabilir. Varyans şişme değerleri, bağımsız değişkenlerin korelasyon matrisinin tersinin köşegen değerleridir. İkinci olarak şu şekilde de hesaplanabilir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon \quad (4.4)$$

modeli için,  $X_1$  değişkeni bağımlı olarak alınıp, diğer bağımsız değişkenlerle belirlilik katsayısı  $R^2$  hesaplanır. Daha sonra  $X_1$  için VIF

$$VIF(X_1) = \frac{1}{1-R_1^2} \quad (4.5)$$

Diğer  $X_2$  ve  $X_3$  bağımsız değişkenleri için de aynı yol izlenir. Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasında ilişki yoksa  $VIF=1$  ( $R^2=0$ ) olacaktır. Tam bir ilişki varsa,  $VIF = \infty$  ( $R^2=1$ ) olacaktır. VIF değerlerinin 10'u geçmemesi çoklu bağlantı probleminin olmadığını belirtir.

e. Çoklu bağlantının tespitinde diğer bir yöntem, değişkenlerin toleranslarını hesaplamaktır.  $T = 1 - R_i^2$  şeklinde hesaplanır. Küçük tolerans değeri büyük VIF değeri anlamına gelir.

f. Bir diğer yöntem endeks sayılarının hesaplanmasıdır.

$$KI = \sqrt{\frac{H_{max}}{H_{x_i}}} \quad (4.6)$$

$H_{max}$ ; maksimum özdeğer,  $H_{x_i}$ ; i. değişkenin özdeğeridir. 30'un üzerindeki koşul indeksi çoklu bağlantının olduğunu gösterir (Alpar, 2003; Kalaycı, 2010).

**Otokorelasyon**, hataların bağımsızlığı olan bu varsayım, değişken birim değerlerinin birbirinden bağımsız olmasıdır. Otokorelasyonu saptamak için Durbin Watson (DW) istatistiği kullanılmaktadır.

#### 4.2.2.1.3. Çoklu Doğrusal Regresyonda Hipotez Testi

Model kurulduktan yani denklem elde edildikten sonra, varyans analizi (F testi) kullanılarak, modeldeki bağımlı değişkenin, modele alınan bağımsız değişkenlerce açıklanıp açıklanmadığı test edilmektedir. Burada kurulan model doğrusal olduğundan bir anlamda değişkenler arasındaki doğrusal ilişki sınanmaktadır (Alpar, 2003).

Sıfır ( $H_0$ ) hipotezi, tüm regresyon katsayılarının sifıra eşit olarak kurulur. Yani

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0 \quad (4.7)$$

şeklindedir.

Alternatif hipotez ise  $H_1$  hipotezi ise en az bir  $\beta_j$ 'nin sıfırdan farklı olduğunu belirtmektedir. Yani;

$$H_1 : \text{en az bir } \beta_j \neq 0 \quad (4.8)$$

şeklindedir.

**Tablo 4.1.** Çoklu Doğrusal Regresyonda Varyans Analizi Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Test İstatistiği
Regresyon	k	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (\hat{Y} - \bar{Y})^2 = RKT$	$RKO = \frac{RKT}{k}$	$F = \frac{RKO}{HKO}$
Hata	n-k-1	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})^2 = HKT$	$HKO = \frac{HKT}{n-k-1}$	
Genel	n-1	$\sum y^2 = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$	$\frac{GKT}{n-1}$	

Bulunan F değerine göre, seçilen  $\alpha$  önemlilik düzeyine göre,  $(k, n - k - 1)$  derecelerindeki F tablo değeri ile karşılaştırılır. Eğer hesaplanan değer tablo değerinden büyükse ( $F_H > F_T$ ), sıfır hipotezi reddedilir. Bu da regresyon katsayılarından en az birinin sıfırdan farklı olduğu alternatif hipotezin kabul edileceği anlamına gelmektedir. Eğer hesaplanan değer tablo değerinden küçükse, sıfır hipotezi kabul edilir.  $H_0$ 'ın kabul edilmesi regresyon katsayılarının sıfır olduğu yani regresyon katsayısının önemli olduğunu ve  $\alpha$  önemlilik düzeyinde regresyon katsayısı ile tahmin yapabileceği anlamına gelmektedir.

#### 4.2.2.1.4. Regresyon Katsayılarının Test Edilmesi

F istatistiği ile  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi; modelin anlamlı olduğu, yani bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrusallığın olduğu anlamına gelmekte ve kurulan alternatif hipotez gereği katsayılardan en az birinin sıfırdan farklı olduğuna

karar verilir. Bu noktada hangi regresyon katsayısının ya da katsayılarının sıfırdan farklı ya da eşit olduğu test edilecektir.

$\beta_j$  katsayısının seçilen  $\beta_j^1$  gibi bir değere eşit olup olmadığı

$$t = \frac{b_j - \beta_j^1}{s(b_j)} \quad (4.9)$$

denklemlerle verilen t istatistiği yardımıyla parametrelerin ayrı ayrı testi yapılarak yani regresyon katsayılarının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığı test edilmektedir. Sıfır hipotezi olarak her bir regresyon katsayısının 0 olduğu ve alternatif hipotez ise sıfırdan farklı olduğu yönünde kurulur. Belirlenen önemlilik düzeyinde hesaplanan t değeri ile t tablo değeri karşılaştırılır. Hesaplanan değer, tablo değerinden büyükse ( $|t_H| > |t_T|$ ) sıfır hipotezi reddedilir.

#### 4.2.2.1.5. Belirlilik Katsayısı ( $R^2$ ) ve Düzeltilmiş $R^2$

Test edilen modelde, bağımsız değişkenlerce (yordayıcı), bağımlı değişkendeki açıklanan varyansın oranıdır (Foster, Barkus, & Yavorsky, 2006). Modelin veriye uygunluğunun ölçüsü olarak da kullanılabilen  $R^2$ , model ile açıklanan değişimin, toplam değişim içindeki yüzdesidir (Alpar, 2003).

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{RKT}{KTY} = \frac{\hat{\beta}' X' Y - n\bar{y}^2}{Y' Y - n\bar{y}^2} \quad (4.10)$$

Modele dahil edilen bağımsız değişken sayısı arttıkça  $R^2$ 'de artmaktadır. Bu durumda  $R^2$  belirli miktar azaltılarak düzeltilir ve düzeltilmiş  $R^2$  ( $\bar{R}^2$ ) elde edilir. İkisi arasındaki farkın çok olduğu durumda  $\bar{R}^2$  kullanılır.

$$\bar{R}^2 = \left( R^2 - \frac{p}{n-1} \right) \left( \frac{n-1}{n-p-1} \right) \quad (4.11)$$

#### **4.2.2.1.6. Modele Girecek Değişkenlerin Seçimi**

Modeldeki bağımlı değişkeni en iyi açıklayacak bağımsız değişkenlerin belirlenip, önemsizlerinin modelden çıkarılması için yapılan bir süreçtir. Burada asıl amaç yordayan değişken sayısını minimum ve  $R^2$ 'yi ise maksimum yapacak modeli elde etmektir.

##### **4.2.2.1.6.1. Tüm Olası Regresyon Eşitlikleri**

Mevcut bağımsız tüm değişkenlerin bir, iki, üç, ... şeklinde oluşturulan alt kümelerdeki bağımsız değişkenlerin modele dahil edilmesiyle oluşturulan modellerin incelenmesidir. Bağımlı değişkeni hangi modelin daha iyi tahmin edeceğinin bulunması uygulamada zorluk çıkarabilir. Çünkü bağımsız değişken sayısının fazla olması, oluşturulacak modelin sayısını artırdığından, bu yöntem uygulamayı zorlaştırmaktadır (Alpar, 2003).

##### **4.2.2.1.6.2. İleriye Doğru Seçim (Forward Selection)**

Model sabit terimin bulunduğu bir denklemle başlayıp, bağımlı değişkenle negatif ya da pozitif en yüksek korelasyona sahip bağımsız değişkenin modele dahil edilmesiyle devam eder. Alınan bu bağımsız değişken aynı zamanda bağımlı değişkenle en yüksek F istatistiğine sahiptir. F anlamlı ise bu değişken modele alınır ve ileriye seçim yapılır, yoksa seçim sona erer (Alpar, 2003).

#### **4.2.2.1.6.3. Geriye Doğru Eleme (Backward Selection)**

İşlem süreci, tüm bağımsız değişkenlerin modele dahil edilmesiyle başlar ve önemsiz değişkenler tek tek modelden çıkarılır ve regresyon tekrar hesaplanır. Modele katkısı olan bağımsız değişkenler kalıncaya kadar süreç devam eder.

#### **4.2.2.1.6.4. Adım-Adım Regresyon (Stepwise Selection)**

Bağımsız değişkenler modele sırayla eklenir. Modele eklenecek ilk değişken ileriye doğru seçimde olduğu gibi bağımlı değişkenle en yüksek korelasyona sahip olan bağımsız değişkendir. Kalan değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki kısmi korelasyon katsayısı hesaplanıp, en yüksek katsayısı olan değişken modele alınır. Modele alınan son değişkenin, modelde gerekliliği ve son değişkenden önce modeldeki değişkenlerin gerekliliğine bakılmayıp, önemsiz görülenler modelden atılmalıdır (Sümbüloğlu & Akdağ, 2009).

#### **4.2.2.2. Kanonik Korelasyon Analizi**

Kanonik korelasyon analizi iki değişken seti arasındaki ilişkiyi bulmak için kullanılan istatistiksel bir metottur. Kanonik korelasyonun temel amacı iki değişken setinin her biri için maksimum korelasyonlu ve birim varyanslı doğrusal bileşenler elde edip değişken setleri arasındaki ilişkiyi maksimize edecek en uygun boyutluluğu belirlemektir (Anderson, 1999; Hsieh, 2000; Lai & Fyfe, 1999; Muller, 1982; Raykov & Marcoulides, 2008; Thorndike, 2000; Yamamoto, Sugiyama, Murakami, & Sakaori, 2007). İki değişken setinden biri bağımlı diğeri bağımsız değişken seti yani sırasıyla kriter ve tahminleyici setidir. Tek bir bağımlı değişken olduğunda KKA, çoklu regresyon analizine dönüşmektedir (Harlow, 2005; Harris, 2001; Kalaycı, 2010; Laessig

& Duckett, 1979; Yin, 2004). Tek bağımlı ve bağımsız değişken olduğunda ise basit korelasyon analizi söz konusudur (Harlow, 2005; Kalaycı, 2010; Laessig & Duckett, 1979). Temel bileşenler analizi ve faktör analizi de KKA'nın özel bir şekli olmakla birlikte, değişkenler kümesi içindeki iç ilişkiyle ilgili iken, KKA iki değişken kümesi arasındaki ilişkiyle ilgilenir. (Harlow, 2005; Harris, 2001; Lai & Fyfe, 1999). Analitik olarak;

$$a_1 = w_1 b_1 = \sum_j w_{1j} b_{1j}$$

$$a_2 = w_2 b_2 = \sum_j w_{2j} b_{2j}$$

denklemlerinde  $a_1$  ve  $a_2$  arasındaki korelasyona  $C_1$  denirse, maksimum  $C_1$ 'yi veren,  $w_1$  ve  $w_2$  değerlerini bulmak amaçlanmaktadır. Burada  $a_1$  ve  $a_2$  kanonik değişkenleri ve  $C_1$  ise kanonik korelasyon katsayısını ifade etmektedir.

#### **4.2.2.2.1. Kanonik Korelasyon Analizinin Varsayımları**

Çoklu doğrusal regresyondaki normal dağılım, eşvaryanslılık, doğrusallık, çoklu doğrusal bağlantı ve otokorelasyon varsayımları kanonik korelasyon analizinde için geçerlidir.

#### **4.2.2.2.2. Kanonik Korelasyon Katsayısının Anlamlılığının Sınanması**

Kanonik değişkenler ve kanonik korelasyonları yorumlamadan önce, korelasyon katsayılarının anlamlılıkları test edilmelidir. Bunun için iki yöntem bulunmaktadır. Bunlar Wilk's Lambda yaklaşımı ve doğrudan test istatistiği hesaplanarak yapılmasıdır.

Wilk's lambda yaklaşımında kanonik korelasyonlarının sifira efit olduğu sifir hipotezi kurulur. Alternatif hipotez ise kanonik korelasyonların sifirdan farklı olduğu yönünde kurulur. Daha sonra bu hipotezler test edilir (Özdamar, 2010a).

#### **4.2.2.2.3. Açıklanabilirlik Belirleme (Redundancy) İndeksi**

Elde edilen kanonik korelasyon değerlerinin büyük ve küçük olması güçlü ve zayıf bir korelasyonun olduğunu belirtmeyebilir. Bundan dolayı açıklanabilirlik belirleme indeksi hesaplanmaktadır. Bir kümedeki orijinal değişkenlerin varyansının ne kadarının başka kümedeki kanonik değişkence açıklandığını belirtir.



## V. BÖLÜM

### 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 5.1. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

Analizlere geçmeden önce orijinal verilerin ve Düzeltmiş verilerin ölçüm yapılmış gün sayısı, maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerlerini içeren tanımlayıcı istatistikleri Tablo 5.1a ve Tablo 5.1b’de verilmektedir.

**Tablo 5.1a.** Orijinal Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

Sıra	Değişkenler	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	St. Sapma
1	PM7	1264	0.00	397.00	32.06	32.33
2	PM14	1264	0.00	345.00	53.99	43.88
3	PM21	1263	2.00	655.00	88.46	91.18
4	SO2_7	1354	0.00	179.00	7.71	16.70
5	SO2_14	1354	0.00	215.00	14.36	22.70
6	SO2_21	1354	0.00	255.00	13.49	23.47
7	TSIC7	1449	-0.50	32.80	14.69	8.52
8	BuhBAS7	1457	1.20	23.90	10.01	4.59
9	BulYUK7	676	300	11000.00	1719.67	1259.52
10	Bul7	1457	0.00	10.00	4.63	3.58
11	NNem7	1457	24.00	100.00	75.82	13.49
12	RuzH7	1457	0.00	12.50	1.73	1.10
13	YagM7	562	0.00	27.00	1.40	2.90
14	TSIC14	1448	-0.30	37.60	15.66	9.04
15	BuhBAS14	1457	2.00	24.70	10.04	4.43
16	BulYUK14	716	100.00	7000.00	1788.62	1427.35
17	Bul14	1457	0.00	10.00	5.24	3.04
18	NNem14	1457	14.00	98.00	46.25	16.43
19	RuzH14	1457	0.00	14.50	2.56	1.40
20	YagM14	315	0.00	24.00	1.50	2.69
21	TSIC21	1449	-0.40	34.40	16.54	9.42
22	BuhBAS21	1454	1.80	23.30	9.99	4.44

23	BulYUK21	561	400.00	7000.00	1692.16	1163.96
24	Bul21	1457	0.00	10.00	4.06	3.53
25	NNem21	1457	19.00	98.00	63.59	15.97
26	RuzH21	1457	0.00	11.20	2.12	1.31
27	YagM21	369	0.00	28.00	1.97	3.02
28	FirtRH	35	17.20	28.70	21.47	3.19
29	GunSid	1457	12.00	725.70	367.38	186.92
30	KuvRH	176	10.80	17.00	13.08	1.75
31	MakBAS	1449	926.80	966.30	946.92	5.37
32	MakMinSF	1457	1.10	23.50	11.72	4.80
33	MakNem	1457	24.00	100.00	78.02	12.53
34	MakRuzH	1457	2.20	28.70	7.73	3.67
35	MakSIC	1457	-4.70	40.80	19.66	9.90
36	MakTSIC	1448	-0.30	37.60	16.67	9.45
37	MinTSIC	1448	-0.50	30.80	14.63	8.52
38	OrtTSIC	1448	-0.40	34.20	15.64	8.97
39	TUsMinSIC	1457	-19.60	22.20	6.50	7.44
40	TopGunSur	1457	0.00	12.90	6.49	4.12
41	TopYagM1	552	0.00	33.60	3.64	5.03
42	TopYagM	752	0.00	33.60	2.67	4.60

**Tablo 5.1b.** Düzeltilmiş Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

Sıra	Değişkenler	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	St. Sapma
1	PM7	1457	0.00	397.00	31.86	30.51
2	PM14	1457	0.00	345.00	52.83	41.61
3	PM21	1457	2.00	655.00	85.60	86.42
4	SO2_7	1457	0.00	179.00	7.24	16.21
5	SO2_14	1457	0.00	215.00	13.42	22.16
6	SO2_21	1457	0.00	255.00	12.64	22.87
7	TSIC7	1457	-0.50	32.80	14.61	8.56
8	BuhBAS7	1457	1.20	23.90	10.01	4.59
9	BulYUK7	1457	300.00	11000.00	1751.68	995.37
10	Bul7	1457	0.00	10.00	4.63	3.58
11	NNem7	1457	24.00	100.00	75.82	13.49
12	RuzH7	1457	0.00	12.50	1.73	1.10
13	YagM7	1457	0.00	27.00	1.79	2.51
14	TSIC14	1457	-0.30	37.60	15.56	9.10

15	BuhBAS14	1457	2.00	24.70	10.04	4.43
16	BulYUK14	1457	100.00	7000.00	1810.63	1096.94
17	Bul14	1457	0.00	10.00	5.24	3.04
18	NNem14	1457	14.00	98.00	46.25	16.43
19	RuzH14	1457	0.00	14.50	2.56	1.40
20	YagM14	1457	0.00	24.00	1.52	1.77
21	TSIC21	1457	-0.40	34.40	16.45	9.47
22	BuhBAS21	1457	1.80	23.30	10.00	4.44
23	BulYUK21	1457	400.00	7000.00	1686.69	843.04
24	Bul21	1457	0.00	10.00	4.06	3.53
25	NNem21	1457	19.00	98.00	63.59	15.97
26	RuzH21	1457	0.00	11.20	2.12	1.31
27	YagM21	1457	0.00	28.00	1.86	2.36
28	FirtRH	1457	17.20	28.70	21.12	1.47
29	GunSid	1457	12.00	725.70	367.38	186.92
30	KuvRH	1457	10.80	17.00	13.12	1.09
31	MakBAS	1457	926.80	966.30	946.89	5.37
32	MakMinSF	1457	1.10	23.50	11.72	4.80
33	MakNem	1457	24.00	100.00	78.02	12.53
34	MakRuzH	1457	2.20	28.70	7.73	3.67
35	MakSIC	1457	-4.70	40.80	19.66	9.90
36	MakTSIC	1457	-0.30	37.60	16.57	9.50
37	MinTSIC	1457	-0.50	30.80	14.54	8.57
38	OrtTSIC	1457	-0.40	34.20	15.54	9.02
39	TUsMinSIC	1457	-19.60	22.20	6.50	7.44
40	TopGunSur	1457	0.00	12.90	6.49	4.12
41	TopYagM1	1457	0.00	33.60	3.43	3.66
42	TopYagM	1457	0.00	33.60	2.67	3.76

Tablo 5.1a ve Tablo 5.1b'den görüldüğü gibi değişkenlerin ortalama ve standart sapmalarında çok fazla değişiklik gözlenmemektedir. Bundan dolayı orijinal veriler kullanılarak analizlere devam edilecektir.

Verilerin normalliği, çarpıklık ve basıklık değerleri ayrıca aralık yöntemi kullanılarak bakılmıştır. Çarpıklık ve basıklık değerleri %5 güven aralığı için  $\pm 2.58$  olması beklenir (Yücener, Demirel, Ceylan, & Demirel, 2011).

**Tablo 5.2a.** Orijinal Değişkenlerin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

Sıra	Değişkenler	N	Çarpıklık		Basıklık	
			İstatistik	St. Hata	İstatistik	St. Hata
1	PM7	1264	4.48	0.07	32.60	0.14
2	PM14	1264	2.35	0.07	7.84	0.14
3	PM21	1263	2.59	0.07	8.43	0.14
4	SO2_7	1354	4.51	0.07	27.92	0.13
5	SO2_14	1354	2.74	0.07	10.69	0.13
6	SO2_21	1354	3.86	0.07	23.70	0.13
7	TSIC7	1449	0.10	0.06	-1.22	0.13
8	BuhBAS7	1457	0.40	0.06	-0.64	0.13
9	BulYUK7	676	2.65	0.09	9.09	0.19
10	Bul7	1457	-0.12	0.06	-1.51	0.13
11	NNem7	1457	-0.46	0.06	-0.20	0.13
12	RuzH7	1457	1.98	0.06	10.29	0.13
13	YagM7	562	3.56	0.10	17.93	0.21
14	TSIC14	1448	0.09	0.06	-1.21	0.13
15	BuhBAS14	1457	0.49	0.06	-0.46	0.13
16	BulYUK14	716	2.27	0.09	4.57	0.18
17	Bul14	1457	-0.32	0.06	-0.99	0.13
18	NNem14	1457	1.05	0.06	0.76	0.13
19	RuzH14	1457	1.44	0.06	7.04	0.13
20	YagM14	315	3.50	0.14	18.33	0.27
21	TSIC21	1449	0.07	0.06	-1.22	0.13
22	BuhBAS21	1454	0.47	0.06	-0.50	0.13
23	BulYUK21	561	2.37	0.10	6.72	0.21
24	Bul21	1457	0.13	0.06	-1.47	0.13
25	NNem21	1457	0.16	0.06	-0.59	0.13
26	RuzH21	1457	1.47	0.06	4.20	0.13
27	YagM21	369	2.98	0.13	15.90	0.25
28	FirtRH	35	0.90	0.40	0.05	0.78
29	GunSid	1457	0.05	0.06	-1.17	0.13
30	KuvRH	176	0.49	0.18	-0.91	0.36
31	MakBAS	1449	0.42	0.06	0.16	0.13
32	MakMinSF	1457	-0.05	0.06	-0.85	0.13
33	MakNem	1457	-0.40	0.06	-0.34	0.13
34	MakRuzH	1457	1.76	0.06	4.88	0.13
35	MakSIC	1457	-0.21	0.06	-0.82	0.13
36	MakTSIC	1448	0.08	0.06	-1.21	0.13

37	MinTSIC	1448	0.10	0.06	-1.22	0.13
38	OrtTSIC	1448	0.08	0.06	-1.23	0.13
39	TU\$MinSIC	1457	-0.39	0.06	-0.23	0.13
40	TopGunSur	1457	-0.19	0.06	-1.26	0.13
41	TopYagM1	552	2.27	0.10	6.90	0.21
42	TopYagM	752	2.68	0.09	9.48	0.18

**Tablo 5.2b.** Düzelti\$miş Değişkenlerin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

Sıra	Değişkenler	N	Çarpıklık		Basıklık	
			İstatistik	St. Hata	İstatistik	St. Hata
1	PM7	1457	4.64	0.06	36.01	0.13
2	PM14	1457	2.49	0.06	8.92	0.13
3	PM21	1457	2.74	0.06	9.64	0.13
4	SO2_7	1457	4.67	0.06	29.90	0.13
5	SO2_14	1457	2.85	0.06	11.48	0.13
6	SO2_21	1457	3.97	0.06	25.13	0.13
7	TSIC7	1457	0.10	0.06	-1.22	0.13
8	BuhBAS7	1457	0.40	0.06	-0.64	0.13
9	BulYUK7	1457	2.70	0.06	11.63	0.13
10	Bul7	1457	-0.12	0.06	-1.51	0.13
11	NNem7	1457	-0.46	0.06	-0.20	0.13
12	RuzH7	1457	1.98	0.06	10.29	0.13
13	YagM7	1457	3.16	0.06	15.05	0.13
14	TSIC14	1457	0.09	0.06	-1.21	0.13
15	BuhBAS14	1457	0.49	0.06	-0.46	0.13
16	BulYUK14	1457	2.49	0.06	7.60	0.13
17	Bul14	1457	-0.32	0.06	-0.99	0.13
18	NNem14	1457	1.05	0.06	0.76	0.13
19	RuzH14	1457	1.44	0.06	7.04	0.13
20	YagM14	1457	3.35	0.06	23.37	0.13
21	TSIC21	1457	0.07	0.06	-1.22	0.13
22	BuhBAS21	1457	0.47	0.06	-0.50	0.13
23	BulYUK21	1457	2.50	0.06	10.83	0.13
24	Bul21	1457	0.13	0.06	-1.47	0.13
25	NNem21	1457	0.16	0.06	-0.59	0.13
26	RuzH21	1457	1.47	0.06	4.20	0.13

27	YagM21	1457	3.44	0.06	18.23	0.13
28	FirtRH	1457	1.39	0.06	5.20	0.13
29	GunSid	1457	0.05	0.06	-1.17	0.13
30	KuvRH	1457	0.23	0.06	-0.11	0.13
31	MakBAS	1457	0.43	0.06	0.16	0.13
32	MakMinSF	1457	-0.05	0.06	-0.85	0.13
33	MakNem	1457	-0.40	0.06	-0.34	0.13
34	MakRuzH	1457	1.76	0.06	4.88	0.13
35	MakSIC	1457	-0.21	0.06	-0.82	0.13
36	MakTSIC	1457	0.08	0.06	-1.20	0.13
37	MinTSIC	1457	0.10	0.06	-1.22	0.13
38	OrtTSIC	1457	0.08	0.06	-1.23	0.13
39	TUUsMinSIC	1457	-0.39	0.06	-0.23	0.13
40	TopGunSur	1457	-0.19	0.06	-1.26	0.13
41	TopYagM1	1457	2.63	0.06	11.80	0.13
42	TopYagM	1457	2.89	0.06	12.43	0.13

Normallik varsayımı için kullanılan aralık yönteminde ise; eğer dağılımın

- Ort $\pm$ 1xSS sınırları arasında gözlemlerin %68.26'sı
- Ort $\pm$ 2xSS sınırları arasında gözlemlerin %95.44'ü
- Ort $\pm$ 3xSS sınırları arasında gözlemlerin %99.74'ü

bulunuyorsa dağılımın normal dağılıma uyduğu söylenir.

**Tablo 5.3a.** Orijinal Değişkenler İçin Aralık Yöntemi

Sıra	Değişkenler	ORT $\pm$ 1SS		ORT $\pm$ 2SS		ORT $\pm$ 3SS	
		Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
1	PM7	1141	90.27	1218	96.36	1245	98.50
2	PM14	1056	83.54	1208	95.57	1236	97.78
3	PM21	1125	89.07	1194	94.54	1228	97.23
4	SO2_7	1237	91.36	1292	95.42	1322	97.64
5	SO2_14	1191	87.96	1276	94.24	1327	98.01
6	SO2_21	1192	88.04	1298	95.86	1332	98.38
7	TSIC7	862	59.49	1448	99.93	1449	100.00

8	BuhBAS7	959	65.82	1409	96.71	1456	99.93
9	BulYUK7	507	75.00	651	96.30	652	96.45
10	Bul7	756	51.89	1457	100.00	1457	100.00
11	NNem7	939	64.45	1406	96.50	1455	99.86
12	RuzH7	1099	75.43	1407	96.57	1438	98.70
13	YagM7	501	89.15	529	94.13	550	97.86
14	TSIC14	842	58.15	1441	99.52	1448	100.00
15	BuhBAS14	941	64.58	1411	96.84	1454	99.79
16	BulYUK14	656	91.62	666	93.02	697	97.35
17	Bul14	915	62.80	1457	100.00	1457	100.00
18	NNem14	1066	73.16	1367	93.82	1446	99.25
19	RuzH14	1046	71.79	1418	97.32	1448	99.38
20	YagM14	275	87.30	298	94.60	307	97.46
21	TSIC21	845	58.32	1449	100.00	1449	100.00
22	BuhBAS21	951	65.41	1409	96.91	1454	100.00
23	BulYUK21	416	74.15	546	97.33	546	97.33
24	Bul21	615	42.21	1457	100.00	1457	100.00
25	NNem21	946	64.93	1412	96.91	1457	100.00
26	RuzH21	1065	73.10	1393	95.61	1442	98.97
27	YagM21	315	85.37	351	95.12	365	98.92
28	FirtRH	22	62.86	33	94.29	35	100.00
29	GunSid	870	59.71	1457	100.00	1457	100.00
30	KuvRH	100	56.82	168	95.45	176	100.00
31	MakBAS	1010	69.70	1384	95.51	1446	99.79
32	MakMinSF	919	63.07	1436	98.56	1457	100.00
33	MakNem	924	63.42	1416	97.19	1454	99.79
34	MakRuzH	1130	77.56	1394	95.68	1427	97.94
35	MakSIC	915	62.80	1425	97.80	1457	100.00
36	MakTSIC	840	58.01	1444	99.72	1448	100.00
37	MinTSIC	844	58.29	1448	100.00	1448	100.00
38	OrtTSIC	843	58.22	1147	79.21	1448	100.00
39	TU\$MinSIC	957	65.68	1401	96.16	1454	99.79
40	TopGunSur	814	55.87	1457	100.00	1457	100.00
41	TopYagM1	471	85.33	527	95.47	544	98.55
42	TopYagM	650	86.44	712	94.68	737	98.01

**Tablo 5.3b.** Düzeltilmiş Değişkenler İçin Aralık Yöntemi

Sıra	Değişkenler	ORT±1SS		ORT±2SS		ORT±3SS	
		Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
1	PM7	1302	89.36	1405	96.43	1434	98.42
2	PM14	1424	97.74	1392	95.54	1426	97.87
3	PM21	1293	88.74	1382	94.85	1419	97.39
4	SO2_7	1334	91.56	1387	95.20	1420	97.46
5	SO2_14	1278	87.71	1374	94.30	1423	97.67
6	SO2_21	1287	88.33	1397	95.88	1432	98.28
7	TSIC7	854	58.61	1456	99.93	1457	100.00
8	BuhBAS7	959	65.82	1409	96.71	1456	99.93
9	BulYUK7	1179	80.92	1407	96.57	1432	98.28
10	Bul7	756	51.89	1457	100.00	1457	100.00
11	NNem7	939	64.45	1406	96.50	1455	99.86
12	RuzH7	1099	75.43	1407	96.57	1438	98.70
13	YagM7	1283	88.06	1395	95.74	1413	96.98
14	TSIC14	850	58.34	1450	99.52	1457	100.00
15	BuhBAS14	941	64.58	1411	96.84	1454	99.79
16	BulYUK14	1224	84.01	1407	96.57	1412	96.91
17	Bul14	915	62.80	1457	100.00	1457	100.00
18	NNem14	1066	73.16	1367	93.82	1446	99.25
19	RuzH14	1406	96.50	1418	97.32	1448	99.38
20	YagM14	1306	89.64	1405	96.43	1414	97.05
21	TSIC21	851	58.41	1457	100.00	1457	100.00
22	BuhBAS21	954	65.48	1412	96.91	1457	100.00
23	BulYUK21	1246	85.52	1442	98.97	1442	98.97
24	Bul21	615	42.21	1457	100.00	1457	100.00
25	NNem21	946	64.93	1412	96.91	1457	100.00
26	RuzH21	1065	73.10	1393	95.61	1442	98.97
27	YagM21	1339	91.90	1395	95.74	1415	97.12
28	FirtRH	1263	86.68	1386	95.13	1423	97.67
29	GunSid	870	59.71	1457	100.00	1457	100.00
30	KuvRH	941	64.58	1425	97.80	1448	99.38
31	MakBAS	1018	69.87	1392	95.54	1454	99.79
32	MakMinSF	919	63.07	1436	98.56	1457	100.00
33	MakNem	924	63.42	1416	97.19	1454	99.79
34	MakRuzH	1130	77.56	1394	95.68	1427	97.94
35	MakSIC	915	62.80	1425	97.80	1457	100.00
36	MakTSIC	853	58.54	1453	99.73	1457	100.00



37	MinTSIC	860	59.03	1457	100.00	1457	100.00
38	OrtTSIC	851	58.41	1456	99.93	1457	100.00
39	TUsMinSIC	957	65.68	1401	96.16	1454	99.79
40	TopGunSur	814	55.87	1457	100.00	1457	100.00
41	TopYagM1	1299	89.16	1379	94.65	1434	98.42
42	TopYagM	1295	88.88	1371	94.10	1433	98.35

Tablo 5.3a ve Tablo 5.3b'den verilerin dağılım oranları göz önüne alınarak, verilerin çoğunluğu;

- Ort $\pm$ 1xSS sınırları arasında gözlemlerin %68.26'sı
- Ort $\pm$ 2xSS sınırları arasında gözlemlerin %95.44'ü
- Ort $\pm$ 3xSS sınırları arasında gözlemlerin %99.74'ü

sınırları içerisinde yoğunlaştığından, normallik varsayımı kabul edilecektir. Ancak Tablo 5.2a, Tablo 5.2b'de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 16, 19, 23, 26, 27, 34, 41 ve 42 değişkenleri şiddetli pozitif çarpıklık göstermektedir. Yapılan analizlerin doğru yorumlanabilmesi için bu verilere “ln” dönüşümü uygulanıp verilerin çarpıklığının giderilerek, normale yakın bir dağılım elde edilmeye çalışılmaktadır. Tablo 5.4a'da orijinal değişkenlere ilişkin ln dönüşümlü çarpıklık-basıklık değerleri verilmektedir.

**Tablo 5.4a.** Orijinal Değişkenler İçin “ln” Dönüşümlü Çarpıklık-Basıklık Değerleri

Sıra	Değişkenler	N	Çarpıklık		Basıklık	
			İstatistik	St. Hata	İstatistik	St. Hata
1	NPM7	1257	-0.214	0.069	1.405	0.138
2	NPM14	1263	-0.253	0.069	0.663	0.138
3	NPM21	1263	-0.182	0.069	0.276	0.138
4	NSO2_7	755	0.467	0.089	-0.087	0.178
5	NSO2_14	916	-0.076	0.081	-0.666	0.161
6	NSO2_21	893	0.050	0.082	-0.593	0.163
7	NBulYUK7	676	1.347	0.094	0.866	0.188
8	NRuzH7	1427	-0.710	0.065	0.771	0.129

9	NYagM7	278	-0.271	0.146	-0.887	0.291
10	NBulYUK14	716	1.303	0.091	1.516	0.182
11	NRuzH14	1450	-0.789	0.064	0.980	0.128
12	NYagM14	221	-0.062	0.164	-0.909	0.326
13	NBulYUK21	561	1.268	0.103	0.480	0.206
14	NRuzH21	1442	-0.596	0.064	0.617	0.129
15	NYagM21	275	-0.295	0.147	-0.968	0.293
16	NMakRuzH	1457	0.249	0.064	-0.030	0.128
17	NTopYagM1	457	-0.477	0.114	-0.745	0.228
18	NToplYagM	457	-0.477	0.114	-0.745	0.228

**Tablo 5.4b.** Düzeltilmiş Değişkenler İçin “ln” Dönüştürümlü Çarpıklık-Basıklık Değerleri

Sıra	Değişkenler	N	Çarpıklık		Basıklık	
			İstatistik	St. Hata	İstatistik	St. Hata
1	NPM7	1450	-0.267	0.064	1.695	0.128
2	NPM14	1456	-0.155	0.064	0.989	0.128
3	NPM21	1457	-0.081	0.064	0.533	0.128
4	NSO2_7	788	0.230	0.087	0.385	0.174
5	NSO2_14	975	-0.866	0.078	1.448	0.156
6	NSO2_21	952	-0.631	0.079	1.271	0.158
7	NBulYUK7	1457	1.013	0.064	0.634	0.128
8	NRuzH7	1427	-0.710	0.065	0.771	0.129
9	NYagM7	1173	-0.664	0.071	0.066	0.143
10	NBulYUK14	1457	0.900	0.064	1.296	0.128
11	NRuzH14	1450	-0.789	0.064	0.980	0.128
12	NYagM14	1304	-0.554	0.068	-0.284	0.135
13	NBulYUK21	1457	0.849	0.064	0.208	0.128
14	NRuzH21	1442	-0.596	0.064	0.617	0.129
15	NYagM21	1217	-0.808	0.070	1.380	0.140
16	NMakRuzH	1457	0.249	0.064	-0.030	0.128
17	NTopYagM1	1333	-1.299	0.067	1.495	0.134
18	NToplYagM	1133	-0.997	0.073	0.595	0.145
19	NFirtRH	1457	0.889	0.064	3.686	0.128

Tablo 5.4a ve Tablo 5.4b’den görüldüğü gibi, ln dönüşümüyle verilerin çoğunluğunun çarpıklığı giderilmiştir.

## 5.2. ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON MODELLERİ

### 5.2.1. Partiküler Madde İçin Modeller

#### 5.2.1.1. Saat 07 İçin Partiküler Madde Modeli

PM7 değişkenine ilişkin ln dönüşümü yapılmış NPM7 değişkeninin diğer değişkenlerle (ln dönüşümlü) olan ilişkisi, Tablo 5.5’de korelasyon matrisi verilmektedir.

**Tablo 5.5.** NPM7 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi

	NPM7	NNem7	KuvRH	MakBAS	TopGunSur
NPM7	1				
NNem7	-0.031	1			
KuvRH	0.043	-0.108	1		
MakBAS	0.195**	0.333**	-0.163*	1	
TopGunSur	-0.039	-0.215**	-0.071	-0.127**	1
NBulYUK7	0.129**	-0.287**	-0.028	0.056	0.104**
NRuzH7	-0.035	-0.274**	0.066	-0.142**	0.037
NYagM7	-0.128*	0.281**	-0.065	-0.137*	-0.068
NSO2_7	0.151**	-0.518**	0.194*	-0.012	-0.216**
TSIC7+MakTSIC	-0.243**	-0.278**	-0.100	-0.479**	0.611**
	NBulYUK7	NRuzH7	NYagM7	NSO2_7	TSIC7+MakTSIC
NBulYUK7	1				
NRuzH7	0.084*	1			
NYagM7	-0.151*	0.072	1		
NSO2_7	0.200**	0.116**	-0.244**	1	
TSIC7+MakTSIC	-0.018	-0.008	0.015	-0.321**	1

\*:0.05 seviyesinde anlamlılık

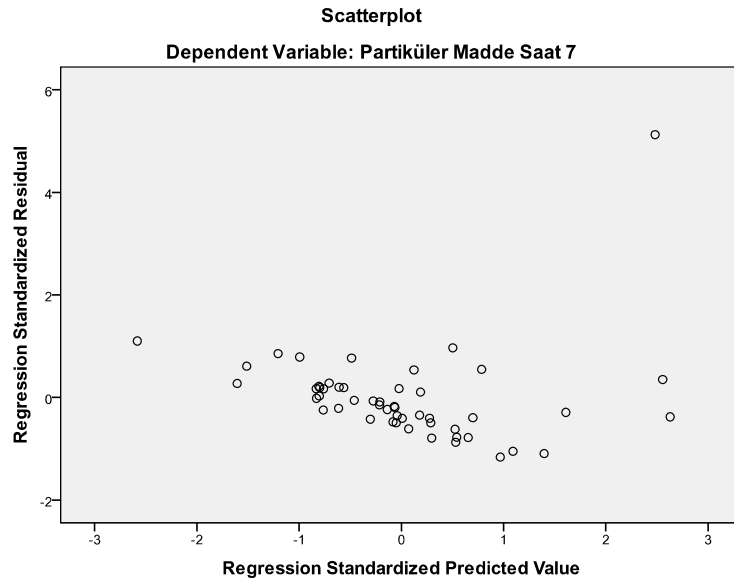
\*\* :0.01 seviyesinde anlamlılık

Enter yöntemiyle modele dahil edilen değişkenler Tablo 5.6'da verilmektedir.

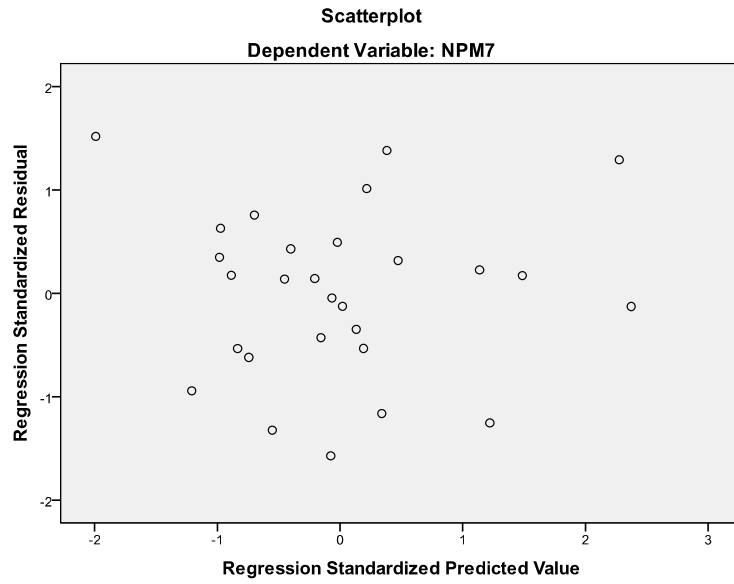
**Tablo 5.6.** NPM7 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler

Değişkenler	$\beta$	St. Hata	Tolerans	VIF	t	p	$\lambda$
<b>Sabit</b>	-84.435	43.709			-1.932	0.069	7.632
<b>NRuzH7</b>	-0.852	0.305	0.637	1.569	-2.795	0.012	1.037
<b>NYagM7</b>	-0.036	0.117	0.757	1.321	-0.307	0.763	0.683
<b>KuvRH</b>	-0.199	0.144	0.474	2.108	-1.380	0.184	0.336
<b>NSO2_7</b>	0.475	0.146	0.711	1.407	3.241	0.005	0.201
<b>NNem7</b>	-0.036	0.013	0.712	1.404	-2.860	0.010	0.081
<b>NBulYUK7</b>	-0.988	0.729	0.611	1.637	-1.355	0.192	0.022
<b>TSIC7+MakTSIC</b>	0.030	0.027	0.395	2.531	1.125	0.275	0.007
<b>TopGunSur</b>	-0.166	0.075	0.490	2.042	-2.221	0.039	0.001
<b>MakBAS</b>	0.105	0.048	0.729	1.371	2.175	0.043	<0.001
F=2.648	p=0.038	R=0.755	SEE=0.774	R <sup>2</sup> =0.570	DW=2.475		

Tablo 5.6'da, F istatistiğine göre model kabul edilmektedir. TSIC7, MakTSIC değişkenleri, ayrı ayrı alındığında VIF değerleri 10 üzerine çıkmakta ve çoklu bağlantı problemi oluşmaktadır. Bundan dolayı TSIC7+MakTSIC değişkeni alınarak bu problem ortadan kaldırılmıştır. VIF değerlerin 10'nun altında ve DW istatistiği 1.5-2.5 aralığında olması çoklu bağlantının olmadığını göstermektedir. Modelin PM7'nin ve diğer değişkenlerin dönüşüm yapılmamışken ve yapıldıktan sonraki standartlaştırılmış artıklar ve standartlaştırılmış tahmini değerlere ilişkin şekiller Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de verilmektedir.



**Şekil 5.1.** PM7 Artık Değer Gösterimi



**Şekil 5.2.** NPM7 Artık Değer Gösterimi

Şekil 5.1'den görüldüğü gibi PM7 kestirim değerlerine ilişkin dağılım sağa megafon yapma eğilimindedir. Dolayısıyla Tablo 5.4a' da verildiği gibi bazı

değişkenlere ln dönüşümü uygulanarak, Şekil 5.2'deki gibi normal sınırlar içerisinde bir dağılım elde edilmiştir.

### 5.2.1.2. Saat 14 İçin Partiküler Madde Modeli

Modele giren değişkenlerin NPM14 ile ilişkisini gösteren korelasyon matrisi

Tablo 5.7'de verilmektedir.

**Tablo 5.7.** NPM14 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi

	<b>NPM14</b>	<b>NRuzH14</b>	<b>NYagM14</b>	<b>NNem14</b>	<b>GunSid</b>
<b>NPM14</b>	1				
<b>NRuzH14</b>	-0.144**	1			
<b>NYagM14</b>	0.004	-0.084	1		
<b>NNem14</b>	-0.022	-0.169**	-0.080	1	
<b>GunSid</b>	-0.213**	0.219**	0.010	-0.695**	1
<b>KuvRH</b>	0.066	0.062	0.148	-0.037	-0.062
<b>NBulYUK14</b>	0.203**	0.025	-0.001	-0.317**	0.133**
<b>TSIC14</b>	-0.361**	0.233**	0.074	-0.445**	0.718**
	<b>KuvRH</b>	<b>NBulYUK14</b>	<b>TSIC14</b>		
<b>KuvRH</b>	1				
<b>NBulYUK14</b>	0.124	1			
<b>TSIC14</b>	-0.019	-0.019	1		

\*:0.05 seviyesinde anlamlılık

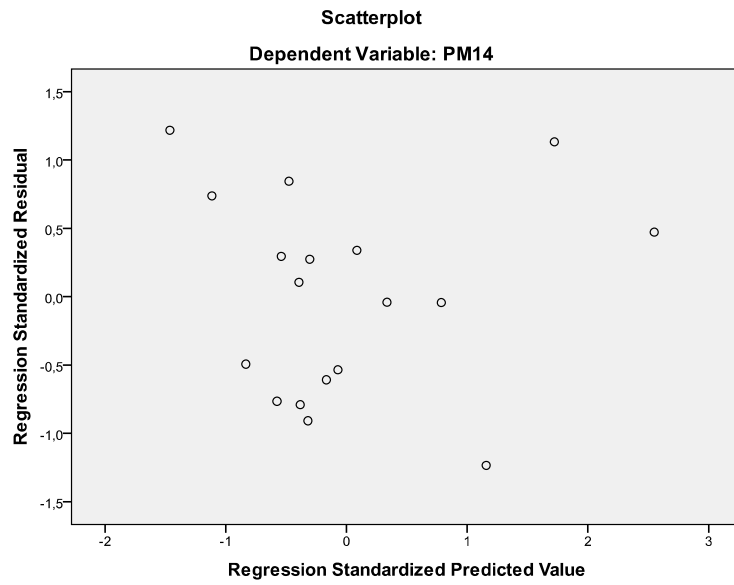
\*\* :0.01 seviyesinde anlamlılık

Tablo 5.8’de NPM14 için çoklu regresyon modeline ilişkin istatistikler verilmektedir.

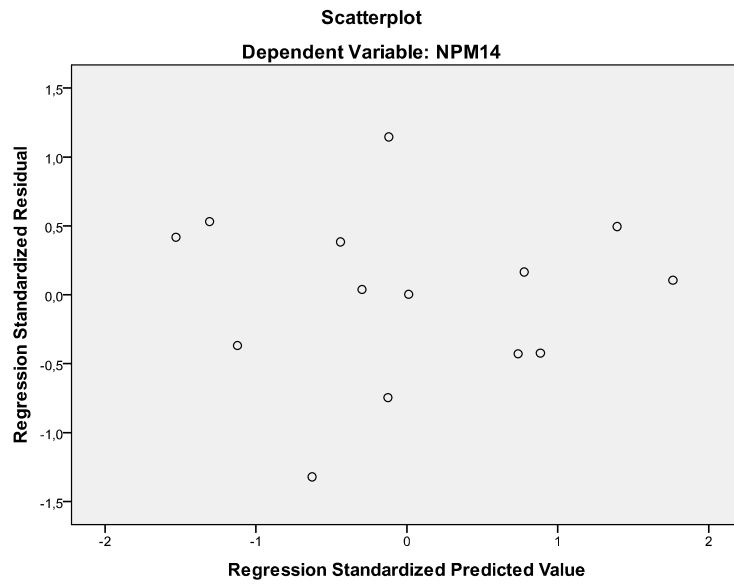
**Tablo 5.8.** NPM14 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler

Değişkenler	$\beta$	St. Hata	Tolerans	VIF	t	p	$\lambda$
<b>Sabit</b>	15.500	12.198			1.271	0.260	6.281
<b>NRuzH14</b>	0.072	0.242	0.615	1.625	0.297	0.778	1.178
<b>NYagM14</b>	0.024	0.137	0.344	2.903	0.176	0.868	1.014
<b>NNem14</b>	-0.014	0.016	0.144	6.924	-0.928	0.396	0.330
<b>GunSid</b>	-0.003	0.002	0.173	5.765	-1.817	0.129	0.135
<b>KuvRH</b>	-0.040	0.101	0.748	1.337	-0.399	0.706	0.047
<b>NBulYUK14</b>	-1.493	1.733	0.635	1.575	-0.861	0.428	0.011
<b>TSIC14</b>	0.059	0.050	0.303	3.295	1.175	0.293	0.003
<b>NToplYagM</b>	-0.337	0.116	0.330	3.029	-2.895	0.034	<0.001
F=6.032	p=0.032	R=0.952	SEE=0.389	R <sup>2</sup> =0.906	DW=1.904		

Tablo 5.8’de, F istatistiğine göre model kabul edilmektedir. VIF değerlerin 10’nun altında ve DW istatistiği 1.5-2.5 aralığında olması çoklu bağlantının olmadığını göstermektedir. Modelin PM14’ün ve diğer değişkenlerin dönüşüm yapılmamışken ve yapıldıktan sonraki standartlaştırılmış artıklar ve standartlaştırılmış tahmini değerlere ilişkin şekiller, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’de verilmektedir.



**Şekil 5.3.** PM14 Artık Değer Gösterimi



**Şekil 5.4.** NPM14 Artık Değer Gösterimi

Şekil 5.4, Şekil 5.3'e göre daha normal dağılmaktadır.



### 5.2.1.3. Saat 21 İçin Partiküler Madde Modeli

Modele giren değişkenlerin NPM21 ile ilişkisini gösteren korelasyon matrisi

Tablo 5.9'de verilmektedir.

**Tablo 5.9.** NPM21 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi

	<b>NPM21</b>	<b>NRuzH21</b>	<b>NToplYagM</b>	<b>NNem21</b>	<b>KuvRH</b>
<b>NPM21</b>	1				
<b>NRuzH21</b>	-0.154**	1			
<b>NToplYagM</b>	-0.010	-0.096*	1		
<b>NNem21</b>	-0.009	-0.198**	0.202**	1	
<b>KuvRH</b>	0.071	0.061	-0.052	-0.070	1
<b>MakBAS</b>	0.319**	-0.191**	-0.082	0.184**	-0.163*
<b>NBulYUK21</b>	0.057	-0.064	-0.056	-0.335**	0.040
<b>TSIC21</b>	-0.327**	0.199**	-0.076	-0.371**	-0.014
<b>NSO2_21</b>	0.489**	-0.045	0.021	-0.004	-0.149
	<b>MakBAS</b>	<b>NBulYUK21</b>	<b>TSIC21</b>	<b>NSO2_21</b>	
<b>MakBAS</b>	1				
<b>NBulYUK21</b>	0.137**	1			
<b>TSIC21</b>	-0.480**	-0.011	1		
<b>NSO2_21</b>	0.227**	0.101*	-0.536**	1	

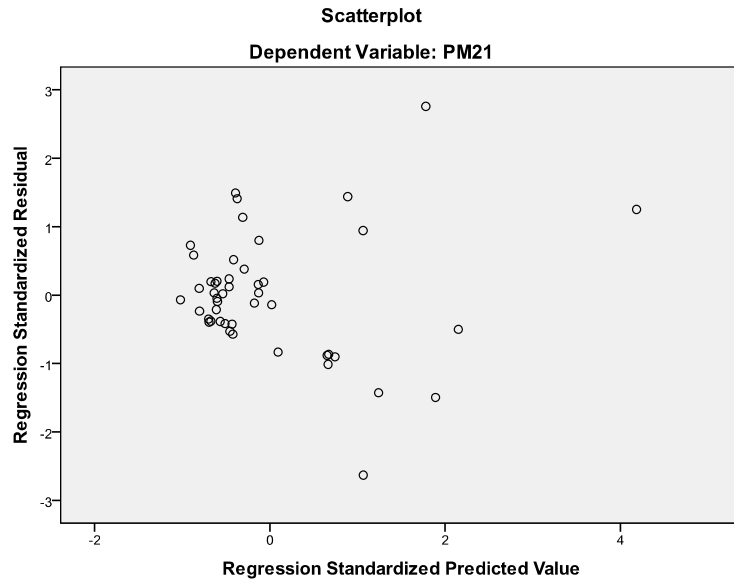
\*:0.05 seviyesinde anlamlılık

\*\* :0.01 seviyesinde anlamlılık

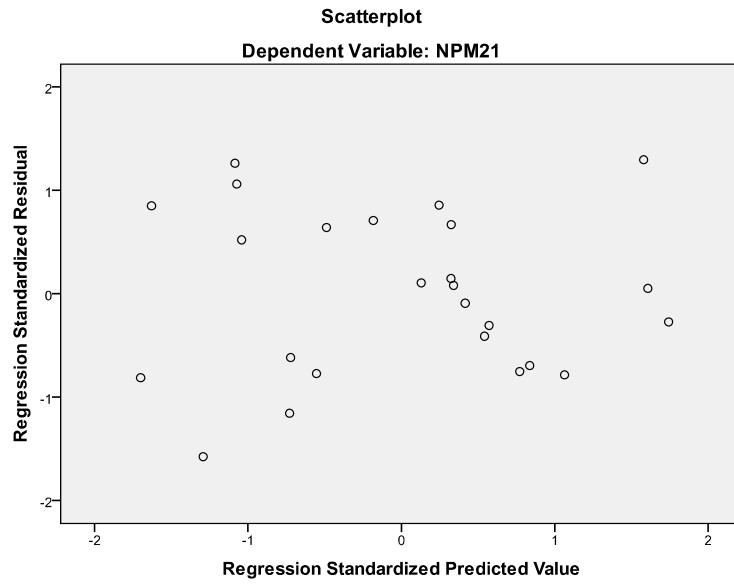
**Tablo 5.10.** NPM21 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler

Değişkenler	$\beta$	St. Hata	Tolerans	VIF	t	p	$\lambda$
<b>Sabit</b>	-43.612	34.699			-1.257	0.228	7.766
<b>NRuzH21</b>	-0.021	0.207	0.570	1.756	-0.100	0.921	0.811
<b>NToplYagM</b>	-0.003	0.128	0.560	1.787	-0.023	0.982	0.642
<b>NNem21</b>	-0.026	0.018	0.212	4.713	-1.395	0.183	0.439
<b>NYagM21</b>	0.415	0.230	0.182	5.492	1.803	0.091	0.241
<b>KuvRH</b>	0.141	0.083	0.548	1.824	1.692	0.111	0.084
<b>MakBAS</b>	0.039	0.037	0.546	1.83	1.031	0.319	0.013
<b>NBulYUK21</b>	1.419	0.531	0.546	1.832	2.671	0.017	0.005
<b>TSIC21</b>	-0.007	0.044	0.254	3.930	-0.157	0.877	0.001
<b>NSO2_21</b>	0.524	0.142	0.443	2.255	3.677	0.002	<0.001
F= 5.044	p=0.003	R=0.867	SEE=0.603	R <sup>2</sup> =0.752	DW=2.162		

Tablo 5.10'de, F istatistiğine göre model kabul edilmektedir. VIF değerlerin 10'nun altında ve DW istatistiği 1.5-2.5 aralığında olması çoklu bağlantının olmadığını göstermektedir. Modelin PM21'in ve diğer değişkenlerin dönüşüm yapılmamışken ve yapıldıktan sonraki standartlaştırılmış artıklar ve standartlaştırılmış tahmini değerlere ilişkin şekiller, Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'de verilmektedir.



Şekil 5.5. PM21 Artık Değer Gösterimi



Şekil 5.6. NPM21 Artık Değer Gösterimi

Şekil 5.6, Şekil 5.5'e göre daha normal dağılmaktadır.

## 5.2.2. Kükürt Dioksit İçin Modeller

### 5.2.2. 1. Saat 07 İçin Kükürt Dioksit Modeli

Modele giren değişkenlerin NSO2\_7 ile ilişkisini gösteren korelasyon matrisi

Tablo 5.11’de verilmektedir.

**Tablo 5.11.** NSO2\_7 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi

	NSO2_7	NBulYUK7	NNem7	NRuzH7	KuvRH	GunSid
<b>NSO2_7</b>	1					
<b>NBulYUK7</b>	0.216**	1				
<b>NNem7</b>	-0.170**	-0.287**	1			
<b>NRuzH7</b>	0.098**	0.084*	-0.274**	1		
<b>KuvRH</b>	0.027	-0.028	-0.108	0.066	1	
<b>GunSid</b>	-0.167**	0.080*	-0.290**	0.048	-0.062	1
<b>TSIC7</b>	-0.339**	-0.022	-0.273**	-0.010	-0.004	0.677**
<b>NYagM7</b>	-0.061	-0.151*	0.281**	0.072	-0.065	-0.018
<b>MakBAS</b>	0.043	0.056	0.333**	-0.142**	-0.163*	-0.291**
<b>NToplYagM</b>	-0.106	-0.186**	0.294**	0.019	-0.052	-0.102*
<b>NPM7</b>	0.306**	0.129**	-0.031	-0.035	0.043	-0.114**
	TSIC7	NYagM7	MakBAS	NToplYagM	NPM7	
<b>TSIC7</b>	1					
<b>NYagM7</b>	0.023	1				
<b>MakBAS</b>	-0.477**	-0.137*	1			
<b>NToplYagM</b>	-0.045	0.771**	-0.082	1		
<b>NPM7</b>	-0.251**	-0.128*	0.195**	-0.120*	1	

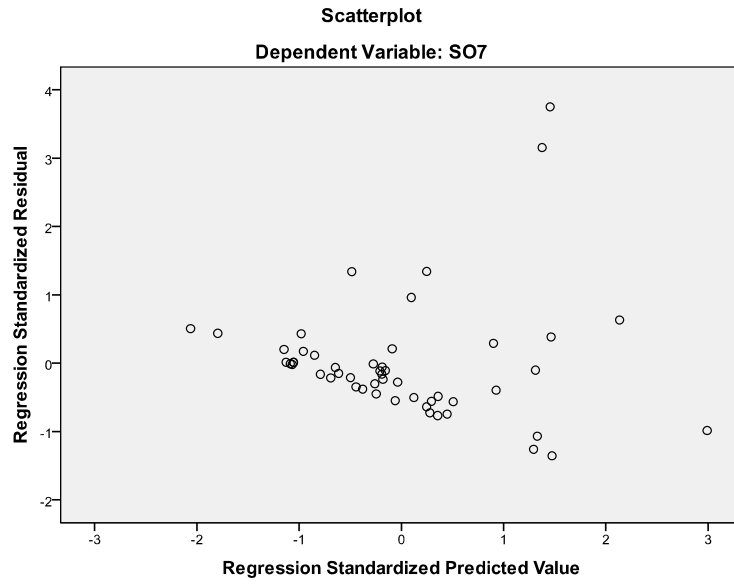
\*:0.05 seviyesinde anlamlılık

\*\* :0.01 seviyesinde anlamlılık

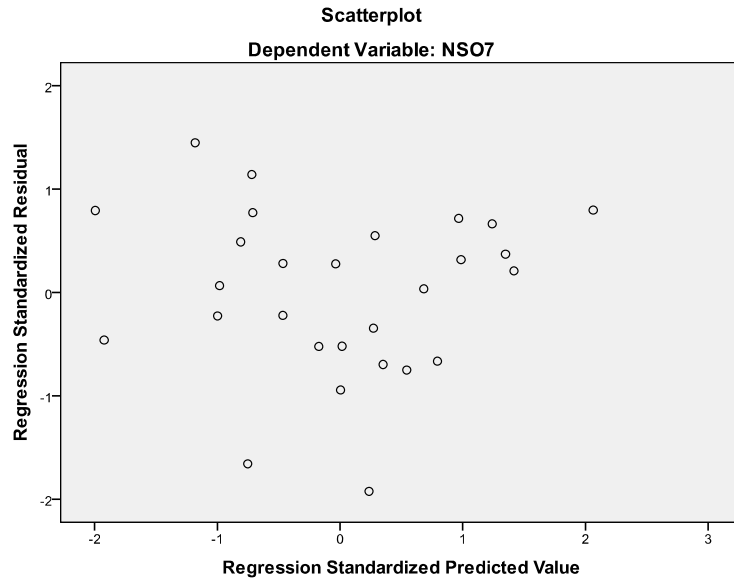
**Tablo 5.12.** NSO2\_7 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler

Değişkenler	$\beta$	St. Hata	Tolerans	VIF	t	p	$\lambda$
<b>Sabit</b>	52.347	54.789			0.955	0.353	8.031
<b>NBulYUK7</b>	1.995	0.787	0.759	1.317	2.534	0.021	1.737
<b>NNem7</b>	0.034	0.016	0.650	1.538	2.125	0.049	0.588
<b>NRuzH7</b>	0.622	0.400	0.536	1.865	1.555	0.138	0.299
<b>KuvRH</b>	0.433	0.156	0.586	1.707	2.774	0.013	0.189
<b>GunSid</b>	0.005	0.002	0.487	2.052	2.957	0.009	0.075
<b>TSIC7</b>	-0.180	0.067	0.425	2.355	-2.701	0.015	0.057
<b>NYagM7</b>	0.335	0.231	0.282	3.542	1.453	0.164	0.016
<b>MakBAS</b>	-0.078	0.060	0.688	1.453	-1.308	0.208	0.007
<b>NToplYagM</b>	-0.343	0.199	0.302	3.306	-1.729	0.102	0.001
<b>NPM7</b>	0.621	0.228	0.665	1.504	2.721	0.015	<0.001
F= 2.824	p=0.029	R=0.790	SEE=0.931	R <sup>2</sup> =0.624	DW=1.898		

Tablo 5.12’de, F istatistiğine göre model kabul edilmektedir. VIF değerlerin 10’nun altında ve DW istatistiği 1.5-2.5 aralığında olması çoklu bağlantının olmadığını göstermektedir. Modelin SO2\_7’nin ve diğer değişkenlerin dönüşüm yapılmamışken ve yapıldıktan sonraki standartlaştırılmış artıklar ve standartlaştırılmış tahmini değerlere ilişkin şekiller, Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’de verilmektedir.



**Şekil 5.7.** SO2\_7 Artık Değer Gösterimi



**Şekil 5.8.** NSO2\_7 Artık Değer Gösterimi

Şekil 5.8, Şekil 5.7'e göre daha normal dağılmaktadır.

### 5.2.2. 2. Saat 14 İçin Kükürt Dioksit Modeli

Modele giren değişkenlerin NSO2\_14 ile ilişkisini gösteren korelasyon matrisi

Tablo 5.13’de verilmektedir.

**Tablo 5.13.** NSO2\_14 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi

	NSO2_14	NYagM14	NBulYUK14	GunSid	KuvRH	NToplYagM	TSIC14+MakSIC
NSO2_14	1						
NYagM14	0.039	1					
NBulYUK14	0.025	-0.001	1				
GunSid	-0.524**	0.010	0.133**	1			
KuvRH	-0.104	0.148	0.124	-0.062	1		
NToplYagM	-0.029	-0.073	-0.066	-0.102*	-0.052	1	
TSIC14+MakSIC	-0.647**	0.070	-0.013	0.730**	-0.017	-0.068	1

\*:0.05 seviyesinde anlamlılık

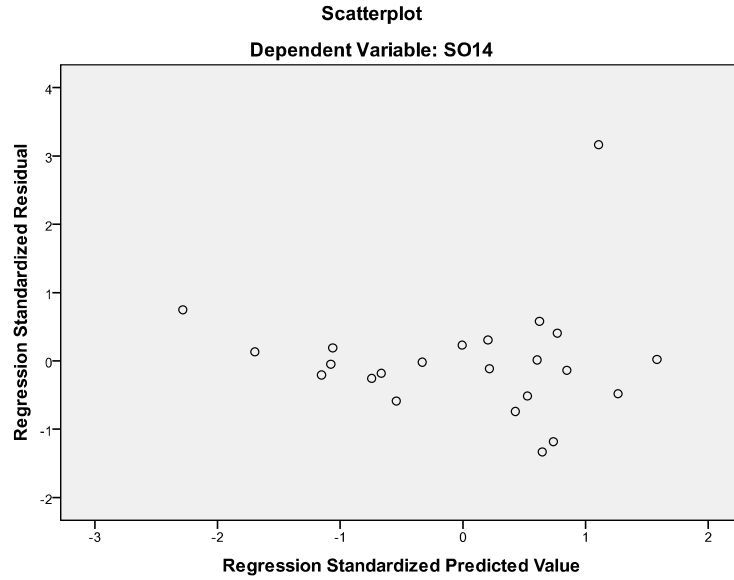
\*\* :0.01 seviyesinde anlamlılık

**Tablo 5.14.** NSO2\_14 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler

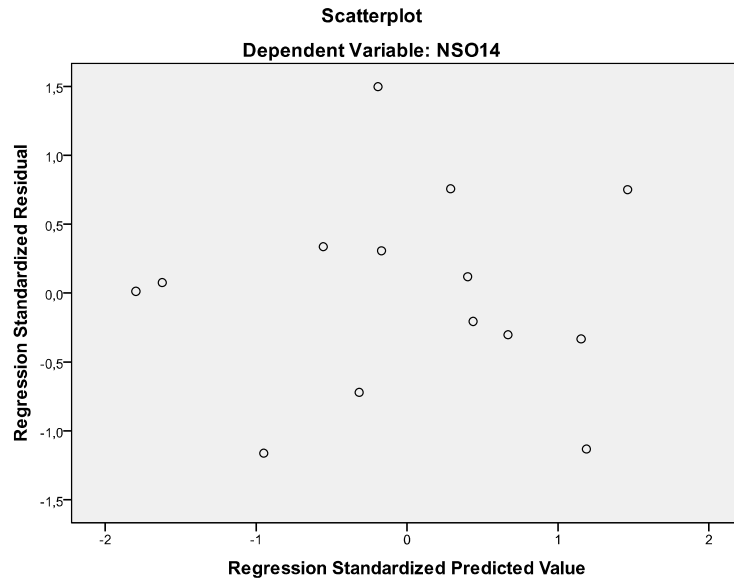
Değişkenler	$\beta$	St. Hata	Tolerans	VIF	t	p	$\lambda$
Sabit	46.879	20.197			2.321	0.053	4.612
NYagM14	0.411	0.133	0.803	1.246	3.095	0.017	1.019
NBulYUK14	-6.006	2.947	0.573	1.746	-2.038	0.081	0.999
GunSid	-0.004	0.002	0.280	3.574	-1.902	0.099	0.336
KuvRH	-0.107	0.176	0.606	1.651	-0.606	0.563	0.032
NToplYagM	-0.054	0.116	0.727	1.375	-0.466	0.655	0.003
TSIC14+MakSIC	0.018	0.045	0.223	4.479	0.391	0.708	<0.001
F= 4.163	p=0.042	R=0.884	SEE=0.598	R <sup>2</sup> =0.781	DW=2.470		

Tablo 5.14’de, F istatistiğine göre model kabul edilmektedir. VIF değerlerin 10’nun altında ve DW istatistiği 1.5-2.5 aralığında olması çoklu bağlantının olmadığını göstermektedir. Modelin SO2\_14’ün ve diğer değişkenlerin dönüşüm yapılmamışken

ve yapıldıktan sonraki standartlaştırılmış artıklar ve standartlaştırılmış tahmini değerlere ilişkin şekiller, Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da verilmektedir.



**Şekil 5.9.** SO<sub>2</sub>\_14 Artık Değer Gösterimi



**Şekil 5.10.** NSO<sub>2</sub>\_14 Artık Değer Gösterimi

Şekil 5.10, Şekil 5.9'e göre daha normal dağılmaktadır.



### 5.2.2. 3. Saat 21 İçin Kükürt Dioksit Modeli

Modele giren değişkenlerin NSO2\_21 ile ilişkisini gösteren korelasyon matrisi

Tablo 5.15’de verilmektedir.

**Tablo 5.15.** NSO2\_21 Bağımlı Değişkenine İlişkin Korelasyon Matrisi

	NSO2_21	NYagM21	KuvRH	NToplYagM	TSIC21
<b>NSO2_21</b>	1				
<b>NYagM21</b>	-0.140	1			
<b>KuvRH</b>	-0.149	-0.048	1		
<b>NToplYagM</b>	0.021	0.129	-0.052	1	
<b>TSIC21</b>	-0.536**	0.101	-0.014	-0.076	1
<b>NRuzH21</b>	-0.045	0.104	0.061	-0.096*	0.199**
<b>NPM21</b>	0.489**	-0.192**	0.071	-0.010	-0.327**
<b>Bul21</b>	0.044	0.135*	-0.004	0.082	-0.335**
	<b>NRuzH21</b>	<b>NPM21</b>	<b>Bul21</b>		
<b>NRuzH21</b>	1				
<b>NPM21</b>	-0.154**	1			
<b>Bul21</b>	-0.042	-0.161**	1		

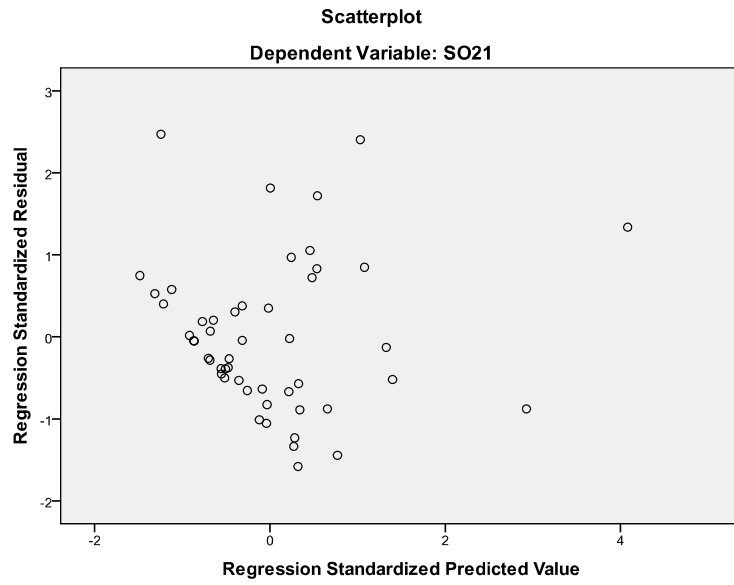
\*:0.05 seviyesinde anlamlılık

\*\* :0.01 seviyesinde anlamlılık

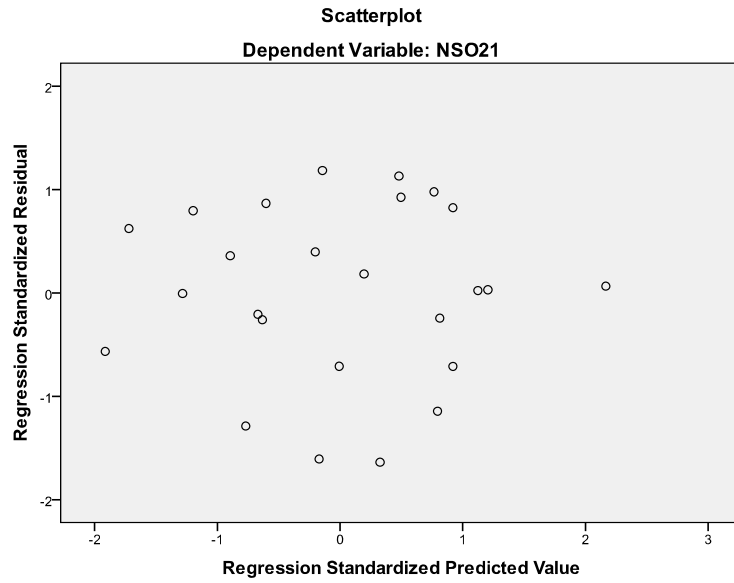
**Tablo 5.16.** NSO2\_21 İçin Çoklu Regresyon Modeline İlişkin İstatistikler

Değişkenler	$\beta$	St. Hata	Tolerans	VIF	t	p	$\lambda$
<b>Sabit</b>	-6.067	2.919			-2.078	0.053	5.985
<b>NYagM21</b>	-0.074	0.162	0.610	1.639	-0.454	0.655	0.781
<b>KuvRH</b>	0.019	0.092	0.751	1.332	0.205	0.840	0.640
<b>NToplYagM</b>	0.060	0.165	0.559	1.789	0.364	0.720	0.394
<b>TSIC21</b>	-0.057	0.045	0.406	2.460	-1.267	0.222	0.148
<b>NRuzH21</b>	-0.152	0.242	0.696	1.437	-0.628	0.538	0.036
<b>NPM21</b>	1.031	0.179	0.862	1.160	5.761	<0.001	0.013
<b>Bul21</b>	0.528	0.229	0.429	2.331	2.305	0.034	0.002
F= 7.086	p<0.001	R=0.863	SEE=0.749	R <sup>2</sup> =0.745	DW=1.846		

Tablo 5.16’de, F istatistiğine göre model kabul edilmektedir. VIF değerlerin 10’nun altında ve DW istatistiği 1.5-2.5 aralığında olması çoklu bağlantının olmadığını göstermektedir. Modelin SO2\_21’in ve diğer değişkenlerin dönüşüm yapılmamışken ve yapıldıktan sonraki standartlaştırılmış artıklar ve standartlaştırılmış tahmini değerlere ilişkin şekiller, Şekil 5.11 ve Şekil 5.12’de verilmektedir.



**Şekil 5.11.** SO2\_21 Artık Değer Gösterimi



**Şekil 5.12.** NSO2\_21 Artık Değer Gösterimi

Şekil 5.10, Şekil 5.9'e göre daha normal dağılmaktadır.

07:00, 14:00, 21:00 saatleri için oluşturulan regresyon modellerine göre;

PM'nin saat 7 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBulYUK7 (-0.988), NRuzH7 (-0.852) değişkenleridir. Saat 7'deki SO<sub>2</sub> miktarının da, PM7'ye önemli katkısı bulunmaktadır (0.475). Kurulan model PM7'nin %57'sini açıklamaktadır (Tablo 5.6).

PM'nin saat 14 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBulYuk14 (-1.493) ve NToplYagM (-0.337) değişkenleridir. Kurulan model PM14'ün %91'ini açıklamaktadır (Tablo 5.8).

PM'nin saat 21 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBukYUK21 (1.419), NSO2\_21 (0.524) değişkenleridir. Kurulan model PM21'in %75'ini açıklamaktadır (Tablo 5.10).

SO<sub>2</sub>'nin saat 7 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBulYUK7 (1.995), NRuzH7 (0.622) ve NPM7 (0.621) değişkenleridir. Kurulan model SO<sub>2</sub>7'nin %62'sini açıklamaktadır (Tablo 5.12).

SO<sub>2</sub>'nin saat 14 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBulYUK14 (-6.006), NYagM14 (0.411) ve KuvRH (-0.107) değişkenleridir. Kurulan model SO<sub>2</sub>14'ün %78'ini açıklamaktadır (Tablo 5.14).

SO<sub>2</sub>'nin saat 21 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NPM21 (1.031), Bul21 (0.528), NYagM21 (-0.152) değişkenleridir. Kurulan model SO<sub>2</sub>14'ün %75'ini açıklamaktadır (Tablo 5.16).

### **5.3. KANONİK KORELASYON ANALİZİ SONUÇLARI**

07:00, 14:00, 21:00 saatlerine göre NPM ve NSO<sub>2</sub> ölçümleri bir küme ve 07:00, 14:00, 21:00 saatlerine göre meteorolojik ölçümlerle günlük ortalamaya sahip diğer meteorolojik ölçümler de ayrı bir küme olarak düşünülerek 07:00, 14:00, 21:00 saatlerine göre kanonik korelasyonlar verilmektedir. Regresyon analizinde olduğu gibi bir gün sonraki PM ve SO<sub>2</sub> değerleri modele dahil edilmektedir.

#### **5.3.1. Saat 07 İçin Kanonik Korelasyon**

PM 7 ve SO<sub>2</sub> 7 değişkenlerinin ln dönüşümlüleri bağımlı değişken, meteorolojik verileri (normal dağılıma yakın olanlar) de bağımsız değişken olarak düşünülüp kanonik korelasyonlar bulunmaktadır.

**Tablo 5.17.** Saat 7 için Modele Giren Değişkenlerin Korelasyon Matrisi

	<b>TSIC7</b>	<b>BuhBAS7</b>	<b>NBulYUK7</b>	<b>Bul7</b>	<b>NNem7</b>
<b>TSIC7</b>	1				
<b>BuhBAS7</b>	0.778	1			
<b>NBulYUK7</b>	0.046	-0.053	1		
<b>Bul7</b>	-0.468	-0.399	-0.328	1	
<b>NNem7</b>	-0.014	0.258	0.055	-0.005	1
<b>NRuzH7</b>	-0.391	-0.506	0.143	0.043	-0.347
<b>NYagM7</b>	-0.043	-0.241	0.002	-0.066	0.185
<b>GunSid</b>	0.618	0.228	-0.050	-0.361	-0.023
<b>KuvRH</b>	0.340	0.362	-0.341	0.130	-0.110
<b>MakMinSF</b>	0.673	0.439	0.159	-0.596	0.042
<b>MakNem</b>	-0.142	0.100	0.024	0.239	0.750
<b>NMakRuzH</b>	0.348	0.360	-0.353	0.111	-0.119
<b>MakSIC</b>	0.873	0.797	-0.093	-0.538	-0.145
<b>TopGunSur</b>	0.518	0.222	-0.128	-0.439	-0.046
<b>X1</b>	-0.048	-0.304	0.002	-0.041	0.195
<b>NPM7</b>	0.007	0.016	-0.022	0.182	-0.150
<b>NSO2_7</b>	-0.116	-0.203	0.215	0.144	0.086
	<b>NRuzH7</b>	<b>NYagM7</b>	<b>GunSid</b>	<b>KuvRH</b>	<b>MakMinSF</b>
<b>NRuzH7</b>	1				
<b>NYagM7</b>	0.005	1			
<b>GunSid</b>	-0.205	0.261	1		
<b>KuvRH</b>	-0.320	-0.285	0.071	1	
<b>MakMinSF</b>	-0.097	0.200	0.657	0.235	1
<b>MakNem</b>	-0.317	0.214	-0.206	-0.013	-0.047
<b>NMakRuzH</b>	-0.316	-0.271	0.082	0.998	0.253
<b>MakSIC</b>	-0.339	-0.193	0.574	0.451	0.712
<b>TopGunSur</b>	-0.233	0.251	0.901	0.095	0.538
<b>X1</b>	0.003	0.805	0.269	-0.232	0.043
<b>NPM7</b>	-0.316	-0.083	-0.138	0.200	-0.020
<b>NSO2_7</b>	0.058	0.053	0.143	0.155	0.268
	<b>MakNem</b>	<b>NMakRuzH</b>	<b>MakSIC</b>	<b>TopGunSur</b>	<b>X1</b>
<b>MakNem</b>	1				
<b>NMakRuzH</b>	-0.029	1			
<b>MakSIC</b>	-0.254	0.461	1		
<b>TopGunSur</b>	-0.286	0.115	0.546	1	
<b>X1</b>	0.253	-0.226	-0.256	0.200	1
<b>NPM7</b>	-0.185	0.211	0.031	-0.116	-0.235

NSO2_7	0.012	0.157	0.034	0.116	-0.116
	<b>NPM7</b>	<b>NSO2_7</b>			
<b>NPM7</b>	1				
<b>NSO2_7</b>	0.361	1			

Genel olarak sıcaklık ile ilgili değişkenler ve Toplam Yağmur miktarı ile ilgili değişkenlerin yüksek ve tam korelasyonlu olması çoklu bağlantı problemin ortaya çıkmasına neden olacağından , sıcaklıkla ilgili değişkenlerin bazıları modele dahil edilmemektedir. Ayrıca toplam yağmur miktarı ile ilgili olan değişkenleri kendi aralarında toplamları alınarak  $X1(N_{TopYagM1}+N_{TopYagM})$  modele dahil edilmektedir.

**Tablo 5.18.** Saat 7 için Kanonik Korelasyon Analizi İstatistikleri

<b>Kök Nu.</b>	<b>Kanonik Kor. Katsayısı</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>F</b>	<b>s.d</b>	<b>p</b>	<b>Wilk's Lambda</b>
1	0.932	0.869	2.24	30	0.027	0.0607
2	0.734	0.538	1.00	14	0.507	0.462

İlk kanonik korelasyon katsayısı anlamlı olduğundan sadece ilk kanonik değişken çifti olan A1 ve B1 kanonik değişken çifti youmlanacaktır. Anlamlı olan birinci fonksiyon için kanonik ağırlıklar aşağıdaki gibi verilmektedir.

**Tablo 5.19.** Bağımlı Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler

	<b>A1</b>
<b>NPM7</b>	0.316
<b>NSO2_7</b>	-1.070

**Tablo 5.20.** Bağımsız Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler

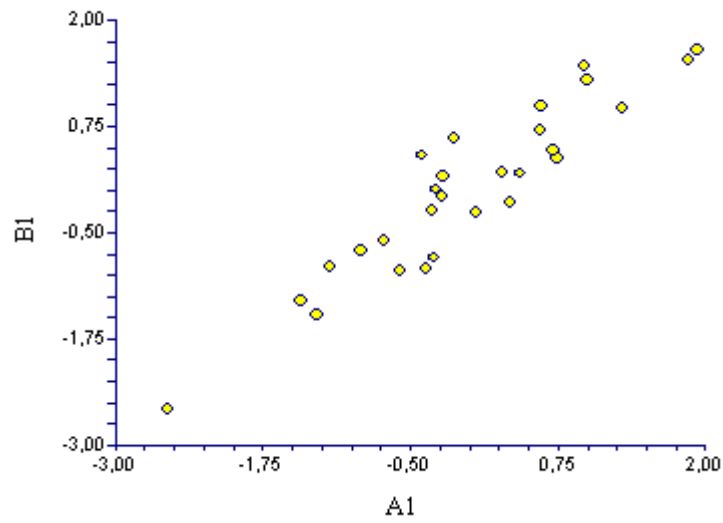
	<b>B1</b>
<b>TSIC7</b>	0.602
<b>BuhBAS7</b>	1.794
<b>NBulYUK7</b>	-0.650
<b>Bul7</b>	-0.844
<b>NNem7</b>	-1.178
<b>NRuzH7</b>	-0.160
<b>NYagM7</b>	-0.249
<b>GunSid</b>	0.691
<b>KuvRH</b>	-0.598
<b>MakMinSF</b>	-0.058
<b>MakNem</b>	0.221
<b>NMakRuzH</b>	0.582
<b>MakSIC</b>	-2.824
<b>TopGunSur</b>	-0.388
<b>X1</b>	0.133

Bu kanonik yükler analitik olarak gösterilirse;

$$A1 = 0.316NPM7 - 1.070NSO_27$$

$$\begin{aligned}
B1 = & 0.602TSIC7 + 1.794BuhBAS7 - 0.650NBulyUK7 - 0.844Bul7 \\
& - 1.178NNem7 - 0.160NRuzH7 - 0.249NYagM7 + 0.691GunSid \\
& - 0.598KuvRH - 0.058MakMinSF + 0.221MakNem \\
& + 0.582NMakRuzH - 2.824MakSIC - 0.388TopGunSur + 0.133X1
\end{aligned}$$

Setler arasındaki ilişkiyi gösteren nokta grafiği de Şekil 5.13'te verilmektedir.



**Şekil 5.13.** Saat 7 için Setler Arası Nokta Grafik

Şekil 5.13'ten görüldüğü gibi setler arasında doğrusal bir ilişki vardır.

### 5.3.2. Saat 14 İçin Kanonik Korelasyon

PM 14 ve SO<sub>2</sub> 14 değişkenlerinin ln dönüşümlüleri bağımlı değişken, meteorolojik verileri (normal dağılıma yakın olanlar) de bağımsız değişken olarak düşünülüp kanonik korelasyonlar bulunmaktadır.



**Tablo 5.21.** Saat 14 için Modele Giren Değişkenlerin Korelasyon Matrisi

	<b>BuhBAS14</b>	<b>Bul14</b>	<b>NNem14</b>	<b>GunSid</b>	<b>MakBAS</b>
<b>BuhBAS14</b>	1				
<b>Bul14</b>	0.199	1			
<b>NNem14</b>	0.092	0.674	1		
<b>GunSid</b>	0.262	-0.331	-0.551	1	
<b>MakBAS</b>	0.047	-0.162	-0.171	0.212	1
<b>MakNem</b>	0.064	0.266	0.406	-0.229	-0.305
<b>TopGunSur</b>	0.126	-0.603	-0.612	0.740	0.136
<b>NBulYUK14</b>	-0.238	-0.352	0.081	-0.187	0.173
<b>NRuzH14</b>	0.062	-0.049	0.203	-0.026	0.130
<b>NYagM14</b>	-0.086	-0.224	0.037	0.014	-0.188
<b>NMakRuzH</b>	0.181	0.038	-0.162	0.160	0.054
<b>X1</b>	-0.118	0.045	0.280	0.036	0.024
<b>x10</b>	0.503	-0.070	-0.333	0.427	-0.149
<b>NPM14</b>	-0.237	-0.058	-0.113	-0.177	0.126
<b>NSO2_14</b>	-0.417	0.010	0.048	-0.417	0.031
	<b>MakNem</b>	<b>TopGunSur</b>	<b>NBulYUK14</b>	<b>NRuzH14</b>	<b>NYagM14</b>
<b>MakNem</b>	1				
<b>TopGunSur</b>	-0.103	1			
<b>NBulYUK14</b>	-0.051	-0.072	1		
<b>NRuzH14</b>	0.234	0.041	-0.127	1	
<b>NYagM14</b>	-0.107	0.015	0.227	0.174	1
<b>NMakRuzH</b>	-0.175	0.123	-0.148	-0.107	0.110
<b>X1</b>	0.394	0.082	0.076	0.222	0.083
<b>X10</b>	-0.094	0.391	-0.377	-0.198	-0.116
<b>NPM14</b>	-0.305	-0.154	0.196	-0.170	0.104
<b>NSO2_14</b>	0.054	-0.364	0.184	0.005	0.193
	<b>NMakRuzH</b>	<b>X1</b>	<b>X10</b>	<b>NPM14</b>	<b>NSO2_14</b>
<b>NMakRuzH</b>	1				
<b>X1</b>	-0.243	1			
<b>X10</b>	0.243	-0.066	1		
<b>NPM14</b>	-0.158	-0.220	-0.390	1	
<b>NSO2_14</b>	-0.172	-0.174	-0.497	0.421	1

Genel olarak sıcaklık ile ilgili değişkenler ve Toplam Yağmur miktarı ile ilgili değişkenlerin yüksek ve tam korelasyonlu olması çoklu bağlantı problemin ortaya

çıkmasına neden olacağından , sıcaklıkla ilgili değişkenleri toplam şeklinde (X10) modele dahil edilmektedir. Ayrıca toplam yağmur miktarı ile ilgili olan değişkenleri kendi aralarında toplamları alınarak  $X1(N_{TopYagM1}+N_{TopYagM})$  modele dahil edilmektedir.

**Tablo 5.22.** Saat 14 için Kanonik Korelasyon Analizi İstatistikleri

<b>Kök Nu.</b>	<b>Kanonik Kor. Katsayısı</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>F</b>	<b>s.d.</b>	<b>p</b>	<b>Wilk's Lambda</b>
1	0.741	0.549	1.89	26	0.019	0.345
2	0.485	0.235	0.92	12	0.537	0.765

İlk kanonik korelasyon katsayısı anlamlı olduğundan sadece ilk kanonik değişken çifti olan A1 ve B1 kanonik değişken çifti youmlanacaktır. Anlamlı olan birinci fonksiyon için kanonik ağırlıklar aşağıdaki gibi verilmektedir.

**Tablo 5.23.** Bağımlı Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler

	<b>A1</b>
<b>NPM14</b>	0.415
<b>NSO<sub>2</sub>14</b>	0.752

**Tablo 5.24.** Bağımsız Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler

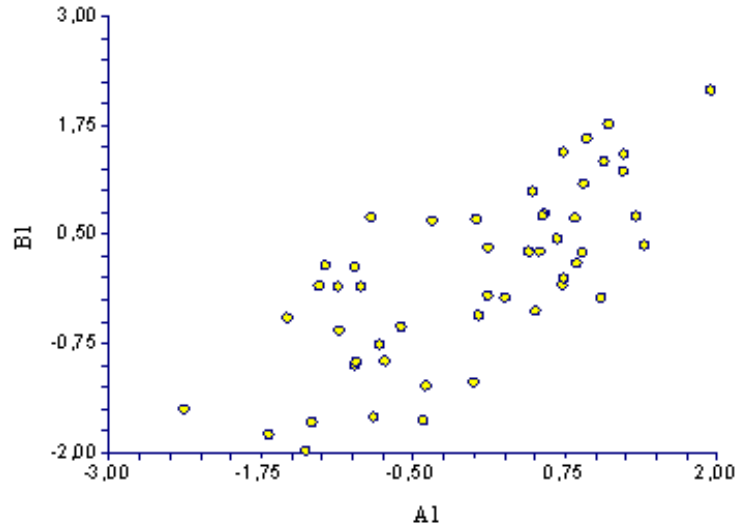
	<b>B1</b>
<b>BuhBAS14</b>	-0.139
<b>Bul14</b>	0.305
<b>NNem14</b>	-0.619
<b>GunSid</b>	-0.435
<b>MakBAS</b>	0.246
<b>MakNem</b>	0.130
<b>TopGunSur</b>	-0.071
<b>NBulYUK14</b>	-0.035
<b>NRuzH14</b>	-0.160
<b>NYagM14</b>	0.430
<b>NMakRuzH</b>	-0.276
<b>X1</b>	-0.291
<b>X10</b>	-0.524

Bu kanonik yükler analitik olarak gösterilirse;

$$A1 = 0.415NPM14 + 0.752NSO2_{14}$$

$$\begin{aligned}
B1 = & -0.139BuhBAS14 + 0.305Bul14 - 0.619NNem14 - 0.435GunSid \\
& + 0.246MakBAS + 0.130MakNem - 0.071TopGunSur \\
& - 0.035NBulYUK14 - 0.160NRuzH14 + 0.430NYagM14 \\
& - 0.276NMakRuzH - 0.291X1 - 0.524X10
\end{aligned}$$

Setler arasındaki ilişkiyi gösteren nokta grafiği de Şekil 5.14'te verilmektedir.



**Şekil 5.14.** Saat 14 için Setler Arası Nokta Grafik

Şekil 5.14'ten görüldüğü gibi setler arasında doğrusal bir ilişki vardır.

### 5.3.3. Saat 21 İçin Kanonik Korelasyon

PM 21 ve SO<sub>2</sub> 21 değişkenlerinin ln dönüşümlüleri bağımlı değişken, meteorolojik verileri (normal dağılıma yakın olanlar) de bağımsız değişken olarak düşünülüp kanonik korelasyonlar bulunmaktadır.

**Tablo 5.25.** Saat 21 için Modele Giren Değişkenlerin Korelasyon Matrisi

	<b>NBulYUK21</b>	<b>NNem21</b>	<b>NRuzH21</b>	<b>NYagM21</b>	<b>KuvRH</b>
<b>NBulYUK21</b>	1				
<b>NNem21</b>	-0.246	1			
<b>NRuzH21</b>	-0.295	-0.127	1		
<b>NYagM21</b>	-0.374	0.631	0.298	1	
<b>KuvRH</b>	-0.134	0.039	0.177	0.029	1
<b>MakBAS</b>	-0.059	0.147	-0.169	-0.059	-0.006
<b>MakNem</b>	-0.093	0.647	-0.020	0.464	0.090
<b>MinTSIC</b>	0.215	-0.194	0.197	0.188	0.445
<b>X1</b>	0.115	0.109	0.134	0.006	-0.124
<b>NPM21</b>	0.047	-0.095	0.065	0.264	0.099
<b>NSO2_21</b>	-0.361	0.025	-0.006	0.216	-0.155
	<b>MakBAS</b>	<b>MakNem</b>	<b>MinTSIC</b>	<b>X1</b>	<b>NPM21</b>
<b>MakBAS</b>	1				
<b>MakNem</b>	0.011	1			
<b>MinTSIC</b>	0.002	-0.134	1		
<b>X1</b>	-0.417	0.215	-0.383	1	
<b>NPM21</b>	0.268	0.021	0.144	-0.092	1
<b>NSO2_21</b>	0.287	0.158	-0.359	-0.007	0.671
	<b>NSO2_21</b>				
<b>NSO2_21</b>	1				

Genel olarak sıcaklık ile ilgili değişkenler ve Toplam Yağmur miktarı ile ilgili değişkenlerin yüksek ve tam korelasyonlu olması çoklu bağlantı problemin ortaya çıkmasına neden olacağından modele dahil edilen değişkenler Tablo 5.25’de verilmektedir. Toplam yağmur miktarı ile ilgili olan değişkenleri kendi aralarında toplamları alınarak  $X1(N_{TopYagM1}+N_{TopYagM})$  modele dahil edilmektedir.

**Tablo 5.26.** Saat 21 için Kanonik Korelasyon Analizi İstatistikleri

<b>Kök Nu.</b>	<b>Kanonik Kor. Katsayısı</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>F</b>	<b>s.d</b>	<b>p</b>	<b>Wilk's Lambda</b>
1	0.807	0.651	2.16	18	0.033	0.175
2	0.705	0.497	1.85	8	0.144	0.503

İlk kanonik korelasyon katsayısı anlamlı olduğundan sadece ilk kanonik değişken çifti olan A1 ve B1 kanonik değişken çifti youmlanacaktır. Anlamlı olan birinci fonksiyon için kanonik ağırlıklar aşağıdaki gibi verilmektedir.

**Tablo 5.27.** Bağımlı Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler

	<b>A1</b>
<b>NPM21</b>	0.872
<b>NSO<sub>2</sub>21</b>	-1.349

**Tablo 5.28.** Bağımsız Küme İçin Standartlaştırılmış Kanonik Yükler

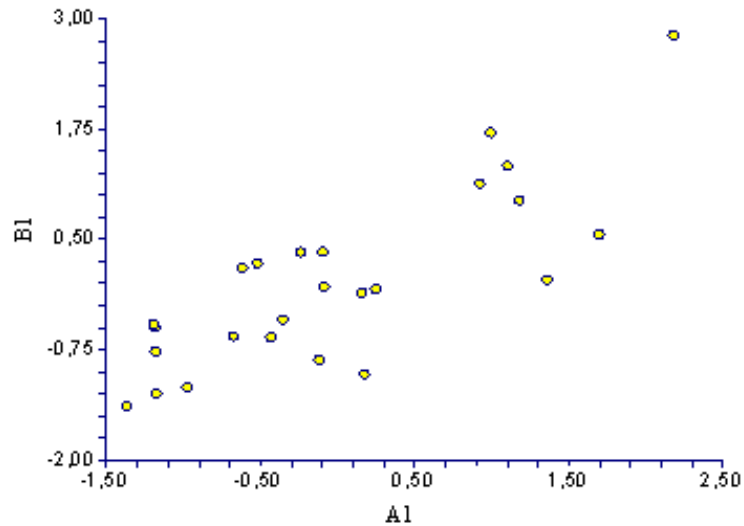
	<b>B1</b>
<b>NBulYUK21</b>	0.606
<b>NNem21</b>	0.546
<b>NRuzH21</b>	0.202
<b>NYagM21</b>	-0.219
<b>KuvRH</b>	0.153
<b>MakBAS</b>	-0.207
<b>MakNem</b>	-0.361
<b>MinTSIC</b>	0.619
<b>X1</b>	0.006

Bu kanonik yükler analitik olarak gösterilirse;

$$A1 = 0.872NPM21 - 1.349NSO_221$$

$$B1 = 0.606NBuLYUK21 + 0.546NNem21 + 0.202NRuzH21 - 0.219NYagM21 \\ + 0.153KuvRH - 0.207MakBAS - 0.361MakNem + 0.619MinTSIC \\ + 0.006X1$$

Setler arasındaki ilişkiyi gösteren nokta grafiği de Şekil 5.15'te verilmektedir.



**Şekil 5.15.** Saat 21 için Setler Arası Nokta Grafik

Şekil 5.15'ten görüldüğü gibi setler arasında doğrusal bir ilişki vardır.

Sonuç olarak; PM7 ve SO<sub>2</sub>7 değişkenlerinin bağımlı set olarak alındığı kanonik analizi sonucuna göre anlamlı korelasyon katsayısına sahip (R=0.932, p=0.027) ilk değer modelin %88'ini açıklamaktadır (Tablo 5.18).

PM14 ve SO<sub>2</sub>14 değişkenlerinin bağımlı set olarak alındığı kanonik analizi sonucuna göre modelde, anlamlı korelasyon katsayısına sahip (R=0.741, p=0.019) ilk değer, modelin %55'ini açıklamaktadır (Tablo 5.22).

PM21 ve SO<sub>2</sub>21 değişkenlerinin bağımlı set olarak alındığı kanonik analizi sonucuna göre modelde, anlamlı korelasyon katsayısına sahip (R=0.81, p=0.033) ilk değer, modelin %65'ini açıklamaktadır (Tablo 5.26).



## VI. BÖLÜM

### 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 6.1. SONUÇLAR

Çalışmada geliştirilen modeller, literatürde yapılanlardan farklı olarak 07:00, 14:00, 21:00 saatlerinde ölçümü alınan PM ve SO<sub>2</sub> hava kirleticileri ve meteorolojik verileri baz alınarak daha hassas değerlendirme yapılmaktadır. Ayrıca hava kirleticilerinin de birbirlerine etkisi düşünülerek, bazı modellerde PM ve SO<sub>2</sub> kirleticileri bağımsız değişken olarak modele dahil edilmektedir.

PM'nin saat 07:00 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBulYUK7 (-0.988), NRuzH7 (-0.852) değişkenleridir. Saat 07:00'de PM hava kirleticisini etkileyen en önemli faktörler bulut yüksekliği ve rüzgar hızıdır. Saat 07:00'deki SO<sub>2</sub> miktarının da, PM7'ye önemli katkısı bulunmaktadır (0.475). Kurulan model PM7'nin %57'sini açıklamaktadır (Tablo 5.6).

PM'nin saat 14:00 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBulYuk14 (-1.493) ve NToplYagM (-0.337) değişkenleridir. Saat 14:00'deki PM hava kirleticisini etkileyen en önemli faktörler bulut yüksekliği ve toplam yağış miktarıdır. Kurulan model PM14'ün %91'ini açıklamaktadır (Tablo 5.8).

PM'nin saat 21:00 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBukYUK21 (1.419), NSO21 (0.524) değişkenleridir. Saat 21:00'deki PM hava kirleticisini etkileyen en önemli faktörler bulut yüksekliği, kükürt dioksit miktarıdır. Kurulan model PM21'in %75'ini açıklamaktadır (Tablo 5.10).

SO<sub>2</sub>'nin saat 07:00 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBulYUK7 (1.995), NRuzH7 (0.622) ve NPM7 (0.621) değişkenleridir. Saat 07:00'deki SO<sub>2</sub> hava kirleticisini etkileyen en önemli faktörler, bulut yüksekliği, rüzgar hızı ve partiküler madde miktarıdır. Kurulan model SO<sub>2</sub>'nin %62'sini açıklamaktadır (Tablo 5.12).

SO<sub>2</sub>'nin saat 14:00 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NBulYUK14 (-6.006), NYagM14 (0.411) ve KuvRH (-0.107) değişkenleridir. Saat 14:00'deki SO<sub>2</sub> hava kirleticisini etkileyen en önemli faktörler, bulut yüksekliği, yağmur miktarı ve kuvvetli rüzgar hızıdır. Kurulan model SO<sub>2</sub>'nin %78'ini açıklamaktadır (Tablo 5.14).

SO<sub>2</sub>'nin saat 21:00 için geliştirilen doğrusal regresyon modelinde, modele katkısı en yüksek olan NPM21 (1.031), Bul21 (0.528), NYagM21 (-0.152) değişkenleridir. Saat 21:00'deki SO<sub>2</sub> hava kirleticisini etkileyen en önemli faktörler, PM miktarı, bulutluluk ve yağmur miktarıdır. Kurulan model SO<sub>2</sub>'nin %75'ini açıklamaktadır (Tablo 5.16).

PM7 ve SO<sub>2</sub>7 değişkenlerinin bağımlı set olarak alındığı kanonik analizi sonucuna göre anlamlı korelasyon katsayısına sahip (R=0.932, p=0.027) ilk değer modelin %88'ini açıklamaktadır (Tablo 5.18).

PM14 ve SO<sub>2</sub>14 değişkenlerinin bağımlı set olarak alındığı kanonik analizi sonucuna göre modelde, anlamlı korelasyon katsayısına sahip (R=0.741, p=0.019) ilk değer, modelin %55'ini açıklamaktadır (Tablo 5.22).

PM<sub>2.5</sub> ve SO<sub>2</sub> değişkenlerinin bağımlı set olarak alındığı kanonik analizi sonucuna göre modelde, anlamlı korelasyon katsayısına sahip (R=0.81, p=0.033) ilk değer, modelin %65'ini açıklamaktadır (Tablo 5.26).

Genel olarak gerek doğrusal regresyon analizinde oluşturulan modellerde, gerekse Kanonik Korelasyon Analizinde oluşturulan modellerde, bulut yüksekliğinin ve rüzgar hızının hava kirlitecilerinin üzerinde yüksek etkiye sahip olduğu gözükmektedir.

## 6.2. ÖNERİLER

Literatürde Etikan (1996)'ın doktora çalışmasında Ankara'nın çeşitli ilçelerinde, Partiküler Madde ve Kükürt Dioksit miktarının dahil olduğu toplam 40 değişkenin günlük ortalamaları kullanılarak Çoklu Doğrusal Regresyon modelleri oluşturulmuş ve ilaveten değişkenler arasındaki ilişki Kanonik Korelasyon Analizi kullanılarak araştırılmıştır. Yine Yüksek (2007)'in doktora çalışmasında günlük ortalama değerler esas alınarak, Çoklu Doğrusal Regresyon modelleri oluşturulmuştur.

Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak 07:00, 14:00, 21:00 saatleri baz alınarak modeller oluşturulmaktadır. Bu modeller her saat için oluşturulabilir ve değişkenlerin saat başı kirlilikteki rolleri incelenebilir. 07:00, 14:00, 21:00 saatleri için oluşturulan modeller kirliliğe etki eden faktörleri belirlemede ayır edici görünse de bu saatler arasında kalan zamandaki kirliliğe etki eden meteorolojik faktörlerden hangilerinin önem kazandığı açıklığa kavuşturulabilir.

Çalışmaya alınan Partiküler Madde ve Kükürt Dioksit değişkenlerine ilave olarak ölçümü yapılan diğer hava kirlitecileri alınarak çok değişkenli analizlerle yeni modeller oluşturulup, bu değişkenlerine etki edebilecek olan meteorolojik faktörlerin hangileri olduğu araştırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Akyüz, B., & Veli, S. (2006). İç Ortamda Bulunan Uçucu ORganik Bileşikler ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Trakya Univ J Sci*, 7(2), 109-116.
- Alpar, R. (2003). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş 1* (2 ed.). Ankara: Nobel.
- Anderson, T. W. (1999). Asymptotic Theory for Canonical Correlation Analysis. *Journal of Multivariate Analysis*, 70, 1-29.
- Atımtay, A., Bayram, H., Can, A., Çımrın, A. H., Demiral, B., Elçi, M. A., et al. (2010). *Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım*. Ankara: Anıl Matbaacılık.
- Auckland Regional Council. (2007). Health Effects of Air Pollution. (Erişim). <http://www.arc.govt.nz/albany/fms/main/Documents/Environment/Pollution/airfacts5.pdf>. 01.10.2011.
- Balmes, J. R., Fine, J. M., & Sheppard, D. (1987). Symptomatic Bronchoconstriction after Short-Term Inhalation of Sulfur-Dioxide. *American Review of Respiratory Disease*, 136(5), 1117-1121.
- Bayat, B. (2011). Hava Kirliliği ve Kontrolü. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, 135, 55-59.
- Bayram, H., Dörtbudak, Z., Fişekçi, F. E., Kargın, M., & Bülbül, B. (2006). Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada, Ülkemizde ve Bölgemizde Hava Kirliliği Sorunu” Paneli Ardından. *Dicle Tıp Dergisi*, 33(2), 105-112.
- Boubel, R. W., Fox, D. L., Turner, D. B., & Stern, A. C. (1994). *Fundamentals of Air Pollution*. USA: Academic Press.

- Brauer, M., Blair, J., & Vedal, S. (1996). Effect of ambient ozone exposure on lung function in farm workers. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 154(4), 981-987.
- Brook, R. D., Franklin, B., Cascio, W., Hong, Y., Howard, G., Lipsett, M., et al. (2004). Air Pollution and Cardiovascular Disease : A Statement for Healthcare the Professionals From the Expert Panel on Population and Prevention Science of American Heart Association. *Circulation Research*, 2655-2671.
- Busch, N., Ebel, U., Kraus, H., & Schaller, E. (1982). The Structure of the subpolar inversion-capped atmospheric boundary layer (ABL). *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology Series A*, 31(1-2), 1-18.
- Castanas, E., & Kampa, M. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2), 362-367.
- CATF. (2005). Diesel and Health in America: The Lingering threat, Clean Air Task Force. (Erişim), <http://www.catf.us/publications/view/83>. 05.09.2011.
- Chen, Z., Huang, X., & Wang, Q. (2009). The Effect of Air Pollution on Human Health in China: A Macro Evaluation
- Cheremisinoff, N. P. (2002). *Hanbook of Air Pollution Prevention and Control*. USA: Elsevier Science.
- Curriero, F. C., Heiner, K. S., Samet, J. M., Zeger, S. L., Strug, L., & Patz, J. A. (2002). Temperature and Mortality in 11 Cities of the Eastern United States. *American Journal of Epidemiology*, 155(1), 80-87.
- ÇOB. (2005). *Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğİ*.
- ÇŞB. Tehlikeli Maddeler Listesi. (Erişim), <http://www.kimyasallar.cevreorman.gov.tr>, 05.10.2011.

- Çakar, T. (Erişim), <http://www.tuketicihaklari.org.tr/>, 05.10.2011.
- Çelik, S. (2008). İlköğretim Öğrencileri İçin Meteoroloji. Ankara.
- Çelik, S., Bacanlı, H., & Görgeç, H. (2008). *Küresel İklim Değişikliği Etkileri*.
- ÇEM. (2007a). Hava Kirliliğinin Etkileri. (Erişim), <http://www.cem.yildiz.edu.tr/>, 05.10.2011.
- ÇEM. (2007b). Hava Kirliliğinin Tanımlanması. (Erişim), 04.10.2011, <http://www.cem.yildiz.edu.tr/>, 04.10.2011.
- Çimen, M., & Öztürk, S. (2010). Küresel Isınma, İklim Değişikliğinin Solunum Sistemi Üzerine Etkisi ve Büyükşehir Bronşiti. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*, 24(2), 141-146.
- ÇOB. Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı. (Erişim), [http://www.lab-cevreorman.gov.tr/sayfa\\_detay.asp?turid=20](http://www.lab-cevreorman.gov.tr/sayfa_detay.asp?turid=20), 28.09.2011.
- Çok, İ. (2010). *Dioksinler Nedir - Maruziyet Kaynakları- Vaka Çalışması: İnsandaki dioksin düzeyi*. Ankara.
- Daly, A., & Zannetti, P. (2007). *An Introduction to Air Pollution- Definitions, Classification, and History: The Arab School for Science and Technology*.
- Damstra, T. (2002). Potential effects of certain persistent organic pollutants and endocrine disrupting chemicals on the health of children. *Journal of Toxicology-Clinical Toxicology*, 40(4), 457-465.
- DMİ. (Erişim), <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TOKAT>, 28.09.2011.
- DMİG Müdürlüğü. Meteoroloji. (Erişim), <http://www.dmi.gov.tr/>, 06.10.2011.
- DMİG Müdürlüğü. Ozon ve UV. (Erişim), <http://www.dmi.gov.tr/>, 06.10.2011.

- Doherty, S. (2000). History, pathophysiology, clinical presentation and role of hyperbaric oxygen in acute carbon monoxide poisoning. *Emergency Medicine*, 12, 55-61.
- The Donora Episode. (1950). *American Journal of Public Health and Nation's Health*, 40(1), 80-81.
- Döğeroğlu, T. (1988). *Azot oksitlerin hava kalitesine etkileri, Uzaklaştırılma ve Değerlendirilebilme Seçenekleri*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir. 212 s.
- Ellul, R., & Nolle, M. (1998). Atmospheric Background, Present and Future Work. *Xjenza*, 3(2), 6-7.
- EPA. (2008). *EPA Criteria Air Pollutants*.
- Erden, G. (2009). *Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Algularına Göre Coğrafya Dersi Öğrenme-Öğretme Süreci Açısından Çan'daki Hava Kirliliğinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale. 113 s.
- Ergeneman, M., Arslan, H., Kutlar, O. A., & Mutlu, M. (1998). *Taşıt egzozundan kaynaklanan kirleticiler*.
- Ertaş, S. K. (2004). *Meteoroloji Ders Kitabı*. Ankara: Hava Trafik Müdürlüğü.
- Ertürk, İ. Ö. (2002). *Kütahya'da Hava Kirliliğinin Koyunların Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar, Kütahya. 57 s.
- Etikan, İ. (1996). *Hava Kirliliği İle İlgili Ölçümlerle Meteorolojik Ölçümlerin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle İncelenmesi*. Doktora Tezi, Hacettepe, Ankara. 76 s.
- Fein, A., Grossman, R. F., Jones, J. G., Hoeffel, J., & McKay, D. (1980). Carbon-Monoxide Effect on Alveolar Epithelial Permeability. *Chest*, 78(5), 726-731.

- Folinsbee, L. J. (1992). Human Health Effects of Air Pollution. *Environmental Health Perspectives, 100*, 45-56.
- Foster, J., Barkus, E., & Yavorsky, C. (2006). *Understanding and Using Advanced Statistics*. London: SAGE Publications Ltd.
- Galea, M. (1964). Fatal Sulfur Dioxide Inhalation. *Can Med Assoc J, 91*, 345-347.
- Goldsmith, J. R., & Landaw, S. A. (1968). Carbon monoxide and human health. *Science, 162*(860), 1352-1359.
- Gorman, D., Drewry, A., Huang, Y. L., & Sames, C. (2003). The clinical toxicology of carbon monoxide. *Toxicology, 187*(1), 25-38.
- Gökbel, H., & Uzun, K. (1995). Hava Kirliliğinin Solunum Fonksiyonlarına Etkileri. *Ekoloji Çevre Dergisi, 15*, 4-5.
- Greenpeace. (2006). *The Chernobly Catastrophe*.
- Group, W. B. (1998). *Pollution Prevention and Abatement Handbook*.
- Gumuslu, S., Korgun, D. K., Bilmen, S., Yargicoglu, P., & Agar, A. (2000). Effects of sulfur dioxide inhalation on plasma vitamin C and ceruloplasmin in ageing rats. *Ind Health, 38*(3), 319-322.
- Gündoğdu, M. E. (2006). *Meteorolojik Parametrelerin Hava Kirliliğine Etkilerinin Yapay Sinir Ağları Modeli İle İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul. 108 s.
- Hajat, S., Kovats, R. S., Atkinson, R. W., & Haines, A. (2002). Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *J Epidemiol Community Health, 56*(5), 367-372.
- Harlow, L. L. (2005). *The Essence of Multivariate Thinking. Basic Theme and Methods*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.



- Harris, R. J. (2001). *A Primer of Multivariate Statistics*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Harrison, R. M., Delgado-Saborit, J. M., Aquilina, N. J., Meddings, C., & Baker, S. (2009). Model Development and Validation of Personal Exposure to Volatile Organic Compound Concentrations. *Environmental Health Perspectives*, *117*(10), 1571-1579.
- Hasselblad, V., Eddy, D. M., & Kotchmar, D. J. (1992). Synthesis of Environmental Evidence - Nitrogen-Dioxide Epidemiology Studies. *Journal of the Air & Waste Management Association*, *42*(5), 662-671.
- Hsieh, W. W. (2000). Nonlinear canonical correlation analysis by neural networks. *Neural Netw*, *13*(10), 1095-1105.
- Ito, K., Mathes, R., Ross, Z., Nadas, A., Thurston, G., & Matte, T. (2011). Fine Particulate Matter Constituents Associated with Cardiovascular Hospitalizations and Mortality in New York City. *Environmental Health Perspectives*, *119*(4), 467-473.
- Jarup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, *68*, 167-168.
- JSR. (2008). Atmospheric Stability & Cloud Development. (Erişim), <http://www.abdn.ac.uk/~nph120/meteo/notes6.pdf>, 07.10.2011.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara: Asil.
- Kalkstein, L. S., & Valimont, K. M. (1987). Climate Effects On Human Health. *25389*(122-52),
- Kartal, Ş. (1985). *Kayseri'deki Hava Kirliliği ve Kirletici Konsantrasyonlarının Meteorolojik Parametrelerle İlişkisi*. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri. 133 s.

- Khatri, S. B., Holguin, F. C., Ryan, P. B., Mannino, D., Erzurum, S. C., & Teague, W. G. (2009). Association of Ambient Ozone Exposure with Airway Inflammation and Allergy in Adults with Asthma. *Journal of Asthma*, 46(8), 777-785.
- Kırel, B., Akın, A., Sezgin, M. E., Yalınbaş, E., & Ünal, Y. (2005). Karbon monoksit zehirlenmesi ve hiperbarik oksijen tedavisi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48, 164-167.
- Koenig, J. Q., Marshall, S. G., Horike, M., Shapiro, G. G., Furukawa, C. T., Bierman, C. W., et al. (1987). The effects of albuterol on sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in allergic adolescents. *J Allergy Clin Immunol*, 79(1), 54-58.
- Kotin, P., & Falk, H. L. (1955). Air pollution and its effect on health. *Calif Med*, 82(1), 19-24.
- Kunt, F. (2007). *Hava Kirliliğinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Modellenmesi ve Tahmini*. Yüksek Lisans, Selçuk Üniversitesi, Konya. 88 s.
- Laessig, R. E., & Duckett, E. J. (1979). Canonical correlation analysis: potential for environmental health planning. *Am J Public Health*, 69(4), 353-359.
- Lai, P. L., & Fyfe, C. (1999). A neural implementation of canonical correlation analysis. *Neural Netw*, 12(10), 1391-1397.
- Lazarus, S. C., Wong, H. H., Watts, M. J., Boushey, H. A., Lavins, B. J., & Minkwitz, M. C. (1997). The Leukotriene Receptor Antagonist Zafirlukast Inhibits Sulfur Dioxide-induced Bronchoconstriction in Patients with Asthma. *Am J Respir Crit Care Med*, 156, 1725-1730.

- Mauderly, J. L., Bice, D. E., Carpenter, R. L., Gillett, N. A., Henderson, R. F., Pickrell, J. A., et al. (1987). Effects of inhaled nitrogen dioxide and diesel exhaust on developing lung. *Res Rep Health Eff Inst*(8), 3-37.
- Meng, Z., Zhang, B., Bai, J., Geng, H., & Liu, C. (2003). Oxidative Damage of Sulfur Dioxide Inhalation On Stomachs And Intestines of Mice. *Inhalation Toxicology*, 15, 397-410.
- Meng, Z. Q., Qin, G. H., Zhang, B., & Bai, J. L. (2004). DNA damaging effects of sulfur dioxide derivatives in cells from various organs of mice. *Mutagenesis*, 19(6), 465-468.
- MPM. (2011). Tokat Verimliliği Artırma Projesi. Ankara: Mattek Matbaacılık.
- Muller, K. E. (1982). Understanding Canonical Correlation through the General Linear-Model and Principal Components. *American Statistician*, 36(4), 342-354.
- Noji, E. K. (1997). *The Public Health Consequences of Disasters* (1st ed.). USA: Oxford University Press.
- Omaye, S. T. (2002). Metabolic modulation of carbon monoxide toxicity. *Toxicology*, 180(2), 139-150.
- Özçağlar, A. (1992). Kazova'nın İklim Özellikleri. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 35(1).
- Özdamar, K. (2010a). *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özdamar, K. (2010b). *Pasw İle Biyoistatistik*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özlu, T. (1995). *Samsun ve Yakın Çevresi'nin Coğrafi Yönden Hava Kirliliği*. Yüksek Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun. 120 s.
- Öztürk, M. (2008a). Hava Kirliliğinin Halk Sağlığı Üzerine Etkisi.

- Öztürk, M. (2008b). Şehir İçi Bölgelerde Havadaki Partiküler Maddenin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Ankara.
- Öztürk, M. (2009). Hava Kirliliğini Artıran Sıcaklık İnversonu. (Erişim), <http://www.mozturk.net/Upload//invensiyon.pdf>, 08.10.2011.
- Öztürk, M. (2010a). Azot oksitlerin Sağlık Üzerine Etkileri. (Erişim), <http://www.mozturk.net/?Type=1&Id=687>, 04.10.2011.
- Öztürk, M. (2010b). Karbonmonoksitin Sağlık Üzerine Etkileri (Erişim), <http://www.mozturk.net>, 03.10.2011.
- Öztürk, M. (2010c). Kükürt Dioksit ve Sağlık Üzerine Etkileri. Retrieved 03.10.2011, from <http://www.mozturk.net/Yazdir.asp?Id=680>
- Pazarlı, P. (2007). *Sakarya Hava Kalitesi Koruma ve İyileştirme Projesi*.
- Perez-Penate, G., Navarro, P. C., Gonzalez, M. P., Gomez, E. G., Duque, J. P., Quintana, A. G., et al. (2005). Long-term inhaled nitric oxide plus dipyridamole for pulmonary arterial hypertension. *Respiration*, 72(4), 419-422.
- Petruzzi, S., Musi, B., & Bignami, G. (1994). Acute and chronic sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) exposure: an overview of its effects on humans and laboratory animals. *Ann Ist Super Sanita*, 30(2), 151-156.
- Rasplicka, Z. Ozone Levels And Their Effects. (Erişim), <http://www.ozoneservices.com/articles/007.htm>, 04.10.2011.
- Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2008). *An Introduction to Applied Multivariate Analysis*. New York: Routledge.
- Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- RSHMBÇSAM Müdürlüğü. *Hava Kirliliğine Genel Bakış*.

- Samet, J. M., Dominici, F., Curriero, F. C., Coursac, I., & Zeger, S. L. (2000). Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *N Engl J Med*, 343(24), 1742-1749.
- Schapira, R. M., & Uysal, N. (2003). Effects of ozone on lung function and lung diseases. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 9(2), 144-150.
- Schnelle, K. B., & Brown, C. A. (2002). *Air Pollution Control Technology Handbook*: CRC Press.
- Schuman, S. H., Anderson, C. P., & Oliver, J. T. (1964). Epidemiology of Successive Heat Waves in Michigan in 1962 and 1963. *JAMA*, 189, 733-738.
- Shafi, S. M. (2005). *Environmental Pollution: Atlantic*.
- Suh, H. H., Bahadori, T., Vallarino, J., & Spengler, J. D. (2000). Criteria Air Pollutants and Toxic Air Pollutants. *Environmental Health Perspectives*, 108(4), 625-633.
- Sunyer, J., Basagaña, X., Belmonte, J., & Antó, J. M. (2002). Effect of nitrogen dioxide and ozone on the risk of dying in patients with severe asthma. *Thorax*, 57, 687-693.
- Sümbüloğlu, K., & Akdağ, B. (2009). *İleri Biyoistatistiksel Yöntemler*. Ankara: Hatipoğlu.
- Şen, O. (1985). *Ayırmsız Nötron Aktivasyon Analizi Sonuçlarını Kullanarak Geliştirilen Hava Kirliliği Analiz Yönteminin İzmir İline Uygulanması*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul. 99 s.
- TİÖ İdaresi. (2006). Tokat İli Stratejik Plan.
- Tabachnick, B. G. (2007). *Using Multivariate Statistics*. USA: Pearson Education.

- Talsness, C. E. (2008). Overview of toxicological aspects of polybrominated diphenyl ethers: a flame-retardant additive in several consumer products. *Environmental Research*, 108(2), 158-167.
- Taş, F. (2006). *Hava Kirliliği ve Kastamonu Şehir Merkezi İçin Değerlendirme*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara. 140 s.
- Tecer, L. H. (2011). Hava Kirliliği ve Sağlığımız. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, 135, 15-29.
- Thorndike, R. M. (2000). Canonical Correlation Analysis. In H. E. A. Tinsley & S. D. Brown (Eds.), *Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling*: Academic.
- Topçu, N. (1993). Fosil Yakıtların Erzurum Hava Kirliliğine Katkısı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 76-85.
- TTB. (2011). Hava Kirliliği. (Erişim), <http://www.ttb.org.tr/eweb/yatagan/3.html>, 28.09.2011.
- TÜİK. (2011). 2011 Nüfus ve Konut Araştırması.
- Uçar, A. (1996). *Şanlıurfa'da Hava Kirliliği ve Kontrolü*. Yüksek Lisans, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa. 45 s.
- Uysal, İ. (2002). Çanakkale'de 1991-2001 Yılları Arasında Hava Kirliliği Sorunu. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 11(45), 18-23.
- Ünal, Ç. (2006). Tokat'ın İklim Özellikleri. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 2, 171-197.
- Varınca, K. B., Güneş, G., & Ertürk, F. (2008). *Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığı ve İklim Değişikliği Üzerine Etkileri*. Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu.
- World Health Organization (WHO). (2003). Who Guidelines for air quality (Vol. 187).

- World Health Organization (WHO). (2007). *Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution*. Germany.
- Yalaki, S. (2005). *Adana Merkez ve Kırsal Alanlarda Trafiksel Kaynaklı Organik Hava Kirleticileri ve Atmosferik Poliaromatik Hidrokarbonlar*. Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi, Adana. 135 s.
- Yamamoto, M., Sugiyama, T., Murakami, H., & Sakaori, F. (2007). Correlation analysis of principal components from two populations. *Computational Statistics & Data Analysis*, 51, 4707-4716.
- Yargicoglu, P., Sahin, E., Gumuslu, S., & Agar, A. (2007). The effect of sulfur dioxide inhalation on active avoidance learning, antioxidant status and lipid peroxidation during aging. *Neurotoxicol Teratol*, 29(2), 211-218.
- Yeşilyurt, C., & Akcan, N. (2001). *Hava Kalitesi İzleme Metodolojileri ve Örneklem Kriterleri*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü
- Yin, X. (2004). Canonical correlation analysis based on information theory. *Journal of Multivariate Analysis*, 91, 161-176.
- Yücener, G. N., Demirel, N. Ç., Ceylan, C., & Demirel, T. (2011). Hizmet Değerinin Müşterilerin Davranışsal Niyetleri Üzerindeki Etkisinin Yapısal Eşitlik Modeli İle İncelenmesi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 12(1), 156-168.
- Yüksek, A. G. (2007). *Hava Kirliliği Tahmininde Çoklu Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları Yönteminin Karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Ankara. 281 s.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

**Adı Soyadı:** Osman DEMİR

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Tokat / 1979

**Medeni Hali:** Evli

**Yabancı Dil:** İngilizce

**E-posta:** mosmandemir@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (Biyostatistik)	2012
Yüksek Lisans	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (Matematik)	2010
Lisans	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	2001
Lise	Sağlık Meslek Lisesi	1997

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2001-2004	Tokat Ödül Dersanesi	Matematik Öğretmenliği
2005-2007	Özel İlgi Matematik Kursu	Matematik Öğretmenliği
2007-Sonrası	Koyulhisar MYO	Öğretim Görevlisi